



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0024442

(51)<sup>7</sup> H04R 5/04; H04S 3/00

(13) B

(21) 1-2016-04976

(22) 02/07/2015

(86) PCT/US2015/038943 02/07/2015

(87) WO2016/004277A1 07/01/2016

(30) 62/020,348 02/07/2014 US; 62/060,512 06/10/2014 US; 14/789,961 01/07/2015 US

(45) 27/07/2020 388

(43) 27/03/2017 348A

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

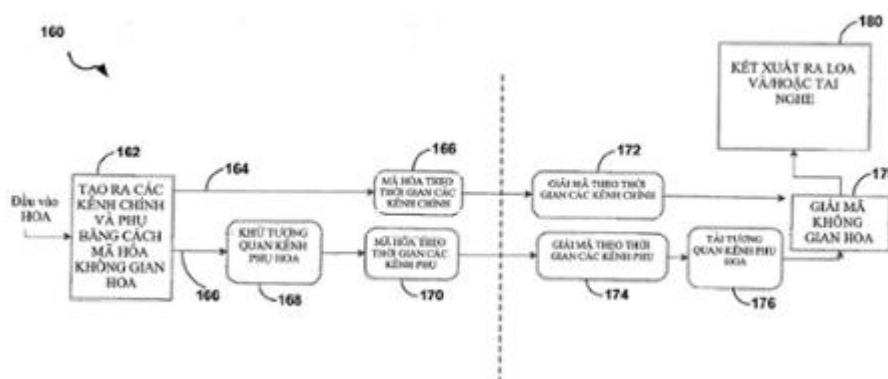
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA  
92121-1714, United States of America

(72) PETERS, Nils Günther (DE); SEN, Dipanjan (US); MORRELL, Martin James (GB).

(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ VÀ NÉN DỮ LIỆU ÂM THANH

(57) Sáng chế đề cập đến các phương pháp và thiết bị xử lý và nén dữ liệu âm thanh. Ví dụ về thiết bị nén dữ liệu âm thanh bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để áp dụng phép biến đổi khử tương quan cho các hệ số ambisonic xung quanh để thu được biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh, các hệ số HOA xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong số nhiều hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc lớn hơn một.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

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

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Tín hiệu ambisonics bậc cao (HOA - higher-order ambisonics) (thường được biểu diễn bằng nhiều hệ số hàm điều hòa cầu (SHC - spherical harmonic coefficient) hoặc các phần tử phân cấp khác) là sự biểu diễn ba chiều của âm trường. Phép biểu diễn HOA hoặc SHC có thể biểu diễn âm trường theo cách độc lập với hình học loa cục bộ dùng để phát lại tín hiệu âm 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 được biết rộng rãi và được chấp nhận cao, như định dạng kênh âm thanh 5.1 hoặc định dạng kênh âm thanh 7.1. Do đó, phép biểu diễn SHC có thể cho phép biểu diễn tốt hơn âm trường mà cũng điều tiết khả năng tương thích ngược.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Nói chung, các kỹ thuật được mô tả để mã hóa dữ liệu âm thanh ambisonics bậc cao. Dữ liệu âm thanh ambisonics bậc cao này có thể bao gồm ít nhất một hệ số ambisonic bậc cao (HOA) tương ứng với hàm cơ sở điều hòa cầu có bậc lớn hơn một. Các kỹ thuật được mô tả để làm giảm tương quan giữa các kênh phụ ambisonic bậc cao (HOA).

Theo một khía cạnh, phương pháp bao gồm bước thu biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh có ít nhất một tín hiệu trái và tín hiệu phải, các hệ số ambisonic xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong các hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ

sở cầu có bậc lớn hơn một; và tạo ra tín hiệu cấp cho loa dựa trên biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh.

Theo một khía cạnh khác, phương pháp bao gồm bước áp dụng phép biến đổi khử tương quan cho các hệ số ambisonic xung quanh để thu được biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh, các hệ số HOA xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao này, trong đó ít nhất một trong các hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc lớn hơn một.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị nén dữ liệu âm thanh bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để thu được sự biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh có ít nhất một tín hiệu trái và tín hiệu phải, các hệ số ambisonic xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong số nhiều hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc lớn hơn một; và tạo ra tín hiệu cấp cho loa dựa trên biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị nén dữ liệu âm thanh bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để áp dụng phép biến đổi khử tương quan cho các hệ số ambisonic xung quanh để thu được biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh, các hệ số HOA xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong các hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc lớn hơn một.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị nén dữ liệu âm thanh bao gồm phương tiện thu được sự biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh có ít nhất một tín hiệu trái và tín hiệu phải, các hệ số ambisonic xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong các hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc lớn hơn một; và phương tiện tạo ra tín hiệu cấp cho loa dựa trên sự biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị nén dữ liệu âm thanh bao gồm phương tiện áp dụng phép biến đổi khử tương quan cho các hệ số ambisonic xung quanh để thu được biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh, các hệ số HOA xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong các hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc lớn hơn một; và phương tiện lưu trữ biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh.

Theo một khía cạnh khác, vật ghi đọc được bằng máy tính được mã hóa bằng các lệnh, mà khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý của thiết bị nén âm thanh thu biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh có ít nhất một tín hiệu trái và tín hiệu phải, các hệ số ambisonic xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong số nhiều hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc lớn hơn một; và tạo ra tín hiệu cấp cho loa dựa trên biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh.

Theo một khía cạnh khác, vật ghi đọc được bằng máy tính được mã hóa bằng các lệnh mà, khi được thực thi, khiến cho một hoặc nhiều bộ xử lý của thiết bị nén âm thanh áp dụng phép biến đổi khử tương quan cho các hệ số ambisonic xung quanh để thu được biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh, các hệ số HOA xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong các hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc lớn hơn một.

Chi tiết của một hoặc nhiều khía cạnh của các kỹ thuật được trình bày trên các hình vẽ kèm theo và phần mô tả chi tiết dưới đây. Các dấu hiệu, đối tượng và ưu điểm khác của các kỹ thuật này sẽ trở nên rõ ràng qua phần mô tả, các hình vẽ và bộ yêu cầu bảo hộ.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig. 1 là sơ đồ minh họa các hàm cơ sở 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 kỹ thuật theo các khía cạnh khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này.

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

Fig. 4 là sơ đồ khối minh họa thiết bị giải mã âm trên Fig. 2 một cách chi tiết hơn.

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

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

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

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Ngày nay, sự phát triển âm thanh vòm đã tạo ra nhiều định dạng đầu ra phục vụ giải trí. Các ví dụ về các định dạng âm thanh vòm dành cho người dùng này hầu hết được dựa vào ‘kênh’ ở chỗ chúng ngầm xác định nguồn cấp cho các loa theo các tọa độ hình học nhất định. Các định dạng âm thanh 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 tiêu dùng có thể nổi số lượng loa bất kỳ (theo các 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 cắt.

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 đơn lẻ với siêu dữ liệu liên quan chứa các tọa độ vị trí của chúng (trong số các thông tin khác); và (iii) âm dựa trên cảnh, mà bao gồm biểu diễn âm trường 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” 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 “Đề xuất âm 3D,” bởi Tổ chức tiêu chuẩn hóa Quốc tế/Ủy ban kỹ thuật điện tử Quốc tế (ISO)/(IEC) JTC1/SC29/WG11/N13411, phát hành tháng 1/2013 ở Geneva, Thụy Sĩ, và có tại <http://mpeg.chiariglione.org/sites/default/files/files/standards/parts/docs/w13411.zip>

Có nhiều định dạng dựa trên kênh ‘âm - 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 phòng khách vượt xa âm lập thể) đến hệ thống 22.2 phát triển bởi NHK (Nippon Hoso Kyokai hoặc Japan Broadcasting Corporation). Các nhà tạo lập nội dung (ví dụ, các xưởng phim Hollywood) muốn sản xuất rảnh âm cho nhạc phim một lần, và không muốn phải phối lại nhạc phim này cho từng cấu hình loa. Gần đây, các tổ chức phát triển tiêu chuẩn đang xem xét các cách để tạo ra việc mã hóa thành dòng bit chuẩn hóa và giải mã sau đó mà có khả năng thích ứng và không biết với hình học của loa (và số loa) và các điều kiện âm ở vị trí phát lại (bao gồm bộ kết xuất).

Để tạo ra tính linh hoạt cho các nhà tạo lập nội dung, tập hợp các phần tử phân cấp có thể được sử dụng để biểu diễn âm trường. 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 âm trường được lấy

mô hình. Khi tập hợp này được mở rộng để chứa các phần tử bậc cao, việc biểu diễn trở nên chi tiết hơn, tăng độ phân giải.

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

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

Biểu thức này thể hiện rằng áp lực  $p_i$  ở điểm bất kỳ  $\{r_r, \theta_r, \varphi_r\}$  của âm trường, 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 (~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 cơ sở điều hòa cầu 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. Các tín hiệu ambisonics bậc cao được xử lý bằng cách cắt các bậc cao này sao cho chỉ còn lại bậc 0 và bậc 1. Chúng ta thường thực hiện bù năng lượng của các tín hiệu còn lại do tổn thất năng lượng trong hệ số bậc cao này.

Theo các khía cạnh khác nhau, sáng chế đề cập đến việc làm giảm tương quan giữa các tín hiệu phụ. Ví dụ, các kỹ thuật theo sáng chế có thể làm giảm hoặc có thể loại bỏ tương quan giữa các tín hiệu phụ được biểu thị trong miền HOA. Ưu điểm có thể có của việc giảm tương quan giữa các tín hiệu HOA phụ là giảm nhẹ việc bỏ mất nạ tiếng ồn. Như được sử dụng trong bản mô tả này, cụm từ "bỏ mất nạ tiếng ồn" có thể chỉ việc gán các đối tượng âm thanh cho các vị trí mà không tương ứng với đối tượng âm thanh đó trong miền không gian. Ngoài việc giảm nhẹ các vấn đề có thể xảy ra liên quan đến bỏ mất nạ tiếng ồn, các kỹ thuật mã hóa được mô tả ở đây có thể tạo ra các tín hiệu đầu ra biểu diễn tín hiệu âm thanh trái và phải, chẳng hạn như các tín hiệu cùng tạo thành đầu ra âm lập thể. Lần lượt, thiết bị giải mã có thể giải mã

các tín hiệu âm thanh trái và phải để thu được đầu ra âm lập thể, hoặc có thể trộn các tín hiệu trái và phải để thu được đầu ra đơn âm. Ngoài ra, trong trường hợp dòng bit mã hóa biểu diễn mẫu bố trí ngang đơn thuần, thiết bị giải mã có thể thực hiện các kỹ thuật khác nhau theo sáng chế để chỉ giải mã các tín hiệu phụ HOA đã khử tương quan với các thành phần ngang. Bằng cách hạn chế quy trình giải mã ở các tín hiệu phụ HOA đã khử tương quan với các thành phần ngang, bộ giải mã có thể thực hiện các kỹ thuật để bảo toàn các tài nguyên tính toán và giảm tiêu thụ băng thông.

Fig. 1 là sơ đồ minh họa hàm cơ sở điều hòa cầu 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 có đạt được theo cách vật lý (ví dụ, được ghi) bởi các cấu hình dây micro 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 âm trường. SHC biểu diễn âm thanh dựa trên cảnh, trong đó SHC có thể là đầu vào của bộ mã hóa âm thanh 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 các hệ số  $(1+4)^2$  (25, và do đó bậc bốn) có thể được sử dụng.

Như lưu ý ở trên, SHC có thể được lấy từ quá trình ghi micro bằng cách sử dụng dây micro. Các ví dụ khác nhau về cách SHC có thể được thu được từ các dây micro được mô tả trong tài liệu: 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 thu được từ phần mô tả dựa trên đối tượng, xét biểu thức sau đây. Các hệ số  $A_n^m(k)$  cho âm trường tương ứng với đối tượng âm thanh riêng lẻ 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 của đối tượng  $g(\omega)$  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 tác giả sáng chế biến đổi mỗi đối tượng PCM và vị trí tương ứng thành SHC  $A_n^m(k)$ . Hơn nữa, có thể thấy (do biểu thức trên là biểu thức

phân tích tuyến tính và trực giao) rằng  $A_n^m(k)$  các hệ số cho mỗi đối tượng là bổ sung. Theo cách này, nhiều đối tượng PCM có thể được biểu diễn bởi  $A_n^m(k)$  các hệ số (ví dụ, là tổng của các vector hệ số cho các đối tượng riêng). Về cơ bản, các hệ số này chứa thông tin về âm trường (áp lực là hàm các tọa độ 3D), và biểu thức trên biểu diễn sự biến đổi từ các đối tượng riêng thành biểu diễn của toàn bộ âm trường, ở vùng lân cận của điểm quan sát  $\{r_r, \theta_r, \varphi_r\}$ . Các hình vẽ còn lại được mô tả dưới đây trong 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 kỹ thuật theo các khía cạnh khác nhau 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 thuê bao nội dung 14. Mặc dù được mô tả trong ngữ cảnh của thiết bị tạo nội dung 12 và thiết bị thuê bao nội dung 14, nhưng 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 âm trường được mã hóa để tạo ra dòng bit đại diện cho dữ liệu âm thanh. Ngoài ra, thiết bị tạo nội dung 12 có thể là 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 thuê bao nội dung 14 có thể là 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 để cho người vận hành các thiết bị thuê bao nội dung, như thiết bị thuê bao nội dung 14 sử dụng. 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 cùng với nội dung video. Thiết bị thuê bao nội dung 14 có thể được vận hành bởi một cá nhân. Thiết bị thuê bao nội dung 14 có thể bao gồm hệ thống phát lại âm thanh 16, mà có thể là dạng hệ thống phát lại âm bất kỳ có khả năng kết xuất SHC để phát lại dưới dạng nội dung âm thanh 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 sóng 7 theo các định dạng khác nhau (bao gồm trực tiếp dưới dạng 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 thanh 18. Micrô 5 có thể thu các bản ghi sóng 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 loa được kết xuất trong sự cố gắng nhận ra âm trường theo các khía cạnh khác nhau 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 các đối tượng âm thanh khác nhau trong số nhiều đối tượng âm thanh 9 mà các hệ số HOA nguồn có thể được tạo 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 là hệ thống bất kỳ có khả năng biên soạn dữ liệu âm thanh và xuất ra dữ liệu âm thanh dưới dạng một hoặc nhiều hệ số hàm 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 đại diện 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, 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 một dòng bit phụ khác, mà có thể được gọi là thông tin kênh phụ.

Như được thể hiện trên Fig. 2 là được truyền trực tiếp cho thiết bị thuê bao 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 thuê bao nội dung 14. Thiết bị trung gian này có thể lưu trữ dòng bit 21 để sau đó phân phối cho thiết bị thuê bao 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 tìm sau. Thiết bị trung gian có thể nằm trong mạng phân phối nội

dung có khả năng tạo dòng bit 21 (và có thể kết hợp với truyền dòng bit dữ liệu video tương ứng) cho các thuê bao, như thiết bị thuê bao nội dung 14, yêu cầu 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 video số (DVD - digital video disc), đĩa video độ nét cao hoặc phương tiện lưu trữ khác, hầu hết các phương tiện 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 bất biến đọc được bởi máy tính. Trong ngữ cảnh này, kênh truyền có thể 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 của sáng chế này không bị giới hạn về việc này ở ví dụ trên Fig. 2.

Như thể hiện thêm trong ví dụ trên Fig. 2, thiết bị thuê bao nội dung 14 bao gồm hệ thống phát lại âm thanh 16. hệ thống phát lại âm thanh 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 thanh 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 vector (vector-base amplitude panning - VBAP), và/hoặc một hoặc nhiều cách khác nhau để thực hiện việc tổng hợp âm trường. 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 thanh 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 thanh 16 có thể thu thông tin loa 13 bằng cách sử dụng micro chuẩn và kích thích các loa theo cách sao cho 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 thanh 16 có thể nhắc người dùng tương tác với hệ thống phát lại âm thanh 16 và nhập vào thông tin loa 13.

Hệ thống phát lại âm thanh 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 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 22 dựa trên thông tin loa 13. Hệ thống phát lại âm thanh 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. 3 là sơ đồ khối minh họa chi tiết hơn một ví dụ về thiết bị mã hóa âm thanh 20 thể hiện trong ví dụ trên Fig. 2 mà có thể thực hiện các kỹ thuật theo các khía cạnh khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả này. Thiết bị mã hóa âm thanh 20 bao gồm bộ phân tích nội dung 26, bộ thực hiện phương pháp tổng hợp dựa trên vector 27 và bộ thực hiện phương pháp tổng hợp dựa trên hướng 28, và bộ khử tương quan 40'. Mặc dù được mô tả ngắn gọn dưới đây, nhưng 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 âm trường 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 phân tích dựa trên vector 27. Trong một số trường hợp, nếu các hệ số HOA 11 có khung được tạo ra từ đối tượng âm thanh 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. 3, bộ phân tích dựa trên vector 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 lập mã âm thanh tâm thính 40, bộ tạo dòng bit 42, bộ phân tích âm trường 44, bộ rút gọn hệ số 46, bộ lựa chọn phụ (BG - background) 48, bộ nội suy không gian-thời gian 50, và bộ lượng tử hóa 52.

Bộ biến đổi nghịch đảo tuyến tính (LIT) 30 nhận các hệ số HOA 11 dưới dạng các kênh HOA, mỗi kênh này đại diện 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  $\text{HOA}[k]$ , 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  $D: M \times (N+1)^2$ .

Bộ LIT 30 có thể là bộ được tạo cấu hình để thực hiện dạng phân tích gọi là phân tích trị số kỳ dị. 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 phân tích 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, phân tích trực giao chính (POD - proper orthogonal decomposition), và phân tích trị số 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 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 phân tích trị số kỳ dị (mà, một lần nữa, có thể được gọi là “SVD”) nhằm các mục đích ví dụ, bộ LIT 30 có thể 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 vector hệ số HOA biến đổi. Trong ví dụ trên Fig. 3, 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 X phức hoặc thực y-theo-z (trong đó X có thể đại diện 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 vector kỳ dị 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 trị số đường chéo của S được biết là các trị số kỳ dị 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 vector kỳ dị phải của dữ liệu âm thanh đa kênh.

Theo một số ví dụ, ma trận  $V^*$  trong biểu thức toán học SVD nêu trên được thể hiện là chuyển vị liên hợp của ma trận V để phản ánh rằng SVD có thể được áp dụng cho các ma trận chứa các số phức. Khi được áp dụng cho các ma trận chỉ chứa 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 thay vì qua 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, nhưng 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 chuẩn bị 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 LIT 30 có thể thực hiện SVD đối với các hệ số HOA 11 để xuất ra các vector  $US[k]$  33 (mà có thể biểu diễn phiên bản kết hợp của các vector S và

các vector  $U$ ) có kích thước  $D: M \times (N+1)^2$ , và các vector  $V[k]$  35 có kích thước  $D: (N+1)^2 \times (N+1)^2$ . Các phần tử vector riêng trong ma trận  $US[k]$  cũng có thể được gọi là  $X_{PS}(k)$  trong khi đó các vector riêng của ma trận  $V[k]$  cũng có thể được gọi là  $v(k)$ .

Việc phân tích 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 âm trường cơ sở được biểu diễn ở trên bằng  $X$ . Mỗi trong các  $N$  vector trong ma trận  $U$  ( $M$  mẫu chiều dài) có thể biểu diễn tín hiệu âm thanh tách chuẩn hóa dưới dạng 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 và vị trí không gian ( $r$ ,  $\theta$ ,  $\phi$ ) thay vào đó có thể được biểu diễn bằng các vector  $i^{\text{th}}$  riêng rẽ,  $v^{(i)}(k)$ , trong ma trận  $V$  (mỗi ma trận có độ dài  $(N+1)^2$ ). Các phần tử riêng của mỗi  $v^{(i)}(k)$  trong số các vector có thể biểu diễn hệ số HOA mô tả hình dạng (bao gồm độ rộng) và vị trí của âm trường cho đối tượng âm thanh kết hợp. Cả hai vector 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 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 vector riêng rẽ  $X_{PS}(k)$ ), do đó biểu diễn tín hiệu âm thanh bằng năng lượng. Khả năng phân tích SVD để tách các tín hiệu thời gian âm thanh (trong  $U$ ), các năng lượng của chúng (trong  $S$ ) và các đặc tính không gian của chúng (trong  $V$ ) có thể hỗ trợ các kỹ thuật theo các khía cạnh khác nhau được mô tả trong sáng chế này. Hơn nữa, mô hình tổng hợp các hệ số HOA[k] ở dưới,  $X$ , bằng cách nhân vector  $US[k]$  và  $V[k]$  sinh ra thuật ngữ “phân tích dựa trên vector,” 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, nhưng 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 việc thực hiện SVD đối với một hoặc nhiều vòng xử lý và không gian lưu trữ, trong

khi đạt được hiệu quả mã hóa âm thanh nguồn như nhau nếu SVD được áp dụng trực tiếp cho các hệ số HOA.

Bộ tính thông số 32 là bộ được tạo cấu hình để tính các thông số khác nhau, như thông số tương quan ( $R$ ), thông số đặc tính hướng ( $\theta$ ,  $\varphi$ ,  $r$ ), và đặc tính năng lượng ( $e$ ). Mỗi trong số các thông số này cho khung hiện thời có thể được ký hiệu là  $R[k]$ ,  $\theta[k]$ ,  $\varphi[k]$ ,  $r[k]$  và  $e[k]$ . Bộ tính thông số 32 có thể thực hiện phân tích năng lượng và/hoặc sự tương quan (hoặc còn được gọi là sự tương quan chéo) đối với các vector  $US[k]$  33 để nhận biết các thông số này. Bộ tính thông số 32 có thể còn xác định các thông số này cho khung trước đó, trong đó các thông số khung trước này có thể được ký hiệu là  $R[k-1]$ ,  $\theta[k-1]$ ,  $\varphi[k-1]$ ,  $r[k-1]$  và  $e[k-1]$ , dựa trên khung trước của các vector  $US[k-1]$  và  $V[k-1]$ . Bộ tính 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 sự đánh giá tự nhiên hoặc tính liên tục của chúng theo thời gian. Tức là, bộ sắp xếp lại 34 có thể so sánh lần lượt mỗi trong số các thông số 37 từ các vector  $US[k]$  33 thứ nhất với mỗi trong số các thông số 39 đối với vector  $US[k-1]$  33 thứ hai. Bộ sắp xếp lại 34 có thể sắp xếp lại (nhờ sử dụng, theo một ví dụ, thuật toán Hungarian) các vector 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 nổi bật 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 toán học là  $\overline{V}[k]$ ) cho bộ chọn âm nổi bật (hoặc âm dễ nhận thấy - PS) 36 (“bộ chọn lọc nổi bật 36”) và bộ bù năng lượng 38.

Bộ phân tích âm trường 44 có thể là bộ được tạo cấu hình để thực hiện phân tích âm trường đối với các hệ số HOA 11 để có thể đạt được tốc độ bit đích 41. Bộ phân tích âm trường 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 chính 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 âm trường 44 cũng có thể xác định, một lần nữa có thể đạt được tốc độ bit đích 41, tổng số kênh chính ( $n_{FG}$ ) 45, bậc nhỏ nhất của âm trường phụ (hoặc, nói cách khác, các kênh xung quanh) ( $N_{BG}$  hoặc, theo cách khác,  $MinAmbHoaOrder$ ), số lượng tương ứng của các kênh thực đại diện cho cho bậc nhỏ nhất của âm trường phụ ( $n_{BGa} = (MinAmbHoaOrder + 1)^2$ ), 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 phụ 43 trong ví dụ trên Fig. 3). Thông tin kênh phụ 42 cũng có thể được gọi là thông tin kênh xung quanh 43. Mỗi trong số các kênh mà duy trì từ  $numHOATransportChannels - n_{BGa}$ , có thể là “kênh môi trường xung quanh/phụ bổ sung”, “kênh hoạt động nổi trội dựa trên vector”, “tín hiệu hoạt động nổi trội dựa trên 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 vector; 10: tín hiệu xung quanh khác; 11: tín hiệu không hoạt động). Tổng số tín hiệu phụ hoặc xung quanh,  $n_{BGa}$ , có thể được xác định bởi  $(MinAmbHoaOrder + 1)^2 +$  số lần chỉ số 10 (trong ví dụ trên đây) xuất hiện là loại kênh trong dòng bit của khung đó.

Bộ phân tích âm trường 44 có thể lựa chọn số lượng kênh phụ (hoặc, nói cách khác, các kênh xung quanh) và số lượng kênh chính (hoặc, nói cách khác, kênh trội) dựa trên tốc độ bit đích 41, lựa chọn nhiều kênh phụ và/hoặc 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. Trong trường hợp này, ở mỗi khung, bốn kênh có thể được dành riêng để biểu diễn phần phụ hoặc xung quanh của âm trường trong khi 4 kênh khác có thể, thay đổi trên kiểu kênh dựa vào kiểu khung-khung— ví dụ, hoặc được sử dụng là kênh phụ/xung quanh khác hoặc kênh chính/trội. Tín hiệu chính/trội có thể là một trong tín hiệu dựa trên vector 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 vector cho khung, có thể được xác định bởi số lần chỉ số ChannelType bằng 01 trong dòng bit của khung đó. Theo khía cạnh trên đây, đối với mỗi kênh phụ/xung quanh bổ sung (ví dụ, tương ứng với ChannelType 10), thông tin tương ứng của hệ số nào trong các hệ số HOA có

thể có (ngoài bốn hệ số thứ nhất) có thể được biểu diễn trong kênh đó. Thông tin, cho nội dung HOA bậc bốn, 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  $\text{minAmbHOAorder}$  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 bổ sung 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 âm trường 44 xuất ra thông tin kênh phụ 43 và các hệ số HOA 11 cho bộ lựa chọn phụ (BG - background) 36, thông tin kênh phụ 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 phụ (ví dụ, âm trường phụ ( $N_{BG}$ ) và số lượng ( $nBGa$ ) và các chỉ số ( $i$ ) của các kênh BG HOA bổ sung cần gửi). Ví dụ, khi  $N_{BG}$  bằng một, bộ lựa chọn phụ 48 có thể chọn các hệ số HOA 11 cho mỗi mẫu của khung âm thanh có bậc bằng hoặc nhỏ hơn một. Sau đó bộ lựa chọn phụ 48 có thể, theo ví dụ này, chọn các hệ số HOA 11 có chỉ số được nhận ra bởi một trong số các chỉ số ( $i$ ) là các hệ số BG HOA bổ sung, trong đó  $nBGa$  được cung cấp cho bộ tạo dòng bit 42 cần 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. 2 và 4, để phân tích các hệ số HOA phụ 47 từ dòng bit 21. Bộ lựa chọn phụ 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:  $M \times [(N_{BG}+1)^2 + nBGa]$ . 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 cần được mã hóa bởi bộ lập mã 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 đại diện cho các thành phần chính hoặc riêng của âm trường dựa trên nFG 45 (mà có thể biểu diễn một hoặc nhiều chỉ số nhận ra các vector chính). Bộ lựa chọn chính 36 có thể xuất ra tín hiệu nFG 49 (mà có thể được ký hiệu là  $US[k]_{1, \dots, nFG\ 49}$ ,  $FG_{1, \dots, nFG[k]\ 49}$ , hoặc  $X_{PS}^{(1..nFG)}(k)$  49 sắp xếp lại) cho bộ lập mã âm thanh tâm thính 40, trong đó tín hiệu nFG 49 này có thể có

các kích thước D:  $M \times n_{FG}$  và mỗi tín hiệu biểu diễn các đối tượng âm đơn. Bộ lựa chọn chính 36 cũng có thể xuất ra ma trận  $V[k]$  sắp xếp lại 35' (hoặc  $v^{(1..n_{FG})}(k)35'$ ) tương ứng với các thành phần chính của âm trường 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  $\bar{V}_{1,...,n_{FG}}[k]$ ) có các kích thước D:  $(N+1)^2 \times n_{FG}$ .

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 các kênh khác nhau trong số các kênh HOA bởi bộ lựa chọn phụ 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  $n_{FG}$  49, các vector  $V[k]$  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 khử tương quan 40'. Lần lượt, bộ khử tương quan 40' có thể thực hiện các kỹ thuật theo sáng chế để làm giảm hoặc loại bỏ tương quan giữa các tín hiệu phụ của các hệ số HOA 47' để tạo ra một hoặc nhiều hệ số HOA khử tương quan 47''. Bộ khử tương quan 40' có thể xuất các hệ số HOA khử tương quan 47'' đến bộ lập mã âm thanh tâm thính 40..

Bộ nội suy không gian-thời gian 50 có thể là bộ được tạo cấu hình để nhận các vector  $V[k]$  nổi 51k đối với khung thứ k' và các vector  $V[k-1]$  nổi 51<sub>k-1</sub> đối với khung trước đó (do đó ký hiệu là k-1) và thực hiện việc nội suy không gian-thời gian để tạo các vector  $V[k]$  chính được nội suy. Bộ nội suy không gian-thời gian 50 có thể kết hợp lại tín hiệu  $n_{FG}$  49 với các vector  $V[k]$  chính 51k để khôi phục các hệ số HOA nổi bật được sắp xếp lại. Bộ nội suy không gian-thời gian 50 sau đó có thể chia các hệ số HOA nổi bật được sắp xếp lại bởi các vector nội suy  $V[k]$  để tạo ra tín hiệu  $n_{FG}$  nội suy 49'. Bộ nội suy không gian-thời gian 50 cũng có thể xuất ra các vector trong các vector  $V[k]$  chính 51k mà được sử dụng để tạo ra các vector vector  $V[k]$  chính nội suy sao cho thiết bị giải mã âm thanh, như thiết bị giải mã âm thanh 24, có thể tạo ra các vector vector  $V[k]$  chính nội suy và nhờ đó khôi phục các vector  $V[k]$  chính 51k. Các vector  $V[k]$  chính 51k này được dùng để tạo ra các vector  $V[k]$  chính được nội suy

được ký hiệu là các vector  $V[k]$  chính 53 còn lại. Để bảo đảm rằng cùng một vector  $V[k]$  và  $V[k-1]$  được sử dụng ở bộ mã hóa và bộ giải mã (để tạo ra các vector nội suy  $V[k]$ ), các phiên bản lượng tử hóa/khử lượng tử hóa của các vector có thể được sử dụng ở bộ mã hóa và bộ giải mã. Bộ nội suy không gian-thời gian 50 có thể xuất ra tín hiệu nFG nội suy 49' cho bộ mã hóa tâm lý âm 46 và các vector  $V[k]$  chính được nội suy 51<sub>k</sub> 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 vector  $V[k]$  chính còn lại 53 dựa trên thông tin kênh phụ 43 để xuất các vector  $V[k]$  chính rút gọn 55 đến bộ lượng tử hóa 52. Các vector  $V[k]$  chính rút gọn 55 có thể có các chiều D:  $[(N+1)^2 - (N_{BG}+1)^2 - BG_{TOT}] \times nFG$ . Bộ rút gọn hệ số 46 có thể, về khía cạnh này, đại diện cho bộ được tạo cấu hình để làm giảm số lượng hệ số của vector  $V[k]$  chính 53 còn lại. Nói cách khác, bộ rút gọn hệ số 46 có thể đại diện cho bộ được tạo cấu hình để khử các hệ số trong các vector  $V[k]$  chính (mà tạo ra các vector  $V[k]$  chính còn lại 53) có ít cho đến không có thông tin định hướng. Như mô tả ở trên, theo một số ví dụ, các hệ số của các vector khác biệt hoặc, nói cách khác, các vector  $V[k]$  chính tương ứng với các hàm cơ sở bậc một hoặc zero (mà có thể được ký hiệu là  $N_{BG}$ ) tạo ra ít thông tin định hướng và do đó có thể được loại bỏ khỏi các vector  $V$  chính (thông qua quá trình mà có thể được gọi là “rút gọn hệ số”). Trong ví dụ này, tính linh hoạt lớn hơn có thể được tạo ra không những để nhận dạng các hệ số mà tương ứng với  $N_{BG}$  mà còn nhận dạng 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 lượng tử hóa 52 có thể đại diện cho bộ được tạo cấu hình để thực hiện dạng lượng tử hóa bất kỳ để nén các vector  $V[k]$  chính rút gọn 55 để tạo ra các vector  $V[k]$  chính được lập mã 57, xuất các vector  $V[k]$  chính được lập mã 57 đến bộ tạo dòng bit 42. Khi thực hiện, bộ lượng tử hóa 52 có thể là bộ được tạo cấu hình để nén thành phần không gian của âm trường, tức là, một hoặc nhiều vector  $V[k]$  chính rút gọn 55 theo ví dụ này. Bộ lượng tử hóa 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 “NbbitsQ”:

| Trị số NbbitsQ | Kiểu chế độ lượng tử hóa |
|----------------|--------------------------|
| 0-3:           | Dự trữ                   |

|     |                                                |
|-----|------------------------------------------------|
| 4:  | Lượng tử hóa vector                            |
| 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 lượng tử hóa 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 vector được thực hiện) của vector  $V$  của khung trước đó và phần tử (hoặc trọng số khi quá trình lượng tử hóa vector được thực hiện) của vector  $V$  của khung hiện thời được xác định. Bộ lượng tử hóa 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 trị số của phần tử của vector  $V$  của chính khung hiện thời.

Bộ lượng tử hóa 52 có thể thực hiện nhân các dạng lượng tử hóa với mỗi trong số các vector  $V[k]$  chính rút gọn 55 để thu được các phiên bản mã hóa phức hợp của các vector  $V[k]$  chính rút gọn 55. Bộ lượng tử hóa 52 có thể lựa chọn một trong số các phiên bản mã hóa của các vector  $V[k]$  chính rút gọn 55 làm vector  $V[k]$  chính được lập mã 57. Bộ lượng tử hóa 52 có thể lựa chọn một trong: vector  $V$  đã lượng tử hóa vector không dự đoán, vector  $V$  đã lượng tử hóa vector dự đoán, vector  $V$  lượng tử hóa vô hướng không lập mã Huffman, và vector  $V$  lượng tử hóa vô hướng lập mã Huffman để sử dụng làm vector  $V$  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 vector và một hoặc nhiều chế độ lượng tử hóa vô hướng, và lượng tử hóa vector  $V$  đầu vào dựa trên (hoặc theo) chế độ đã chọn. Sau đó bộ lượng tử hóa 52 có thể cung cấp một vector được chọn trong số: vector  $V$  đã lượng tử hóa vector không được dự báo (ví dụ, dưới dạng biểu thị các trị số hoặc các bit trọng số của chúng), vector  $V$  đã lượng tử hóa vector được dự báo (ví dụ, dưới dạng biểu thị các trị số hoặc

các bit lỗi của chúng), vector  $V$  lượng tử hóa vô hướng không mã hóa Huffman, và vector  $V$  lượng tử hóa vô hướng mã hóa Huffman cho bộ tạo dòng bit 52 là các vector  $V[k]$  chính được lập mã 57. Bộ lượng tử hóa 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 vector  $V$ .

Bộ khử tương quan 40' được bao gồm trong thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể biểu diễn một hoặc nhiều ví dụ về bộ được tạo cấu hình để áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi khử tương quan cho các hệ số HOA 47', để thu được các hệ số HOA khử tương quan 47". Trong một số ví dụ, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng ma trận UHJ cho các hệ số HOA 47'. Trong nhiều ví dụ theo sáng chế, ma trận UHJ còn có thể được gọi là "biến đổi dựa trên pha." Việc ứng dụng biến đổi dựa trên pha ở đây còn có thể được gọi là "khử tương quan chuyển pha."

Định dạng UHJ ambisonic là bước phát triển của hệ thống âm thanh vòm ambisonic được thiết kế để tương thích với phương tiện đơn âm và lập thể. Định dạng UHJ bao gồm thứ bậc của các hệ thống mà trong đó các âm trường đã ghi sẽ được tái tạo với độ chính xác thay đổi theo các kênh sẵn có. Trong các ví dụ khác nhau, UHJ còn được gọi là "Định dạng C". Các chữ cái đầu biểu thị một số nguồn được kết hợp vào hệ thống: U từ Universal (UD-4); H từ Ma trận H; và J từ Hệ thống 45J.

UHJ là hệ thống thứ bậc của việc mã hóa và giải mã thông tin âm thanh có hướng trong công nghệ ambisonics. Tùy thuộc vào số kênh có sẵn, hệ thống có thể mang nhiều hoặc ít thông tin hơn. UHJ có thể tương thích đầy đủ lập thể và đơn âm. Có thể sử dụng lên đến 4 kênh (L, R, T, Q).

Ở một dạng, UHJ 2 kênh (L, R), thông tin vòm theo chiều ngang (hoặc "phẳng") có thể được mang bởi các kênh tín hiệu lập thể thông thường – CD, FM hoặc vô tuyến kỹ thuật số, v.v. - mà có thể được khôi phục bằng cách sử dụng bộ giải mã UHJ ở đầu nghe. Việc cộng hai kênh này có thể cho ra tín hiệu đơn âm tương thích, mà có thể là biểu diễn chính xác hơn của phiên bản hai kênh so với việc cộng nguồn "đơn âm đã chỉnh panpot" thông thường. Nếu kênh thứ ba (T) có sẵn, kênh thứ ba này có thể được sử dụng để tạo ra độ chính xác về định vị cao hơn cho hiệu ứng vòm phẳng khi được giải mã thông qua bộ giải mã UHJ 3 kênh. Kênh thứ ba này

có thể không bắt buộc phải có băng thông âm thanh đầy đủ cho mục đích này, dẫn đến có thể có các hệ thống "2½ kênh", trong đó kênh thứ ba này bị giới hạn băng thông. Theo một ví dụ, giới hạn này có thể là 5 kHz. Kênh thứ ba này có thể được phát rộng thông qua vô tuyến FM, ví dụ, bằng cách điều biến 4 pha. Việc bổ sung kênh thứ 4 (Q) vào hệ thống UHJ có thể cho phép việc mã hóa âm thanh vòm đầy đủ với độ cao, đôi khi được gọi là Periphony, với độ chính xác giống như Định dạng B 4 kênh.

UHJ 2 kênh là định dạng thường được sử dụng để phân phối các bản ghi ambisonic. Các bản ghi UHJ 2 kênh có thể được truyền qua tất cả các kênh lập thể thông thường và phương tiện bất kỳ trong số các phương tiện 2 kênh thông thường có thể được sử dụng mà không cần thay đổi. UHJ có thể tương thích lập thể mà trong đó, khi không giải mã, người nghe có thể nhận thức được hình ảnh lập thể, nhưng là hình ảnh rộng hơn rõ rệt so với lập thể thông thường (ví dụ, còn gọi là "Siêu lập thể". Các kênh trái và phải cũng có thể được cộng để đạt được mức độ tương thích đơn âm rất cao. Được phát lại thông qua bộ giải mã UHJ, khả năng âm thanh vòm có thể được bộc lộ.

Biểu diễn toán học ví dụ của bộ khử tương quan 40' áp dụng ma trận UHJ (hoặc biến đổi dựa trên pha) như sau:

Mã hóa UHJ:

$$S = (0.9397 * W) + (0.1856 * X);$$

$$D = \text{imag}(\text{hilbert}((-0.3420 * W) + (0.5099 * X))) + (0.6555 * Y);$$

$$T = \text{imag}(\text{hilbert}((-0.1432 * W) + (0.6512 * X))) - (0.7071 * Y);$$

$$Q = 0.9772 * Z;$$

chuyển đổi S và D sang Trái và Phải:

$$\text{Trái} = (S+D)/2$$

$$\text{Phải} = (S-D)/2$$

Theo một số phương án thực hiện tính toán trên đây, các giả thiết liên quan đến các phép tính có thể bao gồm như sau: Kênh phụ HOA là kênh ambisonics bậc 1,

được chuẩn hóa FuMa, theo thứ tự đánh số kênh ambisonics W (a00), X(a11), Y(a11-), Z(a10).

Trong các phép tính được liệt kê trên đây, bộ khử tương quan 40' có thể thực hiện phép nhân vô hướng giữa các ma trận khác nhau với các giá trị hằng số. Ví dụ, để thu được tín hiệu S, bộ khử tương quan 40' có thể thực hiện phép nhân vô hướng giữa ma trận W với giá trị hằng số 0,9397 (ví dụ, bằng phép nhân vô hướng), và giữa ma trận X với giá trị hằng số 0,1856. Như cũng được minh họa trong các phép tính được liệt kê trên đây, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng biến đổi Hilbert (được ký hiệu là hàm "Hilbert ( )" trong mã hóa UHJ trên đây) để thu được từng tín hiệu trong số các tín hiệu D và T. Hàm "imag( )" trong mã hóa UHJ trên đây biểu thị rằng thu được giá trị ảo (theo khía cạnh toán học) của kết quả của phép biến đổi Hilbert.

Biểu diễn toán học ví dụ khác của bộ khử tương quan 40' áp dụng ma trận UHJ (hoặc biến đổi dựa trên pha) như sau:

Mã hóa UHJ:

$$S = (0.9396926 * W) + (0.151520536509082 * X);$$

$$D = \text{imag}(\text{hilbert}((-0.3420201 * W) + (0.416299273350443 * X))) + (0.535173990363608 * Y);$$

$$T = 0.940604061228740 * (\text{imag}(\text{hilbert}((-0.1432 * W) + (0.531702573500135 * X))) - (0.577350269189626 * Y));$$

$$Q = Z;$$

chuyển đổi S và D sang Trái và Phải:

$$\text{Trái} = (S+D)/2;$$

$$\text{Phải} = (S-D)/2;$$

Trong một số phương án thực hiện ví dụ về tính toán trên đây, các giả thiết liên quan đến các phép tính có thể bao gồm như sau: Kênh phụ HOA là kênh ambisonics bậc 1, được chuẩn hóa N3D (hoặc "ba D đầy đủ") , theo thứ tự đánh số kênh ambisonics W (a00), X(a11), Y(a11-), Z(a10). Mặc dù được mô tả ở đây liên quan đến chuẩn hóa N3D, cần hiểu rằng các phép tính ví dụ này còn có thể được áp dụng cho các kênh phụ HOA mà được chuẩn hóa SN3D ( hoặc được bán chuẩn hóa theo

Schmidt). Chuẩn hóa N3D và SN3D có thể khác nhau về hệ số tỷ lệ sử dụng. Biểu diễn ví dụ của chuẩn hóa N3D, trong tương quan với chuẩn hóa SN3D, được bộc lộ dưới đây:

$$N_{l,m}^{N3D} = N_{l,m}^{SN3D} \sqrt{2l+1}$$

Ví dụ về các trọng số được sử dụng trong chuẩn hóa SN3D được bộc lộ dưới đây:

$$N_{l,m}^{SN3D} = \sqrt{\frac{2 - \delta_{m,0}}{4\pi} \frac{(l-|m|)!}{(l+|m|)!}}, \delta_{m,0} \begin{cases} 1 & \text{if } m = 0 \\ 0 & \text{if } m \neq 0 \end{cases}$$

Trong các phép tính được liệt kê trên đây, bộ khử tương quan 40' có thể thực hiện phép nhân vô hướng giữa các ma trận khác nhau với các giá trị hằng số. Ví dụ, để thu được tín hiệu S, bộ khử tương quan 40' có thể thực hiện phép nhân vô hướng giữa ma trận W với giá trị hằng số 0.9396926 (ví dụ, bằng phép nhân vô hướng), và giữa ma trận X với giá trị hằng số 0.151520536509082. Như cũng được minh họa trong các phép tính được liệt kê trên đây, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng biến đổi Hilbert (được ký hiệu là hàm "Hilbert ( )" trong mã hóa UHJ hoặc khử tương quan chuyển pha trên đây) để thu được từng tín hiệu trong số các tín hiệu D và T. Hàm "imag( )" trong mã hóa UHJ trên đây biểu thị rằng thu được giá trị ảo (theo khía cạnh toán học) của kết quả của phép biến đổi Hilbert.

Bộ khử tương quan 40' có thể thực hiện các phép tính được liệt kê trên đây, sao cho các tín hiệu kết quả S và D biểu diễn tín hiệu âm thanh trái và phải (hoặc nói khác là tín hiệu âm thanh lập thể). Trong một số kịch bản như vậy, bộ khử tương quan 40' có thể xuất ra các tín hiệu T và Q dưới dạng một phần của các hệ số HOA khử tương quan 47", nhưng thiết bị giải mã mà nhận được dòng bit 21 có thể không xử lý các tín hiệu T và Q này khi kết xuất sang mô hình loa lập thể (hoặc, nói cách khác, cấu hình loa lập thể). Trong các ví dụ, các hệ số HOA 47' có thể biểu diễn âm trường cần được kết xuất trên hệ thống tái tạo âm thanh đơn âm. Bộ khử tương quan 40' có thể xuất ra các tín hiệu S và D dưới dạng một phần của các hệ số HOA khử tương quan 47", và tín hiệu giải mã nhận được dòng bit 21 có thể kết hợp (hoặc "trộn") các tín hiệu S và D để tạo ra tín hiệu âm thanh cần được kết xuất và/hoặc xuất

ra ở định dạng âm thanh đơn âm. Trong các ví dụ này, thiết bị giải mã và/hoặc thiết bị tái tạo có thể khôi phục tín hiệu âm thanh đơn âm theo nhiều cách khác nhau. Một ví dụ đó là bằng cách trộn các tín hiệu trái và phải (được biểu diễn bởi các tín hiệu S và D). Ví dụ khác đó là bằng cách áp dụng ma trận UHJ (hoặc biến đổi dựa trên pha) để giải mã tín hiệu W (được bộc lộ chi tiết hơn dưới đây, liên quan đến Fig. 5). Với việc tạo ra tín hiệu trái tự nhiên và tín hiệu phải tự nhiên dưới dạng các tín hiệu S và D bằng cách áp dụng ma trận UHJ (hoặc biến đổi dựa trên pha), bộ khử tương quan 40' có thể thực hiện các kỹ thuật trong bản mô tả này để cung cấp các ưu điểm tiên năng và/hoặc các cải tiến tiềm năng so với các kỹ thuật áp dụng các phép biến đổi khử tương quan khác (chẳng hạn như ma trận chế độ được mô tả trong chuẩn MPEG-H).

Trong các ví dụ khác nhau, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng các phép biến đổi khử tương quan khác nhau, dựa trên tốc độ bit của các hệ số HOA 47' nhận được. Ví dụ, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng ma trận UHJ (hoặc biến đổi dựa trên pha) được mô tả trên đây trong các kịch bản mà các hệ số HOA 47' biểu diễn đầu vào 4 kênh. Cụ thể hơn, dựa trên các hệ số HOA 47' biểu diễn đầu vào 4 kênh, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng ma trận UHJ 4 x 4 (hoặc biến đổi dựa trên pha). Ví dụ, ma trận 4 x 4 này có thể trực giao với đầu vào 4 kênh của các hệ số HOA 47'. Nói cách khác, trong các ví dụ mà các hệ số HOA 47' biểu diễn số kênh nhỏ hơn (ví dụ, bốn), bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng ma trận UHJ làm phép biến đổi khử tương quan được chọn, để khử tương quan các tín hiệu phụ của tín hiệu HOA 47' để thu được các hệ số HOA khử tương quan 47'.

Theo ví dụ này, nếu các hệ số HOA 47' biểu diễn số kênh lớn hơn (ví dụ, chín), bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng phép biến đổi khử tương quan khác với ma trận UHJ (hoặc biến đổi dựa trên pha). Ví dụ, trong kịch bản mà các hệ số HOA 47' biểu diễn đầu vào 9 kênh, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng ma trận chế độ (ví dụ, như được mô tả trong chuẩn MPEG-H), để khử tương quan các hệ số HOA 47'. Trong các ví dụ mà các hệ số HOA 47' biểu diễn đầu vào 9 kênh, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng ma trận chế độ 9 x 9 để thu được các hệ số HOA khử tương quan 47'.

Lần lượt, các thiết bị khác nhau của thiết bị mã hóa âm thanh 20 (chẳng hạn như bộ lập mã âm thanh tâm thính 40) có thể lập mã theo cảm quan các hệ số HOA khử tương quan 47'' theo chuẩn AAC hoặc USAC. Bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng phép biến đổi khử tương quan chuyển pha (ví dụ, ma trận UHJ hoặc biến đổi dựa trên pha trong trường hợp đầu vào 4 kênh), để tối ưu hóa việc lập mã AAC/USAC đối với HOA. Trong các ví dụ mà các hệ số HOA 47' (và theo đó, các hệ số HOA khử tương quan 47'') biểu diễn dữ liệu âm thanh cần được kết xuất trên hệ thống tái tạo lập thể, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng các kỹ thuật trong bản mô tả này để cải thiện hoặc tối ưu hóa việc nén, dựa trên chuẩn AAC và USAC được định hướng tương đối (hoặc được tối ưu hóa cho) dữ liệu âm thanh lập thể.

Cần hiểu rằng bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng các kỹ thuật được mô tả ở đây trong các tình huống mà các hệ số HOA được bù năng lượng 47' bao gồm các kênh chính, cũng như trong các tình huống mà các hệ số HOA 47' được bù năng lượng không bao gồm kênh chính bất kỳ. Trong một ví dụ, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng các kỹ thuật và/hoặc các phép tính được mô tả trên đây, trong kịch bản mà các hệ số HOA được bù năng lượng 47' bao gồm không (0) kênh chính và bốn (4) kênh phụ (ví dụ, kịch bản mà tốc độ bit thấp hơn/ nhỏ hơn).

Trong một số ví dụ, bộ khử tương quan 40' có thể khiến cho bộ tạo dòng bit 42 để báo hiệu, dưới dạng một phần của dòng bit dựa trên vector 21, một hoặc nhiều phần tử cú pháp chỉ báo rằng bộ khử tương quan 40' đã áp dụng phép biến đổi khử tương quan cho các hệ số HOA 47'. Bằng việc cung cấp chỉ báo này đến thiết bị giải mã, bộ khử tương quan 40' có thể cho phép thiết bị giải mã thực hiện các phép biến đổi khử tương quan nghịch đảo dữ liệu âm thanh trong miền HOA. Trong một số ví dụ, bộ khử tương quan 40' có thể khiến cho bộ tạo dòng bit 42 báo hiệu đến các phần tử cú pháp mà chỉ báo phép biến đổi khử tương quan nào đã được áp dụng, chẳng hạn như ma trận UHJ (hoặc phép biến đổi dựa trên pha khác) hoặc ma trận chế độ.

Bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng biến đổi dựa trên pha cho hệ số HOA 47' được bù năng lượng. Biến đổi dựa trên pha cho các chuỗi hệ số HOA  $O_{MIN}$  thứ nhất của  $C_{AMB}(k - 1)$  được xác định bởi

$$\begin{bmatrix} x_{AMB,LOW,1}(k-2) \\ x_{AMB,LOW,2}(k-2) \\ x_{AMB,LOW,3}(k-2) \\ x_{AMB,LOW,4}(k-2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d(9) \cdot (S(k-2) + M(k-2)) \\ d(9) \cdot (M(k-2) - S(k-2)) \\ d(8) \cdot (B_{+90}(k-2) + d(5) \cdot c_{AMB,2}(k-2)) \\ c_{AMB,3}(k-2) \end{bmatrix},$$

với các hệ số  $d$  như được chỉ ra trong Bảng 1, các khung tín hiệu  $S(k-2)$  và  $M(k-2)$  được xác định bởi

$$\begin{aligned} S(k-2) &= A_{+90}(k-2) + d(6) \cdot c_{AMB,2}(k-2) \\ M(k-2) &= d(4) \cdot c_{AMB,1}(k-2) + d(5) \cdot c_{AMB,4}(k-2) \end{aligned}$$

và  $A_{+90}(k-2)$  và  $B_{+90}(k-2)$  là các khung của tín hiệu chuyển pha +90 độ  $A$  và  $B$  được xác định bởi

$$\begin{aligned} A(k-2) &= d(0) \cdot c_{AMB,LOW,1}(k-2) + d(1) \cdot c_{AMB,4}(k-2) \\ B(k-2) &= d(2) \cdot c_{AMB,LOW,1}(k-2) + d(3) \cdot c_{AMB,4}(k-2) \end{aligned}$$

Biến đổi dựa trên pha cho các chuỗi hệ số HOA  $O_{MIN}$  thứ nhất của  $C_{P,AMB}(k-1)$  được xác định theo đó. Biến đổi được mô tả này có thể gây ra độ trễ của một khung.

Trong phần trên đây, các giá trị từ  $x_{AMB,LOW,1}(k-2)$  đến  $x_{AMB,LOW,4}(k-2)$  có thể tương ứng với các hệ số HOA xung quanh được khử tương quan 47''. Trong phương trình trên, biến  $C_{AMB,1}(k)$  biến thiên chỉ các hệ số HOA cho khung thứ  $k$  tương ứng với các hàm cơ sở cầu có cặp (bậc: bậc con) bằng (0:0), mà còn có thể được gọi là kênh hoặc thành phần 'W'. Biến  $C_{AMB,2}(k)$  biến thiên chỉ các hệ số HOA cho khung thứ  $k$  tương ứng với các hàm cơ sở cầu có cặp (bậc: bậc con) bằng (1:-1), mà còn có thể được gọi là kênh hoặc thành phần 'Y'. Biến  $C_{AMB,3}(k)$  biến thiên chỉ các hệ số HOA cho khung thứ  $k$  tương ứng với các hàm cơ sở cầu có cặp (bậc: bậc con) bằng (1:0), mà còn có thể được gọi là kênh hoặc thành phần 'Z'. Biến  $C_{AMB,4}(k)$  biến thiên chỉ các hệ số HOA cho khung thứ  $k$  tương ứng với các hàm cơ sở cầu có cặp (bậc: bậc con) bằng (1:1), mà còn có thể được gọi là kênh hoặc thành phần 'X'. Các giá trị từ  $C_{AMB,1}(k)$  đến  $C_{AMB,3}(k)$  có thể tương ứng với các hệ số HOA xung quanh 47'.

Bảng 1 dưới đây minh họa ví dụ về các hệ số mà bộ khử tương quan 40 có thể sử dụng để thực hiện biến đổi dựa trên pha.

| n | d(n)                |
|---|---------------------|
| 0 | 0,34202009999999999 |
| 1 | 0,41629927335044281 |
| 2 | 0,14319999999999999 |
| 3 | 0,53170257350013528 |
| 4 | 0,93969259999999999 |
| 5 | 0,15152053650908184 |
| 6 | 0,53517399036360758 |
| 7 | 0,57735026918962584 |
| 8 | 0,94060406122874030 |
| 9 | 0,50000000000000000 |

**Bảng 1 Các hệ số cho biến đổi dựa trên pha**

Trong một số ví dụ, các thành phần khác nhau của thiết bị mã hóa âm thanh 20 (chẳng hạn như bộ tạo dòng bit 42) có thể được tạo cấu hình để chỉ truyền các biểu diễn HOA bậc 1 đối với tốc độ bit đích thấp (ví dụ, tốc độ bit đích 128K hoặc 256K). Theo một số ví dụ này, thiết bị mã hóa âm thanh 20 (hoặc các thành phần của chúng, chẳng hạn như bộ tạo dòng bit 42) có thể được tạo cấu hình để loại bỏ các hệ số HOA bậc cao (ví dụ, các hệ số có bậc lớn hơn bậc 1, hoặc nói cách khác,  $N > 1$ ). Tuy nhiên, trong các ví dụ mà thiết bị mã hóa âm thanh 20 xác định rằng tốc độ bit đích tương đối cao, thiết bị mã hóa âm thanh 20 (ví dụ, bộ tạo dòng bit 42) có thể tách các kênh chính và kênh phụ, và có thể gán các bit (ví dụ, với số lượng lớn hơn) cho các kênh chính này.

Bộ lập mã âm thanh tâm thính 40 bao gồm trong thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể biểu diễn nhiều ví dụ về bộ mã hóa tâm lý âm, mỗi trong số đó được sử dụng

để mã hóa các đối tượng âm khác nhau hoặc kênh HOA của mỗi trong số các hệ số HOA được khử tương quan 47" và tín hiệu nFG nội suy 49' để tạo ra các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59 và tín hiệu nFG mã hóa 61. bộ lập mã âm thanh tâm thính 40 có thể xuất ra các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59 và tín hiệu nFG mã hóa 61 cho bộ tạo dòng bit 42.

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

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 kết xuất dòng bit chuyển dòng bit ra từ thiết bị mã hóa âm thanh 20 (ví dụ, giữa dòng bit dựa trên hướng 21 và dòng bit dựa trên vector 21) dựa trên việc liệu khung hiện thời có được mã hóa nhờ sử dụng phép tổng hợp dựa trên hướng hoặc phép tổng hợp dựa trên vector. Bộ kết xuất dòng bit này có thể thực hiện việc chuyển này dựa trên phân tử cú pháp xuất ra bởi bộ phân tích nội dung 26 chỉ báo liệu phép tổng hợp dựa trên hướng được thực hiện (theo kết quả của việc phát hiện rằng các hệ số HOA 11 được tạo ra từ đối tượng âm thanh tổng hợp) hoặc phép phân tích dựa trên vector được thực hiện (theo kết quả của việc phát hiện rằng các hệ số HOA được ghi nhận). Bộ xuất dòng bit có thể định rõ cú pháp phần đầu chính xác để biểu thị việc chuyển mạch hoặc việc mã hóa hiện thời được dùng cho khung hiện thời cùng với một trong các dòng bit 21 tương ứng.

Hơn nữa, như được nêu ở trên, bộ phân tích âm trường 44 có thể nhận dạng các hệ số HOA xung quanh  $BG_{TOT}$  47, mà có thể thay đổi trên cơ sở từng khung (mặc

dù đôi lúc  $BG_{TOT}$  có thể vẫn không đổi hoặc giống nhau trên hai hoặc nhiều khung liên kế (theo thời gian). Sự thay đổi trong  $BG_{TOT}$  có thể dẫn đến thay đổi đối với các hệ số được biểu diễn trong các vector  $V[k]$  chính rút gọn 55. Sự thay đổi trong  $BG_{TOT}$  có thể tạo ra các hệ số HOA phụ (còn có thể được gọi là “các hệ số HOA xung quanh”) thay đổi trên cơ sở từng khung một (mặc dù, một lần nữa, đôi khi  $BG_{TOT}$  có thể vẫn không đổi hoặc giống nhau trên hai hoặc nhiều khung liên kế (theo thời gian). Các thay đổi này thường dẫn đến thay đổi năng lượng đối với các khía cạnh của âm trường 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 vector  $V[k]$  chính rút gọn 55.

Do đó, bộ phân tích âm trường 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 âm trường (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 phụ).

Bộ rút gọn hệ số 46, ngoài việc định rõ cờ chuyển tiếp hệ số xung quanh, còn sửa đổi cách thức mà các vector  $V[k]$  chính 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 vector (còn có thể được gọi là "phần tử vector" hoặc "phần tử") cho mỗi vector  $V$  trong số các vector  $V[k]$  chính 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  $BG_{TOT}$ . 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 vector  $V$  có được bao gồm cho các vector  $V$  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 vector

V[k] chính rút gọn 55 để khắc phục những thay đổi về năng lượng được đề xuất trong đơn sáng chế Mỹ số 14/594,533, có tên “TRANSITIONING OF AMBIENT HIGHER\_ORDER AMBISONIC COEFFICIENTS,” nộp ngày 12.01.2015.

Do đó, thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể biểu diễn ví dụ về thiết bị nén âm thanh được tạo cấu hình để áp dụng phép biến đổi khử tương quan cho các hệ số ambisonic xung quanh để thu được biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh, các hệ số HOA xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong số nhiều hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc lớn hơn một. Trong một số ví dụ, để áp dụng phép biến đổi khử tương quan, thiết bị này được tạo cấu hình để áp dụng ma trận UHJ cho các hệ số ambisonic xung quanh.

Trong một số ví dụ, thiết bị này còn được tạo cấu hình để chuẩn hóa ma trận UHJ theo phép chuẩn hóa N3D (ba D đầy đủ). Trong một số ví dụ, thiết bị này còn được tạo cấu hình để chuẩn hóa ma trận UHJ theo phép chuẩn hóa SN3D (bán chuẩn hóa Schmidt). Trong một số ví dụ, các hệ số ambisonic xung quanh được gắn với các hàm cơ sở cầu có bậc 0 hoặc bậc 1, và để áp dụng ma trận UHJ cho các hệ số ambisonic xung quanh, thiết bị này được tạo cấu hình để thực hiện phép nhân vô hướng giữa ma trận UHJ với ít nhất một tập con các hệ số ambisonic xung quanh. Trong một số ví dụ, để áp dụng phép biến đổi khử tương quan, thiết bị này được tạo cấu hình để áp dụng ma trận chế độ cho các hệ số ambisonic xung quanh.

Theo một số ví dụ, để áp dụng phép biến đổi khử tương quan, thiết bị này được tạo cấu hình để thu được tín hiệu trái và tín hiệu phải từ các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan. Theo một số ví dụ, thiết bị này còn được tạo cấu hình để báo hiệu các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan cùng với một hoặc nhiều kênh chính. Theo một số ví dụ, để báo hiệu các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan cùng với một hoặc nhiều kênh chính, thiết bị này được tạo cấu hình để báo hiệu các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan cùng với một hoặc nhiều kênh chính để hồi đáp việc xác định rằng tốc độ bit đích đạt hoặc vượt quá ngưỡng định trước.

Trong một số ví dụ, thiết bị này còn được tạo cấu hình để báo hiệu các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan mà không báo hiệu kênh chính bất kỳ. Trong một số ví dụ, để báo hiệu các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan mà không báo hiệu kênh chính bất kỳ, thiết bị này được tạo cấu hình để báo hiệu các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan mà không báo hiệu kênh chính bất kỳ để hồi đáp việc xác định rằng tốc độ bit đích ở dưới ngưỡng định trước. Trong một số ví dụ, thiết bị này còn được tạo cấu hình để báo hiệu chỉ báo về việc phép biến đổi khử tương quan đã được áp dụng cho các hệ số ambisonic xung quanh. Trong một số ví dụ, thiết bị này còn bao gồm dây micro được tạo cấu hình để bắt dữ liệu âm thanh cần được nén.

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. 4, thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể bao gồm bộ trích xuất 72, bộ tái tạo dựa trên hướng 90, bộ tái tạo dựa trên vector 92, và bộ tái tương quan 81.

. Mặc dù được mô tả dưới đây, nhưng các thông tin khác về thiết bị giải mã âm thanh 24 và các khía cạnh giải nén khác hoặc việc giải mã các hệ số HOA đều 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 29.5.2014.

Bộ trích 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 vector) của các hệ số HOA 11. Bộ trích 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 vector khác nhau chưa. Khi mã hóa dựa trên hướng được thực hiện, bộ trích 72 có thể trích 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. 4), chuyển thông tin dựa trên hướng 91 đến 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. Dòng bit và sự sắp đặt các phần tử cú pháp trong dòng bit này được mô tả dưới đây.

Khi phân tử cú pháp chỉ báo rằng các hệ số HOA 11 đã được mã hóa bằng cách sử dụng phép tổng hợp dựa trên vector, bộ trích xuất 72 có thể trích xuất các vector  $V[k]$  chính được lập mã 57 (mà có thể chứa các trọng số lập mã 57 và/hoặc các chỉ số 63 hoặc các vector  $V$  lượng tử hóa vô hướng), các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59 và các đối tượng âm thanh 61 tương ứng (mà còn có thể được gọi là các tín hiệu nFG mã hóa 61). Mỗi đối tượng âm thanh 61 tương ứng với một trong các vector 57. Bộ trích xuất 72 có thể chuyển các vector  $V[k]$  chính được lập mã 57 đến bộ tái tạo vector  $V$  74 và các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59 cùng với các tín hiệu nFG được mã hóa đến bộ giải mã tâm thính học 80.

Bộ tái tạo vector  $V$  74 có thể là bộ được tạo cấu hình để tái tạo các vector  $V$  từ các vector  $V[k]$  chính được lập mã 57. Bộ tái tạo vector  $V$  74 có thể hoạt động theo cách thức ngược với hoạt động của bộ lượng tử hóa 52.

Bộ giải mã tâm thính học 80 có thể hoạt động theo cách ngược với với bộ lập mã âm thanh tâm thính 40 được thể hiện trong ví dụ trên Fig. 3 để giải mã các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59 và các tín hiệu nFG mã hóa 61 và nhờ đó tạo ra các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' và các tín hiệu nFG nội suy 49' (còn có thể được gọi là các đối tượng âm thanh nFG nội suy 49'). Bộ giải mã tâm thính học 80 có thể chuyển các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' cho bộ tái tương quan 81 và tín hiệu nFG 49' cho bộ lập công thức chính 78. Lần lượt, bộ tái tương quan 81 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi tái tương quan cho các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' để thu được một hoặc nhiều hệ số HOA được khử tương quan 47'' (hoặc các hệ số HOA tương quan 47'') và có thể truyền các hệ số HOA tương quan 47'' này đến bộ lập công thức hệ số HOA 82 (thông qua bộ làm mờ 770, tùy ý).

Tương tự như các phần mô tả trên đây, liên quan đến bộ khử tương quan 40' của thiết bị mã hóa âm thanh 20, bộ tái tương quan 81 có thể thực hiện các kỹ thuật trong bản mô tả này để làm giảm tương quan giữa các kênh chính của hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' để giảm bớt hoặc giảm nhẹ việc bỏ mất nạt tiếng ồn. Trong các ví dụ mà bộ tái tương quan 81 áp dụng ma trận UHJ (ví dụ, ma trận UHJ nghịch đảo) làm phép biến đổi tái tương quan được chọn, bộ tái tương quan 81 có thể cải thiện tốc độ nén và bảo toàn tài nguyên tính toán bằng cách giảm các phép

toán xử lý dữ liệu. Trong một số ví dụ, dòng bit dựa trên vector 21 có thể bao gồm một hoặc nhiều phần tử cú pháp mà chỉ báo rằng phép biến đổi khử tương quan đã được áp dụng trong quá trình mã hóa. Việc bao gồm các phần tử cú pháp này trong dòng bit dựa trên vector 21 có thể cho phép bộ tái tương quan 81 thực hiện các phép biến đổi khử tương quan nghịch đảo (ví dụ, tương quan hoặc tái tương quan) trên các hệ số HOA được bù năng lượng 47'. Trong một số ví dụ, các phần tử cú pháp tín hiệu có thể chỉ báo phép biến đổi khử tương quan nào đã được áp dụng, chẳng hạn như ma trận UHJ hoặc ma trận chế độ, do đó cho phép bộ tái tương quan 81 chọn phép biến đổi tái tương quan phù hợp để áp dụng cho các hệ số HOA được bù năng lượng 47'.

Trong các ví dụ mà bộ tái tạo dựa trên vector 92 xuất các hệ số HOA 11' đến hệ thống phát lại bao gồm hệ thống lập thể, bộ tái tương quan 81 có thể xử lý các tín hiệu S và D (ví dụ, tín hiệu trái tự nhiên và tín hiệu phải tự nhiên) để tạo ra hệ số HOA được khử tương quan 47''. Ví dụ, bởi vì các tín hiệu S và D biểu diễn tín hiệu trái tự nhiên và tín hiệu phải tự nhiên, hệ thống phát lại có thể sử dụng các tín hiệu S và D này làm 2 dòng xuất ra lập thể. Trong các ví dụ mà bộ tái tạo 92 xuất các hệ số HOA 11' đến hệ thống phát lại bao gồm hệ thống âm thanh đơn âm, hệ thống phát lại này có thể kết hợp hoặc trộn các tín hiệu S và D (như được biểu diễn trong các hệ số HOA 11') để thu được đầu ra âm thanh đơn âm để phát lại. Trong ví dụ về hệ thống âm thanh đơn âm, hệ thống phát lại có thể thêm đầu ra âm thanh đơn âm đã trộn vào một hoặc nhiều kênh chính (nếu có kênh chính bất kỳ) để tạo ra đầu ra âm thanh.

Liên quan đến một số bộ mã hóa có khả năng UHJ hiện có, các tín hiệu này được xử lý trong ma trận biên độ pha để khôi phục tập tín hiệu mà giống với định dạng B. Trong hầu hết các trường hợp, tín hiệu này sẽ thực sự là định dạng B, nhưng trong trường hợp UHJ 2 kênh, không có đủ thông tin sẵn có để có thể tái tạo tín hiệu định dạng B đúng, mà là tín hiệu biểu diễn các đặc điểm tương tự như tín hiệu định dạng B. Thông tin này sau đó được chuyển đến ma trận biên độ mà phát triển các tín hiệu cấp cho loa, thông qua tập hợp bộ tự lọc, mà cải thiện độ chính xác và hiệu suất của bộ giải mã trong các môi trường nghe nhỏ hơn (chúng có thể được bỏ qua trong các ứng dụng quy mô lớn hơn). Ambisonics được thiết kế để phù hợp với các phòng thực (ví dụ, phòng khách) và các vị trí loa cụ thể: nhiều phòng như vậy có hình chữ nhật và do đó hệ thống cơ bản đã được thiết kế để giải mã đến 4 loa trong hình chữ

nhật, với các cạnh có độ dài trong khoảng từ 1:2 (bề rộng gấp đôi bề dài) đến 2:1 (bề dài gấp đôi bề rộng), do đó phù hợp với phần lớn các phòng như vậy. Nói chung, việc kiểm soát bố cục được đề xuất để cho phép bộ giải mã được tạo cấu hình cho các vị trí loa này. Việc kiểm soát bố cục này là một khía cạnh của phát lại Ambisonic mà khác với các hệ thống âm thanh vòm khác: bộ giải mã có thể được tạo cấu hình cụ thể cho kích cỡ và bố cục của dãy loa. Kiểm soát bố cục có thể lấy hình dạng của nùm xoay, công tắc 2 chiều (1:2,2:1) hoặc 3 chiều (1:2,1:1,2:1). Bốn loa là yêu cầu tối thiểu cho giải mã âm thanh vòm theo chiều ngang, và trong khi bố cục 4 loa có thể phù hợp với một vài môi trường nghe, các không gian lớn hơn có thể đòi hỏi nhiều loa hơn để định vị âm thanh vòm đầy đủ.

Ví dụ về các phép tính mà bộ tái tương quan 81 có thể thực hiện liên quan đến việc áp dụng ma trận UHJ (ví dụ, ma trận UHJ nghịch đảo hoặc biến đổi dựa trên pha nghịch đảo) làm phép biến đổi tái tương quan được liệt kê dưới đây:

Giải mã UHJ:

chuyển đổi Trái và Phải sang S và D:

$$S = \text{Trái} + \text{Phải}$$

$$D = \text{Trái} - \text{Phải}$$

$$W = (0.982*S) + 0.197.*\text{imag}(\text{hilbert}((0.828*D) + (0.768*T)));$$

$$X = (0.419*S) - \text{imag}(\text{hilbert}((0.828*D) + (0.768*T)));$$

$$Y = (0.796*D) - 0.676*T + \text{imag}(\text{hilbert}(0.187*S));$$

$$Z = (1.023*Q);$$

Trong một số phương án thực hiện ví dụ về tính toán trên đây, các giả thiết liên quan đến các phép tính có thể bao gồm như sau: Kênh phụ HOA là kênh ambisonics bậc 1, được chuẩn hóa FuMa, theo thứ tự đánh số kênh ambisonics W (a00), X(a11), Y(a11-), Z(a10).

Ví dụ về các phép tính mà bộ tái tương quan 81 có thể thực hiện liên quan đến việc áp dụng ma trận UHJ (hoặc biến đổi dựa trên pha nghịch đảo) làm phép biến đổi tái tương quan được liệt kê dưới đây:

Giải mã UHJ:

chuyển đổi Trái và Phải sang S và D:

chuyển đổi Trái và Phải sang S và D:

$$S = \text{Trái} + \text{Phải};$$

$$D = \text{Trái} - \text{Phải};$$

$$h1 = \text{imag}(\text{hilbert}(1.014088753512236 * D + T));$$

$$h2 = \text{imag}(\text{hilbert}(0.229027290950227 * S));$$

$$W = 0.982 * S + 0.160849826442762 * h1;$$

$$X = 0.513168101113076 * S - h1;$$

$$Y = 0.974896917627705 * D - 0.880208333333333 * T + h2;$$

$$Z = Q;$$

Trong một số phương án thực hiện về tính toán trên đây, các giả thiết liên quan đến các phép tính có thể bao gồm như sau: Kênh phụ HOA là kênh ambisonics bậc 1, được chuẩn hóa N3D (hoặc “ba D đầy đủ”), theo thứ tự đánh số kênh ambisonics W (a00), X(a11), Y(a11-), Z(a10). Mặc dù được mô tả ở đây liên quan đến chuẩn hóa N3D, cần hiểu rằng các phép tính ví dụ này còn có thể được áp dụng cho các kênh phụ HOA mà được chuẩn hóa SN3D (hoặc được bán chuẩn hóa theo Schmidt). Như được mô tả trên đây liên quan đến Fig. 4, chuẩn hóa N3D và SN3D có thể khác nhau về hệ số tỷ lệ sử dụng. Biểu diễn ví dụ về các hệ số tỷ lệ được sử dụng trong chuẩn hóa N3D được mô tả trên đây liên quan đến FIG. 4. Biểu diễn ví dụ về các hệ số gia trọng được sử dụng trong chuẩn hóa SN3D được mô tả trên đây liên quan đến Fig. 4.

Trong một số ví dụ, các hệ số HOA được bù năng lượng 47' có thể biểu diễn bổ cụ chỉ theo chiều ngang, chẳng hạn như dữ liệu âm thanh không bao gồm kênh theo chiều dọc bất kỳ. Trong các ví dụ này, bộ tái tương quan 81 có thể không thực hiện các phép tính liên quan đến tín hiệu Z trên đây, bởi vì tín hiệu Z này biểu diễn dữ liệu âm thanh theo chiều dọc. Thay vào đó, trong các ví dụ này, bộ tái tương quan 81 có thể chỉ biểu diễn các phép tính trên đây liên quan đến các tín hiệu W, X, và Y, bởi vì các tín hiệu W, X, và Y này biểu diễn dữ liệu theo chiều ngang. Trong một số ví dụ mà các hệ số HOA được bù năng lượng 47' biểu diễn dữ liệu âm thanh cần được kết xuất trên hệ thống phát lại âm thanh đơn âm, bộ tái tương quan 81 có thể chỉ suy ra

tín hiệu W từ các phép tính trên đây. Cụ thể hơn, bởi vì tín hiệu W thu được biểu diễn dữ liệu âm thanh đơn âm, tín hiệu W này có thể cung cấp tất cả các dữ liệu cần thiết mà trong đó các hệ số HOA được bù năng lượng 47' biểu diễn dữ liệu cần được kết xuất ở định dạng âm thanh đơn âm, hoặc trong đó hệ thống phát lại bao gồm hệ thống âm thanh đơn âm.

Tương tự như được mô tả trên đây liên quan đến bộ khử tương quan 40' của thiết bị mã hóa âm thanh 20, bộ tái tương quan 81 có thể, ví dụ, áp dụng ma trận UHJ (hoặc ma trận UHJ nghịch đảo hoặc biến đổi dựa trên pha nghịch đảo) trong các kịch bản mà các hệ số HOA được bù năng lượng 47' bao gồm số kênh phụ nhỏ hơn, nhưng có thể áp dụng ma trận chế độ hoặc ma trận chế độ nghịch đảo (ví dụ, như được mô tả trong chuẩn MPEG-H) trong các kịch bản mà các hệ số HOA được bù năng lượng 47' bao gồm số kênh phụ lớn hơn.

Cần hiểu rằng bộ tái tương quan 81 có thể áp dụng các kỹ thuật được mô tả ở đây trong các tình huống mà các hệ số HOA được bù năng lượng 47' bao gồm các kênh chính, cũng như trong các tình huống mà các hệ số HOA 47' được bù năng lượng không bao gồm kênh chính bất kỳ. Trong một ví dụ, bộ tái tương quan 81 có thể áp dụng các kỹ thuật và/hoặc các phép tính được mô tả trên đây, trong kịch bản mà các hệ số HOA được bù năng lượng 47' bao gồm không (0) kênh chính và tám (8) kênh phụ (ví dụ, kịch bản mà tốc độ bit thấp hơn/ nhỏ hơn).

Các thành phần khác nhau của thiết bị giải mã âm thanh 24, chẳng hạn như bộ tái tương quan 81, có thể là phần tử cú pháp, chẳng hạn như cờ UsePhaseShiftDecorr, để xác định phương pháp nào trong hai phương pháp xử lý đã được áp dụng để khử tương quan. Trong các ví dụ mà bộ khử tương quan 40' sử dụng biến đổi không gian để khử tương quan, bộ tái tương quan 81 có thể xác định rằng cờ UsePhaseShiftDecorr được thiết lập về giá trị 0.

Trong các trường hợp mà bộ tái tương quan 81 xác định rằng cờ UsePhaseShiftDecorr được thiết lập về giá trị 1, bộ tái tương quan 81 có thể xác định rằng tái tương quan cần được thực hiện bằng cách sử dụng biến đổi dựa trên pha. Nếu cờ UsePhaseShiftDecorr có giá trị 1, quy trình xử lý sau đây được áp dụng để tái tạo chuỗi 4 hệ số thứ nhất của thành phần HOA xung quanh bằng ma trận

$$\begin{bmatrix} c_{AMB,1}(k) \\ c_{AMB,2}(k) \\ c_{AMB,3}(k) \\ c_{AMB,4}(k) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c(3) \cdot A_{+90}(k) + c(2) \cdot [c_{I,AMB,1}(k) + c_{I,AMB,2}(k)] \\ B_{+90}(k) + c(5) \cdot [c_{I,AMB,1}(k) - c_{I,AMB,2}(k)] + c(6) \cdot c_{I,AMB,3}(k) \\ c_{I,AMB,4}(k) \\ c(4) \cdot [c_{I,AMB,1}(k) + c_{I,AMB,2}(k)] - A_{+90}(k) \end{bmatrix}$$

với các hệ số  $c$  như được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây và  $A_{+90}(k)$  và  $B_{+90}(k)$  là các khung của tín hiệu chuyển pha +90 độ  $A$  và  $B$  được xác định bởi

$$A(k) = c(0) \cdot [c_{I,AMB,1}(k) - c_{I,AMB,2}(k)],$$

$$B(k) = c(1) \cdot [c_{I,AMB,1}(k) + c_{I,AMB,2}(k)].$$

Bảng 1 dưới đây minh họa các hệ số ví dụ mà bộ khử tương quan 40 có thể sử dụng để thực hiện biến đổi dựa trên pha.

| n | c(n)                 |
|---|----------------------|
| 0 | 1,0140887535122356   |
| 1 | 0,22902729095022714  |
| 2 | 0,98199999999999998  |
| 3 | 0,16084982644276205  |
| 4 | 0,51316810111307576  |
| 5 | 0,97489691762770481  |
| 6 | -0,88020833333333337 |

**Bảng 2. Các hệ số cho biến đổi dựa trên pha**

Trong phương trình trên, biến  $c_{AMB,1}(k)$  biến thiên chỉ các hệ số HOA cho khung thứ  $k$  tương ứng với các hàm cơ sở cầu có cặp (bậc: bậc con) bằng (0:0), mà còn có thể được gọi là kênh hoặc thành phần 'W'. Biến  $c_{AMB,2}(k)$  biến thiên chỉ các hệ số HOA cho khung thứ  $k$  tương ứng với các hàm cơ sở cầu có cặp (bậc: bậc con) bằng (1:-1), mà còn có thể được gọi là kênh hoặc thành phần 'Y'. Biến  $c_{AMB,3}(k)$  biến thiên chỉ các hệ số HOA cho khung thứ  $k$  tương ứng với các hàm cơ sở cầu có

cặp (bậc: bậc con) bằng (1:0), mà còn có thể được gọi là kênh hoặc thành phần 'Z'. Biến  $C_{AMB,4}(k)$  biến thiên chỉ các hệ số HOA cho khung thứ k tương ứng với các hàm cơ sở cầu có cặp (bậc: bậc con) bằng (1:1), mà còn có thể được gọi là kênh hoặc thành phần 'X'. Các giá trị từ  $C_{AMB,1}(k)$  đến  $C_{AMB,3}(k)$  có thể tương ứng với các hệ số HOA xung quanh 47'.

Ký hiệu  $[C_{I,AMB,1}(k) + C_{I,AMB,2}(k)]$  trên đây biểu thị xem cái nào được gọi là 'S' mà tương đương với kênh trái cộng với kênh phải. Biến  $C_{I,AMB,1}(k)$  biểu thị kênh trái được tạo ra từ quy trình mã hóa UHJ, trong khi đó biến  $C_{I,AMB,2}(k)$  biểu thị kênh phải được tạo ra từ quy trình mã hóa UHJ. Ký hiệu 'I' trong chỉ số dưới biểu thị rằng kênh tương ứng đã được giải tương quan (ví dụ, thông quan việc áp dụng ma trận UHJ hoặc biến đổi dựa trên pha) từ các kênh xung quanh khác. Ký hiệu  $[C_{I,AMB,1}(k) - C_{I,AMB,2}(k)]$  biểu thị cái nào được gọi là 'D' trong bản mô tả này, mà biểu diễn cho kênh trái trừ đi kênh phải. Biến  $C_{I,AMB,3}(k)$  biểu thị cái nào được gọi là biến 'T' trong bản mô tả này. Biến  $C_{I,AMB,4}(k)$  biểu thị cái nào được gọi là biến 'Q' trong bản mô tả này.

Ký hiệu  $A_{+90}(k)$  biểu thị sự chuyển pha 90 độ theo chiều dương của  $c(0)$  nhân với S (điều này cũng được biểu thị bởi biến 'h1' trong bản mô tả này). Ký hiệu  $B_{+90}(k)$  biểu thị sự chuyển pha 90 độ theo chiều dương của  $c(1)$  nhân với D (điều này cũng được biểu thị bởi biến 'h2' trong bản mô tả này).

Bộ nội suy không gian-thời gian 76 có thể hoạt động theo cách tương tự với 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 vector  $V[k]$  chính rút gọn  $55_k$  và thực hiện phép nội suy không gian-thời gian đối với các vector  $V[k]$  chính  $55_k$  và các vector  $V[k-1]$  chính rút gọn  $55_{k-1}$  để tạo ra các vector  $V[k]$  chính được nội suy  $55_k$ ". Bộ nội suy không gian-thời gian 76 có thể chuyển tiếp các vector  $V[k]$  chính được nội suy  $55_k$ " đến bộ làm mờ 770.

Bộ trích 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 làm mờ 770, bộ làm mờ này sau đó có thể xác định xem  $SHC_{BG} 47'$  (trong đó  $SHC_{BG} 47'$  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 vector  $V[k]$  chính được nội suy  $55_k''$  cần được làm rõ hoặc làm mờ. Trong một số ví dụ, bộ làm mờ 770 có thể thao tác ngược với mỗi trong số các hệ số HOA xung quanh  $47'$  và các phần tử của các vector  $V[k]$  chính được nội suy  $55_k''$ . Tức là, bộ làm mờ 770 có thể thực hiện làm rõ hoặc làm mờ, hoặc cả làm rõ và làm mờ đối với một trong các hệ số HOA xung quanh  $47'$  tương ứng, trong khi thực hiện làm rõ hoặc làm mờ hoặc cả làm rõ và làm mờ đối với một trong các phần tử tương ứng của các vector  $V[k]$  chính được nội suy  $55_k''$ . Bộ làm mờ 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 vector  $V[k]$  chính được điều chỉnh  $55_k'''$  cho bộ lập công thức chính 78. Theo khía cạnh này, bộ làm mờ 770 là bộ được tạo cấu hình để thực hiện thao tác làm mờ 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 vector  $V[k]$  chính được nội suy  $55_k''$ .

Bộ lập công thức chính 78 có thể là bộ được tạo cấu hình để thực hiện phép nhân ma trận đối với các vector  $V[k]$  chính được điều chỉnh  $55_k'''$  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  $49'$  (mà là cách khác để biểu thị tín hiệu nFG nội suy  $49'$ ) với các vector  $55_k'''$  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 giữa các tín hiệu nFG nội suy  $49'$  với các vector  $V[k]$  chính được điều chỉnh  $55_k'''$ .

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). Ký hiệu dấu phẩy trên phản ánh rằng các hệ số HOA  $11'$  có thể tương tự nhưng không giống hệt các hệ số HOA 11. Sự khác biệt giữa các hệ số HOA 11 và  $11'$  có thể dẫn đến hao hụt do truyền qua môi trường truyền hao tổn, các hoạt động lượng tử hóa hoặc hao tổn khác.

UHI là phương pháp biến đổi ma trận đã được sử dụng để tạo ra dòng lập thể 2 kênh từ nội dung Ambisonics bậc 1. UHI đã được sử dụng trước đây để truyền nội dung lập thể hoặc âm thành vòm chỉ theo chiều ngang thông qua bộ phát FM. Tuy nhiên, cần hiểu rằng UHI không chỉ giới hạn ở sử dụng trong các bộ phát FM. Trong

sơ đồ mã hóa HOA MPEG-H, các kênh phụ HOA có thể được xử lý trước với ma trận chế độ để chuyển các kênh phụ HOA sang các điểm trực giao trong miền không gian. Các kênh đã biến đổi sau đó được lập mã theo cảm quan thông qua USAC hoặc AAC.

Các kỹ thuật theo sáng chế nói chung hướng đến việc sử dụng biến đổi UHJ (hoặc biến đổi dựa trên pha) trong ứng dụng lập mã các kênh phụ HOA thay vì sử dụng ma trận chế độ này. Cả hai phương pháp ( (1) biến đổi sang miền không gian thông qua ma trận chế độ (2) biến đổi UHJ ) nói chung hướng tới việc giảm tương quan giữa các kênh phụ HOA mà có thể dẫn đến tác dụng (thường là không mong muốn) đó là bỏ mất nạ tiếng ồn trong âm trường giải mã.

Do đó, thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể, ví dụ, biểu diễn thiết bị được tạo cấu hình để thu biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh có ít nhất một tín hiệu trái và tín hiệu phải, các hệ số ambisonic xung quanh này đã được trích từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao và biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong số nhiều hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc lớn hơn một, và tạo ra tín hiệu cấp cho loa dựa trên biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh. Trong một số ví dụ, thiết bị này còn được tạo cấu hình để áp dụng phép biến đổi tái tương quan cho biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh để thu được nhiều hệ số ambisonic xung quanh tương quan.

Trong một số ví dụ, để áp dụng phép biến đổi tái tương quan, thiết bị này được tạo cấu hình để áp dụng ma trận UHJ nghịch đảo (hoặc biến đổi dựa trên pha) cho các hệ số ambisonic xung quanh. Theo một số ví dụ, ma trận UHJ nghịch đảo (hoặc biến đổi dựa trên pha nghịch đảo) đã được chuẩn hóa theo phép chuẩn hóa N3D (ba D đầy đủ). Theo một số ví dụ, ma trận UHJ nghịch đảo (hoặc biến đổi dựa trên pha nghịch đảo) đã được chuẩn hóa theo phép chuẩn hóa SN3D (bán chuẩn hóa Schmidt).

Theo một số ví dụ, các hệ số ambisonic xung quanh được gắn với các hàm cơ sở cầu có bậc 0 hoặc bậc 1, và để áp dụng ma trận UHJ nghịch đảo (hoặc biến đổi dựa trên pha nghịch đảo), thiết bị này được tạo cấu hình để thực hiện phép nhân vô hướng giữa ma trận UHJ với biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh. Trong một số ví dụ, để áp dụng phép biến đổi tái tương quan, thiết bị này được tạo cấu hình để áp dụng ma trận chế độ nghịch đảo cho biểu diễn khử tương

quan của các hệ số ambisonic xung quanh. Trong một số ví dụ, để tạo ra tín hiệu cấp cho loa, thiết bị này được tạo cấu hình để tạo ra, phục vụ việc xuất ra bởi hệ thống tái tạo lập thể, tín hiệu cấp cho loa trái dựa trên tín hiệu trái và tín hiệu cấp cho loa phải dựa trên tín hiệu phải.

Trong một số ví dụ, để tạo ra tín hiệu cấp cho loa, thiết bị này được tạo cấu hình để sử dụng tín hiệu trái làm tín hiệu cấp cho loa trái và tín hiệu phải làm tín hiệu cấp cho loa phải mà không áp dụng phép biến đổi tái tương quan cho các tín hiệu phải và trái. Theo một số ví dụ, để tạo ra tín hiệu cấp cho loa, thiết bị này được tạo cấu hình để trộn tín hiệu trái và tín hiệu phải để xuất ra bởi hệ thống âm thanh đơn âm. Theo một số ví dụ, để tạo ra tín hiệu cấp cho loa, thiết bị này được tạo cấu hình để kết hợp các hệ số ambisonic xung quanh tương quan với một hoặc nhiều kênh chính.

Theo một số ví dụ, thiết bị này còn được tạo cấu hình để xác định rằng không có kênh chính nào có sẵn để kết hợp với các hệ số ambisonic xung quanh tương quan. Trong một số ví dụ, thiết bị này còn được tạo cấu hình để xác định rằng âm trường cần được xuất ra thông qua hệ thống phát lại âm thanh đơn âm, và để giải mã ít nhất một tập con các hệ số ambisonic bậc cao khử tương quan mà chứa dữ liệu để xuất ra bởi hệ thống phát lại âm thanh đơn âm. Trong một số ví dụ, thiết bị này còn được tạo cấu hình để thu chỉ báo rằng biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh đã được khử tương quan bằng phép biến đổi khử tương quan. Theo một số ví dụ, thiết bị này còn bao gồm dây loa được tạo cấu hình để xuất ra tín hiệu cấp cho loa mà được tạo ra dựa trên biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh.

Fig. 5A là lưu đồ minh họa hoạt động làm ví dụ của thiết bị mã hóa âm, chẳng hạn như thiết bị mã hóa âm thanh 20 thể hiện trong ví dụ trên Fig. 3, trong việc thực hiện các khía cạnh khác nhau của các kỹ thuật tổng hợp dựa trên vector được mô tả trong bản mô tả 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 sử dụng 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 vector  $US[k]$  33 và các vector  $V[k]$  35) (107).

Tiếp theo, thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể sử dụng bộ tính toán thông số 32 thực hiện phân tích mô tả ở trên đối với tổ hợp bất kỳ của các vector  $US[k]$  33, vector  $US[k-1]$  33, vector  $V[k]$  và/hoặc các vector  $V[k-1]$  35 để nhận biết các thông số khác nhau theo cách nêu trên. Tức là, bộ tính toán thông 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 sử dụng 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 vector  $US[k]$  33 và các vector  $V[k]$  35) dựa trên tham số để tạo ra các hệ số HOA biến đổi được sắp xếp lại 33'/35' (hoặc, nói cách khác, các vector  $US[k]$  33' và các vector  $V[k]$  35'), như được mô tả ở trên (109). Thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể, trong hoạt động bất kỳ trong số các hoạt động trên đây hoặc các hoạt động sau này, cũng sử dụng bộ phân tích âm trường 44. Bộ phân tích âm trường 44 có thể, như mô tả ở trên, thực hiện phân tích âm trường 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 âm trường phụ ( $N_{BG}$ ) và số lượng ( $nBGa$ ) và các chỉ số ( $i$ ) của các kênh HOA phụ bổ sung để gửi (mà có thể được ký hiệu chung là thông tin kênh phụ 43 trong ví dụ trên Fig. 3) (109).

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

Thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể sử dụng 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 loại bỏ một trong số các hệ số HOA bởi bộ chọn lọc phụ 48 (114) và do đó tạo ra các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47'.

Thiết bị mã hóa âm thanh 20 cũng có thể sử dụng 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 vector “ $V[k]$  53”) (116).

thiết bị mã hóa âm thanh 20 sau đó có thể sử dụng bộ rút gọn hệ số 46. Bộ rút gọn hệ số 46 này có thể thực hiện việc rút gọn hệ số cho các vector  $V[k]$  chính còn lại 53 dựa trên thông tin kênh phụ 43 để thu được thông tin định hướng chính rút gọn 55 (mà cũng có thể được gọi là các vector  $V[k]$  chính rút gọn 55) (118).

Thiết bị mã hóa âm thanh 20 sau đó có thể sử dụng bộ lượng tử hóa 52 để nén, theo cách nêu trên, các vector  $V[k]$  chính rút gọn 55 và tạo ra các vector  $V[k]$  chính lập mã 57 (120). thiết bị mã hóa âm thanh 20 cũng có thể sử dụng bộ khử tương quan 40' để áp dụng khử tương quan chuyển pha để giảm hoặc loại bỏ tương quan giữa các tín hiệu phụ của các hệ số HOA 47' để tạo ra một hoặc nhiều hệ số HOA khử tương quan 47'' (121).

Thiết bị mã hóa âm thanh 20 cũng có thể dẫn ra bộ lập mã âm thanh tâm thính 40. Bộ lập mã âm thanh tâm thính 40 này có thể mã hóa tâm lý âm mỗi vector của các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' và tín hiệu nFG nội suy 49' để tạo ra các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59 và tín hiệu nFG mã hóa 61. Sau đó, thiết bị mã hóa âm có thể dẫn ra 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 lập mã 57, các hệ số HOA xung quanh mã hóa 59, tín hiệu nFG mã hóa 61 và thông tin kênh phụ 43.

Fig. 6A là lưu đồ thể hiện sự hoạt động minh họa của thiết bị giải mã âm thanh, chẳng hạn như thiết bị giải mã âm thanh 24 được thể hiện trên Fig. 4, khi thực hiện các kỹ thuật theo các khía cạnh khác nhau được mô tả trong bản mô tả này. Ban 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 dẫn ra bộ trích 72. Nhằm các mục đích mô tả, giả sử dòng bit 21 biểu thị rằng việc tái tạo dựa trên vector sẽ được thực hiện, bộ trích 72 có thể phân tích dòng bit để phục hồi thông tin nêu trên, chuyển thông tin này cho bộ tái tạo dựa trên vector 92.

Nói cách khác, bộ trích 72 có thể trích thông tin định hướng chính được lập mã 57 (mà còn được gọi là các vector  $V[k]$  chính được lập mã 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 chính mã hóa 59) từ dòng bit 21 theo cách được mô tả trên đây (132).

Thiết bị giải mã âm thanh 24 còn có thể dẫn ra 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  $55_k$  (136). Thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể dẫn ra bộ tái tương quan 81. Bộ tái tương quan 81 có thể áp dụng một hoặc nhiều phép biến đổi tái tương quan cho các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' để thu được một hoặc nhiều hệ số HOA được khử tương quan 47'' (hoặc các hệ số HOA tương quan 47'') và có thể truyền các hệ số HOA tương quan 47'' này đến bộ lập công thức hệ số HOA 82 (thông qua bộ làm mờ 770, tùy ý) (137). Thiết bị giải mã âm thanh 24 còn có thể dẫn ra bộ giải mã tâm thính học 80. Bộ giải mã âm thanh tâm thính học 80 này có thể giải mã các hệ số HOA xung quanh được mã hóa 59 và tín hiệu chính được mã hóa 61 để thu được các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' và tín hiệu chính được nội suy 49' (138). Bộ giải mã tâm thính học 80 có thể chuyển các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' cho bộ làm mờ 770 và tín hiệu nFG 49' cho bộ lập công thức chính 78.

Tiếp theo, thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể dẫn ra bộ nội suy thời gian-không gian 76. Bộ nội suy thời gian-không gian 76 này có thể nhận thông tin định hướng chính được sắp xếp lại  $55_k'$  và thực hiện nội suy thời gian-không gian đối với thông tin định hướng chính rút gọn  $55_k/55_{k-1}$  để tạo thông tin định hướng chính được nội suy  $55_k''$  (140). Bộ nội suy không gian-thời gian 76 có thể chuyển tiếp các vector  $V[k]$  chính được nội suy  $55_k''$  cho bộ làm mờ 770.

Thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể dẫn ra bộ làm mờ 770. Bộ làm mờ 770 này có thể nhận hoặc thu được các phần tử cú pháp (ví dụ, từ bộ trích 72) biểu thị khi nào các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47' chuyển tiếp (ví dụ, phần tử cú pháp AmbCoeffTransition). Bộ làm mờ 770, dựa trên các phần tử cú pháp chuyển tiếp và thông tin trạng thái chuyển tiếp được duy trì, có thể làm rõ hoặc làm mờ các hệ số HOA xung quanh bù năng lượng 47' xuất các hệ số HOA xung quanh được điều chỉnh 47'' cho bộ lập công thức hệ số HOA 82. Bộ làm mờ 770 có thể cũng, dựa trên các phần tử cú pháp và thông tin trạng thái chuyển tiếp được duy trì, làm mờ hoặc làm rõ một hoặc nhiều phần tử tương ứng của các vector  $V[k]$  chính được nội suy  $55_k$

” xuất các vector  $V[k]$  chính được điều chỉnh  $55_k$ ”” cho bộ lập công thức chính 78 (142).

Thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể dẫn ra 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  $55_k$ ”” để thu được các hệ số HOA chính 65 (144). Thiết bị giải mã âm thanh 24 cũng có thể dẫn ra 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. 6B là lưu đồ minh họa sự vận hành ví dụ của thiết bị mã hóa âm thanh và thiết bị giải mã âm thanh trong quá trình thực hiện các kỹ thuật lập mã được bộc lộ trong bản mô tả này. Fig. 6B là lưu đồ minh họa quy trình mã hóa và giải mã ví dụ 160 theo một hoặc nhiều khía cạnh trong bản mô tả này. Mặc dù quy trình 160 có thể được thực hiện bằng nhiều thiết bị đa dạng, nhưng để mô tả dễ dàng, quy trình 160 được mô tả ở đây liên quan đến thiết bị mã hóa âm thanh 20 và thiết bị giải mã âm thanh 24 được mô tả trên đây. Các phần mã hóa và giải mã của quy trình 160 được phân ranh giới bằng cách sử dụng đường nét đứt trên Fig. 6B. Quy trình 160 có thể bắt đầu với một hoặc nhiều thành phần của thiết bị mã hóa âm thanh 20 (ví dụ, bộ lựa chọn chính 36 và bộ lựa chọn phụ 48) tạo ra các kênh chính 164 và các kênh phụ HOA bậc thứ nhất 166 từ đầu vào HOA bằng cách sử dụng mã hóa không gian HOA (162). Lần lượt, bộ khử tương quan 40’ có thể áp dụng phép biến đổi khử tương quan (ví dụ, dưới dạng phép biến đổi hoặc ma trận khử tương quan dựa trên pha) cho các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47’. Cụ thể hơn, thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể áp dụng ma trận UHJ hoặc phép biến đổi khử tương quan dựa trên pha (ví dụ, bằng phép nhân vô hướng) cho các hệ số HOA xung quanh được bù năng lượng 47’ (168).

Trong một số ví dụ, bộ khử tương quan 40’ có thể áp dụng ma trận UHJ (hoặc biến đổi dựa trên pha) nếu bộ khử tương quan 40’, trong các ví dụ mà bộ khử tương quan 40’ xác định rằng các kênh phụ HOA bao gồm số kênh nhỏ hơn (ví dụ, bốn). Ngược lại, trong các ví dụ này, nếu bộ khử tương quan 40’ xác định rằng các kênh phụ HOA bao gồm số kênh lớn hơn (ví dụ, chín), thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể lựa chọn và áp dụng phép biến đổi khử tương quan khác với ma trận UHJ (chẳng hạn

như ma trận chế độ được mô tả trong chuẩn MPEG-H) cho các kênh phụ HOA. Bằng cách áp dụng phép biến đổi khử tương quan (ví dụ, ma trận UHJ) cho các kênh phụ HOA, thiết bị mã hóa âm thanh 20 có thể thu được kênh phụ HOA khử tương quan.

Như được thể hiện trên Fig. 6B, thiết bị mã hóa âm thanh 20 (ví dụ, bằng cách dẫn ra bộ lập mã âm thanh tâm thính 40) có thể áp dụng mã hóa theo thời gian (ví dụ, bằng cách áp dụng AAC và/hoặc USAC) cho các tín hiệu phụ HOA khử tương quan (170) và cho kênh chính (166) bất kỳ. Cần hiểu rằng, trong một số trường hợp, bộ lập mã âm thanh tâm thính 40 có thể xác định rằng số lượng kênh chính có thể bằng không (tức là, trong các trường hợp này, bộ lập mã âm thanh tâm thính 40 có thể không thu được kênh chính bất kỳ từ đầu vào HOA). Vì AAC và/hoặc USAC có thể không được tối ưu hóa hoặc bằng cách khác được làm phù hợp với dữ liệu âm thanh lập thể, bộ khử tương quan 40' có thể áp dụng ma trận khử tương quan để giảm hoặc loại bỏ tương quan giữa các kênh phụ HOA. Tương quan đã giảm được thể hiện trong các kênh phụ HOA khử tương quan cung cấp ưu điểm tiềm năng của việc giảm nhẹ hoặc loại bỏ việc bỏ mất nã tiếng ồn ở giai đoạn mã hóa theo thời gian theo chuẩn AAC/USAC, vì AAC và USAC có thể không được tối ưu hóa cho dữ liệu âm thanh lập thể.

Lần lượt, thiết bị giải mã âm thanh 24 có thể thực hiện giải mã theo thời gian dòng bit mã hóa được xuất ra bởi thiết bị mã hóa âm thanh 20. Trong ví dụ về quy trình 160, một hoặc nhiều thành phần của thiết bị giải mã âm thanh 24 (ví dụ, bộ giải mã tâm thính học 80) có thể thực hiện giải mã theo thời gian riêng rẽ liên quan đến các kênh chính (nếu kênh chính bất kỳ được bao gồm trong dòng bit) (172) và các kênh phụ (174). Ngoài ra, bộ tái tương quan 81 có thể áp dụng phép biến đổi tái tương quan cho các kênh phụ HOA được giải mã theo thời gian. Ví dụ, bộ tái tương quan 81 có thể áp dụng phép biến đổi khử tương quan theo cách nghịch đảo với bộ khử tương quan 40'. Ví dụ, như được mô tả trong ví dụ cụ thể về quy trình 160, bộ tái tương quan 81 có thể áp dụng ma trận UHJ hoặc phép biến đổi dựa trên pha cho các tín hiệu phụ HOA được giải mã theo thời gian (176).

Trong một số ví dụ, bộ tái tương quan 81 có thể áp dụng ma trận UHJ hoặc phép biến đổi dựa trên pha, nếu bộ tái tương quan 81 xác định rằng các kênh phụ HOA được giải mã theo thời gian bao gồm số kênh nhỏ hơn (ví dụ, bốn). Ngược lại,

trong các ví dụ này, nếu bộ tái tương quan 81' xác định rằng các kênh phụ HOA được giải mã theo thời gian bao gồm số kênh lớn hơn (ví dụ, chín), bộ tái tương quan 81 có thể lựa chọn và áp dụng phép biến đổi khử tương quan khác với ma trận UHJ (chẳng hạn như ma trận chế độ được mô tả trong chuẩn MPEG-H) cho các kênh phụ HOA.

Ngoài ra, bộ lập công thức hệ số HOA 82 có thể thực hiện giải mã không gian HOA đối với các kênh phụ HOA tương quan, và các kênh chính đã giải mã bất kỳ (178). Lần lượt, bộ lập công thức hệ số HOA 82 có thể kết xuất các tín hiệu âm thanh đã giải mã đến một hoặc nhiều thiết bị đầu ra (180), chẳng hạn như các loa và/hoặc tai nghe (bao gồm nhưng không giới hạn ở, các thiết bị đầu ra với khả năng phát âm thanh lập thể hoặc âm thanh vòm).

Các kỹ thuật trên đây có thể được thực hiện đối với một số bối cảnh và hệ sinh thái âm thanh khác nhau. Một số bối cảnh ví dụ được mô tả dưới đây, mặc dù các kỹ thuật 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 âm thanh trò chơi, nội dung âm thanh dựa trên kênh, máy mã hóa, gốc âm thanh trong trò chơi, máy kết xuất/mã hóa âm thanh trò chơi, và các hệ thống phân phối.

Các xưởng phim, xưởng nhạc, xưởng âm thanh 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 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, máy lập mã 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. Các xưởng âm thanh trò chơi có thể xuất một hoặc nhiều gốc âm thanh trò chơi, chẳng hạn như bằng cách sử dụng DAW. Máy kết xuất/mã hóa âm thanh trò chơi có thể mã hóa và/hoặc kết xuất gốc âm thanh nội dung âm thanh dựa trên kênh để xuất ra bằng các 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 thanh 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 thanh 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 thanh có thể được mã hóa bằng cách sử dụng định dạng âm thanh HOA thành một biểu diễn mà có thể được phát lại bằng cách sử dụng các hệ thống kết xuất trên thiết bị, âm thanh của thuê bao, TV và các phụ kiện, và các hệ thống âm thanh trong xe hơi. Nói cách khác, một 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, các micrô Eigen), thu âm 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 qua (các) kênh truyền thông có dây và/hoặc không dây.

Theo một hoặc nhiều kỹ thuật của sáng chế, thiết bị di động có thể được sử dụng để thu âm trường. Ví dụ, thiết bị di động có thể thu âm trường qua các thiết bị thu có dây và/hoặc không dây và/hoặc thu âm 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 âm trường 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 âm trường của) sự kiện trực tiếp (ví dụ, cuộc họp, hội thảo, vở kịch, buổi hòa nhạc, v.v.), và mã hóa bản ghi 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 âm trường được mã hóa HOA. Ví dụ, thiết bị di động có thể giải mã âm trường được mã hóa HOA và xuất ra tín hiệu cho một hoặc nhiều phần tử phát lại mà khiến một hoặc nhiều phần tử phát lại tái tạo âm trường này. Ví dụ, thiết bị di động

có thể dùng các kênh truyền thông có dây và/hoặc không dây để xuất tín hiệu cho một hoặc nhiều loa (ví dụ, dàn loa, dải âm, v.v.). Ví dụ khác, thiết bị di động có thể dùng các giải pháp nổi để xuất tín hiệu cho một hoặc nhiều trạm nổi và/hoặc một hoặc nhiều loa nổi (ví dụ, các hệ thống âm trong các xe hơi và/hoặc ngôi nhà thông minh). Ví dụ khác, thiết bị di động có thể dùng kết xuất tai nghe để xuất ra tín hiệu cho bộ tai nghe, ví dụ, để tạo ra âm lập thể thực.

Trong một số ví dụ, thiết bị di động cụ thể có thể vừa thu âm trường 3D vừa phát lại âm trường 3D đó vào một thời điểm sau đó. Trong một số ví dụ, thiết bị di động có thể thu âm trường 3D, mã hóa âm trường 3D thành HOA, và truyền âm trường 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 thanh mà có thể bao gồm nội dung âm thanh, xưởng sản xuất trò chơi, nội dung âm thanh được 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 biên soạn các tín hiệu HOA. Ví dụ, một hoặc nhiều DAW có thể bao gồm các đầu nổi và/hoặc công cụ 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 ra các định dạng gốc mới để hỗ trợ HOA. Trong trường hợp bất kỳ, xưởng sản xuất trò chơi có thể xuất nội dung âm thanh được lập mã đến các máy kết xuất mà có thể kết xuất âm trường 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 làm ví dụ. 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 âm trường 3D. Trong một số ví dụ, nhiều micrô Eigen có thể được đặt trên bề mặt của quả bóng 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 ra trực tiếp dòng bit 21 từ micrô.

Bối cảnh thu âm làm ví dụ 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 này còn có thể bao gồm bộ mã hóa âm thanh, như bộ mã hóa âm thanh 20 trên Fig. 3.

Thiết bị di động cũng có thể, trong một số ví dụ, bao gồm nhiều micrô mà cùng được tạo cấu hình để ghi âm trường 3D. Nói cách khác, nhiều micrô có thể có nhiều loại X, Y, Z. Trong một số ví dụ, thiết bị di động có thể bao gồm micrô có thể xoay được để tạo ra 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. 3.

Thiết bị thu video trong điều kiện xóc nảy còn có thể được tạo cấu hình để ghi âm trường 3D. Trong một số ví dụ, thiết bị thu video chống rung có thể được gắn vào mũ bảo hiểm của người dùng tham gia vào hoạt động. Ví dụ, thiết bị thu video chống rung có thể được gắn vào mũ bảo hiểm của người dùng khi chèo thuyền. Theo cách này, thiết bị thu video trong điều kiện xóc nảy có thể thu âm trường 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 âm trường 3D. Trong một số ví dụ, thiết bị di động có thể tương tự 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 được cải tiến phụ kiện. Theo cách này, thiết bị di động được cải tiến phụ kiện có thể thu phiên bản âm trường 3D chất lượng cao hơn so với chỉ sử dụng các thành phần thu âm gắn liền với thiết bị di động được cải tiến phụ kiện.

Các thiết bị phát lại âm thanh làm ví dụ mà có thể thực hiện các kỹ thuật theo các khía cạnh khác nhau được mô tả trong sáng chế này còn được mô tả thêm dưới đây. Theo một hoặc nhiều kỹ thuật của sáng chế, loa và/hoặc các dải âm có thể được bố trí theo cấu hình tùy ý trong khi vẫn phát lại âm trường 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 kỹ thuật của sáng chế, một quá trình biểu diễn chung của âm trường có thể được sử dụng để kết xuất âm trường trên tổ hợp bất kỳ của các loa, các dải âm, và các 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 kỹ thuật theo các khía cạnh khác nhau 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 kỹ thuật theo các khía cạnh khác nhau được mô tả trong sáng chế này.

Theo một hoặc nhiều kỹ thuật của sáng chế, một quá trình biểu diễn chung của âm thanh có thể được sử dụng để kết xuất âm trường trên bất kỳ trong số các môi trường phát lại ở trên. Ngoài ra, các kỹ thuật theo sáng chế cho phép bộ kết xuất kết xuất âm trường 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 sự phát lại có thể được thực hiện 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 của sáng chế, âm trường 3D của trận đấu thể thao có thể thu được (ví dụ, một hoặc nhiều micro Eigen có thể được đặt trong và/hoặc xung quanh sân bóng chày), các hệ số HOA tương ứng với âm trường 3D có thể được thu và truyền đến bộ giải mã, bộ giải mã này có thể tái tạo âm trường 3D dựa trên các hệ số HOA và xuất âm trường 3D được tái cấu trúc cho bộ kết xuất, bộ kết xuất có thể thu được chỉ báo về kiểu môi trường phát (ví dụ, tai nghe), và kết xuất âm trường 3D được tái cấu trúc thành các tín hiệu mà khiến tai nghe xuất ra biểu diễn âm trường 3D của trận thể thao.

Trong mỗi ví dụ khác nhau được mô tả ở trên, 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 qua dưới dạng 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, mà tương ứng với phương tiện hữu hình như phương tiện 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, 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 vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính lưu trữ trên đó các 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 bằng 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 bằng máy tính. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính và phương tiện lưu trữ 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 compact), đĩa laser, 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 laser. 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 logic lập trình được bằng trường (field programmable logic arrays - FPGA), hoặc mạch logic rời rạc hoặc tích hợp tương đương khác. Do vậy, thuật ngữ “bộ xử lý” được sử dụng ở đây có thể chỉ cấu trúc bất kỳ trong cấu trúc nêu trên hoặc cấu trúc khác bất kỳ thích 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 mô-đun phần cứng và/hoặc phần mềm chuyên dụng được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã, hoặc được hợp nhất vào trong bộ mã hóa-giải mã kết hợp. Ngoài ra, các kỹ thuật này có thể được thực hiện đầy đủ trong một hoặc nhiều mạch hoặc phần tử logic.

Các kỹ thuật của sáng chế có thể được thực hiện trong nhiều loại máy móc hoặc thiết bị khác nhau, bao gồm máy cầm tay không dây, mạch tích hợp (integrated circuit - IC) hoặc tập hợp các IC (ví dụ, tập hợp chip). Các thành phần, mô-đun 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 thiết bị 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.

Các khía cạnh khác nhau của 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 phần yêu cầu bảo hộ sau đây.

### **Yêu cầu bảo hộ**

1. Phương pháp giải mã dữ liệu âm thanh ambisonic, phương pháp này bao gồm các bước:

thu được, bằng thiết bị giải mã âm thanh, biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan từ một hoặc nhiều thành phần chính của âm trường, trong đó ít nhất một trong số nhiều hệ số ambisonic bậc cao mô tả âm trường được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc một hoặc không; và

áp dụng, bằng thiết bị giải mã âm thanh, phép biến đổi tái tương quan cho biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh để thu được nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước áp dụng phép biến đổi tái tương quan bao gồm việc áp dụng, bằng thiết bị giải mã âm thanh, biến đổi dựa trên pha nghịch đảo cho các hệ số ambisonic xung quanh.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó biến đổi dựa trên pha nghịch đảo đã được chuẩn hóa theo một trong chuẩn hóa N3D (ba D đầy đủ).

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó biến đổi dựa trên pha nghịch đảo đã được chuẩn hóa theo chuẩn hóa SN3D (bán chuẩn hóa Schmidt).

5. Phương pháp theo điểm 2, trong đó các hệ số ambisonic xung quanh được gắn với các hàm cơ sở cầu có bậc 0 hoặc bậc 1, và trong đó bước áp dụng biến đổi dựa trên pha nghịch đảo bao gồm việc thực hiện, bằng thiết bị giải mã âm thanh, phép nhân vô hướng của biến đổi dựa trên pha với biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh.

6. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước thu được, bằng thiết bị giải mã âm thanh, chỉ báo rằng biểu diễn khử tương quan của các hệ số

ambisonic xung quanh đã được khử tương quan từ một hoặc nhiều thành phần chính bằng phép biến đổi khử tương quan.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

thu được, bằng thiết bị giải mã âm thanh, một hoặc nhiều thành phần không gian xác định đặc điểm không gian của một hoặc nhiều thành phần chính của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, các thành phần không gian được xác định trong miền điều hòa cầu; và

kết hợp, bằng thiết bị giải mã âm thanh, các hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan với một hoặc nhiều kênh chính thu được dựa trên một hoặc nhiều thành phần không gian.

8. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra, bằng thiết bị giải mã âm thanh, tín hiệu cấp cho loa dựa trên nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan thu được từ việc áp dụng phép biến đổi tái tương quan cho biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh.

9. Thiết bị xử lý dữ liệu âm thanh ambisonic, thiết bị này bao gồm:

thiết bị nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ ít nhất một phần của dữ liệu âm thanh ambisonic cần được xử lý; và

một hoặc nhiều bộ xử lý được nối với thiết bị nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

thu được, từ phần dữ liệu âm thanh ambisonic được lưu trữ vào thiết bị nhớ, biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan từ một hoặc nhiều thành phần chính của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong số nhiều hệ số ambisonic bậc cao mô tả âm trường được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc một hoặc không, và trong đó biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh bao gồm bốn chuỗi hệ số  $c_{AMB,2}$ ,  $c_{AMB,3}$ , và  $c_{AMB,4}$ ; và

áp dụng phép biến đổi tái tương quan cho biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh để thu được nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó chuỗi hệ số thứ nhất trong số bốn chuỗi hệ số được gắn với tín hiệu trái, và trong đó chuỗi hệ số thứ hai trong số bốn chuỗi hệ số được gắn với tín hiệu phải.

11. Thiết bị theo điểm 10, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để sử dụng tín hiệu trái làm tín hiệu cấp cho loa trái và tín hiệu phải làm tín hiệu cấp cho loa phải mà không áp dụng phép biến đổi tái tương quan cho các tín hiệu phải và trái.

12. Thiết bị theo điểm 10, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để trộn tín hiệu trái và tín hiệu phải để xuất ra bởi hệ thống đơn âm thanh.

13. Thiết bị theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để kết hợp các hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan với một hoặc nhiều kênh chính.

14. Thiết bị theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định rằng không có sẵn kênh chính nào để kết hợp với các hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

15. Thiết bị theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:  
xác định rằng âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao phải được xuất ra qua hệ thống tái tạo âm thanh đơn âm; và  
giải mã ít nhất một tập con các hệ số ambisonic xung quanh khử tương quan mà bao gồm dữ liệu để xuất ra bởi hệ thống tái tạo âm thanh đơn âm.

16. Thiết bị theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để thu được, từ phần dữ liệu âm thanh ambisonic được lưu trữ vào thiết bị nhớ, chỉ báo

rằng biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan từ một hoặc nhiều thành phần chính dựa vào phép biến đổi khử tương quan.

17. Thiết bị theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu cấp cho loa dựa vào nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan, thiết bị này còn bao gồm loa nối với một hoặc nhiều bộ xử lý, loa này được tạo cấu hình để xuất ra tín hiệu cấp cho loa được tạo ra dựa vào các hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

18. Thiết bị theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu cấp cho loa dựa trên nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan thu được từ việc áp dụng phép biến đổi tái tương quan cho biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh.

19. Thiết bị theo điểm 10, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để tạo ra, cho việc xuất ra bởi hệ thống tái tạo lập thể, tín hiệu cấp cho loa trái dựa trên tín hiệu trái và tín hiệu cấp cho loa phải dựa trên tín hiệu phải.

20. Thiết bị nén dữ liệu âm thanh, thiết bị này bao gồm:

thiết bị nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ ít nhất một phần của dữ liệu âm thanh cần được nén; và

một hoặc nhiều bộ xử lý được nối với thiết bị nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

trích các hệ số ambisonic xung quanh biểu diễn thành phần phụ của âm trường từ nhiều hệ số ambisonic bậc cao mô tả âm trường và được bao gồm trong dữ liệu âm thanh được lưu trữ vào thiết bị nhớ, trong đó ít nhất một trong số nhiều hệ số ambisonic bậc cao được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc một hoặc không;

áp dụng phép biến đổi dựa trên pha cho các hệ số ambisonic xung quanh để khử tương quan các hệ số ambisonic xung quanh đã trích từ một hoặc nhiều thành phần chính của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao để thu được biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh; và

lưu trữ, vào thiết bị nhớ, tín hiệu âm thanh dựa vào biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh.

21. Thiết bị theo điểm 20, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý này còn được tạo cấu hình để bao gồm, trong tín hiệu âm thanh, một hoặc nhiều kênh chính.

22. Thiết bị theo điểm 20, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để báo hiệu các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan cùng với một hoặc nhiều kênh chính để hồi đáp việc xác định rằng tốc độ bit đích gắn với tín hiệu âm thanh đạt hoặc vượt quá ngưỡng định trước.

23. Thiết bị theo điểm 20, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để báo hiệu các hệ số ambisonic xung quanh khử tương quan của tín hiệu âm thanh được lưu trữ vào thiết bị nhớ mà không báo hiệu các kênh chính bất kỳ của tín hiệu âm thanh được lưu trữ vào thiết bị nhớ.

24. Thiết bị theo điểm 23, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để báo hiệu các hệ số ambisonic xung quanh khử tương quan của tín hiệu âm thanh được lưu trữ vào thiết bị nhớ mà không báo hiệu các kênh chính bất kỳ của tín hiệu âm thanh được lưu trữ vào thiết bị nhớ để hồi đáp việc xác định rằng tốc độ bit đích gắn với tín hiệu âm thanh là thấp hơn ngưỡng định trước.

25. Thiết bị theo điểm 24, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để bao gồm, trong tín hiệu âm thanh được lưu trữ, chỉ báo về việc phép biến đổi khử tương quan đã được áp dụng cho các hệ số ambisonic xung quanh.

26. Thiết bị theo điểm 20, trong đó thiết bị này còn bao gồm micrô nối với một hoặc nhiều bộ xử lý, micrô này được tạo cấu hình để bắt dữ liệu âm thanh cần được nén.

27. Thiết bị xử lý dữ liệu âm thanh ambisonic, thiết bị này bao gồm:

thiết bị nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ ít nhất một phần của dữ liệu âm thanh ambisonic cần được xử lý và cờ UsePhaseShiftDecorr; và

một hoặc nhiều bộ xử lý được nối với thiết bị nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

xác định rằng giá trị của cờ UsePhaseShiftDecorr là bằng một (1);

dựa vào việc giá trị của cờ UsePhaseShiftDecorr bằng một (1), thu được, từ phần dữ liệu âm thanh ambisonic được lưu trữ vào thiết bị nhớ, biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan từ một hoặc nhiều thành phần chính của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong số nhiều hệ số ambisonic bậc cao mô tả âm trường được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc một hoặc không; và

áp dụng phép biến đổi tái tương quan cho biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh để thu được nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

28. Thiết bị theo điểm 27, thiết bị này còn bao gồm giao diện nối với bộ nhớ, giao diện này được tạo cấu hình để:

thu dòng bit bao gồm ít nhất một phần của dữ liệu âm thanh ambisonic; và  
thu cờ UsePhaseShiftDecorr.

29. Thiết bị theo điểm 27, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu cấp cho loa dựa vào nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

30. Thiết bị theo điểm 29, thiết bị này còn bao gồm loa nối với một hoặc nhiều bộ xử lý, loa này được tạo cấu hình để xuất ra tín hiệu cấp cho loa được tạo ra dựa vào các hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

31. Thiết bị theo điểm 27, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tái tạo âm trường bằng cách sử dụng nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

32. Thiết bị xử lý dữ liệu âm thanh ambisonic, thiết bị này bao gồm:

thiết bị nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ ít nhất một phần của dữ liệu âm thanh ambisonic cần được xử lý; và

một hoặc nhiều bộ xử lý được nối với thiết bị nhớ, một hoặc nhiều bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

thu được, từ phần dữ liệu âm thanh ambisonic được lưu trữ vào thiết bị nhớ, biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh biểu diễn thành phần phụ của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh được khử tương quan từ một hoặc nhiều thành phần chính của âm trường được mô tả bởi nhiều hệ số ambisonic bậc cao, trong đó ít nhất một trong số nhiều hệ số ambisonic bậc cao mô tả âm trường được gắn với hàm cơ sở cầu có bậc một hoặc không, và trong đó biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh bao gồm bốn chuỗi hệ số  $C_{I,AMB,1}$ ,  $C_{I,AMB,2}$ ,  $C_{I,AMB,3}$ , và  $C_{I,AMB,4}$ ; và

áp dụng phép biến đổi tái tương quan cho biểu diễn khử tương quan của các hệ số ambisonic xung quanh để thu được nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan, trong đó để áp dụng phép biến đổi tái tương quan, một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tạo ra tín hiệu chuyển pha thứ nhất dựa vào tích phép nhân thứ nhất của hệ số  $c(0)$  của phép biến đổi tái tương quan và hiệu số giữa các chuỗi hệ số  $C_{I,AMB,1}$  và  $C_{I,AMB,2}$ ; và

tạo ra tín hiệu chuyển pha thứ hai dựa vào tích phép nhân thứ hai của hệ số  $c(1)$  của phép biến đổi tái tương quan và tổng của các chuỗi hệ số  $C_{I,AMB,1}$  và  $C_{I,AMB,2}$ .

33. Thiết bị theo điểm 32, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để:

tạo ra tổ hợp thứ nhất dựa vào tín hiệu chuyển pha thứ nhất, hệ số  $c(3)$  của phép biến đổi tái tương quan, hệ số  $c(2)$  của phép biến đổi tái tương quan, và các chuỗi hệ số  $C_{I,AMB,1}$  và  $C_{I,AMB,2}$ ; và

tạo ra tổ hợp thứ hai dựa vào tín hiệu chuyển pha thứ hai, hệ số  $c(5)$  của phép biến đổi tái tương quan, hiệu số giữa các chuỗi hệ số  $C_{I,AMB,1}$  và  $C_{I,AMB,2}$ , hệ số  $c(6)$  của phép biến đổi tái tương quan, và chuỗi hệ số  $C_{I,AMB,3}$ ;

thu được chuỗi hệ số  $C_{I,AMB,4}$ ; và

tạo ra tổ hợp thứ ba dựa vào hệ số  $c(4)$  của phép biến đổi tái tương quan, các chuỗi hệ số  $c_{I,AMB,1}$  và  $c_{I,AMB,2}$ , và tín hiệu chuyển pha thứ nhất.

34. Thiết bị theo điểm 33,

trong đó biến đổi tái tương quan bao gồm biến đổi dựa trên pha nghịch đảo mà dựa ít nhất một phần vào tập hợp các hệ số bao gồm hệ số  $c(0)$ , hệ số  $c(1)$ , hệ số  $c(2)$ , hệ số  $c(3)$ , hệ số  $c(4)$ , hệ số  $c(5)$ , và hệ số  $c(6)$ , và

trong đó mỗi trong số hệ số  $c(0)$ , hệ số  $c(1)$ , hệ số  $c(2)$ , hệ số  $c(3)$ , hệ số  $c(4)$ , hệ số  $c(5)$ , và hệ số  $c(6)$  có giá trị khác nhau.

35. Thiết bị theo điểm 33, trong đó tổ hợp thứ nhất là dựa trên:

tích phép nhân thứ ba của hệ số  $c(3)$  và tín hiệu chuyển pha thứ nhất,

tích phép nhân thứ tư của hệ số  $c(2)$  và tổng của các chuỗi hệ số  $c_{I,AMB,1}$  và  $c_{I,AMB,2}$ , và

tổng của tích phép nhân thứ ba và tích phép nhân thứ tư.

36. Thiết bị theo điểm 33, trong đó tổ hợp thứ hai là dựa trên:

tích phép nhân thứ ba của hệ số  $c(5)$  và hiệu số giữa các chuỗi hệ số  $c_{I,AMB,1}$  và  $c_{I,AMB,2}$ ,

tích phép nhân thứ tư của hệ số  $c(6)$  và chuỗi hệ số  $c_{I,AMB,3}$ , và

tổng của tích phép nhân thứ ba, tích phép nhân thứ tư, và tín hiệu chuyển pha thứ hai.

37. Thiết bị theo điểm 33, trong đó tổ hợp thứ ba là dựa trên:

tích phép nhân của hệ số  $c(4)$  và tổng của các chuỗi hệ số  $c_{I,AMB,1}$  và  $c_{I,AMB,2}$ , và tổng của tích phép nhân và tín hiệu chuyển pha thứ nhất.

38. Thiết bị theo điểm 32, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu cấp cho loa dựa vào nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

39. Thiết bị theo điểm 38, thiết bị này còn bao gồm loa nối với một hoặc nhiều bộ xử lý, loa này được tạo cấu hình để xuất ra tín hiệu cấp cho loa được tạo ra dựa vào các hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

40. Thiết bị theo điểm 32, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tái tạo âm trường bằng cách sử dụng nhiều hệ số ambisonic xung quanh tái tương quan.

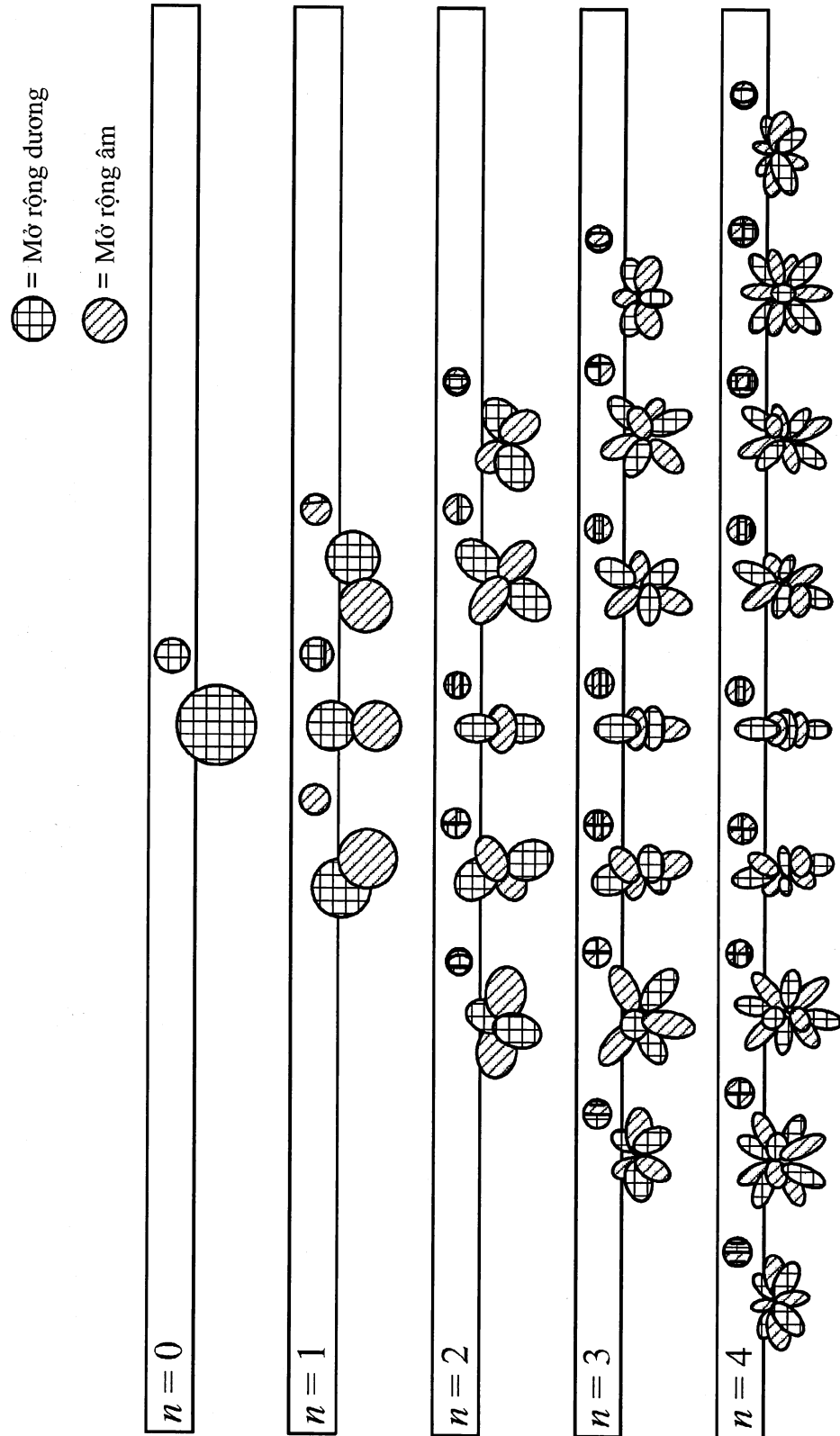


FIG. 1

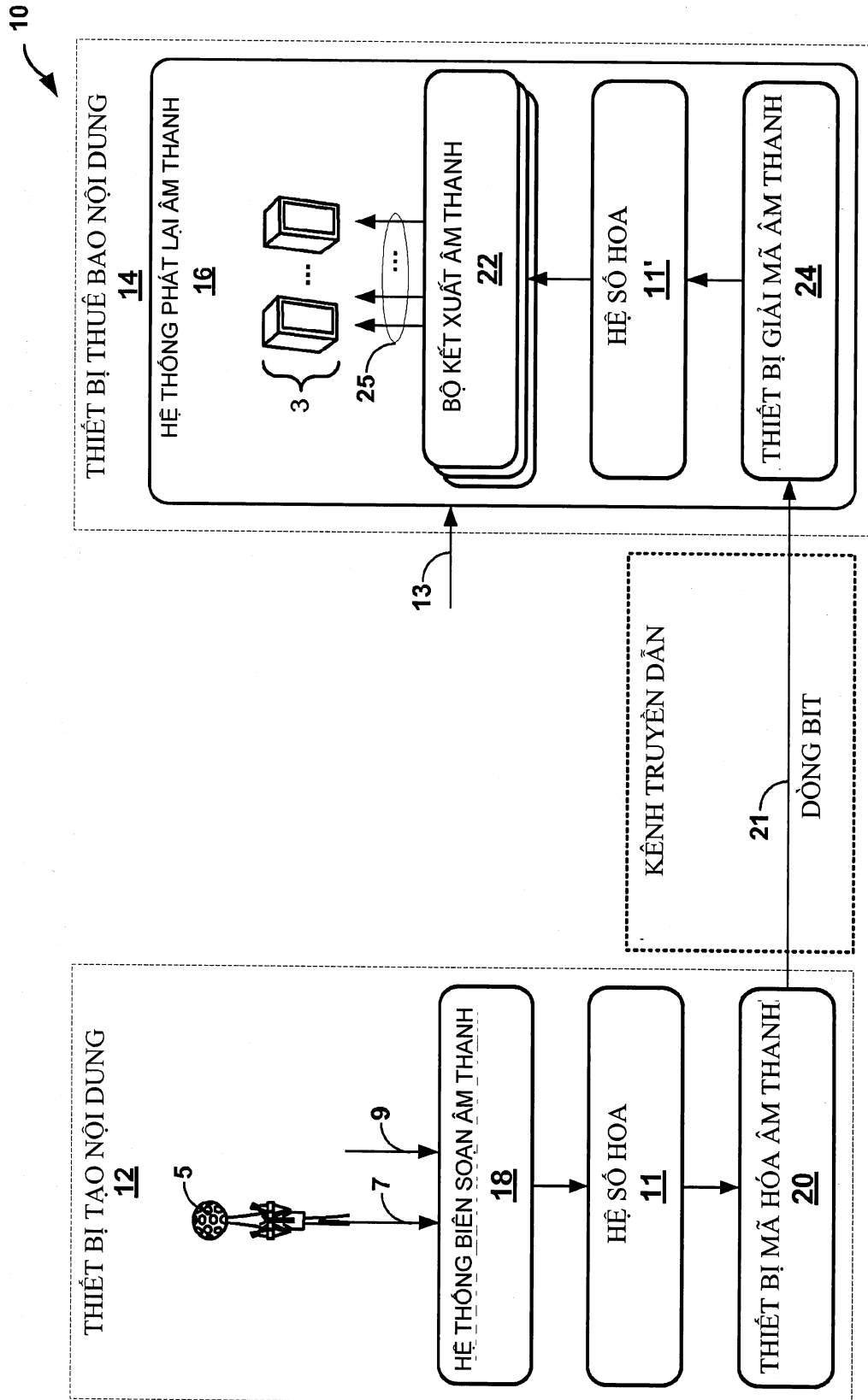
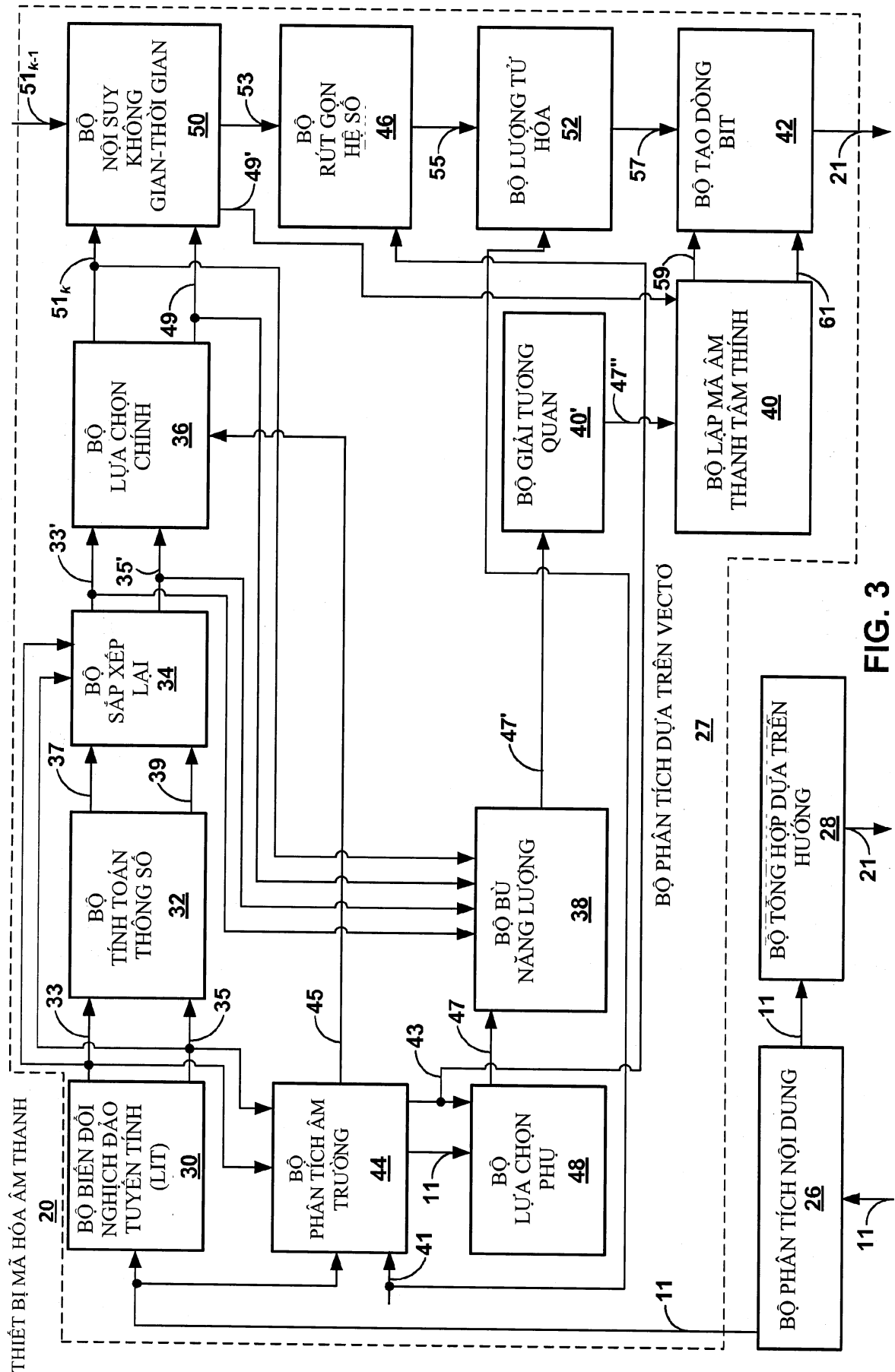


FIG. 2



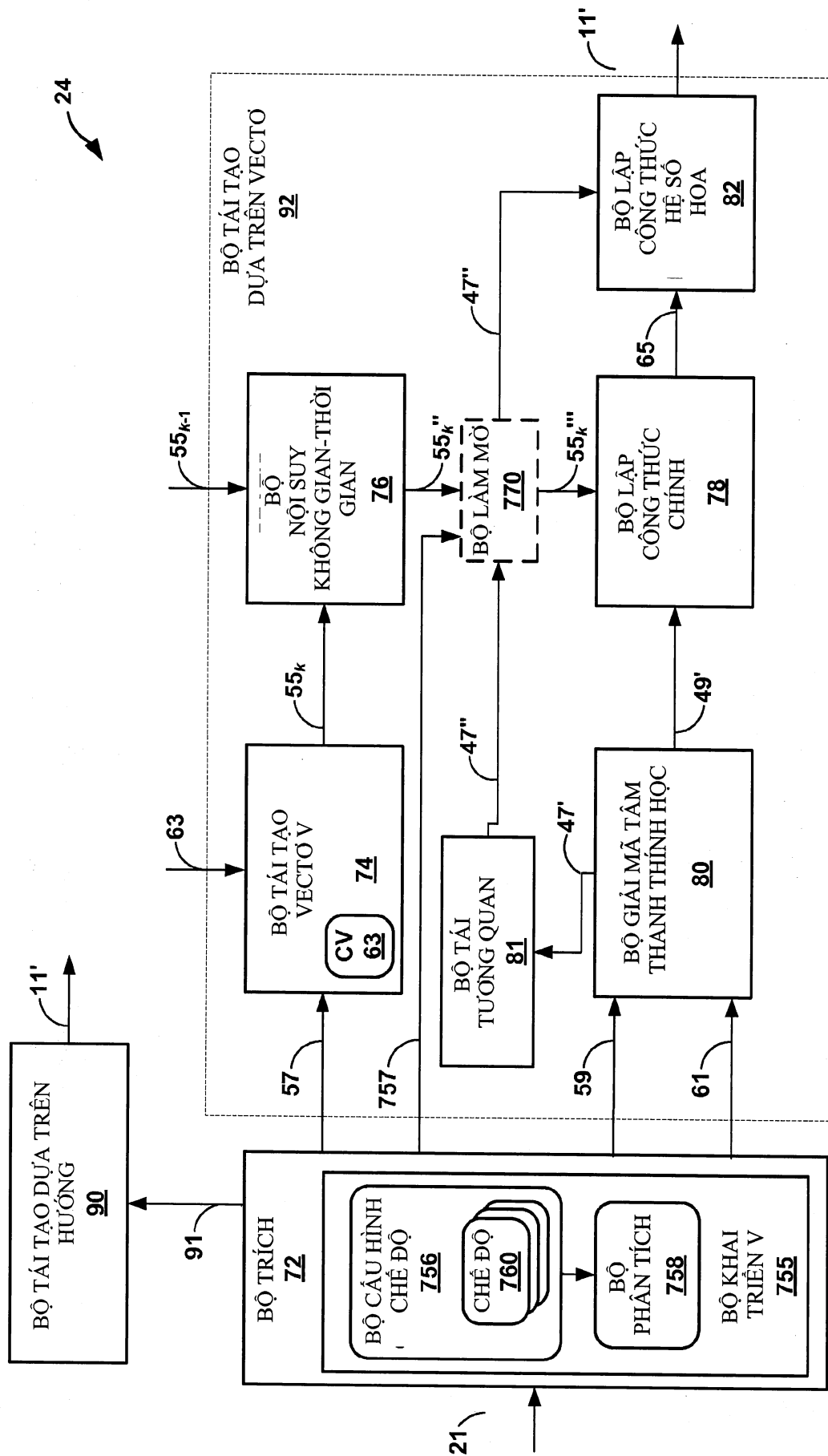


FIG. 4

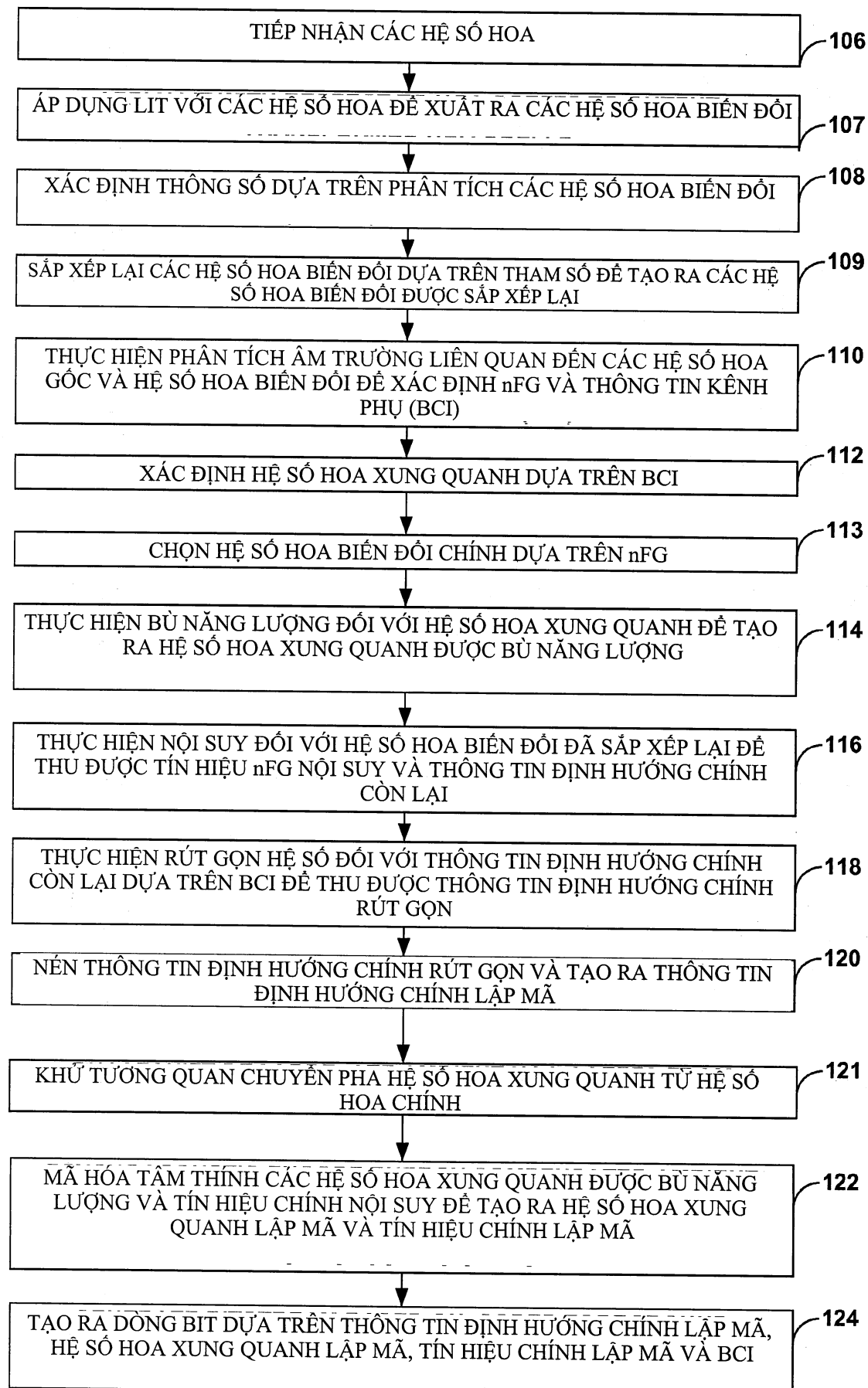


FIG. 5

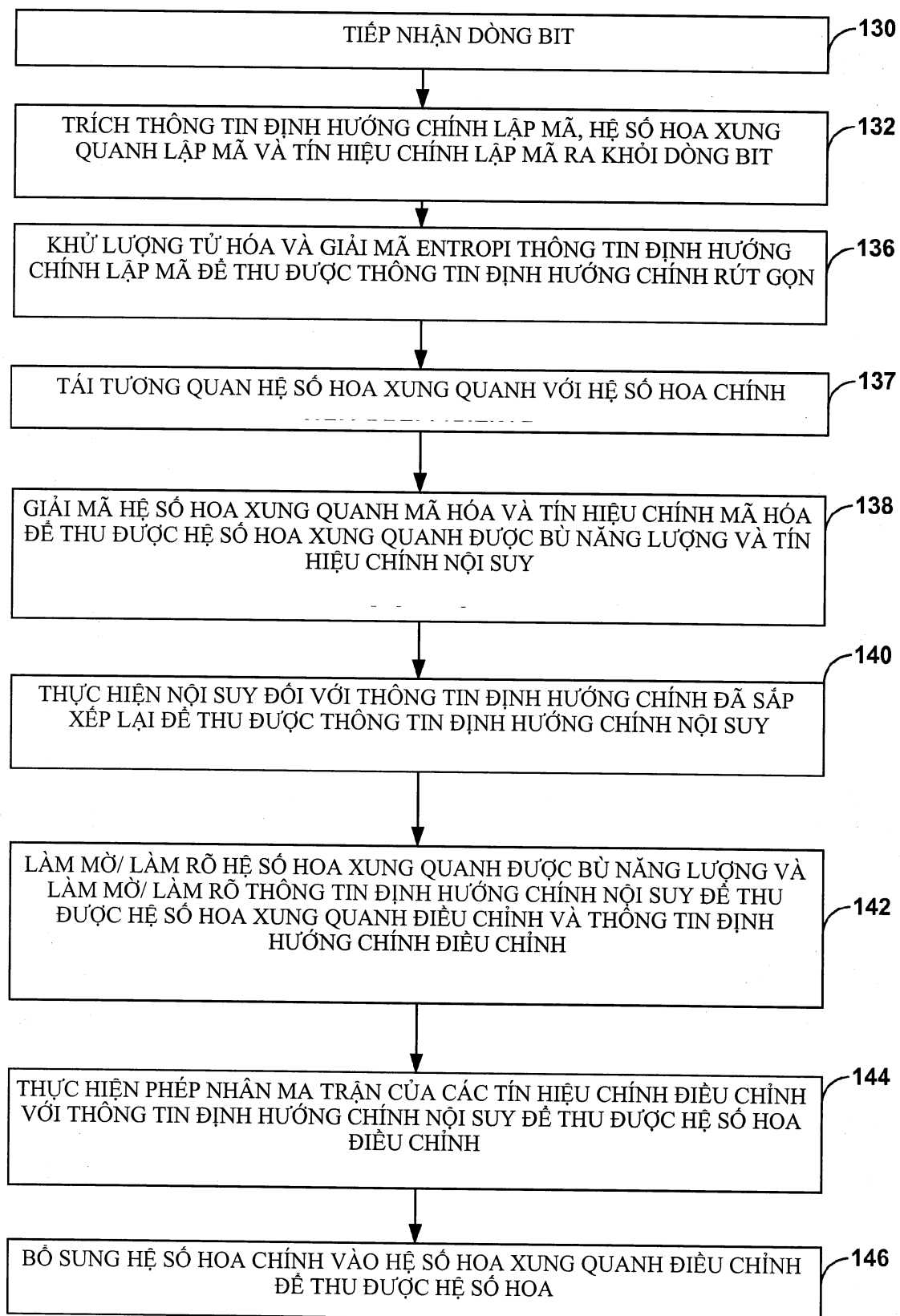


FIG. 6A

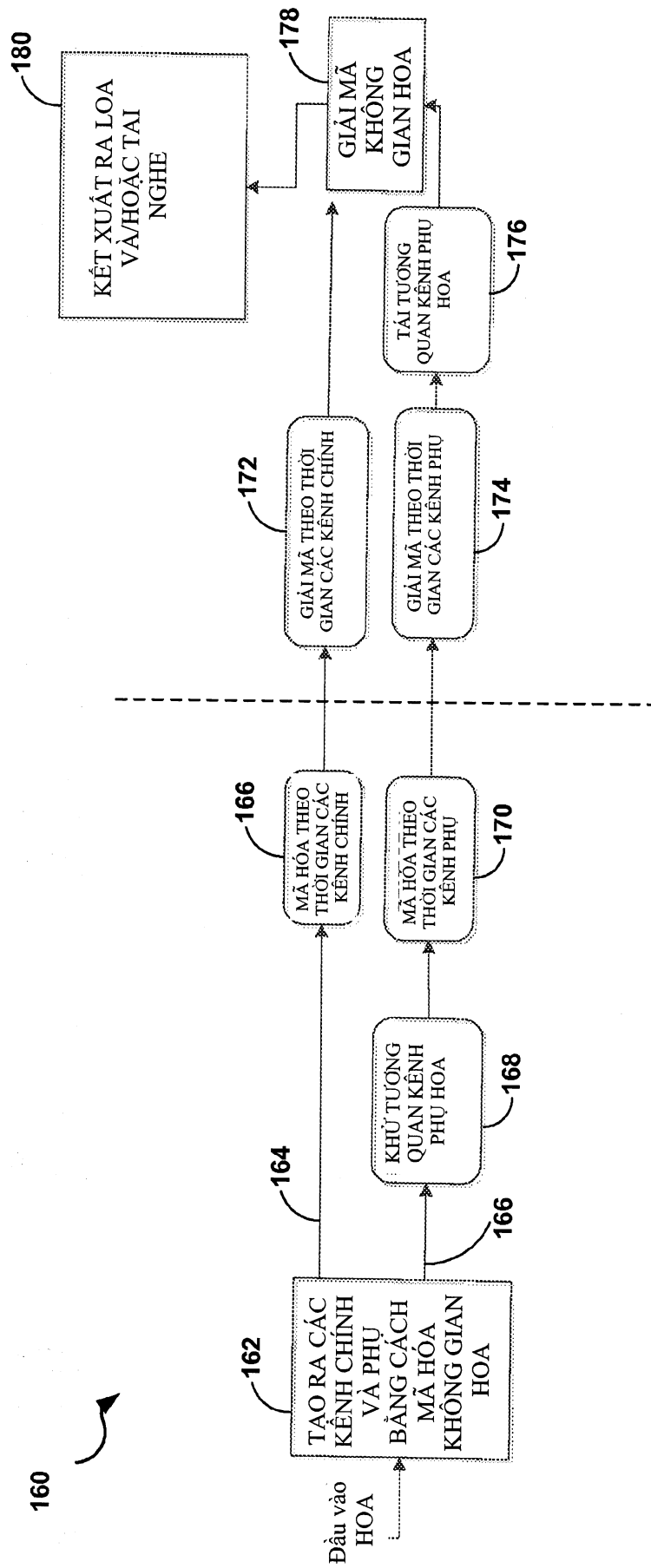


FIG. 6B