



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

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

(11)



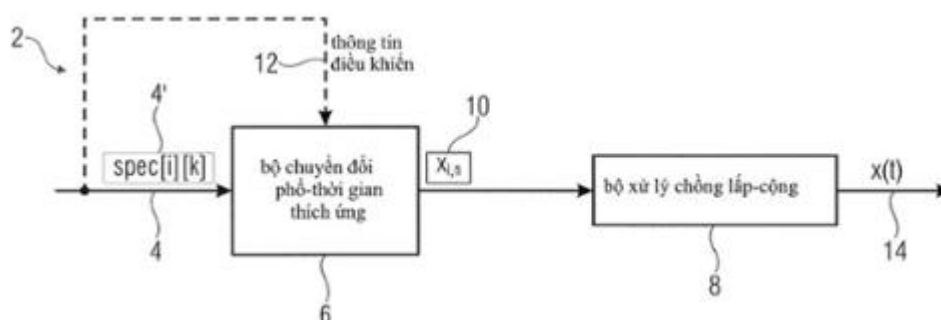
1-0030849

(51)⁷ G10L 19/18; G10L 19/008; G10L 19/02 (13) B

- (21) 1-2017-03961 (22) 08/03/2016
(86) PCT/EP2016/054902 08/03/2016 (87) WO2016/142376 15/09/2016
(30) 15158236.8 09/03/2015 EP; 15172542.1 17/06/2015 EP
(45) 25/01/2022 406 (43) 25/12/2017 357A
(73) FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (DE)
Hansastraße 27c, 80686 Muenchen, Germany
(72) HELMRICH, Christian (DE); EDLER, Bernd (DE).
(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

(54) BỘ GIẢI MÃ VÀ PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ TÍN HIỆU ÂM THANH ĐƯỢC MÃ HÓA, BỘ MÃ HÓA VÀ PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA TÍN HIỆU ÂM THANH

(57) Sáng chế đề cập đến bộ giải mã và phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa, bộ mã hóa và phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh. Sơ đồ khối dạng giản lược của bộ giải mã (2) để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa (4) được thể hiện. Bộ giải mã bao gồm bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng (6) và bộ xử lý chồng lắp-cộng (8). Bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng chuyển đổi các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ (4') thành các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian (10), ví dụ, qua phép biến đổi tần số thành thời gian. Hơn nữa, bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng (6) nhận thông tin điều khiển (12) và chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển (12), giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi. Hơn nữa, bộ xử lý chồng lắp-cộng (8) chồng lắp và cộng các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian (10) để thu được các giá trị âm thanh được giải mã (14), mà có thể là tín hiệu âm thanh được giải mã.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa và bộ mã hóa để mã hóa tín hiệu âm thanh. Các phương án thể hiện phương pháp và thiết bị cho việc chuyển hạch biến đổi thích ứng tín hiệu trong phép mã hóa âm thanh. Nói cách khác, sáng chế đề cập đến phép mã hóa âm thanh và, cụ thể, đến phép mã hóa âm thanh cảm quan bằng các phép biến đổi được chồng như, ví dụ, phép biến đổi cosin rời rạc cải biên (modified discrete cosine transform - MDCT) [1].

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tất cả các bộ mã hóa-giải mã âm thanh cảm quan thông thường, bao gồm MP3, Opus (Celt), gia đình HE-AAC, và Âm thanh 3D MPEG-H và các bộ mã hóa-giải mã âm thanh dịch vụ âm nâng cao (Enhanced Voice Services - EVS) 3GPP, sử dụng MDCT cho phép lượng tử hóa miền phổ và phép mã hóa của một hoặc nhiều dạng sóng kênh. Phiên bản tổng hợp của phép biến đổi chồng lấp này, sử dụng phổ chiều dài $M spec[]$ được cho bởi

$$x_{i,n} = C \sum_{k=0}^{M-1} spec[i][k] \cos\left(\frac{2\pi}{N}(n + n_0)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right) \quad (1)$$

với $M = N/2$ và N là độ dài cửa sổ thời gian. Sau khi tạo cửa sổ, đầu ra thời gian $x_{i,n}$ được tổ hợp với đầu ra thời gian trước $x_{i-1,n}$ bằng quy trình chồng lấp và cộng (overlap-and-add - OLA). C có thể là tham số không đổi lớn hơn 0 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1, như, ví dụ $2/N$.

Trong khi MDCT của (1) hoạt động tốt cho phép mã hóa âm thanh chất lượng cao của nhiều kênh tùy ý tại nhiều tốc độ bit, có hai trường hợp trong đó chất lượng mã hóa có thể giảm. Đây là, ví dụ,

- các tín hiệu sóng hài cao với các tần số cơ bản nhất định, mà, qua MDCT, được lấy mẫu sao cho mỗi sóng hài được biểu diễn bởi nhiều hơn một ngăn MDCT. Điều này dẫn đến sự nén năng lượng gần tối ưu trong miền phổ, tức là, độ khuếch đại mã hóa thấp.

- các tín hiệu âm lập thể với khoảng 90 độ lệch pha giữa các ngăn MDCT của các kênh, mà không thể được sử dụng bằng phép mã hóa kênh chung trên cơ sở âm lập thể M/S truyền thống. Nhiều phép mã hóa âm lập thể phức tạp bao gồm phép mã hóa sự chênh lệch pha liên kênh (inter-channel phase difference - IPD) có thể đạt được, ví dụ, sử dụng âm lập thể tham số của HE-AAC hoặc âm bao quanh MPEG, nhưng các công cụ này vận hành trong miền giàn lọc riêng biệt, mà tăng độ phức tạp.

Một số nghiên cứu và bài báo khoa học đề cập đến các thuật toán tương tự MDCT hoặc MDST, thỉnh thoảng với tên gọi khác như “phép biến đổi trực giao được chồng” (lapped orthogonal transform - LOT), “phép biến đổi được chồng được kéo dài” (extended lapped transform - ELT) hoặc “phép biến đổi được chồng được điều biến” (modulated lapped transform - MLT). Chỉ tài liệu [4] đề cập đến một số phép biến đổi được chồng khác nhau tại cùng thời điểm, nhưng không vượt qua các thiếu sót được đề cập trên đây của MDCT.

Do đó, phương pháp được cải thiện là cần thiết.

Tài liệu tham khảo

[1] H. S. Malvar, *Signal Processing with Lapped Transforms*, Norwood: Artech House, 1992.

[2] J. P. Princen and A. B. Bradley, “Analysis/Synthesis Filter Bank Design Based on Time

Domain Aliasing Cancellation,” *IEEE Trans. Acoustics, Speech, and Signal Proc.*, 1986.

[3] J. P. Princen, A. W. Johnson, and A. B. Bradley, “Subband/transform coding using filter bank design based on time domain aliasing cancellation,” in *IEEE ICASSP*, vol. 12, 1987.

[4] H. S. Malvar, “Lapped Transforms for Efficient Transform/Subband Coding,” *IEEE Trans. Acoustics, Speech, and Signal Proc.*, 1990.

[5] http://en.wikipedia.org/wiki/Modified_discrete_cosine_transform

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là về cơ bản khắc phục hoặc ít nhất cải thiện một hoặc nhiều bất lợi nêu trên.

Các khía cạnh của sáng chế cung cấp khái niệm được cải thiện để xử lý tín hiệu âm thanh. Mục đích này đạt được bởi đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập kèm theo.

Theo khía cạnh của sáng chế, đề xuất bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa, bộ giải mã bao gồm: bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng để chuyển đổi các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ thành các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian; và bộ xử lý chồng lấp-cộng để chồng lấp và cộng các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian để thu được các giá trị âm thanh được giải mã, trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để nhận thông tin điều khiển và để chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi, trong đó hạch biến đổi của nhóm thứ nhất và nhóm thứ hai dựa trên phương trình sau đây:

$$x_{i,n} = C \sum_{k=0}^{M-1} spec[i][k] \cos\left(\frac{2\pi}{N}(n+n_0)(k+k_0)\right)$$

trong đó ít nhất một hạch biến đổi của nhóm thứ nhất dựa trên các tham số: $\cos(\)$ $= \cos(\)$ và $k_0 = 0,5$ hoặc $\cos(\) = \sin(\)$ và $k_0 = 0,5$, hoặc trong đó ít nhất một hạch biến đổi của nhóm thứ hai dựa trên các tham số: $\cos(\) = \cos(\)$ và $k_0 = 0$; hoặc $\cos(\) = \sin(\)$ và $k_0 = 1$, trong đó $x_{i,n}$ là đầu ra miền thời gian, C là tham số bất biến, N là độ dài của sổ thời gian, $spec$ là các giá trị phổ có M giá trị cho khối, M bằng $N/2$, i là chỉ số khối thời gian, k là chỉ số phổ biểu thị các giá trị phổ, n là chỉ số thời gian biểu thị giá trị thời gian trong khối i và n_0 là tham số bất biến là số nguyên hoặc bằng 0, và trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để áp dụng hạch biến đổi dựa trên bảng sau:

khung hiện thời $i \rightarrow$ khung cuối $i-1 \downarrow$	phép đối xứng bên phải ($symm_i = 0$) chẵn	phép đối xứng bên phải ($symm_i = 1$) lẻ
--	---	---

phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_{i-1} = 1$) lẻ	$\text{cs}(\dots) = \cos(\dots)$ $k_0 = 0,0$	$\text{cs}(\dots) = \sin(\dots)$ $k_0 = 0,5$
phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_{i-1} = 0$) chẵn	$\text{cs}(\dots) = \cos(\dots)$ $k_0 = 0,5$	$\text{cs}(\dots) = \sin(\dots)$ $k_0 = 1,0$

trong đó symm_i là thông tin điều khiển cho khung hiện thời tại chỉ số i , và trong đó symm_{i-1} là thông tin điều khiển cho khung trước tại chỉ số $i-1$.

Theo khía cạnh của sáng chế, đề xuất bộ mã hóa để mã hóa tín hiệu âm thanh, bộ mã hóa bao gồm: bộ chuyển đổi thời gian-phổ thích ứng để chuyển đổi các khối chồng lấp gồm các giá trị thời gian thành các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ; và bộ điều khiển để điều khiển bộ chuyển đổi thời gian-phổ để chuyển đổi giữa các hạch biến đổi trong số nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi và các hạch biến đổi trong số nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi, trong đó bộ chuyển đổi thời gian-phổ thích ứng được tạo cấu hình để nhận thông tin điều khiển và để chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi, trong đó nhóm thứ nhất gồm hạch biến đổi bao gồm hạch biến đổi MDCT-IV hoặc hạch biến đổi MDST-IV, hoặc trong đó nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm hạch biến đổi MDCT-II hoặc hạch biến đổi MDST-II, và trong đó bộ điều khiển được tạo cấu hình để hạch biến đổi MDCT-IV được theo sau bởi hạch biến đổi MDST-II, hoặc trong đó hạch biến đổi MDST-IV được theo sau bởi hạch biến đổi MDCT-II, hoặc trong đó hạch biến đổi MDCT-II được theo sau bởi MDCT-IV, hoặc trong đó hạch biến đổi MDST-II được theo sau bởi MDST-IV.

Theo khía cạnh của sáng chế, đề xuất phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa, phương pháp bao gồm: chuyển đổi các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ thành các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian; và chồng lấp và cộng các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian để thu được các giá trị âm thanh được giải mã, nhận thông tin điều khiển và chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi

có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi, trong đó hạch biến đổi của nhóm thứ nhất và nhóm thứ hai dựa trên phương trình sau đây:

$$x_{i,n} = C \sum_{k=0}^{M-1} spec[i][k] \cos\left(\frac{2\pi}{N}(n+n_0)(k+k_0)\right)$$

trong đó ít nhất một hạch biến đổi của nhóm thứ nhất dựa trên các tham số: $\cos(\)$ và $k_0 = 0,5$ hoặc $\cos(\) = \sin(\)$ và $k_0 = 0,5$, hoặc trong đó ít nhất một hạch biến đổi của nhóm thứ hai dựa trên các tham số: $\cos(\) = \cos(\)$ và $k_0 = 0$; hoặc $\cos(\) = \sin(\)$ và $k_0 = 1$, trong đó $x_{i,n}$ là đầu ra miền thời gian, C là tham số bất biến, N là độ dài của số thời gian, $spec$ là các giá trị phổ có M giá trị cho khối, M bằng $N/2$, i là chỉ số khối thời gian, k là chỉ số phổ biểu thị các giá trị phổ, n là chỉ số thời gian biểu thị giá trị thời gian trong khối i và n_0 là tham số bất biến là số nguyên hoặc bằng 0, và trong đó chuyển đổi bao gồm áp dụng hạch biến đổi dựa trên bảng sau:

khung hiện thời $i \rightarrow$ khung cuối $i-1 \downarrow$	phép đối xứng bên phải ($symm_i = 0$) chẵn	phép đối xứng bên phải ($symm_i = 1$) lẻ
phép đối xứng bên phải ($symm_{i-1} = 1$) lẻ	$\cos(\dots) = \cos(\dots)$ $k_0 = 0,0$	$\cos(\dots) = \sin(\dots)$ $k_0 = 0,5$
phép đối xứng bên phải ($symm_{i-1} = 0$) chẵn	$\cos(\dots) = \cos(\dots)$ $k_0 = 0,5$	$\cos(\dots) = \sin(\dots)$ $k_0 = 1,0$

trong đó $symm_i$ là thông tin điều khiển cho khung hiện thời tại chỉ số i , và trong đó $symm_{i-1}$ là thông tin điều khiển cho khung trước tại chỉ số $i-1$.

Theo khía cạnh của sáng chế, đề xuất phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh, phương pháp bao gồm: chuyển đổi các khối chồng lấp gồm các giá trị thời gian thành các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ; và điều khiển sự chuyển đổi thời gian-phổ để chuyển giữa các hạch biến đổi trong số nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi và các hạch biến đổi trong số nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi, nhận thông tin điều khiển và chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng

khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi, trong đó nhóm thứ nhất gồm hạch biến đổi bao gồm hạch biến đổi MDCT-IV hoặc hạch biến đổi MDST-IV, hoặc trong đó nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm hạch biến đổi MDCT-II hoặc hạch biến đổi MDST-II, và trong đó sự điều khiển được tạo cấu hình để hạch biến đổi MDCT-IV được theo sau bởi hạch biến đổi MDST-II, hoặc trong đó hạch biến đổi MDST-IV được theo sau bởi hạch biến đổi MDCT-II, hoặc trong đó hạch biến đổi MDCT-II được theo sau bởi MDCT-IV, hoặc trong đó hạch biến đổi MDST-II được theo sau bởi MDST-IV.

Sáng chế này dựa trên việc tìm ra rằng sự thay đổi thích ứng tín hiệu hoặc sự thay thế hạch biến đổi có thể khắc phục các loại vấn đề nêu trên của phép mã hóa MDCT hiện tại. Theo các phương án, sáng chế chỉ ra hai vấn đề liên quan đến phép mã hóa biến đổi thông thường nêu trên bằng cách tạo ra nguyên lý mã hóa MDCT để bao gồm ba phép biến đổi tương tự khác. Theo sau công thức tổng hợp của (1), sự tổng quát được đề xuất này có thể được định nghĩa như

$$x_{i,n} = \frac{2}{N} \sum_{k=0}^{\frac{N}{2}-1} spec[i][k] \cos\left(\frac{2\pi}{N} (n + n_0)(k + k_0)\right) \quad (2)$$

Lưu ý rằng $\frac{1}{2}$ hằng số đã được thay thế bởi hằng số k_0 và hàm $\cos(\dots)$ đã được thay thế bởi hàm $\cos(\dots)$. Cả hai k_0 và $\cos(\dots)$ là tín hiệu được chọn và thích ứng ngữ cảnh.

Theo các phương án, phép cải biên được đề xuất của luận thuyết mã hóa MDCT có thể thích ứng với các đặc điểm đầu vào tức thời trên cơ sở từng khung, sao cho ví dụ, các vấn đề được mô tả trước đó hoặc các trường hợp được chỉ ra.

Các phương án thể hiện bộ mã hóa để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa. Bộ giải mã bao gồm bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng để chuyển đổi các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ thành các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian, ví dụ, qua phép biến đổi tần số thành thời gian. Bộ giải mã còn bao gồm bộ xử lý chồng lấp-cộng để chồng lấp và cộng các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian để thu được các giá trị âm thanh được giải mã. Bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để nhận thông tin điều khiển và để chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa

các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi. Nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi có thể bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có phép đối xứng lẻ tại phía bên phải của hạch biến đổi hoặc ngược lại, sao cho ví dụ MDCT-IV nghịch đảo hoặc hạch biến đổi MDST-IV nghịch đảo. Nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi có thể bao gồm các hạch biến đổi có phép đối xứng chẵn tại cả hai phía của hạch biến đổi hoặc phép đối xứng lẻ tại cả hai phía của hạch biến đổi, như ví dụ, MDCT-II hoặc hạch biến đổi MDST-II nghịch đảo. Các loại hạch biến đổi II và IV sẽ được mô tả cụ thể hơn dưới đây.

Do đó, đối với các tín hiệu sóng hài có độ cao ít nhất gần bằng với phép nhân số nguyên của độ phân giải tần số của phép biến đổi, mà có thể là băng thông của một ngăn phép biến đổi trong miền phổ, có lợi để sử dụng hạch biến đổi của nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi, ví dụ MDCT-II hoặc MDST-II, để mã hóa tín hiệu khi được so với mã hóa tín hiệu với MDCT cổ điển. Nói cách khác, sử dụng một trong số MDCT-II hoặc MDST-II có lợi để mã hóa tín hiệu sóng hài cao gần với bội số nguyên của độ phân giải tần số của phép biến đổi khi được so với MDCT-IV.

Các phương án khác thể hiện bộ giải mã được tạo cấu hình để giải mã các tín hiệu đa kênh, như, ví dụ, các tín hiệu âm lập thể. Đối với các tín hiệu âm lập thể, ví dụ, việc xử lý âm lập thể giữa/bên (mid/side - M/S) thường tốt hơn so với việc xử lý âm lập thể trái/phải (left/right - L/R). Tuy nhiên, phương pháp này không hoạt động hoặc ít nhất kém hơn, nếu cả hai tín hiệu có độ lệch pha là 90° hoặc 270° . Theo các phương án, có lợi để mã hóa một trong số hai kênh với phép mã hóa trên cơ sở MDST-IV và vẫn sử dụng phép mã hóa MDCT-IV cổ điển để mã hóa kênh thứ hai. Điều này dẫn đến sự dịch chuyển pha 90° giữa hai kênh này được kết hợp bởi sơ đồ mã hóa mà bù độ lệch 90° hoặc 270° của các kênh âm thanh.

Các phương án khác thể hiện bộ mã hóa để mã hóa tín hiệu âm thanh. Bộ mã hóa bao gồm bộ chuyển đổi phổ thời gian thích ứng để chuyển đổi các khối chồng lấp gồm các giá trị thời gian thành các khối liên tục gồm các giá trị phổ. Bộ mã hóa còn bao gồm bộ điều khiển để điều khiển bộ chuyển đổi thời gian-phổ để chuyển đổi giữa các

hạch biến đổi trong số nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi và các hạch biến đổi trong số nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi. Do đó, bộ chuyển đổi thời gian-phổ thích ứng nhận thông tin điều khiển và chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi. Bộ mã hóa có thể được tạo cấu hình để áp dụng các hạch biến đổi khác nhau đối với sự phân tích tín hiệu âm thanh. Do đó, bộ mã hóa có thể áp dụng các hạch biến đổi theo cách đã được mô tả với bộ giải mã, trong đó theo phương án, bộ mã hóa áp dụng các thuật toán MDCT và MDST và bộ giải mã áp dụng các thuật toán nghịch đảo tương ứng, gọi là các phép biến đổi IMDCT hoặc IMDST. Các hạch biến đổi khác nhau sẽ được mô tả cụ thể như sau.

Theo phương án khác, bộ mã hóa bao gồm giao diện đầu ra để tạo ra tín hiệu âm thanh được mã hóa có, cho khung hiện thời, thông tin điều khiển chỉ ra phép đối xứng của hạch biến đổi để tạo ra khung hiện thời. Giao diện đầu ra có thể tạo ra thông tin điều khiển cho bộ giải mã có thể giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa với hạch biến đổi đúng. Nói cách khác, bộ giải mã phải áp dụng hạch biến đổi nghịch đảo của hạch biến đổi được sử dụng bởi bộ mã hóa để mã hóa tín hiệu âm thanh trong mỗi khung và kênh. Thông tin này có thể được chứa trong thông tin điều khiển và được truyền dẫn từ bộ mã hóa đến bộ giải mã, ví dụ, sử dụng phần dữ liệu điều khiển của khung của tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả sau đây viện dẫn đến các hình vẽ đính kèm, trong đó:

Fig.1 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa;

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược minh họa dòng tín hiệu trong bộ giải mã theo phương án;

Fig.3 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ mã hóa để mã hóa tín hiệu âm

thanh theo phương án;

Fig.4a thể hiện chuỗi giản lược gồm các khối giá trị phổ thu được bởi bộ mã hóa MDCT minh họa;

Fig.4b thể hiện sự biểu diễn dạng giản lược của tín hiệu miền thời gian được nhập vào bộ mã hóa MDCT minh họa;

Fig.5a thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược bộ mã hóa MDCT minh họa theo phương án;

Fig.5b thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược bộ giải mã MDCT minh họa theo phương án;

Fig.6 minh họa dưới dạng giản lược đặc tính mở ra ẩn và các phép đối xứng của bốn phép biến đổi được chèn được mô tả;

Fig.7 thể hiện dạng giản lược hai phương án của trường hợp sử dụng mà việc chuyển hạch biến đổi thích ứng tín hiệu được áp dụng cho hạch biến đổi từ một khung đến khung tiếp theo mà cho phép sự khôi phục hoàn hảo;

Fig.8 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh đa kênh theo phương án;

Fig.9 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ mã hóa của Fig.3 được kéo dài cho xử lý đa kênh theo phương án;

Fig.10 minh họa bộ mã hóa âm thanh giản lược để mã hóa tín hiệu âm thanh đa kênh có hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh theo phương án;

Fig.11a thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ tính toán bộ mã hóa theo phương án;

Fig.11b thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ tính toán bộ mã hóa thay thế theo phương án;

Fig.11c thể hiện sơ đồ giản lược của quy tắc tổ hợp minh họa của kênh thứ nhất và thứ hai trong bộ tổ hợp theo phương án;

Fig.12a thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ tính toán bộ giải mã theo phương án;

Fig.12b thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ tính toán ma trận theo phương án;

Fig.12c thể hiện sơ đồ giản lược của quy tắc tổ hợp nghịch đảo minh họa cho quy tắc tổ hợp của Fig.11c theo phương án;

Fig.13a minh họa sơ đồ khối dạng giản lược của phép thực thi bộ mã hóa âm thanh theo phương án;

Fig.13b minh họa sơ đồ khối dạng giản lược của bộ giải mã âm thanh tương ứng với bộ mã hóa âm thanh được minh họa trên Fig.13a theo phương án;

Fig.14a minh họa sơ đồ khối dạng giản lược của phép thực thi khác bộ mã hóa âm thanh theo phương án;

Fig.14b minh họa sơ đồ khối dạng giản lược của bộ giải mã âm thanh tương ứng với bộ mã hóa âm thanh được minh họa trên Fig.14a theo phương án;

Fig.15 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa;

Fig.16 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần sau đây, các phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn. Các phần tử được thể hiện trong các hình vẽ tương ứng có chức năng giống nhau hoặc tương tự nhau sẽ có các kí hiệu tham chiếu giống nhau.

Fig.1 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ giải mã 2 để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa 4. Bộ giải mã bao gồm bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng 6 và bộ xử lý chồng lấp-cộng 8. Bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng chuyển đổi các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ 4' thành các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian 10, ví dụ, qua phép biến đổi tần số thành thời gian. Hơn nữa, bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng 6 nhận thông tin điều khiển 12 và chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển 12, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và

nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi. Hơn nữa, bộ xử lý chồng lấp-cộng 8 chồng lấp và cộng các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian 10 để thu được các giá trị âm thanh được giải mã 14, mà có thể là tín hiệu âm thanh được giải mã.

Theo các phương án, thông tin điều khiển 12 có thể bao gồm bit hiện thời chỉ ra phép đối xứng hiện thời cho khung hiện thời, trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng 6 được tạo cấu hình để không chuyển đổi từ nhóm thứ nhất đến nhóm thứ hai, khi bit hiện thời chỉ ra phép đối xứng giống nhau như đã được sử dụng trong khung đứng trước. Nói cách khác, nếu, ví dụ, thông tin điều khiển 12 biểu thị sử dụng hạch biến đổi của nhóm thứ nhất cho khung trước đó và nếu khung hiện thời và khung trước đó bao gồm phép đối xứng giống nhau, ví dụ, được biểu thị nếu bit hiện thời của khung hiện thời và khung trước đó có trạng thái tương tự, hạch biến đổi của nhóm thứ nhất được áp dụng, có nghĩa rằng bộ chuyển đổi phổ-thời gian không chuyển từ nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi. Cách khác, tức là, để giữ lại trong nhóm thứ hai hoặc không chuyển từ nhóm thứ hai đến nhóm thứ nhất, bit hiện thời biểu thị phép đối xứng hiện thời cho khung hiện thời biểu thị phép đối xứng khác nhau như đã được sử dụng trong khung đứng trước. Nói cách khác, nếu phép đối xứng trước đó bằng nhau và nếu khung hiện thời đã được mã hóa sử dụng hạch biến đổi từ nhóm thứ hai, khung hiện thời được giải mã sử dụng hạch biến đổi nghịch đảo của nhóm thứ hai.

Hơn nữa, nếu bit hiện thời biểu thị phép đối xứng hiện thời cho khung hiện thời biểu thị phép đối xứng khác như đã được sử dụng trong khung đứng trước, bộ chuyển đổi phổ-thời gian 6 được tạo cấu hình để chuyển từ nhóm thứ nhất đến nhóm thứ hai. Cụ thể hơn, bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng 6 được tạo cấu hình để chuyển nhóm thứ nhất thành nhóm thứ hai, khi bit hiện thời biểu thị phép đối xứng hiện thời cho khung hiện thời biểu thị phép đối xứng khác như đã được sử dụng trong khung đứng trước. Hơn nữa, bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng 6 có thể chuyển nhóm thứ hai thành nhóm thứ nhất, khi bit hiện thời biểu thị phép đối xứng hiện thời cho khung hiện thời biểu thị phép đối xứng giống nhau như đã được sử dụng trong khung đứng trước. Cụ thể hơn, nếu khung hiện thời và trước đó bao gồm phép đối xứng giống nhau, và nếu khung hiện thời đã được mã hóa sử dụng hạch biến đổi của nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi, khung hiện thời có thể được giải mã sử dụng hạch biến

đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi. Thông tin điều khiển 12 có thể được suy ra từ tín hiệu âm thanh được mã hóa 4 hoặc được nhận qua kênh truyền dẫn riêng lẻ hoặc tín hiệu mang như được làm rõ sau đây. Hơn nữa, bit hiện thời biểu thị phép đối xứng của khung hiện thời có thể là phép đối xứng của phía bên phải của hạch biến đổi.

Bài báo năm 1986 bởi Princen và Bradley [2] mô tả hai phép biến đổi được chồng sử dụng hàm lượng giác mà hoặc là hàm cosin hoặc hàm sin. Phép biến đổi thứ nhất, mà được gọi là “trên cơ sở DCT” trong bài báo trên, có thể thu được sử dụng (2) bằng cách thiết lập $cs() = \cos()$ và $k_0 = 0$, phép biến đổi thứ hai, được đề cập đến như “trên cơ sở DST”, được định nghĩa bởi (2) khi $cs() = \sin()$ và $k_0 = 1$. Do sự giống nhau tương ứng với DCT-II và DST-II thường được sử dụng trong phép mã hóa ảnh, các trường hợp cụ thể này của công thức chung của (2) sẽ được tuyên bố như “MDCT loại II” và “MDST loại II” biến đổi, lần lượt, trong tài liệu này. Princen và Bradley tiếp tục sự nghiên cứu của họ trong báo cáo năm 1987 [3] trong đó họ đề xuất trường hợp chung của (2) với $cs() = \cos()$ và $k_0 = 0,5$, mà được giới thiệu trong (1) và nói chung được biết đến là “MDCT”. Cho mục đích làm rõ và do mối quan hệ của nó với DCT-IV, phép biến đổi này ở đây sẽ được đề cập đến như “MDCT loại IV”. Bộ quan sát cũng sẽ nhận biết tổ hợp khả thi còn lại được gọi là “MDST loại IV”, trên cơ sở DST-IV và thu được sử dụng (2) với $cs() = \sin()$ và $k_0 = 0,5$. Các phương án mô tả khi nào và bằng cách nào chuyển bằng cách thích ứng tín hiệu giữa bốn phép biến đổi này.

Đáng để xác định một số quy tắc như làm thế nào để chuyển theo sáng chế giữa bốn hạch biến đổi khác nhau ó thể đạt được sao cho đặc tính khôi phục hoàn hảo (sự khôi phục giống nhau của tín hiệu sau khi phân tích và biến đổi tổng hợp khi thiếu sự lượng tử hóa phổ hoặc đưa vào sự biến dạng), như được lưu ý trong [1-3], được duy trì. Để đạt được mục đích này, việc xem xét các đặc tính mở rộng đối xứng của các phép biến đổi tổng hợp theo (2) là có lợi, mà được minh họa viện dẫn đến Fig.6.

- MDCT-IV thể hiện phép đối xứng lẻ tại phía bên trái của mình và phép đối xứng chẵn tại phía bên phải của mình; tín hiệu được tổng hợp được nghịch đảo tại phía bên trái của mình trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này.
- MDST-IV thể hiện phép đối xứng chẵn tại phía bên trái của mình và phép đối

xứng lẻ tại phía bên phải của mình; tín hiệu được tổng hợp được nghịch đảo tại phía bên phải của mình trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này.

- MDCT-II thể hiện phép đối xứng chẵn tại phía bên trái của mình và phép đối xứng chẵn tại phía bên phải của mình; tín hiệu được tổng hợp không được nghịch đảo tại phía nào cả trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này.

- MDST-II thể hiện phép đối xứng lẻ tại phía bên trái của mình và phép đối xứng lẻ tại phía bên phải của mình; tín hiệu được tổng hợp được nghịch đảo tại cả hai phía của mình trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này.

Hơn nữa, hai phương án để suy ra thông tin điều khiển 12 trong bộ giải mã được mô tả. Thông tin điều khiển có thể bao gồm, ví dụ, giá trị k_0 và $cs()$ để biểu thị một trong số bốn phép biến đổi đã nêu. Do đó, bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng có thể đọc từ tín hiệu âm thanh được mã hóa thông tin điều khiển cho khung trước và thông tin điều khiển cho khung hiện thời theo sau khung trước từ tín hiệu âm thanh được mã hóa trong phần dữ liệu điều khiển cho khung hiện thời. Một cách tùy ý, bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng 6 có thể đọc thông tin điều khiển 12 từ phần dữ liệu điều khiển cho khung hiện thời và truy hồi thông tin điều khiển cho khung trước từ phần dữ liệu điều khiển của khung trước hoặc từ thiết lập bộ giải mã được áp dụng cho khung trước đó. Nói cách khác, thông tin điều khiển có thể được suy ra trực tiếp từ phần dữ liệu điều khiển, ví dụ, trong phần đầu, của khung hiện thời hoặc từ thiết lập bộ giải mã của khung trước.

Dưới đây, thông tin điều khiển được trao đổi giữa bộ mã hóa và bộ giải mã được mô tả theo phương án tốt hơn. Phần này mô tả các thông tin phụ (tức là, thông tin điều khiển) có thể được tạo tín hiệu trong dòng bit được mã hóa và được sử dụng để suy ra và áp dụng các hạch biến đổi phù hợp theo cách (ví dụ, chống lại sự tổn hao khung) mạnh mẽ.

Theo phương án ưu tiên, sáng chế có thể được tích hợp vào bộ mã hóa-giải mã âm thanh MPEG-D USAC (HE-AAC được mở rộng) hoặc MPEG-H 3D. Thông tin phụ được xác định có thể được truyền dẫn trong phần tử được gọi là `fd_channel_stream`, mà có sẵn cho mỗi kênh và khung miền tần số (frequency-domain - FD). Cụ thể hơn, cờ hiệu `currAliasingSymmetry` một bit được viết (bởi bộ mã hóa)

và đọc (bởi bộ giải mã) ngay trước hoặc ngay sau phần tử dòng bit `scale_factor_data()`. Nếu khung đã cho là khung độc lập, tức là `indepFlag==1`, bit khác, `prevAliasingSymmetry`, được viết và đọc. Điều này đảm bảo rằng cả hai phép đối xứng bên trái và bên phải, và nhờ đó hạch biến đổi thu được được sử dụng trong khung và kênh đã nêu, có thể được nhận biết trong bộ giải mã (và được giải mã phù hợp) thậm chí nếu khung trước bị mất trong khi truyền dẫn dòng bit. Nếu khung không phải khung độc lập, `prevAliasingSymmetry` không được viết và đọc, mà được thiết lập thành giá trị mà `currAliasingSymmetry` giữ trong khung trước. Theo các phương án khác, các bit hoặc cờ hiệu khác có thể được sử dụng để biểu thị thông tin điều khiển (tức là, thông tin phụ).

Tiếp theo, các giá trị tương ứng cho `cs()` và k_0 được suy ra từ các cờ hiệu `currAliasingSymmetry` và `prevAliasingSymmetry`, cụ thể trong Bảng 1, trong đó `currAliasingSymmetry` được viết tắt là symm_i và `prevAliasingSymmetry` được viết tắt là symm_{i-1} . Nói cách khác, symm_i là thông tin điều khiển cho khung hiện thời tại chỉ số i và symm_{i-1} là thông tin điều khiển cho khung trước tại chỉ số $i-1$. Bảng 1 thể hiện ma trận quyết định phía bộ giải mã chỉ rõ các giá trị của k_0 và `cs(...)` trên cơ sở thông tin phụ được truyền dẫn và/hoặc cách khác được suy ra đối với phép đối xứng. Do đó, bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng có thể áp dụng hạch biến đổi trên cơ sở Bảng 1.

khung hiện thời $i \rightarrow$ khung cuối $i-1 \downarrow$	phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_i = 0$) chẵn	phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_i = 1$) lẻ
phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_{i-1} = 1$) lẻ	$\text{cs}(\dots) = \cos(\dots)$ $k_0 = 0,0$	$\text{cs}(\dots) = \sin(\dots)$ $k_0 = 0,5$
phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_{i-1} = 0$) chẵn	$\text{cs}(\dots) = \cos(\dots)$ $k_0 = 0,5$	$\text{cs}(\dots) = \sin(\dots)$ $k_0 = 1,0$

Bảng 1

Cuối cùng, khi `cs()` và k_0 đã được xác định trong bộ giải mã, phép biến đổi nghịch đảo cho khung và kênh đã cho có thể được thực hiện với hạch phù hợp sử dụng phương trình (2). Trước và sau phép biến đổi tổng hợp này, bộ giải mã có thể vận hành như bình thường trong tình trạng kỹ thuật, cũng đối với việc tạo cửa sổ.

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược minh họa lưu đồ tín hiệu trong bộ giải mã theo phương án, trong đó đường nét liền biểu thị tín hiệu và đường nét đứt biểu thị thông tin phụ, i biểu thị chỉ số khung, và xi biểu thị đầu ra tín hiệu thời gian khung. Bộ tách kênh dòng bit 16 nhận các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ 4' và thông tin điều khiển 12. Theo phương án, các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ 4' và thông tin điều khiển 12 được dồn kênh thành tín hiệu chung, trong đó bộ tách kênh được tạo cấu hình để suy ra các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ và thông tin điều khiển từ tín hiệu chung. Các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ còn có thể được nhập vào bộ giải mã phổ 18. Hơn nữa, thông tin điều khiển cho khung hiện thời 12 và khung trước 12' được nhập vào bộ ánh xạ 20 để áp dụng phép ánh xạ trong Bảng 1. Theo các phương án, thông tin điều khiển cho khung trước 12' có thể được suy ra từ tín hiệu âm thanh được mã hóa, tức là, khối trước gồm các giá trị phổ, hoặc sử dụng thiết lập trước hiện thời của bộ giải mã mà được áp dụng cho khung trước. Các khối liên tiếp được giải mã phổ gồm các giá trị phổ 4'' và thông tin điều khiển được xử lý 12' bao gồm các tham số cs và k_0 được nhập vào phép biến đổi được chồng thích ứng hach nghịch đảo, mà có thể là bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng 6 từ Fig.1. Đầu ra có thể là các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian 10, mà có thể được xử lý một cách tùy chọn sử dụng cửa sổ tổng hợp 7, ví dụ, để khắc phục sự gián đoạn tại các đường biên của các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian, trước khi được nhập vào bộ xử lý chồng lấp-cộng 8 để thực hiện thuật toán chồng lấp-cộng để suy ra giá trị âm thanh được giải mã 14. Bộ ánh xạ 20 và bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng 6 có thể còn được chuyển dịch đến vị trí khác của sự giải mã tín hiệu âm thanh. Do đó, vị trí của các khối này chỉ là đề xuất. Hơn nữa, thông tin điều khiển có thể được tính toán sử dụng bộ mã hóa tương ứng, phương án của này, ví dụ, được mô tả viện dẫn đến Fig.3.

Fig.3 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ mã hóa để mã hóa tín hiệu âm thanh theo phương án. Bộ mã hóa bao gồm bộ chuyển đổi thời gian-phổ thích ứng 26 và bộ điều khiển 28. Bộ chuyển đổi thời gian-phổ thích ứng 26 chuyển đổi các khối chồng lấp gồm các giá trị thời gian 30, bao gồm, ví dụ, các khối 30' và 30'', thành các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ 4'. Hơn nữa, bộ chuyển đổi thời gian-phổ thích ứng 26 nhận thông tin điều khiển 12a và chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa các hach biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hach biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hach

biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi. Hơn nữa, bộ điều khiển 28 được tạo cấu hình để điều khiển bộ chuyển đổi thời gian-phổ để chuyển đổi giữa các hạch biến đổi trong số nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi và các hạch biến đổi trong số nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi. Một cách tùy chọn, bộ mã hóa 22 có thể bao gồm giao diện đầu ra 32 để tạo ra tín hiệu âm thanh được mã hóa có, cho khung hiện thời, thông tin điều khiển 12 chỉ ra phép đối xứng của hạch biến đổi để tạo ra khung hiện thời. Khung hiện thời có thể là khối hiện thời trong số các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ. Giao diện đầu ra có thể chứa trong phần dữ liệu điều khiển của khung hiện thời thông tin phép đối xứng cho khung hiện thời và cho khung trước, trong đó khung hiện thời là khung độc lập, hoặc chứa, trong phần dữ liệu điều khiển của khung hiện thời, chỉ thông tin phép đối xứng cho khung hiện thời và không có thông tin phép đối xứng cho khung trước, khi khung hiện thời là khung phụ thuộc. Khung độc lập bao gồm, ví dụ, phần đầu khung độc lập, mà đảm bảo rằng khung hiện thời có thể được đọc mà không cần biết về khung trước. Các khung độc lập xảy ra, ví dụ, trong các tập tin âm thanh có sự chuyển tốc độ bit biến thiên. Khung phụ thuộc do đó chỉ có thể đọc với tri thức của một hoặc nhiều khung trước đó.

Bộ điều khiển có thể được tạo cấu hình để phân tích tín hiệu âm thanh 24, ví dụ, đối với các tần số cơ bản ít nhất gần với bội số nguyên của độ phân giải tần số của phép biến đổi. Do đó, bộ điều khiển có thể suy ra thông tin điều khiển 12 cấp liệu bộ chuyển đổi thời gian-phổ thích ứng 26 và tùy chọn giao diện đầu ra 32 với thông tin điều khiển 12. Thông tin điều khiển 12 có thể biểu thị các hạch biến đổi phù hợp của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi hoặc nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi. Nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi có thể có một hoặc nhiều hạch biến đổi có phép đối xứng lẻ tại phía bên trái của hạch và phép đối xứng chẵn tại phía bên phải của hạch hoặc ngược lại. Nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi có thể bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có phép đối xứng chẵn tại cả hai phía hoặc phép đối xứng lẻ tại cả hai phía của hạch. Nói cách khác, nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi có thể bao gồm hạch biến đổi MDCT-IV hoặc hạch biến đổi MDST-IV, hoặc nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi có thể bao gồm hạch biến đổi MDCT-II hoặc hạch biến đổi MDST-II.

Đối với việc giải mã các tín hiệu âm thanh được mã hóa, bộ giải mã có thể áp dụng phép biến đổi nghịch đảo tương ứng cho các hạch biến đổi của bộ giải mã. Do đó, nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi của bộ giải mã có thể bao gồm hạch biến đổi MDCT-IV nghịch đảo hoặc hạch biến đổi MDST-IV nghịch đảo, hoặc nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi có thể bao gồm hạch biến đổi MDCT-II nghịch đảo hoặc hạch biến đổi MDST-II nghịch đảo.

Nói cách khác, thông tin điều khiển 12 có thể bao gồm bit hiện thời biểu thị phép đối xứng hiện thời cho khung hiện thời. Hơn nữa, bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng 6 có thể được tạo cấu hình để không chuyển từ nhóm thứ nhất sang nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi, khi bit hiện thời biểu thị phép đối xứng tương tự như đã được sử dụng trong khung trước, và trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để chuyển từ nhóm thứ nhất thành nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi, khi bit hiện thời biểu thị phép đối xứng khác như đã được sử dụng trong khung trước.

Hơn nữa, bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng 6 có thể được tạo cấu hình để không chuyển từ nhóm thứ hai sang nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi, khi bit hiện thời biểu thị phép đối xứng khác như đã được sử dụng trong khung trước, và trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để chuyển từ nhóm thứ hai thành nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi, khi bit hiện thời biểu thị phép đối xứng tương tự như đã được sử dụng trong khung trước.

Tiếp đó, tham chiếu tới Fig.4a và Fig.4b để minh họa sự liên quan của các phần và các khối thời gian trên bộ mã hóa hoặc phía phân tích hoặc trên bộ giải mã hoặc phía tổng hợp.

Fig.4b minh họa sự biểu diễn được sơ đồ hóa của phần thời gian thứ 0 tới phần thời gian thứ ba và mỗi phần thời gian của các phần thời gian tiếp sau này có phạm vi chồng lấp nhất định 170. Dựa trên các phần thời gian này, các khối của chuỗi gồm các khối biểu diễn các phần thời gian chồng lấp được tạo ra bởi sự xử lý được thảo luận chi tiết trên Fig.5a thể hiện phía phân tích của sự vận hành biến đổi dẫn đến răng cưa.

Cụ thể, tín hiệu miền thời gian được minh họa trên Fig.4b, khi Fig.4b áp dụng cho phần phân tích được tạo cửa sổ bởi bộ tạo cửa sổ 201 áp dụng cửa sổ phân tích. Do đó, để thu được phần thời gian thứ 0, ví dụ, bộ tạo cửa sổ áp dụng cửa sổ phân tích

cho, ví dụ 2048 mẫu, và cụ thể từ mẫu 1 đến mẫu 2048. Do đó, N bằng 1024 và cửa sổ có chiều dài là $2N$ mẫu, mà trong ví dụ này bằng 2048. Sau đó, bộ tạo cửa sổ áp dụng thuật toán phân tích khác, nhưng không dành cho mẫu 2049 như mẫu thứ nhất của khối, mà cho mẫu 1025 như mẫu thứ nhất trong khối để thu được phần thời gian thứ nhất. Do đó, thu được phạm vi chồng lấp thứ nhất 170, mà 1024 mẫu chiếm 50% sự chồng lấp. Quy trình này còn được áp dụng bổ sung cho các phần thời gian thứ hai và thứ ba, nhưng luôn cùng với sự chồng lấp để thu được phạm vi chồng lấp nhất định 170.

Nhấn mạnh rằng sự chồng lấp không nhất thiết bằng 50% chồng lấp, nhưng sự chồng lấp có thể cao hơn hoặc thấp hơn và thậm chí có thể là đa chồng lấp, nghĩa là sự chồng lấp của nhiều hơn hai cửa sổ để mẫu tín hiệu âm thanh miền thời gian không góp cho hai cửa sổ và tiếp theo các khối chỉ gồm các giá trị phổ, nhưng mẫu sau đó đóng góp cho thậm chí hơn hai cửa sổ/khối gồm các giá trị phổ. Mặt khác, những người có trình độ kỹ thuật hiểu thêm rằng các hình dạng cửa sổ khác tồn tại mà có thể được áp dụng bởi bộ tạo cửa sổ 201 của Fig.5a mà có 0 phần và/hoặc các phần có các giá trị thống nhất. Đối với các phần có các giá trị thống nhất, xuất hiện rằng những phần này thường chồng lấp với 0 phần cửa sổ đứng trước hoặc tiếp sau và do đó mẫu âm thanh nhất định được định vị trong phần bất biến của cửa sổ có các giá trị thống nhất chỉ đóng góp cho khối đơn gồm các giá trị phổ.

Các phần thời gian được tạo cửa sổ như thu được bởi Fig.4b sau đó được chuyển tới bộ gấp 202 để thực hiện thuật toán gấp vào. Thuật toán gấp vào này, ví dụ, có thể thực hiện sự gấp vào sao cho đầu ra của bộ gấp 202, chỉ các khối gồm các giá trị lấy mẫu có N mẫu mỗi khối tồn tại. Sau đó, tiếp sau thuật toán gấp được thực hiện bởi bộ gấp 202, bộ chuyển đổi thời gian - tần số được áp dụng mà, ví dụ, bộ chuyển đổi DCT-IV chuyển đổi N mẫu cho mỗi khối tại đầu vào thành N giá trị phổ tại đầu ra của bộ chuyển đổi thời gian - tần số 203.

Do đó, chuỗi các khối gồm các giá trị phổ thu được tại đầu ra của khối 203 được minh họa trên Fig.4a, thể hiện cụ thể khối thứ nhất 191 được kết hợp với giá trị cải biên thứ nhất được minh họa bằng 102 trên Fig.1a và Fig.1b và khối thứ hai 192 được kết hợp với giá trị cải biên thứ hai như 106 được minh họa trên Fig.1a và Fig.1b. Tất

nhiên, các chuỗi có nhiều khối 193 hoặc 194, đứng trước khối thứ hai hoặc thậm chí dẫn khối thứ nhất được minh họa. Các khối thứ nhất và thứ hai 191, 192, ví dụ, thu được bởi sự biến đổi phần thời gian thứ nhất được tạo cửa sổ của Fig.4b để thu được khối thứ nhất và khối thứ hai thu được bởi sự biến đổi phần thời gian thứ hai được tạo cửa sổ của Fig.4b bởi bộ chuyển đổi thời gian - tần số 203 của Fig.5a. Do đó, cả hai khối giá trị phổ liên kề trong thời gian trong chuỗi các khối gồm các giá trị phổ biểu diễn phạm vi chồng lấp che phần thời gian thứ nhất và phần thời gian thứ hai.

Tiếp đó, Fig.5b được thảo luận để minh họa sự xử lý phía tổng hợp hoặc phía bộ giải mã của kết quả bộ mã hóa hoặc sự xử lý phía phân tích của Fig.5a. Chuỗi các khối gồm các giá trị phổ xuất ra bởi bộ chuyển đổi tần số 203 của Fig.5a được nhập vào bộ cải biên 211. Như được tóm tắt, mỗi khối gồm các giá trị phổ có N giá trị phổ cho ví dụ được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.4a đến Fig.5b (lưu ý rằng điều này khác với các phương trình (1) và (2), trong đó M được sử dụng). Mỗi khối kết hợp các giá trị cải biên của nó như 102, 104 được minh họa trên các Fig.1a và 1b. Sau đó, trong thuật toán IMDCT thông thường hoặc sự biến đổi tổng hợp giảm phần dư, các thuật toán được minh họa bởi bộ chuyển đổi tần số-thời gian 212, bộ gấp 213 để mở ra, bộ tạo cửa sổ 214 để ứng dụng cửa sổ tổng hợp và thuật toán chồng lấp/cộng được minh họa bởi khối 215 được thực hiện để thu tín hiệu miền thời gian trong phạm vi chồng lấp. Tương tự, trong ví dụ, có $2N$ giá trị mỗi khối, sao cho sau mỗi thuật toán chồng lấp và cộng, N mẫu miền thời gian không có răng cưa mới thu được miễn là các giá trị cải biên 102, 104 không biến thiên theo thời gian hoặc tần số. Tuy nhiên, nếu các giá trị này biến thiên theo thời gian và tần số, khi đó tín hiệu đầu ra của khối 215 không phải không có răng cưa, nhưng vấn đề này được chỉ ra bởi khía cạnh thứ nhất và thứ hai của sáng chế như được thảo luận trong nội dung của Fig.1b và Fig.1a và như được thảo luận trong nội dung của các hình vẽ trong bản mô tả.

Tiếp theo, sự minh họa khác của các quy trình được thực hiện bởi các khối trong Fig.5a và Fig.5b được đưa ra.

Sự minh họa được làm ví dụ bằng việc tham chiếu tới MDCT, nhưng các phép biến đổi dẫn răng cưa khác có thể được xử lý theo cách giống và tương tự. Như phép biến đổi chồng, MDCT có một chút khác thường so với các phép biến đổi liên quan

đến Fourier khác trong đó có một nửa đầu ra và đầu vào (thay cho cùng một số). Cụ thể, đó là hàm tuyến tính $F: \mathbf{R}^{2N} \rightarrow \mathbf{R}^N$ (trong đó $\mathbf{R}$ chỉ tập hợp các số thực). $2N$ số thực $x_0, \dots, x_{2N-1}$ được biến đổi thành N số thực $X_0, \dots, X_{N-1}$ theo công thức:

$$X_k = \sum_{n=0}^{2N-1} x_n \cos \left[\frac{\pi}{N} \left(n + \frac{1}{2} + \frac{N}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right]$$

(Hệ số chuẩn hóa trước biến đổi này, ở đây là hợp nhất, là quy ước tùy ý và khác nhau giữa các sự xử lý. Chỉ sản phẩm của các sự chuẩn hóa của MDCT và IMDCT, dưới đây, bị hạn chế.)

MDCT nghịch đảo được biết đến là IMDCT. Do số lượng khác nhau các đầu vào và đầu ra, ban đầu dường như MDCT không thể nghịch đảo. Tuy nhiên, khả năng nghịch đảo hoàn hảo thu được bằng việc cộng các IMDCT được chồng lấp của các khối chồng lấp thời gian liền kề, dẫn tới các lỗi hủy và dữ liệu ban đầu được truy hồi lại; công nghệ này được biết đến là sự hủy bỏ răng cưa miền thời gian (time-domain aliasing cancellation - TDAC).

IMDCT biến đổi N số thực $X_0, \dots, X_{N-1}$ thành $2N$ số thực $y_0, \dots, y_{2N-1}$ theo công thức:

$$y_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_k \cos \left[\frac{\pi}{N} \left(n + \frac{1}{2} + \frac{N}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right]$$

(Giống như đối với DCT-IV, biến đổi vuông góc, nghịch đảo có hình dạng như phép biến đổi thuận.)

Trong trường hợp MDCT được tạo cửa sổ với sự chuẩn hóa cửa sổ thường (xem bên dưới), thừa số chuẩn hóa trước IMDCT cần được nhân với 2 (tức là, thành $2/N$).

Trong các ứng dụng tín hiệu nén, các đặc tính biến đổi còn được cải thiện bằng việc sử dụng hàm cửa sổ w_n ($n = 0, \dots, 2N-1$) mà được nhân với x_n và y_n trong các công thức MDCT và IMDCT, ở trên, để tránh sự gián đoạn tại $n=0$ và $2N$ đường biên bằng việc khiến hàm chạy trơn tru từ 0 tới các điểm này. (Vậy là, người ta tạo cửa sổ dữ liệu trước MDCT và sau IMDCT.) Về nguyên tắc, x và y có thể có các hàm tạo cửa sổ khác nhau, và hàm tạo cửa sổ có thể cũng thay đổi từ một khối sang khối khác (đặc biệt trong trường hợp trong đó các khối dữ liệu có kích thước khác nhau được tổ hợp),

đơn giản hơn, người ta xem xét trường hợp thông thường của các hàm tạo của sổ đồng nhất cho các khối có kích thước bằng nhau.

Sự biến đổi vẫn có thể đảo ngược (tức là, TDAC hoạt động), đối với cửa sổ đối xứng $w_n = w_{2N-1-n}$, miễn là w thỏa mãn điều kiện Princen-Bradley:

$$w_n^2 + w_{n+N}^2 = 1$$

các hàm cửa sổ khác nhau được sử dụng. Cửa sổ mà tạo ra hình dạng được biết đến như phép biến đổi được chồng lấp được cải biên được đưa ra bởi

$$w_n = \sin \left[\frac{\pi}{2N} \left(n + \frac{1}{2} \right) \right]$$

và được sử dụng cho MP3 và MPEG-2 AAC, và

$$w_n = \sin \left(\frac{\pi}{2} \sin^2 \left[\frac{\pi}{2N} \left(n + \frac{1}{2} \right) \right] \right)$$

cho Vorbis. AC-3 sử dụng cửa sổ được suy ra từ Kaiser-Bessel (Kaiser-Bessel derived - KBD), và MPEG-4 AAC có thể cũng sử dụng cửa sổ KBD.

Lưu ý rằng các cửa sổ được áp dụng cho MDCT khác với các cửa sổ được sử dụng cho các loại phân tích tín hiệu khác, do chúng phải thỏa mãn điều kiện Princen-Bradley. Một trong những lý do cho sự chênh lệch này là các cửa sổ MDCT được áp dụng hai lần, cho cả MDCT (phân tích) và IMDCT (tổng hợp).

Như có thể thấy bằng việc kiểm tra các định nghĩa, đối với N chẵn, MDCT về cơ bản tương đương với DCT-IV, trong đó đầu vào được dịch chuyển bởi $N/2$ và hai N -khối dữ liệu được biến đổi cùng một lúc. Bằng cách kiểm tra tính tương đương này cẩn thận hơn, các đặc tính quan trọng như TDAC có thể dễ dàng được suy ra.

Để định rõ mối quan hệ chính xác tới DCT-IV, người ta phải nhận ra rằng DCT-IV tương ứng với các điều kiện đường biên chẵn/lẻ (tức là, các điều kiện đối xứng): chẵn tại đường biên trái của nó (khoảng $n=-1/2$), lẻ tại đường biên phải của nó (khoảng $n=N-1/2$), v.v (thay cho các ranh giới định kỳ như cho DFT). Điều này bắt nguồn từ các đặc điểm

$$\cos\left[\frac{\pi}{N}\left(-n-1+\frac{1}{2}\right)\left(k+\frac{1}{2}\right)\right] = \cos\left[\frac{\pi}{N}\left(n+\frac{1}{2}\right)\left(k+\frac{1}{2}\right)\right] \text{ và}$$

$$\cos\left[\frac{\pi}{N}\left(2N-n-1+\frac{1}{2}\right)\left(k+\frac{1}{2}\right)\right] = -\cos\left[\frac{\pi}{N}\left(n+\frac{1}{2}\right)\left(k+\frac{1}{2}\right)\right].$$

Do đó, nếu các đầu vào của nó là dãy x có chiều dài N , có thể tưởng tượng mở rộng dãy này tới $(x, -xR, -x, xR, \dots)$, v.v, trong đó xR chỉ x theo thứ tự đảo ngược.

Xem xét MDCT với $2N$ đầu vào và N đầu ra, trong đó người ta chia đầu vào thành bốn khối (a, b, c, d), mỗi khối có kích thước $N/2$. Nếu người ta chuyển chúng tới bên phải một khoảng $N/2$ (từ kỳ $+N/2$ trong định nghĩa MDCT), sau đó (b, c, d) mở rộng qua phần cuối của N đầu vào DCT-IV, vì vậy người ta phải “gấp” chúng lại theo các điều kiện đường biên mô tả ở trên.

Do đó, MDCT của $2N$ đầu ra (a, b, c, d) là tương đương chính xác với DCT-IV của N đầu vào: $(-cR-d, a-bR)$, trong đó R chỉ sự đảo ngược như trên.

Điều này được lấy làm ví dụ cho hàm tạo cửa sổ 202 trên Fig.5a. a là phần 204b, b là phần 205a, c là phần 205b và d là phần 206a.

(Theo cách này, bất kỳ thuật toán để tính toán DCT-IV có thể áp dụng thông thường cho MDCT.)

Tương tự, công thức IMDCT trên là bằng chính xác $1/2$ của DCT-IV (mà là nghịch đảo của chính nó), trong đó đầu ra được mở rộng (qua các điều kiện đường biên) tới độ dài $2N$ và dịch chuyển về lại bên trái một khoảng $N/2$. DCT-IV nghịch đảo sẽ trả lại các đầu vào $(-cR-d, a-bR)$ từ trên. Khi điều này được mở rộng qua các điều kiện đường biên và được dịch chuyển, thu được:

$$\text{IMDCT}(\text{MDCT}(a, b, c, d)) = (a-bR, b-aR, c+dR, d+cR) / 2.$$

Do đó một nửa của các đầu ra IMDCT là phần dư, như $b-aR = -(a-bR)R$, và giống như đối với hai kỳ cuối cùng. Nếu tạo nhóm các đầu ra thành các khối lớn hơn A, B có kích thước N , trong đó $A=(a, b)$ và $B=(c, d)$, có thể viết kết quả này theo cách đơn giản hơn:

$$\text{IMDCT}(\text{MDCT}(A, B)) = (A-AR, B+BR) / 2$$

Giờ có thể hiểu TDAC hoạt động như thế nào. Giả sử người ta tính toán MDCT của khối thời gian liên kề, chồng lấp 50%, $2N$ (B, C). IMDCT sau đó được sinh ra, tương tự như trên: $(B-BR, C+CR) / 2$. Khi nó được cộng với kết quả IMDCT trước đó trong nửa chồng lấp, các kì được đảo ngược khứ và người ta đơn giản thu được B, phục hồi dữ liệu ban đầu.

Nguồn gốc của kì “sự hủy bỏ răng cưa miền thời gian bây giờ đã rõ ràng. Việc sử dụng dữ liệu đầu vào mà mở rộng vượt quá các đường biên của DCT-IV logic khiến dữ liệu bị tạo răng cưa theo cách tương tự (đối với phép đối xứng mở rộng) mà các tần số vượt quá tần số Nyquist được tạo răng cưa để hạ thấp các tần số, trừ khi răng cưa này xảy ra trong miền thời gian thay vì miền tần số: người ta không thể phân biệt các phần góp của a hoặc của bR cho MDCT của (a, b, c, d), hoặc tương đương, tới kết quả của IMDCT($MDCT(a, b, c, d) = (a-bR, b-aR, c+dR, d+cR) / 2$). Sự tổ hợp c-dR, v.v., có các ký hiệu bên phải chính xác cho các sự tổ hợp để khử khi chúng được cộng.

Đối với N lẻ (mà hiếm khi được dùng trong thực tế), $N/2$ không phải là số nguyên vì vậy MDCT không phải là một phép hoán vị chuyển của DT-IV. Trong trường hợp này, sự dịch chuyển bổ sung bằng một nửa mẫu nghĩa là MDCT/IMDCT trở nên tương đương với DCT-III/II, và sự phân tích là tương tự với phần trên.

Có thể thấy ở trên rằng MDCT của $2N$ đầu vào (a, b, c, d) tương đương với DCT-IV của N đầu vào $(-cR-d, a-bR)$. DCT-IV được thiết kế cho trường hợp trong đó hàm tại đường biên bên phải là lẻ, và do đó các giá trị gần đường biên bên phải gần với 0. Nếu tín hiệu đầu vào là chẵn, đây là trường hợp: các thành phần ở ngoài cùng bên phải của bR là liên tiếp trong chuỗi đầu vào (a, b, c, d), và do đó, độ chênh lệch là nhỏ. Nhìn vào phần giữa của khoảng cách: nếu viết lại các biểu thức trên như $(-cR-d, a-bR) = (-d, a)-(b,c)R$, kỳ thứ hai, $(b,c)R$, đưa ra sự chuyển tiếp trơn tru trong phần giữa. Tuy nhiên, trong kỳ thứ nhất $(-d, a)$, có thể có sự gián đoạn khi đầu bên phải của -d gặp đầu bên trái của a. Đây là lý do để sử dụng hàm tạo cửa sổ mà giảm các thành phần gần đường biên của chuỗi đầu vào (a, b, c, d) về 0.

Ở trên, đặc tính TDAC được chứng minh cho MDCT thông thường, thể hiện rằng IMDCT của các khối thời gian liên kề trong nửa chồng lấp của chúng phục hồi dữ liệu ban đầu. Việc đạo hàm của đặc tính nghịch đảo cho MDCT được tạo cửa sổ chỉ phức

tạp hơn một chút.

Xem xét hai tập hợp liên tiếp chồng lấp gồm $2N$ đầu vào liên tiếp (A, B) và (B, C) , cho các khối A, B, C có kích thước N . Nhớ lại ở trên rằng khi (A, B) và (B, C) được nhập vào MDCT, IMDCT, và được cộng trong nửa chồng lấp của nó, người ta thu được $(B + B_R)/2 + (B - B_R)/2 = B$, dữ liệu ban đầu.

Bây giờ, giả sử rằng người ta nhân cả các đầu vào MDCT và các đầu ra IMDCT bằng hàm cửa sổ có độ dài $2N$. Như trên, giả định rằng hàm tạo cửa sổ đối xứng, mà do đó có dạng (W, W_R) trong đó W là véc tơ có độ dài N và R chỉ sự đảo ngược như đã nêu. Sau đó điều kiện Princen-Bradley có thể viết như $W^2 + W_R^2 = (1, 1, \dots)$, với các căn bậc hai và các phép cộng được thực hiện theo từng phần tử.

Do đó, thay vì thực hiện MDCT (A, B) , giờ người ta thực hiện MDCT (WA, W_RB) với tất cả các phép nhân được thực hiện theo từng phần tử. Khi nó được nhập vào IMDCT và được nhân một lần nữa (theo từng phần tử) bằng hàm tạo cửa sổ, nửa N cuối cùng bằng:

$$W_R \cdot (W_R B + (W_R B)_R) = W_R \cdot (W_R B + W B_R) = W_R^2 B + W W_R B_R.$$

(Lưu ý rằng không còn có phép nhân với $1/2$, do sự chuẩn hóa của IMDCT khác biệt nhờ thừa số 2 trong trường hợp được tạo cửa sổ.)

Tương tự, MDCT và IMDCT được tạo cửa sổ của (B, C)

sinh ra, trong nửa N thứ nhất của nó:

$$W \cdot (W B - W_R B_R) = W^2 B - W W_R B_R$$

Khi cộng hai nửa này với nhau, một nửa phục hồi dữ liệu ban đầu. Sự khôi phục cũng khả thi trong ngữ cảnh chuyển cửa sổ, khi hai nửa cửa sổ chồng lấp thỏa mãn điều kiện Princen-Bradley. Việc triệt tiêu răng cưa có thể được thực hiện chính xác trong trường hợp này giống như được mô tả ở trên. Đối với các biến đổi với sự đa chồng lấp, nhiều hơn hai nhánh sẽ được yêu cầu sử dụng tất cả các giá trị độ khuếch đại liên quan.

Trước đó đã mô tả các phép đối xứng hoặc các điều kiện đường biên của MDCT, hoặc cụ thể hơn, MDCT-IV. Sự mô tả cũng có giá trị đối với các hạch biến đổi khác

được đề cập đến trong tài liệu này, cụ thể, MDCT-II, MDST-II, và MDST-IV. Tuy nhiên, lưu ý rằng phép đối xứng khác hoặc các điều kiện đường biên của hạch biến đổi phải được xem xét.

Fig.6 minh họa dưới dạng giản lược đặc tính mở ra ầu và các phép đối xứng (tức là, các điều kiện đường biên) của bốn phép biến đổi được chèn được mô tả. Các phép biến đổi được suy ra từ (2) bằng hàm gốc tổng hợp thứ nhất cho mỗi phép biến đổi trong số bốn phép biến đổi. IMDCT-IV 34a, IMDCT-II 34b, IMDST-IV 34c, và IMDST-II 34d được biểu thị trong sơ đồ giản lược của biên độ theo các mẫu thời gian. Fig.6 biểu thị rõ ràng các phép đối xứng chẵn và lẻ của các hạch biến đổi tại trục đối xứng 35 (tức là, các điểm gấp), nằm giữa hạch biến đổi như được mô tả trên đây.

Đặc tính triệt tiêu răng cưa trong miền thời gian (time domain aliasing cancellation - TDAC) nêu ra rằng răng cưa được triệt tiêu khi các sự mở rộng phép đối xứng chẵn và lẻ được cộng tổng trong sự xử lý chồng lấp và cộng (overlap-and-add - OLA). Nói cách khác, phép biến đổi với phép đối xứng phía bên phải lẻ nên được theo sau bởi phép biến đổi với phép đối xứng bên trái chẵn, và ngược lại, để cho TDAC xảy ra. Do đó, có thể tuyên bố rằng

- MDCT-IV (nghịch đảo) nên được theo sau bởi MDCT-IV (nghịch đảo) hoặc MDST-II (nghịch đảo).
- MDST-IV (nghịch đảo) nên được theo sau bởi MDST-IV (nghịch đảo) hoặc MDCT-II (nghịch đảo).
- MDCT-II (nghịch đảo) nên được theo sau bởi MDCT-IV (nghịch đảo) hoặc MDST-II (nghịch đảo).
- MDST-II (nghịch đảo) nên được theo sau bởi MDST-IV (nghịch đảo) hoặc MDCT-II (nghịch đảo).

Fig.7a, Fig.7b thể hiện dạng giản lược hai phương án của trường hợp sử dụng mà việc chuyển hạch biến đổi thích ứng tín hiệu được áp dụng cho hạch biến đổi từ một khung đến khung tiếp theo trong khi cho phép sự khôi phục hoàn hảo. Nói cách khác, hai chuỗi khả thi của các chuỗi biến đổi được đề cập ở trên được minh họa trên Fig.7. Do đó, các đường nét liền (như đường 38c) biểu thị của sổ biến đổi, các đường nét đứt

38a biểu thị phép đối xứng răng cưa phía bên trái của cửa sổ biến đổi và các đường chấm 38b biểu thị phép đối xứng răng cưa phía bên phải của việc tạo cửa sổ biến đổi. Hơn nữa, các đỉnh của phép đối xứng biểu thị các phép đối xứng chẵn và các đáy biểu thị phép đối xứng lẻ. Trên Fig.7a, khung i 36a và khung $i + 1$ 36b là hạch biến đổi MDCT-IV, trong đó trong khung $i + 2$ 36c, MDST-II được sử dụng như sự chuyển tiếp đến hạch biến đổi MDCT-II được sử dụng trong khung $i + 3$ 36d. Khung $i + 4$ 36e một lần nữa sử dụng MDST-II, ví dụ, dẫn đến MDST-IV hoặc một lần nữa dẫn đến MDCT-II trong khung $i + 5$, mà không được thể hiện trên Fig.7a. Tuy nhiên, Fig.7a biểu thị rõ ràng các đường nét đứt 38a và các đường chấm 38b bù cho các hạch biến đổi tiếp theo. Nói cách khác, tổng phép đối xứng răng cưa bên trái của khung hiện thời và phép đối xứng răng cưa bên phải của khung trước dẫn đến sự triệt tiêu răng cưa trong miền thời gian (TDAC) hoàn hảo, vì tổng của các đường nét đứt và đường chấm là bằng 0. Các phép đối xứng răng cưa bên trái và bên phải (hoặc các điều kiện đường biên) đề cập đến đặc tính bộ gấp được mô tả ví dụ trên Fig.5a và Fig.5b và là kết quả của MDCT tạo ra đầu ra bao gồm N mẫu từ đầu vào bao gồm $2N$ mẫu.

Fig.7b tương đương với Fig.7a, chỉ sử dụng chuỗi khác gồm các hạch biến đổi có khung i đến khung $i + 4$. Đối với khung i 36a, MDCT-IV được sử dụng, trong đó khung $i + 1$ 36b sử dụng MDST-II như sự chuyển tiếp cho MDST-IV được sử dụng trong khung $i + 2$ 36c. Khung $i + 3$ sử dụng hạch biến đổi MDCT-II như sự chuyển tiếp từ hạch biến đổi MDST-IV được sử dụng trong khung $i + 2$ 36d đến hạch biến đổi MDCT-IV trong khung $i + 4$ 36e.

Ma trận quyết định liên quan cho các chuỗi biến đổi được minh họa trong Bảng 1.

Các phương án còn thể hiện cách việc chuyển hạch biến đổi thích ứng được đề xuất có thể được sử dụng một cách có lợi trong bộ mã hóa-giải mã âm thanh như HE-AAC để tối thiểu hóa hoặc thậm chí tránh hai vấn đề đã nêu trong lúc bắt đầu. Sau đây sẽ được chỉ ra các tín hiệu sóng hài cao được mã hóa gần tối ưu bởi MDCT cổ điển. Phép chuyển tiếp thích ứng đến MDCT-II hoặc MDST-II có thể được thực hiện bởi bộ mã hóa trên cơ sở, ví dụ, tần số cơ bản của tín hiệu đầu vào. Cụ thể hơn, khi độ cao của tín hiệu đầu vào là chính xác, hoặc rất gần với, bội số nguyên của độ phân giải tần

số của phép biến đổi (tức là, băng thông của một ngăn biến đổi trong miền phổ), MDCT-II hoặc MDST-II có thể được sử dụng cho các khung và các kênh bị ảnh hưởng. Tuy nhiên, phép chuyển tiếp trực tiếp từ hạch biến đổi MDCT-IV đến MDCT-II là khả thi hoặc ít nhất không đảm bảo sự triệt tiêu răng cưa trong miền thời gian (TDAC). Do đó, MDCT-II sẽ được sử dụng như phép biến đổi chuyển tiếp giữa hai bên trong trường hợp như vậy. Ngược lại, đối với phép chuyển tiếp từ MDST-II đến MDCT-IV truyền thống (tức là, chuyển về sự mã hóa MDCT truyền thống), MDCT-II trung gian là có lợi.

Cho đến nay, việc chuyển hạch biến đổi thích ứng được đề xuất đã được mô tả cho tín hiệu âm thanh đơn, vì nó nâng cao sự mã hóa các tín hiệu âm thanh sóng hài cao. Hơn nữa, có thể dễ dàng được thích ứng với các tín hiệu đa kênh, như, ví dụ, các tín hiệu âm lập thể. Ở đây, việc chuyển hạch biến đổi thích ứng cũng có lợi, ví dụ, nếu hai hoặc nhiều hơn hai kênh của tín hiệu đa kênh có sự dịch chuyển pha là gần $\pm 90^\circ$ lẫn nhau.

Đối với sự xử lý âm thanh đa kênh, có thể phù hợp để sử dụng phép mã hóa MDCT-IV cho một kênh và phép mã hóa MDST-IV cho kênh âm thanh thứ hai. Cụ thể, nếu cả hai kênh bao gồm sự dịch chuyển pha gần $\pm 90^\circ$ trước khi mã hóa, khái niệm này là có lợi. Vì MDCT-IV và MDST-IV áp dụng sự dịch chuyển pha là 90° đến tín hiệu được mã hóa khi so sánh với nhau, sự dịch chuyển pha $\pm 90^\circ$ giữa hai kênh của tín hiệu âm thanh được bù sau khi mã hóa, tức là, được chuyển đổi thành sự dịch chuyển pha 0 hoặc 180° bằng sự chênh lệch pha 90° giữa các hàm gốc cosin của MDCT-IV và hàm gốc sin của MDST-IV. Do đó, sử dụng, ví dụ, phép mã hóa âm lập thể M/S, cả hai kênh của tín hiệu âm thanh có thể được mã hóa trong tín hiệu giữa, trong đó chỉ thông tin dư tối thiểu cần được mã hóa trong tín hiệu bên, trong trường hợp sự chuyển đổi nêu trên thành sự dịch chuyển pha 0° , hoặc ngược lại (thông tin tối thiểu trong tín hiệu giữa) trong trường hợp sự chuyển đổi thành sự dịch chuyển pha 180° , nhờ đó đạt được sự nén kênh tối đa. Điều này có thể đạt được sự giảm băng thông lên đến 50% so với phép mã hóa MDCT-IV của cả hai kênh trong khi vẫn sử dụng các sơ đồ mã hóa không tổn hao. Hơn nữa, có thể nghĩ đến việc sử dụng phép mã hóa âm lập thể MDCT tổ hợp với phép dự báo âm lập thể phức. Cả hai cách tính toán, mã hóa và truyền dẫn tín hiệu dư từ hai kênh tín hiệu âm thanh. Hơn nữa, phép dự báo

phức tính toán các tham số dự báo để mã hóa tín hiệu âm thanh, trong đó bộ giải mã sử dụng các tham số được truyền dẫn để mã hóa tín hiệu âm thanh. Tuy nhiên, phép mã hóa M/S sử dụng, ví dụ, MDCT-IV và MDST-IV để mã hóa hai kênh âm thanh, như đã được mô tả trên đây, chỉ thông tin liên quan đến sơ đồ mã hóa được sử dụng (MDCT-II, MDST-II, MDCT-IV, or MDST-IV) nên được truyền dẫn để cho phép bộ giải mã để áp dụng sơ đồ mã hóa liên quan. Vì các tham số dự báo âm lập thể phức nên được lượng tử hóa sử dụng độ phân giải tương đối cao, thông tin về sơ đồ mã hóa được sử dụng có thể được mã hóa trong, ví dụ, 4 bit, vì theo lý thuyết, kênh thứ nhất và thứ hai có thể mỗi kênh được mã hóa sử dụng một trong số bốn sơ đồ mã hóa khác nhau, mà dẫn đến 16 trạng thái khả thi khác nhau.

Do đó, Fig.8 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của bộ giải mã 2 để giải mã tín hiệu âm thanh đa kênh. So với bộ giải mã của Fig.1, bộ giải mã còn bao gồm bộ xử lý đa kênh 40 để nhận các khối giá trị phổ $4a'''$, $4b'''$ biểu diễn đa kênh thứ nhất và thứ hai, và để xử lý, phù hợp với công nghệ xử lý đa kênh chung, các khối được nhận để thu được các khối được xử lý của các giá trị phổ $4a'$, $4b'$ cho đa kênh thứ nhất và đa kênh thứ hai, và trong đó bộ xử lý phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để xử lý các khối được xử lý $4a'$ của đa kênh thứ nhất sử dụng thông tin điều khiển 12a cho đa kênh thứ nhất và các khối được xử lý $4b'$ cho đa kênh thứ hai sử dụng thông tin điều khiển 12b cho đa kênh thứ hai. Bộ xử lý đa kênh 40 có thể áp dụng, ví dụ, sự xử lý âm lập thể trái/phải, hoặc sự xử lý âm lập thể giữa/bên, hoặc bộ xử lý đa kênh áp dụng phép dự báo phức sử dụng thông tin điều khiển phức được kết hợp với các khối các giá trị phổ biểu diễn đa kênh thứ nhất và thứ hai. Do đó, bộ xử lý đa kênh có thể bao gồm thiết lập trước cố định hoặc lấy thông tin, ví dụ, từ thông tin điều khiển, biểu thị quy trình nào đã được sử dụng để mã hóa tín hiệu âm thanh. Bên cạnh các bit hoặc từ trong thông tin điều khiển, bộ xử lý đa kênh có thể lấy thông tin này từ thông tin điều khiển hiện thời, ví dụ, bởi sự vắng mặt hoặc có mặt của các tham số xử lý đa kênh. Nói cách khác, bộ xử lý đa kênh 40 có thể áp dụng thuật toán nghịch đảo cho việc xử lý đa kênh được thực hiện trong bộ mã hóa để phục hồi các kênh riêng lẻ của tín hiệu đa kênh. Các công nghệ xử lý đa kênh được mô tả viện dẫn đến các hình vẽ từ Fig.10 đến Fig.14. Hơn nữa, các ký hiệu tham chiếu được thích ứng cho sự xử lý đa kênh, trong đó ký hiệu tham chiếu được kéo dài bởi ký tự "a" biểu thị đa kênh thứ nhất và các ký

hiệu tham chiếu được kéo dài bởi ký tự “b” biểu thị đa kênh thứ hai. Hơn nữa, đa kênh không giới hạn ở hai kênh, hoặc việc xử lý âm lập thể, mà có thể còn được áp dụng cho ba hoặc nhiều hơn ba kênh bằng cách mở rộng việc xử lý được mô tả của hai kênh.

Theo các phương án, bộ xử lý đa kênh của bộ giải mã có thể xử lý, phù hợp với công nghệ xử lý đa kênh chung, các khối được nhận. Hơn nữa, các khối được nhận có thể bao gồm tín hiệu dư được mã hóa của sự biểu diễn đa kênh thứ nhất và sự biểu diễn đa kênh thứ hai. Hơn nữa, bộ xử lý đa kênh có thể được tạo cấu hình để tính toán tín hiệu đa kênh thứ nhất và tín hiệu đa kênh thứ hai sử dụng tín hiệu dư và tín hiệu được mã hóa khác. Nói cách khác, tín hiệu dư có thể là tín hiệu bên của tín hiệu âm thanh được mã hóa M/S hoặc phần dư giữa kênh của tín hiệu âm thanh và phép dự báo của kênh dựa trên cơ sở kênh khác của tín hiệu âm thanh khi sử dụng, ví dụ, phép dự báo âm lập thể phức. Do đó, bộ xử lý đa kênh có thể chuyển đổi tín hiệu âm thanh M/S hoặc được dự báo phức thành tín hiệu âm thanh L/R cho sự xử lý khác như, ví dụ, áp dụng các hạch biến đổi nghịch đảo. Do đó, bộ xử lý đa kênh có thể sử dụng tín hiệu dư và tín hiệu âm thanh được mã hóa khác mà có thể là tín hiệu giữa của tín hiệu âm thanh được mã hóa M/S hoặc kênh (ví dụ, được mã hóa MDCT của tín hiệu âm thanh khi sử dụng phép dự báo phức).

Fig.9 thể hiện bộ mã hóa 22 của Fig.3 được mở rộng đến sự xử lý đa kênh. Thậm chí các hình vẽ lường trước rằng thông tin điều khiển 12 nằm trong tín hiệu âm thanh được mã hóa 4, thông tin điều khiển 12 còn có thể được truyền dẫn sử dụng, ví dụ, kênh thông tin điều khiển riêng biệt. Bộ điều khiển 28 của bộ mã hóa đa kênh có thể phân tích các khối chồng lấp gồm các giá trị thời gian 30a, 30b của tín hiệu âm thanh, có kênh thứ nhất và kênh thứ hai, để xác định hạch biến đổi cho khung của kênh thứ nhất và khung tương ứng của kênh thứ hai. Do đó, bộ điều khiển có thể thử mỗi sự tổ hợp của các hạch biến đổi để suy ra rằng tùy chọn của các hạch biến đổi mà tối thiểu hóa tín hiệu dư (hoặc tín hiệu bên theo ngôn ngữ mã hóa M/S) của sự mã hóa M/S hoặc phép dự báo phức. Tín hiệu dư được giảm thiểu hóa, ví dụ, là tín hiệu dư với năng lượng thấp nhất so với các tín hiệu dư còn lại. Điều này, ví dụ, là có lợi, nếu sự lượng tử hóa của tín hiệu dư sử dụng ít bit để lượng tử hóa tín hiệu nhỏ khi so sánh với việc lượng tử hóa tín hiệu lớn hơn. Hơn nữa, bộ điều khiển 28 có thể xác định thông tin điều khiển 12a cho kênh thứ nhất và thông tin điều khiển thứ hai 12b cho kênh thứ

hai được nhập vào bộ chuyển đổi thời gian-phổ thích ứng 26 mà áp dụng một trong số các lược đồ biến đổi được mô tả trước đó. Do đó, bộ chuyển đổi thời gian-phổ 26 có thể được tạo cấu hình để xử lý kênh thứ nhất và kênh thứ hai của tín hiệu đa kênh. Hơn nữa, bộ mã hóa đa kênh có thể còn bao gồm bộ xử lý đa kênh 42 để xử lý các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ $4a'$, $4b'$ của kênh thứ nhất và kênh thứ hai sử dụng công nghệ xử lý đa kênh chung như, ví dụ, phép mã hóa âm lập thể trái/phải, phép mã hóa âm lập thể giữa/bên, hoặc phép dự báo phức, để thu được các khối được xử lý gồm các giá trị phổ $40a''''$, $40b''''$. Bộ mã hóa còn có thể bao gồm bộ xử lý mã hóa 46 để xử lý các khối được xử lý gồm các giá trị phổ để thu được các kênh được mã hóa $40a'''$, $40b'''$. Bộ xử lý mã hóa có thể mã hóa tín hiệu âm thanh sử dụng ví dụ, việc nén âm thanh tổng hao hoặc sơ đồ nén âm thanh không tổng hao, như, ví dụ, sự lượng tử hóa vô hướng các đường phổ, phép mã hóa entropi, phép mã hóa Huffman, phép mã hóa kênh, các mã khối hạc các mã nhân chập, hoặc để áp dụng về việc hiệu chỉnh lỗi hoặc yêu cầu lặp tự động. Hơn nữa, việc nén âm thanh tổng hao có thể đề cập đến sự dụng sự lượng tử hóa trên cơ sở mô hình tâm thính học.

Theo các phương án khác, các khối được xử lý thứ nhất gồm các giá trị phổ biểu diễn các sự biểu diễn được mã hóa thứ nhất của công nghệ xử lý đa kênh chung và các khối được xử lý thứ hai gồm các giá trị phổ biểu diễn sự biểu diễn được mã hóa thứ hai của các công nghệ xử lý đa kênh chung. Do đó, bộ xử lý mã hóa 46 có thể được tạo cấu hình để xử lý các khối được xử lý thứ nhất sử dụng sự lượng tử hóa và mã hóa entropi để tạo ra sự biểu diễn được mã hóa thứ nhất và để xử lý các khối được xử lý thứ hai sử dụng sự lượng tử hóa và mã hóa entropi để tạo ra sự biểu diễn được mã hóa thứ hai. Sự biểu diễn được mã hóa thứ nhất và sự biểu diễn được mã hóa thứ hai có thể được tạo ra trong dòng bit sự biểu diễn tín hiệu âm thanh được mã hóa. Nói cách khác, các khối được xử lý thứ nhất có thể bao gồm tín hiệu giữa của tín hiệu âm thanh được mã hóa M/S hoặc kênh được mã hóa (ví dụ, MDCT) của tín hiệu âm thanh được mã hóa sử dụng phép dự báo âm lập thể phức. Hơn nữa, các khối được xử lý thứ hai có thể bao gồm các tham số hoặc tín hiệu dư cho phép dự báo phức hoặc tín hiệu bên của tín hiệu âm thanh được mã hóa M/S.

Fig.10 minh họa bộ mã hóa âm thanh để mã hóa tín hiệu âm thanh đa kênh 200 có hai hoặc nhiều hơn hai tín hiệu kênh, trong đó tín hiệu kênh thứ nhất được minh họa

tại 201 và tín hiệu kênh thứ hai được minh họa tại 202. Cả hai tín hiệu được nhập vào bộ tính toán bộ mã hóa 203 để tính toán tín hiệu tổ hợp thứ nhất 204 và tín hiệu dự dự báo 205 sử dụng tín hiệu kênh thứ nhất 201 và tín hiệu kênh thứ hai 202 và thông tin dự báo 206, để tín hiệu dự dự báo 205, khi được tổ hợp với tín hiệu tổ hợp thứ nhất 204 và thông tin dự báo 206 dẫn đến kết quả trong tín hiệu tổ hợp thứ hai, trong đó tín hiệu tổ hợp thứ nhất và tín hiệu tổ hợp thứ hai là có thể suy ra từ tín hiệu kênh thứ nhất 201 và tín hiệu kênh thứ hai 202 sử dụng quy tắc tổ hợp.

Thông tin dự báo được tạo ra bởi bộ tối ưu 207 để tính toán thông tin dự báo 206 để tín hiệu dự dự báo đáp ứng điều kiện đích tối ưu hóa 208. Tín hiệu tổ hợp thứ nhất 204 và tín hiệu dự 205 được nhập vào bộ mã hóa tín hiệu 209 để mã hóa tín hiệu tổ hợp thứ nhất 204 để thu được tín hiệu tổ hợp thứ nhất được mã hóa 210 và để mã hóa tín hiệu dự 205 để thu được tín hiệu dự được mã hóa 211. Cả hai tín hiệu được mã hóa 210, 211 được nhập vào giao diện đầu ra 212 để tổ hợp tín hiệu tổ hợp thứ nhất được mã hóa 210 với tín hiệu dự dự báo được mã hóa 211 và thông tin dự báo 206 để thu được tín hiệu đa kênh được mã hóa 213.

Phụ thuộc vào sự thực thi, bộ tối ưu hóa 207 nhận hoặc tín hiệu kênh thứ nhất 201 và tín hiệu kênh thứ hai 202, hoặc như được minh họa bởi các đường 214 và 215, tín hiệu tổ hợp thứ nhất 214 và tín hiệu tổ hợp 215 được suy ra từ bộ tổ hợp 2031 của Fig.11a, mà được thảo luận sau đây.

Đích tối ưu hóa được minh họa trên Fig.10, mà độ khuếch đại mã hóa được tối ưu hóa, tức là, tốc độ bit được giảm nhiều nhất có thể. Trong đích tối ưu hóa này, tín hiệu dự D được tối thiểu hóa đối với α . Điều này nghĩa là, nói cách khác, thông tin dự báo α được chọn để $\|S - \alpha M\|^2$ được tối thiểu hóa. Điều này dẫn đến giải pháp cho α được minh họa trên Fig.10. Các tín hiệu S, M được cho theo cách theo khối và các tín hiệu miền phổ, trong đó ký hiệu $\|\dots\|$ nghĩa là 2 chuẩn của sự tranh luận, và trong đó $\langle \dots \rangle$ minh họa sản phẩm chấm như thông thường. Khi tín hiệu kênh thứ nhất 201 và tín hiệu kênh thứ hai 202 được nhập vào bộ tối ưu hóa 207, khi đó bộ tối ưu hóa phải áp dụng quy tắc tổ hợp, trong đó quy tắc tổ hợp minh họa được minh họa trên Fig.11c. Tuy nhiên, khi tín hiệu tổ hợp thứ nhất 214 và tín hiệu tổ hợp thứ hai 215 được nhập vào bộ tối ưu hóa 207, sau đó bộ tối ưu hóa 207 không cần tự mình thực hiện quy tắc

tổ hợp.

Các đích tối ưu khác có thể liên quan đến chất lượng cảm quan. Đích tối ưu hóa có thể là thu được chất lượng cảm quan tối đa. Khi đó, bộ tối ưu hóa có thể cần phải có thông tin bổ sung từ mô hình cảm quan. Các sự thực hi khác của đích tối ưu hóa có thể liên quan đến việc thu được tốc độ bit tối thiểu hoặc cố định. Khi đó, bộ tối ưu hóa 207 sẽ được thực thi để thực hiện thuật toán lượng tử hóa/mã hóa entropi để xác định tốc độ bit cần thiết cho các giá trị α nhất định để α có thể được thiết lập để đáp ứng các yêu cầu như tốc độ bit tối thiểu, hoặc cách khác, tốc độ bit cố định. Các sự thực thi khác của đích tối ưu hóa có thể liên quan đến việc sử dụng tối thiểu các nguồn bộ mã hóa hoặc bộ giải mã. Trong trường hợp thực thi đích tối ưu hóa như vậy, thông tin về các nguồn cần thiết cho sự tối ưu hóa có thể có sẵn trong bộ tối ưu hóa 207. Ngoài ra, sự tổ hợp các đích tối ưu hóa này hoặc các đích tối ưu hóa khác có thể được áp dụng cho sự điều khiển bộ tối ưu hóa 207 mà tính toán thông tin dự báo 206.

Bộ tính toán bộ mã hóa 203 trên Fig.10 có thể được thực thi bằng nhiều cách khác nhau, trong đó sự thực thi thứ nhất minh họa được minh họa trên Fig.11a, trong đó quy tắc tổ hợp rõ ràng được thực hiện trong bộ tổ hợp 2031. Sự thực thi minh họa thay thế được minh họa trên Fig.11b, trong đó bộ tính toán ma trận 2039 được sử dụng. Bộ tổ hợp 2031 trên Fig.11a có thể được thực thi để thực hiện quy tắc tổ hợp được minh họa trên Fig.11c, mà minh họa là quy tắc mã hóa giữa/bên được biết đến rộng rãi, trong khi thừa số trọng số là 0,5 được áp dụng cho tất cả các nhánh. Tuy nhiên, các thừa số trọng số khác hoặc không thừa số trọng số nào có thể được thực thi phụ thuộc vào sự thực thi. Cách khác, lưu ý rằng các quy tắc tổ hợp khác như các quy tắc tổ hợp tuyến tính khác hoặc các quy tắc tổ hợp phi tuyến tính có thể được áp dụng, miễn là có tồn tại quy tắc tổ hợp nghịch đảo mà có thể được áp dụng trong bộ tổ hợp nghịch đảo mà có thể được áp dụng trong bộ tổ hợp bộ giải mã 1162 được minh họa trên Fig.12a, mà áp dụng quy tắc tổ hợp mà nghịch đảo với quy tắc tổ hợp được áp dụng bởi bộ mã hóa. Do phép dự báo âm lập thể chung, bất kì quy tắc dự báo có thể nghịch đảo có thể được sử dụng, vì sự ảnh hưởng của dạng sóng được “cân bằng” bởi phép dự báo, tức là, bất kì lỗi nào nằm trong tín hiệu dư được truyền dẫn, vì thuật toán dự báo được thực hiện bởi bộ tối ưu hóa 207 kết hợp với bộ tính toán bộ giải mã 203 là quy trình bảo toàn dạng sóng.

Bộ tổ hợp 2031 phát ra tín hiệu tổ hợp thứ nhất 204 và tín hiệu tổ hợp thứ hai 2032. Tín hiệu tổ hợp thứ nhất được nhập vào bộ dự báo 2033, và tín hiệu tổ hợp thứ hai 2032 được nhập vào bộ tính toán dư 2034. Bộ dự báo 2033 tính toán tín hiệu dự báo 2035, mà được tổ hợp với tín hiệu tổ hợp thứ hai 2032 để cuối cùng thu được tín hiệu dư 205. Cụ thể, bộ tổ hợp 2031 được tạo cấu hình để tổ hợp hai tín hiệu kênh 201 và 202 của tín hiệu âm thanh đa kênh thành hai cách khác nhau để thu được tín hiệu tổ hợp thứ nhất 204 và tín hiệu tổ hợp thứ hai 2032, trong đó hai cách khác nhau được minh họa trong phương án minh họa trên Fig.11c. Bộ dự báo 2033 được tạo cấu hình để áp dụng thông tin dự báo cho tín hiệu tổ hợp thứ nhất 204 hoặc tín hiệu được suy ra từ tín hiệu tổ hợp thứ nhất để thu được tín hiệu dự báo 2035. Tín hiệu được suy ra từ tín hiệu tổ hợp có thể được suy ra bởi bất kì thuật toán phi tuyến tính hoặc tuyến tính nào, trong đó phép biến đổi thật thành ảo/ phép biến đổi ảo thành thật là có lợi, mà có thể được thực thi sử dụng bộ lọc tuyến tính như bộ lọc FIR thực hiện các phép cộng được gán trọng số của các giá trị nhất định.

Bộ tính toán dư 2034 trên Fig.11a có thể thực hiện thuật toán trừ để tín hiệu dư 2035 được trừ từ tín hiệu tổ hợp thứ hai. Tuy nhiên, các thuật toán khác trong bộ tính toán dư là khả thi. Tương ứng, bộ tính toán tín hiệu tổ hợp 1161 trên Fig.12a có thể thực hiện thuật toán cộng trong đó tín hiệu dư được giải mã 114 và tín hiệu dự báo 1163 được cộng vào nhau để thu được tín hiệu tổ hợp thứ hai 1165.

Bộ tính toán bộ giải mã 116 có thể được thực thi bằng các cách khác nhau. Sự thực thi thứ nhất được minh họa trên Fig.12a. Việc thực thi bao gồm bộ dự báo 1160, bộ tính toán tín hiệu tổ hợp 1161 và bộ tổ hợp 1162. Bộ dự báo nhận tín hiệu tổ hợp thứ nhất được giải mã 112 và thông tin dự báo 108 và phát ra tín hiệu dự báo 1163. Cụ thể, bộ dự báo 1160 được tạo cấu hình để áp dụng thông tin dự báo 108 cho tín hiệu tổ hợp thứ nhất được giải mã 112 hoặc tín hiệu được suy ra từ tín hiệu tổ hợp thứ nhất được giải mã. Quy tắc suy ra để suy ra tín hiệu mà thông tin dự báo 108 được áp dụng cho nó có thể là phép biến đổi thực thành ảo, hoặc tương tự, phép biến đổi ảo thành thực hoặc thuật toán tạo trọng số, hoặc phụ thuộc vào sự thực thi, thuật toán dịch chuyển pha hoặc thuật toán tạo trọng số/dịch chuyển pha được tổ hợp. Tín hiệu dự báo 1163 được nhập cùng với tín hiệu dư được giải mã thành bộ tính toán tín hiệu tổ hợp 1161 để tính toán tín hiệu tổ hợp thứ hai được giải mã 1165. Các tín hiệu 112 và 1165

đều được nhập vào thành bộ tổ hợp 1162, mà tổ hợp tín hiệu tổ hợp thứ nhất được giải mã và tín hiệu tổ hợp thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đa kênh được giải mã có tín hiệu kênh thứ nhất được giải mã và tín hiệu kênh thứ hai được giải mã lần lượt trên các đường 1166 và 1167. Cách khác, bộ tính toán bộ giải mã được thực hiện như bộ tính toán ma trận 1168 mà nhận, như đầu vào, tín hiệu tổ hợp thứ nhất được giải mã hoặc tín hiệu M, tín hiệu dư được giải mã hoặc tín hiệu D và thông tin dự báo α 108. Bộ tính toán ma trận 1168 áp dụng ma trận biến đổi được minh họa là 1169 cho các tín hiệu M, D để thu được các tín hiệu đầu ra L, R, trong đó L là tín hiệu kênh thứ nhất được giải mã và R là tín hiệu kênh thứ hai được giải mã. Ký hiệu trên Fig.12b giống ký hiệu âm lập thể với kênh bên trái L và kênh bên phải R. Ký hiệu này đã được áp dụng để dễ hiểu hơn, nhưng rõ ràng với những người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các tín hiệu L, R có thể là tổ hợp bất kỳ gồm hai tín hiệu kênh trong tín hiệu đa kênh có nhiều hơn hai tín hiệu kênh. Thuật toán ma trận 1169 hợp nhất các thuật toán trong các khối 1160, 1161 và 1162 của Fig.12a thành loại phép tính ma trận “một lần”, và các đầu vào trong mạch Fig.12a và các đầu ra từ mạch Fig.12a là lần lượt giống với các đầu vào trong bộ tính toán ma trận 1168 và các đầu ra từ bộ tính toán ma trận 1168.

Fig.12c minh họa ví dụ về quy tắc tổ hợp nghịch đảo được áp dụng bởi bộ tổ hợp 1162 trên Fig.12a. Cụ thể, quy tắc tổ hợp giống với quy tắc tổ hợp phía bộ giải mã trong phép mã hóa giữa/bên đã biết, trong đó $L = M + S$, và $R = M - S$. Được hiểu rằng tín hiệu S được sử dụng bởi quy tắc tổ hợp trên Fig.12c là tín hiệu được tính toán bởi bộ tính toán tín hiệu tổ hợp, tức là, sự tổ hợp của tín hiệu dự báo trên đường 1163 và tín hiệu dư được giải mã trên đường 114. Sẽ được hiểu rằng trong phần mô tả này, các tín hiệu trên các vạch đôi khi được đặt tên bởi các số tham chiếu cho các vạch hoặc đôi khi được biểu thị bởi bản thân các số tham chiếu của chúng, mà đã được quy cho các vạch. Do đó, ký hiệu sao cho vạch có tín hiệu nhất định biểu thị tín hiệu của vạch. Vạch có thể là vạch vật lý trong sự thực thi được gắn cứng. Tuy nhiên, trong sự thực thi được điện toán hóa, vạch vật lý không tồn tại, nhưng tín hiệu được biểu diễn bởi vạch được truyền dẫn từ một mô đun tính đến mô đun tính toán khác.

Fig.13a minh họa sự thực thi của bộ mã hóa âm thanh. So sánh với bộ mã hóa âm thanh được minh họa trên Fig.11a, tín hiệu kênh thứ nhất 201 là sự biểu diễn phổ của

tín hiệu kênh thứ nhất miền thời gian 55a. Tương ứng, tín hiệu kênh thứ hai 202 là sự biểu diễn phổ của tín hiệu kênh miền thời gian 55b. Sự chuyển đổi từ miền thời gian thành sự biểu diễn phổ được thực hiện bởi bộ chuyển đổi thời gian/tần số 50 cho tín hiệu kênh thứ nhất và bộ chuyển đổi thời gian/tần số 51 cho tín hiệu kênh thứ hai. Một cách có lợi, nhưng không cần thiết, các bộ chuyển đổi phổ 50, 51 được thực thi như các bộ chuyển đổi giá trị thực. Thuật toán chuyển đổi có thể là phép biến đổi cosin rời rạc, phép biến đổi FFT, trong đó chỉ phần thực được sử dụng, MDCT hoặc bất kỳ phép biến đổi nào cung cấp các giá trị phổ giá trị thực. Cách khác, cả hai phép biến đổi có thể được thực thi như phép biến đổi ảo, như DST, MDST hoặc FFT, trong đó chỉ phần ảo được sử dụng và phần thực bị loại bỏ. Bất kỳ phép biến đổi nào chỉ cung cấp các giá trị ảo có thể cũng được sử dụng. Một mục đích sử dụng phép biến đổi giá trị thực hoặc phép biến đổi ảo thuần túy là phức tạp về mặt tính toán, vì, đối với mỗi giá trị phổ, chỉ giá trị đơn như cường độ hoặc phần thực phải được xử lý, hoặc, cách khác, pha hoặc phần ảo. Ngược lại với phép biến đổi phức hoàn toàn như FFT, hai giá trị, tức là, phần thực và phần ảo cho mỗi vạch phổ sẽ phải được xử lý mà tăng độ phức tạp về tính toán bởi thừa số có ít nhất 2. Lý do khác để sử dụng phép biến đổi giá trị thực ở đây là chuỗi biến đổi như vậy thường được lấy mẫu tới hạn thậm chí trong sự có mặt của sự chồng lấp liên biến đổi, và do đó cung cấp miền phù hợp (và thường được sử dụng) cho sự lượng tử hóa tín hiệu và mã hóa entropi (hệ biến hóa "mã hóa âm thanh cảm quan" tiêu chuẩn trong "MP3", "AAC", hoặc các hệ thống mã hóa âm thanh tương tự)

Fig.13a còn minh họa bộ tính toán dự 2034 như bộ cộng mà nhận tín hiệu bên tại đầu vào "thêm" và nhận đầu ra tín hiệu dự báo được phát ra bởi bộ dự báo 2033 tại đầu vào "âm" của nó. Ngoài ra, Fig.13a minh họa tình huống mà thông tin điều khiển bộ dự báo được chuyển từ bộ tối ưu hóa đến bộ dồn kênh 212 mà phát ra dòng bit được dồn kênh biểu diễn tín hiệu âm thanh đa kênh được mã hóa. Cụ thể, thuật toán dự báo được thực hiện theo cách mà tín hiệu bên được dự báo từ tín hiệu giữa như được minh họa bởi phương trình ở bên phải Fig.13a.

Thông tin điều khiển bộ dự báo 206 là thừa số như được minh họa ở bên phải trên Fig.11b. Trong phương án trong đó thông tin điều khiển dự báo chỉ bao gồm phần thực như phần thực của α giá trị phức, hoặc cường độ của α giá trị phức, trong đó phần tương ứng với thừa số khác 0, độ khuếch đại mã hóa đáng kể có thể thu được khi tín

hiệu giữa và tín hiệu bên giống nhau do cấu trúc dạng sóng của chúng, nhưng có các biên độ khác nhau.

Tuy nhiên, khi thông tin điều khiển dự báo chỉ bao gồm phần thứ hai mà có thể là phần ảo của thừa số giá trị phức hoặc thông tin pha của thừa số giá trị phức, trong đó phần ảo hoặc thông tin pha là khác không, sáng chế đạt được độ khuếch đại mã hóa đáng kể cho các tín hiệu mà được dịch chuyển pha cho nhau bởi giá trị khác từ 0° hoặc 180° , và có, riêng ra khỏi sự dịch chuyển pha, tương tự các đặc tính dạng sóng và các mối quan hệ biên độ tương tự.

Thông tin điều khiển dự báo là giá trị phức. Sau đó, độ khuếch đại mã hóa đáng kể có thể thu được cho các tín hiệu khác trong biên độ và được dịch chuyển pha. Trong tình huống mà các phép biến đổi thời gian/tần số cung cấp phổ phức, thuật toán 2034 sẽ là thuật toán phức mà phần thực của thông tin điều khiển bộ dự báo được áp dụng cho phần thực của phổ phức M và phần ảo của thông tin dự báo phức được áp dụng cho phần ảo của phổ phức. Sau đó, trong bộ cộng 2034, kết quả của thuật toán dự báo này là phổ thực được dự báo và phổ ảo được dự báo, và phổ thực được dự báo sẽ bị trừ khỏi phổ thực của tín hiệu bên S (theo băng), và phổ ảo được dự báo sẽ được trừ khỏi phần ảo của phổ của S để thu được phổ dự phức D.

Các tín hiệu miền thời gian L và R là các tín hiệu giá trị thực, nhưng các tín hiệu miền tần số có thể là giá trị thực hoặc phức. Khi các tín hiệu miền tần số là giá trị thực, khi đó phép biến đổi là phép biến đổi giá trị thực. Khi các tín hiệu miền tần số là phức, khi đó phép biến đổi là phép biến đổi giá trị phức. Điều này có nghĩa là đầu vào cho phép biến đổi thời gian thành tần số và đầu ra của phép biến đổi tần số thành thời gian là giá trị thực, trong khi các tín hiệu miền tần số sẽ, ví dụ, là các tín hiệu miền QMF giá trị phức.

Fig.13b minh họa bộ giải mã âm thanh tương ứng với bộ mã hóa âm thanh được minh họa trên Fig.13a.

Đầu ra dòng bit được phát ra bởi bộ dồn kênh dòng bit 212 trên Fig.13a được nhập vào bộ tách kênh dòng bit 102 trên Fig.13b. Bộ tách kênh dòng bit 102 tách kênh dòng bit thành tín hiệu trộn giảm M và tín hiệu dư D. Tín hiệu trộn giảm M được nhập vào bộ khử lượng tử hóa 110a. Tín hiệu dư D được nhập vào bộ khử lượng tử hóa

110b. Ngoài ra, bộ tách kênh dòng bit 102 tách kênh thông tin điều khiển bộ dự báo 108 từ dòng bit và nhập thông tin này vào bộ dự báo 1160. Bộ dự báo 1160 phát ra tín hiệu bên được dự báo $\alpha \cdot M$ và bộ tổ hợp 1161 tổ hợp tín hiệu dự được phát ra bởi bộ khử lượng tử hóa 110b với tín hiệu phụ được dự báo để cuối cùng thu được tín hiệu bên được khôi phục S. Tín hiệu phụ sau đó được nhập vào bộ tổ hợp 1162 mà thực hiện, ví dụ, sự xử lý tổng/khác, như được minh họa trên Fig.12c đối với phép mã hóa giữa/bên. Cụ thể, khối 1162 thực hiện sự giải mã giữa/bên (nghịch đảo) để thu được sự biểu diễn miền tần số của kênh bên trái và sự biểu diễn miền tần số của kênh bên phải. Sự biểu diễn miền tần số sau đó được chuyển đổi thành sự biểu diễn miền thời gian bằng bộ chuyển đổi tần số/thời gian tương ứng 52 và 53.

Phụ thuộc vào sự thực thi của hệ thống, các bộ chuyển đổi tần số/thời gian 52, 53 là các bộ chuyển đổi tần số/thời gian giá trị thực khi sự biểu diễn miền tần số là sự biểu diễn giá trị thực, hoặc các bộ chuyển đổi tần số/thời gian giá trị phức khi sự biểu diễn miền tần số là sự biểu diễn giá trị thực.

Tuy nhiên, để tăng hiệu quả, việc thực hiện phép biến đổi giá trị thực là có lợi như được minh họa trên phép thực thi khác trên Fig.14a cho bộ mã hóa và Fig.14b cho bộ giải mã. Các phép biến đổi giá trị thực 50 và 51 được thực thi bởi MDCT, tức là, MDCT-IV, hoặc cách khác và theo sáng chế, MDCT-II hoặc MDST-II hoặc MDST-IV. Ngoài ra, thông tin dự báo được tính toán như giá trị phức có phần thực và phần ảo. Vì cả hai phổ M, S là phổ giá trị thực, và vì, do đó, không phần ảo nào của phổ tồn tại, bộ chuyển đổi thực thành ảo 2070 được cung cấp mà tính toán phổ ảo được ước lượng 600 từ phổ giá trị thực của tín hiệu M. Bộ biến đổi thực thành ảo 2070 này là phần của bộ tối ưu hóa, 207, và phổ ảo 600 được ước lượng bởi khối 2070 được nhập vào bước bộ tối ưu hóa α 2071 cùng với phổ thực M để tính toán thông tin dự báo 206, mà bây giờ có thừa số giá trị thực được biểu thị tại 2073 và thừa số ảo được biểu thị tại 2074. Bây giờ, phù hợp với phương án này, phổ giá trị thực của tín hiệu tổ hợp thứ nhất M được nhân với phần thực α_R 2073 để thu được tín hiệu dự báo mà sau đó bị trừ khỏi phổ bên giá trị thực. Ngoài ra, phổ ảo 600 được nhân với phần ảo α_I được minh họa tại 2074 để thu được tín hiệu dự báo khác, trong đó tín hiệu dự báo sau đó được trừ khỏi phổ bên giá trị thực như được biểu thị tại 2034b. Sau đó, tín hiệu dự báo D được lượng tử hóa trong bộ lượng tử hóa 209b, trong khi phổ giá trị thực của M được

lượng tử hóa/mã hóa trong khối 209a. Ngoài ra, có lợi để lượng tử hóa và mã hóa thông tin dự báo α trong bộ lượng tử hóa/bộ mã hóa entropi 2072 để thu được giá trị α phức được mã hóa mà được chuyển đến bộ dồn kênh dòng bit 212 của Fig.13a, ví dụ, mà cuối cùng được nhập vào dòng bit như thông tin dự báo.

Liên quan đến vị trí của môđun lượng tử hóa/mã hóa (quantization/coding - Q/C) 2072 đối với α , lưu ý rằng các bộ nhân 2073 và 2074 sử dụng chính xác α (được lượng tử hóa) tương tự mà cũng sẽ được sử dụng trong bộ giải mã. Do đó, người ta có thể di chuyển 2072 trực tiếp đến đầu ra của 2071, hoặc người ta có thể xem xét rằng sự lượng tử hóa của α đã được xem xét trong quy trình tối ưu hóa trong 2071.

Mặc dù người ta có thể tính toán phổ phức trên phía bộ mã hóa, vì tất cả thông tin là có sẵn, có lợi để thực hiện phép biến đổi thực thành phức trên khối 2070 trong bộ mã hóa để các điều kiện tương tự đối với bộ giải mã được minh họa trên Fig.14b được tạo ra. Bộ giải mã nhận phổ được mã hóa giá trị thực của tín hiệu tổ hợp thứ nhất và sự biểu diễn phổ giá trị thực của tín hiệu dư được mã hóa. Ngoài ra, thông tin dự báo phức được mã hóa thu được tại 108, và phép giải mã entropi và sự khử lượng tử hóa được thực hiện trong khối 65 để thu được phần thực α_R được minh họa tại 1160b và phần ảo α_I được minh họa tại 1160c. Các tín hiệu giữa được phát ra bởi các phân tử tạo trọng số 1160b và 1160c được thêm vào tín hiệu dư dự báo được giải mã và khử lượng tử hóa. Cụ thể, các giá trị phổ được nhập vào bộ tạo trọng số 1160c, tại đó phần ảo của thừa số dự báo phức được sử dụng như thừa số tạo trọng số, và được suy ra từ phổ được tạo giá trị thực M bởi bộ chuyển đổi thực thành ảo 1160a, mà được thực thi theo cách tương tự như khối 2070 từ Fig.14a liên quan đến phía bộ mã hóa. Trên phía bộ giải mã, sự biểu diễn giá trị phức của tín hiệu giữa hoặc tín hiệu bên không có sẵn, mà ngược lại với phía bộ mã hóa. Lý do là chỉ phổ giá trị thực được mã hóa đã được truyền dẫn từ bộ mã hóa đến bộ giải mã do tốc độ bit và các lý do phức tạp.

Bộ biến đổi thực thành ảo 1160a hoặc khối tương ứng 2070 của Fig.14a có thể được thực thi như đã công bố trong các tài liệu WO 2004/013839 A1 hoặc WO 2008/014853 A1 hoặc bằng sáng chế Mỹ số 6,980,933. Cách khác, sự thực thi khác đã biết trong tình trạng kỹ thuật có thể được áp dụng.

Các phương án còn thể hiện cách việc chuyển hạch biến đổi thích ứng được đề

xuất có thể được sử dụng một cách có lợi trong bộ mã hóa-giải mã âm thanh như HE-AAC để tối thiểu hóa hoặc thậm chí tránh hai vấn đề đã nêu trong phần Tình trạng kỹ thuật. Theo sau đây sẽ là tín hiệu âm lập thể được chỉ ra với góc gần 90 độ dịch chuyển pha liên kênh. Ở đây, việc chuyển thành phép mã hóa trên cơ sở MDST-IV có thể được sử dụng trong một trong số hai kênh, trong khi phép mã hóa MDCT-IV kiểu cũ có thể được sử dụng trong kênh khác. Cách khác, phép mã hóa MDCT-II có thể được sử dụng trong một kênh và phép mã hóa MDST-II trong kênh khác. Giả sử các hàm cosin và sin là các biến thể được dịch chuyển pha 90 độ của nhau ($\cos(x) = \sin(x + \pi/2)$), sự dịch chuyển pha tương ứng giữa phổ kênh đầu vào có thể bằng cách này được chuyển đổi thành sự dịch chuyển pha 0 độ hoặc 180 độ, mà có thể được mã hóa một cách hiệu quả qua phép mã hóa âm lập thể chung trên cơ sở M/S. Như trường hợp trước, đối với các tín hiệu sóng hài cao được mã hóa gần tối ưu bởi MDCT cổ điển, các phép biến đổi trung gian có thể có lợi trong kênh bị ảnh hưởng.

Trong cả hai trường hợp, đối với các tín hiệu sóng hài và các tín hiệu âm lập thể với sự dịch chuyển pha liên kênh gần 90°, bộ mã hóa lựa chọn một trong số 4 hạch cho mỗi phép biến đổi (xem Fig.7). Bộ giải mã tương ứng áp dụng việc chuyển hạch biến đổi theo sáng chế có thể sử dụng các hạch tương tự để người ta có thể khôi phục tín hiệu một cách phù hợp. Để bộ giải mã như vậy biết được hạch biến đổi để sử dụng một hoặc nhiều phép biến đổi nghịch đảo trong khung đã cho, thông tin phụ mô tả sự lựa chọn hạch biến đổi hoặc, cách khác, phép đối xứng phía bên trái và bên phải, nên được truyền dẫn bởi bộ mã hóa tương ứng ít nhất một lần cho mỗi khung. Phần tiếp theo mô tả sự tích hợp được hình dung vào (tức là, sửa đổi vào) trong bộ mã hóa-giải mã âm thanh 3D MPEG-H.

Các phương án khác đề cập đến phép mã hóa âm thanh và, cụ thể, đến việc mã hóa âm thanh cảm quan tốc độ thấp bằng các phép biến đổi được chồng như phép biến đổi cosin rời rạc cải biên (modified discrete cosine transform - MDCT). Các phương án đề cập đến hai vấn đề cụ thể liên quan đến phép mã hóa biến đổi thông thường nêu trên bằng cách tạo ra nguyên lý mã hóa MDCT để bao gồm ba phép biến đổi tương tự khác. Các phương án khác thể hiện sự chuyển thích ứng tín hiệu và ngữ cảnh giữa bốn hạch biến đổi này trong mỗi kênh hoặc khung được mã hóa, hoặc riêng biệt đối với mỗi phép biến đổi trong mỗi kênh hoặc khung được mã hóa. Để tạo tín hiệu sự lựa

chọn hạch đến bộ giải mã tương ứng, thông tin phụ tương ứng có thể được truyền dẫn trong dòng bit được mã hóa.

Fig.15 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của phương pháp 1500 giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa. Phương pháp 1500 bao gồm bước 1505 chuyển đổi các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ thành các khối liên tiếp chồng lấp gồm các giá trị thời gian, bước 1510 chồng lấp và thêm các khối liên tiếp các giá trị phổ để thu được các giá trị thời gian được giải mã, và bước 1515 nhận thông tin điều khiển và chuyển, phản hồi thông tin điều khiển và trong việc chuyển đổi, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng tương tự tại các phía của hạch biến đổi.

Fig.16 thể hiện sơ đồ khối dạng giản lược của phương pháp 1600 mã hóa tín hiệu âm thanh. Phương pháp 1600 bao gồm bước 1605 chuyển đổi các khối chồng lấp gồm các giá trị thời gian thành các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ, bước 1610 điều khiển sự chuyển đổi phổ thời gian để chuyển giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi và các hạch biến đổi của nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi, và bước 1615 nhận thông tin điều khiển và chuyển, phản hồi thông tin điều khiển và trong việc chuyển đổi, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng tương tự tại các phía của hạch biến đổi.

Sẽ được hiểu rằng trong phần mô tả này, các tín hiệu trên các vạch đôi khi được đặt tên bởi các số tham chiếu cho các vạch hoặc đôi khi được biểu thị bởi bản thân các số tham chiếu của chúng, mà đã được quy cho các vạch. Do đó, ký hiệu sao cho vạch có tín hiệu nhất định biểu thị tín hiệu của vạch. Vạch có thể là vạch vật lý trong sự thực thi được gắn cứng. Tuy nhiên, trong sự thực thi được điện toán hóa, vạch vật lý không tồn tại, nhưng tín hiệu được biểu diễn bởi vạch được truyền dẫn từ một môđun tính đến môđun tính toán khác.

Mặc dù, sáng chế đã được mô tả trong ngữ cảnh của các sơ đồ khối trong đó các khối biểu diễn các thành phần phần cứng thực sự hoặc logic, sáng chế cũng có thể

được thực hiện bởi phương pháp được thực hiện bằng máy tính. Trong trường hợp sau, các khối biểu diễn các bước phương pháp tương ứng trong đó các bước này có nghĩa là các chức năng được thực hiện bởi các khối phần cứng logic hoặc vật lý.

Mặc dù một số khía cạnh đã được mô tả trong phạm vi của thiết bị, rõ ràng rằng các khía cạnh này cũng thể hiện sự mô tả của phương pháp tương ứng, trong đó khối hoặc thiết bị tương ứng với bước phương pháp hoặc dấu hiệu của bước phương pháp. Một cách tương tự, các khía cạnh trong ngữ cảnh của bước phương pháp cũng thể hiện sự mô tả của khối hoặc vật hoặc đặc điểm tương ứng của thiết bị tương ứng. Một số hoặc tất cả các bước phương pháp có thể được thực hiện bởi (hoặc sử dụng) thiết bị phần cứng, như ví dụ, bộ vi xử lý, máy tính có thể lập trình hoặc mạch điện tử. Trong một số phương án, một số một hoặc nhiều trong các bước phương pháp quan trọng nhất có thể được thực hiện bởi thiết bị.

Tín hiệu được truyền dẫn hoặc được mã hóa theo sáng chế có thể được lưu trữ trên vật ghi lưu trữ số hoặc có thể được truyền dẫn trên vật ghi truyền dẫn sao cho vật ghi truyền dẫn không dây hoặc vật ghi truyền dẫn có dây như Liên mạng.

Phụ thuộc vào các yêu cầu thực thi nhất định, các phương án của sáng chế có thể được thực thi trong phần cứng hoặc trong phần mềm. Phương án có thể được thực hiện sử dụng vật lưu trữ số, ví dụ, đĩa mềm, DVD, Blu-ray, CD, ROM, PROM, EPROM, EEPROM hoặc bộ nhớ FLASH, có các tín hiệu điều khiển có thể đọc theo điện tử được lưu trữ trên đó, mà kết hợp (hoặc có thể kết hợp) với hệ thống máy tính khả trình sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện. Do đó, vật ghi lưu trữ kỹ thuật số có thể đọc được bằng máy tính.

Một số phương án theo sáng chế bao gồm vật mang dữ liệu có các tín hiệu điều khiển có thể đọc được bằng điện tử, mà có khả năng kết hợp với hệ thống máy tính khả trình, sao cho một trong số các phương pháp được mô tả trong đây được thực hiện.

Nhìn chung, các phương án của sáng chế này có thể được thực thi như sản phẩm chương trình máy tính với mã chương trình, mã chương trình vận hành để thực hiện một trong số các phương pháp khi sản phẩm chương trình máy tính chạy trên máy tính. Mã chương trình có thể, ví dụ, được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

Các phương án khác bao gồm chương trình máy tính để thực hiện một trong các phương pháp được mô tả ở đây, được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

Nói cách khác, do đó, phương án của phương pháp theo sáng chế là, chương trình máy tính có mã chương trình để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây, khi chương trình máy tính chạy trên máy tính.

Do đó, phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là, vật mang dữ liệu (hoặc vật khi lưu trữ không tạm thời hoặc vật ghi lưu trữ số, hoặc vật ghi có thể đọc được bằng máy tính) gồm có, đã được ghi lại trên đó, chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Vật mang, vật ghi lưu trữ số hoặc vật ghi được ghi thường là hữu hình và không tạm thời.

Do đó, phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là dòng dữ liệu hoặc chuỗi các tín hiệu biểu diễn chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Dòng dữ liệu của chuỗi các tín hiệu có thể, ví dụ, được tạo cấu hình để chuyển đổi qua việc nối truyền thông dữ liệu, ví dụ, qua Liên mạng.

Phương án khác bao gồm các phương tiện xử lý, ví dụ, máy tính hoặc thiết bị logic khả trình, được tạo cấu hình để, hoặc thích ứng để, thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án khác bao gồm máy tính được cài đặt trên đó chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả trong đây.

Phương án khác theo sáng chế gồm có thiết bị hoặc hệ thống được tạo cấu hình để truyền tải (ví dụ, bằng điện tử hoặc quang học) chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây đến bộ nhận. Bộ nhận có thể là, ví dụ, máy tính, thiết bị di động, thiết bị nhớ hoặc tương tự. Thiết bị hoặc hệ thống có thể, ví dụ, bao gồm máy chủ tệp tin để truyền tải chương trình máy tính đến bộ nhận.

Theo một số phương án, thiết bị logic khả trình (ví dụ, mảng công lập trình được dạng trường) có thể được sử dụng để thực hiện một số hoặc tất cả các chức năng của các phương pháp được mô tả ở đây. Trong một số phương án, mảng công khả trình dạng trường có thể kết hợp với bộ vi xử lý để thực hiện một trong số các phương pháp

được mô tả ở đây. Thông thường, các phương pháp tốt hơn là được thực hiện bởi thiết bị phần cứng bất kỳ.

Các phương án được mô tả ở trên chỉ mang tính minh hoạ cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các cải biên và biến đổi của các phương án và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng đối với người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Do đó, mục đích của sáng chế là chỉ được giới hạn bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sắp đưa ra dưới đây và không bị giới hạn bởi các chi tiết cụ thể được biểu diễn bằng bản mô tả và giải thích của các phương án ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ giải mã để giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa, bộ giải mã bao gồm:

bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng để chuyển đổi các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ thành các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian; và

bộ xử lý chồng lấp-cộng để chồng lấp và cộng các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian để thu được các giá trị âm thanh được giải mã,

trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để nhận thông tin điều khiển và để chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi,

trong đó hạch biến đổi của nhóm thứ nhất và nhóm thứ hai dựa trên phương trình sau đây:

$$x_{i,n} = C \sum_{k=0}^{M-1} spec[i][k] \quad cs\left(\frac{2\pi}{N}(n+n_0)(k+k_0)\right)$$

trong đó ít nhất một hạch biến đổi của nhóm thứ nhất dựa trên các tham số:

$cs(\) = \cos(\)$ và $k_0 = 0,5$ hoặc

$cs(\) = \sin(\)$ và $k_0 = 0,5$, hoặc

trong đó ít nhất một hạch biến đổi của nhóm thứ hai dựa trên các tham số:

$cs(\) = \cos(\)$ và $k_0 = 0$; hoặc

$cs(\) = \sin(\)$ và $k_0 = 1$,

trong đó $x_{i,n}$ là đầu ra miền thời gian, C là tham số bất biến, N là độ dài cửa sổ thời gian, $spec$ là các giá trị phổ có M giá trị cho khối, M bằng $N/2$, i là chỉ số khối thời gian, k là chỉ số phổ biểu thị các giá trị phổ, n là chỉ số thời gian biểu thị giá trị thời gian trong khối i và n_0 là tham số bất biến là số nguyên hoặc bằng 0, và

trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để áp dụng hạch biến đổi dựa trên bảng sau:

khung hiện thời $i \rightarrow$ khung cuối $i-1 \downarrow$	phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_i = 0$) chẵn	phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_i = 1$) lẻ
phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_{i-1} = 1$) lẻ	$\text{cs}(\dots) = \cos(\dots)$ $k_0 = 0,0$	$\text{cs}(\dots) = \sin(\dots)$ $k_0 = 0,5$
phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_{i-1} = 0$) chẵn	$\text{cs}(\dots) = \cos(\dots)$ $k_0 = 0,5$	$\text{cs}(\dots) = \sin(\dots)$ $k_0 = 1,0$

trong đó symm_i là thông tin điều khiển cho khung hiện thời tại chỉ số i , và trong đó symm_{i-1} là thông tin điều khiển cho khung trước tại chỉ số $i-1$.

2. Bộ giải mã theo điểm 1,

trong đó nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi có một hoặc nhiều hạch biến đổi có phép đối xứng lẻ tại phía bên trái và phép đối xứng chẵn tại phía bên phải của hạch hoặc ngược lại, hoặc trong đó nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi có một hoặc nhiều hạch biến đổi có phép đối xứng chẵn tại hai phía hoặc phép đối xứng lẻ tại các phía của hạch.

3. Bộ giải mã theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm hạch biến đổi MDCT-IV nghịch đảo hoặc hạch biến đổi MDST-IV nghịch đảo, hoặc trong đó nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm hạch biến đổi MDCT-II nghịch đảo hoặc hạch biến đổi MDST-II nghịch đảo,

trong đó MDCT-IV thể hiện phép đối xứng lẻ tại phía bên trái của mình và phép đối xứng chẵn tại phía bên phải của mình, và tín hiệu được tổng hợp được nghịch đảo tại phía bên trái của mình trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này,

trong đó MDST-IV thể hiện phép đối xứng chẵn tại phía bên trái của mình và phép đối xứng lẻ tại phía bên phải của mình, và tín hiệu được tổng hợp được nghịch đảo tại phía bên phải của mình trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này,

trong đó MDCT-II thể hiện phép đối xứng chẵn tại phía bên trái của mình và phép đối xứng chẵn tại phía bên phải của mình, và tín hiệu được tổng hợp không được nghịch đảo tại phía nào trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này, hoặc

trong đó MDST-II thể hiện phép đối xứng lẻ tại phía bên trái của mình và phép đối xứng lẻ tại phía bên phải của mình; tín hiệu được tổng hợp được nghịch đảo tại cả hai phía của mình trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này.

4. Bộ giải mã theo một trong số các điểm nêu trên, trong đó thông tin điều khiển bao gồm bit hiện thời biểu thị phép đối xứng hiện thời cho khung hiện thời, và

trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để không chuyển từ nhóm thứ nhất thành nhóm thứ hai, khi bit hiện thời biểu thị phép đối xứng tương tự như đã được sử dụng trong khung trước, và

trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để chuyển từ nhóm thứ nhất thành nhóm thứ hai, khi bit hiện thời biểu thị phép đối xứng khác so với đã được sử dụng trong khung trước.

5. Bộ giải mã theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để chuyển nhóm thứ hai thành nhóm thứ nhất, khi bit hiện thời biểu thị phép đối xứng hiện thời cho khung hiện thời biểu thị phép đối xứng giống nhau như đã được sử dụng trong khung đứng trước, và

trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để không chuyển từ nhóm thứ hai thành nhóm thứ nhất, khi bit hiện thời biểu thị phép đối xứng hiện thời cho khung hiện thời có phép đối xứng khác với đã được sử dụng trong khung đứng trước.

6. Bộ giải mã theo một trong số các điểm nêu trên,

trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để đọc, từ tín hiệu âm thanh được mã hóa thông tin điều khiển cho khung trước và thông tin điều khiển cho khung hiện thời theo sau khung trước từ tín hiệu âm thanh được mã hóa trong phần dữ liệu điều khiển cho khung hiện thời, hoặc

trong đó bộ chuyển đổi phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để đọc thông tin điều khiển từ phần dữ liệu điều khiển cho khung hiện thời và để truy hồi thông tin điều khiển cho khung trước từ phần dữ liệu điều khiển của khung trước hoặc từ thiết lập bộ giải mã được áp dụng cho khung trước đó.

7. Bộ giải mã theo một trong số các điểm nêu trên, còn bao gồm bộ xử lý đa kênh để nhận các khối giá trị phổ biểu diễn đa kênh thứ nhất và thứ hai và để xử lý, theo công nghệ xử lý đa kênh chung, các khối được nhận để thu được các khối được xử lý gồm các giá trị phổ cho đa kênh thứ nhất và đa kênh thứ hai, và trong đó bộ xử lý phổ-thời gian thích ứng được tạo cấu hình để xử lý các khối được xử lý cho đa kênh thứ nhất sử dụng thông tin điều khiển cho đa kênh thứ nhất và các khối được xử lý cho đa kênh thứ hai sử dụng thông tin điều khiển cho đa kênh thứ hai.

8. Bộ giải mã theo điểm 7, trong đó bộ xử lý đa kênh được tạo cấu hình để áp dụng phép dự báo phức sử dụng thông tin điều khiển dự báo phức được kết hợp với các khối gồm các giá trị phổ biểu diễn đa kênh thứ nhất và thứ hai.

9. Bộ giải mã theo điểm 7 hoặc 8, trong đó bộ xử lý đa kênh được tạo cấu hình để xử lý, theo công nghệ xử lý đa kênh chung, các khối được nhận, trong đó các khối được nhận bao gồm tín hiệu dư được mã hóa của sự biểu diễn của đa kênh thứ nhất và sự biểu diễn của đa kênh thứ hai và trong đó bộ xử lý đa kênh được tạo cấu hình để tính toán tín hiệu đa kênh thứ nhất và tín hiệu đa kênh thứ hai sử dụng tín hiệu dư và tín hiệu được mã hóa khác, hoặc

trong đó sự xử lý đa kênh có nghĩa là sự xử lý âm lập thể chung hoặc sự xử lý chung của nhiều hơn hai kênh, và trong đó tín hiệu đa kênh có hai kênh hoặc nhiều hơn hai kênh.

10. Bộ mã hóa để mã hóa tín hiệu âm thanh, bộ mã hóa bao gồm:

bộ chuyển đổi thời gian-phổ thích ứng để chuyển đổi các khối chồng lấp gồm các giá trị thời gian thành các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ; và

bộ điều khiển để điều khiển bộ chuyển đổi thời gian-phổ để chuyển đổi giữa các hạch biến đổi trong số nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi và các hạch biến đổi trong số nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi,

trong đó bộ chuyển đổi thời gian-phổ thích ứng được tạo cấu hình để nhận thông tin điều khiển và để chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi,

trong đó nhóm thứ nhất gồm hạch biến đổi bao gồm hạch biến đổi MDCT-IV hoặc hạch biến đổi MDST-IV, hoặc trong đó nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm hạch biến đổi MDCT-II hoặc hạch biến đổi MDST-II, và

trong đó bộ điều khiển được tạo cấu hình để hạch biến đổi MDCT-IV được theo sau bởi hạch biến đổi MDST-II, hoặc trong đó hạch biến đổi MDST-IV được theo sau bởi hạch biến đổi MDCT-II, hoặc trong đó hạch biến đổi MDCT-II được theo sau bởi MDCT-IV, hoặc trong đó hạch biến đổi MDST-II được theo sau bởi MDST-IV.

11. Bộ mã hóa theo điểm 11, bộ mã hóa còn bao gồm giao diện đầu ra để tạo ra tín hiệu âm thanh được mã hóa có, đối với khung hiện thời, thông tin điều khiển biểu thị phép đối xứng của hạch biến đổi được sử dụng để tạo ra khung hiện thời.

12. Bộ mã hóa theo điểm 10 hoặc 11, trong đó giao diện đầu ra được tạo cấu hình để chứa trong phần dữ liệu điều khiển của khung hiện thời thông tin phép đối xứng cho khung hiện thời và cho khung trước, khi khung hiện thời là khung độc lập, hoặc chứa trong phần dữ liệu điều khiển của khung hiện thời, chỉ thông tin phép đối xứng cho khung hiện thời và không có thông tin phép đối xứng cho khung trước, khi khung hiện thời là khung phụ thuộc.

13. Bộ mã hóa theo một trong số các điểm từ 10 đến 12, trong đó nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi có một hoặc nhiều hạch biến đổi có phép đối xứng lẻ tại phía bên trái và phép đối xứng chẵn tại phía bên phải hoặc ngược lại, hoặc trong đó nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi có một hoặc nhiều hạch biến đổi có phép đối xứng chẵn tại hai phía hoặc phép đối xứng lẻ tại hai phía.

trong đó MDCT-IV thể hiện phép đối xứng lẻ tại phía bên trái của mình và phép đối xứng chẵn tại phía bên phải của mình, và tín hiệu được tổng hợp được nghịch đảo tại phía bên trái của mình trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này,

trong đó MDST-IV thể hiện phép đối xứng chẵn tại phía bên trái của mình và phép đối xứng lẻ tại phía bên phải của mình, và tín hiệu được tổng hợp được nghịch đảo tại phía bên phải của mình trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này,

trong đó MDCT-II thể hiện phép đối xứng chẵn tại phía bên trái của mình và phép đối xứng chẵn tại phía bên phải của mình, và tín hiệu được tổng hợp không được nghịch đảo tại phía nào trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này, hoặc

trong đó MDST-II thể hiện phép đối xứng lẻ tại phía bên trái của mình và phép đối xứng lẻ tại phía bên phải của mình; tín hiệu được tổng hợp được nghịch đảo tại cả hai phía của mình trong khi mở ra tín hiệu trong phép biến đổi này.

14. Bộ mã hóa theo một trong số các điểm từ 10 đến 15,

trong đó bộ điều khiển được tạo cấu hình để phân tích các khối chồng lấp gồm các giá trị thời gian có kênh thứ nhất và kênh thứ hai để xác định hạch biến đổi cho khung của kênh thứ nhất và khung tương ứng của kênh thứ hai.

15. Bộ mã hóa theo một trong số điểm 10 đến 14, trong đó bộ chuyển đổi thời gian-phổ được tạo cấu hình để xử lý kênh thứ nhất và kênh thứ hai của tín hiệu đa kênh và trong đó bộ mã hóa còn bao gồm bộ xử lý đa kênh để xử lý các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ của kênh thứ nhất và kênh thứ hai sử dụng công nghệ xử lý đa kênh chung để thu được các khối được xử lý gồm các giá trị phổ, và bộ xử lý mã hóa để xử lý các khối được xử lý gồm các giá trị phổ để thu được các kênh được mã hóa.

16. Bộ mã hóa theo một trong số các điểm từ 10 đến 15, trong đó các khối được xử lý thứ nhất gồm các giá trị phổ biểu diễn sự biểu diễn được mã hóa thứ nhất của công nghệ xử lý đa kênh chung và các khối được xử lý thứ hai gồm các giá trị phổ biểu diễn sự biểu diễn được mã hóa thứ hai của công nghệ xử lý chung, trong đó bộ xử lý mã hóa được tạo cấu hình để xử lý các khối được xử lý thứ nhất sử dụng sự lượng tử hóa và mã hóa entropi để tạo ra sự biểu diễn được mã hóa thứ nhất và trong đó bộ xử lý mã hóa được tạo cấu hình để xử lý các khối được xử lý thứ hai sử dụng sự lượng tử hóa và

mã hóa entropi để tạo ra sự biểu diễn được mã hóa thứ hai, trong đó bộ xử lý mã hóa được tạo cấu hình để tạo ra dòng bit của tín hiệu âm thanh được mã hóa sử dụng sự biểu diễn được mã hóa thứ nhất và sự biểu diễn được mã hóa thứ hai, hoặc

trong đó sự xử lý đa kênh có nghĩa là sự xử lý âm lập thể chung hoặc sự xử lý chung của nhiều hơn hai kênh, và trong đó tín hiệu đa kênh có hai kênh hoặc nhiều hơn hai kênh.

17. Phương pháp giải mã tín hiệu âm thanh được mã hóa, phương pháp bao gồm:

chuyển đổi các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ thành các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian; và

chồng lấp và cộng các khối liên tiếp gồm các giá trị thời gian để thu được các giá trị âm thanh được giải mã,

nhận thông tin điều khiển và chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi,

trong đó hạch biến đổi của nhóm thứ nhất và nhóm thứ hai dựa trên phương trình sau đây:

$$x_{i,n} = C \sum_{k=0}^{M-1} spec[i][k] \text{cs} \left(\frac{2\pi}{N} (n + n_0)(k + k_0) \right)$$

trong đó ít nhất một hạch biến đổi của nhóm thứ nhất dựa trên các tham số:

$\text{cs}() = \cos()$ và $k_0 = 0,5$ hoặc

$\text{cs}() = \sin()$ và $k_0 = 0,5$, hoặc

trong đó ít nhất một hạch biến đổi của nhóm thứ hai dựa trên các tham số:

$\text{cs}() = \cos()$ và $k_0 = 0$; hoặc

$\text{cs}() = \sin()$ và $k_0 = 1$,

trong đó $x_{i,n}$ là đầu ra miền thời gian, C là tham số bất biến, N là độ dài cửa sổ thời gian, spec là các giá trị phổ có M giá trị cho khối, M bằng $N/2$, i là chỉ số khối thời gian, k là chỉ số phổ biểu thị các giá trị phổ, n là chỉ số thời gian biểu thị giá trị thời gian trong khối i và n_0 là tham số bất biến là số nguyên hoặc bằng 0, và

trong đó chuyển đổi bao gồm áp dụng hạch biến đổi dựa trên bảng sau:

khung hiện thời $i \rightarrow$ khung cuối $i-1 \downarrow$	phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_i = 0$) chẵn	phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_i = 1$) lẻ
phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_{i-1} = 1$) lẻ	$\text{cs}(\dots) = \cos(\dots)$ $k_0 = 0,0$	$\text{cs}(\dots) = \sin(\dots)$ $k_0 = 0,5$
phép đối xứng bên phải ($\text{symm}_{i-1} = 0$) chẵn	$\text{cs}(\dots) = \cos(\dots)$ $k_0 = 0,5$	$\text{cs}(\dots) = \sin(\dots)$ $k_0 = 1,0$

trong đó symm_i là thông tin điều khiển cho khung hiện thời tại chỉ số i , và trong đó symm_{i-1} là thông tin điều khiển cho khung trước tại chỉ số $i-1$.

18. Phương pháp mã hóa tín hiệu âm thanh, phương pháp bao gồm:

chuyển đổi các khối chồng lấp gồm các giá trị thời gian thành các khối liên tiếp gồm các giá trị phổ; và

điều khiển sự chuyển đổi thời gian-phổ để chuyển giữa các hạch biến đổi trong số nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi và các hạch biến đổi trong số nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi,

nhận thông tin điều khiển và chuyển, phản hồi lại thông tin điều khiển, giữa các hạch biến đổi của nhóm thứ nhất gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng khác nhau tại các phía của hạch, và nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm một hoặc nhiều hạch biến đổi có các phép đối xứng giống nhau tại các phía của hạch biến đổi,

trong đó nhóm thứ nhất gồm hạch biến đổi bao gồm hạch biến đổi MDCT-IV hoặc hạch biến đổi MDST-IV, hoặc trong đó nhóm thứ hai gồm các hạch biến đổi bao gồm hạch biến đổi MDCT-II hoặc hạch biến đổi MDST-II, và

trong đó sự điều khiển được tạo cấu hình để hạch biến đổi MDCT-IV được theo sau bởi hạch biến đổi MDST-II, hoặc trong đó hạch biến đổi MDST-IV được theo sau bởi hạch biến đổi MDCT-II, hoặc trong đó hạch biến đổi MDCT-II được theo sau bởi MDCT-IV, hoặc trong đó hạch biến đổi MDST-II được theo sau bởi MDST-IV.

19. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện, khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý, phương pháp theo điểm 17.

20. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính bao gồm chương trình máy tính để thực hiện, khi chạy trên máy tính hoặc bộ xử lý, phương pháp theo điểm 18.

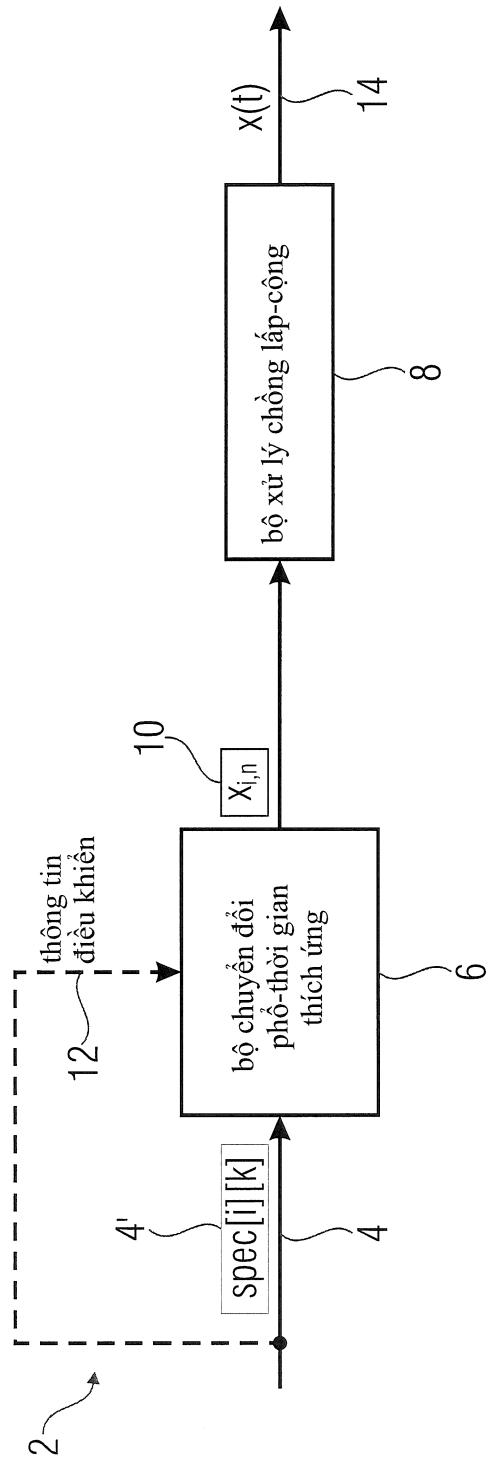


FIG 1

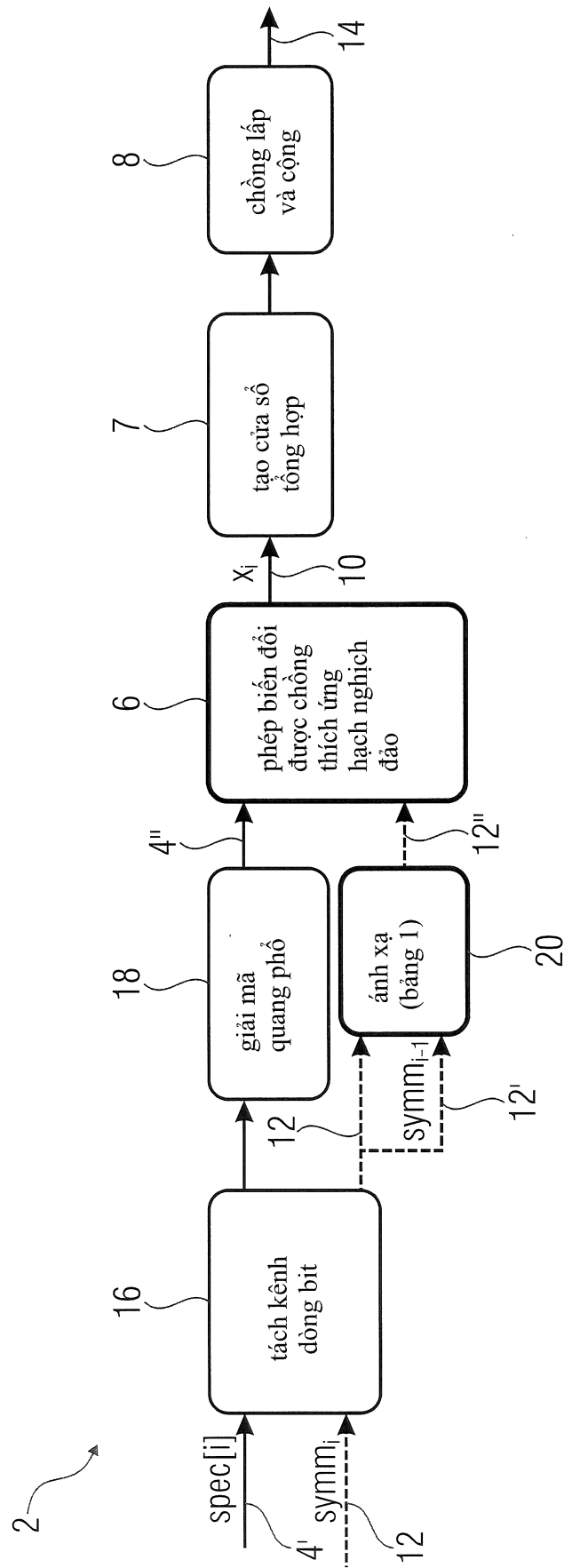


FIG 2

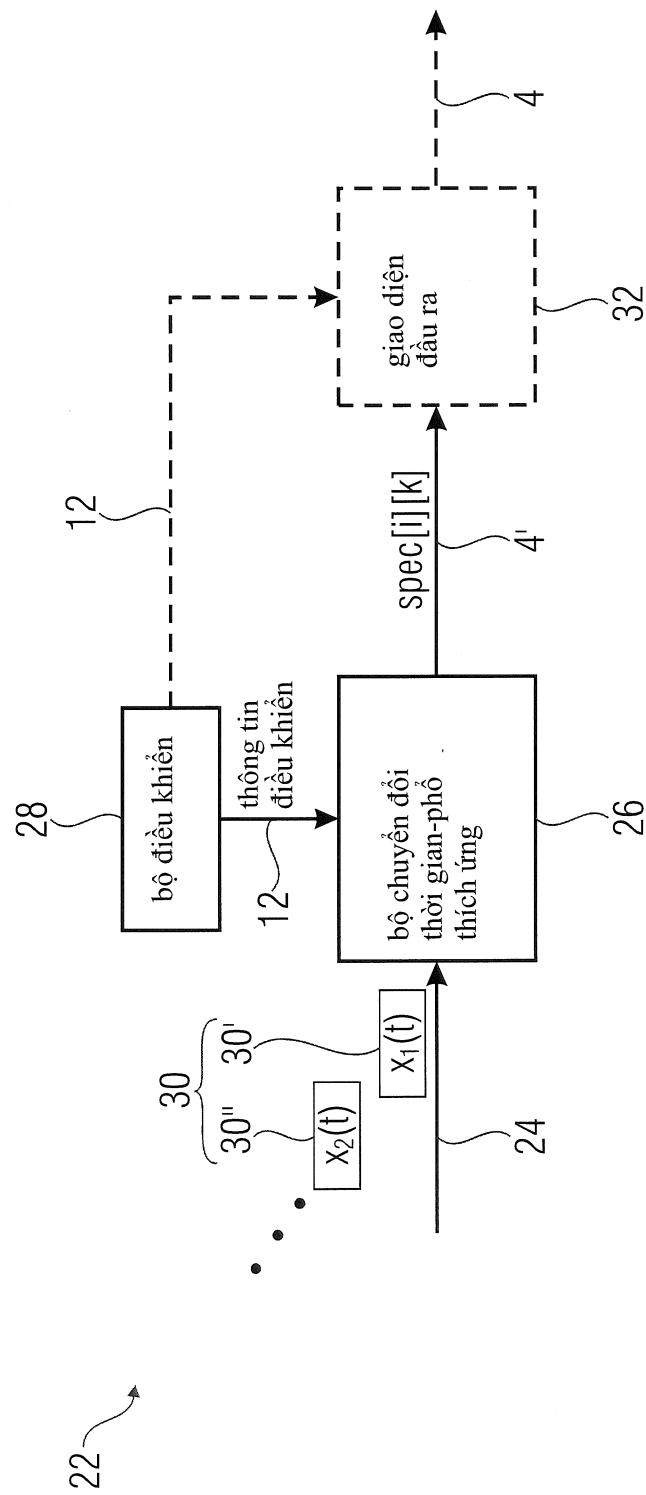


FIG 3

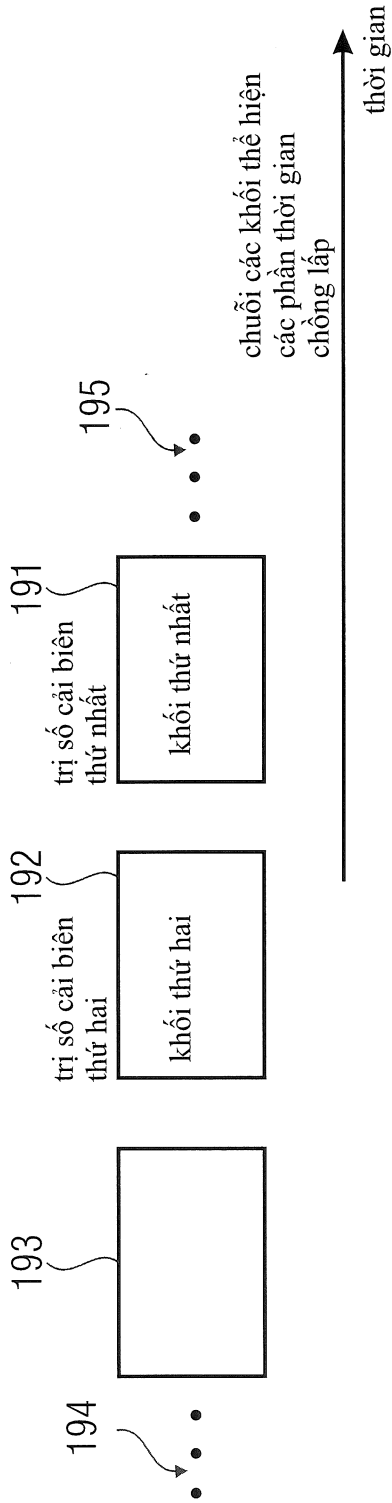


FIG 4A

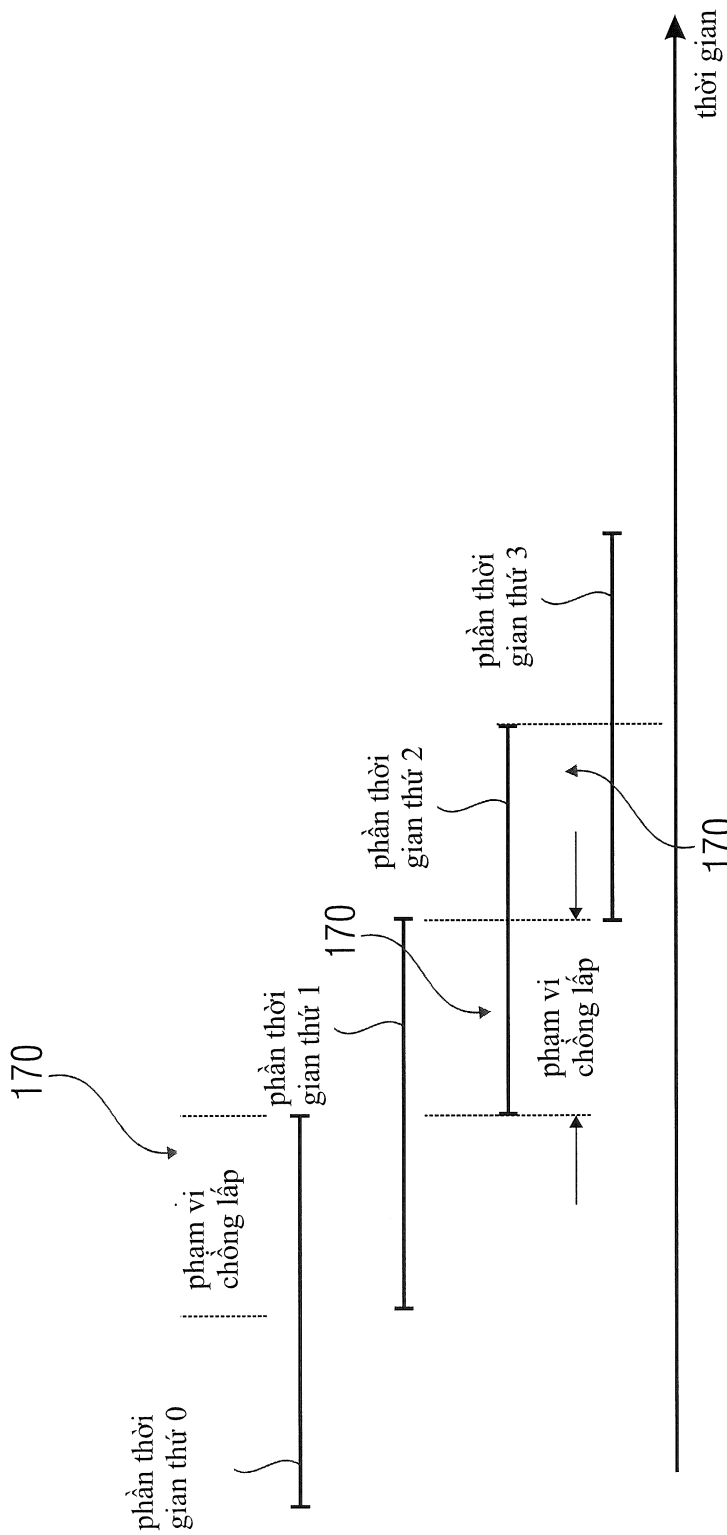


FIG 4B

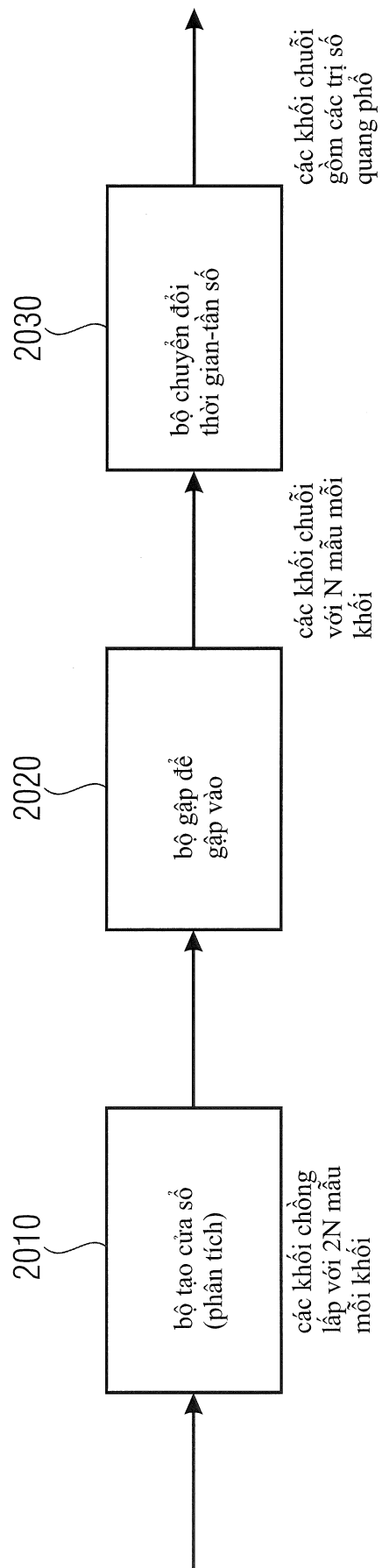


FIG 5A

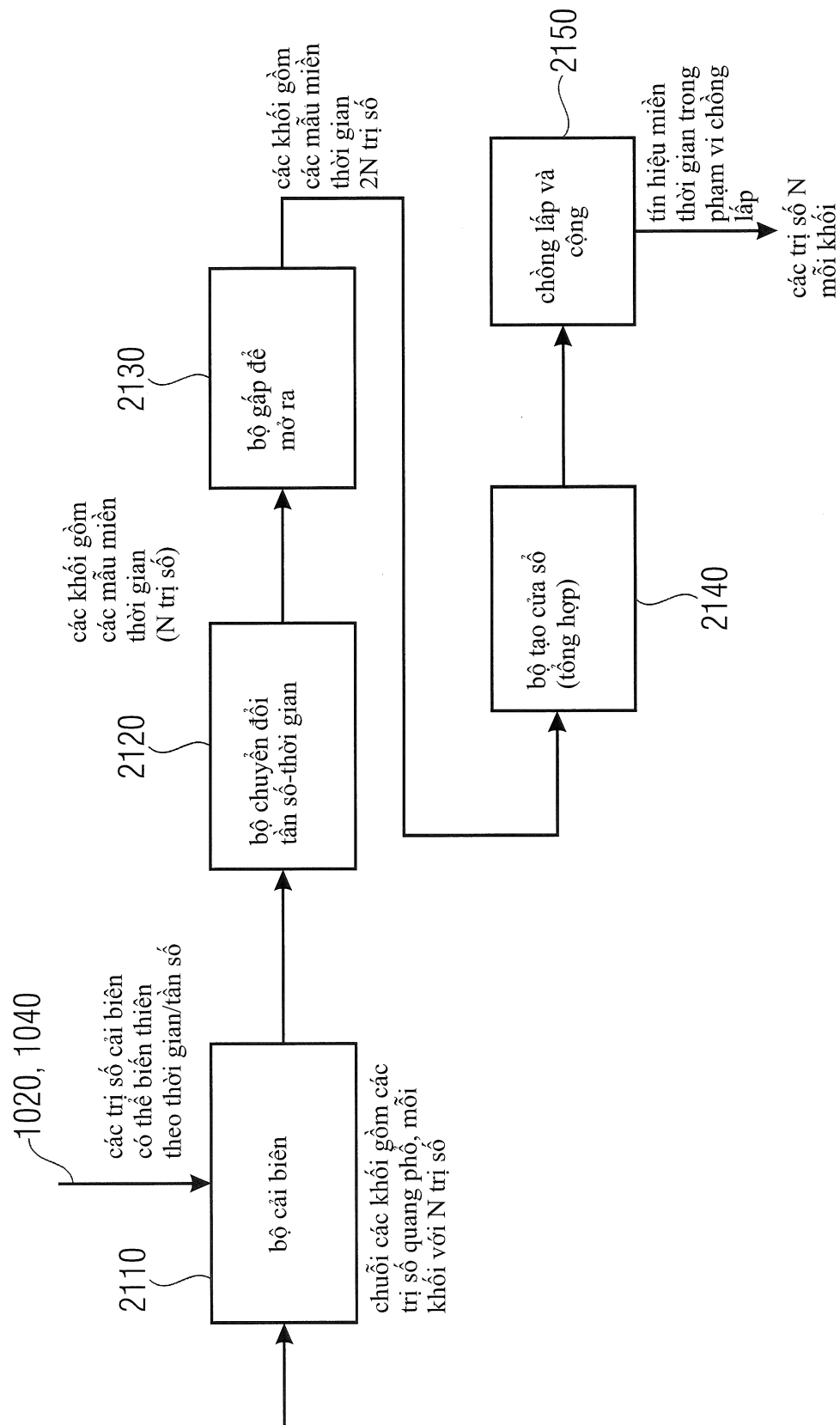


FIG 5B

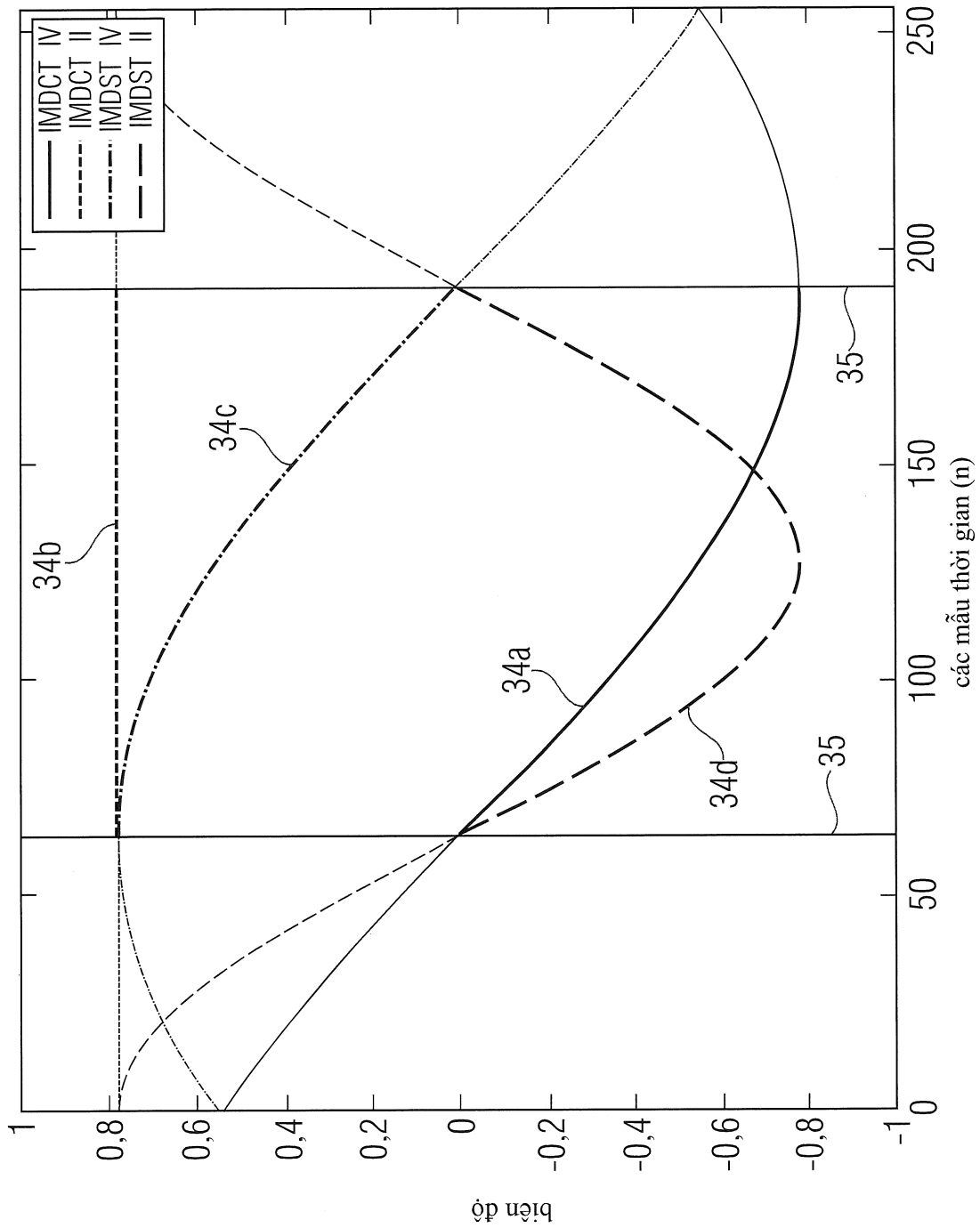


FIG 6

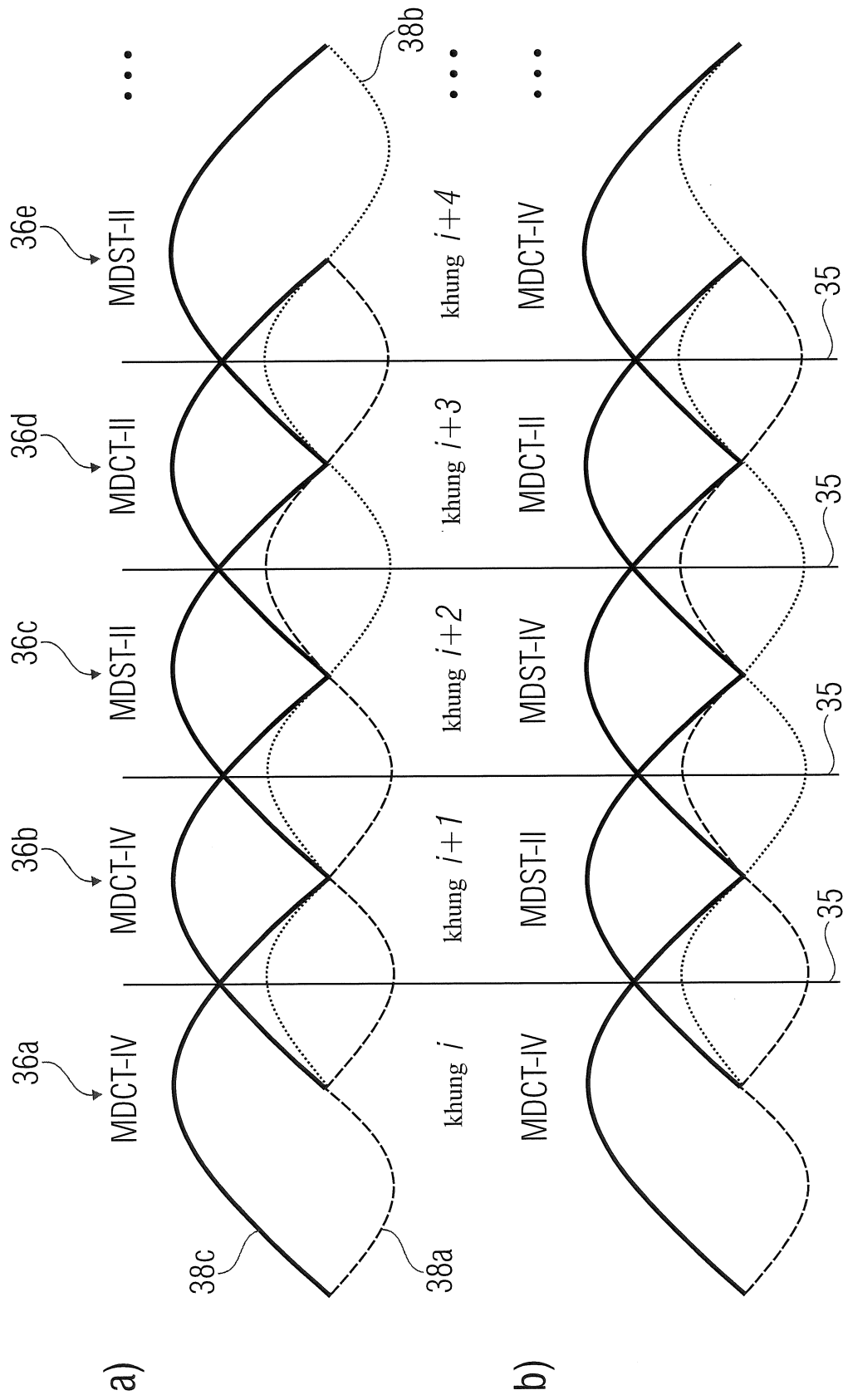


FIG 7

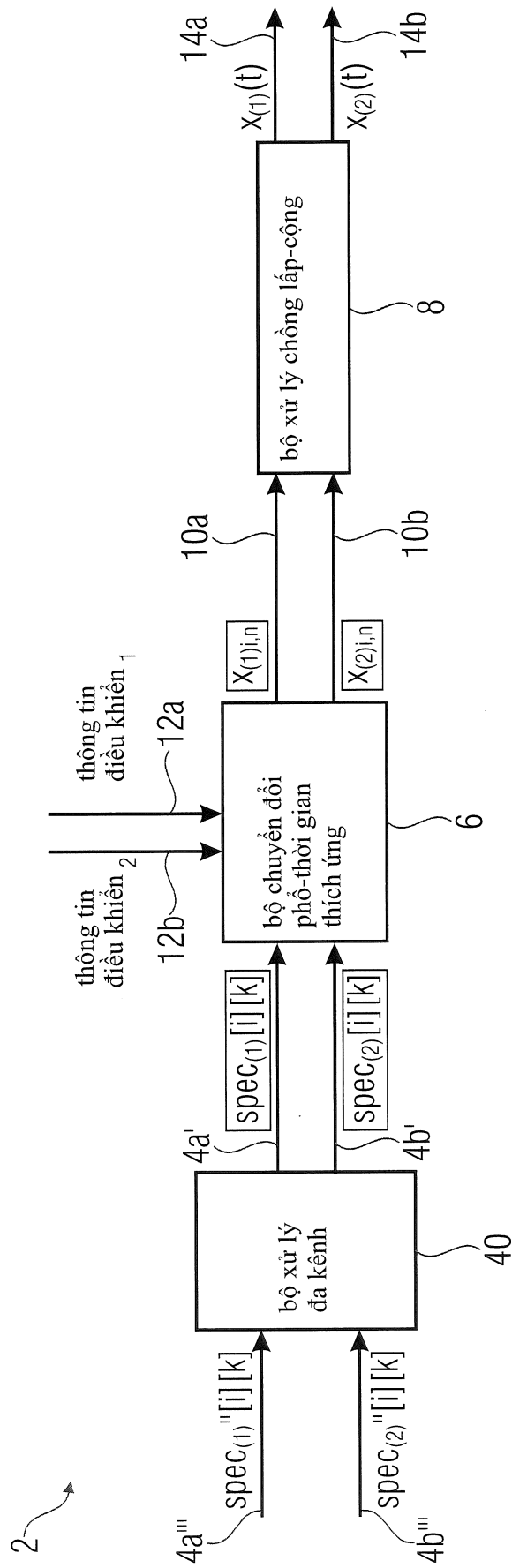


FIG 8

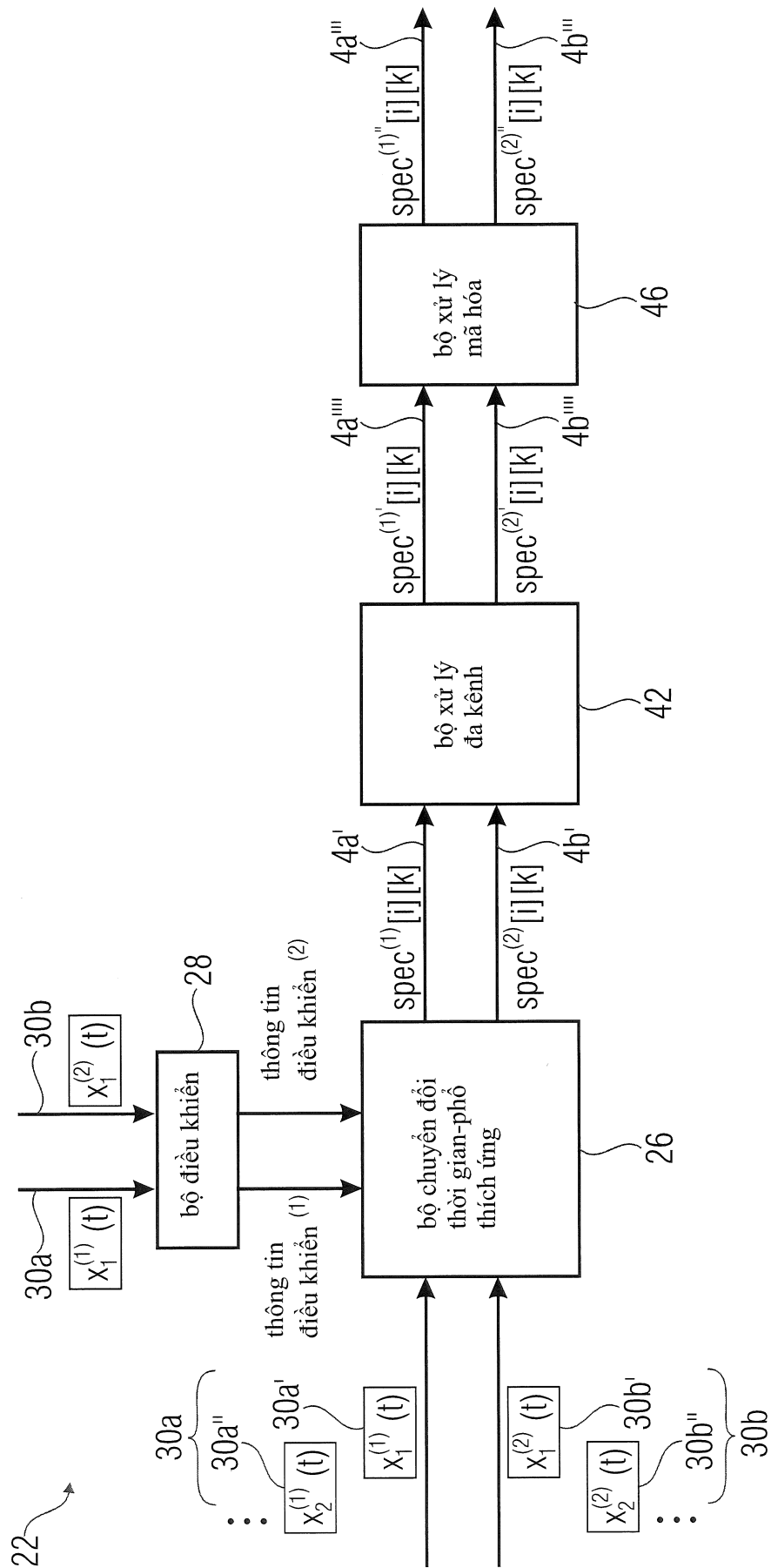


FIG 9

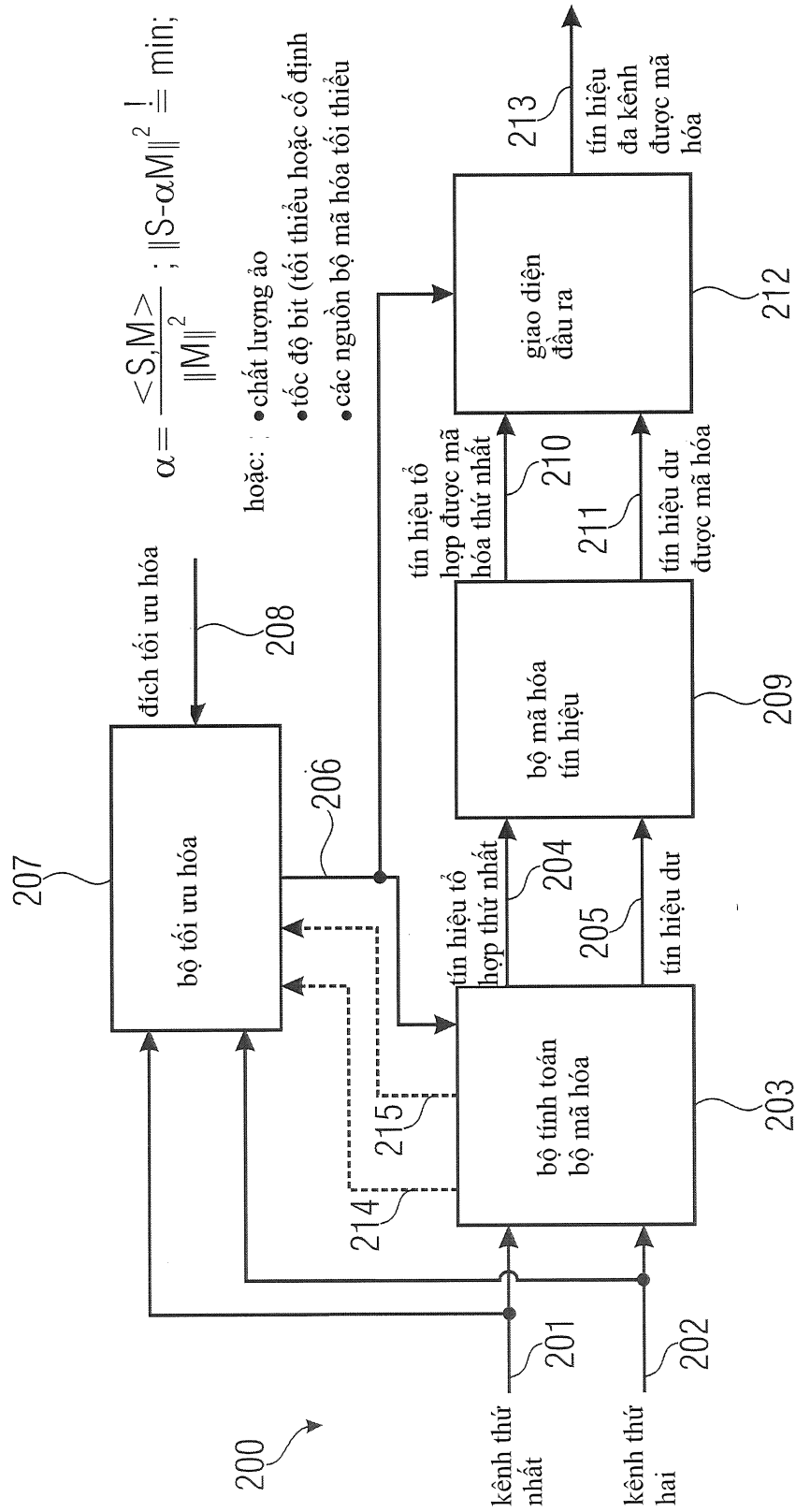


FIG 10

(BỘ MÃ HÓA ÂM THANH)

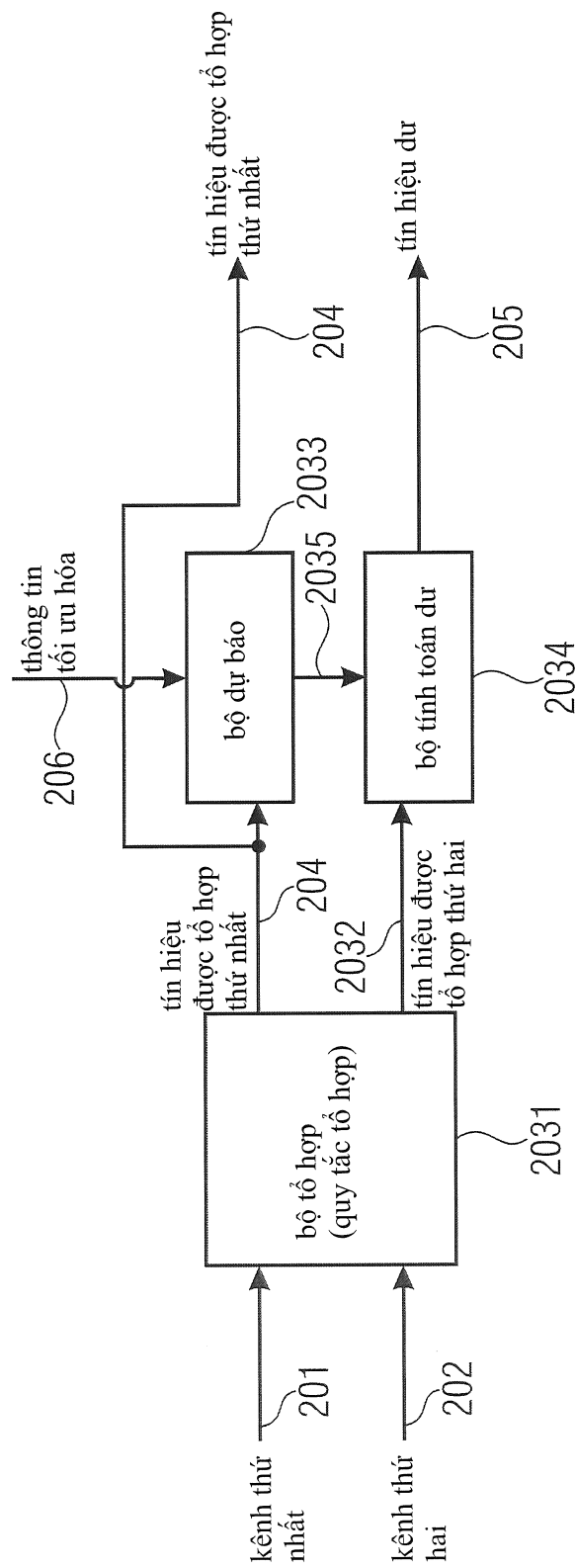
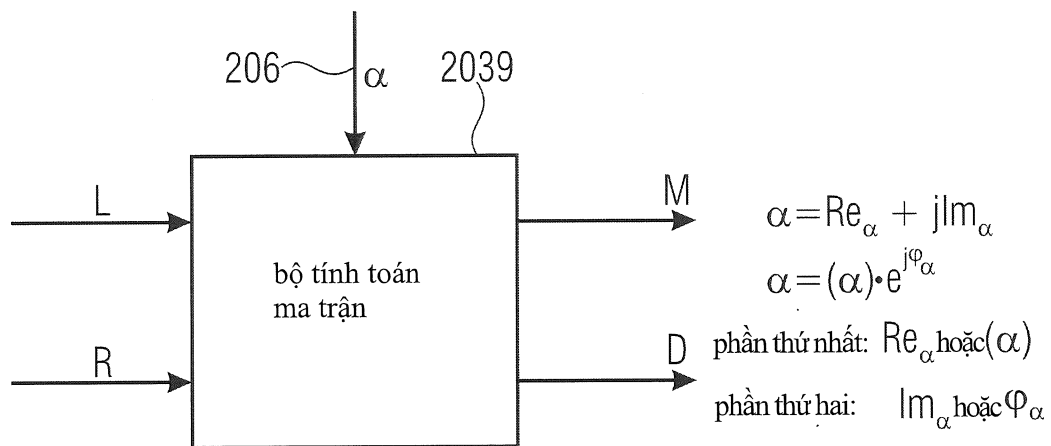


FIG 11A
(PHÍA BỘ MÃ HÓA ÂM THANH)



$$\begin{bmatrix} M \\ D \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1-\alpha & -1-\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ R \end{bmatrix}$$

FIG 11B

(PHÍA BỘ MÃ HÓA ÂM THANH)

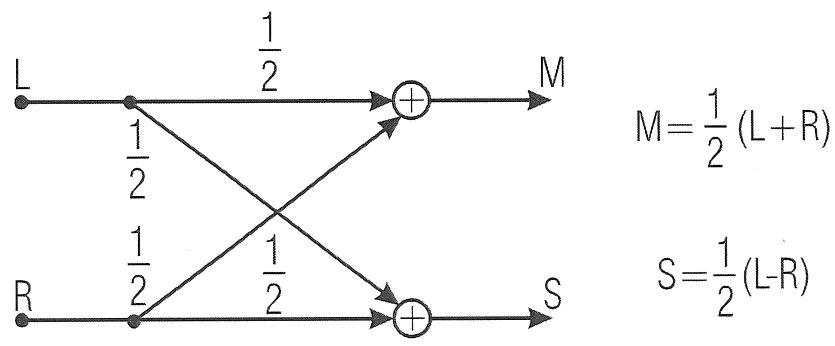


FIG 11C

(QUY TẮC TỔ HỢP)

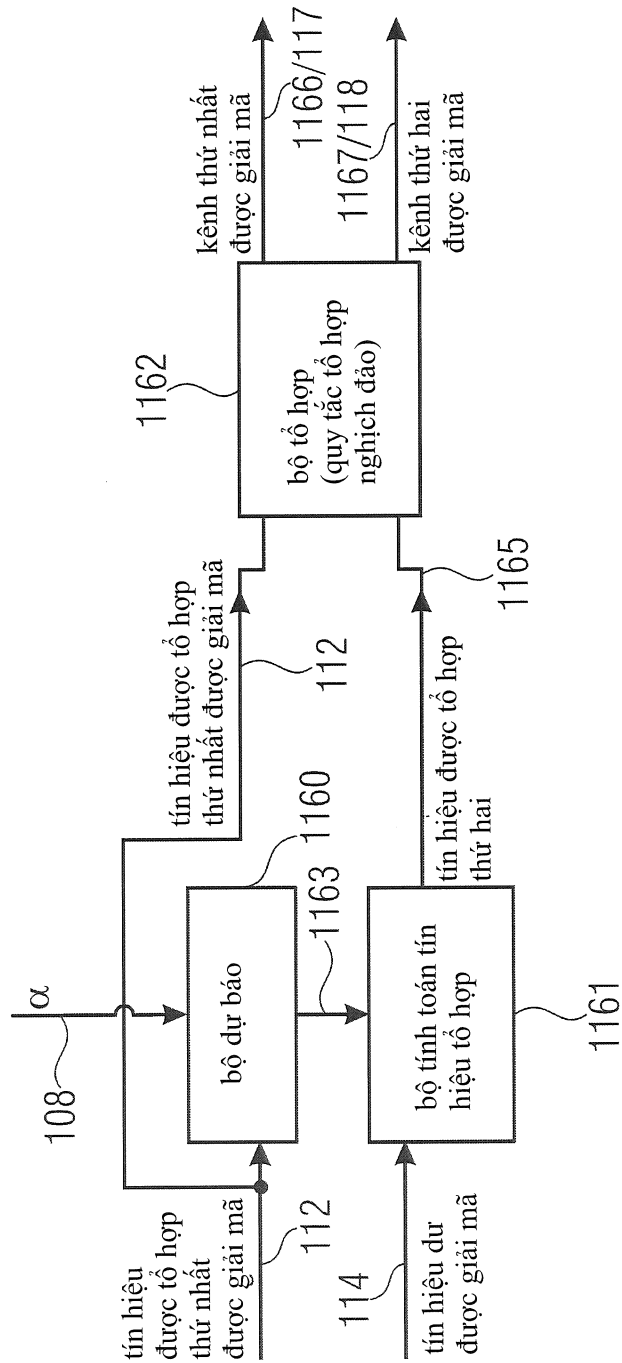


FIG 12A
(PHÍA BỘ GIẢI MÃ ÂM THANH)

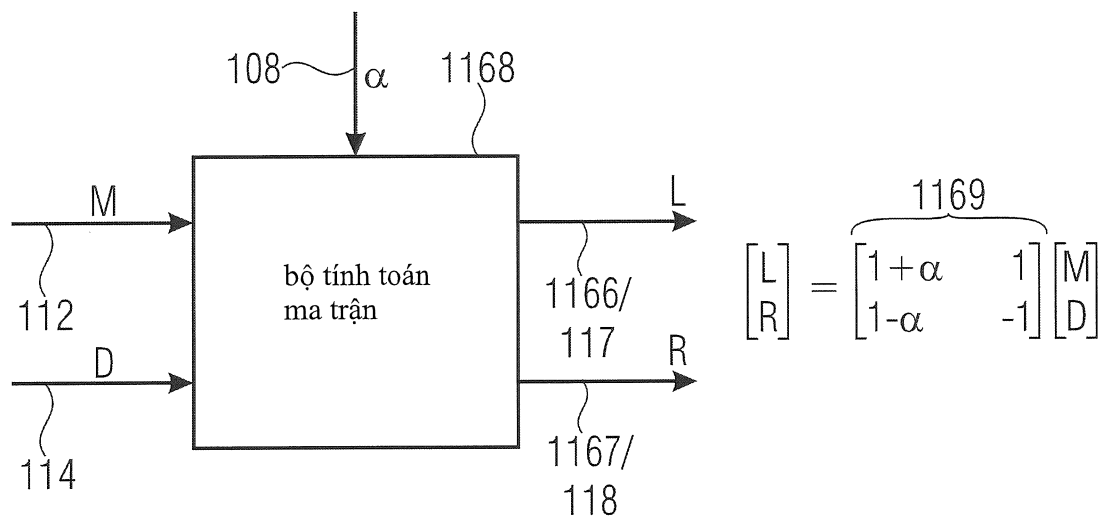


FIG 12B

(PHÍA BỘ GIẢI MÃ ÂM THANH)

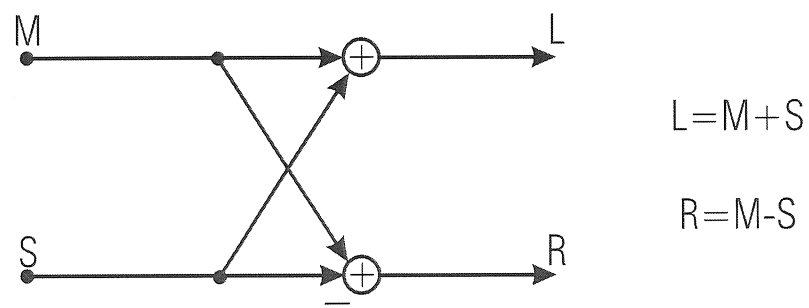


FIG 12C

QUY TẮC TỔ HỢP NGHỊCH ĐẢO

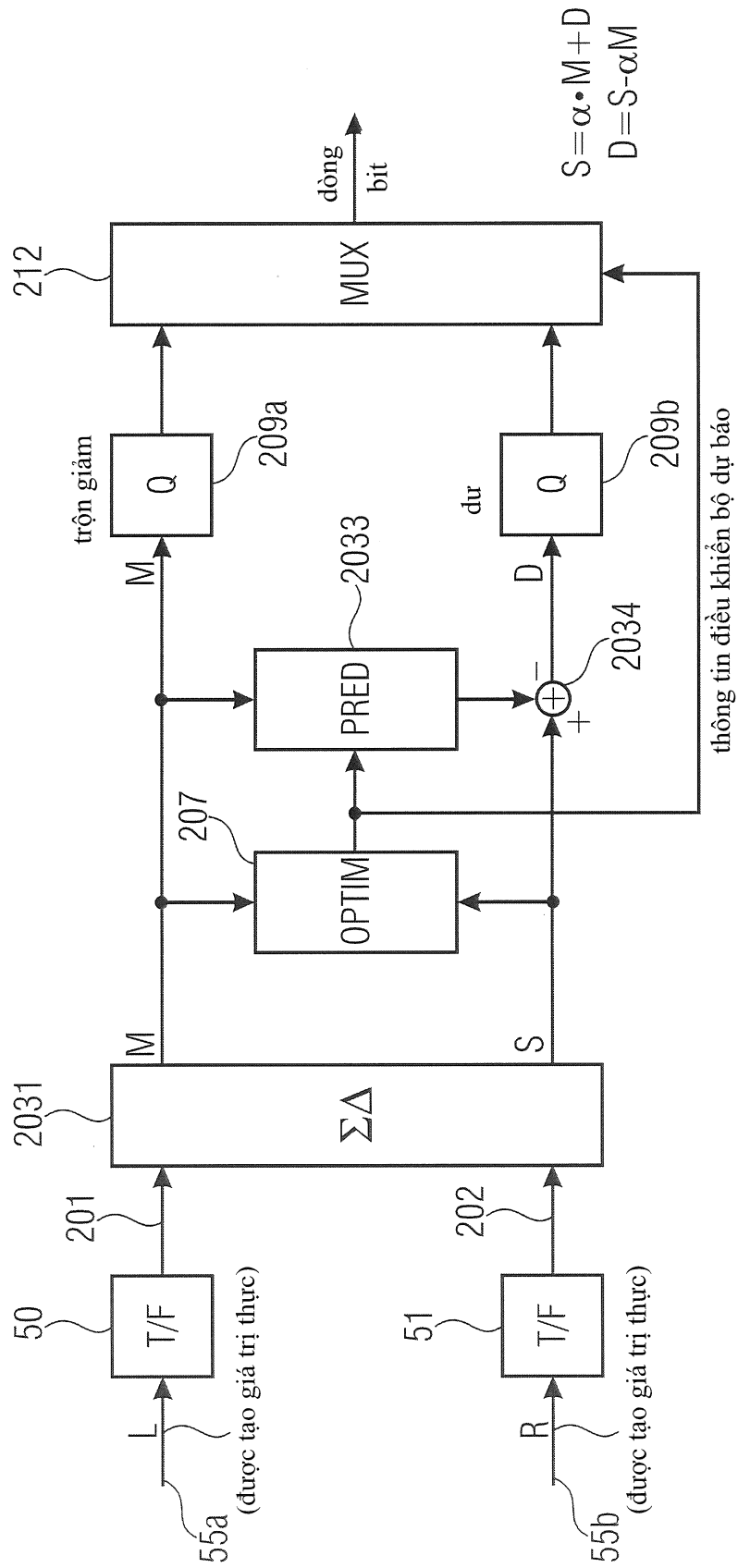


FIG 13A
(PHÍA BỘ MÃ HÓA)

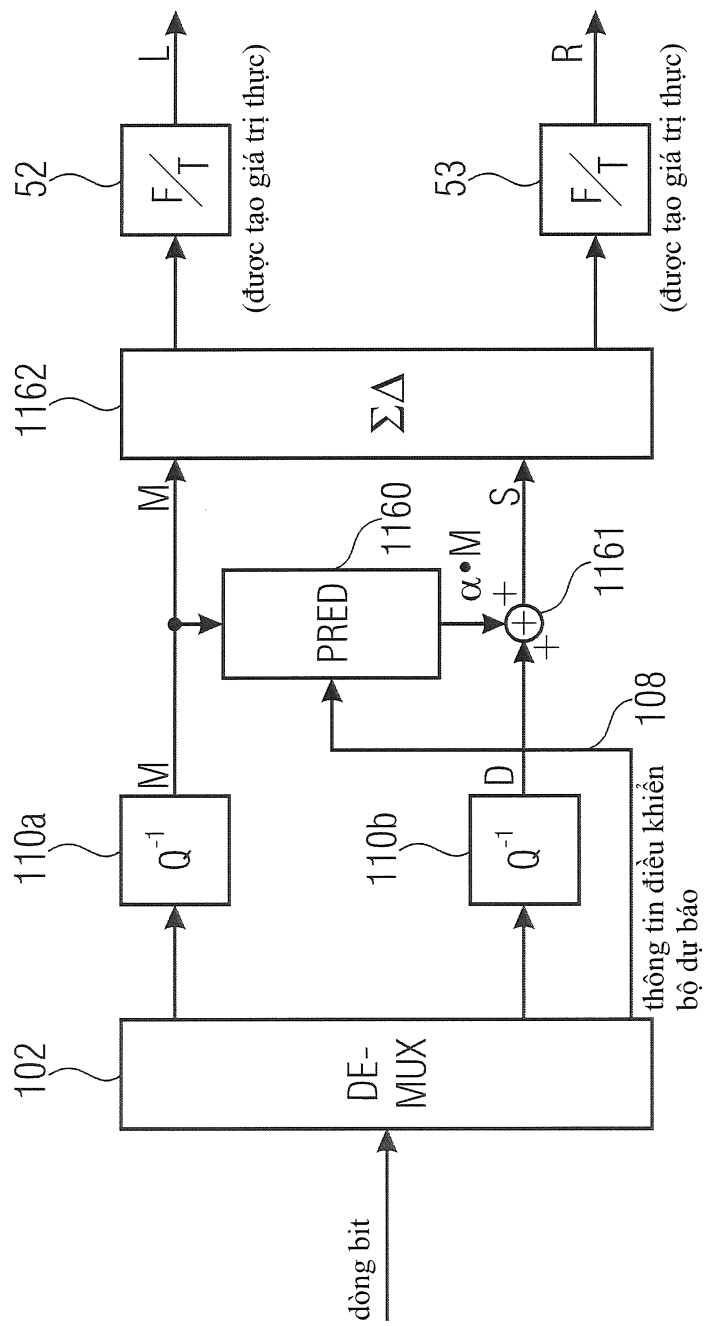
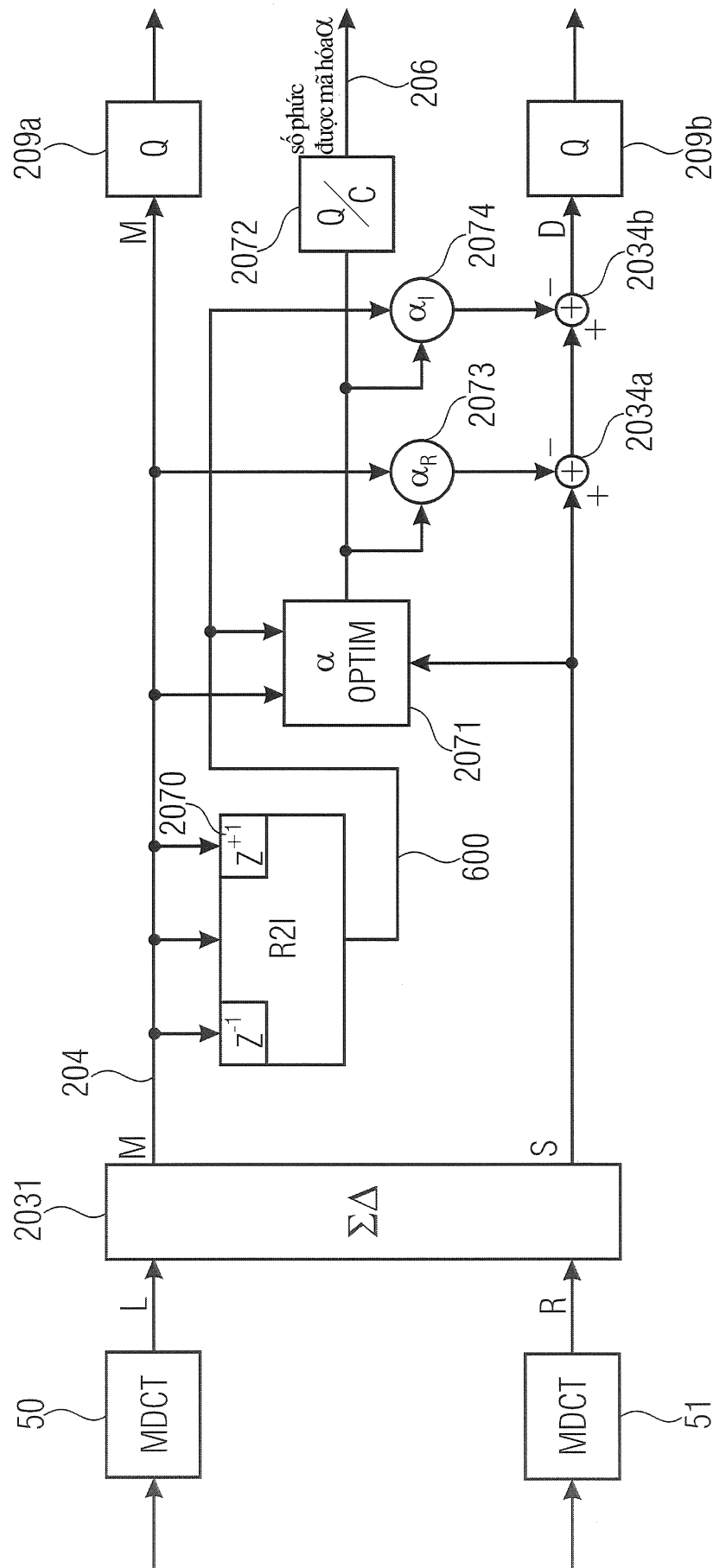


FIG 13B
(PHÍA BỘ GIẢI MÃ)



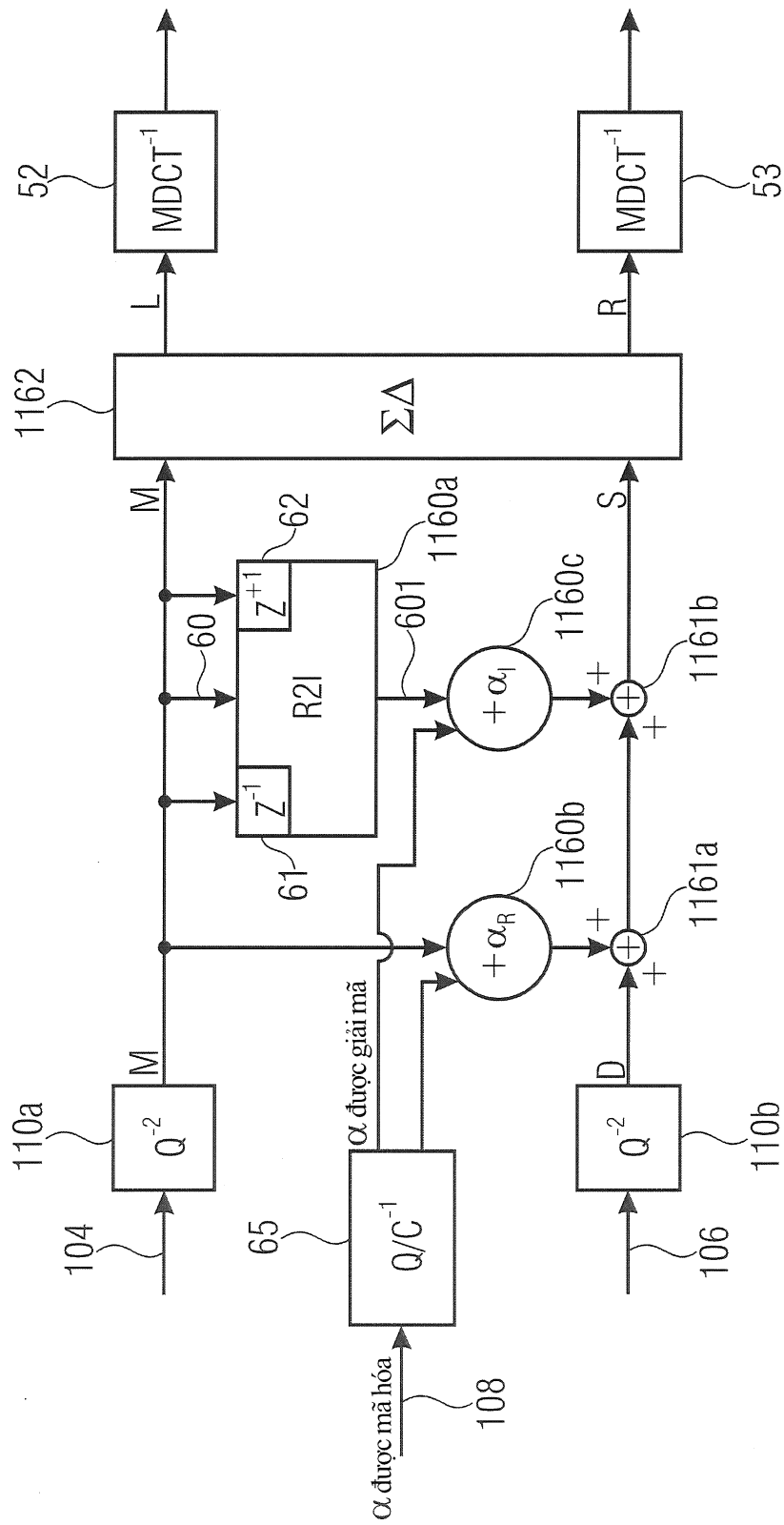


FIG 14B
(PHÍA BỘ GIẢI MÃ)

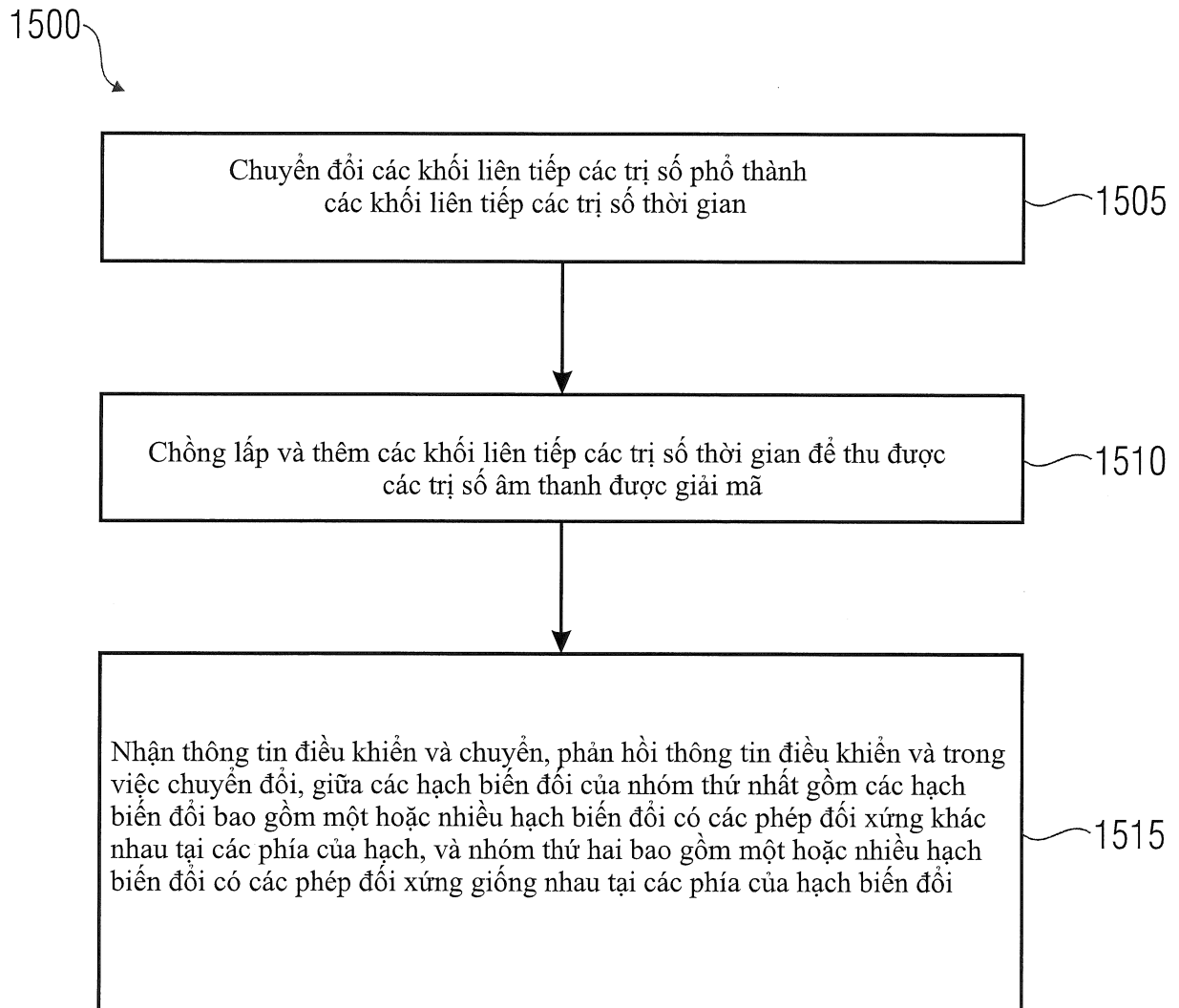


FIG 15

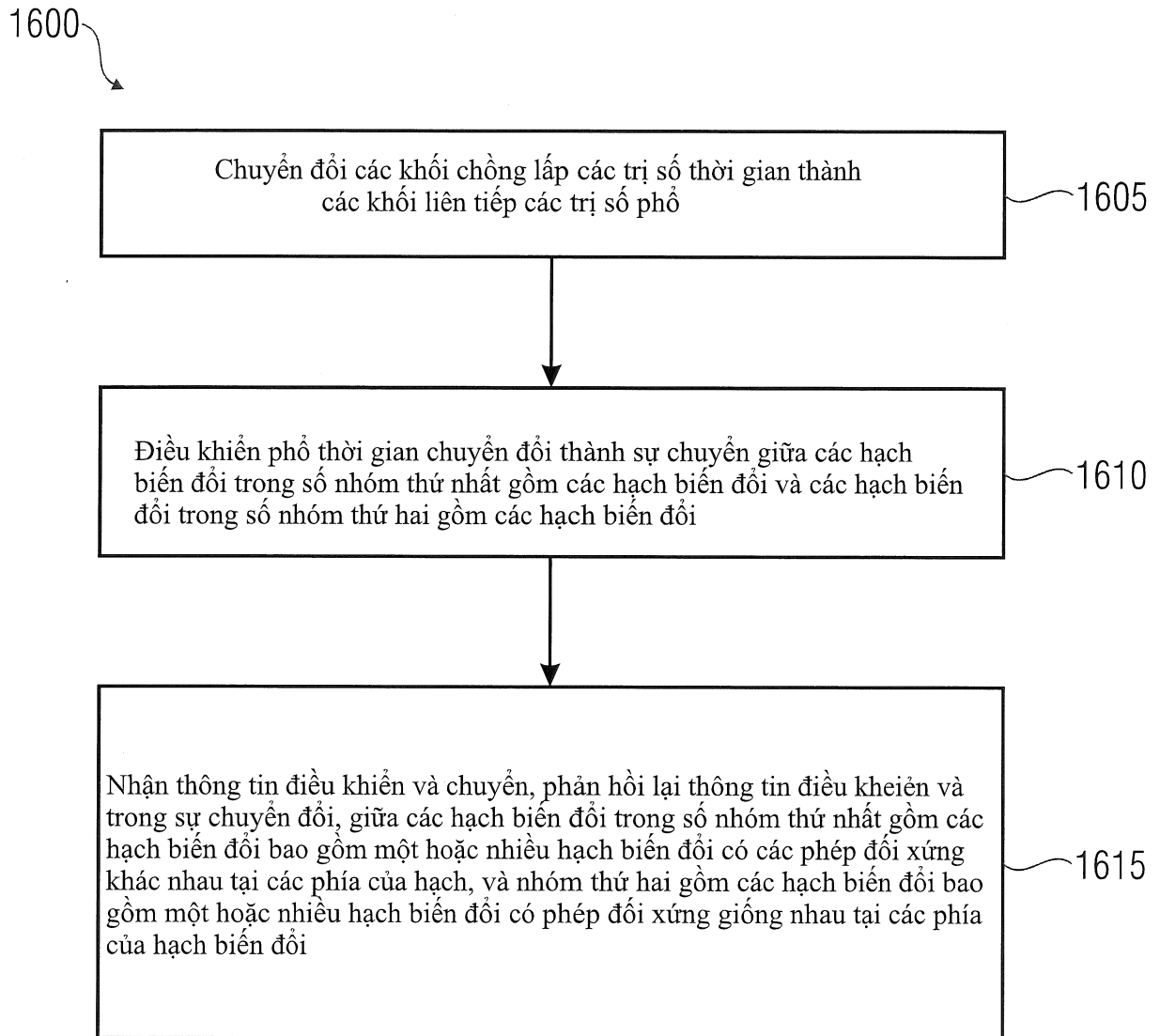


FIG 16