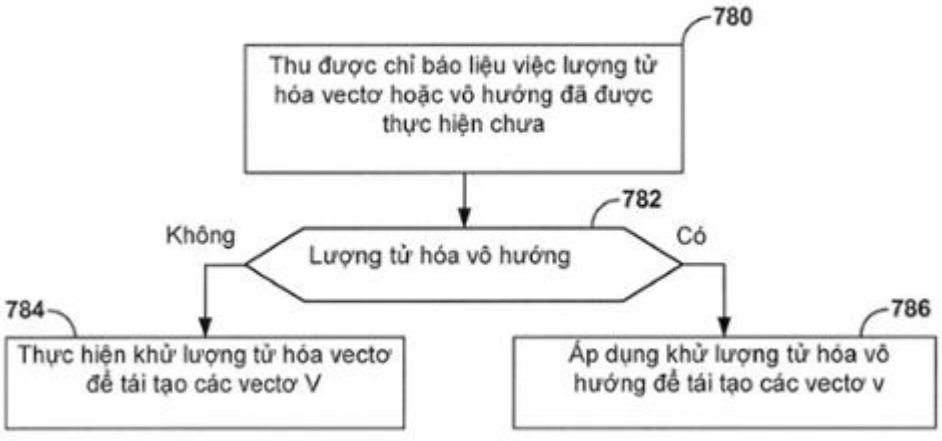
(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(11) **1-0030370**
(51)[7] **G10L 19/008**
(13) **B**

(21) 1-2016-04370
(22) 15/05/2015
(86) PCT/US2015/031187 15/05/2015
(87) WO 2015/175999 19/11/2015
(30) 61/994,794 16/05/2014 US; 62/004,128 28/05/2014 US; 62/019,663 01/07/2014 US; 62/027,702 22/07/2014 US; 62/028,282 23/07/2014 US; 62/032,440 01/08/2014 US; 14/712,843 14/05/2015 US
(45) 25/12/2021 405
(43) 27/02/2017 347A
(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA 92121-1714, United States of America
(72) KIM, Moo Young (KR); PETERS, Nils Günther (DE); SEN, Dipanjan (US).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D&N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP, THIẾT BỊ GIẢI MÃ DÒNG BIT VÀ PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA DỮ LIỆU ÂM THANH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp, thiết bị giải mã dòng bit và phương pháp mã hóa dữ liệu âm thanh. Nói chung, các kỹ thuật được mô tả để mã hóa các vectơ được khai triển từ các hệ số ambisonic bậc cao. Thiết bị bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ có thể thực hiện các kỹ thuật này. Bộ nhớ có thể được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu âm thanh. Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để xác định xem có thực hiện khử lượng tử hóa vectơ hay khử lượng tử hóa vô hướng cho phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA hay không.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến dữ liệu âm thanh và, cụ thể hơn là đến việc mã hóa dữ liệu âm thanh ambisonic bậc cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tín hiệu ambisonic bậc cao (HOA - higher-order ambisonics) (thường được biểu diễn bằng nhiều hệ số điều hòa cầu (SHC - spherical harmonic coefficient) hoặc các phần tử phân cấp khác) là biểu diễn ba chiều của trường âm thanh thanh. Biểu diễn HOA hoặc SHC có thể biểu diễn trường âm thanh theo cách độc lập với hình học loa cục bộ dùng để phát lại tín hiệu âm thanh đa kênh được kết xuất từ tín hiệu SHC. Tín hiệu SHC còn có thể hỗ trợ khả năng tương thích ngược vì tín hiệu SHC này có thể được kết xuất thành các định dạng đa kênh thích ứng cao và đã biết, như định dạng kênh âm thanh 5.1 hoặc định dạng kênh âm thanh 7.1. Do đó, biểu diễn SHC không những có thể cho phép biểu diễn trường âm thanh tốt hơn mà còn điều tiết khả năng tương thích ngược.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, mục đích của sáng chế là đề xuất các kỹ thuật để biểu diễn một cách hiệu quả các vectơ v (mà có thể biểu diễn thông tin không gian, như chiều rộng, hình dạng, hướng và vị trí, của đối tượng âm thanh liên quan) của tín hiệu âm thanh HOA được khai triển dựa trên tập hợp các vectơ mã. Các kỹ thuật có thể bao gồm việc khai triển vectơ v thành tổng các vectơ mã có trọng số, chọn tập hợp con bao gồm nhiều trọng số và các vectơ mã tương ứng, lượng tử hóa tập con các trọng số được chọn, và chỉ số hóa tập con các vectơ mã được chọn. Các kỹ thuật có thể cung cấp tốc độ bit cải thiện để mã hóa tín hiệu âm thanh HOA.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp thu được nhiều hệ số ambisonic bậc cao (HOA - higher order ambisonic), phương pháp này bao gồm bước thu được từ dòng bit dữ liệu biểu diễn nhiều giá trị trọng số mà biểu diễn cho một vectơ tức là được bao gồm trong phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA. Mỗi trong số các giá

trị trọng số tương ứng với một trong số nhiều trọng số trong tổng các vectơ mã có trọng số mà biểu diễn cho vectơ bao gồm tập hợp các vectơ mã. Phương pháp này còn bao gồm bước tái tạo vectơ dựa vào các giá trị có trọng số và các vectơ mã.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị được tạo cấu hình để thu được nhiều hệ số HOA, thiết bị này bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thu được từ dòng bit dữ liệu biểu diễn nhiều giá trị trọng số mà biểu diễn cho một vectơ tức là được bao gồm trong phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA. Mỗi trong số các giá trị trọng số tương ứng với một trong số nhiều trọng số trong tổng các vectơ mã có trọng số mà biểu diễn cho vectơ và bao gồm tập hợp các vectơ mã. Một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tái tạo vectơ dựa vào các giá trị trọng số và các vectơ mã. Thiết bị này còn bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ vectơ tái tạo.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị được tạo cấu hình để thu được nhiều hệ số HOA, thiết bị này bao gồm phương tiện thu được từ dòng bit dữ liệu biểu diễn nhiều giá trị trọng số mà biểu diễn cho một vectơ tức là được bao gồm trong phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA, mỗi trong số các giá trị trọng số tương ứng với một trong số nhiều trọng số trong tổng các vectơ mã có trọng số mà biểu diễn cho vectơ bao gồm tập hợp các vectơ mã, và phương tiện tái tạo vectơ dựa vào các giá trị trọng số và các vectơ mã.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính lưu trữ các lệnh trên đó mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý thu được từ dòng bit dữ liệu biểu diễn nhiều giá trị trọng số mà biểu diễn cho một vectơ tức là được bao gồm trong phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA, mỗi trong số các giá trị trọng số tương ứng với một trong số nhiều trọng số trong tổng các vectơ mã có trọng số mà biểu diễn cho vectơ bao gồm tập hợp các vectơ mã, và tái tạo vectơ dựa vào các giá trị trọng số và các vectơ mã.

Theo một khía cạnh khác, phương pháp này bao gồm bước xác định, dựa vào tập hợp các vectơ mã, một hoặc nhiều giá trị trọng số có vectơ mà được bao gồm trong phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA, mỗi trong số các giá trị trọng số này tương ứng với một trong số nhiều trọng số bao gồm trong tổng có trọng số của các vectơ mã mà biểu diễn cho vectơ.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ tập hợp các vectơ mã, và một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định, dựa

vào tập hợp các vectơ mã, một hoặc nhiều giá trị trọng số có vectơ mà được bao gồm trong phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA, mỗi trong số các giá trị trọng số này tương ứng với một trong số nhiều trọng số bao gồm trong tổng có trọng số của các vectơ mã mà biểu diễn cho vectơ.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị bao gồm phương tiện thực hiện việc khai triển đối với nhiều hệ số HOA để tạo ra phiên bản khai triển của các hệ số HOA. Thiết bị còn bao gồm phương tiện xác định, dựa vào tập hợp các vectơ mã, một hoặc nhiều giá trị trọng số có vectơ mà được bao gồm trong phiên bản khai triển của các hệ số HOA, mỗi trong số các giá trị trọng số này tương ứng với một trong số nhiều trọng số bao gồm trong tổng có trọng số của các vectơ mã mà biểu diễn cho vectơ.

Theo một khía cạnh khác, vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính lưu trữ các lệnh trên đó mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý xác định, dựa vào tập hợp các vectơ mã, một hoặc nhiều giá trị trọng số có vectơ mà được bao gồm trong phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA, mỗi trong số các giá trị trọng số này tương ứng với một trong số nhiều trọng số bao gồm trong tổng có trọng số của các vectơ mã mà biểu diễn cho vectơ.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp giải mã dữ liệu âm thanh biểu diễn nhiều hệ số HOA, phương pháp này bao gồm bước xác định xem thực hiện khử lượng tử hóa vectơ hay khử lượng tử hóa vô hướng đối với phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA không.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu âm thanh biểu diễn nhiều hệ số HOA, thiết bị này bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ dữ liệu âm thanh, và một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định xem thực hiện khử lượng tử hóa vectơ hay khử lượng tử hóa vô hướng đối với phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA không.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp mã hóa dữ liệu âm thanh, phương pháp này bao gồm bước xác định xem thực hiện khử lượng tử hóa vectơ hay khử lượng tử hóa vô hướng đối với phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA không.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp giải mã dữ liệu âm thanh, phương pháp này bao gồm bước lựa chọn một trong số nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian được lượng tử hóa

vectơ của trường âm thanh, thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ này thu được nhờ áp dụng phép khai triển đối với nhiều hệ số ambisonic bậc cao.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ của trường âm thanh, thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ này thu được nhờ áp dụng phép khai triển đối với nhiều hệ số ambisonic bậc cao, và một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để lựa chọn một trong số nhiều bảng mã.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị bao gồm phương tiện lưu trữ nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ của trường âm thanh, thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ này thu được nhờ áp dụng phép khai triển đối với nhiều hệ số ambisonic bậc cao, và phương tiện lựa chọn một trong số nhiều bảng mã.

Theo một khía cạnh khác, vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính lưu trữ các lệnh trên đó mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý lựa chọn một trong số nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ của trường âm thanh, thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ này thu được nhờ áp dụng phép khai triển đối với nhiều hệ số ambisonic bậc cao.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp mã hóa dữ liệu âm thanh, phương pháp này bao gồm bước lựa chọn một trong số nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian của trường âm thanh, thành phần không gian này thu được nhờ áp dụng phép khai triển đối với nhiều hệ số ambisonic bậc cao.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian của trường âm thanh, thành phần không gian này thu được nhờ áp dụng phép khai triển đối với nhiều hệ số ambisonic bậc cao. Thiết bị còn bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để lựa chọn một trong số nhiều bảng mã.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị bao gồm phương tiện lưu trữ nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian của trường

âm thanh, thành phần không gian này thu được nhờ áp dụng việc tổng hợp dựa trên vectơ cho nhiều hệ số ambisonic bậc cao, và phương tiện lựa chọn một trong số nhiều bảng mã.

Theo một khía cạnh khác, vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính lưu trữ các lệnh trên đó mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý lựa chọn một trong số nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian của trường âm thanh, thành phần không gian này thu được nhờ áp dụng việc tổng hợp dựa trên vectơ cho nhiều hệ số ambisonic bậc cao.

Chi tiết của một hoặc nhiều ví dụ được mô tả trong các hình vẽ kèm theo và phần mô tả chi tiết dưới đây. Các dấu hiệu, các đối tượng và các ưu điểm của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn từ phần mô tả chi tiết sáng chế, hình vẽ và yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa các hàm dựa trên hàm điều hòa cầu có các bậc và bậc phụ khác nhau.

Fig.2 là sơ đồ minh họa hệ thống mà có thể thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được bộc lộ trong sáng chế này.

Các Fig.3A và 3B là các sơ đồ khối minh họa, chi tiết hơn, các ví dụ khác nhau của thiết bị mã hóa âm thanh thể hiện trong ví dụ trên Fig.2 mà có thể thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.4A và 4B là các sơ đồ khối minh họa chi tiết các phiên bản khác nhau của thiết bị giải mã âm thanh trên Fig.2.

Fig.5 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của thiết bị mã hóa âm thanh trong quá trình thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật tổng hợp dựa trên vectơ được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.6 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của thiết bị giải mã âm thanh trong quá trình thực hiện các khía cạnh theo các kỹ thuật được bộc lộ trong bản mô tả này.

Các Fig.7 và 8 là các sơ đồ minh họa chi tiết hơn các phiên bản khác nhau của bộ mã hóa vectơ V của thiết bị mã hóa âm thanh của Fig.3A hoặc Fig.3B.

Fig.9 là sơ đồ khái niệm minh họa trường âm thanh tạo ra từ vectơ v.

Fig.10 là sơ đồ khái niệm minh họa trường âm thanh tạo ra từ kiểu bậc thứ 25 của vectơ V được mô tả ở trên đối với Fig.60.

Fig.11 là sơ đồ khái niệm minh họa việc gán trọng số mỗi bậc cho kiểu bậc thứ 25 thể hiện trên Fig.10.

Fig.12 là sơ đồ khái niệm minh họa kiểu bậc thứ năm của vectơ v được mô tả ở trên đối với Fig.9.

Fig.13 là sơ đồ khái niệm minh họa việc gán trọng số mỗi bậc cho kiểu bậc thứ năm thể hiện trên Fig.12.

Fig.14 là sơ đồ khái niệm minh họa các kích thước ví dụ của các ma trận ví dụ được dùng để thực hiện khai triển giá trị suy biến.

Fig.15 là sơ đồ minh họa sự cải thiện hiệu suất làm ví dụ mà có thể đạt được bằng cách sử dụng các kỹ thuật mã hóa vectơ v của bản mô tả này.

Fig.16 là các sơ đồ thể hiện một ví dụ của quá trình mã hóa vectơ V khi được thực hiện theo các kỹ thuật được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.17 là sơ đồ khái niệm minh họa quá trình khai triển dựa trên vectơ mã của vectơ V theo bản mô tả.

Fig.18 là sơ đồ minh họa các cách khác nhau trong đó 16 vectơ mã khác nhau có thể được sử dụng bởi bộ mã hóa vectơ V thể hiện trong ví dụ của một hoặc cả hai Fig.10 và Fig.11.

Các Fig.19A và Fig.19B là các sơ đồ minh họa các bảng mã có 256 hàng với mỗi hàng lần lượt có 10 giá trị và 16 giá trị mà có thể được sử dụng theo các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.20 là sơ đồ minh họa đồ thị làm ví dụ thể hiện sai số ngưỡng được dùng để lựa chọn số X* của các vectơ mã theo các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.21 là sơ đồ khối minh họa bộ lượng tử hóa vectơ làm ví dụ 520 theo bản mô tả này.

Các Fig.22, Fig.24 và Fig.26 là các lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ lượng tử hóa vectơ trong quá trình thực hiện các khía cạnh theo các kỹ thuật được bộc lộ trong bản mô tả này.

Fig.23, Fig.25 và Fig.27 là các lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ tái tạo vectơ trong quá trình thực hiện các khía cạnh theo các kỹ thuật được bộc lộ trong bản mô tả này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Nói chung, các kỹ thuật được mô tả để biểu diễn một cách hiệu quả các vectơ v (mà có thể biểu diễn thông tin không gian, như chiều rộng, hình dạng, hướng và vị trí, của đối tượng âm thanh liên quan) của tín hiệu âm thanh HOA được khai triển dựa trên tập hợp các vectơ mã. Các kỹ thuật có thể bao gồm việc khai triển vectơ v thành tổng các vectơ mã có trọng số, chọn tập hợp con bao gồm nhiều trọng số và các vectơ mã tương ứng, lượng tử hóa tập con các trọng số được chọn, và chỉ số hóa tập con các vectơ mã được chọn. Các kỹ thuật này có thể cung cấp tốc độ bit cải thiện để mã hóa tín hiệu âm thanh HOA.

Ngày nay, sự phát triển âm thanh vòm đã tạo ra nhiều định dạng âm thanh đầu ra phục vụ cho nhu cầu giải trí. Các ví dụ về các định dạng âm vòm dành cho người dùng này hầu hết được dựa vào 'kênh' ở chỗ chúng âm thầm định rõ nguồn cấp cho các loa theo các tọa độ hình học nhất định. Các định dạng âm vòm dành cho người dùng này bao gồm định dạng 5.1 phổ biến (bao gồm sáu kênh sau: trái trước (FL - front left), phải trước (FR - front right), trung tâm hoặc trung tâm trước, trái sau hoặc vòm trái, phải sau hoặc vòm phải, và hiệu ứng tần số thấp (low frequency effect -LFE)), định dạng 7.1 đang phát triển, các định dạng khác mà bao gồm các loa cao như định dạng 7.1.4 và và định dạng 22.2 (ví dụ, để sử dụng với chuẩn ti vi độ nét cực cao). Các định dạng không dành cho người thuê bao có thể nối số lượng loa bất kỳ (theo các tọa độ hình học đối xứng và không đối xứng) thường gọi là 'các dãy vòm'. Một ví dụ về dãy này bao gồm 32 loa được bố trí trên các tọa độ ở các góc của khối hai mươi mặt cụt.

Đầu vào của bộ mã hóa MPEG tương lai tùy ý là một trong ba định dạng có thể có: (i) âm thanh dựa trên kênh truyền thống (như mô tả ở trên), nghĩa là sẽ được phát qua các loa ở các vị trí định trước; (ii) âm thanh dựa trên đối tượng, mà bao gồm dữ liệu điều biến mã xung (pulse-code-modulation - PCM) rời rạc cho các đối tượng âm thanh đơn lẻ với siêu dữ liệu gắn chứa các tọa độ vị trí của chúng (trong số các thông tin khác); và (iii) âm thanh dựa trên cảnh, mà bao gồm việc biểu diễn trường âm thanh bằng cách sử dụng các hệ số của hàm cơ sở điều hòa cầu (còn gọi là "hệ số hàm điều hòa cầu" hoặc SHC, "ambisonic bậc cao hơn" hoặc HOA, và "các hệ số HOA"). Bộ mã hóa MPEG tương lai có thể được mô tả chi tiết hơn trong tài liệu có tên "Call for Proposals for 3D Audio," bởi

Tổ chức tiêu chuẩn hóa Quốc tế/Ủy ban kỹ thuật điện Quốc tế (ISO)/(IEC) JTC1/SC29/WG11/N13411, phát hành tháng 1/2013 ở Geneva, Thụy Sỹ, và có tại http://mpeg.chiariglione.org/sites/default/files/files/standards/parts/docs/w13411.zip.

Có nhiều định dạng dựa trên kênh 'âm thanh vòm' khác nhau trên thị trường. Chúng bao gồm, ví dụ, từ hệ thống rạp hát gia đình 5.1 (hệ thống này thành công nhất trong việc xâm nhập vào các phòng khách vượt xa âm thanh lập thể) đến hệ thống 22.2 phát triển bởi NHK (Nippon Hoso Kyokai hoặc Japan Broadcasting Corporation). Các nhà sáng tạo nội dung (ví dụ, các xưởng phim Hollywood) muốn sản xuất nhạc nền cho phim một lần, và không muốn phải trộn lại nhạc phim này cho từng cấu hình loa. Gần đây, các tổ chức phát triển tiêu chuẩn đang xem xét các cách trong đó tạo ra việc mã hóa thành dòng bit chuẩn hóa và giải mã sau đó tức là có khả năng thích ứng và không biết hình học của loa (và số loa) và các điều kiện âm thanh ở vị trí phát lại (bao gồm bộ kết xuất).

Để tạo ra tính linh hoạt cho các nhà sáng tạo nội dung, tập hợp các phần tử phân cấp có thể được sử dụng để biểu diễn trường âm thanh. Tập hợp các phần tử phân cấp này có thể chỉ tập hợp các phần tử trong đó các phần tử được sắp xếp sao cho tập hợp cơ bản các phần tử bậc thấp hơn cung cấp sự biểu diễn đầy đủ của trường âm thanh được lập mô hình. Khi tập hợp này được mở rộng để chứa các phần tử bậc cao hơn, việc biểu diễn trở nên chi tiết hơn, tăng độ phân giải.

Một ví dụ của tập hợp phần tử phân cấp là tập hợp các hệ số hàm điều hòa cầu (SHC - spherical harmonic coefficient). Phương trình sau chứng minh sự mô tả hoặc biểu diễn của trường âm thanh bằng cách sử dụng SHC:

$$p_i(t, r_r, \theta_r, \varphi_r) = \sum_{\omega=0}^{\infty} \left[4\pi \sum_{n=0}^{\infty} j_n(kr_r) \sum_{m=-n}^{n} A_n^m(k)\, Y_n^m(\theta_r, \varphi_r) \right] e^{j\omega t},$$

Phương trình này thể hiện rằng áp lực p_i ở điểm bất kỳ $\{r_r, \theta_r, \varphi_r\}$ của trường âm thanh, ở thời gian t, có thể được biểu diễn duy nhất bởi SHC, $A_n^m(k)$. Ở đây, $k = \frac{\omega}{c}$, c là tốc độ âm thanh (~343 m/giây), $\{r_r, \theta_r, \varphi_r\}$ là điểm tham chiếu (hoặc điểm quan sát), $j_n(\cdot)$ là hàm Bessel cầu bậc n, và $Y_n^m(\theta_r, \varphi_r)$ là hàm điều hòa cầu cơ sở bậc n và bậc con m. Có thể thấy rằng số hạng trong ngoặc đơn là biểu diễn miền tần số của tín hiệu (tức là, $S(\omega, r_r, \theta_r, \varphi_r)$) mà có thể được tính gần đúng bởi nhiều phép biến đổi thời gian-tần số

khác nhau, như biến đổi Fourier rời rạc (discrete Fourier transform - DFT), biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT), hoặc biến đổi wavelet. Các ví dụ khác của các tập hợp phân cấp bao gồm tập hợp hệ số biến đổi dạng sóng và các tập hợp hệ số khác của các hàm cơ sở nhiều nghiệm.

Fig.1 là sơ đồ minh họa hàm điều hòa cầu cơ sở từ bậc không ($n = 0$) đến bậc bốn ($n = 4$). Như có thể thấy, đối với mỗi bậc, có sự mở rộng các bậc con m mà được thể hiện nhưng không được lưu ý rõ ràng trong ví dụ trên Fig.1 để dễ minh họa.

SHC $A_n^m(k)$ có thể được thu nhận (ví dụ, được ghi) theo cách vật lý bởi các cấu hình dãy micrô khác nhau hoặc, theo cách khác, chúng có thể được suy ra từ các phần mô tả dựa trên kênh hoặc dựa trên đối tượng của trường âm thanh. SHC biểu diễn âm thanh dựa trên cảnh, trong đó SHC có thể là đầu vào của bộ mã hóa âm để thu được SHC mã hóa mà có thể thúc đẩy việc truyền hoặc lưu trữ hiệu quả hơn. Ví dụ, biểu diễn bậc bốn bao gồm $(1+4)^2$ (25, và do đó bậc bốn) hệ số có thể được sử dụng.

Như lưu ý ở trên, SHC có thể có nguồn gốc từ quá trình ghi micrô bằng cách sử dụng dãy micrô. Các ví dụ khác nhau về cách SHC có thể được lấy từ các dãy micrô được mô tả trong Poletti, M., "Three-Dimensional Surround Sound Systems Based on Spherical Harmonics," J. Audio Eng. Soc., Vol.53, No.11, tháng 11/2005 , các trang từ 1004 đến 1025.

Để minh họa cách thức các SHC có thể được suy ra từ phần mô tả dựa trên đối tượng, xét phương trình sau đây. Các hệ số $A_n^m(k)$ cho trường âm thanh tương ứng với đối tượng âm thanh riêng có thể được biểu diễn là:

$$A_n^m(k) = g(\omega)(-4\pi ik)h_n^{(2)}(kr_s)Y_n^{m^*}(\theta_s, \varphi_s),$$

Trong đó i là $\sqrt{-1}$, $h_n^{(2)}(\cdot)$ là hàm Hankel cầu (thuộc loại thứ hai) bậc n, và $\{r_s, \theta_s, \varphi_s\}$ là vị trí của đối tượng. Việc biết năng lượng nguồn $g(\omega)$của đối tượng là hàm tần số (ví dụ, sử dụng các kỹ thuật phân tích thời gian-tần số, như thực hiện biến đổi Fourier nhanh trên dòng PCM) cho phép ta biến đổi mỗi đối tượng PCM và vị trí tương ứng thành SHC.$A_n^m(k)$. Hơn nữa, có thể thấy rằng (do phương trình trên là phương trình khai triển tuyến tính và trực giao) các hệ số $A_n^m(k)$ cho mỗi đối tượng được dùng để thêm vào. Theo cách này, nhiều đối tượng PCM có thể được biểu diễn bởi các hệ số $A_n^m(k)$ (ví dụ, là tổng của các vectơ hệ số cho các đối tượng riêng). Về cơ bản, các hệ số này chứa thông tin về trường âm thanh (áp lực là hàm các tọa độ 3D), và phương trình

trên biểu diễn sự biến đổi từ các đối tượng riêng thành biểu diễn của toàn bộ trường âm thanh, ở vùng lân cận của điểm quan sát $\{r_r, \theta_r, \varphi_r\}$. Các hình vẽ còn lại được mô tả dưới đây theo ngữ cảnh mã hóa âm thanh dựa trên đối tượng và dựa trên SHC.

Fig.2 là sơ đồ minh họa hệ thống 10 mà có thể thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được bộc lộ trong sáng chế này. Như thể hiện trong ví dụ trên Fig.2, hệ thống 10 bao gồm thiết bị tạo nội dung 12 và thiết bị tiêu thụ nội dung 14. Mặc dù được mô tả trong ngữ cảnh của thiết bị tạo nội dung 12 và thiết bị tiêu thụ nội dung 14, các kỹ thuật có thể được thực hiện trong ngữ cảnh bất kỳ trong đó các SHC (mà cũng có thể được gọi là các hệ số HOA) hoặc biểu diễn phân cấp khác bất kỳ của trường âm thanh được mã hóa để tạo ra dòng bit biểu diễn cho dữ liệu âm thanh. Ngoài ra, thiết bị tạo nội dung 12 có thể có dạng thiết bị tính toán bất kỳ có khả năng thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này, bao gồm máy cầm tay (hoặc điện thoại di động), máy tính bảng, điện thoại thông minh, hoặc máy tính để bàn để cung cấp một vài ví dụ. Tương tự, thiết bị tiêu thụ nội dung 14 có thể có dạng thiết bị tính toán bất kỳ có khả năng thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này, bao gồm máy cầm tay (hoặc điện thoại di động), máy tính bảng, điện thoại thông minh, đầu thu truyền hình số, hoặc máy tính để bàn để cung cấp một vài ví dụ.

Thiết bị tạo nội dung 12 có thể được vận hành bởi xưởng phim hoặc thực thể khác mà có thể tạo ra nội dung âm thanh đa kênh cho các thiết bị tiêu thụ nội dung, như thiết bị tiêu thụ nội dung 14. Theo một số ví dụ, thiết bị tạo nội dung 12 có thể được vận hành bởi người dùng cá nhân mà muốn nén các hệ số HOA 11. Thông thường, thiết bị tạo nội dung này tạo ra nội dung âm thanh kết hợp với nội dung viđeo. Thiết bị tiêu thụ nội dung 14 có thể được vận hành bởi con người. Thiết bị tiêu thụ nội dung 14 có thể bao gồm hệ thống phát lại âm 16, mà có thể là dạng hệ thống phát lại âm bất kỳ có khả năng kết xuất SHC để phát lại nội dung âm đa kênh.

Thiết bị tạo nội dung 12 bao gồm hệ thống biên soạn âm thanh 18. Thiết bị tạo nội dung 12 thu các bản ghi sống 7 theo các định dạng khác nhau (bao gồm trực tiếp là các hệ số HOA) và các đối tượng âm thanh 9, mà thiết bị tạo nội dung 12 có thể biên soạn bằng cách sử dụng hệ thống biên soạn âm 18. Micrô 5 có thể bắt các bản ghi sống 7. Thiết bị tạo nội dung có thể, trong quá trình biên soạn, kết xuất các hệ số HOA 11 từ các đối tượng âm thanh 9, nghe âm thanh kết xuất cấp cho loa khi cố gắng nhận diện các

khía cạnh khác nhau của trường âm thanh mà cần biên soạn thêm. Sau đó, thiết bị tạo nội dung 12 có thể biên soạn các hệ số HOA 11 (có thể không trực tiếp qua thao tác của một trong số 9 đối tượng âm thanh 9 khác nhau mà các hệ số HOA nguồn có thể được suy ra từ đó theo cách nêu trên). Thiết bị tạo nội dung 12 có thể dùng hệ thống biên soạn âm thanh 18 để tạo ra các hệ số HOA 11. Hệ thống biên soạn âm thanh 18 biểu diễn cho hệ thống bất kỳ có khả năng biên soạn dữ liệu âm thanh và xuất ra dữ liệu âm thanh là một hoặc nhiều hệ số điều hòa cầu nguồn.

Khi quá trình biên soạn hoàn thành, thiết bị tạo nội dung 12 có thể tạo ra dòng bit 21 dựa trên các hệ số HOA 11. Tức là, thiết bị tạo nội dung 12 bao gồm thiết bị mã hóa âm thanh 20 mà biểu diễn cho thiết bị được tạo cấu hình để mã hóa hoặc nén các hệ số HOA 11 theo các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này để tạo ra dòng bit 21. Thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể tạo ra dòng bit 21 để truyền, theo một ví dụ, trên kênh truyền, mà có thể là kênh có dây hoặc không dây, thiết bị lưu trữ dữ liệu, hoặc tương tự. Dòng bit 21 có thể biểu diễn phiên bản mã hóa của các hệ số HOA 11 và có thể bao gồm dòng bit chính và dòng bit phụ khác, mà có thể được gọi là thông tin kênh nền.

Như được thể hiện trên Fig.2 là được truyền trực tiếp cho thiết bị tiêu thụ nội dung 14, thiết bị tạo nội dung 12 có thể xuất ra dòng bit 21 cho thiết bị trung gian đặt giữa thiết bị tạo nội dung 12 và thiết bị tiêu thụ nội dung 14. Thiết bị trung gian này có thể lưu trữ dòng bit 21 để sau đó phân phối cho thiết bị tiêu thụ nội dung 14, mà có thể yêu cầu dòng bit. Thiết bị trung gian có thể bao gồm máy chủ tập tin, máy chủ web, máy tính để bàn, máy tính xách tay, máy tính bảng, điện thoại di động, điện thoại thông minh, hoặc thiết bị khác bất kỳ có khả năng lưu trữ dòng bit 21 để bộ giải mã âm thanh truy vấn sau. Thiết bị trung gian có thể nằm trong mạng phân phối nội dung có khả năng tạo dòng dòng bit 21 (và có thể kết hợp với truyền dòng bit dữ liệu viđeo tương ứng) cho các thuê bao, như thiết bị tiêu thụ nội dung 14, triệu gọi dòng bit 21.

Theo cách khác, thiết bị tạo nội dung 12 có thể lưu trữ dòng bit 21 vào phương tiện lưu trữ, như CD, đĩa viđeo số (DVD - digital video disc), đĩa viđeo độ nét cao hoặc phương tiện lưu trữ khác, hầu hết các loại đĩa này có khả năng đọc được bởi máy tính và do đó có thể được gọi là phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính hoặc phương tiện lưu trữ không chuyển tiếp đọc được bởi máy tính. Trong ngữ cảnh này, kênh truyền có thể

được dùng để chỉ kênh trong đó nội dung được lưu trữ vào các phương tiện được truyền (và có thể bao gồm các cửa hàng bán lẻ và các cơ chế phân phối dựa trên cửa hàng khác). Do đó, trong bất cứ trường hợp nào, các kỹ thuật theo sáng chế không hạn chế đối với ví dụ trên Fig.2.

Như thể hiện thêm trong ví dụ trên Fig.2, thiết bị tiêu thụ nội dung 14 bao gồm hệ thống phát lại âm thanh 16. Hệ thống phát lại âm 16 này có thể là hệ thống phát lại âm bất kỳ có khả năng phát lại dữ liệu âm thanh đa kênh. Hệ thống phát lại âm 16 có thể bao gồm các bộ kết xuất 22 khác nhau. Mỗi bộ kết xuất 22 này có thể cung cấp các dạng kết xuất khác nhau, trong đó các dạng kết xuất khác nhau này có thể bao gồm một hoặc nhiều trong số các cách khác nhau để thực hiện quét biên độ dựa trên vectơ (vector-base amplitude panning - VBAP), và/hoặc một hoặc nhiều cách khác nhau để thực hiện việc tổng hợp trường âm thanh. Như được dùng ở đây, "A và/hoặc B" nghĩa là "A hoặc B", hoặc cả "A và B".

Hệ thống phát lại âm thanh 16 còn có thể bao gồm thiết bị giải mã âm thanh 24. Thiết bị giải mã âm thanh 24 này có thể là thiết bị được tạo cấu hình để giải mã các hệ số HOA 11' từ dòng bit 21, trong đó các hệ số HOA 11' có thể tương tự các hệ số HOA 11 nhưng khác do các thao tác suy giảm (ví dụ, lượng tử hóa) và/hoặc truyền qua kênh truyền. Hệ thống phát lại âm thanh 16 có thể, sau khi giải mã dòng bit 21 để thu được các hệ số HOA 11' và kết xuất các hệ số HOA 11' để xuất ra tín hiệu cấp cho loa 25. Tín hiệu cấp cho loa 25 có thể kích thích một hoặc nhiều loa (không thể hiện trong ví dụ trên Fig.2 để dễ minh họa).

Để lựa chọn bộ kết xuất thích hợp hoặc, trong một số trường hợp, tạo ra bộ kết xuất thích hợp, hệ thống phát lại âm 16 có thể thu thông tin loa 13 biểu thị số lượng loa và/hoặc hình học không gian của các loa này. Trong một số trường hợp, hệ thống phát lại âm 16 có thể thu thông tin loa 13 bằng cách sử dụng micrô chuẩn và kích thích các loa để xác định động thông tin loa 13 này. Trong các trường hợp khác hoặc kết hợp với việc xác định động thông tin loa 13, hệ thống phát lại âm 16 có thể nhắc người dùng tương tác với hệ thống phát lại âm 16 và nhập vào thông tin loa 13.

Hệ thống phát lại âm 16 sau đó có thể lựa chọn một trong số các bộ kết xuất âm 22 dựa trên thông tin loa 13. Trong một số trường hợp, hệ thống phát lại âm thanh 16 có thể, khi không có bộ kết xuất âm thanh 22 nào nằm trong một số độ đo tương tự ngưỡng

(theo hình học loa) đối với hình học loa được định rõ trong thông tin loa 13, tạo ra một trong số các bộ kết xuất âm thanh 22 dựa trên thông tin loa 13. Hệ thống phát lại âm 16 có thể, trong một số trường hợp, tạo ra một trong các bộ kết xuất âm 22 dựa trên thông tin loa 13 mà không có lần thử thứ nhất để lựa chọn bộ kết xuất âm hiện có trong số các bộ kết xuất âm 22. Một hoặc nhiều loa 3 sau đó có thể phát lại tín hiệu cấp cho loa đã kết xuất 25.

Fig.3A là sơ đồ khối minh họa chi tiết hơn thiết bị mã hóa âm thanh 20 thể hiện trong ví dụ trên Fig.2, mà khi thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này. Thiết bị mã hóa âm thanh 20 bao gồm bộ phân tích nội dung 26, bộ khai triển dựa trên vectơ 27 và bộ khai triển dựa trên hướng 28. Mặc dù được mô tả ngắn gọn dưới đây, nhiều thông tin liên quan đến thiết bị mã hóa âm thanh 20 và các khía cạnh khác nhau của quá trình nén hoặc mã hóa các hệ số HOA có sẵn trong công bố đơn sáng chế quốc tế số WO 2014/194099, có tên " INTERPOLATION FOR DECOMPOSED REPRESENTATIONS OF A SOUND FIELD," nộp ngày 29 tháng 5 năm 2014.

Bộ phân tích nội dung 26 là bộ được tạo cấu hình để phân tích nội dung của các hệ số HOA 11 để nhận biết liệu các hệ số HOA 11 có biểu diễn nội dung tạo ra từ bản ghi sống hoặc đối tượng âm thanh hay không. Bộ phân tích nội dung 26 có thể xác định liệu các hệ số HOA 11 có được tạo ra từ bản ghi của trường âm thanh thực hoặc từ đối tượng âm thanh nhân tạo không. Trong một số trường hợp, khi các hệ số HOA 11 có khung được tạo ra từ bản ghi, bộ phân tích nội dung 26 chuyển các hệ số HOA 11 cho bộ khai triển dựa trên vectơ 27. Trong một số trường hợp, nếu các hệ số HOA 11 có khung được tạo ra từ đối tượng âm tổng hợp, thì bộ phân tích nội dung 26 chuyển các hệ số HOA 11 cho bộ tổng hợp dựa trên hướng 28. Bộ tổng hợp dựa trên hướng 28 này có thể là bộ được tạo cấu hình để thực hiện việc tổng hợp dựa trên hướng các hệ số HOA 11 để tạo ra dòng bit dựa trên hướng 21.

Như thể hiện trong ví dụ trên Fig.3A, bộ khai triển dựa trên vectơ 27 có thể bao gồm bộ biến đổi nghịch đảo tuyến tính (LIT - linear invertible transform) 30, bộ tính toán thông số 32, bộ sắp xếp lại 34, bộ lựa chọn chính 36, bộ bù năng lượng 38, bộ mã hóa âm thanh tâm thính 40, bộ tạo dòng bit 42, bộ phân tích trường âm thanh 44, bộ rút gọn hệ số

46, bộ lựa chọn nền (BG - background) 48, bộ nội suy không gian-thời gian 50, và bộ mã hóa vectơ V 52.

Bộ biến đổi nghịch đảo tuyến tính (LIT) 30 nhận các hệ số HOA 11 dưới dạng các kênh HOA, mỗi kênh này biểu diễn cho khối hoặc khung hệ số gắn với bậc, bậc con cho trước của các hàm cơ sở cầu (mà có thể được ký hiệu là HOA[k], trong đó k có thể biểu thị khung hoặc khối hiện thời của các mẫu). Ma trận của các hệ số HOA 11 có thể có các kích thước D: M x $(N+1)^2$.

Bộ LIT 30 có thể là bộ được tạo cấu hình để thực hiện dạng phân tích gọi là khai triển giá trị suy biến. Mặc dù được mô tả đối với SVD, các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này có thể được thực hiện đối với sự biến đổi hoặc khai triển tương tự bất kỳ mà tạo ra các tập hợp đầu ra nén năng lượng không tương quan về mặt tuyến tính. Hơn nữa, việc nói đến "các tập hợp" trong sáng chế này thường được hiểu là chỉ các tập hợp khác không trừ khi có quy định cụ thể ngược lại và không được hiểu là định nghĩa toán học cổ điển của các tập hợp mà bao gồm cái gọi là "tập hợp rỗng". Phép biến đổi khác có thể bao gồm phân tích thành phần chính, mà thường được gọi là "PCA". Tùy thuộc vào ngữ cảnh, PCA có thể được gọi bằng nhiều tên khác nhau, như biến đổi Karhunen-Loeve rời rạc, biến đổi Hotelling, khai triển trực giao chính (POD - proper orthogonal decomposition), và khai triển giá trị đặc trưng (EVD - eigenvalue decomposition) là một vài ví dụ. Các đặc tính của các phép toán này mà có lợi cho mục tiêu cơ bản nén dữ liệu âm thanh là 'nén năng lượng' và 'khử tương quan' của dữ liệu âm thanh đa kênh.

Trong trường hợp bất kỳ, giả sử bộ LIT 30 thực hiện khai triển giá trị suy biến (mà, có thể được gọi là "SVD"), bộ LIT 30 có thể thực hiện biến đổi các hệ số HOA 11 thành hai hoặc nhiều tập hợp hệ số HOA biến đổi. Các "tập hợp" hệ số HOA biến đổi này có thể bao gồm các vectơ hệ số HOA biến đổi. Theo ví dụ trên Fig.3A, bộ LIT 30 có thể thực hiện SVD đối với các hệ số HOA 11 để tạo ra ma trận V, ma trận S, và ma trận U. SVD, theo đại số tuyến tính, có thể biểu diễn quá trình tìm thừa số của ma trận thực hoặc phức y-theo-z X (trong đó X có thể biểu diễn cho dữ liệu âm thanh đa kênh, như các hệ số HOA 11) theo dạng sau:

$$X = USV^*$$

U có thể biểu diễn ma trận đơn vị thực hoặc phức y-theo-y, trong đó các cột y của U được biết là các vectơ suy biến trái của dữ liệu âm thanh đa kênh. S có thể biểu diễn

ma trận đường chéo hình chữ nhật y-theo-z có các số thực không âm trên đường chéo, trong đó các giá trị đường chéo của S được biết là các giá trị suy biến của dữ liệu âm thanh đa kênh. V* (mà có thể biểu thị chuyển vị liên hợp của V) có thể biểu diễn ma trận đơn vị thực hoặc phức z-theo-z, trong đó các cột z của V* được biết là các vectơ suy biến phải của dữ liệu âm thanh đa kênh.

Theo một số ví dụ, ma trận V* trong phương trình toán học SVD nêu trên được biểu thị là chuyển vị liên hợp của ma trận V để phản ánh rằng SVD có thể được áp dụng cho các ma trận bao gồm các số phức. Khi áp dụng cho các ma trận chỉ bao gồm các số thực, liên hợp phức của ma trận V (hoặc, nói cách khác, ma trận V*) có thể được xem là chuyển vị của ma trận V. Dưới đây, để dễ minh họa, giả sử rằng các hệ số HOA 11 bao gồm các số thực với kết quả là ma trận V được xuất qua SVD chứ không phải là ma trận V*. Ngoài ra, trong khi được thể hiện là ma trận V trong sáng chế này, việc nói đến ma trận V nên được hiểu là sự chuyển vị của ma trận V khi thích hợp. Mặc dù giả sử là ma trận V, các kỹ thuật có thể được áp dụng theo cách tương tự cho các hệ số HOA 11 có các hệ số phức, trong đó đầu ra của SVD là ma trận V*. Do đó, các kỹ thuật không nên giới hạn trong lĩnh vực này để chỉ cung cấp cho ứng dụng SVD để tạo ra ma trận V, mà có thể bao gồm ứng dụng SVD cho các hệ số HOA 11 có các thành phần phức để tạo ra ma trận V*.

Theo cách này, bộ biến đổi nghịch đảo tuyến tính 30 có thể thực hiện SVD đối với các hệ số HOA 11 để xuất ra các vectơ US[k] 33 (mà có thể biểu diễn phiên bản kết hợp của các vectơ S và vectơ U) có kích thước D: M x $(N+1)^2$, và các vectơ V[k] 35 có kích thước D: $(N+1)^2$ x $(N+1)^2$. Các phần tử vectơ riêng trog ma trận US[k] cũng có thể được gọi là $X_{PS}(k)$ trong khi đó các vectơ riêng của ma trận V[k] cũng có thể được gọi là $v(k)$.

Việc phân tích của các ma trận U, S và V có thể bộc lộ rằng các ma trận này mang hoặc biểu diễn các đặc tính không gian và thời gian của trường âm thanh cơ sở được biểu diễn ở trên bằng X. Mỗi trong số N vectơ trong ma trận U (M mẫu chiều dài) có thể biểu diễn tín hiệu âm thanh tách chuẩn hóa là hàm thời gian (đối với khoảng thời gian được biểu diễn bởi M mẫu), mà trực giao với nhau và đã được tách khỏi các đặc tính không gian bất kỳ (mà cũng có thể được gọi là thông tin định hướng). Đặc tính không gian, biểu diễn hình dạng trong không gian và chiều rộng vị trí (r, theta, phi) thay vào đó có thể

được biểu diễn bằng các vectơ i^{th} riêng rẽ, $v^{(i)}(k)$, trong ma trận V (mỗi ma trận có độ dài $(N+1)^2$). Các phần tử riêng của mỗi trong số các vectơ $v^{(i)}(k)$có thể biểu diễn hệ số HOA mô tả hình dạng và chiều của trường âm thanh cho đối tượng âm thanh kết hợp. Cả hai vectơ trong ma trận U và ma trận V được chuẩn hóa sao cho năng lượng căn quân phương của chúng bằng một đơn vị. Do đó, năng lượng này của tín hiệu âm thanh trong ma trận U được biểu diễn bởi các phần tử chéo trong S. Nhân U và S để tạo ra US[k] (với phần tử vectơ riêng rẽ $X_{PS}(k)$), do đó biểu diễn tín hiệu âm thanh với năng lượng đúng. Khả năng của quá trình khai triển SVD để tách tín hiệu thời gian của âm thanh (trong ma trận U), năng lượng của chúng (trong ma trận S) và các đặc tính không gian của chúng (trong ma trận V) có thể hỗ trợ các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Hơn nữa, mô hình tổng hợp các hệ số HOA[k] ở dưới, X, bằng cách nhân vectơ US[k] và V[k] sinh ra thuật ngữ "khai triển dựa trên vectơ," mà được dùng trong suốt bản mô tả này.

Mặc dù sáng chế được mô tả là được thực hiện trực tiếp đối với các hệ số HOA 11, bộ LIT 30 có thể áp dụng phép biến đổi nghịch đảo tuyến tính cho các đạo hàm của các hệ số HOA 11 này. Ví dụ, bộ LIT 30 có thể áp dụng SVD cho ma trận mật độ phổ công suất thu được từ các hệ số HOA 11. Bằng cách thực hiện SVD đối với mật độ phổ công suất (power spectral density - PSD) của các hệ số HOA chứ không phải là chính các hệ số, bộ LIT 30 có thể giảm độ phức tạp tính toán của quá trình thực hiện SVD đối với một hoặc nhiều chu kỳ bộ xử lý và không gian lưu trữ, trong khi đạt được hiệu suất mã hóa âm thanh nguồn như nhau nếu SVD được áp dụng trực tiếp cho các hệ số HOA.

Bộ tính toán thông số 32 là bộ được tạo cấu hình để tính các thông số khác nhau, như thông số tương quan (R), các thông số đặc tính hướng (θ, φ, r), và đặc tính năng lượng (e). Mỗi trong số các thông số cho khung hiện thời có thể được ký hiệu là $R[k]$, $\theta[k]$, $\varphi[k]$, $r[k]$ và $e[k]$. Bộ tính toán thông số 32 có thể thực hiện phân tích và/hoặc tương quan năng lượng (hoặc được gọi là tương quan chéo) đối với các vectơ US[k] 33 để nhận biết các thông số. Bộ tính toán thông số 32 cũng có thể xác định các thông số này cho khung trước đó, trong đó các thông số khung trước này có thể được ký hiệu là $R[k\text{-}1]$, $\theta[k\text{-}1]$, $\varphi[k\text{-}1]$, $r[k\text{-}1]$ và $e[k\text{-}1]$, dựa trên khung trước của các vectơ US[k-1] và V[k-1]. Bộ tính toán thông số 32 có thể xuất ra các thông số hiện thời 37 và các thông số trước 39 cho bộ sắp xếp lại 34.

Các thông số được tính bởi bộ tính thông số 32 có thể được sử dụng bởi bộ sắp xếp lại 34 để sắp xếp lại các đối tượng âm thanh để biểu diễn đánh giá tự nhiên hoặc tính liên tục của chúng theo thời gian. Tức là, bộ sắp xếp lại 34 sau đó có thể so sánh mỗi trong số các thông số 37 từ các vectơ US[k] 33 thứ nhất lần lượt với mỗi trong số các thông số 39 đối với vectơ US[k-1] 33 thứ hai. Bộ sắp xếp lại 34 có thể sắp xếp lại (bằng cách sử dụng, theo một ví dụ, thuật toán Hungarian) các vectơ khác nhau trong ma trận US[*k*] 33 và ma trận V[k] 35 dựa trên các thông số hiện thời 37 và các thông số trước 39 để xuất ra ma trận sắp xếp lại US[*k*] 33' (mà có thể được ký hiệu toán học là $\overline{US}[k]$) và ma trận sắp xếp lại V[*k*] 35' (mà có thể được ký hiệu theo toán học là $\overline{V}[k]$) cho bộ chọn âm chính (hoặc âm trội (PS - predominant sound)) và bộ bù năng lượng 38.

Bộ phân tích trường âm thanh 44 có thể là bộ được tạo cấu hình để thực hiện phân tích trường âm thanh đối với các hệ số HOA 11 để có thể đạt được tốc độ bit đích 41. Bộ phân tích trường âm thanh 44 có thể, dựa trên sự phân tích và/hoặc trên tốc độ bit đích nhận được 41, xác định tổng số nấc của bộ mã hóa tâm thính (mà có thể là hàm của tổng số kênh xung quanh hoặc phụ (BG_{TOT}) và số lượng kênh nền hoặc, nói cách khác, các kênh trội. Tổng số nấc của bộ mã hóa tâm thính có thể được ký hiệu là numHOATransportChannels.

Bộ phân tích trường âm thanh 44 cũng có thể xác định, đáp lại việc có thể đạt được tốc độ bit đích 41, tổng số kênh chính (nFG) 45, bậc nhỏ nhất của trường âm thanh phụ (hoặc, nói cách khác, các kênh xung quanh) (N_{BG} hoặc, theo cách khác, MinAmbHoaOrder), số lượng tương ứng của các kênh thực biểu diễn cho cho bậc nhỏ nhất của trường âm thanh phụ (nBGa = $(MinAmbHoaOrder1)^2$), và các chỉ số (i) của các kênh BG HOA bổ sung để gửi (mà có thể được ký hiệu chung là thông tin kênh nền 43 trong ví dụ trên Fig.3A). Thông tin kênh nền 42 cũng có thể được gọi là thông tin kênh xung quanh 43. Mỗi trong số các kênh mà duy trì từ numHOATransportChannels – nBGa, có thể là "kênh môi trường xung quanh/nền bổ sung", "kênh hoạt động nổi trội dựa trên vectơ", "tín hiệu hoạt động nổi trội dựa trên định hướng" hoặc "hoàn toàn không hoạt động". Theo một khía cạnh, các loại kênh có thể là phần tử cú pháp (là "ChannelType") được biểu thị bởi hai bit (ví dụ, 00: tín hiệu dựa trên hướng, 01: tín hiệu trội dựa trên vectơ; 10:tín hiệu xung quanh khác; 11:tín hiệu không hoạt động). Tổng số lượng tín hiệu nền hoặc môi trường xung quanh, nBGa, có thể được đưa ra bởi

(MinAmbHoaOrder +1)2 + số lượng của thời gian chỉ số 10 (trong ví dụ trên) xuất hiện dưới dạng kênh trong dòng bit cho khung đó.

Bộ phân tích trường âm thanh 44 có thể lựa chọn số lượng kênh nền (hoặc, nói cách khác, các kênh xung quanh) và số lượng kênh chính (hoặc, nói cách khác, kênh nổi trội) dựa trên tốc độ bit đích 41, lựa chọn nhiều kênh nền và/hoặc kênh chính khi tốc độ bit đích 41 tương đối cao hơn (ví dụ, khi tốc độ bit đích 41 bằng hoặc lớn hơn 512 Kbp). Theo một khía cạnh, numHOATransportChannels có thể được thiết lập bằng 8 trong khi MinAmbHOAorder có thể được thiết lập bằng 1 ở đoạn đầu của dòng bit. Theo kịch bản này, ở mỗi khung, bốn kênh có thể được dành riêng để biểu diễn phần nền hoặc xung quanh của trường âm thanh trong khi 4 kênh còn lại có thể, thay đổi kiểu kênh trên cơ sở từng khung dựa– ví dụ, hoặc được sử dụng là kênh nền/xung quanh khác hoặc kênh chính/trội. Tín hiệu chính/trội có thể là một trong tín hiệu dựa trên vectơ hoặc tín hiệu dựa trên hướng, như được mô tả ở trên.

Trong một số trường hợp, tổng số tín hiệu nổi trội dựa trên vectơ cho khung, có thể được xác định bởi số lần chỉ số ChannelType bằng 01 trong dòng bit của khung đó. Theo khía cạnh ở trên, đối với mỗi kênh nền/xung quanh khác (ví dụ, tương ứng với ChannelType 10), thông tin tương ứng của kênh của các hệ số HOA có thể có (ngoài bốn kênh thứ nhất) có thể được biểu diễn trong kênh đó. Thông tin, cho nội dung HOA bậc thứ tư, có thể là chỉ số để biểu thị các hệ số HOA từ 5 đến 25. Bốn hệ số HOA xung quanh thứ nhất từ 1 đến 4 có thể được gửi mọi lúc khi minAmbHOAorder được thiết lập bằng 1, do đó, thiết bị mã hóa âm thanh có thể chỉ cần biểu thị một hệ số HOA xung quanh có chỉ số từ 5 đến 25. Do đó thông tin có thể được gửi bằng cách sử dụng phần tử cú pháp 5 bit (đối với nội dung bậc thứ 4), mà có thể được ký hiệu là "CodedAmbCoeffIdx". Trong trường hợp bất kỳ, bộ phân tích trường âm thanh 44 xuất ra thông tin kênh nền 43 và các hệ số HOA 11 cho bộ lựa chọn nền (BG - background) 36, thông tin kênh nền 43 cho bộ rút gọn hệ số 46 và bộ tạo dòng bit 42, và nFG 45 cho bộ lựa chọn chính 36.

Bộ chọn lọc phụ 48 có thể là bộ được tạo cấu hình để xác định các hệ số HOA phụ hoặc xung quanh 47 dựa vào thông tin kênh nền (ví dụ, trường âm thanh phụ (N_{BG}) và số lượng (nBGa) và các chỉ số (i) của các kênh BG HOA khác để gửi). Ví dụ, khi N_{BG} bằng một, bộ lựa chọn nền 48 có thể chọn các hệ số HOA 11 cho mỗi mẫu của khung âm có

bậc bằng hoặc nhỏ hơn một. Sau đó bộ lựa chọn nền 48 có thể, theo ví dụ này, chọn các hệ số HOA 11 có chỉ số được nhận diện bởi một trong số các chỉ số (i) dưới dạng các hệ số BG HOA khác, trong đó nBGa được cung cấp cho bộ tạo dòng bit 42 sẽ được định rõ trong dòng bit 21 để kích hoạt thiết bị giải mã âm thanh, như thiết bị giải mã âm thanh 24 được thể hiện trong ví dụ trên các hình vẽ trong Fig.4A và Fig.4B, để phân tích các hệ số HOA phụ 47 từ dòng bit 21. Bộ lựa chọn nền 48 sau đó có thể xuất ra các hệ số HOA xung quanh 47 cho bộ bù năng lượng 38. Các hệ số HOA xung quanh 47 có thể có các kích thước D: M x $[(N_{BG}+1)^2 + nBGa]$. Các hệ số HOA xung quanh 47 cũng có thể được gọi là "các hệ số HOA xung quanh 47", trong đó mỗi trong số các hệ số HOA xung quanh 47 này tương ứng với kênh HOA xung quanh 47 riêng sẽ được mã hóa bởi bộ mã hóa âm thanh tâm thính 40.

Bộ lựa chọn chính 36 có thể là bộ được tạo cấu hình để lựa chọn ma trận US[k] sắp xếp lại 33' và ma trận V[k] sắp xếp lại 35' mà biểu diễn cho các thành phần chính hoặc riêng của trường âm thanh dựa trên nFG 45 (mà có thể biểu diễn một hoặc nhiều chỉ số nhận diện các vectơ chính). Bộ lựa chọn chính 36 có thể xuất ra tín hiệu nFG 49 (mà có thể được ký hiệu là $\mathrm{US}[k]_{1,\ldots,\mathrm{nFG}}$ 49, $FG_{1,\ldots,\mathrm{nfG}}[k]$ 49, hoặc $X_{PS}^{(1..nFG)}(k)$ 49 sắp xếp lại) cho bộ mã hóa âm thanh tâm thính 40, trong đó tín hiệu nFG 49 này có thể có các kích thước D: M x nFG và mỗi tín hiệu biểu diễn các đối tượng âm thanh đơn. Bộ lựa chọn chính 36 cũng có thể xuất ra ma trận V[k] sắp xếp lại 35' (hoặc $v^{(1..nFG)}(k)35'$) tương ứng với các thành phần chính của trường âm thanh cho bộ nội suy không gian-thời gian 50, trong đó tập hợp con của ma trận V[k] sắp xếp lại 35' tương ứng với các thành phần chính có thể được ký hiệu là ma trận V[k] chính 51k (mà có thể được ký hiệu toán học là $\overline{\mathrm{V}}_{1,\ldots,\mathrm{n}FG}[k]$) có các kích thước D: $(N+1)^2$ x nFG.

Bộ bù năng lượng 38 có thể là bộ được tạo cấu hình để thực hiện bù năng lượng cho các hệ số HOA xung quanh 47 để bù cho sự mất năng lượng do loại bỏ một trong số các kênh HOA bởi bộ lựa chọn nền 48. Bộ bù năng lượng 38 này có thể thực hiện phân tích năng lượng cho một hoặc nhiều ma trận US[k] sắp xếp lại 33', ma trận V[k] sắp xếp lại 35', tín hiệu nFG 49, các vectơ V[k] chính 51k và các hệ số HOA xung quanh 47 và sau đó thực hiện bù năng lượng dựa trên sự phân tích năng lượng để tạo ra các hệ số

HOA xung quanh được bù năng lượng 47'. Bộ bù năng lượng 38 có thể xuất ra các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' cho bộ mã hóa âm thanh tâm thính 40.

Bộ nội suy không gian-thời gian 50 có thể là bộ được tạo cấu hình để nhận các vectơ V[k] chính 51_k cho khung thứ k và các vectơ V[k-1] chính 51_{k-1} cho khung trước đó (do đó ký hiệu là k-1) và thực hiện nội suy không gian-thời gian để tạo các vectơ V[k] chính được nội suy. Bộ nội suy không gian-thời gian 50 có thể kết hợp lại tín hiệu nFG 49 với các vectơ V[k] chính 51_k để khôi phục các hệ số HOA chính sắp xếp lại. Bộ nội suy không gian-thời gian 50 sau đó có thể chia các hệ số HOA chính được sắp xếp lại bởi các vectơ V[k] nội suy để tạo ra tín hiệu nFG nội suy 49'. Bộ nội suy không gian-thời gian 50 cũng có thể xuất ra các vectơ V[k] chính 51_k mà được sử dụng để tạo ra các vectơ V[k] chính được nội suy sao cho thiết bị giải mã âm thanh, như thiết bị giải mã âm thanh 24, có thể tạo ra các vectơ V[k] chính được nội suy và do đó khôi phục các vectơ V[k] chính 51_k. Các vectơ V[k] chính 51k này được sử dụng để tạo ra các vectơ V[k] chính nội suy được ký hiệu là các vectơ V[k] chính còn lại 53. Để bảo đảm rằng cùng một vectơ V[k] và V[k-1] được sử dụng ở bộ mã hóa và bộ giải mã (để tạo ra các vectơ nội suy V[k]), các phiên bản lượng tử hóa/khử lượng tử hóa của các vectơ có thể được sử dụng ở bộ mã hóa và bộ giải mã này. Bộ nội suy không gian-thời gian 50 có thể xuất ra tín hiệu nFG nội suy 49' cho bộ mã hóa âm thanh tâm thính 46 và các vectơ V[k] chính được nội suy 51_k' cho bộ rút gọn hệ số 46.

Bộ rút gọn hệ số 46 có thể là bộ được tạo cấu hình để thực hiện rút gọn hệ số đối với các vectơ V[k] chính còn lại 53 dựa trên thông tin kênh nền 43 để xuất các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 cho bộ mã hóa vectơ V 52. Các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 có thể có các chiều D: $[(N+1)^2 - (N_{BG}+1)^2\text{-}BG_{TOT}]$ x nFG. Bộ rút gọn hệ số 46 có thể, theo khía cạnh này, là bộ được tạo cấu hình để làm giảm số lượng hệ số trong các vectơ V[k] chính 53 còn lại. Nói cách khác, bộ rút gọn hệ số 46 có thể biểu diễn cho bộ được tạo cấu hình để khử các hệ số trong các vectơ V[k] chính (mà tạo ra các vectơ V[k] chính còn lại 53) có ít cho đến không có thông tin định hướng. Theo một số ví dụ, các hệ số của các vectơ khác biệt hoặc, nói cách khác, các vectơ V[k] chính tương ứng với các hàm cơ sở bậc một và không (mà có thể được ký hiệu là N_{BG}) tạo ra ít thông tin định hướng và do đó có thể được loại khỏi các vectơ V chính (thông qua quá trình mà có thể được gọi là "rút gọn hệ số"). Trong ví dụ này, có thể tạo ra tính linh hoạt lớn hơn không

những để nhận diện các hệ số mà tương ứng với NBG mà còn nhận diện các kênh HOA phụ (mà có thể được biểu thị bởi biến TotalOfAddAmbHOAChan) từ tập hợp [$(N_{BG}+1)^2+1$, $(N+1)^2$].

Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể là bộ được tạo cấu hình để thực hiện dạng phép lượng tử hóa bất kỳ để nén các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 để tạo ra các vectơ V[k] chính được mã hóa 57, xuất các vectơ V[k] chính được mã hóa 57 này cho bộ tạo dòng bit 42. Khi thực hiện, bộ lượng tử hóa 52 có thể tượng trưng cho bộ được tạo cấu hình để nén thành phần không gian của trường âm thanh, tức là, một hoặc nhiều vectơ nổi bật rút gọn V[k] 55 theo ví dụ này. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể thực hiện bất kỳ một trong số 12 chế độ lượng tử hóa sau, như được biểu thị bởi phần tử cú pháp chế độ lượng tử hóa "NbitsQ":

Giá trị NbitsQ	Kiểu chế độ lượng tử hóa
0-3:	Dự trữ
4:	Lượng tử hóa vectơ
5:	Lượng tử hóa vô hướng không mã hóa Huffman
6:	Lượng tử hóa vô hướng 6 bit có mã hóa Huffman
7:	Lượng tử hóa vô hướng 7 bit có mã hóa Huffman
8:	Lượng tử hóa vô hướng 8 bit có mã hóa Huffman
… …	
16:	Lượng tử hóa vô hướng 16 bit có mã hóa Huffman

Bộ mã hóa vectơ V 52 cũng có thể thực hiện các phiên bản dự báo của bất kỳ trong số các kiểu chế độ mã hóa đã nêu, trong đó hiệu số được xác định giữa phần tử của (hoặc trọng số khi quá trình lượng tử hóa vectơ được thực hiện) của vectơ V của khung trước đó và phần tử (hoặc trọng số khi quá trình lượng tử hóa vectơ được thực hiện) của vectơ V của khung hiện thời được xác định. Bộ mã hóa vectơ V 52 sau đó có thể lượng tử hóa hiệu số giữa các phần tử hoặc các trọng số của khung hiện thời và khung trước đó chứ không phải là giá trị của phần tử của vectơ V của chính khung hiện thời.

Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể thực hiện nhân các dạng lượng tử hóa với mỗi trong số các vectơ V[*k*] chính được rút gọn 55 để thu được các phiên bản mã hóa phức hợp của các vectơ V[*k*] chính được rút gọn 55. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn một trong số các phiên bản mã hóa của các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 làm vectơ V[k] chính

được mã hóa 57. Bộ lượng tử hóa 52 có thể lựa chọn một trong: vectơ V đã lượng tử hóa vectơ không dự đoán, vectơ V đã lượng tử hóa vectơ dự đoán, vectơ V lượng tử hóa vô hướng không mã hóa Huffman, và vectơ V lượng tử hóa vô hướng mã hóa Huffman để sử dụng làm vectơ V lượng tử hóa chuyển mạch đầu ra dựa trên tổ hợp bất kỳ của các tiêu chí đề cập trong bản mô tả này.

Trong một số ví dụ, bộ lượng tử hóa 52 có thể lựa chọn chế độ lượng tử hóa từ tập hợp các chế độ lượng tử hóa bao gồm chế độ lượng tử hóa vectơ và một hoặc nhiều chế độ lượng tử hóa vô hướng, và lượng tử hóa vectơ V đầu vào dựa trên (hoặc theo) chế độ đã chọn. Sau đó bộ mã hóa vectơ V 52 có thể cung cấp một vectơ được chọn trong số: vectơ V đã lượng tử hóa vectơ không được dự báo (ví dụ, dưới dạng biểu thị các giá trị hoặc các bit trọng số của chúng), vectơ V đã lượng tử hóa vectơ được dự báo (ví dụ, dưới dạng biểu thị các giá trị hoặc các bit lỗi của chúng), vectơ V lượng tử hóa vô hướng không mã hóa Huffman, và vectơ V lượng tử hóa vô hướng mã hóa Huffman cho bộ tạo dòng bit 52 dưới dạng các vectơ *V[*k] chính được mã hóa 57. Bộ mã hóa vectơ V 52 cũng có thể cung cấp các phần tử cú pháp biểu thị chế độ lượng tử hóa (ví dụ, phần tử cú pháp NbitsQ) và các phần tử cú pháp khác bất kỳ được dùng để khử lượng tử hóa hoặc theo cách khác tái tạo vectơ V.

Đối với quá trình lượng tử hóa vectơ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể mã hóa các vectơ V[k] chính được rút gọn dựa trên các vectơ mã 63 để tạo ra các vectơ V[*k*] mã hóa. Như được thể hiện trên Fig.3A, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể trong một số ví dụ, xuất ra các trọng số được mã hóa 57 và các chỉ số 73. Các trọng số được mã hóa 57 và các chỉ số 73, trong các ví dụ này, có thể cùng biểu diễn các vectơ V[*k*] mã hóa. Các chỉ số 73 có thể biểu diễn các vectơ mã trong tổng các vectơ mã hóa có trọng số tương ứng với mỗi trong số các trọng số trong các trọng số được mã hóa 57.

Để mã hóa các vectơ V[k] chính được rút gọn 55, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể, trong một số ví dụ, khai triển mỗi trong số các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 thành tổng các vectơ mã có trọng số dựa trên các vectơ mã 63. Tổng các vectơ mã có trọng số có thể bao gồm nhiều trọng số và nhiều vectơ mã, và có thể biểu diễn tổng của các tích của mỗi trong số các trọng số có thể được nhân với một trong số các vectơ tương ứng. Nhiều vectơ mã bao gồm trong tổng có trọng số của các vectơ mã có thể tương ứng với các vectơ mã 63 nhận được bởi bộ mã hóa vectơ V 52. Việc khai triển một trong số các

vectơ V[k] chính được rút gọn 55 thành tổng các vectơ mã có trọng số có thể bao gồm việc xác định các giá trị trọng số cho một hoặc nhiều trọng số bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số này.

Sau khi xác định các giá trị trọng số mà tương ứng với các trọng số bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể mã hóa một hoặc nhiều trong số các giá trị trọng số để tạo ra các trọng số được mã hóa 57. Trong một số ví dụ, việc mã hóa các giá trị trọng số có thể bao gồm việc lượng tử hóa các giá trị trọng số này. Trong các ví dụ khác, việc mã hóa các giá trị trọng số có thể bao gồm việc lượng tử hóa các giá trị trọng số và thực hiện mã hóa Huffman cho các giá trị trọng số được lượng tử hóa này. Trong các ví dụ khác, việc mã hóa các giá trị trọng số có thể bao gồm việc mã hóa một hoặc nhiều giá trị trọng số, dữ liệu biểu thị của các giá trị trọng số, giá trị trọng số được lượng tử hóa, dữ liệu biểu thị của các giá trị trọng số được lượng tử hóa sử dụng kỹ thuật mã hóa bất kỳ.

Trong một số ví dụ, các vectơ mã 63 có thể là tập hợp các vectơ trực chuẩn. Trong các ví dụ khác, các vectơ mã 63 có thể là tập hợp các vectơ giả trực chuẩn. Trong các ví dụ khác, các vectơ mã 63 có thể là một hoặc nhiều trong số các tập hợp sau: tập hợp các vectơ có hướng, tập hợp các vectơ có hướng trực giao, tập hợp các vectơ có hướng trực chuẩn, tập hợp các vectơ có hướng giả trực chuẩn, tập hợp các vectơ có hướng giả trực giao, tập hợp các vectơ cơ sở có hướng, tập hợp các vectơ trực giao, tập hợp các vectơ giả trực giao, tập hợp các vectơ cơ sở điều hòa cầu, tập hợp các vectơ chuẩn hóa, và tập hợp các vectơ cơ sở. Trong các ví dụ mà các vectơ mã 63 bao gồm các vectơ có hướng, mỗi trong số các vectơ có hướng này có thể có hướng mà tương ứng với một hướng hoặc mẫu bức xạ có hướng trong không gian 2D hoặc 3D.

Trong một số ví dụ, các vectơ mã 63 có thể là tập hợp các vectơ mã 63 định nghĩa trước và/hoặc xác định trước. Trong các ví dụ khác, các vectơ mã có thể độc lập với các hệ số trường âm thanh HOA cơ sở và/hoặc không được tạo ra dựa trên các hệ số trường âm thanh HOA cơ sở. Trong các ví dụ khác, các vectơ mã 63 có thể giống nhau khi mã hóa các khung khác nhau của các hệ số HOA. Trong các ví dụ khác, các vectơ mã 63 có thể khác nhau khi mã hóa các khung khác nhau của các hệ số HOA. Trong các ví dụ khác, các vectơ mã 63 có thể được gọi là các vectơ bảng mã và/hoặc các vectơ mã ứng viên.

Trong một số ví dụ, để xác định các giá trị trọng số tương ứng với một trong số các vectơ V[k] chính được rút gọn 55, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể, đối với mỗi trong số các giá trị trọng số trong tổng các vectơ mã có trọng số, nhân vectơ V[k] chính được rút gọn với một trong số các vectơ mã 63 tương ứng để xác định giá trị trọng số tương ứng. Trong một số trường hợp, để nhân vectơ V[k] chính được rút gọn với vectơ mã, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể nhân vectơ V[k] chính được rút gọn với hoán vị của một trong số các vectơ mã 63 tương ứng để xác định giá trị trọng số tương ứng.

Để lượng tử hóa các trọng số, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể thực hiện dạng lượng tử hóa bất kỳ. Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể thực hiện lượng tử hóa vô hướng, lượng tử hóa vectơ, hoặc lượng tử hóa ma trận đối với các giá trị trọng số.

Trong một số ví dụ, thay vì mã hóa tất cả các giá trị trọng số để tạo ra các trọng số được mã hóa 57, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể mã hóa tập hợp con của các giá trị trọng số bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số để tạo ra các trọng số được mã hóa 57. Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lượng tử hóa tập hợp các giá trị trọng số bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số. Tập hợp con của các giá trị trọng số bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số có thể được dùng để chỉ tập hợp các giá trị trọng số mà có số lượng giá trị trọng số nhỏ hơn số lượng giá trị trọng số trong toàn bộ tập hợp các giá trị trọng số bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn tập hợp con các giá trị trọng số bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số để mã hóa và/hoặc lượng tử hóa dựa trên các tiêu chuẩn khác nhau. Trong một ví dụ, số nguyên N có thể biểu diễn tổng số giá trị trọng số bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số, và bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn M giá trị trọng số lớn nhất (ví dụ, giá trị trọng số cực đại) từ tập hợp N giá trị trọng số để tạo ra tập hợp con các giá trị trọng số trong đó M là số nguyên nhỏ hơn N. Theo cách này, việc đóng góp của các vectơ mã mà góp một lượng tương đối lớn vào vectơ v khai triển có thể được bảo toàn, trong khi việc đóng góp của các vectơ mã mà góp một lượng tương đối nhỏ vào vectơ v khai triển có thể được bỏ để tăng hiệu suất mã hóa. Tiêu chuẩn khác cũng có thể được sử dụng để lựa chọn tập hợp con các giá trị trọng số cho việc mã hóa và/hoặc lượng tử hóa.

Trong một số ví dụ, M giá trị trọng số lớn nhất có thể là M giá trị trọng số từ tập hợp N giá trị trọng số mà có giá trị lớn nhất. Trong các ví dụ khác, M giá trị trọng số lớn

nhất có thể là M giá trị trọng số từ tập hợp N giá trị trọng số mà có giá trị tuyệt đối lớn nhất.

Trong các ví dụ mà bộ mã hóa vectơ V 52 mã hóa và/hoặc lượng tử hóa tập hợp con các giá trị trọng số, các trọng số được mã hóa 57 có thể bao gồm dữ liệu biểu thị các giá trị trọng số nào được chọn để lượng tử hóa và/hoặc mã hóa ngoài dữ liệu biểu thị lượng tử hóa của các giá trị trọng số. Trong một số ví dụ, dữ liệu biểu thị các giá trị trọng số nào được chọn để lượng tử hóa và/hoặc mã hóa có thể bao gồm một hoặc nhiều chỉ số từ tập hợp các chỉ số mà tương ứng với các vectơ mã trong tổng các vectơ mã có trọng số. Trong các ví dụ này, đối với mỗi trọng số mà được chọn để mã hóa và/hoặc lượng tử hóa, giá trị chỉ số của vectơ mã mà tương ứng với giá trị trọng số trong tổng các vectơ mã có trọng số có thể được bao gồm trong dòng bit.

Trong một số ví dụ, mỗi trong số các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 có thể được biểu diễn dựa trên phương trình sau:

$$V_{FG} \approx \sum_{j=1}^{25} \omega_j \Omega_j \qquad (1)$$

trong đó Ω_j là vectơ mã thứ j trong tập hợp các vectơ mã ($\{\Omega_j\}$), ω_j là trọng số thứ j trong tập hợp trọng số ($\{\omega_j\}$), và V_{FG} tương ứng với vectơ V mà được biểu diễn, khai triển, và/hoặc mã hóa bởi bộ mã hóa vectơ V 52. Bên phải phương trình (1) có thể biểu diễn tổng các vectơ mã có trọng số mà bao gồm tập hợp các trọng số ($\{\omega_j\}$) và tập hợp vectơ mã ($\{\Omega_j\}$).

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể xác định các giá trị trọng số dựa trên phương trình sau:

$$\omega_k = V_{FG} \Omega_k^T \qquad (2)$$

trong đó Ω_k^T là hoán vị của vectơ mã thứ k trong tập hợp vectơ mã ($\{\Omega_k\}$), V_{FG} tương ứng với vectơ V mà được biểu diễn, khai triển, và/hoặc mã hóa bởi bộ mã hóa vectơ V 52, và ω_k là trọng số thứ j trong tập hợp trọng số ($\{\omega_k\}$).

Trong các ví dụ mà tập hợp vectơ mã ($\{\Omega_j\}$) trực giao, phương trình sau có thể áp dụng:

$$\Omega_j \Omega_k^T = \begin{cases} 1 \text{ for } j = k \\ 0 \text{ for } j \neq k \end{cases} \quad (3)$$

Trong các ví dụ này, phía bên phải phương trình (2) có thể đơn giản hóa như sau:

$$V_{FG} \Omega_k^T \approx \left(\sum_{j=1}^{25} \omega_j \Omega_j \right) \Omega_k^T = \omega_k \quad (4)$$

trong đó ω_k tương ứng với với trọng số thứ k trong tổng các vectơ mã có trọng số.

Đối với ví dụ tổng các vectơ mã có trọng số được dùng trong phương trình (1), bộ mã hóa vectơ V 52 có thể tính toán các giá trị trọng số cho mỗi trọng số trong tổng các vectơ mã có trọng số bằng cách sử dụng phương trình (2) và các trọng số cuối cùng có thể được biểu diễn là:

$$\{\omega_k\}_{k=1,\cdots,25} \quad (5)$$

Xét một ví dụ mà bộ mã hóa vectơ V 52 chọn năm giá trị trọng số cực đại (ví dụ, các trọng số có giá trị hoặc giá trị tuyệt đối lớn nhất). Tập hợp con của các giá trị trọng số sẽ được lượng tử hóa có thể được biểu diễn là:

$$\{\overline{\omega}_k\}_{k=1,\cdots,5} \quad (6)$$

Tập hợp con của các giá trị trọng số cùng với các vectơ mã tương ứng của chúng có thể được sử dụng để tạo ra tổng các vectơ mã có trọng số mà đánh giá vectơ V, như thể hiện trong phương trình sau:

$$\overline{V}_{FG} \approx \sum_{j=1}^{5} \overline{\omega}_j \Omega_j \quad (7)$$

trong đó Ω_j là vectơ mã thứ j trong tập hợp con của các vectơ mã ($\{\Omega_j\}$), $\overline{\omega}_j$ là trọng số thứ j trong tập hợp con các trọng số ($\{\overline{\omega}_j\}$), và $\overline{V}_{FG}$ tương ứng với vectơ V được đánh giá mà tương ứng với vectơ V được khai triển và/hoặc được mã hóa bằng bộ mã hóa vectơ V 52. Bên phải phương trình (1) có thể biểu diễn tổng các vectơ mã có trọng số mà bao gồm tập hợp các trọng số ($\{\overline{\omega}_j\}$) và tập hợp vectơ mã ($\{\Omega_j\}$).

Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lượng tử hóa tập hợp con của các giá trị trọng số để tạo ra các giá trị trọng số lượng tử hóa mà có thể được biểu diễn là:

$$\{\hat{\omega}_k\}_{k=1,\cdots,5} \tag{8}$$

Các giá trị trọng số lượng tử hóa cùng với các vectơ mã tương ứng của chúng có thể được dùng để tạo ra tổng vectơ mã có trọng số mà biểu diễn phiên bản lượng tử hóa của vectơ V được đánh giá, như thể hiện trong phương trình sau:

$$\hat{V}_{FG} \approx \sum_{j=1}^{5} \hat{\omega}_j \Omega_j \tag{9}$$

trong đó Ω_j là vectơ mã thứ j trong tập hợp con của các vectơ mã ($\{\Omega_j\}$), $\hat{\omega}_j$ là trọng số thứ j trong tập hợp con các trọng số ($\{\hat{\omega}_j\}$), và $\hat{V}_{FG}$ tương ứng với vectơ V được đánh giá mà tương ứng với vectơ V được khai triển và/hoặc được mã hóa bằng bộ mã hóa vectơ V 52. Bên phải phương trình (1) có thể biểu diễn tổng có trọng số của tập hợp con của các vectơ mã mà bao gồm tập hợp các trọng số ($\{\hat{\omega}_j\}$) và tập hợp các vectơ mã ($\{\Omega_j\}$).

Một phần trình bày khác của phần mô tả ở trên (tương đương với phần mô tả ở trên) có thể được trình bày như sau. Các vectơ V có thể được mã hóa dựa vào tập hợp các vectơ mã định trước. Để mã hóa các vectơ V, mỗi vectơ V này được khai triển thành tổng các vectơ mã có trọng số. Tổng các vectơ mã có trọng số này bao gồm *k* cặp vectơ mã hóa định trước và các trọng số kết hợp:

$$V \approx \sum_{j=0}^{k} \omega_j \Omega_j$$

trong đó Ω_j là vectơ mã thứ j trong tập hợp các vectơ mã định trước ($\{\Omega_j\}$), ω_j là trọng số giá trị thực thứ j trong tập hợp các trọng số định trước ($\{\omega_j\}$), k tương ứng với chỉ số cộng, mà có thể lên đến 7, và V tương ứng với vectơ V mà được mã hóa. Sự lựa chọn của k phụ thuộc vào bộ mã hóa. Nếu bộ mã hóa chọn tổng có trọng số của hai hoặc nhiều vectơ mã, thì tổng số các vectơ mã định trước mà bộ mã hóa có thể chọn là $(N+1)^2$, trong đó các vectơ mã định trước được suy ra là các hệ số mở rộng HOA từ, trong một số ví dụ, các bảng từ F.2 đến F.11. Xem các bảng được biểu thị bởi F theo sau là khoảng thời gian và số liên quan đến các bảng được định rõ trong phụ lục F của chuẩn âm MPEG-H 3D, có phần đầu "Information Technology – High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments – Part 3: 3D Audio," ISO/IEC JTC1/SC 29, ngày 20/02/2015 (February 20, 2015), ISO/IEC 23008-3:2015(E), ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 (Tên tệp: ISO_IEC_23008-3(E)-Word_document_v33.doc).

Khi N bằng 4, bảng trong phụ lục F.6 với 32 hướng định trước được sử dụng. Trong tất cả trường hợp, giá trị tuyệt đối của các trọng số ω được lượng tử hóa vectơ đối với các giá trị trọng số định trước $\hat{\omega}$ tìm thấy trong cột $k+1$ thứ nhất của bảng trong bảng F.12 thể hiện bên dưới và được báo hiệu với chỉ số số hàng gắn.

Các ký hiệu số của các trọng số ω được mã hóa riêng là:

$$s_j = \begin{cases} 1, \omega_j \geq 0 \\ 0, \omega_j < 0 \end{cases}. \qquad (12)$$

Mặt khác, sau khi báo hiệu giá trị k, vectơ V được mã hóa với $k+1$ chỉ số mà trỏ đến $k+1$ vectơ mã hóa định trước $\{\Omega_j\}$, một chỉ số mà trỏ đến k trọng số lượng tử hóa $\{\hat{\omega}_k\}$ trong bảng mã trọng số định trước, và $k+1$ giá trị ký hiệu số s_j:

$$\hat{V} = \sum_{j=0}^{k} (2s_j - 1)\hat{\omega}_j \Omega_j . \qquad (13)$$

Nếu bộ mã hóa chọn tổng có trọng số của một vectơ mã , thì bảng mã suy ra từ bảng F.8 được sử dụng cùng với các giá trị trọng số tuyệt đối $\hat{\omega}$ trong bảng của bảng F.11, trong đó cả hai bảng này được thể hiện bên dưới. Hơn nữa, ký hiệu số của giá trị trọng số ω có thể được mã hóa riêng.

Trong trường hợp này, các kỹ thuật có thể cho phép thiết bị mã hóa âm thanh 20 lựa chọn một trong số nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian của trường âm thanh, thành phần không gian này thu được nhờ áp dụng việc tổng hợp dựa trên vectơ cho nhiều hệ số ambisonic bậc cao.

Hơn nữa, các kỹ thuật có thể cho phép thiết bị mã hóa âm thanh 20 lựa chọn giữa nhiều bảng mã ghép cặp sẽ được sử dụng khi thực hiện lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian của trường âm thanh, thành phần không gian này thu được nhờ áp dụng việc tổng hợp dựa trên vectơ cho nhiều hệ số ambisonic bậc cao.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể xác định, dựa vào tập hợp các vectơ mã, một hoặc nhiều giá trị trọng số có vectơ mà biểu diễn vectơ mà được bao gồm trong phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA. Mỗi trong số các giá trị trọng số có thể tương ứng với một trong số nhiều trọng số bao gồm trong tổng có trọng số của các vectơ mã mà biểu diễn cho vectơ.

Trong các ví dụ này, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể, trong một số ví dụ, lượng tử hóa dữ liệu biểu thị các giá trị trọng số. Trong các ví dụ này, để lượng tử hóa dữ liệu biểu thị các giá trị trọng số, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể, trong một số ví dụ, chọn tập hợp con các giá trị trọng số để lượng tử hóa, và lượng tử hóa dữ liệu biểu thị tâp hợp con các giá trị trọng số được chọn. Trong các ví dụ này, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể, trong một số ví dụ, không lượng tử hóa dữ liệu biểu thị các giá trị trọng số mà không bao gồm trong tâp hợp con các giá trị trọng số được chọn.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể xác định tập hợp N giá trị trọng số. Trong các ví dụ này, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn M giá trị trọng số lớn nhất từ tập hợp N giá trị trọng số để tạo ra tập hợp con các giá trị trọng số trong đó M nhỏ hơn N.

Để lượng tử hóa dữ liệu biểu thị các giá trị trọng số, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể thực hiện ít nhất một trong số các bước lượng tử hóa vô hướng, lượng tử hóa vectơ, và lượng tử hóa ma trận đối với dữ liệu biểu thị các giá trị trọng số. Các kỹ thuật lượng tử hóa khác ngoài các kỹ thuật lượng tử hóa nêu trên cũng có thể được thực hiện.

Để xác định các giá trị trọng số, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể, đối với mỗi giá trị trọng số, xác định giá trị trọng số tương ứng dựa vào một trong số các vectơ mã tương ứng 63. Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể nhân vectơ với một trong số các vectơ mã

tương ứng 63 để xác định giá trị trọng số tương ứng. Trong một số trường hợp, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể bao gồm bước nhân vectơ với hoán vị của một trong số các vectơ mã 63 tương ứng để xác định giá trị trọng số tương ứng.

Trong một số ví dụ, phiên bản khai triển của các hệ số HOA có thể là phiên bản khai triển giá trị suy biến của các hệ số HOA. Trong các ví dụ khác, phiên bản khai triển của các hệ số HOA có thể là ít nhất một trong số phiên bản phân tích thành phần chính (PCA - principal component analyzed) của các hệ số HOA, phiên bản biến đổi Karhunen-Loeve của các hệ số HOA, phiên bản biến đổi Hotelling của các hệ số HOA, phiên bản khai triển trực giao tổng hợp (POD - proper orthogonal decomposed) của các hệ số HOA, và phiên bản khai triển giá trị đặc trưng (EVD - eigenvalue decomposed) của các hệ số HOA.

Trong các ví dụ khác, tập hợp các vectơ mã 63 có thể bao gồm ít nhất một trong số tập hợp các vectơ có hướng, tập hợp các vectơ có hướng trực giao, tập hợp các vectơ có hướng trực chuẩn, tập hợp các vectơ có hướng giả trực chuẩn, tập hợp các vectơ có hướng giả trực giao, tập hợp các vectơ cơ sở có hướng, tập hợp các vectơ trực giao, tập hợp các vectơ trực chuẩn, tập hợp các vectơ giả trực chuẩn, tập hợp các vectơ giả trực giao, tập hợp các vectơ cơ sở điều hòa cầu, tập hợp các vectơ chuẩn hóa, và tập hợp các vectơ cơ sở.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể sử dụng bảng mã khai triển để xác định các trọng số mà được dùng để biểu diễn vectơ V (ví dụ, vectơ V[k] chính được rút gọn). Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã khai triển từ tập hợp các bảng mã khai triển ứng viên, và xác định các trọng số mà biểu diễn vectơ V dựa trên bảng mã khai triển được chọn.

Trong một số ví dụ, mỗi trong số các bảng mã khai triển ứng viên có thể tương ứng với tập hợp các vectơ mã 63 mà có thể được dùng để khai triển vectơ V và/hoặc để xác định các trọng số mà tương ứng với vectơ V. Mặt khác, mỗi bảng mã khai triển khác nhau tương ứng với tập hợp các vectơ mã 63 khác nhau mà có thể được dùng để khai triển vectơ V. Mỗi mục nhập trong bảng mã khai triển tương ứng với một trong số các vectơ trong tập hợp các vectơ mã.

Tập hợp các vectơ mã trong bảng mã khai triển có thể tương ứng với tất cả các vectơ mã bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số mà được dùng để khai triển vectơ

V. Ví dụ, tập hợp các vectơ mã có thể tương ứng với tập hợp các vectơ mã 63 ($\{\Omega_j\}$) bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số thể hiện trên phía bên phải của phương trình (1). Trong ví dụ này, mỗi trong số các vectơ mã 63 (ví dụ, Ω_j) có thể tương ứng với một mục nhập trong bảng mã khai triển.

Các bảng mã khai triển khác nhau có thể có cùng số lượng vectơ mã 63 trong một số ví dụ. Trong các ví dụ khác, các bảng mã khai triển khác nhau có thể có số vectơ mã 63 khác nhau.

Ví dụ, ít nhất hai trong số các bảng mã khai triển ứng viên có thể có số mục nhập khác nhau (ví dụ, các vectơ mã 63 trong ví dụ này). Theo ví dụ khác, tất cả các bảng mã khai triển ứng viên có thể có số mục nhập 63 khác nhau. Theo ví dụ nữa, ít nhất hai trong số các bảng mã khai triển ứng viên có thể có cùng số mục nhập 63. Theo ví dụ bổ sung, tất cả các bảng mã khai triển ứng viên có thể có cùng số mục nhập 63.

Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã khai triển từ tập hợp các bảng mã khai triển ứng viên dựa trên một hoặc nhiều tiêu chuẩn khác nhau. Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã khai triển dựa trên các trọng số tương ứng với mỗi bảng mã khai triển. Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể thực hiện phân tích các trọng số tương ứng với mỗi bảng mã khai triển (từ tổng trọng số tương ứng mà biểu diễn vectơ V) để xác định bao nhiêu trọng số được triệu gọi để biểu diễn vectơ V trong một số giới hạn chính xác (ví dụ như được định nghĩa là sai số ngưỡng). Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã khai triển mà cần số trọng số tối thiểu. Trong các ví dụ khác, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã khai triển dựa trên các đặc tính của trường âm thanh cơ sở (ví dụ, nhiễu lạ được tạo ra, ghi một cách tự nhiên, khuếch tán mật độ cao, v.v.).

Để xác định các trọng số (ví dụ, các giá trị trọng số) dựa vào bảng mã được chọn, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể, đối với mỗi trọng số, lựa chọn mục nhập bảng mã (ví dụ, vectơ mã) mà tương ứng với trọng số tương ứng (ví dụ như được nhận diện bằng phần tử cú pháp "WeightIdx"), và xác định giá trị trọng số cho trọng số tương ứng dựa trên mục nhập bảng mã được chọn. Để xác định giá trị trọng số dựa trên mục nhập bảng mã được chọn, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể, trong một số ví dụ, nhân vectơ V với vectơ mã 63 mà được định rõ bởi mục nhập bảng mã được chọn để tạo ra giá trị trọng số. Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể nhân vectơ V với hoán vị của vectơ mã 63 mà được định rõ bởi

mục nhập bảng mã được chọn để tạo ra giá trị trọng số vô hướng. Theo ví dụ khác, phương trình (2) có thể được dùng để xác định các giá trị trọng số.

Trong một số ví dụ, mỗi trong số các bảng mã khai triển có thể tương ứng với một trong số nhiều bảng mã lượng tử hóa tương ứng. Trong các ví dụ này, khi bộ mã hóa vectơ V 52 chọn bảng mã khai triển, bộ mã hóa vectơ V 52 cũng có thể lựa chọn bảng mã lượng tử hóa mà tương ứng với bảng mã khai triển.

Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể cung cấp cho bộ tạo dòng bit 42 dữ liệu biểu thị bảng mã khai triển nào được chọn (ví dụ, phần tử cú pháp CodebkIdx) để mã hóa một hoặc nhiều vectơ V[k] chính được rút gọn 55 để bộ tạo dòng bit 42 có thể bao gồm dữ liệu này trong dòng bit cuối cùng. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã khai triển để sử dụng cho mỗi khung gồm các hệ số HOA sẽ được mã hóa. Trong các ví dụ này, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể cung cấp dữ liệu biểu thị bảng mã khai triển nào được chọn để mã hóa mỗi khung (ví dụ, phần tử cú pháp CodebkIdx) cho bộ tạo dòng bit 42. Trong một số ví dụ, dữ liệu biểu thị bảng mã khai triển nào được chọn có thể là chỉ số bảng mã và/hoặc chỉ số nhận diện mà tương ứng với bảng mã được chọn.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn chỉ báo số của bao nhiêu trọng số sẽ được sử dụng để đánh giá vectơ V (ví dụ, vectơ V[k] chính được rút gọn). Số biểu thị bao nhiêu trọng số sẽ được sử dụng để đánh giá vectơ V cũng có thể là biểu thị của số lượng trọng số sẽ được lượng tử hóa và/hoặc mã hóa bởi bộ mã hóa vectơ V 52 và/hoặc thiết bị mã hóa âm thanh 20. Số biểu thị bao nhiêu trọng số sẽ được sử dụng để đánh giá vectơ V cũng có thể được dùng để chỉ số lượng trọng số sẽ được lượng tử hóa và/hoặc mã hóa. Theo cách khác, số này biểu thị có bao nhiêu trọng số có thể được biểu diễn là số lượng các vectơ mã 63 mà các trọng số này tương ứng. Do đó số này cũng có thể được biểu thị là số lượng các vectơ mã 63 được dùng để khử lượng tử hóa vectơ V được lượng tử hóa vectơ, và có thể được biểu thị bởi phần tử cú pháp NumVecIndices.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn số lượng trọng số sẽ được lượng tử hóa và/hoặc mã hóa cho vectơ V cụ thể dựa trên các giá trị trọng số mà được xác định cho vectơ V cụ thể đó. Trong các ví dụ khác, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn số lượng trọng số sẽ được lượng tử hóa và/hoặc được mã hóa cho vectơ V riêng

dựa trên sai số gắn với việc đánh giá vectơ V bằng cách sử dụng một hoặc nhiều số trọng số cụ thể.

Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể xác định ngưỡng sai số lớn nhất cho sai số gắn với đánh giá vectơ V, và có thể xác định có bao nhiêu trọng số được cần đến để tạo ra lỗi giữa vectơ V được đánh giá tức là được đánh giá với số trọng số đó và vectơ V nhỏ hơn hoặc bằng ngưỡng sai số lớn nhất này. Vectơ được đánh giá có thể tương ứng với tổng các vectơ mã có trọng số trong đó nhỏ hơn tất cả các vectơ mã từ bảng mã được dùng trong tổng có trọng số này.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể xác định có bao nhiêu trọng số được cần đến để tạo ra sai số thấp hơn ngưỡng dựa trên phương trình sau:

$$sai\ số = \left| V_{FG} - \sum_{i=1}^{X} (\omega_i * \Omega_i) \right|^{\alpha} \qquad 14)$$

trong đó Ω_i là vectơ mã thứ i, ω_i là trọng số thứ i , V_{FG} tương ứng với vectơ V đang được khai triển, lượng tử hóa và/hoặc mã hóa bởi bộ mã hóa vectơ V 52, và $|x|^{\alpha}$ là định mức của giá trị x, trong đó α là giá trị biểu thị kiểu định mức nào được sử dụng. Ví dụ, $\alpha = 1$ là định mức L1 và $\alpha = 2$ là định mức L2. Fig.20 là sơ đồ minh họa đồ thị 700 làm ví dụ thể hiện sai số ngưỡng được dùng để chọn số lượng X* vectơ mã theo các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Đồ thị 700 bao gồm đường 702 minh họa cách thức sai số giảm khi số lượng vectơ mã tăng.

Trong ví dụ nêu trên, các chỉ số, i, có thể, trong một số ví dụ, chỉ rõ các trọng số theo dãy thứ tự sao cho các trọng số có độ lớn lớn hơn (ví dụ, giá trị tuyệt đối lớn hơn) xuất hiện trước các trọng số có độ lớn nhỏ hơn (ví dụ, giá trị tuyệt đối nhỏ hơn) theo dãy thứ tự. Mặt khác, ω_1 có thể là giá trị trọng số lớn nhất, ω_2 có thể là giá trị trọng số lớn nhất tiếp theo, và v.v.. Tương tự, ω_X có thể là giá trị trọng số bé nhất.

Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể cung cấp cho bộ tạo dòng bit 42 dữ liệu biểu thị có bao nhiêu trọng số được chọn để mã hóa một hoặc nhiều vectơ V[k] chính được rút gọn 55 để bộ tạo dòng bit 42 có thể bao gồm dữ liệu này trong dòng bit cuối cùng. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn số lượng trọng số dùng để mã hóa vectơ

V cho mỗi khung của các hệ số HOA sẽ được mã hóa. Trong các ví dụ này, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể cung cấp cho bộ tạo dòng bit 42 dữ liệu biểu thị có bao nhiêu trọng số được chọn để mã hóa mỗi khung được chọn cho bộ tạo dòng bit 42. Trong một số ví dụ, dữ liệu biểu thị bao nhiêu trọng số được chọn có thể là số biểu thị có bao nhiêu trọng số đã được chọn để mã hóa và/hoặc lượng tử hóa.

Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể sử dụng bảng mã lượng tử hóa để lượng tử hóa tập hợp các trọng số mà được dùng để biểu diễn và/hoặc đánh giá vectơ V (ví dụ, vectơ V[k] chính được rút gọn). Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã lượng tử hóa từ tập hợp các bảng mã lượng tử hóa ứng viên, và lượng tử hóa vectơ V dựa trên bảng mã lượng tử hóa được chọn.

Trong một số ví dụ, mỗi trong số các bảng mã lượng tử hóa ứng viên có thể tương ứng với tập hợp các vectơ lượng tử hóa ứng viên mà có thể được dùng để lượng tử hóa tập hợp các trọng số. Tập hợp các trọng số có thể tạo ra vectơ của các trọng số mà sẽ được lượng tử hóa bằng cách sử dụng các bảng mã lượng tử hóa này. Mặt khác, mỗi bảng mã lượng tử hóa khác nhau tương ứng với tập hợp các vectơ lượng tử hóa khác nhau mà một vectơ lượng tử hóa có thể được chọn từ đó để lượng tử hóa vectơ V.

Mỗi mục nhập trong bảng mã có thể tương ứng với một vectơ lượng tử hóa ứng viên. Số lượng thành phần trong mỗi vectơ lượng tử hóa ứng viên có thể, trong một số ví dụ, bằng số lượng các trọng số sẽ được lượng tử hóa.

Trong một số ví dụ, các bảng mã lượng tử hóa khác nhau có thể có cùng số lượng vectơ lượng tử hóa ứng viên. Trong các ví dụ khác, các bảng mã lượng tử hóa khác nhau có thể có số lượng vectơ lượng tử hóa ứng viên khác nhau.

Ví dụ, ít nhất hai trong số các bảng mã lượng tử hóa ứng viên có thể có số lượng vectơ lượng tử hóa ứng viên khác nhau. Theo ví dụ khác, tất cả các bảng mã lượng tử hóa ứng viên có thể có số lượng vectơ lượng tử hóa ứng viên khác nhau. Theo ví dụ nữa, ít nhất hai trong số các bảng mã lượng tử hóa ứng viên có thể có cùng số lượng vectơ lượng tử hóa ứng viên. Theo ví dụ bổ sung, tất cả các bảng mã lượng tử hóa ứng viên có thể có cùng số lượng vectơ lượng tử hóa ứng viên.

Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã lượng tử hóa từ tập hợp các bảng mã lượng tử hóa ứng viên dựa trên một hoặc nhiều tiêu chuẩn khác nhau. Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã lượng tử hóa cho vectơ V dựa trên bảng mã khai

triển mà đã được dùng để xác định các trọng số cho vectơ V. Theo ví dụ khác, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã lượng tử hóa cho vectơ V dựa vào sự phân bố xác suất của các giá trị trọng số sẽ được lượng tử hóa. Trong các ví dụ khác, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã lượng tử hóa cho vectơ V dựa vào sự kết hợp của việc lựa chọn của bảng mã khai triển mà đã được dùng để xác định các trọng số cho vectơ V cũng như số lượng trọng số mà được cho là cần thiết để biểu diễn vectơ V trong một số ngưỡng sai số (ví dụ, theo phương trình 14).

Để lượng tử hóa các trọng số dựa trên bảng mã lượng tử hóa được chọn, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể, trong một số ví dụ, xác định vectơ lượng tử hóa dùng để lượng tử hóa vectơ V dựa trên bảng mã lượng tử hóa được chọn. Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể thực hiện lượng tử hóa vectơ (VQ - vector quantization) để xác định vectơ lượng tử hóa dùng để lượng tử hóa vectơ V.

Trong các ví dụ khác, để lượng tử hóa các trọng số dựa trên bảng mã lượng tử hóa được chọn, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể, đối với mỗi vectơ V, lựa chọn vectơ lượng tử hóa từ bảng mã lượng tử hóa được chọn dựa vào sai số lượng tử hóa gắn với việc sử dụng một hoặc nhiều vectơ lượng tử hóa để biểu diễn vectơ V. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể chọn vectơ lượng tử ứng viên từ bảng mã lượng tử hóa được chọn để cực tiểu hóa sai số lượng tử (ví dụ, cực tiểu hóa sai số bình phương tối thiểu).

Trong một số ví dụ, mỗi trong số các bảng mã lượng tử hóa có thể tương ứng với một trong số nhiều bảng mã khai triển tương ứng. Trong các ví dụ này, bộ mã hóa vectơ V 52 cũng có thể lựa chọn bảng mã lượng tử hóa để lượng tử hóa tập hợp các trọng số gắn với vectơ V dựa trên bảng mã khai triển mà được dùng để xác định các trọng số cho vectơ V. Ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã lượng tử hóa mà tương ứng với bảng mã khai triển mà được dùng để xác định các trọng số cho vectơ V.

Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể cung cấp cho bộ tạo dòng bit 42 dữ liệu biểu thị bảng mã lượng tử hóa nào đã được chọn để lượng tử hóa các trọng số tương ứng với một hoặc nhiều trong số các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 để bộ tạo dòng bit 42 có thể bao gồm dữ liệu này trong dòng bit cuối cùng. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn bảng mã lượng tử hóa để sử dụng cho mỗi khung gồm các hệ số HOA sẽ được mã hóa. Trong các ví dụ này, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể cung cấp dữ liệu biểu thị bảng mã lượng tử hóa nào đã được chọn để lượng tử hóa các trọng số trong mỗi khung

cho bộ tạo dòng bit 42. Trong một số ví dụ, dữ liệu biểu thị bảng mã lượng tử hóa nào đã được chọn có thể là chỉ số bảng mã và/hoặc giá trị nhận diện mà tương ứng với bảng mã được chọn.

Bộ mã hóa âm thanh tâm thính 40 có trong thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể biểu diễn nhiều ví dụ về bộ mã hóa âm thanh tâm thính, mỗi trong số đó được sử dụng để mã hóa kênh đối tượng âm thanh hoặc HOA khác của mỗi trong số các hệ số HOA xung quanh bù năng lượng 47' và các tín hiệu nFG nội suy 49' để tạo ra các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59 và tín hiệu nFG được mã hóa 61. Bộ mã hóa âm thanh tâm thính 40 này có thể xuất ra các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59 và các tín hiệu nFG được mã hóa 61 đến bộ tạo dòng bit 42.

Bộ tạo dòng bit 42 bao gồm trong thiết bị mã hóa âm thanh 20 là bộ mà định dạng dữ liệu theo định dạng đã biết (mà có thể chỉ định dạng được biết bởi thiết bị giải mã), nhờ đó tạo ra dòng bit dựa trên vectơ 21. Nói cách khác, dòng bit 21 có thể biểu diễn dữ liệu âm thanh mã hóa, đã được mã hóa theo cách thức mô tả trên đây. Bộ tạo dòng bit 42 có thể biểu diễn bộ dồn kênh theo một số ví dụ, mà có thể nhận các vectơ V[k] chính mã hóa 57, các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59, tín hiệu nFG mã hóa 61 và thông tin kênh nền 43. Sau đó, bộ tạo dòng bit 42 có thể tạo ra dòng bit 21 dựa trên các vectơ V[k] chính mã hóa 57, các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59, tín hiệu nFG mã hóa 61 và thông tin kênh nền 43. Theo cách này, bộ tạo dòng bit 42 có thể xác định các vectơ 57 trong dòng bit 21 để thu được dòng bit 21. Dòng bit 21 có thể bao gồm dòng bit sơ cấp hoặc dòng bit chính và một hoặc nhiều dòng bit kênh nền.

Mặc dù không được thể hiện trong các ví dụ trên Fig.3, nhưng thiết bị mã hóa âm thanh 20 cũng có thể bao gồm bộ xuất dòng bit mà chuyển đầu ra dòng bit từ thiết bị mã hóa âm thanh 20 (ví dụ, giữa dòng bit dựa trên hướng 21 và dòng bit dựa trên vectơ 21) dựa trên việc liệu khung hiện thời có được mã hóa bằng cách sử dụng bước tổng hợp dựa trên hướng hoặc tổng hợp dựa trên vectơ không. Bộ xuất dòng bit có thể thực hiện chuyển mạch dựa trên phần tử cú pháp xuất ra bởi bộ phân tích nội dung 26 biểu thị liệu bước tổng hợp dựa trên hướng có được thực hiện (để phát hiện các hệ số HOA 11 được tạo ra từ đối tượng âm thanh tổng hợp) hoặc bước tổng hợp dựa trên vectơ có được thực hiện (để phát hiện các hệ số HOA được ghi) hay không. Bộ kết xuất dòng bit có thể định

rõ cú pháp tiêu đề chính xác để chỉ báo việc chuyển này hoặc việc mã hóa hiện thời dùng cho khung hiện thời cùng với một trong các dòng bit tương ứng 21.

Hơn nữa, như được nêu ở trên, bộ phân tích trường âm thanh 44 có thể nhận diện các hệ số HOA xung quanh BGTOT 47, mà có thể thay đổi trên cơ sở từng khung (mặc dù đôi lúc BGTOT có thể vẫn không đổi hoặc giống nhau trên hai hoặc nhiều khung liền kề (theo thời gian). Sự thay đổi trong BGTOT có thể dẫn đến thay đổi đối với các hệ số được biểu diễn trong các vectơ V[k] chính được rút gọn 55. Sự thay đổi trong BGTOT có thể dẫn đến các hệ số HOA phụ (còn có thể được gọi là "các hệ số HOA xung quanh") mà thay đổi trên cơ sở từng khung một (mặc dù, hơn nữa, đôi khi BGTOT có thể vẫn không đổi hoặc giống nhau trên hai hoặc nhiều khung liền kề (theo thời gian). Các thay đổi này thường dẫn đến thay đổi năng lượng đối với các khía cạnh của trường âm thanh được biểu diễn bằng cách thêm hoặc bớt các hệ số HOA xung quanh bổ sung và loại bỏ các hệ số tương ứng từ hoặc thêm các hệ số vào các vectơ V[k] chính được rút gọn 55.

Do đó, bộ phân tích trường âm thanh 44 còn có thể xác định khi nào các hệ số HOA xung quanh thay đổi từ khung này sang khung khác và tạo ra cờ hoặc phần tử cú pháp khác biểu thị sự thay đổi cho hệ số HOA xung quanh về việc được sử dụng để biểu diễn các thành phần xung quanh của trường âm thanh (trong đó sự thay đổi còn có thể được gọi là "chuyển tiếp" của hệ số HOA xung quanh hoặc là "biến đổi" của hệ số HOA xung quanh). Cụ thể, bộ rút gọn hệ số 46 có thể tạo ra cờ (mà có thể được ký hiệu là cờ AmbCoeffTransition hoặc cờ AmbCoeffIdxTransition), cung cấp cờ này cho bộ tạo dòng bit 42 sao cho cờ có thể được bao gồm trong dòng bit 21 (có thể là một phần của thông tin kênh nền).

Bộ rút gọn hệ số 46, ngoài việc định rõ cờ chuyển tiếp hệ số xung quanh, còn sửa đổi cách thức mà các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 được tạo ra. Trong một ví dụ, ngay khi xác định rằng một trong các hệ số HOA xung quanh đang chuyển tiếp trong khung hiện thời, bộ rút gọn hệ số 46 có thể xác định, hệ số vectơ (còn có thể được gọi là "phần tử vectơ" hoặc "phần tử") cho mỗi vectơ V trong số các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 tương ứng với hệ số HOA xung quanh đang chuyển tiếp. Hơn nữa, hệ số HOA xung quanh trong quá trình chuyển tiếp có thể thêm hoặc bớt tổng số các hệ số phụ BGTOT. Do đó, sự thay đổi cuối cùng trong toàn bộ các hệ số phụ ảnh hưởng đến hệ số HOA xung quanh được bao gồm hay không được bao gồm trong dòng bit, và việc liệu

phần tử tương ứng của các vectơ V có được bao gồm cho các vectơ V được xác định trong dòng bit trong các chế độ cấu hình thứ hai và thứ ba mô tả ở trên hay không. Nhiều thông tin về cách thức bộ rút gọn hệ số 46 có thể xác định các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 để khắc phục những thay đổi về năng lượng được đề xuất trong đơn sáng chế U.S số 14/594,533, có tên "TRANSITIONING OF AMBIENT HIGHER_ORDER AMBISONIC COEFFICIENTS," nộp ngày 12.01.2015.

Fig.3B là sơ đồ khối minh họa, chi tiết hơn, một ví dụ khác của thiết bị mã hóa âm thanh 420 thể hiện trong ví dụ trên Fig.3 theo một ví dụ mà có thể thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này. Thiết bị mã hóa âm thanh 420 thể hiện trên Fig.3B tương tự thiết bị mã hóa âm thanh 20 ngoại trừ bộ mã hóa vectơ V 52 trong thiết bị mã hóa âm thanh 420 còn cung cấp thông tin giá trị trọng số 71 cho bộ sắp xếp lại 34.

Trong một số ví dụ, thông tin giá trị trọng số 71 có thể bao gồm một hoặc nhiều giá trị trọng số được tính toán bởi bộ mã hóa vectơ V 52. Trong các ví dụ khác, thông tin giá trị trọng số 71 có thể bao gồm thông tin biểu thị các trọng số nào đã được chọn để lượng tử hóa và/hoặc mã hóa bằng bộ mã hóa vectơ V 52. Trong các ví dụ khác, thông tin giá trị trọng số 71 có thể bao gồm thông tin biểu thị các trọng số nào không được chọn để lượng tử hóa và/hoặc mã hóa bằng bộ mã hóa vectơ V 52. Thông tin giá trị trọng số 71 có thể bao gồm kết hợp bất kỳ của bất kỳ trong số các mục thông tin nêu trên cũng như các mục khác ngoài các mục thông tin nêu trên.

Trong một số ví dụ, bộ sắp xếp lại 34 có thể sắp xếp lại các vectơ dựa trên thông tin giá trị trọng số 71 (ví dụ, dựa trên các giá trị trọng số). Trong các ví dụ mà bộ mã hóa vectơ V 52 lựa chọn tập hợp con các giá trị trọng số để lượng tử hóa và/hoặc mã hóa, bộ sắp xếp lại 34 có thể, trong một số ví dụ, sắp xếp lại các vectơ dựa trên các giá trị trọng số nào đã được chọn để lượng tử hóa hoặc mã hóa (mà có thể được biểu thị bằng thông tin giá trị trọng số 71).

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa thiết bị giải mã âm thanh 24 trên Fig.2 một cách chi tiết hơn. Như được thể hiện trong ví dụ trên Fig.4A, thiết bị giải mã âm thanh 24 này có thể bao gồm bộ trích xuất 72, bộ tái tạo dựa trên hướng 90 và bộ tái tạo dựa trên vectơ 92. Mặc dù được mô tả dưới đây, nhưng các thông tin khác về thiết bị giải mã âm thanh 24 và các khía cạnh khác nhau của giải nén hoặc theo cách khác giải mã các hệ số HOA

đều có sẵn trong Công bố đơn sáng chế quốc tế số WO 2014/194099, tên là "INTERPOLATION FOR DECOMPOSED REPRESENTATIONS OF A SOUND FIELD," nộp ngày 29.5.2014.

Bộ trích xuất 72 có thể là bộ được tạo cấu hình để nhận dòng bit 21 và trích các phiên bản mã hóa khác nhau (ví dụ, phiên bản mã hóa dựa trên hướng hoặc phiên bản mã hóa dựa trên vectơ) của các hệ số HOA 11. Bộ trích xuất 72 có thể xác định từ phần tử cú pháp nêu trên biểu thị xem liệu các hệ số HOA 11 đã được mã hóa qua các phiên bản dựa trên hướng hoặc dựa trên vectơ khác nhau chưa. Khi mã hóa dựa trên hướng được thực hiện, bộ trích xuất 72 có thể trích xuất phiên bản dựa trên hướng của các hệ số HOA 11 và các phần tử cú pháp gắn với phiên bản mã hóa (được biểu thị là thông tin dựa trên hướng 91 trong ví dụ trên Fig.4A), truyền thông tin dựa trên hướng 91 cho bộ tái tạo dựa trên hướng 90. Bộ tái tạo dựa trên hướng 90 này có thể là bộ được tạo cấu hình để tái tạo các hệ số HOA dưới dạng các hệ số HOA 11' dựa vào thông tin dựa trên hướng 91.

Khi phần tử cú pháp biểu thị rằng các hệ số HOA 11 được mã hóa bằng cách sử dụng bước tổng hợp dựa trên vectơ, bộ trích xuất 72 có thể trích các vectơ V[k] chính được mã hóa (mà có thể bao gồm các trọng số được mã hóa 57 và/hoặc các chỉ số 73), các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59 và tín hiệu nFG được mã hóa 59. Bộ trích xuất 72 có thể chuyển các trọng số được mã hóa 57 cho bộ lượng tử hóa 74 và các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59 cùng với tín hiệu nFG mã hóa 61 cho bộ giải mã âm thanh tâm thính 80.

Để trích xuất các trọng số được mã hóa 57, các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59 và tín hiệu nFG mã hóa 59, bộ trích xuất 72 có thể tìm được bộ chứa HOADecoderConfig mà bao gồm phần tử cú pháp được ký hiệu là codedVVecLength. Bộ trích xuất 72 có thể phân tích cú pháp CodedVVecLength từ bộ chứa HOADecoderConFig. Bộ trích xuất 72 có thể được tạo cấu hình hoạt động theo chế độ bất kỳ trong số các chế độ cấu hình nêu trên dựa trên phần tử cú pháp codedVVecLength.

Trong một số ví dụ, bộ trích xuất 72 có thể hoạt động theo lệnh chuyển được biểu diễn trong mã giả sau đây với cú pháp được biểu diễn trong bảng cú pháp sau đây (trong đó gạch ngang biểu thị việc loại bỏ đối tượng bị gạch ngang và gạch dưới biểu thị việc thêm vào chủ đề gạch dưới liên quan đến các phiên bản trước đó của bảng cú pháp) cho VVectorData khi được hiểu theo ngữ nghĩa kèm theo:

```
switchCodedVVecLength{
        case 0:
                VVecLength = NumOfHoaCoeffs;
                for (m=0; m< VVecLength; ++m){
                        VVecCoeffId[m] = m;
                }
                break;
        case 1:
                VVecLength = NumOfHoaCoeffs - MinNumOfCoeffsForAmbHOA -
NumOfContAddHoaChans;
                CoeffIdx = m+1;
                for (m=0; m< VVecLength; ++m){
                        bIsInArray = isMemberOf(CoeffIdx, ContAddHoaCoeff,
NumOfContAddHoaChans);
                        while(bIsInArray){
                                CoeffIdx++;
                                bIsInArray = isMemberOf(CoeffIdx, ContAddHoaCoeff,
NumOfContAddHoaChans);
                        }
                        VVecCoeffId[n] = CoeffIdx-1;
                }
                break;
        case 2:
                VVecLength = NumOfHoaCoeffs – MinNumOfCoeffsForAmbHOA;
                for (m=0; m< VVecLength; ++m)
                        VVecCoeffId[m] = m + MinNumOfCoeffsForAmbHOA;
                }
        }
```

Cú pháp	Số lượng bit	Mã nhớ

VVectorData(i)
{
if (NbitsQ(k)[i] == 4){
if (NumVecIndices(k)[i] == 0) {
nbitsW = 3;
nbitsIdx = 10;
} else {
nbitsW = 8;
nbitsIdx = ceil(log2(NumOfHoaCoeffs));
}
NumVecIndices = CodebkIdx(k)[i] +1;
WeightIdx;
	nbitsW	uimsbf

for (j=0; j< NumVecIndecies; ++j){
VecIdx[j] = VecIdx + 1;
 	
~~WeightIdx;~~
 	
WeightVal[j] = ((SgnVal*2)-1) * WeightValCdbk[CodebkIdx(k)[i]][WeightIdx][j];
 	
}
}
elseif (NbitsQ(k)[i] == 5){
đối với (m=0; m< VVecLength; ++m){		

```
        aVal[i][m] = (VecVal / 128.0) – 1.0;




  }
  elseif(NbitsQ(k)[i] >= 6){
                    đối      với      (m=0;      m<
                VVecLength; ++m)
        huffIdx = huffSelect(VVecCoeffId[m], PFlag[i],
CbFlag[i]);
        cid = huffDecode(NbitsQ[i], huffIdx, huffVal);









        aVal[i][m] = 0.0;
        if ( cid > 0 ) {
          aVal[i][m] = sgn = (sgnVal * 2) - 1;



          if (cid > 1) {
            aVal[i][m] = sgn * (2.0^(cid -1 ) + intAddVal);









          }
        }
      }
    }
  }
}
```

LƯU Ý: Xem đoạn 11.4.1.9.1 tính toán VVecLength

VVectorData(VecSigChannelIds(i))
Cấu trúc này chứa dữ liệu vectơ V mã hóa được dùng cho việc tổng hợp tín hiệu dựa trên vectơ.

VVec(k)[i] Đây là vectơ V cho HOAframe() thứ k cho kênh thứ i.

VVecLength Biến này chỉ báo số lượng phần tử vectơ cần đọc ra.

VVecCoeffId Vectơ này chứa các chỉ số của các hệ số vectơ V được truyền.

VecVal Giá trị nguyên giữa 0 và 255.

aVal Biến tạm thời được sử dụng trong quá trình giải mã VVectorData.

huffVal Từ mã Huffman, sẽ được giải mã Huffman.

SgnVal Đây là giá trị ký hiệu mã hóa được sử dụng trong quá trình giải mã.

intAddVal Đây là giá trị số nguyên bổ sung được sử dụng trong quá trình giải mã.

NumVecIndices Số lượng vectơ được sử dụng để khử lượng tử vectơ V được lượng tử hóa vectơ.

WeightIdx Chỉ số trong WeightValCdbk được sử dụng để khử lượng tử hóa vectơ V được lượng tử hóa vectơ.

nBitsW Kích cỡ trường để đọc WeightIdx để giải mã vectơ V được lượng tử hóa vectơ.

WeightValCbk Bảng mã chứa vectơ của các hệ số gia trọng có giá trị thực dương. Chỉ cần thiết nếu NumVecIndices > 1. Nếu NumVecIndices được đặt bằng 1, thì WeightValCdbk có 16 mục nhập được sử dụng, ngược lại WeightValCdbk có 256 mục nhập được sử dụng.

VvecIdx Chỉ số của VecDict, được dùng để khử lượng tử hóa vectơ V đã lượng tử hóa vectơ.

nbitsIdx Cỡ trường để đọc VvecIdxs riêng để giải mã vectơ V đã lượng tử hóa vectơ.

WeightVal Hệ số trọng có giá trị thực để giải mã vectơ V đã lượng tử hóa vectơ.

Theo bảng cú pháp trên, lệnh chuyển mạch thứ nhất có bốn trường hợp (trường hợp từ 0 đến 3) đưa ra cách để xác định độ dài vectơ V^T_{DIST} dưới dạng số (VVecLength) và các chỉ số hệ số (VVecCoeffId). Trường hợp thứ nhất, trường hợp 0, biểu thị rằng tất cả các hệ số cho các vectơ V^T_{DIST} (NumOfHoaCoeffs) được định rõ. Trường hợp thứ hai, trường hợp 1, biểu thị rằng chỉ các hệ số của vectơ V^T_{DIST} tương ứng với số lớn hơn

MinNumOfCoeffsForAmbHOA được định rõ, mà có thể ký hiệu là $(N_{DIST} + 1)^2 - (N_{BG} + 1)^2$ ở trên. Hơn nữa, các hệ số NumOfContAddAmbHoaChan này được nhận diện trong ContAddAmbHoaChan bị trừ đi. Danh sách ContAddAmbHoaChan định rõ các kênh bổ sung (trong đó "các kênh" chỉ hệ số cụ thể tương ứng với tổ hợp bậc, bậc con nhất định) tương ứng với bậc mà vượt quá bậc MinAmbHoaOrder. Trường hợp thứ ba, trường hợp 2, biểu thị rằng các hệ số của vectơ V^T_{DIST} tương ứng với số lớn hơn MinNumOfCoeffsForAmbHOA được định rõ, mà có thể biểu thị là $(N_{DIST} + 1)^2 - (N_{BG} + 1)^2$ ở trên. Cả hai danh sách VVecLength cũng như VVecCoeffId có giá trị cho tất cả VVectors trong HOAFrame.

Sau lệnh chuyển này, việc quyết định xem có thực hiện lượng tử hóa vectơ, hoặc khử lượng tử hóa vô hướng đồng nhất hay không có thể được điều khiển bởi NbitsQ (hoặc, như được biểu thị ở trên, *nbits*). Trước đây, chỉ có lượng tử hóa vô hướng được đề xuất để lượng tử hóa các vectơ V (ví dụ: khi NbitsQ bằng 4). Trong khi lượng tử hóa vô hướng vẫn được đề xuất khi NBitsQ bằng 5, việc lượng tử hóa vectơ có thể được thực hiện theo các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này khi, theo một ví dụ, NbitsQ bằng 4.

Nói cách khác, tín hiệu HOA mà có sự định hướng mạnh được biểu diễn bằng tín hiệu âm thanh chính và thông tin không gian tương ứng, ví dụ, vectơ V trong các ví dụ của bản mô tả này. Theo các kỹ thuật mã hóa vectơ V được mô tả trong bản mô tả này, mỗi vectơ V được biểu diễn bởi tổng có trọng số các vectơ có hướng định trước như được đưa ra bởi các biểu thị sau:

$$V \approx \sum_{i=1}^{I} \omega_i \Omega_i$$

trong đó ω_i và Ω_i lần lượt là giá trị trọng số thứ i và vectơ có hướng tương ứng.

Ví dụ của việc mã hóa vectơ V được minh họa trên Fig.16. Như được thể hiện trên Fig.16 (a), vectơ V ban đầu có thể được biểu diễn bởi hỗn hợp của một số vectơ có hướng. Sau đó vectơ V ban đầu có thể được đánh giá bởi tổng có trọng số như thể hiện trên Fig.16 (b) trong đó vectơ có trọng số thể hiện trên Fig.16(e). Fig.16 (c) và (f) minh họa các trường hợp mà chỉ các giá trị trọng số cao nhất I_S ($I_S \leq I$) được chọn. Sau đó phương pháp lượng tử hóa vectơ (VQ - vector quantization) có thể được thực hiện cho các giá trị trọng số được chọn và kết quả được minh họa trên Fig.16 (d) và Fig.16 (g).

Độ phức tạp tính toán của sơ đồ mã hóa vectơ V có thể được xác định như sau:

0,06 MOPS (bậc HOA = 6) / 0,05 MOPS (bậc HOA = 5); và

0,03 MOPS (bậc HOA = 4) / 0,02 MOPS (bậc HOA = 3).

Độ phức tạp ROM có thể được xác định là 16,29 kbyte (đối với các bậc HOA 3, 4, 5 và 6), trong khi độ trễ thuật toán được xác định là các mẫu 0.

Việc sửa đổi cần thiết đối với phiên bản hiện thời của chuẩn mã hóa âm 3D tham chiếu ở trên có thể được biểu thị trong bảng cú pháp VVectorData thể hiện ở trên bằng cách sử dụng các đường gạch chân. Tức là, trong CD của chuẩn âm MPEG-H 3D đề xuất được tham chiếu ở trên, việc mã hóa vectơ V được thực hiện với bước lượng tử hóa vô hướng (SQ - scalar quantization) hoặc SQ tiếp theo là mã hóa Huffman. Các bit cần thiết của phương pháp VQ đề xuất có thể ít hơn các phương pháp mã hóa SQ thông thường. Đối với 12 mục thử chuẩn, các bit cần thiết trong phép tính trung bình như sau:

- SQ+Huffman: 16,25 kbps
- VQ đề xuất: 5,25 kbps

Các bit được lưu có thể được tính toán lại để sử dụng cho việc mã hóa âm thanh tri giác.

Nói cách khác, bộ tái tạo vectơ V 74 có thể hoạt động theo mã giả sau để tái tạo các vectơ V:

```
for (m=0; m< VVecLength; ++m){
    if (NbitsQ(k)[i] == 4){
        idx = VVecCoeffID[m];
        v^(i)_VVecCoeffId[m](k) = 0,0;
        if (NumVvecIndicies == 1){
            cdbLen = 900;
        } else {
            cdbLen = O;
            if (N==4)
                cdbLen = 32;
        }
        for (j=0; j< NumVecIndecies; ++j){
            v^(i)_VVecCoeffId[m](k) += ~~(N+1) *~~ WeightVal[j] *
VecDict[cdbLen].[VecIdx[j]][idx];
        }
    }
    elseif (NbitsQ(k)[i] == 5){
    v^(i)_VVecCoeffId[m](k) = (N+1)*aVal[i][m];
    }
    elseif (NbitsQ(k)[i] >= 6){
        v^(i)_VVecCoeffId[m](k)= (N+1)*(2^(16 –NbitsQ(k)[i])*aVal[i][m])/2^15;
        if (PFlag(k)[i] == 1) {
            v^(i)_VVecCoeffId[m](k) += v^(i)_VVecCoeffId[m](k − 1);
        }
    }
}
```

Theo giả mã nói trên (với các đường gạch ngang biểu thị việc loại bỏ đối tượng bị gạch ngang), bộ tái tạo vectơ v 74 có thể xác định VVecLength cho mỗi giả mã cho lệnh chuyển dựa trên giá trị CodedVVecLength. Dựa trên VVecLength này, bộ tái tạo vectơ V 74 có thể lặp lại qua các câu lệnh if/elseif theo sau, khi xem xét giá trị NbitsQ. Khi giá trị NbitsQ thứ i cho khung thứ k bằng 4, bộ tái tạo vectơ V 74 xác định rằng việc khử lượng tử hóa vectơ sẽ được thực hiện.

Phần tử cú pháp cdbLen biểu thị số lượng mục nhập trong từ điển hoặc bảng mã của các vectơ mã (trong đó từ điển này được ký hiệu là "VecDict" trong mã giả trên đây và biểu diễn bảng mã bằng các mục nhập cdbLencodebook chứa các vectơ của các hệ số mở rộng HOA, được dùng để giải mã vectơ V đã lượng tử hóa vectơ), mà được suy ra dựa vào các chỉ số NumVvecIndicies và bậc HOA. Khi giá trị NumVvecIndicies bằng 1, các hệ số mở rộng HOA trong bảng mã vectơ thu được từ bảng F.8 ở trên kết hợp với bảng mã có 8x1 giá trị trọng số thể hiện trong bảng F.11 ở trên. Khi giá trị

NumVvecIndicies lớn hơn 1, bảng mã vectơ với vectơ *O* được sử dụng cùng với 256x8 giá trị trọng số thể hiện trong bảng F.12 ở trên.

Mặc dù được mô tả ở trên bằng cách sử dụng bảng mã có kích thước 256x8, các bảng mã khác nhau cũng có thể được sử dụng có số lượng giá trị khác nhau. Tức là, thay vì val0-val7, bảng mã có 256 hàng có thể được dùng với mỗi hàng được lập chỉ số bằng các giá trị chỉ số khác nhau (từ chỉ số 0 đến chỉ số 255) và có số lượng chỉ số khác nhau, như từ val 0 đến val 9 (cho toàn bộ 10 giá trị) hoặc từ val 0 đến val 15 (cho toàn bộ 16 giá trị). Các Fig.19A và Fig.19B là các sơ đồ minh họa các bảng mã có 256 hàng với mỗi hàng lần lượt có 10 giá trị và 16 giá trị mà có thể được sử dụng theo các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được bộc lộ trong bản mô tả này.

Bộ tái tạo vectơ V 74 có thể thu được giá trị trọng số cho mỗi vectơ mã tương ứng được dùng để tái tạo vectơ V dựa trên bảng mã giá trị trọng số (được ký hiệu là "WeightValCdbk", mà có thể biểu diễn bảng đa chiều được lấy chỉ số dựa trên một hoặc nhiều chỉ số bảng mã (được ký hiệu là "CodebkIdx" trong bảng cú pháp VVectorData(i) đã nêu) và chỉ số trọng số (được ký hiệu là "WeightIdx" trong bảng cú pháp VVectorData(i) đã nêu)). Phần tử cú pháp CodebkIdx này có thể được xác định trong một phần của thông tin kênh nền, như được thể hiện trong bảng cú pháp ChannelSideInfoData(i) dưới đây.

Bảng - Cú pháp của ChannelSideInfoData(i)

Cú pháp	Số lượng bit	Mã nhớ

ChannelSideInfoData(i)
{
ChannelType[i]
 	
switch ChannelType[i]
{
case 0:
 	
ActiveDirsIds[i];
 	
break;
case 1:
if(hoaIndependencyFlag){
if (NbitsQ(k)[i] == 4){
 	
if (NbitsQ(k)[i] == 4) {
CodebkIdx(k)[i];
 	
}
else if (NbitsQ(k)[i] == 6) {
if (PFlag(k)[i] == 0) {
CbFlag(k)[i];		

```
            }
        }
        else{
                        bA;



                        bB;



            if ((bA +bB) == 0) {
                NbitsQ(k)[i] = NbitsQ(k-1)[i];
                PFlag(k)[i] = PFlag(k-1)[i];
                CbFlag(k)[i] = CbFlag(k-1)[i];
                CodebkIdx(k)[i] =
CodebkIdx(k-1)[i];
            }
            else{
                NbitsQ(k)[i] =
(8*bA)+(4*bB)+uintC;



                if (NbitsQ(k)[i] == 4) {
                    CodebkIdx(k)[i];




                }
                else if (NbitsQ(k)[i] == 6) {
                PFlag(k)[i];
```

```
                    CbFlag(k)[i];
                }
            }
        }
        break;
    case 2:
        AddAmbHoaInfoChannel(i);
        break;
    default:
}
}
```

LƯU Ý:

Các đường gạch dưới trong bảng đã nêu biểu thị sự thay đổi đối với bảng cú pháp hiện có để phù hợp với việc bổ sung CodebkIdx. Ngữ nghĩa của bảng trên đây được như sau.

Tải tin này chứa thông tin phụ cho kênh thứ i. Kích cỡ và dữ liệu của tải tin này phụ thuộc vào kiểu kênh.

ChannelType[i]	Phần tử này lưu trữ kiểu của kênh thứ i mà được xác định trong Bảng 95.
ActiveDirsIds[i]	Phần tử này biểu thị hướng của tín hiệu định hướng hoạt động bằng cách sử dụng chỉ số của các điểm phân bố đồng đều định trước 900 từ Phụ lục F.7. Từ mã 0 được sử dụng để báo hiệu đoạn cuối của tín hiệu điều hướng.
PFlag[i]	Cờ dự báo được sử dụng cho giải mã Huffman của vectơ V được lượng tử hóa vô hướng gắn với tín hiệu dựa trên vec tơ của kênh thứ i.
CbFlag[i]	Cờ bảng mã được sử dụng cho giải mã Huffman của vectơ V được lượng tử hóa vô hướng gắn với tín hiệu dựa trên vectơ của kênh thứ i.
CodebkIdx[i]	Báo hiệu bảng mã cụ thể được sử dụng để khử lượng tử hóa vectơ V đã lượng tử hóa vectơ gắn với tín hiệu dựa trên vectơ của kênh thứ i.

NbitsQ[i]	Chỉ số này xác định bảng Huffman được sử dụng cho giải mã Huffman của dữ liệu gắn với tín hiệu dựa trên vectơ của kênh thứ i. Từ mã 5 xác định việc sử dụng bộ khử lượng tử 8 bit đồng bộ. Hai MSB 00 xác định tái sử dụng dữ liệu NbitsQ[i], PFlag[i] và CbFlag[i] của khung trước đó (k-1).
bA, bB	msb (bA) và msb (bB) thứ hai của trường NbitsQ[i].
uintC	Từ mã của 2 bit còn lại của trường NbitsQ[i].
AddAmbHoaInfoChannel(i)	Trọng tải này chứa thông tin về các hệ số HOA xung quanh bổ sung.

Đối với mỗi ngữ nghĩa bảng cú pháp VVectorData, phần tử cú pháp nbitsW biểu diễn kích thước trường để đọc WeightIdx để giải mã vectơ V đã lượng tử hóa vectơ, trong khi phần tử cú pháp WeightValCdbk biểu diễn bảng mã mà chứa vectơ gồm các hệ số trọng số lấy giá trị thực dương. Nếu NumVecIndices được đặt bằng 1, thì WeightValCdbk có 8 mục nhập được sử dụng, ngược lại WeightValCdbk có 256 mục nhập được sử dụng. Đối với mỗi bảng cú pháp VVectorData, khi CodebkIdx bằng 0, bộ tái tạo vectơ V 74 xác định rằng nbitsW bằng 3 và WeightIdx có thể có giá trị trong khoảng từ 0 đến 7. Trong trường hợp này, từ điển vectơ mã VecDict có số lượng các mục nhập tương đối lớn (ví dụ, 900) và được ghép với bảng mã trọng số có duy nhất 8 mục nhập. Khi CodebkIdx khác 0, bộ tái tạo vectơ V 74 xác định rằng nbitsW bằng 8 và WeightIdx có thể có giá trị trong khoảng từ 0 đến 255. Trong trường hợp này, VecDict có số lượng các mục nhập tương đối nhỏ (ví dụ, 25 hoặc 32 mục nhập) và số lượng các trọng số tương đối lớn được cần đến (ví dụ, 256) trong bảng mã trọng số để đảm bảo sai số có thể chấp nhận được. Theo cách này, các kỹ thuật có thể cung cấp các bảng mã ghép cặp (ám chỉ VecDict ghép cặp được dùng và các bảng mã trọng số). Giá trị trọng số (biểu thị là "WeightVal" trong bảng cú pháp VVectorData đã nêu) sau đó có thể được tính toán như sau:

```
WeightVal[j] = ((SgnVal*2)-1) *
WeightValCdbk[CodebkIdx(k)[i]][WeightIdx][j];
```

Sau đó WeightVal này có thể được áp dụng mỗi mã giả ở trên cho vectơ mã tương ứng để khử lượng tử hóa vectơ V.

Trong trường hợp này, các kỹ thuật có thể cho phép thiết bị giải mã âm thanh, ví dụ, thiết bị giải mã âm thanh 24, chọn một trong số nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ của trường âm thanh, thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ này thu được nhờ áp dụng việc tổng hợp dựa trên vectơ cho nhiều hệ số ambisonic bậc cao.

Hơn nữa, các kỹ thuật có thể cho phép thiết bị giải mã âm thanh 24 lựa chọn giữa nhiều bảng mã ghép cặp sẽ được sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ của trường âm thanh, thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ này thu được nhờ áp dụng việc tổng hợp dựa trên vectơ cho nhiều hệ số ambisonic bậc cao.

Khi NbitsQ bằng 5, bước khử lượng tử hóa vô hướng 8 bit đồng bộ được thực hiện. Ngược lại, giá trị NbitsQ lớn hơn hoặc bằng 6 có thể dẫn đến áp dụng phép giải mã Huffman. Giá trị *cid* nêu trên có thể bằng hai bit ít quan trọng nhất của giá trị NbitsQ. Chế độ dự báo mô tả ở trên được ký hiệu là PFlag trong bảng cú pháp ở trên, trong khi bit thông tin HT được ký hiệu là CbFlag trong bảng cú pháp ở trên. Cú pháp còn lại định rõ cách thức giải mã diễn ra theo cách gần như tương tự với cách được mô tả ở trên.

Bộ tái tạo dựa trên vectơ 92 là bộ được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động ngược với các hoạt động được mô tả ở trên đối với bộ tổng hợp dựa trên vectơ 27 để tái tạo các hệ số HOA 11'. Bộ tái tạo dựa trên vectơ 92 có thể bao gồm bộ lượng tử hóa 74, bộ nội suy không gian-thời gian 76, bộ lập công thức chính 78, bộ giải mã âm thanh tâm thính 80, bộ lập công thức hệ số HOA 82 và bộ sắp xếp lại 84.

Bộ tái tạo vectơ V 74 có thể nhận các trọng số được mã hóa 57 và tạo ra các vectơ V[k] chính được rút gọn 55_k. Bộ tái tạo vectơ v 74 có thể chuyển tiếp các vectơ V[k] chính được rút gọn 55_k cho bộ sắp xếp lại 84.

Ví dụ, bộ tái tạo vectơ V 74 có thể thu được các trọng số được mã hóa 57 từ dòng bit 21 qua bộ trích xuất 72, và tái tạo các vectơ V[k] chính được rút gọn 55k dựa trên các trọng số được mã hóa 57 và một hoặc nhiều vectơ mã. Trong một số ví dụ, các trọng số được mã hóa 57 có thể bao gồm các giá trị trọng số tương ứng với tất cả các vectơ mã trong tập hợp các vectơ mã mà được dùng để biểu diễn các vectơ V[k] chính được rút gọn 55_k. Trong các ví dụ này, bộ tái tạo vectơ V 74 có thể tái tạo các vectơ V[k] chính được rút gọn 55_k dựa trên toàn bộ tập hợp vectơ mã.

Các trọng số được mã hóa 57 có thể bao gồm các giá trị trọng số tương ứng với tập hợp con của tập hợp các vectơ mã mà được dùng để biểu diễn các vectơ V[k] chính được rút gọn 55k. Trong các ví dụ này, các trọng số được mã hóa 57 có thể bao gồm thêm dữ liệu biểu thị vectơ nào trong số các vectơ mã dùng để tái tạo các vectơ V[k] chính được rút gọn 55k, và bộ tái tạo vectơ V 74 có thể sử dụng tập hợp con của các vectơ mã được biểu thị bởi dữ liệu này để tái tạo các vectơ V[k] chính được rút gọn 55k. Trong một số ví dụ, dữ liệu biểu thị vectơ mã nào trong số các vectơ mã dùng để tái tạo các vectơ V[k] chính được rút gọn 55k có thể tương ứng với các chỉ số 57.

Trong một số ví dụ, bộ tái tạo vectơ V 74 có thể thu được từ dòng bit dữ liệu biểu thị nhiều giá trị trọng số mà biểu diễn vectơ mà được bao gồm trong phiên bản khai triển của nhiều hệ số HOA, và tái tạo vectơ dựa vào các giá trị trọng số và các vectơ mã. Mỗi trong số các giá trị trọng số có thể tương ứng với một trọng số tương ứng trong số nhiều trọng số trong tổng các vectơ mã có trọng số mà biểu diễn cho vectơ.

Trong một số ví dụ, để tái tạo vectơ, bộ tái tạo vectơ V 74 có thể xác định tổng các vectơ mã có trọng số trong đó các vectơ mã được lấy trọng số bằng các giá trị trọng số. Trong các ví dụ khác, để tái tạo vectơ, bộ tái tạo vectơ V 74 có thể, đối với mỗi giá trị trọng số, nhân giá trị trọng số với một trong số các vectơ mã tương ứng để tạo ra vectơ mã có trọng số tương ứng bao gồm trong nhiều vectơ mã có trọng số, và cộng nhiều vectơ mã có trọng số để xác định vectơ.

Trong một số ví dụ, bộ tái tạo vectơ V 74 có thể thu được, từ dòng bit, dữ liệu biểu thị vectơ nào trong số các vectơ mã dùng để tái tạo vectơ, và tái tạo vectơ dựa trên các giá trị trọng số (ví dụ, phần tử WeightVal thu được từ WeightValCdbk dựa trên các phần tử cú pháp CodebkIdx và WeightIdx), các vectơ mã, và dữ liệu biểu thị vectơ mã nào trong số các vectơ mã (ví dụ, được nhận diện bởi phần tử cú pháp VVecIdx ngoài phần tử cú pháp NumVecIndices) sử dụng để tái tạo vectơ. Trong các ví dụ này, để tái tạo vectơ, bộ tái tạo vectơ V 74 có thể, trong một số ví dụ, lựa chọn tập hợp con các vectơ mã dựa trên dữ liệu biểu thị vectơ mã nào trong số các vectơ mã dùng để tái tạo vectơ, và tái tạo vectơ dựa trên các giá trị trọng số và tập hợp con các vectơ mã được chọn.

Trong các ví dụ này, để tái tạo vectơ dựa trên các giá trị trọng số và tập hợp con các vectơ mã được chọn, bộ tái tạo vectơ V 74 có thể, đối với mỗi trong số các giá trị

trọng số, nhân giá trị trọng số với vectơ mã tương ứng trong số các vectơ mã trong tập hợp con các vectơ mã để tạo ra vectơ mã có trọng số tương ứng, và cộng nhiều vectơ mã có trọng số này để xác định vectơ.

Bộ giải mã âm thanh tâm thính 80 có thể hoạt động theo cách ngược lại bộ mã hóa âm thanh tâm thính 40 thể hiện trong ví dụ trên Fig.4A để giải mã các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59 và tín hiệu nFG mã hóa 61 và do đó tạo ra các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' và tín hiệu nFG nội suy 49' (mà còn có thể được gọi là các đối tượng âm thanh nFG nội suy 49'). Mặc dù thể hiện tách biệt nhau, các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59 và tín hiệu nFG mã hóa 61 có thể không liên quan đến nhau và thay vào đó có thể được xác định là các kênh mã hóa, như được mô tả dưới đây đối với Fig.4B. Bộ giải mã âm thanh tâm thính 80 có thể, khi các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59 và tín hiệu nFG mã hóa 61 được quy định là các kênh mã hóa, có thể giải mã các kênh mã hóa để thu được các kênh giải mã và sau đó thực hiện dạng gán lại kênh đối với các kênh giải mã để thu được các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' và tín hiệu nFG nội suy 49'.

Nói cách khác, bộ giải mã âm thanh tâm thính 80 có thể thu được tín hiệu nFG nội suy 49' của tất cả tín hiệu âm thanh trội, mà có thể được biểu thị là khung $X_{ps}(k)$, các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' biểu diễn cho biểu diễn trung gian của thành phần HOA xung quanh, mà có thể được biểu thị là khung $\boldsymbol{C}_{\mathrm{I,AMB}}(k)$. Bộ giải mã âm thanh tâm thính 80 có thể thực hiện bước gán lại kênh này dựa trên các phần tử cú pháp định rõ trong dòng bit 21 hoặc 29, mà có thể bao gồm bước định rõ vectơ gán, cho mỗi kênh vận chuyển, chỉ số của chuỗi hệ số có thể chứa của thành phần HOA xung quanh và các phần tử cú pháp khác biểu thị tập hợp các vectơ V hoạt động. Trong trường hợp bất kỳ, bộ giải mã âm thanh tâm thính 80 có thể chuyển các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47'cho bộ lập công thức hệ số HOA 82 và tín hiệu nFG 49' cho bộ sắp xếp lại 84.

Nói cách khác, bộ giải mã âm thanh tâm thính 80 có thể thu được tín hiệu nFG nội suy 49' của tất cả tín hiệu âm thanh trội, mà có thể được biểu thị là khung $X_{ps}(k)$, các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' biểu diễn cho biểu diễn trung gian của thành phần HOA xung quanh, mà có thể được biểu thị là khung $\boldsymbol{C}_{\mathrm{I,AMB}}(k)$. Bộ giải mã âm thanh tâm thính 80 có thể thực hiện bước gán lại kênh này dựa trên các phần tử cú

pháp định rõ trong dòng bit 21 hoặc 29, mà có thể bao gồm bước định rõ vectơ gán, cho mỗi kênh vận chuyển, chỉ số của chuỗi hệ số có thể chứa của thành phần HOA xung quanh và các phần tử cú pháp khác biểu thị tập hợp các vectơ V hoạt động. Trong trường hợp bất kỳ, bộ giải mã âm thanh tâm thính 80 có thể chuyển các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47'cho bộ lập công thức hệ số HOA 82 và tín hiệu nFG 49' cho bộ sắp xếp lại 84.

Tóm lại, các hệ số HOA có thể được xác định lại từ tín hiệu dựa trên vectơ theo cách được mô tả ở trên. Trước tiên quá trình khử lượng tử hóa vô hướng có thể được thực hiện cho mỗi vectơ V để tạo ra $\mathcal{M}_{\mathrm{VEC}}(k)$, trong đó các vectơ riêng thứ i của khung hiện thời có thể được biểu thị là $\boldsymbol{v}_{\mathrm{I}}^{(i)}(k)$. Các vectơ V có thể đã được khai triển từ các hệ số HOA bằng cách sử dụng phép biến đổi nghịch đảo tuyến tính (như khai triển giá trị suy biến, phân tích thành phần gốc, biến đổi Karhunen-Loeve, biến đổi Hotelling, khai triển trực giao chính, hoặc khai triển giá trị đặc trưng), như được mô tả ở trên. Quá trình khai triển cũng xuất ra, trong trường hợp khai triển giá trị suy biến, các vectơ $S[k]$ và $U[k]$, mà có thể được kết hợp để tạo ra ma trận $US[k]$. Các phần tử vectơ riêng trong ma trận $US[k]$ này có thể được biểu thị là $X_{PS}(k,l)$.

Quá trình nội suy không gian-thời gian có thể được thực hiện đối với $\mathcal{M}_{\mathrm{VEC}}(k)$ và $\mathcal{M}_{\mathrm{VEC}}(k-1)$ (mà biểu thị các vectơ V từ khung trước đó với các vectơ riêng $\mathcal{M}_{\mathrm{VEC}}(k-1)$ được biểu thị là $\boldsymbol{v}_{\mathrm{O}}^{(i)}(k)$). Phương pháp nội suy không gian được, theo một ví dụ, điều khiển bởi $w_{\mathrm{VEC}}(l)$. Tiếp theo bước nội suy, vectơ V nội suy thứ i ($\overline{\boldsymbol{v}^{(i)}(k,l)}$) sau đó được nhân với $US[k]$ thứ i (mà được biểu thị là $X_{PS,i}(k,l)$) để xuất ra cột thứ i của biểu diễn HOA ($\boldsymbol{c}_{\mathrm{VEC}}^{(i)}(k,l)$). Sau đó các vectơ cột có thể được cộng lại để tạo ra biểu diễn HOA của các tín hiệu dựa trên vectơ. Theo cách này, biểu diễn nội suy được khai triển của các hệ số HOA được thu cho khung bằng cách thực hiện nội suy đối với $\boldsymbol{v}_{\mathrm{I}}^{(i)}(k)$ và $\boldsymbol{v}_{\mathrm{O}}^{(i)}(k)$, như được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Fig.4B là sơ đồ khối minh họa chi tiết hơn một ví dụ khác của thiết bị mã hóa âm thanh 24. Ví dụ thể hiện trên Fig.4B của thiết bị giải mã âm thanh 24 được biểu thị là thiết bị giải mã âm thanh 24'. Thiết bị giải mã âm thanh 24' thực chất tương tự với thiết bị giải mã âm thanh 24 thể hiện trong ví dụ trên Fig.4A ngoại trừ bộ giải mã âm thanh tâm thính 902 của thiết bị giải mã âm thanh 24' không thực hiện bước gán lại kênh mô tả

ở trên. Thay vào đó, thiết bị mã hóa âm thanh 24' bao gồm bộ gán lại kênh riêng 904 mà thực hiện gán lại kênh được mô tả ở trên. Theo ví dụ trên Fig.4B, bộ giải mã âm thanh tâm thính 902 nhận các kênh mã hóa 900 và thực hiện giải mã âm thanh tâm thính đối với các kênh mã hóa 900 để thu được các kênh giải mã 901. Bộ giải mã âm thanh tâm thính 902 có thể xuất ra kênh giải mã 901 cho bộ gán lại kênh 904. Bộ gán lại kênh 904 này sau đó có thể thực hiện bước gán lại kênh được mô tả ở trên đối với kênh giải mã 901 để thu được các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' và tín hiệu nFG nội suy 49'.

Bộ nội suy không gian-thời gian 76 có thể hoạt động theo cách tương tự cách được mô tả ở trên đối với bộ nội suy không gian-thời gian 50. Bộ nội suy không gian-thời gian 76 có thể nhận các vectơ V[k] chính được rút gọn 55_k *và* thực hiện phép nội suy không gian-thời gian đối với các vectơ V[k] chính được rút gọn 55_k và các vectơ V[k-1] chính rút gọn 55_{k-1} để tạo ra các vectơ V[k] chính được nội suy 55_k''. Bộ nội suy không gian-thời gian 76 có thể chuyển tiếp các vectơ V[k] chính được nội suy V[k] đến bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770.

Bộ trích xuất 72 cũng có thể xuất ra tín hiệu 757 biểu thị khi một trong các hệ số HOA xung quanh đang trong quá trình chuyển tiếp đến bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770, bộ tăng giảm cường độ (fade unit) này sau đó có thể xác định xem SHCBG47' (trong đó SHCBG47' cũng có thể được ký hiệu là "các kênh HOA xung quanh 47'" hoặc "các hệ số HOA xung quanh 47'") và các phần tử của các vectơ V[k] chính nội suy 55k'' nào được tăng cường độ hoặc giảm cường độ. Trong một số ví dụ, bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770 có thể thao tác ngược với mỗi trong số các hệ số HOA xung quanh 47' và các phần tử của các vectơ V[k] chính nội suy 55k''. Tức là, bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770 có thể thực hiện tăng cường độ hoặc giảm cường độ, hoặc cả tăng cường độ và giảm cường độ đối với một trong các hệ số HOA xung quanh 47' tương ứng, trong khi thực hiện tăng cường độ hoặc giảm cường độ hoặc cả tăng cường độ và giảm cường độ đối với một trong các phần tử tương ứng của các vectơ V[k] chính nội suy 55k''. Bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770 có thể xuất ra các hệ số HOA xung quanh được điều chỉnh 47'' cho bộ lập công thức hệ số HOA 82 và các vectơ V[k] chính được điều chỉnh 55k'' cho bộ lập công thức chính 78. Theo khía cạnh này, bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770 là bộ được tạo cấu hình để thực hiện thao tác giảm cường độ đối với các khía

cạnh khác nhau của các hệ số HOA hoặc đạo hàm của chúng, ví dụ, dưới dạng các hệ số HOA xung quanh 47' và các phần tử của các vectơ V[k] chính nội suy 55k''.

Bộ lập công thức chính 78 có thể là bộ được tạo cấu hình để thực hiện phép nhân ma trận đối với các vectơ V[k] chính được điều chỉnh 55k'' và tín hiệu nFG nội suy 49' để tạo ra các hệ số HOA chính 65. Theo khía cạnh này, bộ lập công thức chính 78 có thể kết hợp các đối tượng âm thanh 49' (là cách khác để biểu thị tín hiệu nFG nội suy 49') với các vectơ 55k''' để tái tạo các hệ số HOA chính hoặc, nói cách khác, các khía cạnh trội của các hệ số HOA 11'. Bộ lập công thức chính 78 có thể thực hiện phép nhân ma trận các tín hiệu nFG nội suy 49' với các vectơ V[k] chính được điều chỉnh 55k'''.

Bộ lập công thức hệ số HOA 82 có thể bổ sung các hệ số HOA chính 65 vào các hệ số HOA xung quanh được điều chỉnh 47'' để thu được các hệ số HOA 11' (146). Chú thích đầu phản ánh rằng các hệ số HOA 11' tương tự nhưng không giống các hệ số HOA 11. Các khác biệt giữa các hệ số HOA 11 và 11' có thể gây ra bởi sự hao hụt do truyền qua môi trường truyền mất dữ liệu, lượng tử hóa hoặc các hoạt động mất dữ liệu khác.

Fig.5A là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của thiết bị mã hóa âm thanh, chẳng hạn như thiết bị mã hóa âm thanh 20 thể hiện trong ví dụ trên Fig.3A, trong quá trình thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật tổng hợp dựa trên vectơ được mô tả trong sáng chế này. Ban đầu, thiết bị mã hóa âm thanh 20 nhận các hệ số HOA 11 (106). Thiết bị mã hóa âm thanh 20 này có thể triệu gọi bộ LIT 30, mà có thể áp dụng LIT đối với các hệ số HOA để xuất ra các hệ số HOA biến đổi (ví dụ, trong trường hợp SVD, các hệ số HOA biến đổi có thể bao gồm các vectơ US[k] 33 và các vectơ V[k] 35) (107).

Tiếp theo, thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể triệu gọi bộ tính toán thông số 32 thực hiện phân tích mô tả ở trên đối với tổ hợp bất kỳ của các vectơ US[k] 33, vectơ US[k-1] 33, vectơ V[k] và/hoặc các vectơ V[k-1] 35 để nhận biết các thông số khác nhau theo cách nêu trên. Tức là, bộ tính tham số 32 có thể xác định ít nhất một thông số dựa trên phân tích các hệ số HOA biến đổi 33/35 (108).

Thiết bị mã hóa âm thanh 20 sau đó có thể triệu gọi bộ sắp xếp lại 34, mà có thể sắp xếp lại các hệ số HOA biến đổi (mà theo ngữ cảnh SVD, có thể chỉ các vectơ US[k] 33 và các vectơ V[k] 35) dựa trên thông số để tạo ra các hệ số HOA biến đổi được sắp xếp lại 33'/35' (hoặc, nói cách khác, các vectơ US[k] 33' và các vectơ V[k] 35'), như

được mô tả ở trên (109). Thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể, trong bất kỳ các hoạt động trên đây hoặc các hoạt động sau này, còn triệu gọi bộ phân tích trường âm thanh 44. Bộ phân tích trường âm thanh 44 có thể, như mô tả ở trên, thực hiện phân tích trường âm thanh đối với các hệ số HOA 11 và/hoặc các hệ số HOA biến đổi 33/35 để xác định tổng số kênh chính (nFG) 45, bậc của trường âm thanh phụ (N_{BG}) và số lượng (nBGa) và các chỉ số (i) của các kênh BG HOA bổ sung để gửi (mà có thể được ký hiệu chung là thông tin kênh nền 43 trong ví dụ trên Fig.3A) (109).

Thiết bị mã hóa âm thanh 20 cũng có thể triệu gọi bộ chọn lọc nền 48. Bộ chọn lọc nền 48 có thể xác định các hệ số HOA nền hoặc xung quanh 47 dựa trên thông tin kênh nền 43 (110). Thiết bị mã hóa âm thanh 20 còn có thể triệu gọi bộ lựa chọn chính 36, bộ này có thể chọn các vectơ US[k] sắp xếp lại 33' và các vectơ V[k] sắp xếp lại 35' mà biểu diễn các thành phần chính hoặc khác biệt của trường âm thanh dựa trên nFG 45 (mà có thể biểu diễn một hoặc nhiều chỉ số nhận diện các vectơ chính) (112).

Thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể triệu gọi bộ bù năng lượng 38. Bộ bù năng lượng 38 có thể thực hiện việc bù năng lượng cho các hệ số HOA xung quanh 47 để bù cho sự mất năng lượng do việc loại bỏ các kênh khác nhau trong số các hệ số HOA bởi bộ chọn lọc nền 48 (114) và nhờ đó tạo ra các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47'.

Thiết bị mã hóa âm thanh 20 cũng có thể triệu gọi bộ nội suy không gian - thời gian 50. Bộ nội suy không gian-thời gian 50 có thể thực hiện nội suy không gian-thời gian đối với các hệ số HOA biến đổi sắp xếp lại 33'/35' để thu được tín hiệu chính được nội suy 49' (mà cũng có thể được gọi là "tín hiệu nFG nội suy 49'") và thông tin định hướng chính còn lại 53 (mà cũng có thể được gọi là các vectơ "V[*k*] 53") (116). Thiết bị mã hóa âm thanh 20 sau đó có thể triệu gọi bộ rút gọn hệ số 46. Bộ rút gọn hệ số 46 này có thể thực hiện việc rút gọn hệ số cho các vectơ V[k] chính còn lại 53 dựa trên thông tin kênh nền 43 để thu được thông tin định hướng chính được rút gọn 55 (mà cũng có thể được gọi là các vectơ V[k] chính được rút gọn 55) (118).

Thiết bị mã hóa âm thanh 20 sau đó có thể triệu gọi bộ mã hóa vectơ V 52 nén, theo cách nêu trên, các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 và tạo ra các vectơ V[k] chính mã hóa 57 (120).

Thiết bị mã hóa âm thanh 20 cũng có thể triệu gọi bộ mã hóa âm thanh tâm thính 40. Bộ mã hóa âm thanh tâm thính 40 có thể mã hóa tâm thính học mỗi vectơ của các hệ số HOA xung quanh bù năng lượng 47' và các tín hiệu nFG nội suy 49' để tạo ra các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59 và tín hiệu nFG được mã hóa 61. Sau đó, thiết bị mã hóa âm thanh có thể triệu gọi bộ tạo dòng bit 42. Bộ tạo dòng bit 42 này có thể tạo ra dòng bit 21 dựa trên thông tin định hướng chính được mã hóa 57, các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59, tín hiệu nFG mã hóa 61 và thông tin kênh nền 43.

Fig.6 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của thiết bị giải mã âm thanh, chẳng hạn như thiết bị giải mã âm thanh 24 được thể hiện trên Fig.4A, khi thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Lúc đầu, thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể nhận dòng bit 21 (130). Ngay khi nhận dòng bit, thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể triệu gọi bộ trích xuất 72. Để thảo luận, giả định rằng dòng bit 21 chỉ báo rằng việc tái cấu trúc dựa trên vectơ sẽ được thực hiện, bộ trích xuất 72 có thể phân tích dòng bit này để tìm được thông tin nêu trên, chuyển thông tin này đến bộ tái cấu trúc dựa trên vectơ 92.

Nói cách khác, bộ trích xuất 72 có thể trích thông tin định hướng chính được mã hóa 57 (mà còn được gọi là các vectơ V[k] chính mã hóa 57), các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59 và tín hiệu chính mã hóa (còn được gọi là tín hiệu nFG chính mã hóa 59 hoặc các đối tượng âm thanh chính mã hóa 59) từ dòng bit 21 theo cách được mô tả ở trên (132).

Thiết bị giải mã âm thanh 24 còn có thể triệu gọi bộ khử lượng tử hóa 74. Bộ khử lượng tử hóa 74 có thể giải mã entropy và khử lượng tử hóa thông tin định hướng chính được mã hóa 57 để thu được thông tin định hướng chính được rút gọn 55k(136). Thiết bị giải mã âm thanh 24 còn có thể triệu gọi bộ giải mã tâm thính học 80. Bộ giải mã âm thanh tâm thính 80 có thể giải mã các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59 và các tín hiệu nổi bật được mã hóa 61 để thu được các hệ số HOA xung quanh được mã hóa bù năng lượng 47' và các tín hiệu nổi bật nội suy 49' (138). Bộ giải mã âm thanh tâm thính 80 có thể chuyển các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' cho bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770 và tín hiệu nFG 49' cho bộ lập công thức chính 78.

Tiếp theo, thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể triệu gọi bộ nội suy không gian-thời gian 76. Bộ nội suy không gian-thời gian 76 này có thể nhận thông tin định hướng chính

được sắp xếp lại 55k' và thực hiện nội suy không gian-thời gian đối với thông tin định hướng chính được rút gọn 55k/55k-1 để tạo thông tin định hướng chính được nội suy 55k'' (140). Bộ nội suy không gian-thời gian 76 có thể chuyển tiếp các vectơ *V[k]* chính được nội suy V[k] cho bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770.

Thiết bị giải mã âm thanh 24 còn có thể triệu gọi bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770. Bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770 có thể nhận hoặc bằng cách khác thu được các phần tử cú pháp (ví dụ, từ bộ trích xuất 72) chỉ báo khi nào các hệ số HOA xung quanh bù năng lượng 47' đang chuyển tiếp (ví dụ, phần tử cú pháp AmbCoeffTransition). Bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770, dựa trên các phần tử cú pháp chuyển tiếp và thông tin trạng thái chuyển tiếp được duy trì, có thể tăng cường độ hoặc giảm cường độ các hệ số HOA xung quanh bù năng lượng 47' xuất các hệ số HOA xung quanh điều chỉnh 47'' đến bộ lập phương trình hệ số HOA 82. Bộ tăng giảm cường độ (fade unit) 770, dựa trên các phần tử cú pháp và thông tin trạng thái chuyển tiếp được duy trì, có thể giảm cường độ hoặc tăng cường độ một hoặc nhiều phần tử tương ứng của các vectơ V[k] chính được nội suy 55k'' xuất ra các vectơ V[k] chính được điều chỉnh 55_k''' cho bộ lập công thức chính 78 (142).

Thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể triệu gọi bộ lập công thức chính 78. Bộ lập công thức chính 78 này có thể thực hiện nhân ma trận tín hiệu nFG 49' với thông tin định hướng chính được điều chỉnh 55k''' để thu được các hệ số HOA chính 65 (144). Thiết bị giải mã âm thanh 24 cũng có thể triệu gọi bộ lập công thức hệ số HOA 82. Bộ lập công thức hệ số HOA 82 có thể bổ sung các hệ số HOA chính 65 vào các hệ số HOA xung quanh được điều chỉnh 47'' để thu được các hệ số HOA 11' (146).

Fig.7 là sơ đồ khối minh họa chi tiết hơn về bộ mã hóa vectơ v 52 làm ví dụ mà có thể được dùng trong thiết bị mã hóa âm thanh 20 trên Fig.3A. Bộ mã hóa vectơ v 52 bao gồm bộ khai triển 502 và bộ lượng tử hóa 504. Bộ khai triển 502 này có thể khai triển mỗi trong số các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 thành tổng các vectơ mã có trọng số dựa trên các vectơ mã 63. Bộ khai triển 502 có thể tạo ra các trọng số 506 và cung cấp các trọng số 506 này cho bộ lượng tử hóa 504. Bộ lượng tử hóa 504 có thể lượng tử hóa các trọng số 506 để tạo ra các trọng số được mã hóa 57.

Fig.8 là sơ đồ khối minh họa chi tiết hơn về bộ mã hóa vectơ v 52 làm ví dụ mà có thể được dùng trong thiết bị mã hóa âm thanh 20 trên Fig.3A. Bộ mã hóa vectơ v 52 bao

gồm bộ khai triển 502, bộ lựa chọn trọng số 510, và bộ lượng tử hóa 504. Bộ khai triển 502 này có thể khai triển mỗi trong số các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 thành tổng vectơ mã có trọng số dựa trên các vectơ mã 63. Bộ khai triển 502 có thể tạo ra các trọng số 514 và cung cấp các trọng số 514 này cho bộ lựa chọn trọng số 510. Bộ lựa chọn trọng số 510 này có thể lựa chọn tập hợp con các trọng số 514 để tạo ra tập hợp con các trọng số 516 được chọn, và cung cấp tập hợp con các trọng số 516 được chọn này cho bộ lượng tử hóa 504. Bộ lượng tử hóa 504 này có thể lượng tử hóa tập hợp con các trọng số 516 được chọn để tạo ra các trọng số được mã hóa 57.

Fig.9 là sơ đồ khái niệm minh họa trường âm thanh tạo ra từ vectơ v. Fig.10 là sơ đồ khái niệm minh họa trường âm thanh tạo ra từ kiểu bậc thứ 25 của vectơ V được mô tả ở trên đối với Fig.9. Fig.11 là sơ đồ khái niệm minh họa việc gán trọng số mỗi bậc cho kiểu bậc thứ 25 thể hiện trên Fig.10. Fig.12 là sơ đồ khái niệm minh họa kiểu bậc thứ năm của vectơ v được mô tả ở trên đối với Fig.9. Fig.13 là sơ đồ khái niệm minh họa việc gán trọng số mỗi bậc cho kiểu bậc thứ năm thể hiện trên Fig.12.

Fig.14 là sơ đồ khái niệm minh họa các kích thước ví dụ của các ma trận ví dụ được dùng để thực hiện khai triển giá trị suy biến. Như được thể hiện trên Fig.14, ma trận U_{FG} được bao gồm trong ma trận U, ma trận S_{FG} được bao gồm trong ma trận S, và ma trận $V_{FG}{}^{T}$ được bao gồm trong ma trận V^{T}.

Theo các ma trận làm ví dụ trên Fig.14, ma trận U_{FG} có các kích thước 1280x2 trong đó 1280 tương ứng với số mẫu, và 2 tương ứng với số vectơ chính được chọn cho việc mã hóa chính. Ma trận U có các kích thước 1280x25 trong đó 1280 tương ứng với số mẫu, và 25 tương ứng với số kênh trong tín hiệu âm thanh HOA. Số kênh có thể bằng $(N+1)^2$ trong đó N bằng bậc của tín hiệu âm thanh HOA.

Ma trận S_{FG} có các kích thước 2x2 trong đó mỗi số 2 tương ứng với số vectơ chính được chọn cho việc mã hóa chính. Ma trận S có các kích thước 25x25 trong đó mỗi số 25 tương ứng với số kênh trong tín hiệu âm thanh HOA.

Ma trận $V_{FG}{}^{T}$ có các kích thước 25x2 trong đó 25 tương ứng với số kênh trong tín hiệu âm thanh HOA, và 2 tương ứng với số vectơ chính được chọn cho việc mã hóa chính. Ma trận V^{T} có các kích thước 25x25 trong đó mỗi số 25 tương ứng với số kênh trong tín hiệu âm thanh HOA.

Như được thể hiện trên Fig.14, ma trận U_{FG}, ma trận S_{FG}, và ma trận V_{FG}^{T} có thể được nhân với nhau để tạo ra ma trận H_{FG}. Ma trận H_{FG} có các kích thước 1280x25 trong đó 1280 tương ứng với số mẫu, và 25 tương ứng với số kênh trong tín hiệu âm thanh HOA.

Fig.15 là sơ đồ minh họa sự cải thiện hiệu suất làm ví dụ mà có thể đạt được bằng cách sử dụng các kỹ thuật mã hóa vectơ v của bản mô tả này. Mỗi hàng biểu diễn một mục kiểm tra, và các cột biểu thị từ trái sang phải, số mục kiểm tra, tên mục kiểm tra, các bit trên mỗi khung kết hợp với mục kiểm tra, tốc độ bit sử dụng một hoặc nhiều kỹ thuật mã hóa vectơ v làm ví dụ của sáng chế này, và tốc độ bit thu được bằng cách sử dụng các kỹ thuật mã hóa vectơ v khác (ví dụ, lượng tử hóa vô hướng các thành phần vectơ v mà không khai triển vectơ v). Như được thể hiện trên Fig.15, các kỹ thuật của bản mô tả này có thể, trong một số ví dụ, tạo ra sự cải tiến quan trọng trong tốc độ bit liên quan đến các kỹ thuật khác mà không khai triển vectơ v thành các trọng số và/hoặc lựa chọn tập hợp con các trọng số để lượng tử hóa.

Trong một số ví dụ, các kỹ thuật của bản mô tả này có thể thực hiện lượng tử hóa vectơ V dựa trên tập hợp các vectơ có hướng. Vectơ V có thể được biểu diễn bởi tổng có trọng số của các vectơ có hướng. Trong một số ví dụ, đối với tập hợp các vectơ có hướng cho trước mà trực giao với nhau, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể tính toán giá trị trọng số cho mỗi vectơ có hướng. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn N giá trị trọng số lớn nhất, {w_i}, và các vectơ có hướng tương ứng, {o_i}. Bộ mã hóa vectơ v 52 có thể truyền các chỉ số {i} cho bộ giải mã mà tương ứng với các giá trị trọng số được chọn và/hoặc các vectơ có hướng. Trong một số ví dụ, khi tính toán giá trị trọng số lớn nhất, bộ mã hóa vectơ V 52 có thể sử dụng các giá trị tuyệt đối (bằng cách bỏ qua thông tin chữ ký). Bộ mã hóa vectơ v 52 có thể lượng tử hóa N giá trị trọng số lớn nhất, {w_i}, để tạo ra các giá trị trọng số được lượng tử hóa {w^_i}. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể truyền các chỉ số lượng tử hóa {w^_i} cho bộ giải mã. Tại bộ giải mã, vectơ V được lượng tử hóa có thể được tổng hợp là sum_i (w^_i * o_i)

Trong một số ví dụ, các kỹ thuật của sáng chế này có thể tạo ra sự cải tiến có nghĩa về hiệu suất. Ví dụ, so với việc sử dụng lượng tử hóa vô hướng tiếp theo mã hóa Huffman, việc giảm tốc độ bit có thể đạt được khoảng 85%. Ví dụ, lượng tử hóa vô hướng tiếp theo mã hóa Huffman có thể, trong một số ví dụ, cần tốc độ bit 16,26 kbps

(kilo bit trên giây) trong khi các kỹ thuật của sáng chế này có thể, trong một số ví dụ, có khả năng mã hóa ở tốc độ bit 2,75 kbsp.

Xét ví dụ trong đó X vectơ mã từ bảng mã (và X giá trị trọng số tương ứng) được dùng để mã hóa a vectơ V. Trong một số ví dụ, bộ tạo dòng bit 42 có thể tạo ra dòng bit21 sao cho mỗi vectơ V được biểu diễn bởi 3 loại thông số: (1) số lượng chỉ số X mỗi chỉ số này trỏ đến một vectơ riêng trong bảng mã của các vectơ mã (ví dụ, bảng mã của các vectơ có hướng được chuẩn hóa); (2) số lượng trọng số (X) tương ứng trỏ đến các chỉ số ở trên; và (3) bit ký hiệu cho mỗi trong số các trọng số (X) ở trên. Trong một số trường hợp, số lượng trọng số X có thể được lượng tử hóa thêm bằng cách sử dụng phương pháp lượng tử hóa vectơ (VQ) khác nữa.

Bảng mã khai triển được dùng để xác định các trọng số trong ví dụ này có thể được chọn từ tập hợp các bảng mã ứng viên. Ví dụ, bảng mã có thể là 1 trong số 8 bảng mã khác nhau. Mỗi bảng mã này có thể có chiều dài khác nhau. Do vậy, ví dụ, bảng mã kích thước 49 không những có thể được dùng để xác định các trọng số có nội dung HOA bậc thứ 6, mà các kỹ thuật của sáng chế này còn đưa ra tùy chọn sử dụng bất kỳ một trong số 8 bảng mã có kích thước khác nhau.

Bảng mã lượng tử hóa được dùng cho VQ của các trọng số có thể, trong một số ví dụ, cũng có số lượng các bảng mã có thể tương ứng giống số lượng bảng mã khai triển có thể được dùng để xác định các trọng số. Do đó, trong một số ví dụ, có thể có số bảng mã khác nhau thay đổi để xác định các trọng số và số lượng bảng mã thay đổi để lượng tử hóa các trọng số.

Trong một số ví dụ, số lượng trọng số được dùng để đánh giá vectơ V (ví dụ, số lượng trọng số được chọn để lượng tử hóa) có thể thay đổi. Ví dụ, tiêu chuẩn sai số ngưỡng có thể được thiết lập và số lượng trọng số (X) được chọn để lượng tử hóa có thể phụ thuộc vào việc đạt đến ngưỡng sai số trong đó ngưỡng sai số này, trong đó ngưỡng sai số được xác định ở trên trong phương trình (10).

Trong một số ví dụ, một hoặc nhiều trong số các khái niệm nêu trên có thể được báo hiệu trong dòng bit. Xét một ví dụ trong đó số lượng trọng số lớn nhất được dùng để mã hóa vectơ v được thiết lập là 128 trọng số, và tám bảng mã lượng tử hóa khác nhau được dùng để lượng tử hóa các trọng số. Trong ví dụ này, bộ tạo dòng bit 42 có thể tạo ra các trọng số dòng bit 21 sao cho bộ khung truy nhập trong dòng bit 21 biểu thị số lượng

chỉ số lớn nhất có thể được dùng trên cơ sở khung-khung. Trong ví dụ này, số lượng chỉ số lớn nhất là số từ 0 đến 128, cho nên dữ liệu nêu trên có thể dùng 7 bit trong bộ khung truy nhập.

Trong ví dụ nêu trên, trên cơ sở khung-khung, bộ tạo dòng bit 42 có thể tạo ra dòng bit 21 để bao gồm dữ liệu biểu thị: (1) bảng mã nào trong số 8 bảng mã được dùng để thực hiện VQ (cho mọi vectơ V); và (2) số lượng chỉ số thực tế (X) được dùng để mã hóa mỗi vectơ V. Dữ liệu biểu thị bảng mã nào trong số 8 bảng mã được dùng để thực hiện VQ có thể dùng 3 bit trong ví dụ này. Dữ liệu biểu thị số lượng chỉ số thực tế (X) được dùng để mã hóa mỗi vectơ V có thể được xác định bởi số lượng chỉ số lớn nhất định rõ trong bộ khung truy nhập. Dữ liệu này có thể thay đổi từ 0 bit đến 7 bit trong ví dụ này.

Trong một số ví dụ, bộ tạo dòng bit 42 có thể tạo ra dòng bit 21 để bao gồm: (1) các chỉ số mà biểu thị các vectơ có hướng nào được chọn và được truyền (theo các giá trị trọng số được tính); và (2) (các) giá trị trọng số cho mỗi vectơ có hướng được chọn. Trong một số ví dụ, sáng chế này có thể cung cấp các kỹ thuật để lượng tử hóa các vectơ V bằng cách sử dụng phương pháp khai triển trên bảng mã các vectơ mã điều hòa cầu chuẩn hóa.

Fig.17 là sơ đồ minh họa 16 vectơ mã khác nhau từ 63A đến 63P được biểu diễn trong miền không gian mà có thể được dùng bởi bộ mã hóa vectơ V 52 thể hiện trong ví dụ của một trong số hai hoặc cả hai Fig.7 và Fig.8. Các vectơ mã từ 63A đến 63P có thể biểu diễn một hoặc nhiều vectơ mã 63 mô tả ở trên.

Fig.18 là sơ đồ minh họa các cách khác nhau trong đó 16 vectơ mã khác nhau từ 63A đến 63P có thể được bộ mã hóa vectơ V 52 sử dụng thể hiện trong ví dụ của một trong số hai hoặc cả hai Fig.7 và Fig.8. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể nhận vectơ V[k] chính được rút gọn 55, mà được thể hiện sau khi được kết xuất cho miền không gian và được biểu thị là vectơ V 55. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể thực hiện lượng tử hóa vectơ mô tả ở trên để tạo ra 3 phiên bản mã hóa khác nhau của vectơ V 55. 3 phiên bản mã hóa khác nhau của vectơ V 55 được thể hiện sau khi được kết xuất cho miền không gian và được biểu thị là vectơ V được mã hóa 57A, vectơ V được mã hóa 57B và các vectơ V được mã hóa 57C. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn một trong số các vectơ V được

mã hóa 57A đến 57C là một trong số các vectơ V[k] chính được mã hóa 57 tương ứng với vectơ V 55.

Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể tạo ra mỗi trong số các vectơ V được mã hóa 57A đến 57C dựa trên các vectơ mã từ 63A đến 63P ("các vectơ mã 63") thể hiện chi tiết hơn trong ví dụ trên Fig.17. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể tạo ra vectơ V được mã hóa 57A dựa trên tất cả 16 trong số 63 vectơ mã như thể hiện trong đồ thị 300A trong đó tất cả 16 chỉ số được xác định cùng 16 giá trị trọng số. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể tạo ra vectơ V được mã hóa 57A dựa vào tập con khác 0 của các vectơ mã 63 (ví dụ, các vectơ mã 63 bao gồm trong hộp vuông và gắn với các chỉ số 2, 6 và 7 như thể hiện trong đồ thị 300B quy định rằng các chỉ số khác có trọng số bằng 0). Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể tạo ra vectơ V được mã hóa 57C bằng cách sử dụng 3 vectơ mã 63 giống nhau mà đã được dùng khi tạo ra vectơ V được mã hóa 57B ngoại trừ vectơ V 55 gốc được lượng tử hóa đầu tiên.

Xem lại việc kết xuất của các vectơ V được mã hóa từ 57A đến 57C so với vectơ V 55 gốc minh họa rằng việc lượng tử hóa vectơ có thể tạo ra biểu diễn gần tương tự của vectơ V 55 gốc (có nghĩa là sai số giữa mỗi trong số các vectơ V được mã hóa từ 57A đến 57C có thể nhỏ). Việc so sánh các vectơ V được mã hóa từ 57A đến 57C với nhau cũng biểu thị rằng chỉ có sự khác biệt nhỏ và nhẹ. Do vậy, một trong số các vectơ V được mã hóa từ 57A đến 57C cho phép rút gọn bit tốt nhất thích hợp với một trong số các vectơ V được mã hóa từ 57A đến 57C mà bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn. Mặc dù vectơ V được mã hóa 57C cung cấp tốc độ bit nhỏ nhất thích hợp nhất (cho dù vectơ V được mã hóa 57C sử dụng phiên bản lượng tử hóa của vectơ V 55 trong khi cũng sử dụng duy nhất 3 vectơ mã 63), bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn vectơ V được mã hóa 57C là một trong số các vectơ V[k] chính được mã hóa 57 tương ứng với vectơ V 55.

Fig.21 là sơ đồ khối minh họa bộ lượng tử hóa vectơ làm ví dụ 520 theo bản mô tả này. Trong một số ví dụ, bộ lượng tử hóa vectơ 520 có thể là một ví dụ của bộ mã hóa vectơ V 52 trong thiết bị mã hóa âm thanh 20 trên Fig.3A hoặc trong thiết bị mã hóa âm thanh 20 trên Fig.3B. Bộ lượng tử hóa vectơ 520 bao gồm bộ khai triển 522, bộ chọn và sắp xếp trọng số 524, và bộ chọn vectơ 526. Bộ khai triển 522 có thể khai triển mỗi trong số các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 thành tổng vectơ mã có trọng số dựa trên các

vectơ mã 63. Bộ khai triển 522 có thể tạo ra các giá trị trọng số 528 và cung cấp các giá trị trọng số 528 cho bộ chọn và sắp xếp trọng số 524.

Bộ chọn và sắp xếp trọng số 524 này có thể chọn tập hợp con các giá trị trọng số để tạo ra tập hợp con các giá trị trọng số được chọn. Ví dụ, bộ chọn và sắp xếp trọng số 524 có thể lựa chọn M giá trị trọng số lớn nhất từ tập hợp giá trị trọng số 528. Bộ chọn và sắp xếp trọng số 524 còn có thể sắp xếp lại tập hợp con các giá trị trọng số được chọn dựa trên độ lớn của các giá trị trọng số để tạo ra tập hợp con các giá trị trọng số đã chọn được sắp xếp lại 530, và cung cấp tập hợp con các giá trị trọng số đã chọn được sắp xếp lại 530 này cho bộ chọn vectơ 526.

Bộ chọn vectơ 526 có thể chọn vectơ thành phần M từ bảng mã lượng tử hóa 532 để biểu diễn M giá trị trọng số. Nói cách khác, bộ chọn vectơ 526 có thể lượng tử hóa vectơ cho M giá trị trọng số này. Trong một số ví dụ, M có thể tương ứng với số lượng giá trị trọng số được chọn bởi bộ chọn và sắp xếp trọng số 524 để biểu diễn vectơ V. Bộ lựa chọn vectơ 526 có thể tạo ra dữ liệu biểu thị vectơ thành phần M được chọn để biểu diễn cho M giá trị trọng số, và cung cấp dữ liệu này cho bộ tạo dòng bit 42 dưới dạng các trọng số được mã hóa 57. Trong một số ví dụ, bảng mã lượng tử hóa 532 có thể bao gồm nhiều vectơ thành phần M mà được lập chỉ số, và dữ liệu biểu thị vectơ thành phần M này có thể là giá trị chỉ số trong bảng mã lượng tử hóa 532 mà trỏ đến vectơ được chọn. Trong các ví dụ này, bộ giải mã có thể bao gồm bảng mã lượng tử hóa được chỉ số hóa tương tự để giải mã giá trị chỉ số.

Fig.6A là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ lượng tử hóa vectơ trong quá trình thực hiện các khía cạnh theo các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Như được mô tả ở trên liên quan đến Fig.21, bộ lượng tử hóa vectơ 520 bao gồm bộ khai triển 522, bộ chọn và sắp xếp trọng số 524, và bộ chọn vectơ 526. Bộ khai triển 522 có thể khai triển mỗi trong số các vectơ V[k] chính được rút gọn 55 thành tổng vectơ mã có trọng số dựa trên các vectơ mã 63 (750). Bộ khai triển 522 này có thể thu được các giá trị trọng số 528 và cung cấp các giá trị trọng số 528 này cho bộ chọn và sắp xếp trọng số 524 (752).

Bộ chọn và sắp xếp trọng số 524 có thể chọn tập hợp con các giá trị trọng số 528 để tạo ra tập hợp con các giá trị trọng số được chọn (754). Ví dụ, bộ chọn và sắp xếp trọng số 524 có thể lựa chọn M giá trị trọng số lớn nhất từ tập hợp giá trị trọng số 528.

Bộ chọn và sắp xếp trọng số 524 còn có thể sắp xếp lại tập hợp con các giá trị trọng số được chọn dựa trên độ lớn các giá trị trọng số để tạo ra tập hợp con các giá trị trọng số đã chọn được sắp xếp lại 530, và cung cấp tập hợp con các giá trị trọng số đã chọn được sắp xếp lại 530 này cho bộ chọn vectơ 526 (756).

Bộ chọn vectơ 526 có thể chọn vectơ thành phần M từ bảng mã lượng tử hóa 532 để biểu diễn M giá trị trọng số. Mặt khác, bộ chọn vectơ 526 có thể lượng tử hóa vectơ M giá trị trọng số (758). Trong một số ví dụ, M có thể tương ứng với số lượng giá trị trọng số được chọn bởi bộ chọn và sắp xếp lại trọng số 524 để biểu diễn một vectơ V. Bộ lựa chọn vectơ 526 có thể tạo ra dữ liệu biểu thị vectơ thành phần M được chọn để biểu diễn cho M giá trị trọng số, và cung cấp dữ liệu này cho bộ tạo dòng bit 42 như các trọng số được mã hóa 57. Trong một số ví dụ, bảng mã lượng tử hóa 532 có thể bao gồm nhiều vectơ thành phần M mà được lập chỉ số, và dữ liệu biểu thị vectơ thành phần M này có thể là giá trị chỉ số trong bảng mã lượng tử hóa 532 mà trỏ đến vectơ được chọn. Trong các ví dụ này, bộ giải mã có thể bao gồm bảng mã lượng tử hóa được chỉ số hóa tương tự để giải mã giá trị chỉ số.

Fig.23 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ tái tạo vectơ V để thực hiện các khía cạnh theo các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Bộ tái tạo vectơ V 74 trên Fig.4A hoặc Fig.4B trước tiên có thể thu được các giá trị trọng số, ví dụ, từ bộ trích xuất 72 sau khi được phân tích từ dòng bit 21 (760). Bộ tái tạo vectơ V 74 cũng có thể thu được các vectơ mã, ví dụ, từ bảng mã bằng cách sử dụng chỉ số được báo hiệu trong dòng bit 21 theo cách được mô tả ở trên (762). Bộ tái tạo vectơ V 74 sau đó có thể tái tạo các vectơ V[k] chính được rút gọn (mà cũng có thể được gọi là các vectơ V) 55 dựa trên các giá trị trọng số và các vectơ mã theo một hoặc nhiều trong số các cách khác nhau được mô tả ở trên (764).

Fig.24 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ mã hóa vectơ V trên Fig.4, khi thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể thu được tốc độ bit đích (mà cũng có thể được gọi là tốc độ bit ngưỡng) 41 (770). Khi tốc độ bit đích 41 lớn hơn 256 Kbps (hoặc tốc độ bit được quy định, được tạo cấu hình hoặc được xác định khác bất kỳ) ("KHÔNG" 772), bộ mã hóa vectơ V 52 có thể xác định để áp dụng và sau đó áp dụng bước lượng tử hóa vô hướng cho các vectơ V 55 (774). Khi tốc độ bit đích 41 thấp hơn hoặc bằng 256 Kbps ("CÓ"

772), bộ tái tạo vectơ V 52 có thể xác định để áp dụng và sau đó áp dụng bước lượng tử hóa vectơ cho các vectơ V 55 (776). Bộ mã hóa vectơ V 52 cũng có thể báo hiệu trong dòng bit 21 mà bước lượng tử hóa vô hướng hoặc vectơ đã được thực hiện đối với các vectơ V 55 (778).

Fig.25 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ tái tạo vectơ V để thực hiện các khía cạnh theo các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Bộ tái tạo vectơ V 74 trên Fig.4A hoặc Fig.4B có thể thu được chỉ báo (như phần tử cú pháp) hoặc liệu bước lượng tử hóa hoặc vectơ đã được thực hiện đối với các vectơ V 55 chưa (780). Khi phần tử cú pháp biểu thị bước lượng tử hóa vô hướng chưa được thực hiện ("KHÔNG" 782), bộ tái tạo vectơ V 74 có thể thực hiện bước khử lượng tử hóa vectơ để tái tạo các vectơ V 55 (784). Khi phần tử cú pháp biểu thị rằng bước lượng tử hóa vô hướng đã được thực hiện ("CÓ" 782), bộ tái tạo vectơ V 74 có thể thực hiện bước khử lượng tử hóa vô hướng để tái tạo các vectơ V 55 (786).

Fig.26 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ mã hóa vectơ V trên Fig.4, khi thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này. Bộ mã hóa vectơ V 52 có thể lựa chọn một trong số nhiều (ví dụ, hai hoặc nhiều) bảng mã để sử dụng khi lượng tử hóa vectơ các vectơ V 55 (790). Bộ mã hóa vectơ V 52 sau đó có thể thực hiện lượng tử hóa vectơ theo cách được mô tả ở trên đối với các vectơ V 55 bằng cách sử dụng một trong số hai hoặc nhiều bảng mã được chọn (792). Bộ mã hóa vectơ V 52 sau đó có thể biểu thị hoặc báo hiệu rằng một trong số hai hoặc nhiều bảng mã đã được sử dụng để lượng tử hóa vectơ V 55 trong dòng bit 21 (794).

Fig.27 là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của bộ tái tạo vectơ V để thực hiện các khía cạnh theo các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Bộ tái tạo vectơ V 74 trên Fig.4A hoặc Fig.4B trước tiên có thể thu được chỉ báo (như phần tử cú pháp) của một trong số hai hoặc nhiều bảng mã được dùng khi lượng tử hóa vectơ V 55 (800). Bộ tái tạo vectơ V 74 sau đó có thể thực hiện khử lượng tử hóa vectơ để tái tạo vectơ V 55 bằng cách sử dụng một trong số hai hoặc nhiều bảng mã được chọn theo cách được mô tả ở trên (802).

Các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật có thể tạo ra thiết bị nêu trong các mệnh đề sau:

Điểm 1. Thiết bị bao gồm phương tiện lưu trữ nhiều bảng mã để sử dụng khi thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian của trường âm thanh, thành phần không gian này thu được nhờ áp dụng phép khai triển đối với nhiều hệ số ambisonic bậc cao, và phương tiện lựa chọn một trong số nhiều bảng mã.

Điểm 2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm phương tiện định rõ phần tử cú pháp trong dòng bit mà bao gồm thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ, phần tử cú pháp nhận diện giá trị trong bảng mã được chọn trong số nhiều bảng mã có giá trị trọng số được dùng khi thực hiện lượng tử hóa vectơ thành phần không gian.

Điểm 3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm phương tiện xác định phần tử cú pháp trong dòng bit mà bao gồm thành phần không gian được lượng tử hóa vectơ, phần tử cú pháp nhận diện chỉ số trong từ điển vectơ có vectơ mã được dùng khi thực hiện lượng tử hóa vectơ thành phần không gian.

Điểm 4 Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương tiện lựa chọn một trong số nhiều bảng mã bao gồm phương tiện chọn một trong số nhiều bảng mã dựa vào số lượng vectơ mã được dùng khi thực hiện lượng tử hóa vectơ.

Các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật có thể cho phép thiết bị được quy định theo các điểm sau đây :

Điểm 5. Thiết bị bao gồm phương tiện để thực hiện khai triển đối với nhiều hệ số HOA để tạo ra phiên bản khai triển của các hệ số HOA này, và phương tiện xác định, dựa vào tập hợp các vectơ mã, một hoặc nhiều giá trị trọng số mà biểu diễn vectơ mà được bao gồm trong phiên bản khai triển của các hệ số HOA, mỗi trong số các giá trị trọng số lần lượt tương ứng với một trong số nhiều trọng số bao gồm trong tổng các vectơ mã có trọng số mà biểu diễn cho vectơ.

Điểm 6. Thiết bị theo điểm 5, trong đó thiết bị này còn bao gồm phương tiện chọn bảng mã khai triển từ tập hợp các bảng mã khai triển ứng viên, trong đó phương tiện xác định, dựa vào tập hợp các vectơ mã, một hoặc nhiều giá trị trọng số bao gồm phương tiện xác định các giá trị trọng số dựa vào tập hợp các vectơ mã được chỉ rõ trong bảng mã khai triển được chọn.

Điểm 7. Thiết bị theo điểm 6, trong đó mỗi trong số các bảng mã khai triển ứng viên bao gồm nhiều vectơ mã, và trong đó ít nhất hai trong số các bảng mã khai triển ứng viên có số vectơ mã khác nhau.

Điểm 8. Thiết bị theo điểm 5, trong đó thiết bị này còn bao gồm phương tiện tạo ra dòng bit để bao gồm một hoặc nhiều chỉ báo mà biểu thị các vectơ mã nào được dùng để xác định các trọng số, và phương tiện tạo ra dòng bit để bao gồm thêm các giá trị trọng số tương ứng với mỗi chỉ số.

Bất kỳ trong số các kỹ thuật trên đây có thể được thực hiện đối với một số bối cảnh khác nhau bất kỳ và các hệ sinh thái âm khác nhau. Một số bối cảnh ví dụ được mô tả dưới đây, mặc dù các kỹ thuật này không chỉ giới hạn ở các bối cảnh ví dụ này. Một hệ sinh thái âm thanh ví dụ có thể bao gồm nội dung âm thanh, xưởng phim, xưởng nhạc, xưởng sản xuất âm thanh trong trò chơi, nội dung âm thanh dựa trên kênh, công cụ mã hóa, gốc âm thanh trong trò chơi, công cụ kết xuất/mã hóa âm thanh trong trò chơi, và hệ thống phân phối.

Các xưởng phim, xưởng nhạc, xưởng sản xuất âm thanh trong trò chơi có thể nhận được nội dung âm thanh. Trong một số ví dụ, nội dung âm thanh này có thể biểu diễn đầu ra của dữ liệu tiếp nhận. Xưởng phim có thể xuất nội dung âm thanh dựa trên kênh (ví dụ, trong 2.0, 5.1, và 7.1) chẳng hạn như bằng cách sử dụng trạm âm thanh số (digital audio workstation - DAW). Xưởng nhạc có thể xuất ra nội dung âm thanh dựa trên kênh (ví dụ, trong 2.0 và 5.1) chẳng hạn như bằng cách sử dụng DAW. Trong mỗi trường hợp, công cụ mã hóa có thể nhận và mã hóa nội dung âm thanh dựa trên kênh dựa trên một hoặc nhiều bộ mã hóa-giải mã (ví dụ, AAC, AC3, Dolby True HD, Dolby Digital Plus, và DTS Master Audio) đối với đầu ra của hệ thống phân phối. Xưởng sản xuất âm thanh trong trò chơi có thể xuất một hoặc nhiều gốc âm thanh trong trò chơi, chẳng hạn như bằng cách sử dụng DAW. Công cụ kết xuất/mã hóa âm thanh trong trò chơi có thể mã hóa và hoặc kết xuất gốc âm thanh thành nội dung âm thanh dựa trên kênh đối với đầu ra của hệ thống phân phối. Một bối cảnh minh họa khác trong đó các kỹ thuật này có thể được thực hiện bao gồm hệ sinh thái âm mà có thể bao gồm các đối tượng âm thanh ghi phát rộng, các hệ thống âm chuyên nghiệp, thu thập trên thiết bị bên thuê bao, định dạng âm HOA, kết xuất trên thiết bị, âm bên thuê bao, TV và các phụ kiện, và các hệ thống âm thanh xe hơi.

Tất cả các đối tượng âm thanh ghi phát rộng, các hệ thống âm chuyên nghiệp, và thu thập trên thiết bị bên thuê bao có thể mã hóa đầu ra của chúng bằng cách sử dụng định dạng âm HOA. Theo cách này, nội dung âm có thể được mã hóa bằng cách sử dụng định dạng âm HOA thành một biểu diễn mà có thể được phát lại bằng cách sử dụng các hệ thống kết xuất trên thiết bị, âm của thuê bao, TV và các phụ kiện, và các hệ thống âm thanh xe hơi. Nói cách khác, một phép biểu diễn của nội dung âm thanh có thể được phát lại tại hệ thống phát lại âm thanh chung (tức là, ngược với việc đòi hỏi cấu hình đặc biệt như 5.1, 7.1, v.v.), chẳng hạn như hệ thống phát lại âm thanh 16.

Các ví dụ khác về bối cảnh trong đó các kỹ thuật này có thể được thực hiện bao gồm hệ sinh thái âm thanh mà có thể bao gồm các phần tử thu, và các phần tử phát lại. Các phần tử thu có thể bao gồm các thiết bị thu có dây và/hoặc không dây (ví dụ, micrô Eigen), thu âm thanh vòm trên thiết bị, và các thiết bị di động (ví dụ, điện thoại di động thông minh và máy tính bảng). Trong một số ví dụ, các thiết bị thu có dây và/hoặc không dây có thể được nối với thiết bị di động thông qua (các) kênh truyền thông có dây và/hoặc không dây.

Theo một hoặc nhiều kỹ thuật theo sáng chế, thiết bị di động có thể được sử dụng để thu trường âm thanh. Ví dụ, thiết bị di động có thể thu trường âm thanh thông qua các thiết bị thu có dây và/hoặc không dây và/hoặc thu âm thanh vòm trên thiết bị (ví dụ, nhiều micrô được tích hợp vào thiết bị di động). Sau đó, thiết bị di động có thể lập mã trường âm thanh thu được thành các hệ số HOA để phát lại bằng một hoặc nhiều phần tử phát lại. Ví dụ, người dùng thiết bị di động có thể ghi (thu trường âm thanh của) sự kiện trực tiếp (ví dụ, cuộc họp, hội thảo, vở kịch, buổi biểu diễn âm nhạc, v.v.), và lập mã những âm thu được thành các hệ số HOA.

Thiết bị di động còn có thể dùng một hoặc nhiều trong số các phần tử phát lại để phát lại trường âm thanh được lập mã HOA. Ví dụ, thiết bị di động có thể giải mã trường âm thanh được lập mã HOA và xuất tín hiệu đến một hoặc nhiều phần tử phát lại mà khiến một hoặc nhiều phần tử phát lại tạo lại trường âm thanh này. Ví dụ, thiết bị di động có thể dùng các kênh truyền thông có dây và/hoặc không dây để xuất tín hiệu đến một hoặc nhiều loa (ví dụ, dàn loa, thanh loa, v.v.). Ví dụ khác, thiết bị di động có thể dùng các giải pháp lưu động để xuất tín hiệu đến một hoặc nhiều trạm lưu động và/hoặc một hoặc nhiều loa di động (ví dụ, các hệ thống âm thanh trong xe hơi thông minh và/hoặc

trong nhà). Ví dụ khác, thiết bị di động có thể dùng kết xuất tai nghe để xuất ra tín hiệu đến bộ tai nghe, ví dụ, để tạo âm thanh lập thể sống động.

Trong một số ví dụ, thiết bị di động cụ thể có thể vừa thu trường âm thanh 3D và sau đó phát cũng trường âm thanh 3D đó. Trong một số ví dụ, thiết bị di động có thể thu trường âm thanh 3D, mã hóa trường âm thanh 3D thành HOA, và truyền trường âm thanh 3D được mã hóa cho một hoặc nhiều thiết bị khác (ví dụ, các thiết bị di động khác và/hoặc các thiết bị không di động khác) để phát lại.

Theo một bối cảnh khác nữa trong đó các kỹ thuật có thể được thực hiện bao gồm hệ sinh thái âm mà có thể bao gồm nội dung âm, xưởng sản xuất trò chơi, nội dung âm mã hóa, các máy kết xuất, và các hệ thống phân phối. Trong một số ví dụ, xưởng sản xuất trò chơi có thể bao gồm một hoặc nhiều DAW mà có thể hỗ trợ hiệu chỉnh của các tín hiệu HOA. Ví dụ, một hoặc nhiều DAW có thể bao gồm công cụ và/hoặc trình cắm HOA mà có thể được tạo cấu hình để hoạt động với (ví dụ, làm việc với) một hoặc nhiều hệ thống âm thanh trò chơi. Trong một số ví dụ, xưởng sản xuất trò chơi có thể xuất các định dạng gốc mới hỗ trợ HOA. Trong trường hợp bất kỳ, xưởng sản xuất trò chơi có thể xuất nội dung âm thanh được lập mã đến công cụ kết xuất mà có thể kết xuất trường âm thanh để phát lại bằng hệ thống phân phối.

Các kỹ thuật này cũng có thể được thực hiện đối với các thiết bị thu âm thanh minh họa. Ví dụ, các kỹ thuật này có thể được thực hiện đối với micrô Eigen mà có thể bao gồm nhiều micrô cùng được tạo cấu hình để ghi trường âm thanh 3D. Trong một số ví dụ, nhiều micrô Eigen có thể được đặt trên bề mặt của quả bóng về cơ bản là hình cầu có bán kính khoảng 4cm. Trong một số ví dụ, thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể được tích hợp vào micrô Eigen để xuất dòng bit 21 trực tiếp từ micrô.

Bối cảnh thu âm thanh minh họa khác có thể bao gồm xe truyền hình lưu động mà có thể được tạo cấu hình để nhận tín hiệu từ một hoặc nhiều micrô, như một hoặc nhiều micrô Eigen. Xe truyền hình lưu động có thể còn bao gồm bộ mã hóa âm thanh, như bộ mã hóa âm thanh 20 trên Fig.3A.

Thiết bị di động cũng có thể, trong một số ví dụ, bao gồm nhiều micrô cùng được tạo cấu hình để ghi trường âm thanh 3D. Nói cách khác, các micrô có thể có sự đa dạng X, Y, Z. Trong một số ví dụ, thiết bị di động có thể bao gồm micrô có thể xoay được để tạo sự đa dạng X, Y, Z đối với một hoặc nhiều micrô khác của thiết bị di động này. Thiết

bị di động có thể còn bao gồm bộ mã hóa âm thanh, như bộ mã hóa âm thanh 20 trên Fig.3A.

Thiết bị thu viđeo trong điều kiện xóc nảy còn có thể được tạo cấu hình để ghi trường âm thanh 3D. Trong một số ví dụ, thiết bị thu viđeo trong điều kiện xóc nảy có thể được gắn vào mũ bảo hiểm của người dùng tham gia vào hoạt động. Ví dụ, thiết bị thu viđeo trong điều kiện xóc nảy có thể được gắn vào mũ bảo hiểm của người dùng khi chơi chèo thuyền vượt thác. Theo cách này, thiết bị thu viđeo trong điều kiện xóc nảy có thể thu trường âm thanh 3D mà thể hiện hành động xung quanh người dùng (ví dụ, nước xiết phía sau người dùng, những người chèo thuyền khác đang nói chuyện phía trước người dùng, v.v.).

Các kỹ thuật này còn có thể được thực hiện đối với thiết bị di động có phụ kiện cải tiến, thiết bị này có thể được tạo cấu hình để ghi trường âm thanh 3D. Trong một số ví dụ, thiết bị di động có thể giống với các thiết bị di động được thảo luận trên đây, với sự bổ sung một hoặc nhiều phụ kiện. Ví dụ, micrô Eigen có thể được gắn vào thiết bị di động mô tả trên đây để tạo ra thiết bị di động có phụ kiện cải tiến. Theo cách này, thiết bị di động có phụ tùng cải tiến có thể thu trường âm thanh 3D chất lượng cao hơn là khi sử dụng các thành phần thu âm gắn liền với thiết bị di động có phụ tùng cải tiến.

Các thiết bị phát lại âm thanh minh họa có thể thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này còn được thảo luận thêm dưới đây. Theo một hoặc nhiều kỹ thuật theo sáng chế, loa và/hoặc thanh loa có thể được bố trí theo cấu hình tùy ý trong khi vẫn phát lại trường âm thanh 3D. Hơn nữa, trong một số ví dụ, các thiết bị phát lại qua tai nghe có thể được nối với bộ giải mã 24 thông qua kết nối có dây hoặc không dây. Theo một hoặc nhiều giải pháp kỹ thuật theo sáng chế, một phép biểu diễn chung của trường âm thanh có thể được sử dụng để kết xuất trường âm thanh trên sự kết hợp bất kỳ của loa, thanh loa, và thiết bị phát qua tai nghe.

Một số môi trường phát lại âm thanh minh họa khác nhau cũng có thể phù hợp để thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này. Ví dụ, môi trường phát lại qua loa 5.1, môi trường phát lại qua loa 2.0 (ví dụ, lập thể), môi trường phát lại qua loa 9.1 có toàn bộ loa treo phía trước, môi trường phát lại qua loa 22.2, môi trường phát lại qua loa 16.0, môi trường phát lại qua loa trên xe hơi, và thiết bị

di động có môi trường phát lại qua tai nghe trong tai có thể là các môi trường phù hợp để thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này.

Theo một hoặc nhiều giải pháp kỹ thuật theo sáng chế, một phép biểu diễn chung của trường âm thanh có thể được sử dụng để kết xuất trường âm thanh trên môi trường phát lại bất kỳ trên đây. Ngoài ra, các kỹ thuật theo sáng chế cho phép bộ kết xuất kết xuất trường âm thanh từ phép biểu diễn chung để phát lại trên các môi trường phát khác với các môi trường được mô tả trên đây. Ví dụ, nếu sự cân nhắc về thiết kế ảnh hưởng đến vị trí loa thích hợp trong môi trường phát loa 7.1 (ví dụ, nếu không thể đặt loa vây quanh phía bên phải), các kỹ thuật của sáng chế cho phép bộ kết xuất bù 6 loa khác sao cho âm phát lại có thể được thu trên môi trường phát lại loa 6.1.

Ngoài ra, người dùng có thể xem trận đấu thể thao trong khi đeo tai nghe. Theo một hoặc nhiều kỹ thuật theo sáng chế, trường âm thanh 3D của trận đấu thể thao có thể thu được (ví dụ, một hoặc nhiều micrô Eigen có thể được đặt trong và/hoặc xung quanh sân vận động bóng chày, các hệ số HOA tương ứng với trường âm thanh 3D có thể được thu và truyền đến bộ giải mã, bộ giải mã có thể tái tạo trường âm thanh 3D dựa trên các hệ số HOA và xuất trường âm thanh 3D được tái cấu trúc đến bộ kết xuất, bộ kết xuất có thể thu được chỉ báo về kiểu môi trường phát (ví dụ, tai nghe), và kết xuất trường âm thanh 3D được tái cấu trúc thành các tín hiệu mà khiến tai nghe xuất ra phép biểu diễn trường âm thanh 3D của trận đấu thể thao.

Trong mỗi ví dụ khác nhau mô tả trên đây, cần hiểu rằng thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể thực hiện phương pháp hoặc theo cách khác bao gồm phương tiện để thực hiện từng bước của phương pháp mà theo đó thiết bị mã hóa âm thanh 20 được tạo cấu hình để thực hiện. Trong một số trường hợp, các phương tiện này có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý. Trong một số trường hợp, một hoặc nhiều bộ xử lý có thể là bộ xử lý chuyên dụng được tạo cấu hình bằng các lệnh được lưu trữ vào vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính. Nói cách khác, các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật trong mỗi tập hợp của các ví dụ mã hóa có thể tạo ra vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính đã lưu trữ trên đó các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện phương pháp mà theo đó thiết bị mã hóa âm thanh 20 đã được tạo cấu hình để thực hiện.

Theo một hoặc nhiều ví dụ, các chức năng được mô tả có thể được thực hiện trong phần cứng, phần mềm, phần sụn, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Nếu được thực hiện bằng

phần mềm, các chức năng này có thể được lưu trữ hoặc được truyền như một hoặc nhiều lệnh hoặc mã trên vật ghi đọc được bằng máy tính và thực thi bởi bộ xử lý dựa trên phần cứng. Vật ghi đọc được bằng máy tính có thể bao gồm vật ghi lưu trữ đọc được bằng máy tính, tương ứng với vật ghi hữu hình như vật ghi lưu trữ dữ liệu. Phương tiện lưu trữ dữ liệu có thể là phương tiện khả dụng bất kỳ mà có thể được truy cập bởi một hoặc nhiều máy tính hoặc một hoặc nhiều bộ xử lý để truy hồi các lệnh, mã và/hoặc các cấu trúc dữ liệu để thực hiện các kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này. Sản phẩm chương trình máy tính có thể bao gồm phương tiện đọc được bằng máy tính.

Tương tự, trong mỗi ví dụ khác nhau mô tả trên đây, cần hiểu rằng thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể thực hiện phương pháp hoặc theo cách khác bao gồm phương tiện để thực hiện từng bước của phương pháp mà theo đó thiết bị giải mã âm thanh 24 được tạo cấu hình để thực hiện. Trong một số trường hợp, các phương tiện này có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý. Trong một số trường hợp, một hoặc nhiều bộ xử lý có thể là bộ xử lý chuyên dụng được tạo cấu hình bằng các lệnh được lưu trữ vào vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính. Nói cách khác, các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật ở mỗi trong số các tập hợp ví dụ mã hóa có thể tạo ra phương tiện lưu trữ không chuyển tiếp đọc được bởi máy tính lưu trữ trong đó các chương trình lệnh mà, khi được thực hiện, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý thực hiện phương pháp mà thiết bị giải mã âm thanh 24 được tạo cấu hình để thực hiện.

Ví dụ, và không giới hạn, các phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính như vậy có thể bao gồm RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM hoặc các thiết bị lưu trữ đĩa quang khác, thiết bị lưu trữ đĩa từ, hoặc các thiết bị lưu trữ từ tính khác, bộ nhớ nhanh, hoặc phương tiện khác bất kỳ mà có thể được sử dụng để lưu trữ mã chương trình mong muốn ở dạng các lệnh hoặc các cấu trúc dữ liệu và có thể được truy cập bởi máy tính. Cần phải hiểu rằng phương tiện lưu giữ đọc được bởi máy tính và phương tiện lưu dữ liệu không bao gồm kết nối, sóng mang, tín hiệu hoặc phương tiện chuyển tiếp khác, nhưng là phương tiện lưu trữ hữu hình không chuyển tiếp. Đĩa và các đĩa, như mô tả ở đây, bao gồm CD (đĩa com-pact), đĩa laze, đĩa quang, đĩa số đa năng (DVD - digital versatile disc), đĩa mềm và đĩa blu-ray trong đó các đĩa thường sao lại dữ liệu từ tính, trong khi các đĩa sao lại dữ liệu quang bằng laze. Các kết hợp ở trên cũng có thể được đưa vào

trong phạm vi phương tiện đọc được bằng máy tính. Các tổ hợp ở trên cũng được bao gồm trong phạm vi của vật ghi đọc được bởi máy tính.

Các lệnh có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý tín hiệu kỹ thuật số (Digital Signal Processors - DSP), bộ vi xử lý đa năng, mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuits - ASIC), các mảng lôgic lập trình được bằng trường (field programmable logic arrays - FPGA), hoặc mạch lôgic rời rạc hoặc tích hợp tương đương khác. Do vậy, thuật ngữ "bộ xử lý" như được sử dụng ở đây có thể chỉ cấu trúc bất kỳ trong cấu trúc nêu trên hoặc cấu trúc khác bất kỳ phù hợp cho việc thực hiện các kỹ thuật được mô tả ở đây. Ngoài ra, theo một số khía cạnh, chức năng được mô tả ở đây có thể được tạo ra trong các môđun phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã, hoặc được đưa vào trong bộ mã hóa-giải mã kết hợp. Ngoài ra, các kỹ thuật này có thể được thực hiện hoàn toàn trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử lôgic.

Các kỹ thuật của sáng chế có thể được thực hiện trong nhiều loại cơ cấu hoặc thiết bị khác nhau, bao gồm máy cầm tay không dây, mạch tích hợp (integrated circuit - IC) hoặc bộ IC (ví dụ, bộ chip). Các thành phần, môđun hoặc đơn vị khác nhau được mô tả trong bản mô tả này để nhấn mạnh các khía cạnh chức năng của thiết bị được tạo cấu hình để thực hiện các kỹ thuật được bộc lộ, nhưng không nhất thiết đòi hỏi việc thực hiện bởi các đơn vị phần cứng khác nhau. Thay vào đó, như được mô tả trên đây, các đơn vị khác nhau có thể được kết hợp trong đơn vị phần cứng mã hóa-giải mã hoặc được tạo ra bởi tập hợp các đơn vị phần cứng liên kết hoạt động, bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý như được mô tả trên đây, kết hợp với phần mềm và/hoặc phần sụn thích hợp.

Theo các khía cạnh khác nhau, các kỹ thuật đã được mô tả. Các khía cạnh này cùng với các khía cạnh khác của các kỹ thuật đều nằm trong phạm vi của các điểm Yêu cầu bảo hộ sau đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp giải mã dòng bit chỉ báo các hệ số ambisonic bậc cao (HOA - higher order ambisonic) biểu diễn trường âm thanh, phương pháp này bao gồm các bước:

thu dòng bit bằng thiết bị giải mã âm thanh, trong đó dòng bit bao gồm phần tử cú pháp xác định xem phép lượng tử hóa vectơ hay lượng tử hóa vô hướng được thực hiện;

thực hiện, bởi thiết bị giải mã âm thanh hoặc dựa vào phần tử cú pháp xác định phép lượng tử hóa vectơ hay lượng tử hóa vô hướng được thực hiện, việc khử lượng tử hóa vectơ hoặc khử lượng tử hóa vô hướng đối với thành phần không gian được xác định trong miền điều hòa cầu;

tái tạo, bởi thiết bị giải mã âm thanh, các hệ số HOA dựa trên thành phần không gian đã được khử lượng tử hóa này;

kết xuất, bởi thiết bị giải mã âm thanh, một hoặc nhiều nguồn cấp loa dựa trên các hệ số HOA được tái tạo; và

tái tạo, bằng một hoặc nhiều loa được ghép nối với thiết bị giải mã âm thanh, trường âm thanh dựa trên một hoặc nhiều nguồn cấp loa này.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện khử lượng tử hóa vectơ dựa trên bước xác định.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước thực hiện khử lượng tử hóa vectơ bao gồm bước xác định một hoặc nhiều giá trị trọng số biểu diễn vectơ có trong thành phần không gian, mỗi giá trị trọng số tương ứng với một trong số các trọng số tương ứng có trong tổng có trọng số của các vectơ mã biểu diễn vectơ này.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó bước xác định các giá trị trọng số bao gồm việc xác định tập hợp gồm N giá trị trọng số.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thu được dòng bit bao gồm phần tử cú pháp chỉ báo giá trị trọng số nào trong số M giá trị trọng số lớn nhất được chọn từ bảng mã giá trị trọng số.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó bảng mã giá trị trọng số là một trong số các bảng mã giá trị trọng số và trong đó bước thu dòng bit bao gồm việc thu dòng bit mà cũng bao gồm phần tử cú pháp nhận dạng bảng mã giá trị trọng số trong số các bảng mã giá trị trọng số mà M giá trị trọng số lớn nhất được chọn từ bảng mã này.

7. Phương pháp theo điểm 3, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước xác định tập hợp các vectơ mã để sử dụng với một giá trị trọng số tương ứng để biểu diễn thành phần không gian.

8. Phương pháp theo điểm 3, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước xác định tập hợp vectơ mã để sử dụng với một giá trị trọng số tương ứng để biểu diễn phiên bản khai triển của các hệ số HOA dựa trên phần tử cú pháp có trong dòng bit chỉ báo chỉ số vectơ.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tái tạo các hệ số HOA bao gồm việc tái tạo các hệ số HOA dựa trên thành phần không gian và đối tượng âm thanh tương ứng với thành phần không gian này.

10. Thiết bị được tạo cấu hình để giải mã dòng bit chỉ báo các hệ số HOA biểu diễn trường âm thanh, thiết bị này bao gồm:

bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu giữ dòng bit bao gồm phần tử cú pháp nhận dạng xem phép lượng tử hóa vectơ hay lượng tử hóa vô hướng được thực hiện;

và một hoặc nhiều bộ xử lý được ghép nối với bộ nhớ và được tạo cấu hình để:

thực hiện, dựa trên phần tử cú pháp nhận dạng xem việc lượng tử hóa vectơ hay lượng tử hóa vô hướng được thực hiện, việc khử lượng tử hóa vectơ hay khử lượng tử hóa vô hướng đối với thành phần không gian được xác định trong miền điều hòa cầu;

tái tạo các hệ số HOA dựa trên thành phần không gian đã được khử lượng tử hóa; và

kết xuất một hoặc nhiều nguồn cấp loa dựa trên các hệ số HOA đã tái tạo; và

một hoặc nhiều loa được ghép nối với bộ xử lý, và được tạo cấu hình để tái tạo trường âm thanh dựa trên một hoặc nhiều nguồn cấp loa này.

11. Thiết bị theo điểm 10, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thực hiện việc khử lượng tử hóa vô hướng dựa trên bước xác định.

12. Thiết bị theo điểm 11, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thu được dòng bit bao gồm trường chỉ báo giá trị biểu diễn cỡ bước lượng tử hóa hoặc biến của nó được sử dụng khi nén thành phần không gian.

13. Thiết bị theo điểm 10, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thực hiện khử lượng tử hóa vectơ đối với phần thứ nhất của thành phần không gian dựa

trên bước xác định, và thực hiện khử lượng tử hóa vô hướng đối với phần thứ hai của thành phần không gian dựa trên bước xác định.

14. Thiết bị theo điểm 10, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định xem thực hiện phép khử lượng tử hóa vectơ hay khử lượng tử hóa vô hướng đối với thành phần không gian dựa trên tốc độ bit ngưỡng được ghi rõ bởi phần tử cú pháp.

15. Thiết bị theo điểm 14, trong đó tốc độ bit ngưỡng bao gồm 256 kilobit trên giây (Kbps).

16. Thiết bị theo điểm 14, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định thực hiện phép khử lượng tử hóa vectơ đối với thành phần không gian khi phần tử cú pháp chỉ báo rằng tốc độ bit ngưỡng bằng hoặc nhỏ hơn 256 kilobit trên giây (Kpbs).

17. Thiết bị theo điểm 14, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định thực hiện phép khử lượng tử hóa vô hướng đối với thành phần không gian khi phần tử cú pháp chỉ báo rằng tốc độ bit ngưỡng lớn hơn 256 kilobit trên giây (Kpbs).

18. Thiết bị theo điểm 10, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tái tạo các hệ số HOA dựa trên thành phần không gian và đối tượng âm thanh tương ứng với thành phần không gian này.

19. Phương pháp mã hóa dữ liệu âm thanh chỉ báo các hệ số HOA biểu diễn trường âm thanh, phương pháp này bao gồm các bước:

thu dữ liệu âm thanh bằng micrô được ghép nối với thiết bị mã hóa âm thanh; và

xác định, bằng thiết bị mã hóa âm thanh, xem thực hiện lượng tử hóa vectơ hay lượng tử hóa vô hướng đối với thành phần không gian được khai triển từ các hệ số HOA;

thực hiện, bằng thiết bị mã hóa âm thanh và để tạo ra dòng bit bao gồm dạng mã hóa của dữ liệu âm thanh, việc lượng tử hóa vectơ hoặc lượng tử hóa vô hướng đối với thành phần không gian dựa trên việc xác định; và

định rõ, bằng thiết bị mã hóa âm thanh và trong dòng bit, phần tử cú pháp chỉ báo xem việc lượng hóa vectơ hay lượng tử hóa vô hướng được thực hiện.

20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện phép lượng tử hóa vectơ dựa trên bước xác định.

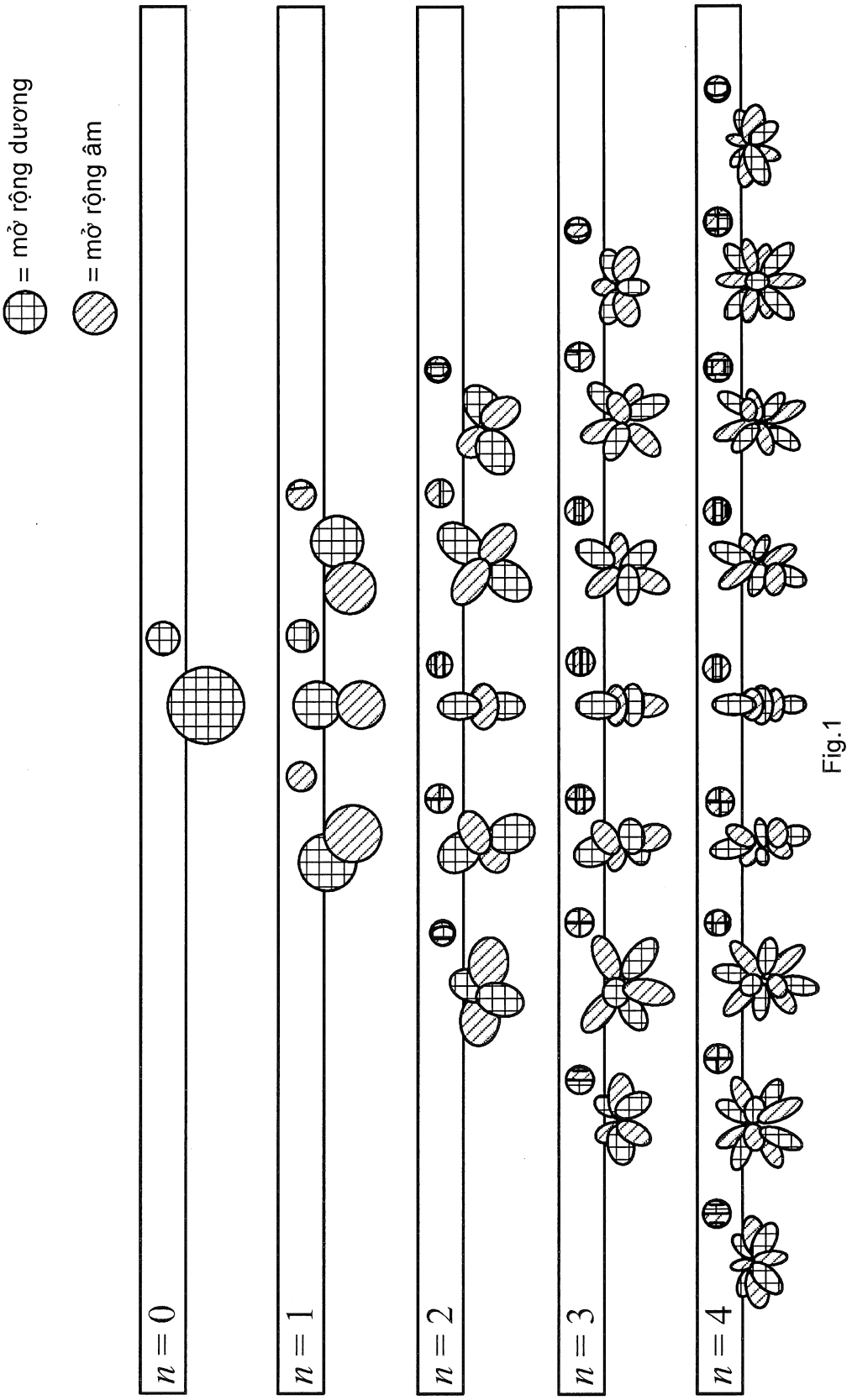


Fig.1

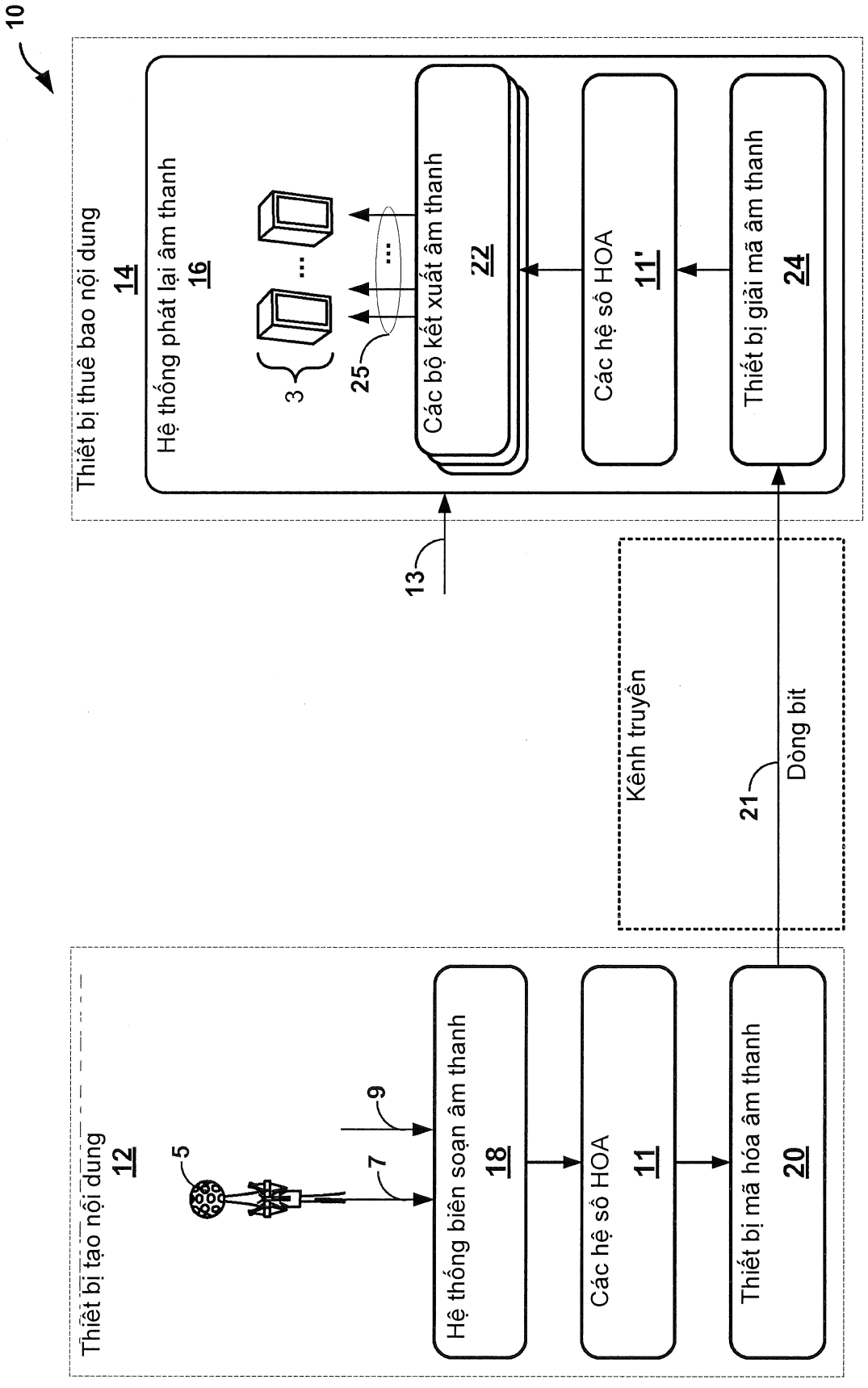

10
Thiết bị thuê bao nội dung
14
Hệ thống phát lại âm thanh
16
3
25
Các bộ kết xuất âm thanh
22
Các hệ số HOA
11'
Thiết bị giải mã âm thanh
24
13
Kênh truyền
21
Dòng bit
Thiết bị tạo nội dung
12
5
7
9
Hệ thống biên soạn âm thanh
18
Các hệ số HOA
11
Thiết bị mã hóa âm thanh
20

Fig.2

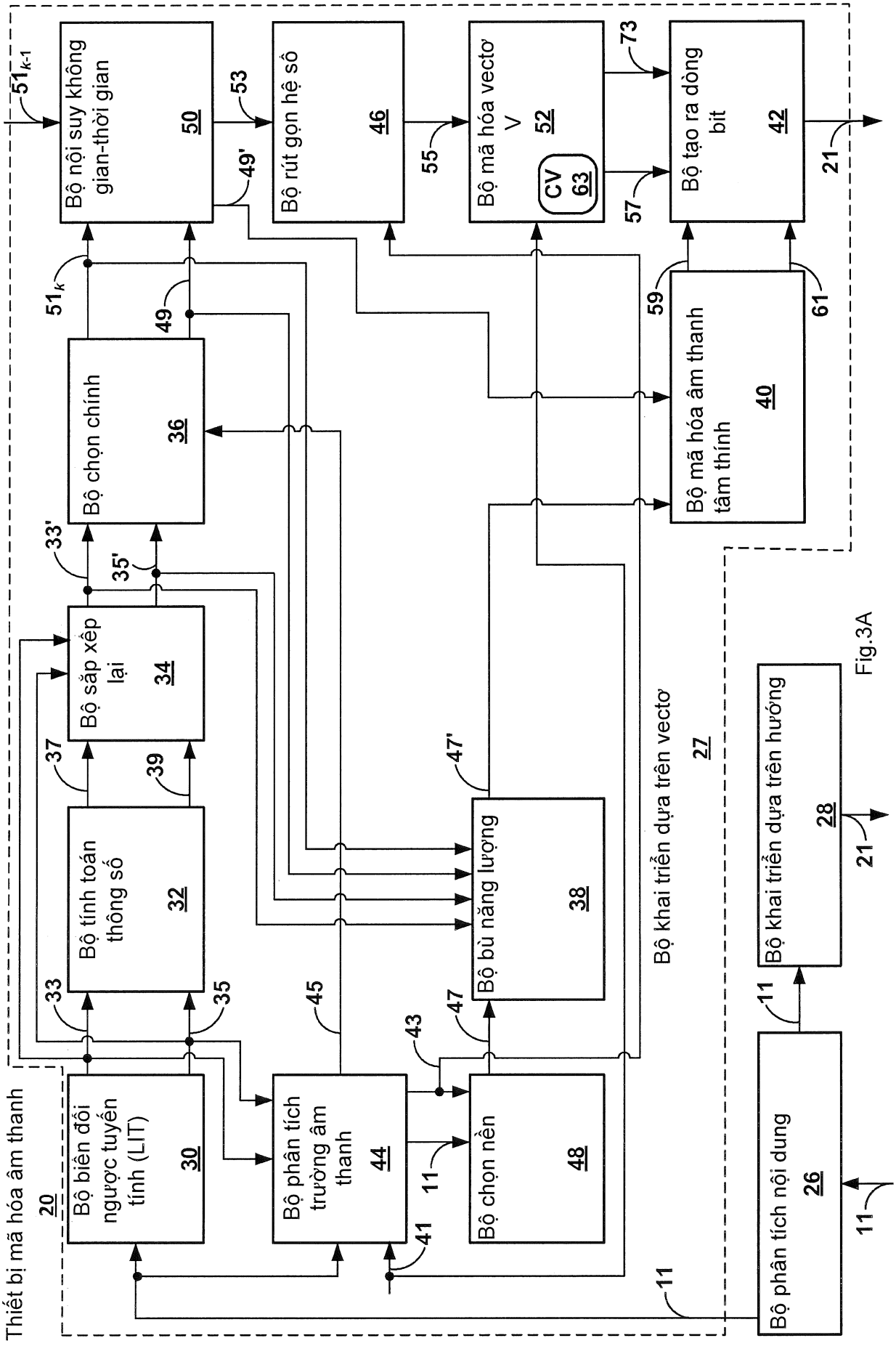

Thiết bị mã hóa âm thanh
20
Bộ biến đổi ngược tuyến tính (LIT)
30
Bộ tính toán thông số
32
Bộ sắp xếp lại
34
Bộ chọn chính
36
Bộ nội suy không gian-thời gian
50
Bộ rút gọn hệ số
46
Bộ mã hóa vectơ V
52
CV
63
Bộ tạo ra dòng bit
42
Bộ mã hóa âm thanh tâm thính
40
Bộ phân tích trường âm thanh
44
Bộ chọn nền
48
Bộ bù năng lượng
38
Bộ khai triển dựa trên vectơ
27
Bộ khai triển dựa trên hướng
28
Bộ phân tích nội dung
26
51_{k-1}
51_k
49
49'
53
55
57
59
61
73
21
33
33'
35
35'
37
39
41
43
45
47
47'
11

Fig.3A

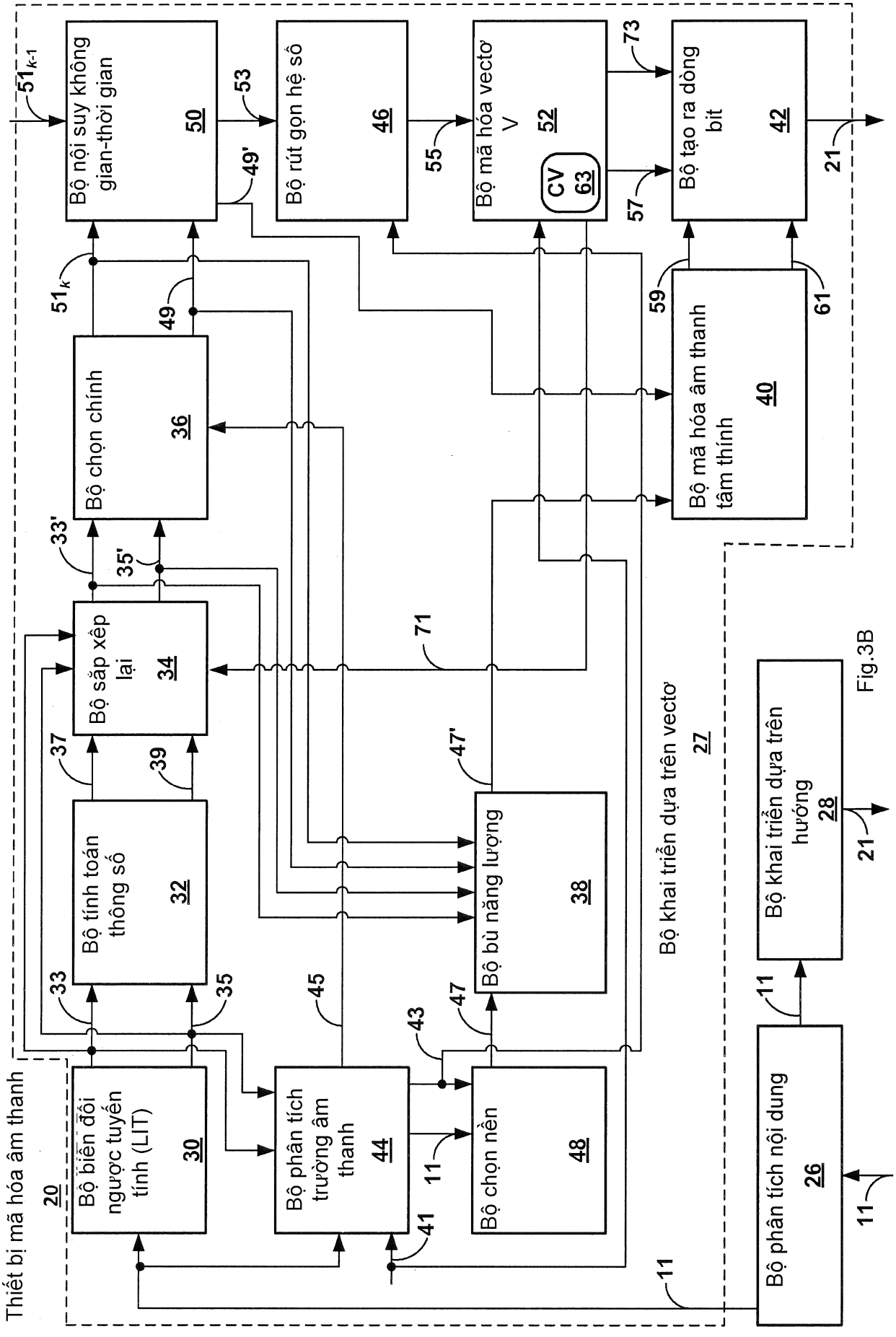

Thiết bị mã hóa âm thanh
20
Bộ biến đổi ngược tuyến tính (LIT)
30
Bộ tính toán thông số
32
Bộ sắp xếp lại
34
Bộ chọn chính
36
Bộ nội suy không gian-thời gian
50
Bộ rút gọn hệ số
46
Bộ mã hóa vectơ V
52
CV
63
Bộ tạo ra dòng bit
42
Bộ mã hóa âm thanh tâm thính
40
Bộ khai triển dựa trên vectơ
27
Bộ phân tích trường âm thanh
44
Bộ chọn nền
48
Bộ bù năng lượng
38
Bộ khai triển dựa trên hướng
28
Bộ phân tích nội dung
26
51_{k-1}
51_k
53
49'
49
55
57
73
59
61
33'
35'
33
35
37
39
71
47'
47
45
43
41
11
21

Fig.3B

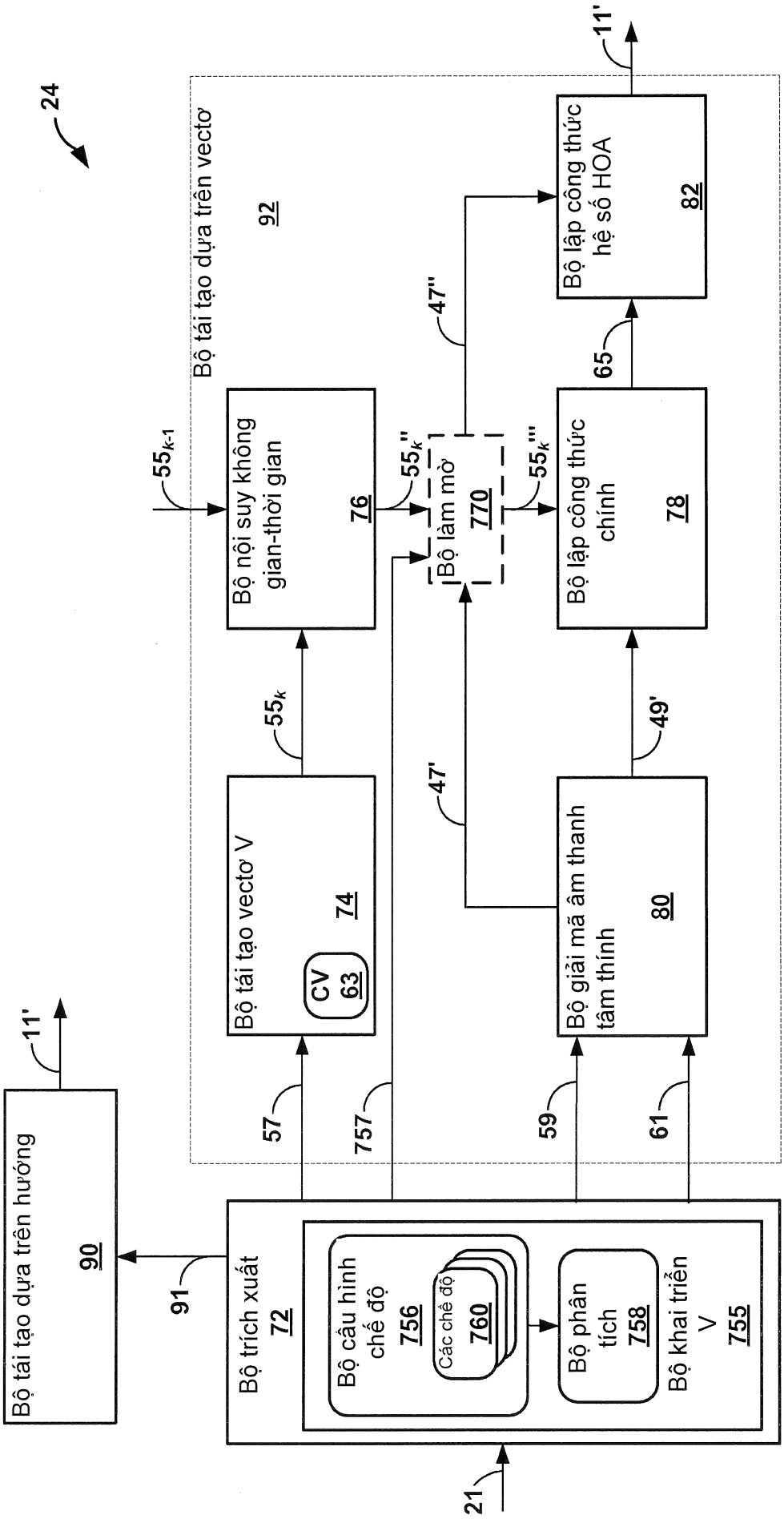

24
Bộ tái tạo dựa trên hướng
90
11'
91
Bộ trích xuất
72
Bộ cấu hình chế độ
756
Các chế độ
760
Bộ phân tích
758
Bộ khai triển V
755
21
Bộ tái tạo dựa trên vectơ
92
57
Bộ tái tạo vectơ V
74
CV
63
55k
757
Bộ nội suy không gian-thời gian
76
55k-1
55k''
Bộ làm mờ
770
55k'''
47'
47''
59
Bộ giải mã âm thanh tâm thính
80
49'
61
Bộ lập công thức chính
78
65
Bộ lập công thức hệ số HOA
82
11'

Fig.4A

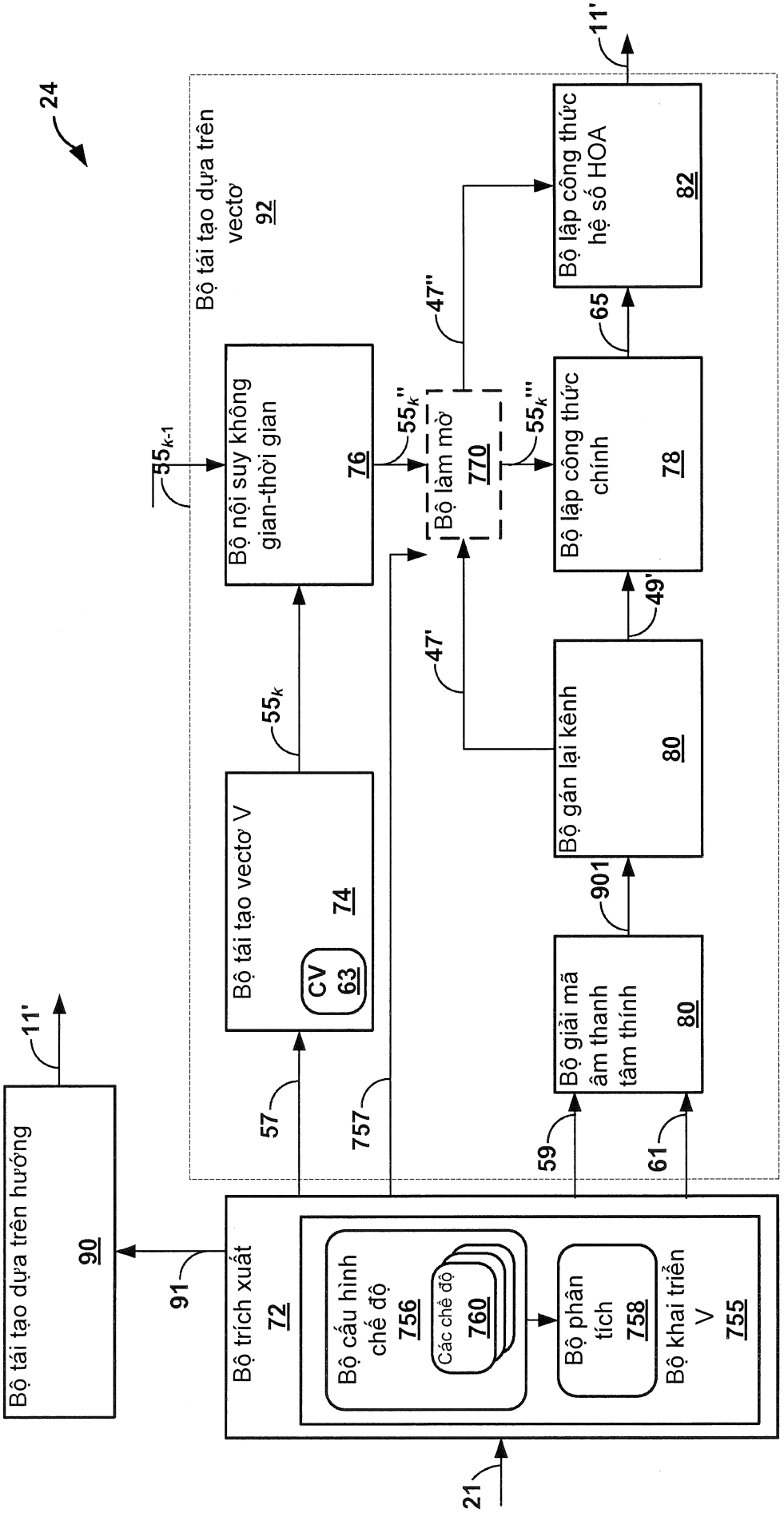
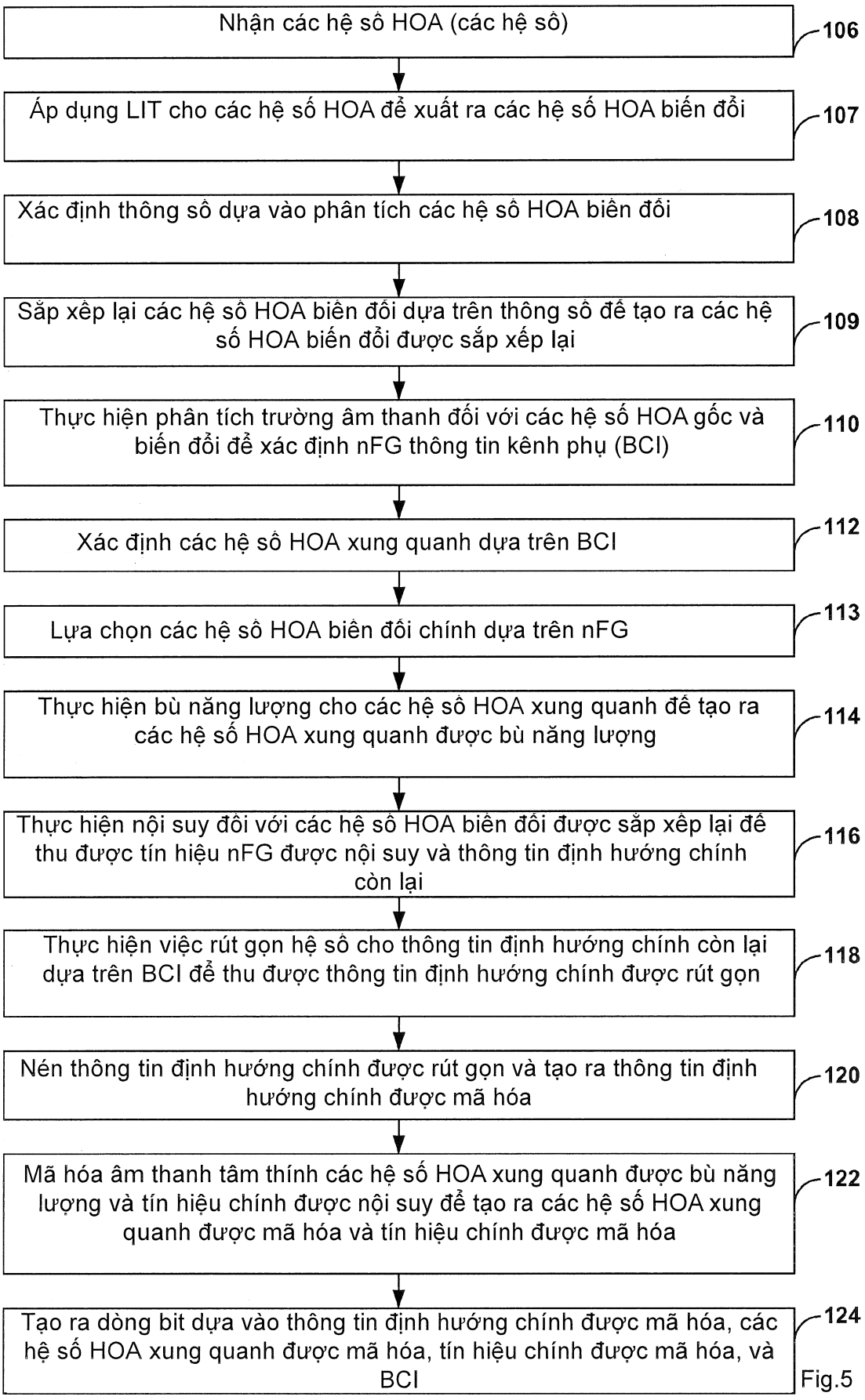

24
Bộ tái tạo dựa trên hướng
90
11'
91
Bộ trích xuất
72
Bộ cấu hình chế độ
756
Các chế độ
760
Bộ phân tích
758
Bộ khai triển V
755
21
Bộ tái tạo dựa trên vectơ
92
57
Bộ tái tạo vectơ V
74
CV
63
55_k
757
55_{k-1}
Bộ nội suy không gian-thời gian
76
$55_k''$
Bộ làm mờ
770
$55_k'''$
47'
47''
59
Bộ giải mã âm thanh tâm thính
80
901
61
Bộ gán lại kênh
80
49'
Bộ lập công thức chính
78
65
Bộ lập công thức hệ số HOA
82
11'

Fig.4B


Nhận các hệ số HOA (các hệ số)
106
Áp dụng LIT cho các hệ số HOA để xuất ra các hệ số HOA biến đổi
107
Xác định thông số dựa vào phân tích các hệ số HOA biến đổi
108
Sắp xếp lại các hệ số HOA biến đổi dựa trên thông số để tạo ra các hệ số HOA biến đổi được sắp xếp lại
109
Thực hiện phân tích trường âm thanh đối với các hệ số HOA gốc và biến đổi để xác định nFG thông tin kênh phụ (BCI)
110
Xác định các hệ số HOA xung quanh dựa trên BCI
112
Lựa chọn các hệ số HOA biến đổi chính dựa trên nFG
113
Thực hiện bù năng lượng cho các hệ số HOA xung quanh để tạo ra các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng
114
Thực hiện nội suy đối với các hệ số HOA biến đổi được sắp xếp lại để thu được tín hiệu nFG được nội suy và thông tin định hướng chính còn lại
116
Thực hiện việc rút gọn hệ số cho thông tin định hướng chính còn lại dựa trên BCI để thu được thông tin định hướng chính được rút gọn
118
Nén thông tin định hướng chính được rút gọn và tạo ra thông tin định hướng chính được mã hóa
120
Mã hóa âm thanh tâm thính các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng và tín hiệu chính được nội suy để tạo ra các hệ số HOA xung quanh được mã hóa và tín hiệu chính được mã hóa
122
Tạo ra dòng bit dựa vào thông tin định hướng chính được mã hóa, các hệ số HOA xung quanh được mã hóa, tín hiệu chính được mã hóa, và BCI
124
Fig.5

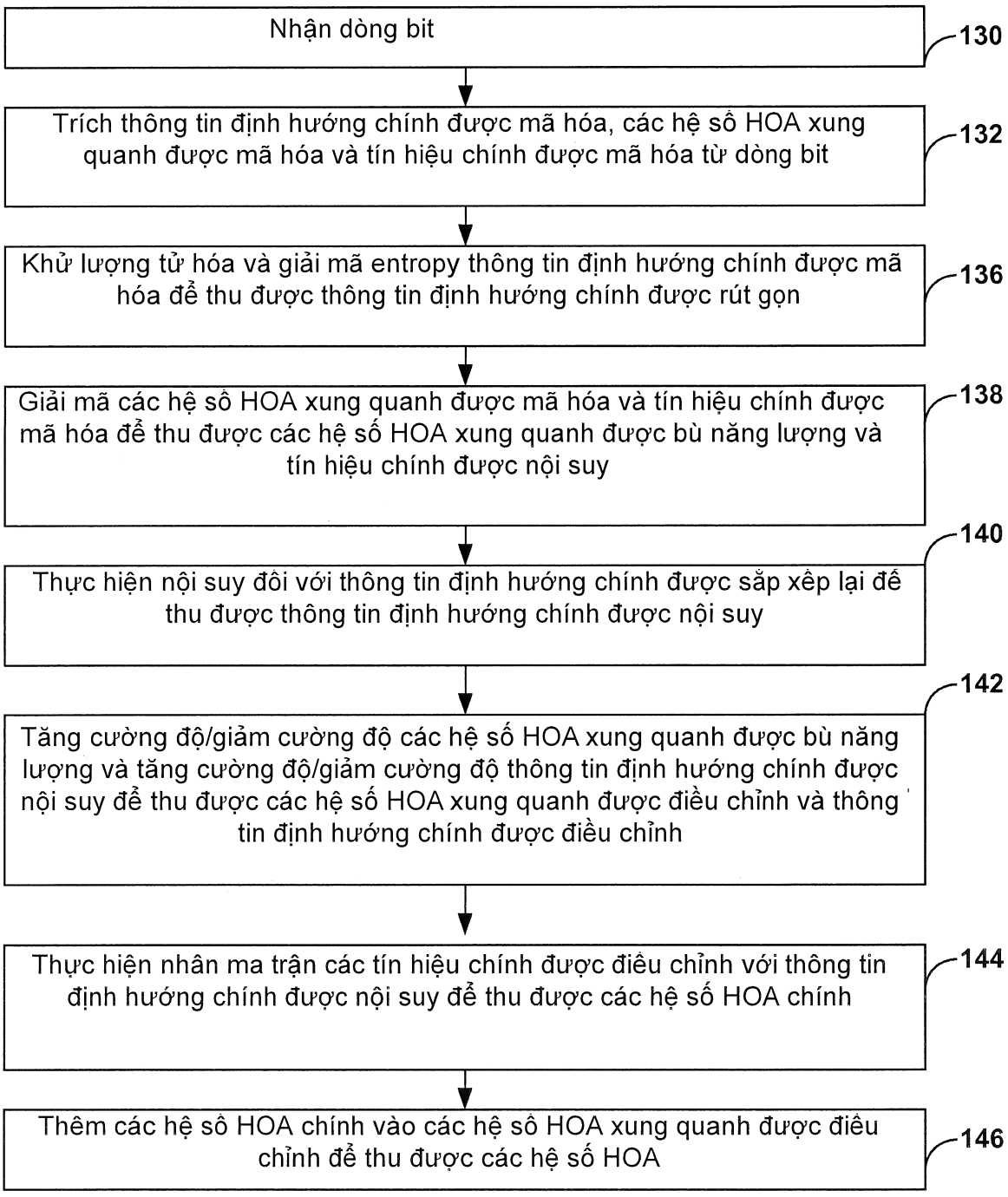

Nhận dòng bit
130
Trích thông tin định hướng chính được mã hóa, các hệ số HOA xung quanh được mã hóa và tín hiệu chính được mã hóa từ dòng bit
132
Khử lượng tử hóa và giải mã entropy thông tin định hướng chính được mã hóa để thu được thông tin định hướng chính được rút gọn
136
Giải mã các hệ số HOA xung quanh được mã hóa và tín hiệu chính được mã hóa để thu được các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng và tín hiệu chính được nội suy
138
Thực hiện nội suy đối với thông tin định hướng chính được sắp xếp lại để thu được thông tin định hướng chính được nội suy
140
Tăng cường độ/giảm cường độ các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng và tăng cường độ/giảm cường độ thông tin định hướng chính được nội suy để thu được các hệ số HOA xung quanh được điều chỉnh và thông tin định hướng chính được điều chỉnh
142
Thực hiện nhân ma trận các tín hiệu chính được điều chỉnh với thông tin định hướng chính được nội suy để thu được các hệ số HOA chính
144
Thêm các hệ số HOA chính vào các hệ số HOA xung quanh được điều chỉnh để thu được các hệ số HOA
146

Fig.6

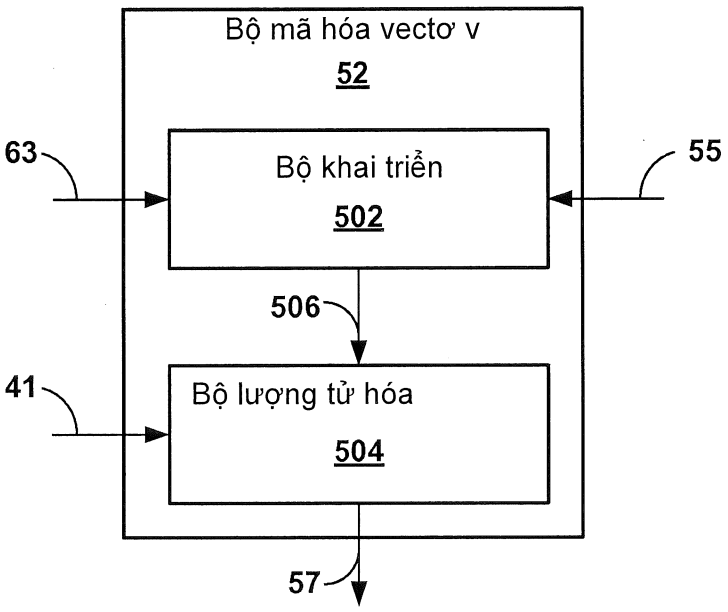

Bộ mã hóa vectơ v
52
63
55
Bộ khai triển
502
506
41
Bộ lượng tử hóa
504
57

Fig.7

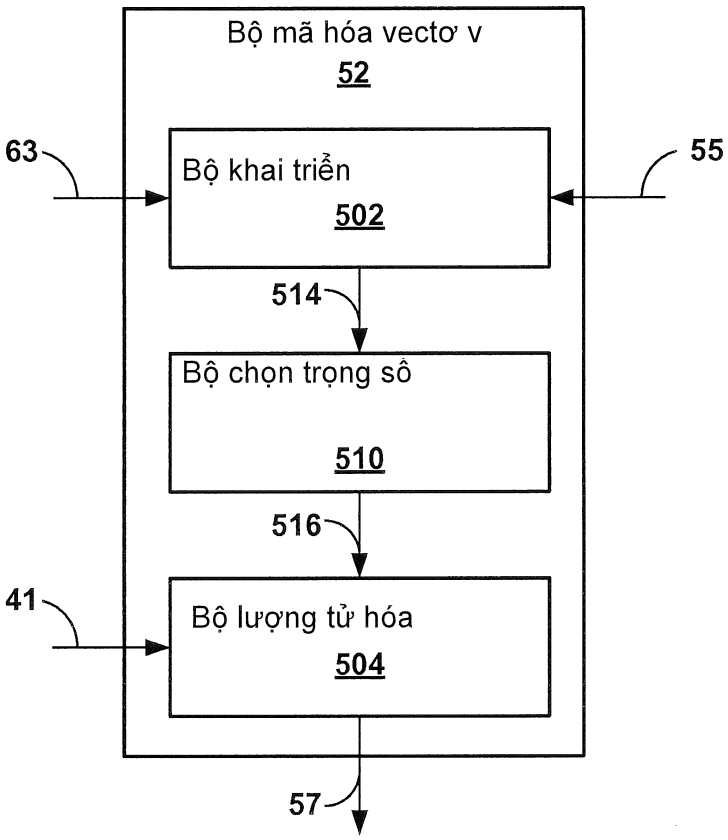

Bộ mã hóa vectơ v
52
63
55
Bộ khai triển
502
514
Bộ chọn trọng số
510
516
41
Bộ lượng tử hóa
504
57

Fig.8

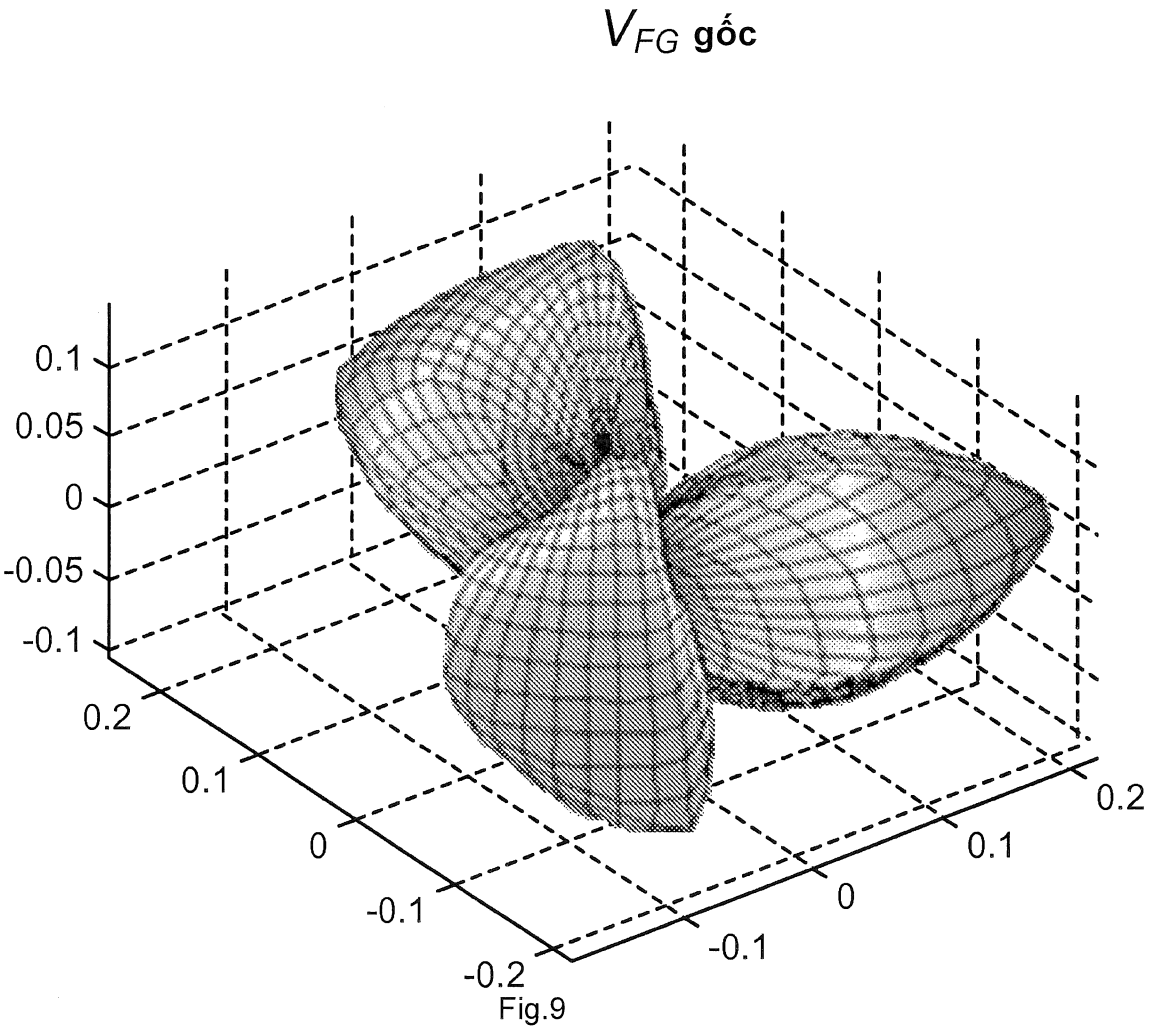


Fig.9

Mô hình bậc thứ 25 $\sum_{j=1}^{25} \omega_j \Omega_j$

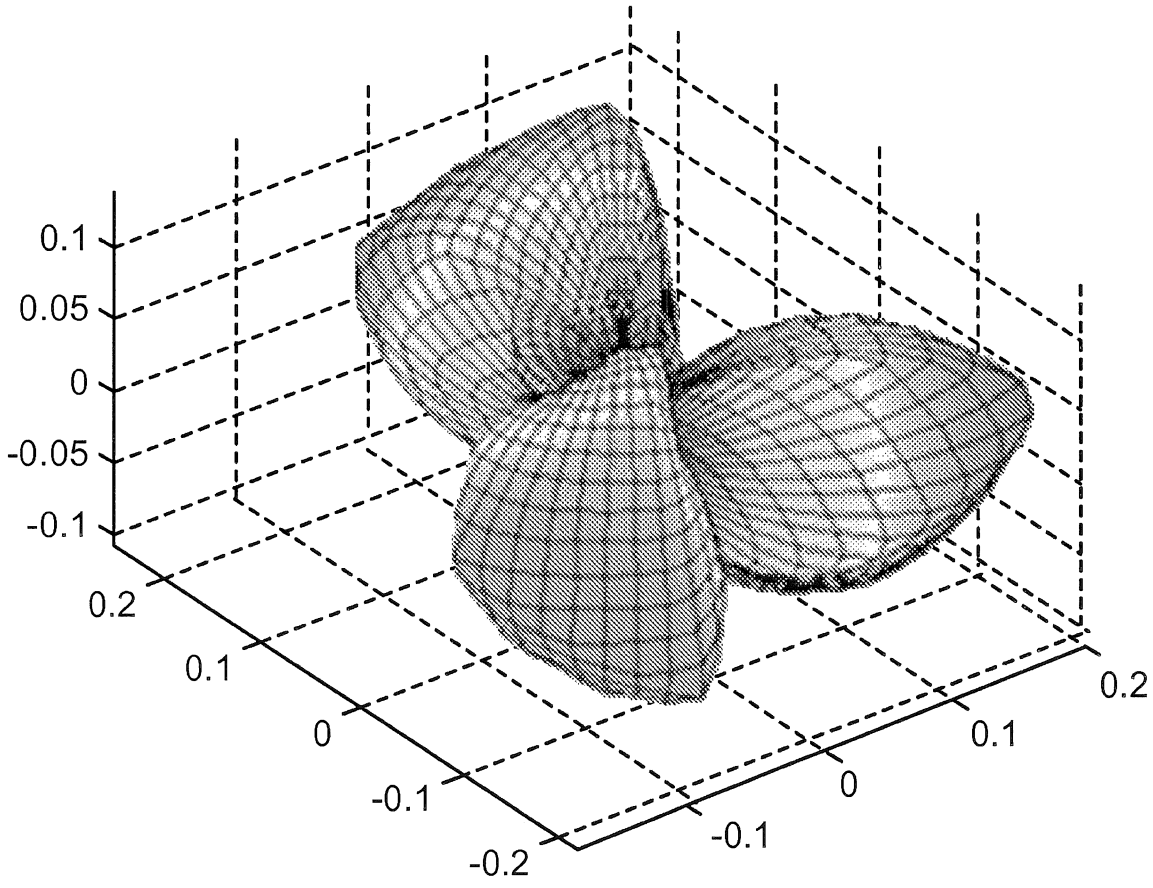


Fig.10

Lấy trọng số mỗi bậc

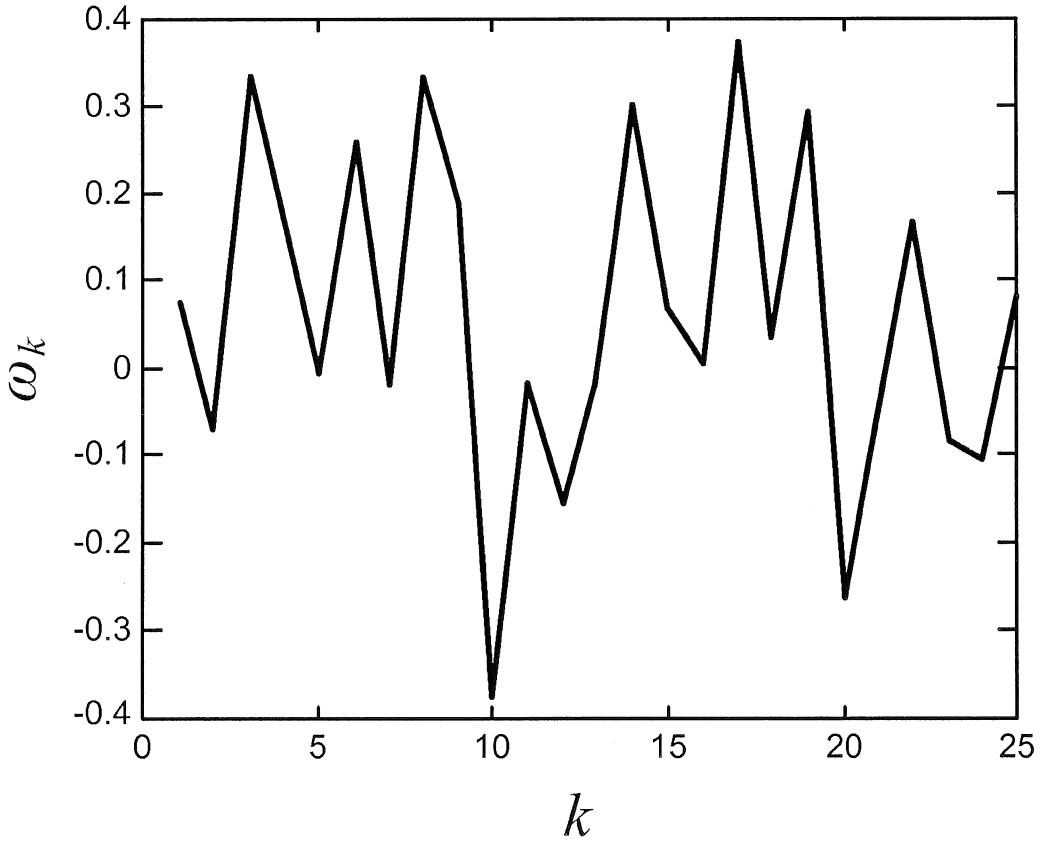


Fig.11

Mô hình bậc thứ 5 $\sum_{j=1}^{5} \hat{\omega}_j \Omega_j$

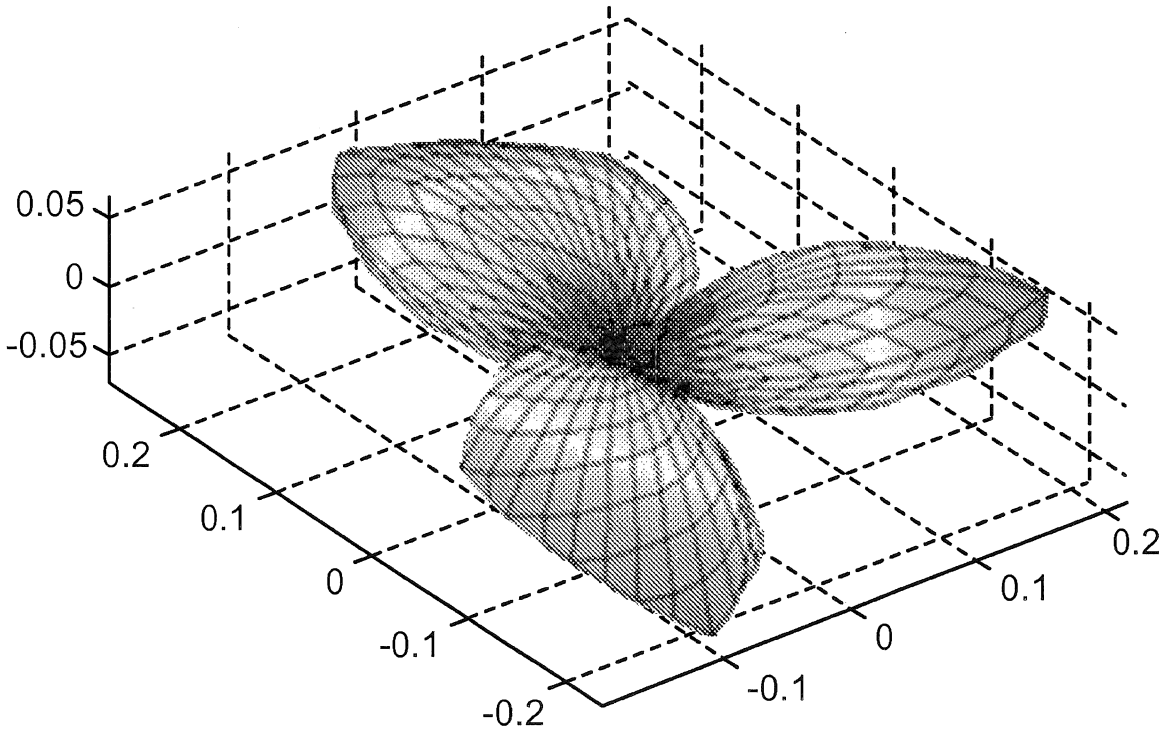


Fig.12

Lấy trọng số mỗi bậc

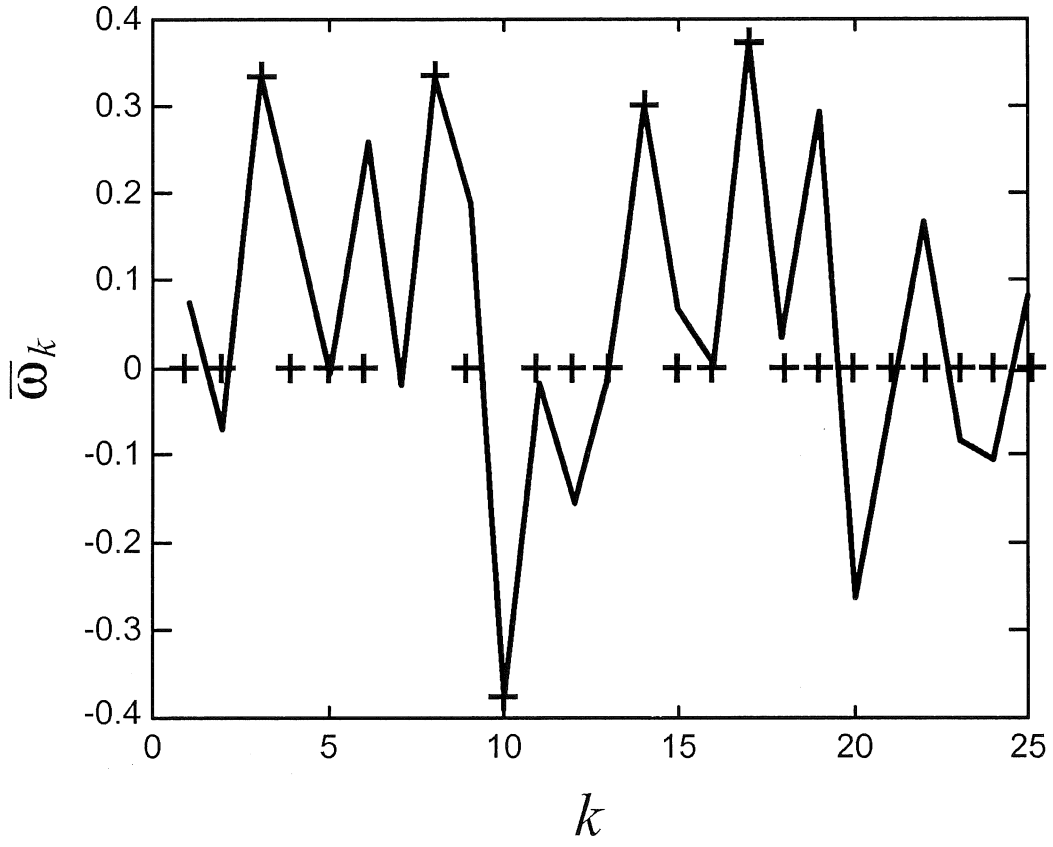


Fig.13

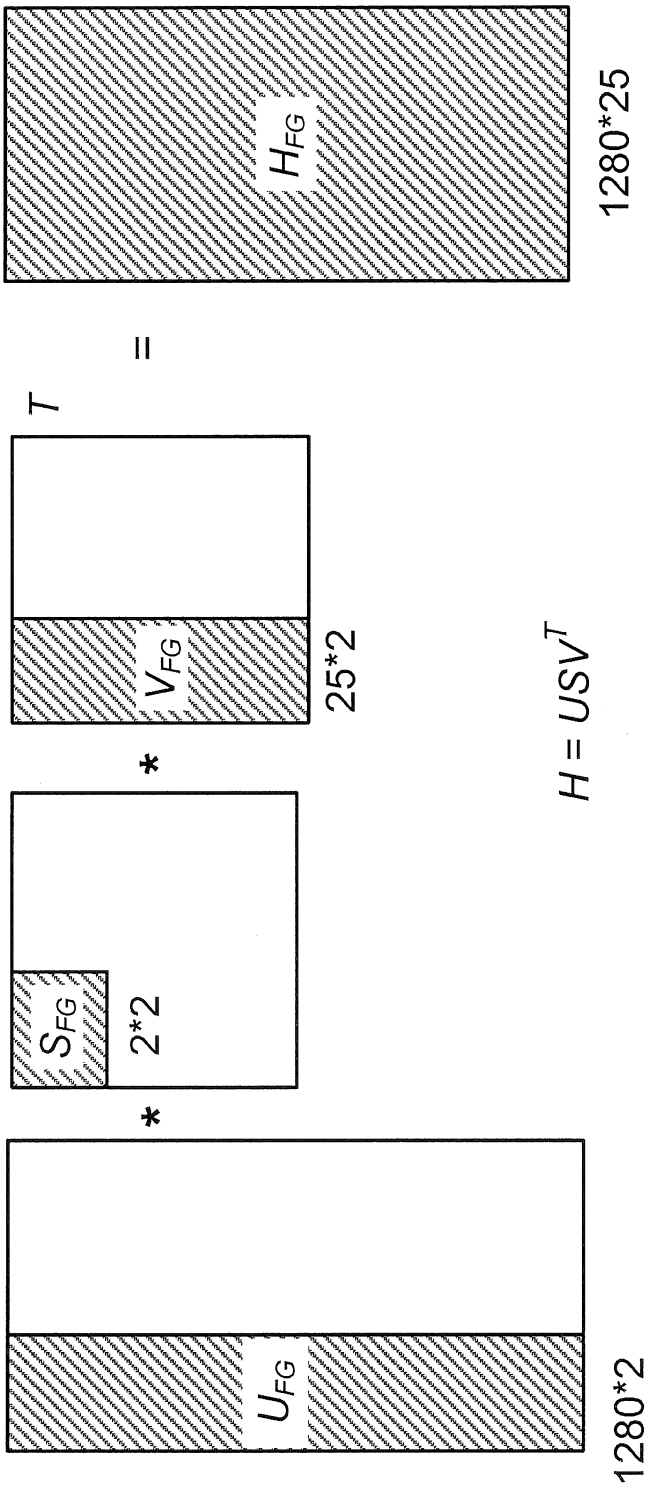


Fig.14

Mục kiểm tra #	Mục kiểm tra	Các bit/khung	Tốc độ bit (kbps)	Phương pháp khác
1	H_01_SynthBumbleBee	(6 bit - lựa chọn HOA + 8 bit -lượng tử hóa trọng số) * 2 vectơ = 28	1.40	30.46
2	H_02_Drums1	(5 + 8) * 5 = 65	3.25	21.89
3	H_03_Modern	(5 + 8) * 2 = 26	1.30	19.35
4	H_04_Stadium2	(5 + 8) * 5 = 65	3.25	14.70
5	H_05_Water	(5 + 8) * 5 = 65	3.25	14.73
6	H_06_Helicopter	(5 + 8) * 5 = 65	3.25	14.76
7	H_07_Vocal1	(5 + 8) * 5 = 65	3.25	14.86
8	H_08_BeginningOfAConcert	(5 + 8) * 2 = 26	1.30	14.71
9	H_09_ModernElectronicMusic	(5 + 8) * 5 = 65	1.30	10.83
10	H_10_Orchestra2	(5 + 8) * 5 = 65	3.25	14.82
11	H_11_ShoutingAudience	(5 + 8) * 5 = 65	3.25	14.78
12	H_12_Radio2	(4 + 8) * 5 = 60	3.00	9.15
	Trung bình	**55**	**2.75 kbps**	16.25 kbps

Fig.15

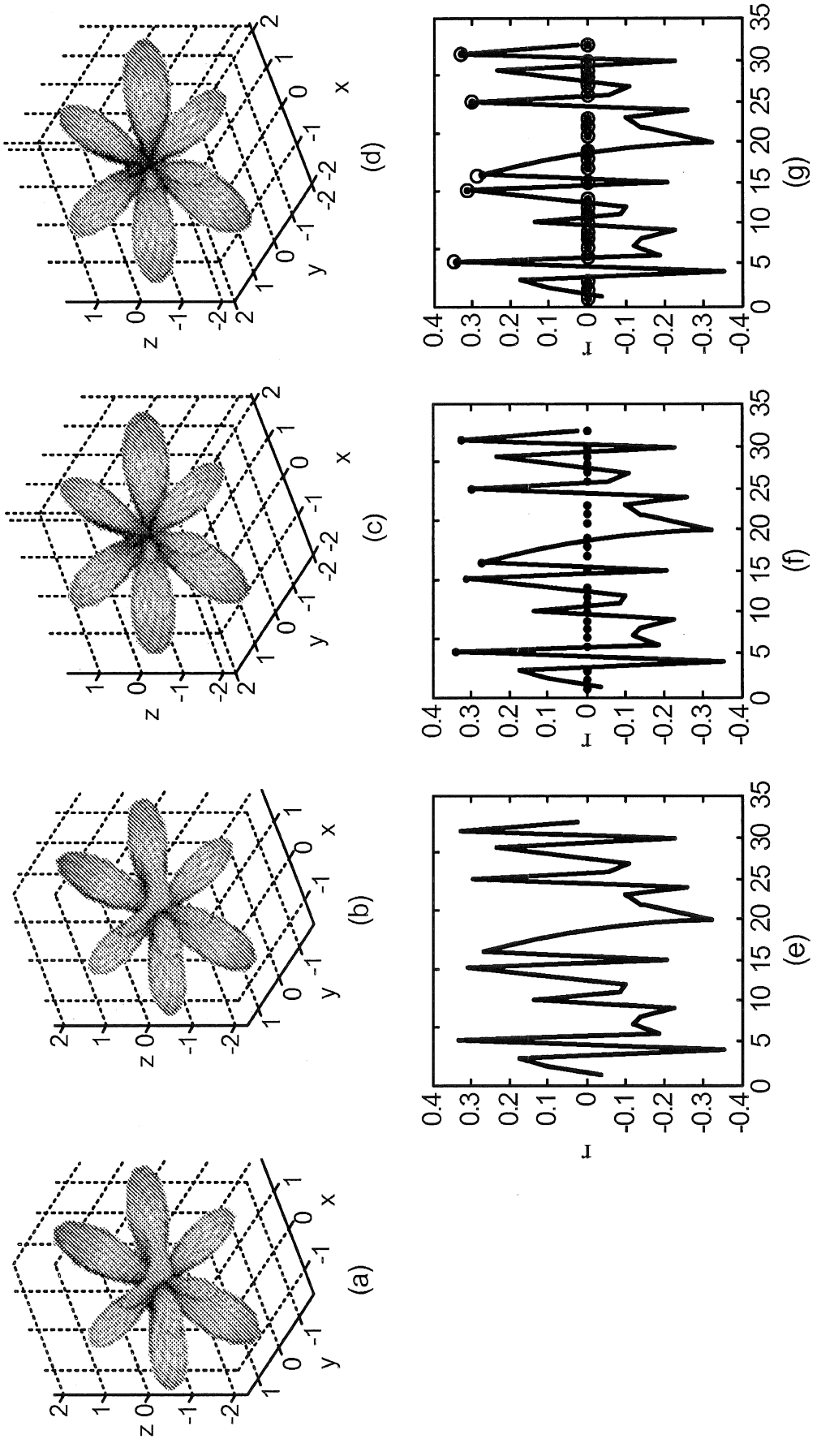


Fig.16

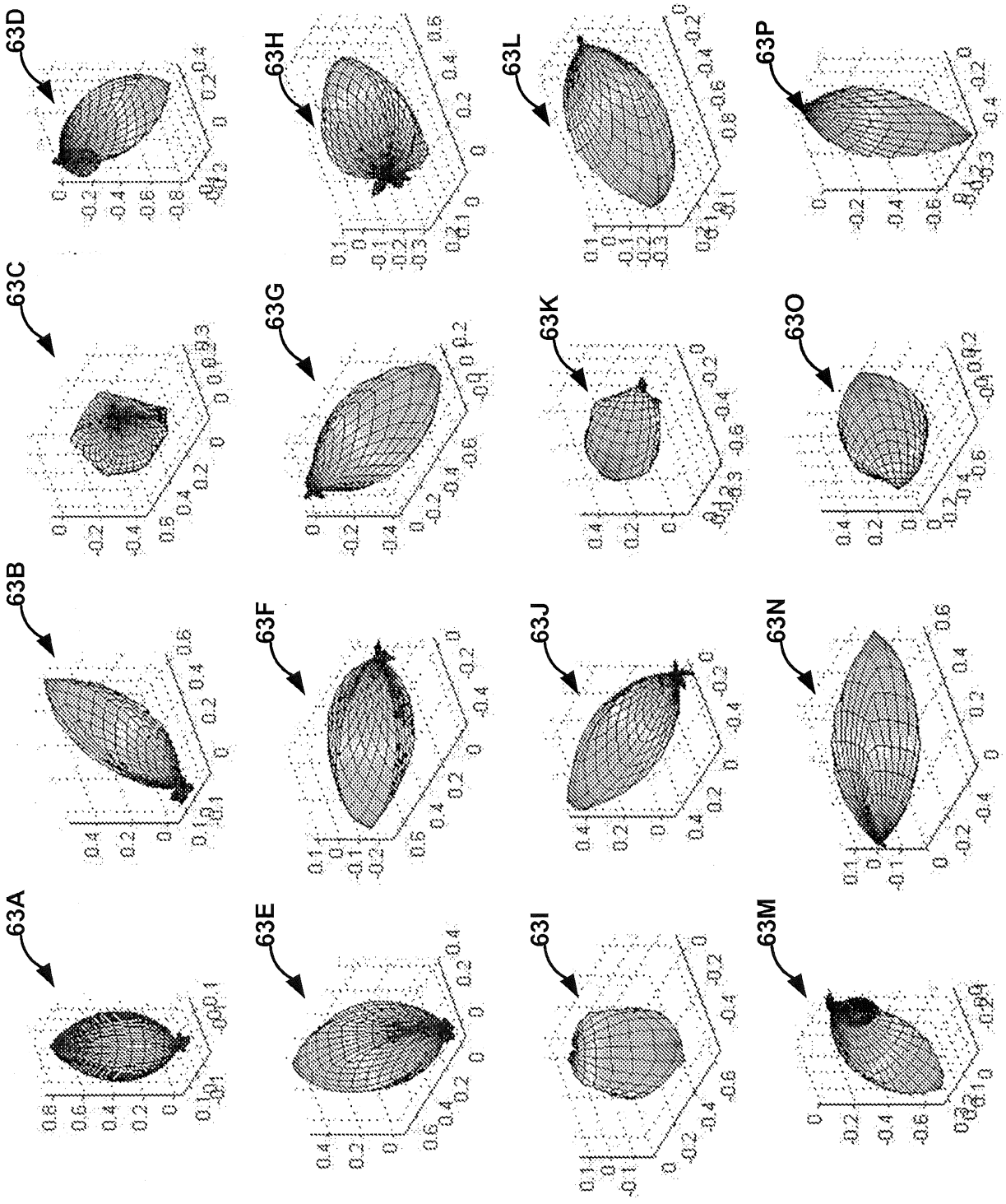

63A
63B
63C
63D
63E
63F
63G
63H
63I
63J
63K
63L
63M
63N
63O
63P
$V \approx \sum_{j=1}^{J} \omega_j \Omega_j$
Giá trị trọng số thứ j
Vectơ định hướng thứ j

Fig.17

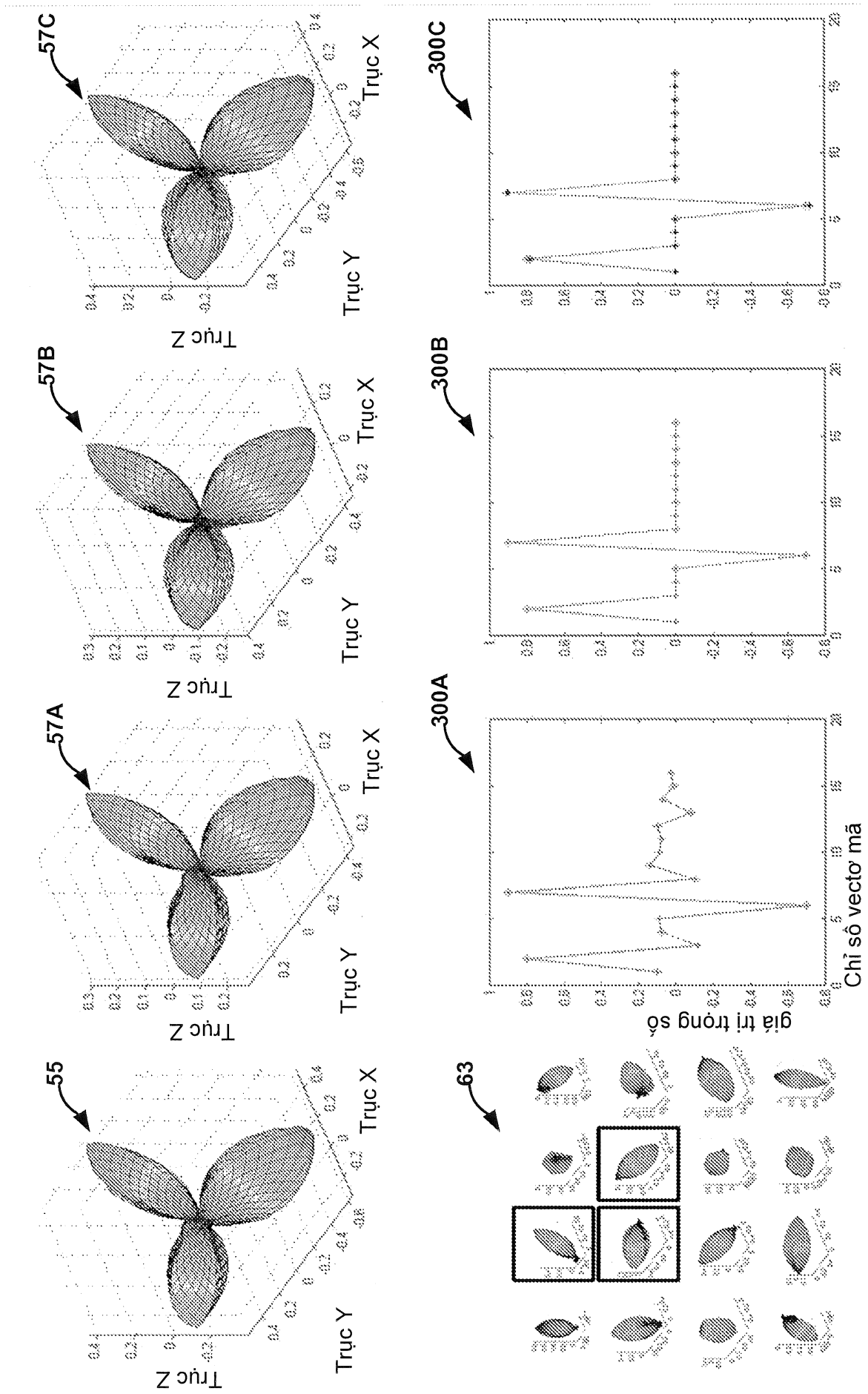
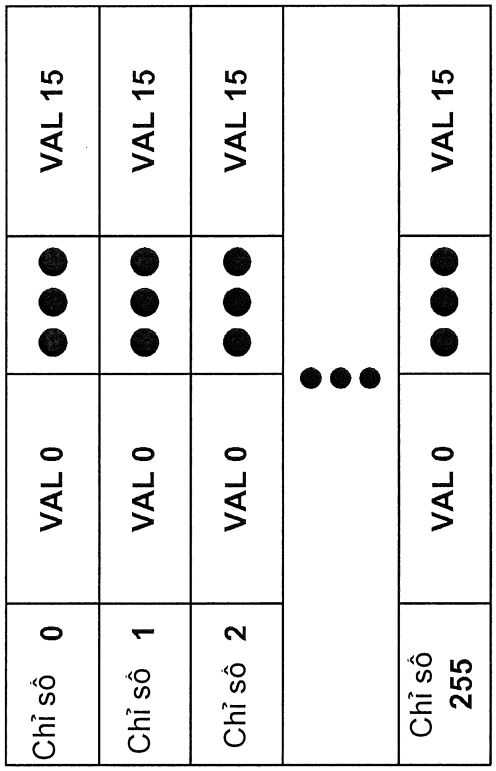

55
57A
57B
57C
63
300A
300B
300C
Trục X
Trục Y
Trục Z
giá trị trọng số
Chỉ số vectơ mã

Fig.18



Chỉ số 0	VAL 0	●●●	VAL 9
Chỉ số 1	VAL 0	●●●	VAL 9
Chỉ số 2	VAL 0	●●●	VAL 9
	●●●		
Chỉ số 255	VAL 0	●●●	VAL 9

Fig.19A

Chỉ số 0	VAL 0	●●●	VAL 15
Chỉ số 1	VAL 0	●●●	VAL 15
Chỉ số 2	VAL 0	●●●	VAL 15
	●●●		
Chỉ số 255	VAL 0	●●●	VAL 15

Fig.19B

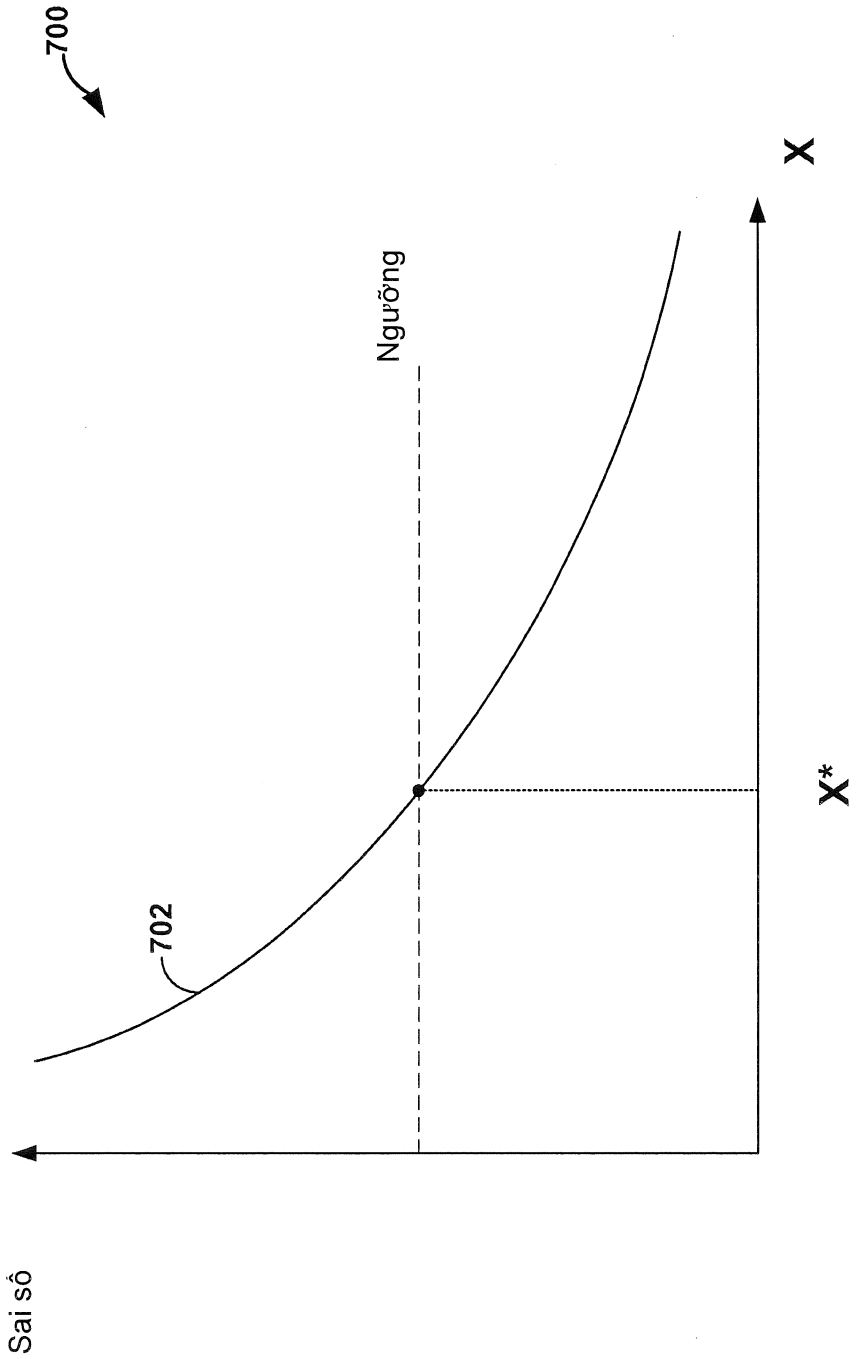


Fig.20

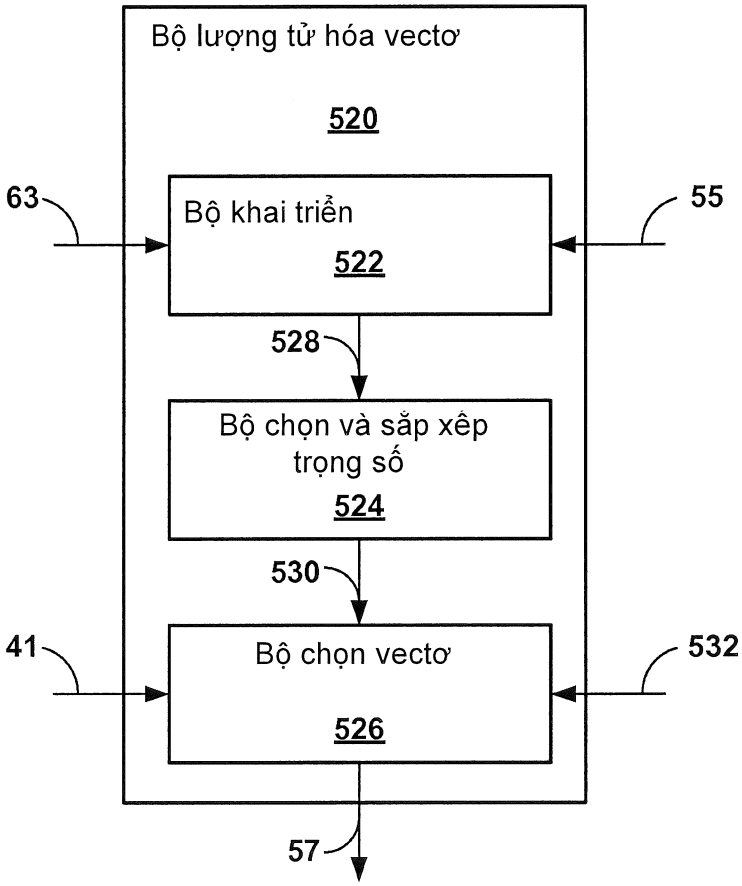

Bộ lượng tử hóa vectơ
520
63
Bộ khai triển
522
55
528
Bộ chọn và sắp xếp trọng số
524
530
41
Bộ chọn vectơ
526
532
57

Fig.21

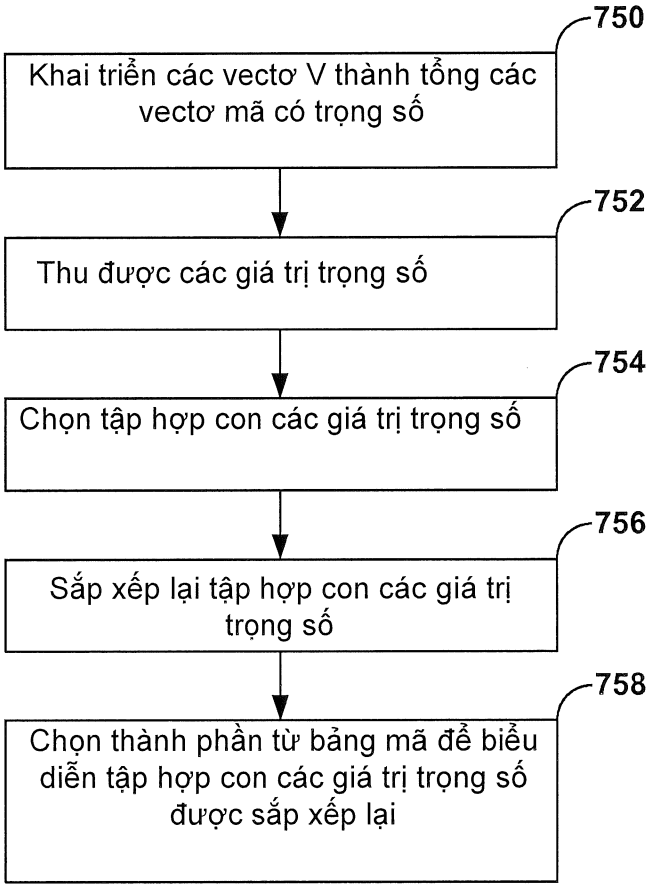

750
Khai triển các vectơ V thành tổng các vectơ mã có trọng số
752
Thu được các giá trị trọng số
754
Chọn tập hợp con các giá trị trọng số
756
Sắp xếp lại tập hợp con các giá trị trọng số
758
Chọn thành phần từ bảng mã để biểu diễn tập hợp con các giá trị trọng số được sắp xếp lại

Fig.22

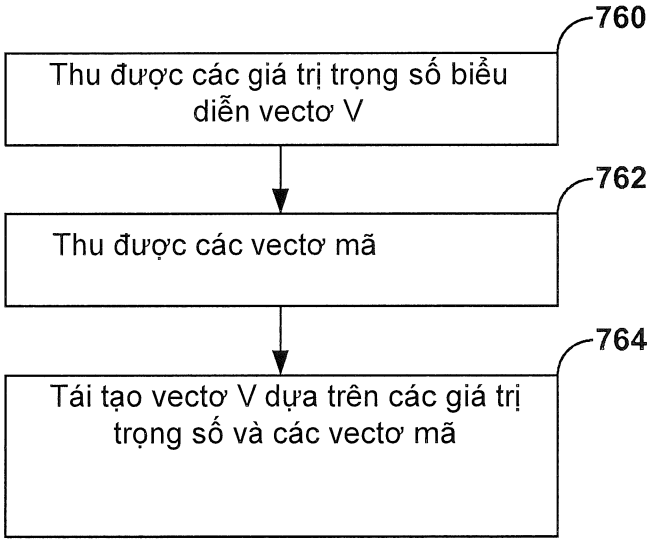

760
Thu được các giá trị trọng số biểu diễn vectơ V
762
Thu được các vectơ mã
764
Tái tạo vectơ V dựa trên các giá trị trọng số và các vectơ mã

Fig.23

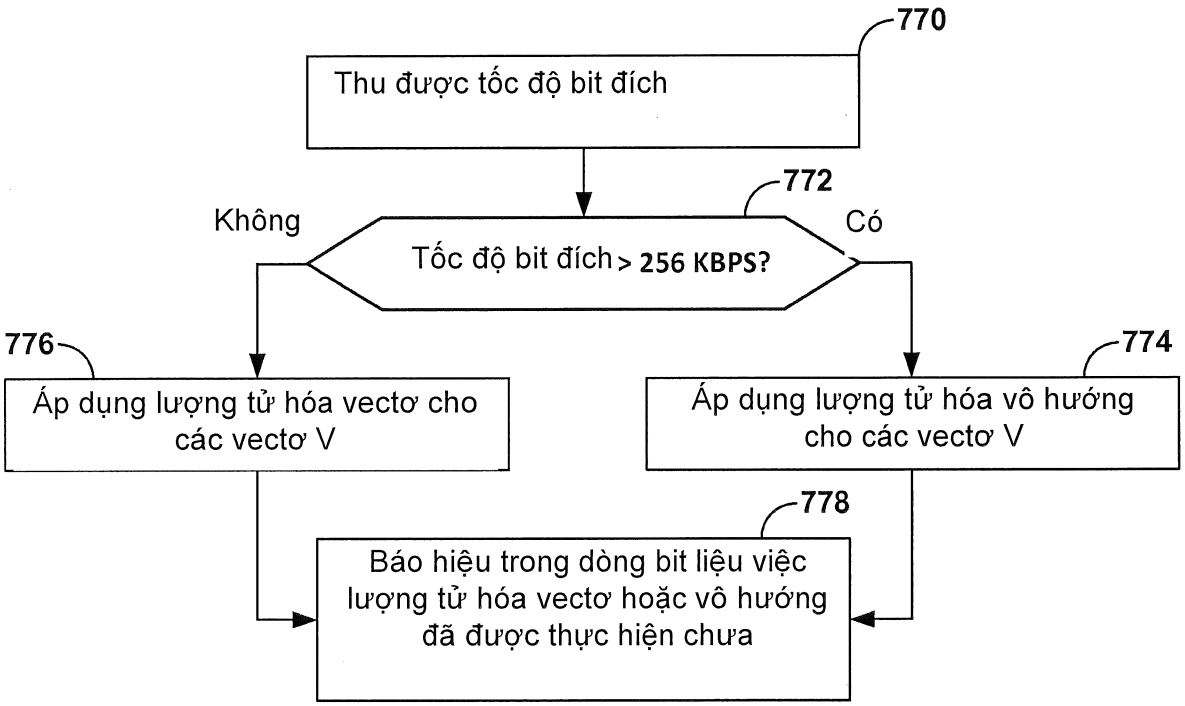

770
Thu được tốc độ bit đích
772
Không
Tốc độ bit đích > 256 KBPS?
Có
776
Áp dụng lượng tử hóa vectơ cho các vectơ V
774
Áp dụng lượng tử hóa vô hướng cho các vectơ V
778
Báo hiệu trong dòng bit liệu việc lượng tử hóa vectơ hoặc vô hướng đã được thực hiện chưa

Fig.24

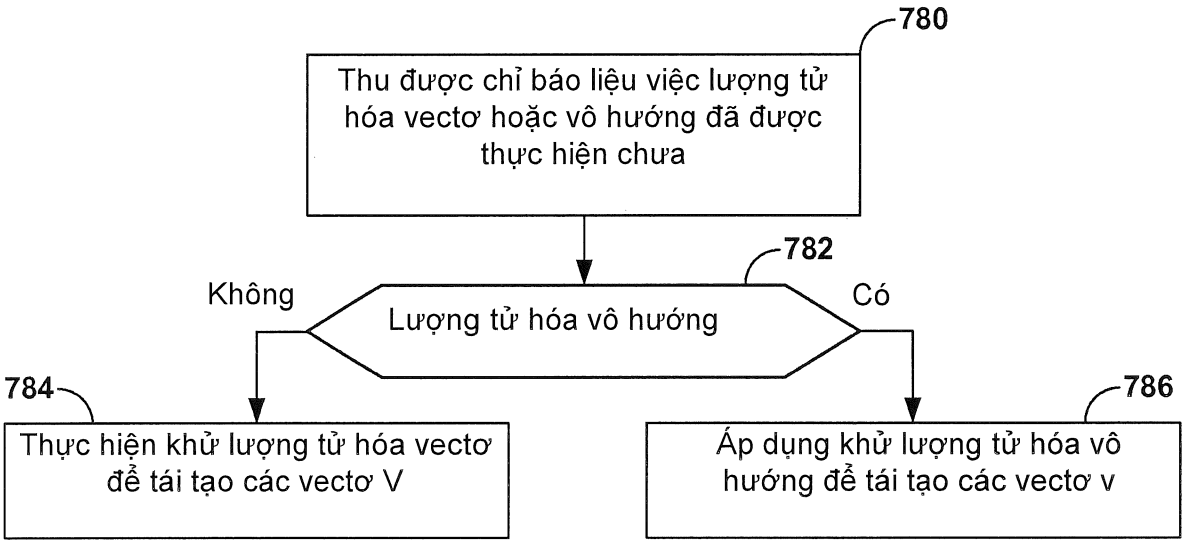

780
Thu được chỉ báo liệu việc lượng tử hóa vectơ hoặc vô hướng đã được thực hiện chưa
782
Không
Lượng tử hóa vô hướng
Có
784
Thực hiện khử lượng tử hóa vectơ để tái tạo các vectơ V
786
Áp dụng khử lượng tử hóa vô hướng để tái tạo các vectơ v

Fig.25

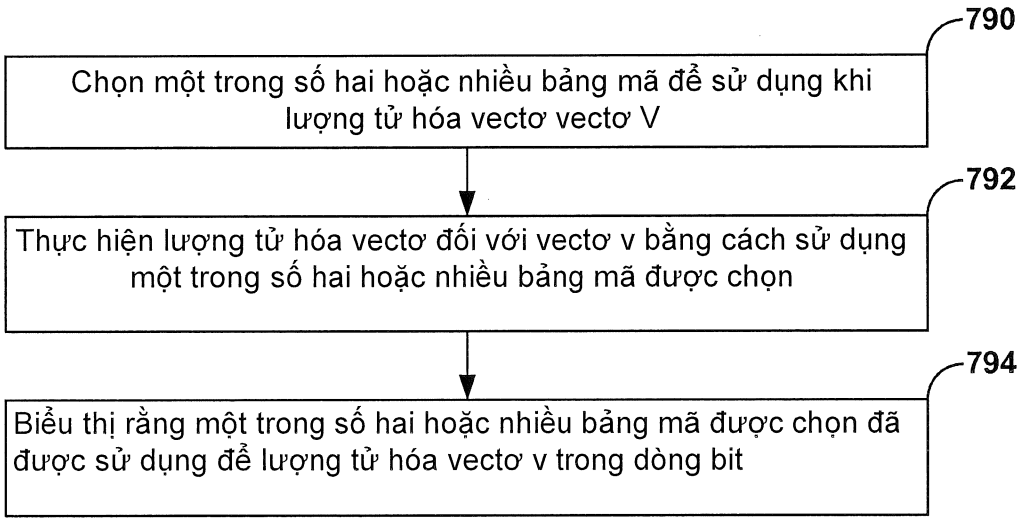

790
Chọn một trong số hai hoặc nhiều bảng mã để sử dụng khi lượng tử hóa vectơ vectơ V
792
Thực hiện lượng tử hóa vectơ đối với vectơ v bằng cách sử dụng một trong số hai hoặc nhiều bảng mã được chọn
794
Biểu thị rằng một trong số hai hoặc nhiều bảng mã được chọn đã được sử dụng để lượng tử hóa vectơ v trong dòng bit

Fig.26

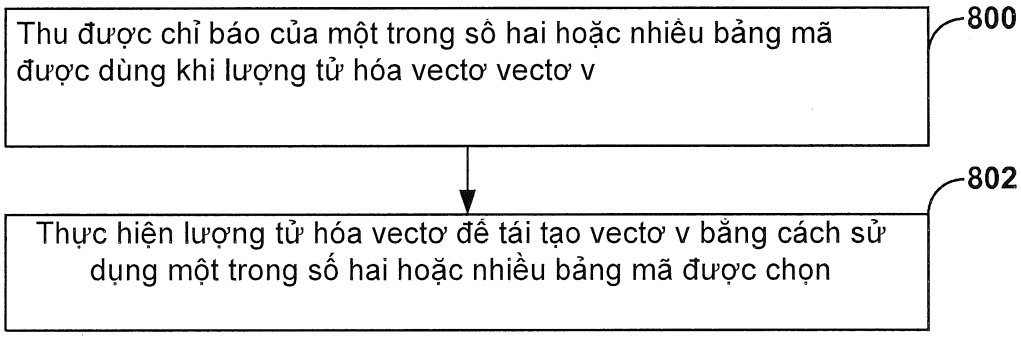

Thu được chỉ báo của một trong số hai hoặc nhiều bảng mã được dùng khi lượng tử hóa vectơ vectơ v
800
Thực hiện lượng tử hóa vectơ để tái tạo vectơ v bằng cách sử dụng một trong số hai hoặc nhiều bảng mã được chọn
802

Fig.27