



(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)



1-0043756

(51)^{2020.01} G10L 19/04

(13) B

(21) 1-2021-04683

(22) 13/01/2020

(86) PCT/US2020/013303 13/01/2020

(87) WO2020/146870 16/07/2020

(30) 62/791,823 13/01/2019 US

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/11/2021 404A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, China

(72) GAO, Yang (US).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC THỰC HIỆN BỞI MÁY TÍNH ĐỂ THỰC HIỆN MÃ
HÓA DỰ ĐOÁN TUYẾN TÍNH TÍN HIỆU ÂM THANH, THIẾT BỊ ĐIỆN TỬ, VÀ
VẬT GHI LƯU TRỮ ĐƯỢC ĐƯỢC BỞI MÁY TÍNH

(21) 1-2021-04683

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp được thực hiện bởi máy tính để thực hiện mã hóa dự đoán tuyến tính (linear predictive coding, LPC) tín hiệu âm thanh, thiết bị điện tử và vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính. Một ví dụ về các phương pháp bao gồm bước xác định ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh. Độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh được phát hiện dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh này. Đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, các tham số LPC được lượng tử hóa đối với khung trước đó được sao chép vào khung hiện thời của tín hiệu âm thanh.

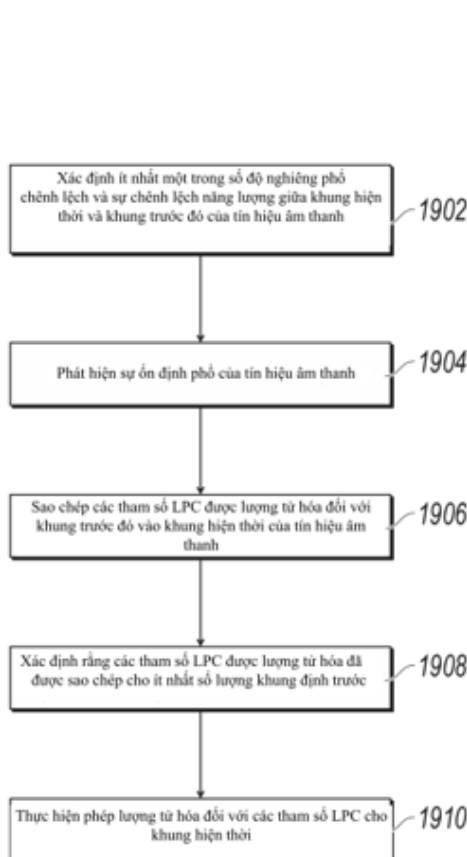


FIG. 19

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến việc xử lý tín hiệu, và cụ thể là, phương pháp được thực hiện bởi máy tính để thực hiện mã hóa dự đoán tuyến tính (linear predictive coding, LPC) tín hiệu âm thanh, thiết bị điện tử và vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Âm thanh có độ phân giải cao (hi-res), còn được gọi là âm thanh độ nét cao hoặc âm thanh HD, là thuật ngữ tiếp thị được sử dụng bởi một số nhà bán lẻ bản ghi nhạc và các nhà cung cấp thiết bị tái tạo âm thanh có độ trung thực cao. Theo các thuật ngữ đơn giản nhất của nó, âm thanh hi-res hướng về việc đề cập đến các tệp tin âm nhạc có tần số lấy mẫu và/hoặc độ sâu bit cao hơn đĩa compact (compact disc, CD) - được xác định ở 16-bit/44,1 kHz. Lợi ích chính được đòi hỏi của các tệp tin âm thanh hi-res là chất lượng âm thanh cao hơn so với các định dạng âm thanh nén. Với nhiều thông tin hơn trên tệp tin để phát, âm thanh hi-res nhằm phô diễn độ chi tiết và cấu trúc cao hơn, đưa người nghe đến gần với buổi biểu diễn gốc hơn.

Âm thanh hi-res đi cùng với mặt trái là: kích thước tệp tin. Một tệp tin hi-res có thể thường có kích thước hàng chục megabyte, và một vài bản nhạc có thể nhanh chóng ngốn trọn bộ lưu trữ trên thiết bị. Mặc dù bộ lưu trữ rẻ tiền hơn nhiều được sử dụng, nhưng kích thước của các tệp tin có thể vẫn làm cho âm thanh hi-res trở nên cồng kềnh khi truyền qua Wi-Fi hoặc mạng di động mà không nén.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một số phương án thực hiện, sáng chế mô tả các kỹ thuật để nâng cao tính hiệu quả của việc mã hóa tín hiệu âm thanh.

Theo phương án thực hiện thứ nhất, phương pháp thực hiện mã hóa dự đoán tuyến tính (linear predictive coding, LPC) bao gồm các bước: xác định ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời

và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thì sao chép các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung trước đó vào khung hiện thời của tín hiệu âm thanh.

Theo phương án thực hiện thứ hai, thiết bị điện tử bao gồm: bộ lưu trữ bộ nhớ không tạm thời bao gồm các lệnh, và một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng truyền thông với bộ lưu trữ bộ nhớ, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng thực thi các lệnh để: xác định ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thì sao chép các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung trước đó vào khung hiện thời của tín hiệu âm thanh.

Theo phương án thực hiện thứ ba, vật ghi đọc được bởi máy tính không tạm thời lưu trữ các lệnh máy tính để thực hiện LPC, mà khi được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng, thì làm cho một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng này thực hiện các hoạt động bao gồm: xác định ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thì sao chép các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung trước đó vào khung hiện thời của tín hiệu âm thanh.

Các phương án thực hiện được mô tả nêu trên thực hiện được nhờ sử dụng phương pháp được thực hiện bởi máy tính; vật ghi đọc được bởi máy tính, không tạm thời lưu trữ các lệnh đọc được bởi máy tính để thực hiện phương pháp được thực hiện bởi máy tính; và hệ thống được thực hiện bởi máy tính bao gồm bộ nhớ máy tính được

ghép nối tương thích với bộ xử lý phần cứng được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp được thực hiện bởi máy tính và các lệnh được lưu trữ trên vật ghi đọc được bởi máy tính, không tạm thời này.

Các chi tiết về một hoặc nhiều phương án về các đối tượng của sáng chế được thể hiện trên các hình vẽ kèm theo và phần mô tả dưới đây. Các dấu hiệu, khía cạnh và ưu điểm khác của các đối tượng này sẽ trở nên rõ ràng nhờ phần mô tả, hình vẽ và các điểm yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của của bộ mã hóa mã hóa-giải mã với độ phân giải cao độ phức tạp thấp và độ trễ thấp (Low delay & Low complexity High resolution Codec, L2HC) theo một số phương án thực hiện;

FIG.2 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của bộ giải mã L2HC theo một số phương án thực hiện;

FIG.3 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của bộ mã hóa dải dưới thấp (low low band, LLB) theo một số phương án thực hiện;

FIG.4 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của bộ giải mã LLB theo một số phương án thực hiện;

FIG.5 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của bộ mã hóa dải trên thấp (low high band, LHB) theo một số phương án thực hiện;

FIG.6 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của của bộ giải mã LHB theo một số phương án thực hiện;

FIG.7 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của bộ mã hóa cho dải con dải dưới cao (high low band, HLB) và/hoặc dải trên cao (high low band, HLB) theo một số phương án thực hiện;

FIG.8 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của bộ giải mã cho dải con HLB và/hoặc HLB theo một số phương án thực hiện;

FIG.9 thể hiện cấu trúc phổ làm ví dụ của tín hiệu âm độ cao theo một số phương án thực hiện;

FIG.10 thể hiện quy trình làm ví dụ của bước phát hiện âm độ cao theo một số phương án thực hiện;

FIG.11 là lưu đồ minh họa phương pháp làm ví dụ để thực hiện phép gán trọng số theo cảm quan của tín hiệu âm độ cao theo một số phương án thực hiện;

FIG.12 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của của bộ mã hóa lượng tử hóa phần dư theo một số phương án thực hiện;

FIG.13 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của bộ giải mã lượng tử hóa phần dư theo một số phương án thực hiện;

FIG.14 là lưu đồ minh họa phương pháp làm ví dụ để thực hiện phép lượng tử hóa phần dư cho tín hiệu theo một số phương án thực hiện;

FIG.15 thể hiện một ví dụ về lời nói được phát âm theo một số phương án thực hiện;

FIG.16 thể hiện quy trình làm ví dụ của việc thực hiện điều khiển dự đoán dài hạn (long-term prediction, LTP) theo một số phương án thực hiện;

FIG.17 thể hiện phổ làm ví dụ của tín hiệu âm thanh theo một số phương án thực hiện;

FIG.18 là lưu đồ minh họa phương pháp làm ví dụ để thực hiện việc dự đoán dài hạn (long-term prediction, LTP) theo một số phương án thực hiện;

FIG.19 là lưu đồ minh họa phương pháp làm ví dụ để lượng tử hóa các tham số mã hóa dự đoán tuyến tính (linear predictive coding, LPC) theo một số phương án thực hiện;

FIG.20 thể hiện phổ làm ví dụ của tín hiệu âm thanh theo một số phương án thực hiện;

FIG.21 là sơ đồ minh họa cấu trúc làm ví dụ của thiết bị điện tử theo một số phương án thực hiện.

Các số chỉ dẫn và các chỉ định giống nhau trong các hình vẽ khác nhau biểu thị các phần tử giống nhau

Mô tả chi tiết sáng chế

Cần hiểu ngay lúc ban đầu rằng mặc dù một phương án thực hiện minh họa về một hoặc nhiều phương án được đề xuất dưới đây, nhưng các hệ thống và/hoặc các phương pháp được bộc lộ có thể được thực hiện nhờ sử dụng một số kỹ thuật bất kỳ, dù là đã biết hay vẫn đang tồn tại hiện nay. Phần mô tả cần không theo cách bị giới hạn ở các phương án thực hiện minh họa, các hình vẽ, và các kỹ thuật được minh họa dưới đây, bao gồm các thiết kế ví dụ và các phương án thực hiện được minh họa và được mô tả ở đây, mà có thể được cải biến nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo cùng với phạm vi tương đương đầy đủ của chúng.

Âm thanh độ phân giải cao (hi-res), còn được gọi là âm thanh độ nét cao hoặc âm thanh HD, thuật ngữ tiếp thị được sử dụng bởi một số nhà bán lẻ bản ghi nhạc và các nhà cung cấp thiết bị tái tạo âm thanh có độ trung thực cao. Âm thanh hi-res tác động chậm nhưng chắc chắn vào dòng chính thống này, nhờ phát hành thêm sản phẩm, các dịch vụ phát trực tuyến, và kể cả các điện thoại thông minh hỗ trợ các chuẩn hi-res. Tuy nhiên, không giống video độ nét cao, không có một chuẩn chung cho âm thanh hi-res. The Digital Entertainment Group, Consumer Electronics Association, và Recording Academy, cùng với các nhãn ghi, có âm thanh hi-res được định nghĩa chính thức là: “âm thanh không tổn hao (lossless) có khả năng tái tạo phạm vi đầy đủ của âm thanh từ các bản ghi đã được ghi gốc từ các nguồn âm nhạc có chất lượng cao hơn CD.” Theo các thuật ngữ đơn giản nhất của nó, âm thanh hi-res hướng về việc đề cập đến các tệp tin âm nhạc có tần số lấy mẫu và/hoặc độ sâu bit cao hơn đĩa compact (CD) - được xác định ở 16-bit/44,1 kHz. Tần số lấy mẫu (hoặc tốc độ lấy mẫu) liên quan tới số lần mà các mẫu của tín hiệu được lấy trên một giây trong quy trình biến đổi tương tự-sang-số. Với nhiều bit hơn, tín hiệu có độ chính xác cao hơn có thể đo được trong trường hợp thứ nhất. Do đó, đi từ 16-bit đến 24-bit theo độ sâu bit này có thể gây ra sự nhảy cóc đáng kể về chất lượng. Các tệp tin âm thanh hi-res luôn sử dụng tần số lấy mẫu bằng 96 kHz (hoặc thậm chí cao hơn nhiều) ở 24-bit. Trong một số trường hợp, tần số lấy mẫu bằng 88,2 kHz cũng có thể được sử dụng cho các tệp tin âm thanh hi-res. Ngoài ra, còn tồn tại các bản ghi 44,1 kHz/24-bit được gắn nhãn âm thanh HD.

Có một số định dạng tệp tin âm thanh hi-res khác có các yêu cầu tương thích của bản thân chúng. Các định dạng tệp tin có khả năng lưu trữ âm thanh độ phân giải cao bao gồm các định dạng FLAC (Free không tổn hao Audio Codec) và ALAC (Apple không tổn hao Audio Codec) phổ biến, cả hai đều được nén nhưng theo cách mà có nghĩa là, về lý thuyết, không có thông tin nào bị mất. Các định dạng khác bao gồm các định dạng WAV và AIFF không nén, DSD (định dạng này được sử dụng cho các Super Audio CD) và MQA (Master Quality Authenticated) mới hơn. Dưới đây là phân phân tích các định dạng tệp tin chính:

WAV (hi-res): Định dạng chuẩn cho tất cả các CD được mã hóa. Chất lượng âm thanh cao nhưng không nén, nghĩa là kích thước tệp tin lớn (đặc biệt đối với các tệp tin hi-res). Nó có hỗ trợ siêu dữ liệu kém (nghĩa là, thông tin hình minh họa album, nghệ sĩ và tên bài hát).

AIFF (hi-res): Thay thế của Apple cho WAV, hỗ trợ siêu dữ liệu tốt hơn. Nó không tổn hao và không nén (do đó kích thước tệp tin lớn), nhưng không quá thông dụng.

FLAC (hi-res): Định dạng nén không tổn hao này hỗ trợ các tốc độ lấy mẫu hi-res, chiếm khoảng một nửa không gian của WAV, và lưu trữ siêu dữ liệu. Nó miễn phí bản quyền và được hỗ trợ rộng rãi (Apple không hỗ trợ) và được xem là định dạng được ưu tiên cho tải xuống và lưu trữ các album hi-res.

ALAC (hi-res): Định dạng nén không tổn hao của chính Apple cũng có hi-res, lưu trữ siêu dữ liệu và chiếm một nửa không gian của WAV. Sự thay thế thân thiện iTunes và iOS đối với FLAC.

DSD (hi-res): Định dạng bit đơn lẻ được sử dụng cho các Super Audio CD. Nó đến từ các loại 2,8 MHz, 5,6 MHz và 11,2 MHz, nhưng không được hỗ trợ rộng rãi.

MQA (hi-res): Định dạng nén không tổn hao gói các tệp tin hi-res có phần tăng cường hơn trên miền thời gian. Nó được sử dụng để phát trực tuyến Tidal Masters hi-res, nhưng có giới hạn hỗ trợ chéo sản phẩm.

MP3 (không phải hi-res): Định dạng được nén tổn hao (lossy) phổ biến bảo đảm có kích thước tệp tin nhỏ, nhưng thua xa chất lượng âm thanh tốt nhất. Thuận tiện để lưu trữ âm nhạc trên điện thoại thông minh và iPod, nhưng không hỗ trợ hi-res.

AAC (không phải hi-res): thay thế cho MP3, định dạng tổn hao và được nén nhưng âm thanh tốt hơn. Được sử dụng để tải xuống trên iTunes, phát trực tuyến Apple Music (ở 256 kbp), và phát trực tuyến YouTube.

Lợi ích được yêu cầu chính của các tệp tin âm thanh hi-res là chất lượng âm thanh cao hơn so với các định dạng âm thanh nén. Các tải xuống từ các vị trí như Amazon và iTunes, và các dịch vụ phát trực tuyến như Spotify, sử dụng các định dạng tệp tin nén với tốc độ bit tương đối thấp, như các tệp tin AAC 256 kbp trên Apple Music và các dòng Ogg Vorbis 320kbp trên Spotify. Việc sử dụng nén tổn hao nghĩa là dữ liệu bị mất trong quy trình mã hóa, nói cách khác nghĩa là độ phân giải bị hy sinh vì mục tiêu là tính thuận tiện và các kích thước tệp tin nhỏ hơn. Việc này có hiệu quả đối với chất lượng âm thanh. Ví dụ, MP3 chất lượng cao nhất có tốc độ bit bằng 320 kbp, trong đó tệp tin 24-bit/192 kHz có tốc độ dữ liệu bằng 9216 kbp. Các CD âm nhạc là 1411 kbp. Do đó, các tệp tin hi-res 24-bit/96 kHz hoặc 24-bit/192 kHz, sự tái tạo sát hơn chất lượng âm thanh mà nhạc sĩ và kỹ sư làm việc cùng nhau trong phòng thu. Với thông tin nhiều hơn trên tệp tin được phát, âm thanh hi-res nhằm phô diễn độ chi tiết và cấu trúc cao hơn, đưa người nghe đến gần với buổi biểu diễn gốc hơn – tạo ra hệ thống phát đủ trong vất.

Âm thanh hi-res đi cùng với mặt trái là: kích thước tệp tin. Một tệp tin hi-res có thể thường có kích thước hàng chục megabyte, và một vài bản nhạc có thể nhanh chóng ngốn trọn bộ lưu trữ trên thiết bị. Mặc dù bộ lưu trữ rẻ tiền hơn nhiều được sử dụng, nhưng kích thước của các tệp tin có thể vẫn làm cho âm thanh hi-res trở nên cồng kềnh khi truyền qua Wi-Fi hoặc mạng di động mà không nén.

Có nhiều sản phẩm khác nhau có thể phát và hỗ trợ âm thanh hi-res. Chúng đều phụ thuộc vào hệ thống là lớn hay nhỏ ra sao, ngân sách là bao nhiêu và phương pháp nào được sử dụng nhiều nhất để nghe nhạc. Một số ví dụ về các sản phẩm hỗ trợ âm thanh hi-res được mô tả dưới đây.

Điện thoại thông minh

Các điện thoại thông minh ngày càng hỗ trợ việc phát lại hi-res. Tuy nhiên, điều này bị giới hạn ở các mẫu Android hàng đầu, như Samsung Galaxy S9 và S9+ và Note 9 (đều hỗ trợ các tệp tin DSD), và Sony Xperia XZ3 hiện nay. Các điện thoại hỗ trợ hi-res LG V30 và V30S ThinQ hiện là các mẫu mang lại sự tương thích MQA, trong khi các điện thoại Samsung S9 thậm chí còn hỗ trợ Dolby Atmos. Các điện thoại iPhone của Apple vẫn chưa hỗ trợ âm thanh hi-res, dù vẫn có cách nào đó nhờ sử dụng ứng dụng hợp lý, và sau đó cắm vào bộ biến đổi số-thành-tương tự (digital-to-analog converter, DAC) hoặc sử dụng các tai nghe Lightning có các đầu nối Lightning của điện thoại iPhone.

Máy tính bảng

Máy tính bảng High-res-playing cũng tồn tại và bao gồm tính năng tương tự Samsung Galaxy Tab S4. Ở MWC 2018, một số mẫu tương thích mới đã được tung ra, bao gồm loạt M5 từ Huawei và máy tính bảng Granbeat của Onkyo.

Máy phát nhạc di động

Theo cách khác, có các máy phát nhạc hi-res di động chuyên dụng như máy phát nhạc di động đoạt giải Sony Walkmans và Astell & Kern. Các máy phát nhạc này mang lại không gian lưu trữ nhiều hơn và có chất lượng âm thanh tốt hơn nhiều so với điện thoại thông minh đa nhiệm. Chẳng những có khả năng di động thông thường, máy phát nhạc số Sony DMP-Z1 cực kỳ đắt tiền còn được gói gọn các các năng lực hi-res và số hóa phát trực tiếp (direct stream digital - DSD).

Máy tính để bàn

Đối với giải pháp máy tính để bàn, máy tính xách tay (Windows, Mac, Linux) là nguồn chủ yếu để lưu trữ và phát âm nhạc hi-res (sau cùng, đây là nơi nhạc từ các vị trí tải xuống hi-res được tải xuống).

Các DAC

DAC USB hoặc để bàn (như Cyrus soundKey hoặc Chord Mojo) là một cách tốt để có được chất lượng âm thanh cao từ các tệp tin hi-res được lưu trữ trên máy tính hoặc điện thoại thông minh (các mạch âm thanh của chúng không có xu hướng được

tối ưu hóa cho chất lượng âm thanh). Đơn giản là đầu bộ chuyển đổi số-thành-tương tự (digital-to-analogue converter, DAC) phù hợp giữa nguồn và các tai nghe cho việc tăng âm lập tức.

Các tệp tin âm thanh không nén mã hóa tín hiệu đầu vào âm thanh đầy đủ thành định dạng số hóa có khả năng lưu trữ tải đầy đủ của dữ liệu đến. Chúng mang lại chất lượng cao nhất và khả năng lưu trữ cùng với yêu cầu các tệp tin kích thước lớn, ngăn cản việc sử dụng rộng rãi của chúng trong nhiều trường hợp. Mã hóa không tổn hao nằm trung gian giữa không nén và tổn hao. Nó cho chất lượng âm thanh tương tự hoặc giống với các tệp tin âm thanh không nén ở các kích thước giảm. Bộ mã hóa-giải mã không tổn hao đạt được điều này nhờ nén âm thanh đi vào theo cách không phá hủy khi mã hóa trước khi khôi phục thông tin không nén khi giải mã. Các kích thước tệp tin của âm thanh được mã hóa không tổn hao vẫn quá lớn đối với nhiều ứng dụng. Các tệp tin tổn hao được mã hóa khác không nén hoặc không tổn hao. Chức năng cơ bản của chuyển đổi tương tự-thành-số giữ nguyên giống trong kỹ thuật mã hóa tổn hao. Sự tổn hao tách ra từ không nén. Các bộ mã hóa-giải mã tổn hao bỏ đi một lượng thông tin đáng kể chứa trong các sóng âm gốc trong khi cố gắng giữ chất lượng âm thanh theo chủ quan càng gần các sóng âm gốc càng tốt. Vì điều này, các tệp tin âm thanh tổn hao nhỏ hơn nhiều các tệp tin không nén, cho phép sử dụng trong các kịch bản âm thanh trực tiếp. Nếu không có chênh lệch chất lượng chủ quan giữa các tệp tin âm thanh tổn hao và các tệp tin không nén, chất lượng của các tệp tin âm thanh tổn hao có thể được xem là “trong vắt”. Hiện nay, một số bộ mã hóa-giải mã âm thanh tổn hao độ phân giải cao đã được phát triển, trong số đó LDAC (Sony) và AptX (Qualcomm) là phổ biến nhất. LHDC (Savitech) cũng là một trong số chúng.

Người tiêu dùng và các công ty âm thanh cao cấp đã nói nhiều về âm thanh Bluetooth nhiều hơn trước đây. Đó là bộ tai nghe không dây, bộ phận nghe không dùng tay, tự động, hoặc nhà thông minh, có số lượng ngày càng tăng của các trường hợp sử dụng cho âm thanh Bluetooth chất lượng cao. Một số công ty đã có các giải pháp phóng đại hiệu năng của các giải pháp Bluetooth đột phá. aptX của Qualcomm đã có mặt trên rất nhiều điện thoại Android, nhưng nhà khổng lồ về đa phương tiện là Sony

đã có giải pháp cao cấp của chính họ được gọi là LDAC. Công nghệ này trước đây chỉ khả dụng trên loạt máy Xperia của Sony của các bộ thu phát cầm tay, nhưng với việc giới thiệu Android 8.0 Oreo, bộ mã hóa-giải mã Bluetooth sẽ là khả dụng dưới dạng một phần của mã AOSP cho OEMS khác để thực hiện, nếu cần có. Ở mức độ cơ bản nhất, LDAC hỗ trợ truyền các tệp tin âm thanh 24-bit/96 kHz (Hi-Res) qua không gian thông qua Bluetooth. Bộ mã hóa-giải mã cạnh tranh mới nhất là aptX HD của Qualcomm, hỗ trợ dữ liệu âm thanh 24-bit/48 kHz. LDAC đi cùng với ba loại chế độ kết nối khác nhau—ưu tiên chất lượng, bình thường, và ưu tiên kết nối. Mỗi loại cho một tốc độ bit khác, lần lượt cân nhắc ở 990 kbp, 660 kbp, và 330 kbp. Do đó, tùy thuộc vào loại kết nối khả dụng, có các mức độ thay đổi của chất lượng. Rõ ràng là tốc độ bit thấp nhất của LDAC không tạo ra chất lượng 24-bit/96 kHz đầy đủ mà LDAC có được. LDAC là công nghệ mã hóa âm thanh được phát triển bởi Sony, cho phép âm thanh phát trực tuyến qua các kết nối Bluetooth lên đến 990 kbit/s ở 24-bit/96 kHz. Nó được sử dụng bởi các sản phẩm Sony khác nhau, bao gồm tai nghe, điện thoại thông minh, máy phát đa phương tiện di động, loa di động và rạp chiếu phim gia đình. LDAC là bộ mã hóa-giải mã tổn hao, sử dụng sơ đồ mã hóa dựa vào MDCT để tạo ra việc nén dữ liệu có hiệu quả hơn. Đối thủ chính của LDAC là công nghệ aptX-HD của Qualcomm. Bộ mã hóa-giải mã dải con (subband codec, SBC) độ phức tạp thấp tiêu chuẩn chất lượng cao đạt được tối đa 328 kbp, aptX của Qualcomm ở 352 kbp, và aptX HD là 576 kbp. Sau đó, trên lý thuyết, LDAC 990 kbp truyền nhiều dữ liệu hơn bất kỳ bộ mã hóa-giải mã Bluetooth khác nào. Và kể cả thiết lập ưu tiên kết nối thấp cấp cạnh tranh với SBC và aptX, mà sẽ cung cấp cho người có phát trực tiếp nhạc từ các dịch vụ phổ biến nhất. Có hai phần chính của LDAC của Sony. Phần thứ nhất đạt được tốc độ truyền Bluetooth đủ cao lên đến 990 kbp, và phần thứ hai ép dữ liệu âm thanh độ phân giải cao vào băng thông này với tổn hao nhỏ nhất về chất lượng. LDAC sử dụng công nghệ tốc độ dữ liệu được nâng cao (Enhanced Data Rate, EDR) tùy chọn của Bluetooth để tăng các tốc độ dữ liệu bên ngoài các giới hạn hồ sơ A2DP (Advanced Audio Distribution Profile (biên dạng phân bố âm thanh nâng cao)) thông

thường. Nhưng đây là sự phụ thuộc vào phần cứng. Các tốc độ EDR không thường được sử dụng bởi biên dạng âm thanh A2DP.

Thuật toán aptX gốc dựa vào các nguyên lý điều biến mã-xung chênh lệch thích ứng (adaptive differential pulse-code modulation, ADPCM) miền thời gian mà không có các kỹ thuật tạo mặt nạ nghe âm thanh sinh học. Mã hóa âm thanh aptX của Qualcomm được giới thiệu trước tiên ra thị trường thương mại dưới dạng sản phẩm bán dẫn, mạch tích hợp DSP được lập trình riêng có tên bộ phận là APTX100ED, được sử dụng ban đầu bởi các nhà sản xuất thiết bị tự động hóa phát rộng yêu cầu phương tiện để lưu trữ âm thanh chất lượng CD trên ổ đĩa cứng máy tính để phát tự động trong khi diễn ra sự trình diễn vô tuyến, ví dụ, do thay thế nhiệm vụ của người giới thiệu đĩa hát. Vì việc đưa vào thương mại của nó vào trước những năm 1990, nên phạm vi của các thuật toán aptX cho việc nén dữ liệu âm thanh thời gian thực đã tiếp tục được mở rộng với sở hữu trí tuệ trở thành khả dụng dưới dạng phần mềm, phần sụn, và phần cứng lập trình được cho âm thanh chuyên nghiệp, vô tuyến truyền hình và phát rộng vô tuyến, và các thiết bị điện tử tiêu dùng, đặc biệt là các ứng dụng trong âm thanh không dây, âm thanh thời gian trễ thấp không dây cho chơi trò chơi và xem video, và âm thanh qua IP. Ngoài ra, bộ mã hóa-giải mã aptX có thể được sử dụng thay cho SBC (sub-band coding – mã hóa dải con), sơ đồ mã hóa dải con để phát trực tuyến âm thanh stereo/mono tổn hao được ủy nhiệm bởi Bluetooth SIG cho A2DP của Bluetooth, chuẩn mạng phạm vi cá nhân không dây tầm ngắn. AptX được hỗ trợ trong các thiết bị ngoại vi Bluetooth hiệu năng cao. Ngày nay, cả chuẩn aptX lẫn aptX nâng cao (Enhanced aptX, E- aptX) đều được sử dụng trong cả phần cứng mã hóa-giải mã âm thanh ISDN và IP từ nhiều nhà sản xuất thiết bị phát rộng. Ngoài họ aptX dưới dạng aptX Live, mang lại tỷ lệ nén lên đến 8:1, được giới thiệu vào năm 2007. Và aptX-HD, bộ mã hóa-giải mã âm thanh thích ứng tổn thất, nhưng định tỷ lệ được, được giới thiệu vào tháng tư, 2009. AptX là tên trước đây của apt-X cho đến khi thu được bởi CSR plc vào năm 2010. CSR thu được sau đó bởi Qualcomm vào tháng tám, 2015. Bộ mã hóa-giải mã âm thanh aptX được sử dụng cho người tiêu dùng và các ứng dụng âm thanh không dây tự động, đặc biệt là việc phát trực tiếp theo thời gian thực cho âm

thanh stereo tổn hao qua kết nối/ghép đôi Bluetooth A2DP giữa thiết bị “nguồn” (như điện thoại thông minh, máy tính bảng hoặc máy tính xách tay) và phụ kiện “ăn theo” (ví dụ loa stereo Bluetooth, tai nghe hoặc bộ tai nghe). Công nghệ này phải được kết hợp trong cả bộ phát lẫn bộ thu để thu được các lợi ích về âm thanh của mã hóa âm thanh aptX so với mã hóa dải phụ (SBC) mặc định được ủy nhiệm bởi chuẩn Bluetooth. Chuẩn aptX nâng cao đề xuất việc mã hóa ở tỷ lệ nén 4:1 đối với các ứng dụng phát rộng âm thanh chuyên nghiệp và thích hợp cho AM, FM, DAB, HD Radio.

Chuẩn aptX nâng cao hỗ trợ các độ sâu bit 16, 20, hoặc 24 bit. Đối với âm thanh lấy mẫu ở 48 kHz, tốc độ bit cho E-aptX là 384 kbit/s (kênh kép). AptX-HD có tốc độ bit bằng 576 kbit/s. Nó hỗ trợ âm thanh độ nét cao lên đến tốc độ lấy mẫu 48 kHz và độ phân giải mẫu lên đến 24 bits. Không giống tên đề xuất, bộ mã hóa-giải mã này vẫn được xem là tổn hao. Tuy nhiên, nó cho phép sơ đồ mã hóa “lai” cho các ứng dụng trong đó tỷ lệ dữ liệu được nén trung bình hoặc đỉnh phải được giữ ở một mức được ràng buộc. Việc này liên quan đến ứng dụng động của mã hóa “gần không tổn hao” cho các phân đoạn này của âm thanh ở nơi việc mã hóa không tổn hao hoàn toàn là không khả thi do các ràng buộc băng thông. Mã hóa “gần như không tổn hao” duy trì chất lượng âm thanh độ nét cao, giữ các tần số âm thanh lên đến 20 kHz và phạm vi âm ít nhất là 120 dB. Đối thủ chính của nó là bộ mã hóa-giải mã LDAC được phát triển bởi Sony. Tham số định tỷ lệ được khác bên trong aptX-HD là độ trễ mã hóa. Nó có thể được trao đổi động với các tham số khác như cấp độ nén và độ phức tạp tính toán.

LHDC đại diện cho bộ mã hóa-giải mã âm thanh độ nét cao và độ trễ thấp được giới thiệu bởi Savitech. So với định dạng âm thanh Bluetooth SBC, LHDC có thể cho phép nhiều hơn 3 lần dữ liệu được truyền để cung cấp âm thanh không dây độ nét cao và thực tế nhất và không có thêm chênh lệch chất lượng âm thanh giữa các thiết bị âm thanh không dây và có dây. Sự tăng dữ liệu truyền cho phép người dùng trải nghiệm trường âm thanh chi tiết hơn và tốt hơn, và chìm vào cảm xúc của âm nhạc. Tuy nhiên, tốc độ dữ liệu SBC nhiều hơn 3 lần có thể là quá cao đối với nhiều ứng dụng thực tế.

FIG.1 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của của bộ mã hóa L2HC (Bộ mã hóa-giải mã độ phân giải cao độ trễ thấp & độ phức tạp thấp (Low delay & Low complexity High resolution Codec)) 100 theo một số phương án thực hiện. FIG.2 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của của bộ giải mã L2HC 200 theo một số phương án thực hiện. Thông thường, L2HC có thể cho chất lượng “trong vắt” ở tốc độ bit thấp hợp lý. Trong một số trường hợp, bộ mã hóa 100 và bộ giải mã 200 có thể được thực hiện trong một thiết bị mã hóa-giải mã tín hiệu. Trong một số trường hợp, bộ mã hóa 100 và bộ giải mã 200 có thể được thực hiện trong các thiết bị khác nhau. Trong một số trường hợp, bộ mã hóa 100 và bộ giải mã 200 có thể được thực hiện trong thiết bị thích hợp bất kỳ. Trong một số trường hợp, bộ mã hóa 100 và bộ giải mã 200 có thể có cùng độ trễ thuật toán (ví dụ cùng kích thước khung hoặc cùng số lượng khung con). Trong một số trường hợp, kích thước khung con trong các mẫu có thể là cố định. Ví dụ, nếu tốc độ lấy mẫu là 96 kHz hoặc 48 kHz, kích thước khung con có thể là 192 hoặc 96 mẫu. Mỗi khung có thể có 1, 2, 3, 4, hoặc 5 khung con, tương ứng với các độ trễ thuật toán khác nhau. Trong một số ví dụ, khi tốc độ lấy mẫu đầu vào của bộ mã hóa 100 là 96 kHz, tốc độ lấy mẫu đầu ra của bộ giải mã 200 có thể là 96 kHz hoặc 48 kHz. Trong một số ví dụ, khi tốc độ lấy mẫu đầu vào của tốc độ lấy mẫu là 48 kHz, tốc độ lấy mẫu đầu ra của bộ giải mã 200 cũng có thể là 96 kHz hoặc 48 kHz. Trong một số trường hợp, dải trên được bổ sung nhân tạo nếu tốc độ lấy mẫu đầu vào của bộ mã hóa 100 là 48 kHz và tốc độ lấy mẫu đầu ra của bộ giải mã 200 là 96 kHz.

Trong một số ví dụ, khi tốc độ lấy mẫu đầu vào của bộ mã hóa 100 là 88,2 kHz, tốc độ lấy mẫu đầu ra của bộ giải mã 200 có thể là 88,2 kHz hoặc 44,1 kHz. Trong một số ví dụ, khi tốc độ lấy mẫu đầu vào của bộ mã hóa 100 là 44,1 kHz, tốc độ lấy mẫu đầu ra của bộ giải mã 200 còn có thể là 88,2 kHz hoặc 44,1 kHz. Tương tự, dải trên cũng có thể được bổ sung nhân tạo khi tốc độ lấy mẫu đầu vào của bộ mã hóa 100 là 44,1 kHz và tốc độ lấy mẫu đầu ra của bộ giải mã 200 là 88,2 kHz. Nó giống bộ mã hóa để mã hóa tín hiệu đầu vào 96 kHz hoặc 88,2 kHz. Nó cũng giống bộ mã hóa để mã hóa tín hiệu đầu vào 48 kHz hoặc 44,1 kHz.

Trong một số trường hợp, ở bộ mã hóa L2HC 100, độ sâu bit tín hiệu đầu vào có thể là 32b, 24b, hoặc 16b. Ở bộ giải mã L2HC 200, độ sâu bit tín hiệu đầu ra cũng có thể là 32b, 24b, hoặc 16b. Trong một số trường hợp, độ sâu bit bộ mã hóa ở bộ mã hóa 100 và độ sâu bit bộ giải mã ở bộ giải mã 200 có thể khác nhau.

Trong một số trường hợp, chế độ mã hóa (ví dụ ABR_mode) có thể được thiết lập trong bộ mã hóa 100, và có thể được cải biến theo thời gian thực trong khi chạy. Trong một số trường hợp, ABR_mode=0 biểu thị tốc độ bit cao, ABR_mode=1 biểu thị tốc độ bit trung bình, và ABR_mode=2 biểu thị tốc độ bit thấp. Trong một số trường hợp, thông tin ABR_mode có thể được gửi đến bộ giải mã 200 qua kênh dòng bit nhờ sử dụng 2 bit. Số lượng kênh mặc định có thể là stereo (hai kênh) khi dùng cho các ứng dụng tai nghe Bluetooth. Trong một số ví dụ, tốc độ bit trung bình cho ABR_mode=2 có thể nằm trong khoảng từ 370 đến 400 kbp, tốc độ bit trung bình cho ABR_mode=1 có thể nằm trong khoảng từ 450 đến 550 kbp, và tốc độ bit trung bình cho ABR_mode=0 có thể nằm trong khoảng từ 550 đến 710 kbp. Trong một số trường hợp, tốc độ bit tức thời lớn nhất cho tất cả các trường hợp/chế độ có thể nhỏ hơn 990 kbp.

Như được thể hiện trên FIG.1, bộ mã hóa 100 bao gồm bộ lọc chỉnh tăng 104, băng lọc phân tích bộ lọc gương cầu phương (quadrature mirror filter, QMF) 106, bộ mã hóa dải dưới thấp (low low band, LLB) 118, bộ mã hóa dải trên thấp (low high band, LHB) 120, bộ mã hóa dải dưới cao (high low band, HLB) 122, bộ mã hóa dải trên cao (high low band, HLB) 123, và bộ dồn kênh 126. Trước tiên, tín hiệu số đầu vào gốc 102 được chỉnh tăng bởi bộ lọc chỉnh tăng 104. Trong một số trường hợp, bộ lọc chỉnh tăng 104 có thể là bộ lọc thông cao không đổi. Bộ lọc chỉnh tăng 104 có ích cho hầu hết các tín hiệu âm nhạc dưới dạng do hầu hết các tín hiệu âm nhạc đều chứa năng lượng dải tần thấp cao hơn nhiều so với năng lượng dải tần cao. Sự tăng của năng lượng dải tần cao có thể làm tăng độ chính xác xử lý của các tín hiệu dải tần cao.

Đầu ra của bộ lọc chỉnh tăng 104 đi qua băng lọc phân tích QMF 106 để tạo ra bốn tín hiệu dải con - tín hiệu LLB 110, tín hiệu LHB 112, tín hiệu HLB 114, và tín hiệu HHB 116. Theo một ví dụ, tín hiệu đầu vào gốc được tạo ra ở tốc độ lấy mẫu 96

kHz. Trong ví dụ này, tín hiệu LLB 110 bao gồm dải con từ 0 đến 12 kHz, tín hiệu LHB 112 bao gồm dải con từ 12 đến 24 kHz, tín hiệu HLB 114 bao gồm dải con từ 24 đến 36 kHz, và tín hiệu HHB 116 bao gồm dải con từ 36 đến 48 kHz. Như được thể hiện, mỗi tín hiệu trong số bốn tín hiệu dải con được mã hóa lần lượt bởi bộ mã hóa LLB 118, bộ mã hóa LHB 120, bộ mã hóa HLB 122, và bộ mã hóa HHB 124 để tạo ra tín hiệu dải con được mã hóa. Bốn tín hiệu được mã hóa có thể được dồn kênh bởi bộ dồn kênh 126 để tạo ra tín hiệu âm thanh được mã hóa.

Như được thể hiện trên FIG.2, bộ giải mã 200 bao gồm bộ giải mã LLB 204, bộ giải mã LHB 206, bộ giải mã HLB 208, bộ giải mã HHB 210, băng lọc tổng hợp QMF 212, thành phần hậu xử lý 214, và bộ lọc chỉnh giảm 216. Trong một số trường hợp, mỗi bộ giải mã trong số bốn bộ giải mã LLB 204, bộ giải mã LHB 206, bộ giải mã HLB 208, và bộ giải mã HHB 210 có thể nhận tín hiệu dải con được mã hóa từ kênh 202 một cách tương ứng, và tạo ra tín hiệu dải con được giải mã. Tín hiệu dải con được giải mã từ bốn bộ giải mã từ 204 đến 210 có thể được tính tổng quay trở lại bằng lọc tổng hợp QMF 212 để tạo ra tín hiệu đầu ra. Tín hiệu đầu ra có thể được hậu xử lý bởi thành phần hậu xử lý 214 nếu cần, và sau đó được chỉnh giảm bởi bộ lọc chỉnh giảm 216 để tạo ra tín hiệu âm thanh được giải mã 218. Trong một số trường hợp, bộ lọc chỉnh giảm 216 có thể là bộ lọc không đổi và có thể là bộ lọc ngược của bộ lọc chỉnh tăng 104. Theo một ví dụ, tín hiệu âm thanh được giải mã 218 có thể được tạo ra bởi bộ giải mã 200 ở cùng tốc độ lấy mẫu như tín hiệu âm thanh đầu vào (ví dụ tín hiệu âm thanh 102) của bộ mã hóa 100. Trong ví dụ này, tín hiệu âm thanh được giải mã 218 được tạo ra ở tốc độ lấy mẫu 96 kHz.

FIG.3 và FIG.4 minh họa lần lượt các cấu trúc làm ví dụ của bộ mã hóa LLB 300 và bộ giải mã LLB 400. Như được thể hiện trên FIG.3, bộ mã hóa LLB 300 bao gồm thành phần phát hiện độ nghiêng phổ cao 304, bộ lọc nghiêng 306, thành phần phân tích mã hóa dự đoán tuyến tính (linear predictive coding, LPC) 308, bộ lọc LPC ngược 310, thành phần điều kiện dự đoán dài hạn (long-term prediction, LTP) 312, thành phần phát hiện âm độ cao 314, bộ lọc gán trọng số 316, thành phần đóng góp LTP nhanh 318, đơn vị chức năng bổ sung 320, thành phần điều khiển tốc độ bit 322,

thành phần lượng tử hóa phần dư ban đầu 324, thành phần điều chỉnh tốc độ bit 326, và thành phần tối ưu hóa lượng tử hóa nhanh 328.

Như được thể hiện trên FIG.3, trước tiên tín hiệu dải con LLB 302 đi qua bộ lọc nghiêng 306 được điều khiển bởi thành phần phát hiện độ nghiêng phổ 304. Trong một số trường hợp, tín hiệu LLB được lọc nghiêng được tạo ra bởi bộ lọc nghiêng 306. Sau đó, tín hiệu LLB được lọc nghiêng có thể được phân tích LPC bởi thành phần phân tích LPC 308 để tạo ra các tham số bộ lọc LPC trong dải con LLB. Trong một số trường hợp, các tham số bộ lọc LPC có thể được lượng tử hóa và được gửi đến bộ giải mã LLB 400. Bộ lọc LPC ngược 310 có thể được sử dụng để lọc tín hiệu LLB được lọc nghiêng và tạo ra tín hiệu dư LLB. Trong miền tín hiệu dư này, bộ lọc gán trọng số 316 được bổ sung cho tín hiệu âm độ cao. Trong một số trường hợp, bộ lọc gán trọng số 316 có thể được chuyển mạch bật hoặc tắt tùy thuộc vào bước phát hiện âm độ cao bởi thành phần phát hiện âm độ cao 314, chi tiết về chúng sẽ được giải thích chi tiết hơn sau đây. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư LLB được gán trọng số có thể được tạo ra bởi bộ lọc gán trọng số 316.

Như được thể hiện trên FIG.3, tín hiệu dư LLB được gán trọng số trở thành tín hiệu chuẩn. Trong một số trường hợp, khi tính chu kỳ mạnh tồn tại trong tín hiệu gốc, sự đóng góp LTP (Long-Term Prediction, dự đoán dài hạn) có thể được giới thiệu bởi thành phần đóng góp LTP nhanh 318 dựa vào điều kiện LTP 312. Trong bộ mã hóa 300, sự đóng góp LTP có thể được trừ đi từ tín hiệu dư LLB được gán trọng số bởi đơn vị chức năng bổ sung 320 để tạo ra tín hiệu dư LLB được gán trọng số thứ hai trở thành tín hiệu đầu vào đối với thành phần lượng tử hóa phần dư LLB ban đầu 324. Trong một số trường hợp, tín hiệu đầu ra của thành phần lượng tử hóa phần dư LLB ban đầu 324 có thể được xử lý bởi thành phần tối ưu hóa lượng tử hóa nhanh 328 để tạo ra tín hiệu dư LLB được lượng tử hóa 330. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư LLB được lượng tử hóa 330 cùng với các tham số LTP (khi LTP tồn tại) có thể được gửi đến bộ giải mã LLB 400 qua kênh dòng bit.

FIG.4 thể hiện cấu trúc làm ví dụ của của bộ giải mã LLB 400. Như được thể hiện, bộ giải mã LLB 400 bao gồm thành phần dư được lượng tử hóa 406, thành phần

đóng góp LTP nhanh 408, thành phần cờ chuyển đổi LTP 410, đơn vị chức năng bổ sung 414, bộ lọc gán trọng số ngược 416, thành phần cờ âm độ cao 420, bộ lọc LPC 422, bộ lọc nghiêng ngược 424, và thành phần cờ nghiêng phổ cao 428. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư được lượng tử hóa từ thành phần dư được lượng tử hóa 406, tín hiệu đóng góp LTP từ thành phần đóng góp LTP nhanh 408 có thể được bổ sung cùng nhau bởi đơn vị chức năng bổ sung 414 để tạo ra tín hiệu dư LLB được gán trọng số dưới dạng tín hiệu đầu vào đến bộ lọc gán trọng số ngược 416.

Trong một số trường hợp, bộ lọc gán trọng số ngược 416 có thể được sử dụng để loại bỏ phép gán trọng số và phục hồi độ phẳng phổ của tín hiệu dư được lượng tử hóa LLB. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư LLB được phục hồi có thể được tạo ra bởi bộ lọc gán trọng số ngược 416. Tín hiệu dư LLB được phục hồi có thể lại được lọc bởi bộ lọc LPC 422 để tạo ra tín hiệu LLB trong miền tín hiệu. Trong một số trường hợp, nếu bộ lọc nghiêng (ví dụ bộ lọc nghiêng 306) tồn tại trong bộ mã hóa LLB 300, tín hiệu LLB trong bộ giải mã LLB 400 có thể được lọc bởi bộ lọc nghiêng ngược 424 được điều khiển bởi thành phần cờ nghiêng phổ cao 428. Trong một số trường hợp, tín hiệu LLB được giải mã 430 có thể được tạo ra bởi bộ lọc nghiêng ngược 424.

FIG.5 và FIG.6 minh họa các cấu trúc làm ví dụ của bộ mã hóa LHB 500 và bộ giải mã LHB 600. Như được thể hiện trên FIG.5, bộ mã hóa LHB 500 bao gồm thành phần phân tích LPC 504, bộ lọc LPC ngược 506, thành phần điều khiển tốc độ bit 510, thành phần lượng tử hóa phần dư ban đầu 512, và thành phần tối ưu hóa lượng tử hóa nhanh 514. Trong một số trường hợp, tín hiệu dải con LHB 502 có thể được phân tích LPC bởi thành phần phân tích LPC 504 để tạo ra các tham số bộ lọc LPC trong dải con LHB. Trong một số trường hợp, các tham số bộ lọc LPC có thể được lượng tử hóa và được gửi đến bộ giải mã LHB 600. Tín hiệu dải con LHB 502 có thể được lọc bởi bộ lọc LPC ngược 506 trong bộ mã hóa 500. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư LHB có thể được tạo ra bởi bộ lọc LPC ngược 506. Tín hiệu dư LHB, trở thành tín hiệu đầu vào cho phép lượng tử hóa phần dư LHB, có thể được xử lý bởi thành phần lượng tử hóa phần dư ban đầu 512 và thành phần tối ưu hóa lượng tử hóa nhanh 514 để tạo ra tín hiệu dư LHB được lượng tử hóa 516. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư LHB

được lượng tử hóa 516 có thể được gửi đến bộ giải mã LHB 600 sau đó. Như được thể hiện trên FIG.6, phần dư được lượng tử hóa 604 thu được từ các bit 602 có thể được xử lý bởi bộ lọc LPC 606 cho dải con LHB để tạo ra tín hiệu LHB được giải mã 608.

FIG.7 và FIG.8 minh họa các cấu trúc làm ví dụ của bộ mã hóa 700 và bộ giải mã 800 cho các dải con HLB và/hoặc HHB. Như được thể hiện, bộ mã hóa 700 bao gồm thành phần phân tích LPC 704, bộ lọc LPC ngược 706, thành phần chuyển đổi tốc độ bit 708, thành phần điều khiển tốc độ bit 710, thành phần lượng tử hóa phần dư 712, và thành phần lượng tử hóa đường bao năng lượng 714. Nói chung, cả HLB và HHB đều nằm ở vùng tần số tương đối cao. Trong một số trường hợp, chúng được mã hóa và được giải mã theo hai cách khả thi. Ví dụ, nếu tốc độ bit đủ cao (ví dụ cao hơn 700 kbp đối với mã hóa stereo 96 kHz/24-bit), chúng có thể được mã hóa và được giải mã giống LHB. Trong một ví dụ, tín hiệu dải con HLB hoặc HHB 702 có thể được phân tích LPC bởi thành phần phân tích LPC 704 để tạo ra các tham số bộ lọc LPC trong dải con HLB hoặc HHB. Trong một số trường hợp, các tham số bộ lọc LPC có thể được lượng tử hóa và được gửi đến bộ giải mã HLB hoặc HHB 800. Tín hiệu dải con HLB hoặc HHB 702 có thể được lọc bởi bộ lọc LPC ngược 706 để tạo ra tín hiệu dư HLB hoặc HHB. Tín hiệu dư HLB hoặc HHB, trở thành tín hiệu đích cho phép lượng tử hóa phần dư, có thể được xử lý bởi thành phần lượng tử hóa phần dư 712 để tạo ra tín hiệu dư HLB hoặc HHB được lượng tử hóa 716. Sau đó, tín hiệu dư HLB hoặc HHB được lượng tử hóa 716 có thể được gửi đến phía bộ giải mã (ví dụ bộ giải mã 800) và được xử lý bởi bộ giải mã phần dư 806 và bộ lọc LPC 812 để tạo ra tín hiệu HLB hoặc HHB được giải mã 814.

Trong một số trường hợp, nếu tốc độ bit tương đối thấp (ví dụ thấp hơn 500 kbp đối với mã hóa stereo 96 kHz/24-bit), các tham số của bộ lọc LPC được tạo ra bởi thành phần phân tích LPC 704 cho các dải con HLB hoặc HHB có thể vẫn được lượng tử hóa và được gửi đến phía bộ giải mã (ví dụ, bộ giải mã 800). Tuy nhiên, tín hiệu dư HLB hoặc HHB có thể được tạo ra mà không sử dụng bất kỳ bit nào, và chỉ đường bao năng lượng miền thời gian của tín hiệu dư được lượng tử hóa và được gửi đến bộ giải mã với tốc độ bit rất thấp (ví dụ nhỏ hơn 3 kbp để mã hóa đường bao năng lượng này).

Theo một ví dụ, thành phần lượng tử hóa đường bao năng lượng 714 có thể nhận tín hiệu dư HLB hoặc HHB từ bộ lọc LPC ngược và tạo ra tín hiệu đầu ra mà sau đó có thể được gửi đến bộ giải mã 800. Sau đó, tín hiệu đầu ra từ bộ mã hóa 700 có thể được xử lý bởi bộ giải mã đường bao năng lượng 808 và thành phần tạo phần dư 810 để tạo ra tín hiệu đầu vào cho bộ lọc LPC 812. Trong một số trường hợp, bộ lọc LPC 812 có thể nhận tín hiệu dư HLB hoặc HHB từ thành phần tạo phần dư 810 và tạo ra tín hiệu HLB hoặc HHB được giải mã 814.

FIG.9 thể hiện cấu trúc phổ làm ví dụ 900 của tín hiệu âm độ cao. Thông thường, tín hiệu lời nói bình thường ít khi có cấu trúc phổ âm độ tương đối cao. Tuy nhiên, các tín hiệu âm nhạc và các tín hiệu giọng hát thường chứa cấu trúc phổ âm độ cao. Như được thể hiện, cấu trúc phổ 900 bao gồm tần số sóng hài thứ nhất F_0 tương đối cao hơn (ví dụ $F_0 > 500$ Hz) và mức phổ nền tương đối thấp hơn. Trong trường hợp này, tín hiệu âm thanh có cấu trúc phổ 900 có thể được xem là tín hiệu âm độ cao. Trong trường hợp của tín hiệu âm độ cao, sai số mã hóa nằm giữa 0 Hz và F_0 có thể dễ dàng nghe thấy được do thiếu hiệu ứng chống nghe thấy. Sai số (ví dụ, sai số giữa F_1 và F_2) có thể được ngăn chặn bởi F_1 và F_2 miễn là các năng lượng đỉnh của F_1 và F_2 là đúng. Tuy nhiên, nếu tốc độ bit không đủ cao, có thể không tránh được các sai số mã hóa.

Trong một số trường hợp, việc tìm ra khoảng trễ âm độ ngắn (âm độ cao) đúng trong LTP có thể giúp nâng cao chất lượng tín hiệu. Tuy nhiên, có thể không đủ để đạt được chất lượng “trong vát”. Để nâng cao chất lượng tín hiệu theo cách mạnh mẽ, bộ lọc gán trọng số thích ứng có thể được đưa vào, cải thiện các tần số rất thấp và giảm bớt các sai số mã hóa ở các tần số rất thấp ở yêu cầu tăng các sai số mã hóa ở các tần số cao hơn. Trong một số trường hợp, bộ lọc gán trọng số thích ứng (ví dụ, bộ lọc gán trọng số 316) có thể là bộ lọc cực bậc một như dưới đây:

$$W_E(Z) = \frac{1}{(1 - \alpha z^{-1})},$$

và bộ lọc gán trọng số ngược (ví dụ, bộ lọc gán trọng số ngược 416) có thể là bộ lọc zêrô bậc một như dưới đây:

$$W_D(Z) = 1 - \alpha z^{-1}.$$

Trong một số trường hợp, bộ lọc gán trọng số thích ứng có thể được thể hiện để cải thiện trường hợp âm độ cao. Tuy nhiên, có thể làm giảm chất lượng đối với các trường hợp khác. Do đó, trong một số trường hợp, bộ lọc gán trọng số thích ứng có thể được chuyển đổi bật và tắt dựa vào sự phát hiện của trường hợp âm độ cao (ví dụ, sử dụng thành phần phát hiện âm độ cao 314 trên Fig.3). Các nhiều cách để phát hiện tín hiệu âm độ cao. Một cách được mô tả dưới đây dựa vào FIG.10.

Như được thể hiện trên FIG.10, bốn tham số, bao gồm độ khuếch đại âm độ hiện thời 1002, độ khuếch đại âm độ được làm tròn 1004, độ dài trễ âm độ 1006, và độ nghiêng phổ 1008, có thể được sử dụng bởi thành phần phát hiện âm độ cao 1010 để xác định việc tín hiệu âm độ cao có tồn tại hay không. Trong một số trường hợp, độ khuếch đại âm độ 1002 biểu thị tính chu kỳ của tín hiệu. Trong một số trường hợp, độ khuếch đại âm độ được làm tròn 1004 là giá trị được chuẩn hóa của độ khuếch đại âm độ 1002. Theo một ví dụ, nếu độ khuếch đại âm độ được chuẩn hóa (ví dụ, độ khuếch đại âm độ được làm tròn 1004) nằm giữa 0 và 1, giá trị cao của độ khuếch đại âm độ được chuẩn hóa (ví dụ, khi độ khuếch đại âm độ được chuẩn hóa gần bằng 1) có thể biểu thị sự có mặt của các sóng hài mạnh trong miền phổ. Độ khuếch đại âm độ được làm tròn 1004 có thể biểu thị rằng tính chu kỳ là ổn định (không chỉ cục bộ). Trong một số trường hợp, nếu độ dài trễ âm độ 1006 là ngắn (ví dụ nhỏ hơn 3 ms), nghĩa là tần số sóng hài thứ nhất F0 là lớn (cao). Độ nghiêng phổ 1008 có thể được đo bởi sự tương quan tín hiệu phân đoạn ở một khoảng cách mẫu hoặc hệ số phản xạ thứ nhất của các tham số LPC. Trong một số trường hợp, độ nghiêng phổ 1008 có thể được sử dụng để biểu thị nếu vùng tần số rất thấp có chứa năng lượng đáng kể hay không. Nếu năng lượng trong vùng tần số rất thấp (ví dụ các tần số thấp hơn F0) tương đối cao, tín hiệu âm độ cao có thể không tồn tại. Trong một số trường hợp, khi tín hiệu âm độ cao được phát hiện, bộ lọc gán trọng số có thể được áp dụng. Trái lại, bộ lọc gán trọng số có thể không được áp dụng khi tín hiệu âm độ cao không được phát hiện.

FIG.11 là lưu đồ minh họa phương pháp 1100 làm ví dụ để thực hiện phép gán trọng số theo cảm quan của tín hiệu âm độ cao. Trong một số trường hợp, phương pháp 1100 có thể được thực hiện bởi thiết bị mã hóa-giải mã âm thanh (ví dụ bộ mã

hóa LLB 300). Trong một số trường hợp, phương pháp 1100 có thể được thực hiện bởi thiết bị thích hợp bất kỳ.

Phương pháp 1100 có thể bắt đầu ở khối 1102 trong đó nhận được tín hiệu (ví dụ tín hiệu 102 trên Fig.1). Trong một số trường hợp, tín hiệu có thể là tín hiệu âm thanh. Trong một số trường hợp, tín hiệu có thể bao gồm một hoặc nhiều thành phần dải con. Trong một số trường hợp, tín hiệu có thể bao gồm thành phần LLB, thành phần LHB, thành phần HLB, và thành phần HHB. Theo một ví dụ, tín hiệu có thể được tạo ra ở tốc độ lấy mẫu 96 kHz và có băng thông 48 kHz. Trong ví dụ này, thành phần LLB của tín hiệu có thể bao gồm dải con từ 0 đến 12 kHz, thành phần LHB có thể bao gồm dải con từ 12 đến 24 kHz, thành phần HLB có thể bao gồm dải con từ 24 đến 36 kHz, và thành phần HHB có thể bao gồm dải con từ 36 đến 48 kHz. Trong một số trường hợp, tín hiệu có thể được xử lý bởi bộ lọc chỉnh tần (ví dụ, bộ lọc chỉnh tần 104) và băng lọc phân tích QMF (ví dụ, băng lọc phân tích QMF 106) để tạo ra các tín hiệu dải con trong bốn dải con. Trong ví dụ này, tín hiệu dải con LLB, tín hiệu dải con LHB, tín hiệu dải con HLB, và tín hiệu dải con HHB có thể được tạo ra lần lượt cho bốn dải con này.

Ở khối 1104, tín hiệu dư của ít nhất một trong số một hoặc nhiều tín hiệu dải con được tạo ra dựa vào ít nhất một trong số một hoặc nhiều tín hiệu dải con này. Trong một số trường hợp, ít nhất một trong số một hoặc nhiều tín hiệu dải con có thể được lọc nghiêng để tạo ra tín hiệu được lọc nghiêng. Theo một ví dụ, ít nhất một trong số một hoặc nhiều tín hiệu dải con có thể bao gồm tín hiệu dải con trong dải con LLB (ví dụ, tín hiệu dải con LLB 302 trên Fig.3). Trong một số trường hợp, tín hiệu được lọc nghiêng có thể được xử lý thêm bởi bộ lọc LPC ngược (ví dụ, bộ lọc LPC ngược 310) để tạo ra tín hiệu dư.

Ở khối 1106, xác định được rằng ít nhất một trong số một hoặc nhiều tín hiệu dải con là tín hiệu âm độ cao. Trong một số trường hợp, ít nhất một trong số một hoặc nhiều tín hiệu dải con được xác định là tín hiệu âm độ cao dựa vào ít nhất một thông số trong số độ khuếch đại âm độ hiện thời, độ khuếch đại âm độ được làm tròn, độ dài trễ âm độ, hoặc độ nghiêng phổ của ít nhất một trong số một hoặc nhiều tín hiệu dải con.

Trong một số trường hợp, độ khuếch đại âm độ biểu thị tính chu kỳ của tín hiệu, và độ khuếch đại âm độ được làm tròn là giá trị được chuẩn hóa của độ khuếch đại âm độ. Trong một số ví dụ, độ khuếch đại âm độ được chuẩn hóa có thể nằm giữa 0 và 1. Theo các ví dụ này, giá trị cao của độ khuếch đại âm độ được chuẩn hóa (ví dụ, khi độ khuếch đại âm độ được chuẩn hóa gần bằng 1) có thể biểu thị sự có mặt của các sóng hài mạnh trong miền phổ. Trong một số trường hợp, độ dài trễ âm độ ngắn nghĩa là tần số sóng hài thứ nhất (ví dụ tần số F_0 906 trên Fig.9) là lớn (cao). Nếu tần số sóng hài thứ nhất F_0 tương đối cao hơn (ví dụ $F_0 > 500$ Hz) và mức phổ nền thấp hơn tương đối (ví dụ, thấp hơn một ngưỡng định trước), tín hiệu âm độ cao có thể được phát hiện. Trong một số trường hợp, độ nghiêng phổ có thể được đo nhờ sự tương quan tín hiệu phân đoạn ở một khoảng cách mẫu hoặc hệ số phản xạ thứ nhất của các tham số LPC. Trong một số trường hợp, độ nghiêng phổ có thể được sử dụng để biểu thị nếu vùng tần số rất thấp có chứa năng lượng đáng kể hay không. Nếu năng lượng trong vùng tần số rất thấp (ví dụ, các tần số thấp hơn F_0) tương đối cao, tín hiệu âm độ cao có thể không tồn tại.

Ở khối 1108, phép gán trọng số được thực hiện trên tín hiệu dư của ít nhất một trong số một hoặc nhiều tín hiệu dải con đáp lại bước xác định rằng ít nhất một trong số một hoặc nhiều tín hiệu dải con là tín hiệu âm độ cao. Trong một số trường hợp, khi tín hiệu âm độ cao được phát hiện, bộ lọc gán trọng số (ví dụ, bộ lọc gán trọng số 316) có thể được áp dụng cho tín hiệu dư. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư được gán trọng số có thể được tạo ra. Trong một số trường hợp, phép gán trọng số có thể không được thực hiện khi tín hiệu âm độ cao không được phát hiện.

Như đã lưu ý, trong trường hợp tín hiệu âm độ cao, sai số mã hóa ở vùng tần số thấp có thể cảm nhận được theo cảm quan do thiếu hiệu ứng chống nghe thấy. Nếu tốc độ bit không đủ cao, có thể không tránh được các sai số mã hóa. Bộ lọc gán trọng số thích ứng (ví dụ, bộ lọc gán trọng số 316) và các phương pháp gán trọng số như được mô tả ở đây có thể được sử dụng để giảm bớt sai số mã hóa và nâng cao chất lượng tín hiệu trong vùng tần số thấp. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, việc này có thể làm tăng sai số mã hóa ở các tần số cao hơn, có thể không đáng kể đối với chất lượng cảm

quan của các tín hiệu âm độ cao. Trong một số trường hợp, bộ lọc gán trọng số thích ứng có thể được bật và tắt theo điều kiện dựa vào sự phát hiện tín hiệu âm độ cao. Như được mô tả ở trên, bộ lọc gán trọng số có thể được bật khi phát hiện tín hiệu âm độ cao và có thể được tắt khi không phát hiện tín hiệu âm độ cao. Bằng cách này, chất lượng đối với các trường hợp âm độ cao có thể vẫn được nâng cao trong khi chất lượng đối với các trường hợp không có âm độ cao có thể không được đảm bảo.

Ở khối 1110, tín hiệu dư được lượng tử hóa được tạo ra dựa vào tín hiệu dư được gán trọng số khi được tạo ra ở khối 1108. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư được gán trọng số, cùng với sự đóng góp LTP, có thể được xử lý đơn vị chức năng bổ sung để tạo ra tín hiệu dư được gán trọng số thứ hai. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư được gán trọng số thứ hai có thể được lượng tử hóa để tạo ra tín hiệu dư được lượng tử hóa, mà có thể còn được gửi đến phía bộ giải mã (ví dụ bộ giải mã LLB 400 trên Fig.4).

FIG.12 và FIG.13 thể hiện các cấu trúc làm ví dụ của bộ mã hóa lượng tử hóa phần dư 1200 và bộ giải mã lượng tử hóa phần dư 1300. Trong một số ví dụ, bộ mã hóa lượng tử hóa phần dư 1200 và bộ giải mã lượng tử hóa phần dư 1300 có thể được sử dụng để xử lý các tín hiệu trong dải con LLB. Như được thể hiện, bộ mã hóa lượng tử hóa phần dư 1200 bao gồm thành phần mã hóa đường bao năng lượng 1204, thành phần chuẩn hóa phần dư 1206, thành phần mã hóa bậc lớn thứ nhất 1210, thành phần bước nhỏ thứ nhất 1212, thành phần tối ưu hóa đích 1214, thành phần điều chỉnh tốc độ bit 1216, thành phần mã hóa bước lớn thứ hai 1218, và thành phần mã hóa bước nhỏ thứ hai 1220.

Như được thể hiện, trước tiên tín hiệu dải con LLB 1202 có thể được xử lý bởi thành phần mã hóa đường bao năng lượng 1204. Trong một số trường hợp, đường bao năng lượng miền thời gian của tín hiệu dư LLB có thể được xác định và được lượng tử hóa bởi thành phần mã hóa đường bao năng lượng 1204. Trong một số trường hợp, đường bao năng lượng miền thời gian được lượng tử hóa có thể được gửi đến phía bộ giải mã (ví dụ bộ giải mã 1300). Trong một số ví dụ, đường bao năng lượng được xác định có thể có dải động từ 12 dB đến 132 dB trong miền dư, phủ mức rất thấp và mức

rất cao. Trong một số trường hợp, mọi khung con trong một khung có một lượng tử hóa mức năng lượng và năng lượng khung con đỉnh trong khung có thể được mã hóa trực tiếp trong miền dB. Các năng lượng khung con khác trong cùng một khung có thể được mã hóa bằng phương pháp mã hóa Huffman nhờ mã hóa chênh lệch giữa năng lượng đỉnh và năng lượng hiện thời. Trong một số trường hợp, vì một khoảng khung con có thể ngắn khoảng 2 ms, độ chính xác đường bao có thể chấp nhận được dựa vào nguyên lý chống nghe thấy.

Sau khi có đường bao năng lượng miền thời gian được lượng tử hóa, sau đó tín hiệu dư LLB có thể được chuẩn hóa bởi thành phần chuẩn hóa phần dư 1206. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư LLB có thể được chuẩn hóa dựa vào đường bao năng lượng miền thời gian được lượng tử hóa. Trong một số ví dụ, tín hiệu dư LLB có thể được phân chia bởi đường bao năng lượng miền thời gian được lượng tử hóa để tạo ra tín hiệu dư LLB được chuẩn hóa. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư LLB được chuẩn hóa có thể được sử dụng làm tín hiệu đích ban đầu 1208 để lượng tử hóa ban đầu. Trong một số trường hợp, lượng tử hóa ban đầu có thể bao gồm hai giai đoạn gồm mã hóa/lượng tử hóa. Trong một số trường hợp, giai đoạn thứ nhất của mã hóa/lượng tử hóa bao gồm mã hóa Huffman bước lớn, và giai đoạn thứ hai của mã hóa/lượng tử hóa bao gồm mã hóa đồng đều bước nhỏ. Như được thể hiện, tín hiệu đích ban đầu 1208, là tín hiệu dư LLB được chuẩn hóa, có thể trước tiên được xử lý bởi thành phần mã hóa Huffman bước lớn 1210. Đối với bộ mã hóa-giải mã âm thanh độ phân giải cao, mọi mẫu dư có thể đều được lượng tử hóa. Mã hóa Huffman có thể lưu trữ các bit nhờ sử dụng sự phân bố xác suất chỉ số lượng tử hóa riêng. Trong một số trường hợp, khi kích thước bước lượng tử hóa phần dư đủ lớn, sự phân bố xác suất chỉ số lượng tử hóa trở nên thích hợp cho Huffman mã hóa. Trong một số trường hợp, kết quả lượng tử hóa từ lượng tử hóa bước lớn có thể gần tối ưu. Việc lượng tử hóa đồng đều có thể được bổ sung với bước lượng tử hóa nhỏ hơn sau khi mã hóa Huffman. Như được thể hiện, thành phần mã hóa đồng đều bước nhỏ 1212 có thể được sử dụng để lượng tử hóa tín hiệu đầu ra từ thành phần mã hóa Huffman bước lớn 1210. Do đó, giai đoạn thứ nhất của mã hóa/lượng tử hóa của tín hiệu dư LLB được chuẩn hóa lựa chọn bước lượng tử

hóa tương đối lớn vì sự phân bố riêng của chỉ số mã hóa được lượng tử hóa dẫn đến việc mã hóa Huffman hiệu quả hơn, và giai đoạn thứ hai của mã hóa/lượng tử hóa sử dụng việc mã hóa đồng đều tương đối đơn giản có bước lượng tử hóa tương đối nhỏ để giảm thêm các sai số lượng tử hóa từ mã hóa/lượng tử hóa giai đoạn thứ nhất.

Trong một số trường hợp, tín hiệu dư ban đầu có thể là sự tham chiếu đích lý tưởng nếu phép lượng tử hóa phần dư không có sai số hoặc có sai số đủ nhỏ. Nếu tốc độ bit mã hóa không đủ cao, sai số mã hóa có thể luôn tồn tại và không phải là không đáng kể. Do đó, tín hiệu chuẩn đích dư ban đầu 1208 có thể gần tối ưu theo cảm quan đối với việc lượng tử hóa. Mặc dù tín hiệu chuẩn đích dư ban đầu 1208 gần tối ưu theo cảm quan, nhưng có thể đưa ra sự ước lượng sai số lượng tử hóa nhanh, có thể không những được sử dụng để điều chỉnh tốc độ bit mã hóa (ví dụ nhờ thành phần điều chỉnh tốc độ bit 1216), mà còn được sử dụng để xây dựng tín hiệu chuẩn đích được tối ưu theo cảm quan. Trong một số trường hợp, tín hiệu chuẩn đích được tối ưu theo cảm quan có thể được tạo ra bởi thành phần tối ưu hóa đích 1214 dựa vào tín hiệu chuẩn đích dư ban đầu 1208 và tín hiệu đầu ra của phép lượng tử hóa ban đầu (ví dụ, tín hiệu đầu ra của thành phần mã hóa đồng đều bước nhỏ 1212).

Trong một số trường hợp, tín hiệu chuẩn đích được tối ưu có thể được xây dựng theo cách không những giảm thiểu được ảnh hưởng sai số của mẫu hiện thời mà còn các mẫu trước đây và các mẫu trong tương lai. Ngoài ra, có thể tối ưu hóa sự phân bố sai số trong miền phổ để xem xét hiệu ứng chống nghe thấy theo cảm quan.

Sau khi tín hiệu chuẩn đích được tối ưu được xây dựng bởi thành phần tối ưu hóa đích 1214, mã hóa Huffman giai đoạn thứ nhất và mã hóa đồng đều giai đoạn thứ hai có thể được thực hiện lại để thay thế kết quả lượng tử hóa thứ nhất (ban đầu) và thu nhận chất lượng cảm quan tốt hơn. Trong ví dụ này, thành phần mã hóa Huffman bước lớn thứ hai 1218 và thành phần mã hóa đồng đều bước nhỏ thứ hai 1220 có thể được sử dụng để thực hiện mã hóa Huffman giai đoạn thứ nhất và mã hóa đồng đều giai đoạn thứ hai trên tín hiệu chuẩn đích được tối ưu. Việc lượng tử hóa tín hiệu chuẩn đích ban đầu và tín hiệu chuẩn đích được tối ưu sẽ được đề cập chi tiết dưới đây.

Trong một số ví dụ, tín hiệu dư không được lượng tử hóa hoặc tín hiệu đích ban đầu dư có thể được biểu diễn bằng $r_i(n)$. Sử dụng $r_i(n)$ làm đích, tín hiệu dư này có thể được lượng tử hóa ban đầu để lấy tín hiệu dư được lượng tử hóa thứ nhất được chú thích là $\hat{r}_i(n)$. Dựa vào $r_i(n)$, $\hat{r}_i(n)$, và đáp ứng xung $h_w(n)$ của bộ lọc gán trọng số theo cảm quan, tín hiệu dư đích được tối ưu theo cảm quan $r_o(n)$ có thể được đánh giá. Sử dụng $r_o(n)$ làm đích được cập nhật hoặc tối ưu hóa, tín hiệu dư có thể được lượng tử hóa lại để nhận tín hiệu dư được lượng tử hóa thứ hai được chú thích là $\hat{r}_o(n)$, đã được tối ưu hóa theo cảm quan để thay thế tín hiệu dư được lượng tử hóa thứ nhất $\hat{r}_i(n)$. Trong một số trường hợp, $h_w(n)$ có thể được xác định theo nhiều cách có thể, ví dụ, bằng cách ước lượng $h_w(n)$ dựa vào bộ lọc LPC.

Trong một số trường hợp, bộ lọc LPC cho dải con LLB có thể được biểu diễn như sau:

$$\frac{1}{A(z)} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^P a_i \cdot z^{-i}} \quad (1)$$

Bộ lọc được gán trọng số theo cảm quan $W(z)$ có thể được xác định là:

$$W(z) = \frac{1}{A(z/\alpha)} \cdot \frac{1}{1 + \alpha \cdot \gamma \cdot z^{-1}} \quad (2)$$

trong đó α là hệ số không đổi, $0 < \alpha < 1$. γ có thể hệ số phản xạ thứ nhất của bộ lọc LPC hoặc đơn giản là hằng số, $-1 < \gamma < 1$. Đáp ứng xung của bộ lọc $W(z)$ có thể được xác định là $h_w(n)$. Trong một số trường hợp, độ dài của $h_w(n)$ phụ thuộc vào các giá trị của α và γ . Trong một số trường hợp, khi α và γ gần bằng zêrô, độ dài của $h_w(n)$ trở nên ngắn và giảm xuống zêrô nhanh chóng. Từ góc độ độ phức tạp khi tính toán, tối ưu nếu có đáp ứng xung ngắn $h_w(n)$. Trong trường hợp $h_w(n)$ không đủ ngắn, nó có thể được nhân với cửa sổ nửa hamming hoặc cửa sổ nửa hanning để làm cho $h_w(n)$ giảm xuống không nhanh chóng. Sau khi có đáp ứng xung $h_w(n)$, đích trong miền tín hiệu được gán trọng số theo cảm quan có thể được biểu diễn dưới dạng

$$T_g(n) = r_i(n) * h_w(n) = \sum_k r_i(k) \cdot h_w(n - k) \quad (3)$$

là tích chập giữa $r_i(n)$ và $h_w(n)$. Sự đóng góp của phần dư được lượng tử hóa ban đầu $\hat{r}_i(n)$ trong miền tín hiệu được gán trọng số theo cảm quan có thể được biểu

diễn là

$$\hat{T}_g(n) = \hat{r}_i(n) * h_w(n) = \sum_k \hat{r}_i(k) \cdot h_w(n-k) \quad (4)$$

Sai số trong miền dư là

$$Er = \|\hat{r}_i(n) - r_i(n)\|^2 \quad (5)$$

được giảm thiểu khi nó được lượng tử hóa trong miền dư trực tiếp. Tuy nhiên, sai số trong miền tín hiệu được gán trọng số theo cảm quan

$$Et = \|\hat{T}_g(n) - T_g(n)\|^2 \quad (6)$$

có thể không được giảm thiểu. Do đó, sai số lượng tử hóa có thể cần được giảm thiểu trong miền tín hiệu được gán trọng số theo cảm quan. Trong một số trường hợp, tất cả các mẫu dư có thể được lượng tử hóa cùng nhau. Tuy nhiên, việc này có thể gây ra sự phức tạp thêm. Trong một số trường hợp, phần dư có thể được lượng tử hóa theo cách từng mẫu một, nhưng được tối ưu hóa theo cảm quan. Ví dụ, $\hat{r}_o(n) = \hat{r}_i(n)$ có thể được thiết lập ban đầu cho tất cả các mẫu trong khung hiện thời. Giả sử tất cả các mẫu đã được lượng tử hóa ngoại trừ mẫu ở m là không được lượng tử hóa, giá trị tốt nhất theo cảm quan lúc này ở m không phải là $r_i(m)$ mà cần là

$$r_o(m) = \frac{\langle T'_g(n), h_w(n) \rangle}{\|h_w(n)\|^2} \quad (7)$$

trong đó $\langle T'_g(n), h_w(n) \rangle$ là sự tương quan chéo giữa vector $\{T'_g(n)\}$ và vector $\{h_w(n)\}$, trong đó độ dài vector bằng độ dài của đáp ứng xung $h_w(n)$ và điểm bắt đầu vector của $\{T'_g(n)\}$ ở m . $\|h_w(n)\|$ là năng lượng của vector $\{h_w(n)\}$, là năng lượng không đổi trong cùng một khung. $T'_g(n)$ có thể được biểu diễn dưới dạng

$$T'_g(n) = T_g(n) - \sum_{k \neq m} \hat{r}_o(k) \cdot h_w(n-k) \quad (8)$$

Mỗi khi giá trị đích được tối ưu theo cảm quan $r_o(m)$ được xác định, nó có thể được lượng tử hóa lại để tạo ra $\hat{r}_o(m)$ theo cách tương tự việc lượng tử hóa ban đầu bao gồm mã hóa Huffman bước lớn và mã hóa đồng đều bước nhỏ. Sau đó, m sẽ đi đến vị trí mẫu tiếp theo. Việc xử lý nêu trên được lặp lại lần lượt từng mẫu một, trong khi các biểu thức (7) và (8) được cập nhật với kết quả mới cho đến khi tất cả các mẫu đều được lượng tử hóa tối ưu. Trong khi cập nhật cho từng m , biểu thức (8) không cần

được tính toán lại vì phần lớn các mẫu trong $\{\hat{r}_o(k)\}$ không thay đổi. Mẫu số trong biểu thức (7) là hằng số sao cho phép chia có thể trở thành phép nhân hằng số.

Ở phía bộ giải mã như được thể hiện trên FIG.13, các giá trị được lượng tử hóa từ giải mã Huffman bước lớn 1302 và giải mã đồng đều bước nhỏ 1304 được bổ sung cùng nhau bởi đơn vị chức năng bổ sung 1306 để tạo ra tín hiệu dư được chuẩn hóa. Tín hiệu dư được chuẩn hóa này có thể được xử lý bởi thành phần giải mã đường bao năng lượng 1308 trong miền thời gian để tạo ra tín hiệu dư được giải mã 1310.

FIG.14 là lưu đồ minh họa phương pháp làm ví dụ 1400 thực hiện phép lượng tử hóa phần dư cho tín hiệu. Trong một số trường hợp, phương pháp 1400 có thể được thực hiện bởi thiết bị mã hóa-giải mã âm thanh (ví dụ bộ mã hóa LLB 300 hoặc bộ mã hóa lượng tử hóa phần dư 1200). Trong một số trường hợp, phương pháp 1100 có thể được thực hiện bởi thiết bị thích hợp bất kỳ.

Phương pháp 1400 bắt đầu ở khối 1402 nơi mà đường bao năng lượng miền thời gian của tín hiệu dư đầu vào được xác định. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư đầu vào có thể là tín hiệu dư trong dải con LLB (ví dụ, tín hiệu dư LLB 1202).

Ở khối 1404, đường bao năng lượng miền thời gian của tín hiệu dư đầu vào được lượng tử hóa để tạo ra đường bao năng lượng miền thời gian được lượng tử hóa. Trong một số trường hợp, đường bao năng lượng miền thời gian được lượng tử hóa có thể được gửi đến phía bộ giải mã (ví dụ bộ giải mã 1300).

Ở khối 1406, tín hiệu dư đầu vào được chuẩn hóa dựa vào đường bao năng lượng miền thời gian được lượng tử hóa để tạo ra tín hiệu dư đích thứ nhất. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư LLB có thể được phân chia bởi đường bao năng lượng miền thời gian được lượng tử hóa để tạo ra tín hiệu dư LLB được chuẩn hóa. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư LLB được chuẩn hóa có thể được sử dụng làm tín hiệu đích ban đầu cho việc lượng tử hóa ban đầu.

Ở khối 1408, việc lượng tử hóa thứ nhất được thực hiện trên tín hiệu dư thứ nhất ở tốc độ bit thứ nhất để tạo ra tín hiệu dư được lượng tử hóa thứ nhất. Trong một số trường hợp, phép lượng tử hóa phần dư thứ nhất có thể bao gồm hai giai đoạn của lượng tử hóa phụ/mã hóa. Giai đoạn thứ nhất của lượng tử hóa phụ có thể được thực

hiện trên tín hiệu dư đích thứ nhất ở bước lượng tử hóa thứ nhất để tạo ra tín hiệu đầu ra lượng tử hóa phụ thứ nhất. Giai đoạn thứ hai của lượng tử hóa phụ có thể được thực hiện trên tín hiệu đầu ra lượng tử hóa phụ thứ nhất ở bước lượng tử hóa thứ hai để tạo ra tín hiệu dư được lượng tử hóa thứ nhất. Trong một số trường hợp, bước lượng tử hóa thứ nhất lớn hơn bước lượng tử hóa thứ hai về kích thước. Trong một số ví dụ, giai đoạn thứ nhất của lượng tử hóa phụ có thể mã hóa Huffman bước lớn, và giai đoạn thứ hai của lượng tử hóa phụ có thể là mã hóa đồng đều bước nhỏ.

Trong một số trường hợp, tín hiệu dư đích thứ nhất bao gồm nhiều mẫu. Việc lượng tử hóa thứ nhất có thể được thực hiện trên mẫu tín hiệu dư đích thứ nhất bởi mẫu. Trong một số trường hợp, việc này có thể giảm bớt độ phức tạp của phép lượng tử hóa, nhờ đó nâng cao hiệu quả lượng tử hóa.

Ở khối 1410, tín hiệu dư đích thứ hai được tạo ra dựa vào ít nhất tín hiệu dư được lượng tử hóa thứ nhất và tín hiệu dư đích thứ nhất. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư đích thứ hai có thể được tạo ra dựa vào tín hiệu dư đích thứ nhất, tín hiệu dư được lượng tử hóa thứ nhất, và đáp ứng xung $h_w(n)$ của bộ lọc gán trọng số theo cảm quan. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư đích được tối ưu theo cảm quan, là tín hiệu dư đích thứ hai, có thể được tạo ra cho phép lượng tử hóa phần dư thứ hai.

Ở khối 1412, phép lượng tử hóa phần dư thứ hai được thực hiện trên tín hiệu dư đích thứ hai ở tốc độ bit thứ hai để tạo ra tín hiệu dư được lượng tử hóa thứ hai. Trong một số trường hợp, tốc độ bit thứ hai có thể khác tốc độ bit thứ nhất. Trong một ví dụ, tốc độ bit thứ hai có thể cao hơn tốc độ bit thứ nhất. Trong một số trường hợp, sai số mã hóa từ phép lượng tử hóa phần dư thứ nhất ở tốc độ bit thứ nhất có thể không phải là không đáng kể. Trong một số trường hợp, tốc độ bit mã hóa có thể được điều chỉnh (ví dụ tăng lên) ở phép lượng tử hóa phần dư thứ hai để giảm bớt tốc độ mã hóa.

Trong một số trường hợp, phép lượng tử hóa phần dư thứ hai tương tự phép lượng tử hóa phần dư thứ nhất. Trong một số ví dụ, phép lượng tử hóa phần dư thứ hai có thể còn bao gồm hai giai đoạn của lượng tử hóa phụ/mã hóa. Trong các ví dụ này, giai đoạn thứ nhất của lượng tử hóa phụ có thể được thực hiện trên tín hiệu dư đích thứ hai ở bước lượng tử hóa lớn để tạo ra tín hiệu đầu ra lượng tử hóa phụ. Giai đoạn thứ

hai của phép lượng tử hóa phụ có thể được thực hiện trên tín hiệu đầu ra lượng tử hóa phụ ở bước lượng tử hóa nhỏ để tạo ra tín hiệu dư được lượng tử hóa thứ hai. Trong một số trường hợp, giai đoạn thứ nhất của lượng tử hóa phụ có thể là mã hóa Huffman bước lớn, và giai đoạn thứ hai của phép lượng tử hóa phụ có thể là mã hóa đồng đều bước nhỏ. Trong một số trường hợp, tín hiệu dư được lượng tử hóa thứ hai có thể được gửi đến phía bộ giải mã (ví dụ, bộ giải mã 1300) qua kênh dòng bit.

Như được thể hiện trên các hình vẽ từ FIG.3 đến FIG.4, LTP có thể được bật và tắt theo điều kiện để có PLC tốt hơn. Trong một số trường hợp, khi tốc độ bit bộ mã hóa-giải mã không đủ cao để đạt được chất lượng trong vát, LTP rất hữu ích cho các tín hiệu sóng hài và theo chu kỳ. Đối với bộ mã hóa-giải mã độ phân giải cao, hai vấn đề có thể cần được giải quyết cho ứng dụng LTP: (1) độ phức tạp tính toán cần được giảm bớt khi LTP thông thường có thể yêu cầu độ phức tạp tính toán rất cao trong môi trường tốc độ lấy mẫu cao; và (2) ảnh hưởng tiêu cực đối với việc che giấu sự mất gói tin (packet loss concealment, PLC) cần được giới hạn vì LTP khai thác sự tương quan liên khung và có thể gây ra sự lan truyền sai số khi sự mất gói tin trong kênh truyền dẫn xảy ra.

Trong một số trường hợp, việc tìm kiếm khoảng trễ âm độ tăng thêm độ phức tạp tính toán cho LTP. Có thể cần có hiệu quả cao hơn trong LTP để nâng cao hiệu suất mã hóa. Quy trình làm ví dụ về việc tìm kiếm khoảng trễ âm độ được mô tả dưới đây dựa vào các hình vẽ từ FIG.15 đến FIG.16.

FIG.15 thể hiện một ví dụ về lời nói được phát âm trong đó khoảng trễ âm độ 1502 là khoảng cách giữa hai chu kỳ tuần hoàn lân cận (ví dụ khoảng cách giữa các đỉnh P1 và P2). Một số tín hiệu âm nhạc có thể không những có tính chu kỳ mạnh mà còn có khoảng trễ âm độ ổn định (khoảng trễ âm độ hầu như không đổi).

FIG.16 thể hiện quy trình 1600 làm ví dụ để thực hiện việc điều khiển LTP đối với việc che giấu sự mất gói tin tốt hơn. Trong một số trường hợp, quy trình 1600 có thể được thực hiện bởi thiết bị mã hóa-giải mã (ví dụ bộ mã hóa 100, hoặc bộ mã hóa 300). Trong một số trường hợp, quy trình 1600 có thể được thực hiện bởi thiết bị thích hợp bất kỳ. Quy trình 1600 bao gồm tìm kiếm khoảng trễ âm độ (mà sẽ được mô tả

ngắn gọn dưới đây là “âm độ”) và việc điều khiển LTP. Thông thường, việc tìm kiếm âm độ có thể là phức tạp ở tốc độ lấy mẫu cao bằng cách thông thường do số lượng lớn các ứng viên âm độ. Quy trình 1600 như được mô tả ở đây có thể bao gồm ba pha/bước. Trong khi pha/bước thứ nhất, tín hiệu (ví dụ, tín hiệu LLB 1602) có thể được lọc thông thấp 1604 khi chu kỳ chủ yếu trong vùng tần số thấp. Sau đó, tín hiệu được lọc có thể được lấy mẫu xuống để tạo ra tín hiệu đầu vào cho tìm kiếm âm độ thô ban đầu nhanh 1608. Theo một ví dụ, tín hiệu được lấy mẫu xuống được tạo ra ở tốc độ lấy mẫu 2 kHz. Vì tổng số lượng ứng viên âm độ ở tốc độ lấy mẫu thấp là không cao, nên kết quả âm độ thô có thể thu được theo một cách nhanh chóng nhờ tìm kiếm cho tất cả các ứng viên âm độ có tốc độ lấy mẫu thấp. Trong một số trường hợp, việc tìm kiếm âm độ ban đầu 1608 có thể được thực hiện nhờ sử dụng phương pháp thông thường để tối đa hóa sự tương quan chéo được chuẩn hóa với cửa sổ ngắn hoặc tự động tương quan với cửa sổ lớn.

Do kết quả tìm kiếm âm độ ban đầu có thể là tương đối thô, nên sự tìm kiếm tốt với phương pháp tương quan chéo trong sự lân cận của nhiều âm độ ban đầu có thể vẫn phức tạp ở tốc độ lấy mẫu cao (ví dụ 24 kHz). Do đó, trong khi diễn ra pha/bước thứ hai (ví dụ, tìm kiếm âm độ tốt nhanh 1610), độ chính xác âm độ có thể tăng trong miền dạng sóng nhờ đơn giản để ý ở các vị trí đỉnh dạng sóng ở tốc độ lấy mẫu thấp. Sau đó, trong khi diễn ra pha/bước thứ ba (ví dụ, tìm kiếm âm độ tốt được tối ưu 1612), kết quả tìm kiếm âm độ tốt từ pha/bước thứ hai có thể được tối ưu hóa với phương pháp tương quan chéo trong phạm vi tìm kiếm nhỏ ở tốc độ lấy mẫu cao.

Ví dụ, trong suốt pha/bước thứ nhất (ví dụ, tìm kiếm âm độ ban đầu 1608), kết quả tìm kiếm âm độ thô ban đầu có thể thu được dựa vào tất cả các ứng viên âm độ đã tìm kiếm được. Trong một số trường hợp, sự lân cận ứng viên âm độ có thể được xác định dựa vào kết quả tìm kiếm âm độ thô ban đầu và có thể được sử dụng cho pha/bước thứ hai để thu nhận kết quả tìm kiếm âm độ chính xác hơn. Trong suốt pha/bước thứ hai (ví dụ, tìm kiếm âm độ tốt nhanh 1610), các vị trí đỉnh dạng sóng có thể được xác định dựa vào các ứng viên âm độ và nằm trong sự lân cận ứng viên âm độ khi được xác định trong pha/bước thứ nhất. Trong một ví dụ như được thể hiện trên

FIG.15, vị trí đỉnh thứ nhất P1 trên FIG.15 có thể được xác định nằm trong phạm vi tìm kiếm giới hạn được xác định từ kết quả tìm kiếm âm độ ban đầu (ví dụ sự lân cận ứng viên âm độ được xác định biến thiên khoảng 15% từ pha/bước thứ nhất). Vị trí đỉnh thứ hai P2 trên FIG.15 có thể được xác định theo cách tương tự. Chênh lệch vị trí giữa P1 và P2 trở thành phép ước lượng âm độ chính xác hơn nhiều so với phép ước lượng âm độ ban đầu. Trong một số trường hợp, phép ước lượng âm độ chính xác hơn thu được từ pha/bước thứ hai có thể được sử dụng để xác định sự lân cận ứng viên âm độ thứ hai mà có thể được sử dụng trong pha/bước thứ ba để tìm kiếm khoảng trễ âm độ tốt được tối ưu, ví dụ, sự lân cận ứng viên âm độ được xác định biến thiên khoảng 15% từ pha/bước thứ hai. Trong suốt pha/bước thứ ba (ví dụ, việc tìm kiếm âm độ tốt được tối ưu 1612), khoảng trễ âm độ tốt được tối ưu có thể được tìm kiếm đối với phương pháp tương quan chéo được chuẩn hóa trong phạm vi tìm kiếm rất nhỏ (ví dụ, sự lân cận ứng viên âm độ thứ hai).

Trong một số trường hợp, nếu LTP luôn luôn bật, PLC có thể gần tối ưu do sự lan truyền sai số có thể khi mất gói dòng bit. Trong một số trường hợp, LTP có thể được bật khi nó có thể nâng cao hữu hiệu chất lượng âm thanh và sẽ không tác động đến PLC một cách đáng kể. Trong thực tế, LTP có thể có hiệu quả khi độ khuếch đại âm độ là cao và ổn định, nghĩa là chu kỳ cao kéo dài ít nhất cho một số khung (không chỉ cho một khung). Trong một số trường hợp, trong vùng tín hiệu theo chu kỳ cao, PLC tương đối đơn giản và có hiệu quả do PLC luôn sử dụng tính chu kỳ để sao chép thông tin trước đó vào trong khung bị mất hiện thời. Trong một số trường hợp, khoảng trễ âm độ ổn định cũng có thể làm giảm tác động tiêu cực đến PLC. Khoảng trễ âm độ ổn định nghĩa là giá trị khoảng trễ âm độ không thay đổi đáng kể ít nhất đối với một số khung, có khả năng dẫn tới âm độ ổn định trong tương lai gần. Trong một số trường hợp, khi khung hiện thời của gói dòng bit bị mất, PLC có thể sử dụng thông tin âm độ trước đó để phục hồi khung hiện thời. Do đó, khoảng trễ âm độ ổn định có thể trợ giúp việc ước lượng âm độ hiện thời cho PLC.

Tiếp tục ví dụ dựa vào FIG.16, bước phát hiện theo chu kỳ 1614 và phát hiện sự ổn định 1616 được thực hiện trước khi quyết định bật hoặc tắt LTP. Trong một số

trường hợp, khi độ khuếch đại âm độ là cao một cách ổn định và khoảng trễ âm độ là tương đối ổn định, LTP có thể được bật. Ví dụ, độ khuếch đại âm độ có thể được thiết lập cho tính chu kỳ cao và các khung ổn định (ví dụ độ khuếch đại âm độ cao một cách ổn định hơn 0,8), như được thể hiện trên khối 1618. Trong một số trường hợp, theo FIG.3, tín hiệu đóng góp LTP có thể được tạo ra và được kết hợp với tín hiệu dư được gán trọng số để tạo ra tín hiệu đầu vào đối với phép lượng tử hóa phần dư. Mặt khác, nếu độ khuếch đại âm độ không cao một cách ổn định và/hoặc khoảng trễ âm độ là không ổn định, LTP có thể được tắt.

Trong một số trường hợp, LTP có thể cũng được tắt đối với một hoặc hai khung nếu LTP đã được bật trước đó đối với một số khung để tránh sự lan truyền sai số có thể khi gói dòng bit bị mất. Trong một ví dụ, như được thể hiện trên khối 1620, độ khuếch đại âm độ có thể được đặt lại theo điều kiện bằng không để có PLC tốt hơn, ví dụ khi LTP đã được bật trước đó đối với một số khung. Trong một số trường hợp, khi LTP được tắt, tốc độ bit mã hóa cao hơn một chút có thể được thiết lập trong hệ thống mã hóa tốc độ bit biến đổi. Trong một số trường hợp, khi LTP được quyết định bật, độ khuếch đại âm độ và khoảng trễ âm độ có thể được lượng tử hóa và được gửi đến phía bộ giải mã như được thể hiện trên khối 1622.

FIG.17 thể hiện các ảnh phổ làm ví dụ của tín hiệu âm thanh. Như được thể hiện, ảnh phổ 1702 thể hiện đồ thị thời gian-tần số của tín hiệu âm thanh. Ảnh phổ 1702 được thể hiện bao gồm nhiều sóng hài, biểu thị tính chu kỳ cao của tín hiệu âm thanh. Ảnh phổ 1704 thể hiện độ khuếch đại âm độ gốc của tín hiệu âm thanh. Độ khuếch đại âm độ được thể hiện là cao một cách ổn định trong hầu hết thời gian, cũng biểu thị tính chu kỳ cao của tín hiệu âm thanh. Ảnh phổ 1706 thể hiện độ khuếch đại âm độ được làm tròn (sự tương quan âm độ) của tín hiệu âm thanh. Trong ví dụ này, độ khuếch đại âm độ được làm tròn là độ khuếch đại âm độ được chuẩn hóa. Ảnh phổ 1708 thể hiện khoảng trễ âm độ và ảnh phổ 1710 thể hiện độ khuếch đại âm độ được lượng tử hóa. Khoảng trễ âm độ được thể hiện là tương đối ổn định cho hầu hết thời gian. Như được thể hiện, độ khuếch đại âm độ đã được thiết lập lại theo chu kỳ là không, biểu thị LTP được tắt, để tránh sự lan truyền sai số. Độ khuếch đại âm độ được lượng tử hóa cũng

được đặt bằng không khi LTP được tắt.

FIG.18 là lưu đồ minh họa phương pháp 1800 làm ví dụ để thực hiện LTP. Trong một số trường hợp, phương pháp 1400 có thể được thực hiện bởi thiết bị mã hóa-giải mã âm thanh (ví dụ, bộ mã hóa LLB 300). Trong một số trường hợp, phương pháp 1100 có thể được thực hiện bởi thiết bị thích hợp bất kỳ.

Phương pháp 1800 bắt đầu ở khối 1802 là nơi nhận được tín hiệu âm thanh đầu vào ở tốc độ lấy mẫu thứ nhất. Trong một số trường hợp, tín hiệu âm thanh có thể bao gồm các mẫu thứ nhất, trong đó các mẫu thứ nhất được tạo ra ở tốc độ lấy mẫu thứ nhất. Trong một ví dụ, các mẫu thứ nhất có thể được tạo ra ở tốc độ lấy mẫu bằng 96 kHz.

Ở khối 1804, tín hiệu âm thanh được lấy mẫu xuống. Trong một số trường hợp, các mẫu thứ nhất của tín hiệu âm thanh có thể được lấy mẫu xuống để tạo ra các mẫu thứ hai ở tốc độ lấy mẫu thứ hai. Trong một số trường hợp, tốc độ lấy mẫu thứ hai thấp hơn tốc độ lấy mẫu thứ nhất. Trong ví dụ này, các mẫu thứ hai có thể được tạo ra ở tốc độ lấy mẫu bằng 2 kHz.

Ở khối 1806, khoảng trễ âm độ thứ nhất được xác định ở tốc độ lấy mẫu thứ hai. Vì tổng số ứng viên âm độ ở tốc độ lấy mẫu thấp là không cao, nên kết quả âm độ thô có thể thu được theo cách nhanh chóng nhờ tìm kiếm đôi với tất cả các ứng viên âm độ có tốc độ lấy mẫu thấp. Trong một số trường hợp, các ứng viên âm độ có thể được xác định dựa vào các mẫu thứ hai ở tốc độ lấy mẫu thứ hai. Trong một số trường hợp, khoảng trễ âm độ thứ nhất có thể được xác định trên các ứng viên âm độ này. Trong một số trường hợp, khoảng trễ âm độ thứ nhất có thể được xác định nhờ tối đa hóa sự tương quan chéo được chuẩn hóa với cửa sổ thứ nhất hoặc tự động tương quan với cửa sổ thứ hai, trong đó cửa sổ thứ hai lớn hơn cửa sổ thứ nhất.

Ở khối 1808, khoảng trễ âm độ thứ hai được xác định dựa vào khoảng trễ âm độ thứ nhất như được xác định ở khối 1804. Trong một số trường hợp, phạm vi tìm kiếm thứ nhất có thể được xác định dựa vào khoảng trễ âm độ thứ nhất. Trong một số trường hợp, vị trí đỉnh thứ nhất và vị trí đỉnh thứ hai có thể được xác định trong phạm vi tìm kiếm thứ nhất. Trong một số trường hợp, khoảng trễ âm độ thứ hai có thể được

xác định dựa vào vị trí đỉnh thứ nhất và vị trí đỉnh thứ hai. Ví dụ, chênh lệch vị trí giữa vị trí đỉnh thứ nhất và vị trí đỉnh thứ hai có thể được sử dụng để xác định khoảng trễ âm độ thứ hai.

Ở khối 1810, khoảng trễ âm độ thứ ba được xác định dựa vào khoảng trễ âm độ thứ hai như được xác định ở khối 1808. Trong một số trường hợp, khoảng trễ âm độ thứ hai có thể được sử dụng để xác định lân cận ứng viên âm độ mà có thể được sử dụng trong việc tìm khoảng trễ âm độ tốt được tối ưu. Ví dụ, phạm vi tìm kiếm thứ hai có thể được xác định dựa vào khoảng trễ âm độ thứ hai. Trong một số trường hợp, khoảng trễ âm độ thứ ba có thể được xác định trong phạm vi tìm kiếm thứ hai ở tốc độ lấy mẫu thứ ba. Trong một số trường hợp, tốc độ lấy mẫu thứ ba cao hơn tốc độ lấy mẫu thứ hai. Trong ví dụ này, tốc độ lấy mẫu thứ ba có thể là 24 kHz. Trong một số trường hợp, khoảng trễ âm độ thứ ba có thể được xác định nhờ sử dụng phương pháp tương quan chéo được chuẩn hóa trong phạm vi tìm kiếm thứ hai ở tốc độ lấy mẫu thứ ba. Trong một số trường hợp, khoảng trễ âm độ thứ ba có thể được xác định làm khoảng trễ âm độ của tín hiệu âm thanh đầu vào.

Ở khối 1812, xác định được rằng độ khuếch đại âm độ của tín hiệu âm thanh đầu vào đã vượt quá ngưỡng định trước và sự thay đổi của khoảng trễ âm độ của tín hiệu âm thanh đầu vào đã nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước. LTP có thể có hiệu quả hơn khi độ khuếch đại âm độ là cao và ổn định, nghĩa là chu kỳ cao kéo dài ít nhất đối với một số khung (không chỉ đối với một khung). Trong một số trường hợp, khoảng trễ âm độ ổn định có thể còn làm giảm tác động xấu đến PLC. Khoảng trễ âm độ ổn định nghĩa là giá trị khoảng trễ âm độ không thay đổi đáng kể ít nhất đối với một số khung, có khả năng dẫn tới âm độ ổn định trong tương lai gần.

Ở khối 1814, độ khuếch đại âm độ được thiết lập cho khung hiện thời của tín hiệu âm thanh đầu vào đáp lại bước xác định rằng độ khuếch đại âm độ của tín hiệu âm thanh đầu vào đã vượt quá ngưỡng định trước và sự thay đổi của khoảng trễ âm độ thứ ba đã nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất một số khung trước đó định trước. Do đó, độ khuếch đại âm độ được thiết lập cho tính chu kỳ cao và các khung ổn

định để nâng cao chất lượng tín hiệu trong khi không tác động đến PLC.

Trong một số trường hợp, đáp lại bước xác định rằng độ khuếch đại âm độ của tín hiệu âm thanh đầu vào thấp hơn ngưỡng định trước và/hoặc sự thay đổi của khoảng trễ âm độ thứ ba không nằm trong phạm vi định trước đối với ít nhất số lượng khung trước đó định trước, độ khuếch đại âm độ được thiết lập bằng không cho khung hiện thời của tín hiệu âm thanh đầu vào. Do đó, sự lan truyền sai số có thể được giảm bớt.

Như đã lưu ý, tất cả mẫu dư được lượng tử hóa đối với bộ mã hóa-giải mã âm thanh độ phân giải cao. Điều này nghĩa là độ phức tạp tính toán và tốc độ bit mã hóa của việc lượng tử hóa mẫu dư có thể không thay đổi đáng kể khi kích thước khung thay đổi từ 10 ms xuống 2 ms. Tuy nhiên, độ phức tạp tính toán và tốc độ bit mã hóa của một số tham số mã hóa-giải mã như LPC có thể tăng đột ngột khi kích thước khung thay đổi từ 10 ms xuống 2 ms. Các tham số LPC thường cần được lượng tử hóa và được truyền đối với tất cả các khung. Trong một số trường hợp, mã hóa chênh lệch LPC giữa khung hiện thời và khung trước đó có thể lưu trữ các bit nhưng có thể cũng gây ra sự lan truyền sai số khi gói dòng bit bị mất trong kênh truyền dẫn. Do đó, kích thước khung ngắn có thể được thiết lập để đạt được bộ mã hóa-giải mã độ trễ thấp. Trong một số trường hợp, khi kích thước khung ngắn như 2 ms chẳng hạn, tốc độ bit mã hóa của các tham số LPC có thể rất cao và độ phức tạp tính toán cũng có thể càng cao khi khoảng thời gian khung là nằm ở mẫu số của tốc độ bit hoặc là phức tạp.

Trong một ví dụ dựa vào sự lượng tử hóa đường bao năng lượng miền thời gian được thể hiện trên Fig.12, nếu kích thước khung con là 2 ms, khung 10 ms có thể chứa 5 khung con. Thông thường, mỗi khung con có một mức năng lượng cần được lượng tử hóa. Do một khung chứa 5 khung con, nên các mức năng lượng của 5 khung con có thể được lượng tử hóa cùng nhau sao cho tốc độ bit mã hóa của đường bao năng lượng miền thời gian được giới hạn. Trong một số trường hợp, khi kích thước khung bằng kích thước khung con hoặc một khung chứa một khung con, tốc độ bit mã hóa có thể tăng đáng kể nếu mỗi mức năng lượng được lượng tử hóa độc lập. Trong các trường hợp này, việc mã hóa chênh lệch của các mức năng lượng giữa các khung liên tiếp có thể làm giảm tốc độ bit mã hóa. Tuy nhiên, phương pháp này có thể gần tối ưu do có

thể gây ra sự lan truyền sai số khi gói dòng bit bị mất trong kênh truyền dẫn.

Trong một số trường hợp, sự lượng tử hóa vector của các tham số LPC có thể phân phối tốc độ bit thấp hơn. Có thể thực hiện công việc tính toán nặng hơn. Phép lượng tử hóa vô hướng đơn giản của các tham số LPC có thể có độ phức tạp thấp nhưng đòi hỏi tốc độ bit cao hơn. Trong một số trường hợp, phép lượng tử hóa vô hướng đặc biệt có lợi từ mã hóa Huffman có thể được sử dụng. Tuy nhiên, phương pháp này có thể không đủ cho kích thước khung rất ngắn hoặc mã hóa độ trễ rất thấp. Một phương pháp mới để lượng tử hóa các tham số LPC sẽ được mô tả dưới đây dựa vào các hình vẽ từ FIG.19 đến FIG.20.

Ở khối 1902, ít nhất một thông số trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh được xác định. Theo FIG.20, ảnh phổ 2002 thể hiện đồ thị thời gian-tần số của tín hiệu âm thanh. Ảnh phổ 2004 thể hiện giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh. Ảnh phổ 2006 thể hiện giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh. Ảnh phổ 2008 thể hiện quyết định sao chép trong đó 1 biểu thị khung hiện thời sẽ sao chép các tham số LPC được lượng tử hóa từ khung trước đó và 0 nghĩa là khung hiện thời sẽ lượng tử hóa/gửi các tham số LPC lại. Trong ví dụ này, các giá trị tuyệt đối của cả độ nghiêng phổ chênh lệch lẫn sự chênh lệch năng lượng đều là rất nhỏ trong phần lớn thời gian, và chúng trở nên lớn hơn tương đối ở lúc kết thúc (phía bên phải).

Ở khối 1904, sự ổn định của tín hiệu âm thanh được phát hiện. Trong một số trường hợp, độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh có thể được xác định dựa vào lát phổ chênh lệch và/hoặc sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh. Trong một số trường hợp, độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh có thể còn được xác định dựa vào tần số của tín hiệu âm thanh. Trong một số trường hợp, giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch có thể được xác định dựa vào phổ của tín hiệu âm thanh (ví dụ ảnh phổ 2004). Trong một số trường hợp, giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm

thanh có thể còn được xác định dựa vào phổ của tín hiệu âm thanh (ví dụ ảnh phổ 2006). Trong một số trường hợp, nếu xác định được rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch và/hoặc thay đổi của giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng đã nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước, độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh có thể được xác định là được phát hiện.

Ở khối 1906, các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung trước đó được sao chép vào khung hiện thời của tín hiệu âm thanh đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh. Trong một số trường hợp, khi phổ của tín hiệu âm thanh rất ổn định và không thay đổi nghĩa từ một khung đến khung tiếp theo, các tham số LPC hiện thời cho khung hiện thời có thể không được mã hóa/lượng tử hóa. Thay vào đó, các tham số LPC được lượng tử hóa trước đó có thể được sao chép vào khung hiện thời bởi vì các tham số LPC không được lượng tử hóa giữ phần lớn cùng một thông tin từ khung trước đó vào khung hiện thời. Trong các trường hợp như vậy, chỉ 1 bit có thể được gửi để báo cho bộ giải mã rằng các tham số LPC được lượng tử hóa được sao chép từ khung trước đó, dẫn tới tốc độ bit rất thấp và độ phức tạp rất thấp đối với khung hiện thời.

Nếu độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện, các tham số LPC có thể được ép buộc là được lượng tử hóa và mã hóa lại. Trong một số trường hợp, nếu xác định được rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó đối với tín hiệu âm thanh không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước, có thể xác định được rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện. Trong một số trường hợp, nếu xác định được rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước, có thể xác định được rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện.

Ở khối 1908, xác định được rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép đối với ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời này. Trong một số trường hợp, nếu các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép cho một

số khung, các tham số LPC có thể được ép buộc phải được lượng tử hóa và mã hóa lại.

Ở khối 1910, phép lượng tử hóa được thực hiện đối với các tham số LPC cho khung hiện thời khi đáp lại bước xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép cho ít nhất số lượng khung định trước. Trong một số trường hợp, số lượng các khung liên tiếp để sao chép các tham số LPC được lượng tử hóa bị giới hạn để tránh sự lan truyền sai số khi gói dòng bit bị mất trong kênh truyền dẫn.

Trong một số trường hợp, quyết định sao chép LPC (như được thể hiện trên ảnh phổ 2008) có thể trợ giúp cho việc lượng tử hóa đường bao năng lượng miền thời gian. Trong một số trường hợp, khi quyết định sao chép là 1, mức năng lượng chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó có thể được mã hóa để lưu trữ các bit. Trong một số trường hợp, khi quyết định sao chép là 0, việc lượng tử hóa trực tiếp của mức năng lượng có thể được thực hiện để tránh sự lan truyền sai số khi gói dòng bit bị mất trong kênh truyền dẫn.

FIG.21 là sơ đồ minh họa cấu trúc làm ví dụ của thiết bị điện tử 2100 được mô tả theo sáng chế, theo một phương án thực hiện. Thiết bị điện tử 2100 bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 2102, bộ nhớ 2104, mạch mã hóa 2106, và mạch giải mã 2108. Theo một số phương án thực hiện, thiết bị điện tử 2100 có thể còn bao gồm một hoặc nhiều mạch để thực hiện một bước bất kỳ hoặc kết hợp của các bước được mô tả theo sáng chế.

Các phương án thực hiện được mô tả về đối tượng của sáng chế có thể bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu, riêng lẻ hoặc kết hợp.

Theo phương án thực hiện thứ nhất, phương pháp thực hiện mã hóa dự đoán tuyến tính (linear predictive coding, LPC) bao gồm các bước: xác định ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thì sao chép các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung trước đó vào khung hiện thời của tín hiệu âm thanh.

Một cách tùy chọn, các phương án thực hiện được mô tả ở trên và khác nữa có thể bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu sau:

Dấu hiệu thứ nhất, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu sau đây, trong đó bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh bao gồm: xác định giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó đối với tín hiệu âm thanh; xác định giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước xác định rằng ít nhất một trong số thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch và sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng đã nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước, xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh được phát hiện.

Dấu hiệu thứ hai, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước: xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện, thực hiện phép lượng tử hóa đối với các tham số LPC cho khung hiện thời để tạo ra các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung hiện thời.

Dấu hiệu thứ ba, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó bước xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh bao gồm ít nhất một trong số các bước sau: xác định giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó đối với tín hiệu âm thanh; và xác định rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước; hoặc xác định

giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và xác định rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước.

Dấu hiệu thứ tư, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước: xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép đối với ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời này; và đáp lại bước xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép cho ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời, thì thực hiện phép lượng tử hóa đối với các tham số LPC cho khung hiện thời để tạo ra các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung hiện thời.

Dấu hiệu thứ năm, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước: gửi bit đến bộ giải mã biểu thị rằng các tham số LPC được lượng tử hóa được sao chép từ khung trước đó.

Dấu hiệu thứ sáu, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước: đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thực hiện phép lượng tử hóa ở mức năng lượng chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó để tạo ra mức năng lượng chênh lệch được lượng tử hóa; và đáp lại bước xác định rằng độ ổn định phổ không được phát hiện, thì thực hiện phép lượng tử hóa ở mức năng lượng của khung hiện thời để tạo ra mức năng lượng được lượng tử hóa của khung hiện thời.

Theo phương án thực hiện thứ hai, thiết bị điện tử bao gồm: bộ lưu trữ bộ nhớ không tạm thời bao gồm các lệnh, và một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng truyền thông với bộ lưu trữ bộ nhớ, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng thực thi các lệnh để: xác định ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thì sao chép

các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung trước đó vào khung hiện thời của tín hiệu âm thanh.

Một cách tùy chọn, các phương án thực hiện được mô tả ở trên và khác nữa mỗi trong số đó có thể bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu sau:

Dấu hiệu thứ nhất, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu sau đây, trong đó bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh bao gồm: xác định giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó đối với tín hiệu âm thanh; xác định giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước xác định rằng ít nhất một trong số thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch và sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng đã nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước, xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh được phát hiện.

Dấu hiệu thứ hai, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng còn thực thi các lệnh để: xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện, thực hiện phép lượng tử hóa đối với các tham số LPC cho khung hiện thời để tạo ra các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung hiện thời.

Dấu hiệu thứ ba, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó bước xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh bao gồm ít nhất một trong số các bước sau: xác định giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó đối với tín hiệu âm thanh; và

xác định rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước; hoặc xác định giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và xác định rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước.

Dấu hiệu thứ tư, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng còn thực thi các lệnh để: xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép đối với ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời này; và đáp lại bước xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép cho ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời, thì thực hiện phép lượng tử hóa đối với các tham số LPC cho khung hiện thời để tạo ra các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung hiện thời.

Dấu hiệu thứ năm, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng còn thực thi các lệnh để: gửi bit đến bộ giải mã biểu thị rằng các tham số LPC được lượng tử hóa được sao chép từ khung trước đó.

Dấu hiệu thứ sáu, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng thực thi các lệnh để: đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thực hiện phép lượng tử hóa ở mức năng lượng chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó để tạo ra mức năng lượng chênh lệch được lượng tử hóa; và đáp lại bước xác định rằng độ ổn định phổ không được phát hiện, thì thực hiện phép lượng tử hóa ở mức năng lượng của khung hiện thời để tạo ra mức năng lượng được lượng tử hóa của khung hiện thời.

Theo phương án thực hiện thứ ba, vật ghi đọc được bởi máy tính không tạm thời lưu trữ các lệnh máy tính để thực hiện LPC, mà khi được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng, làm cho một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng này thực hiện các hoạt động bao gồm: xác định ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh;

phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thì sao chép các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung trước đó vào khung hiện thời của tín hiệu âm thanh.

Một cách tùy chọn, các phương án thực hiện được mô tả ở trên và khác nữa có thể đều bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu sau:

Dấu hiệu thứ nhất, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu sau đây, trong đó bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh bao gồm: xác định giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó đối với tín hiệu âm thanh; xác định giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước xác định rằng ít nhất một trong số thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch và sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng đã nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước, xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh được phát hiện.

Dấu hiệu thứ hai, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó các hoạt động này còn bao gồm: xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và đáp lại bước xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện, thực hiện phép lượng tử hóa đối với các tham số LPC cho khung hiện thời để tạo ra các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung hiện thời.

Dấu hiệu thứ ba, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó bước xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự

chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh bao gồm ít nhất một trong số các bước sau: xác định giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó đối với tín hiệu âm thanh; và xác định rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước; hoặc xác định giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và xác định rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước.

Dấu hiệu thứ tư, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó các hoạt động này còn bao gồm: xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép đối với ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời này; và đáp lại bước xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép cho ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời, thì thực hiện phép lượng tử hóa đối với các tham số LPC cho khung hiện thời để tạo ra các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung hiện thời.

Dấu hiệu thứ năm, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó các hoạt động này còn bao gồm: gửi bit đến bộ giải mã biểu thị rằng các tham số LPC được lượng tử hóa được sao chép từ khung trước đó.

Dấu hiệu thứ sáu, kết hợp được với dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu trên đây hoặc sau đây, trong đó các hoạt động này còn bao gồm: đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thực hiện phép lượng tử hóa ở mức năng lượng chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó để tạo ra mức năng lượng chênh lệch được lượng tử hóa; và đáp lại bước xác định rằng độ ổn định phổ không được phát hiện, thì thực hiện phép lượng tử hóa ở mức năng lượng của khung hiện thời để tạo ra mức năng lượng được lượng tử hóa của khung hiện thời.

Trong một số phương án thực hiện được đề xuất theo sáng chế, cần hiểu rằng các hệ thống và phương pháp được bộc lộ có thể được thể hiện theo nhiều dạng cụ thể khác mà không nằm ngoài nguyên lý và phạm vi của sáng chế. Các ví dụ này cần được

xem là minh họa và không nhằm giới hạn, và dự định không bị giới hạn ở các chi tiết nêu trên. Ví dụ, các phần tử hoặc các thành phần khác nhau có thể được kết hợp hoặc được tích hợp trong hệ thống khác hoặc các dấu hiệu nhất định có thể được lược bỏ, hoặc không được thực hiện.

Ngoài ra, các kỹ thuật, hệ thống, hệ thống phụ, và các phương pháp được mô tả và được minh họa trong các phương án khác nhau dưới dạng rời rạc hoặc tách biệt có thể được kết hợp hoặc được tích hợp với các hệ thống, thành phần, kỹ thuật, hoặc các phương pháp khác mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Các ví dụ khác về các thay đổi, thay thế và sửa đổi xác định được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này và có thể được thực hiện không nằm ngoài phạm vi được mô tả ở đây.

Các phương án của sáng chế và tất cả các hoạt động chức năng được mô tả trong bản mô tả này có thể được thực hiện trong hệ mạch điện tử số, hoặc trong phần mềm máy tính, phần sụn, hoặc phần cứng, bao gồm các cấu trúc được mô tả trong bản mô tả này và các phần tương đương về cấu trúc với chúng, hoặc trong các tổ hợp gồm một hoặc nhiều phần trong số chúng. Các phương án của sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng một hoặc nhiều sản phẩm chương trình máy tính, tức là, một hoặc nhiều môđun của các lệnh chương trình máy tính được mã hóa trên vật ghi đọc được bởi máy tính để thực thi bởi, hoặc điều khiển hoạt động của thiết bị xử lý dữ liệu. Vật ghi đọc được bởi máy tính có thể là vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính không tạm thời, thiết bị lưu trữ đọc được bởi máy, nền lưu trữ đọc được bởi máy, thiết bị nhớ, kết hợp của vấn đề ảnh hưởng đến tín hiệu được lan truyền đọc được bởi máy, hoặc tổ hợp của một hoặc nhiều phần tử trong số chúng. Thuật ngữ “thiết bị xử lý dữ liệu” bao hàm tất cả các thiết bị, phương tiện và máy để xử lý dữ liệu, ví dụ bao gồm bộ xử lý lập trình được, máy tính, hoặc nhiều bộ xử lý hoặc máy tính. Ngoài phần cứng, thiết bị này có thể bao gồm mã tạo ra môi trường thực thi cho chương trình máy tính chương trình theo yêu cầu, ví dụ mã cấu thành phần sụn bộ xử lý, chồng giao thức, hệ thống quản lý dữ liệu, hệ điều hành, hoặc tổ hợp của một hoặc nhiều phần tử trong số chúng. Tín hiệu truyền là tín hiệu được tạo ra nhân tạo, ví dụ tín hiệu điện được tạo ra bằng

máy, tín hiệu quang, hoặc tín hiệu điện từ được tạo ra để mã hóa thông tin để truyền dẫn đến thiết bị thu thích hợp.

Chương trình máy tính (còn được gọi là chương trình, phần mềm, ứng dụng phần mềm, tập lệnh, hoặc mã) có thể được viết dưới dạng ngôn ngữ lập trình bất kỳ, bao gồm các ngôn ngữ biên dịch hoặc diễn dịch, và có thể được triển khai dưới dạng bất kỳ, bao gồm dưới dạng chương trình độc lập hoặc dưới dạng môđun, thành phần, đoạn chương trình con, hoặc đơn vị khác thích hợp để sử dụng trong môi trường điện toán. Chương trình máy tính không nhất thiết tương ứng với tệp tin trong hệ thống tệp tin. Chương trình có thể được lưu trữ trong một phần của tệp tin giữ các chương trình hoặc dữ liệu khác (ví dụ một hoặc nhiều tập lệnh được lưu trữ trong tài liệu ngôn ngữ đánh dấu), trong một tệp tin đơn dành riêng cho chương trình này theo yêu cầu, hoặc trong nhiều tệp tin phối hợp (ví dụ các tệp tin lưu trữ một hoặc nhiều môđun, các chương trình con, hoặc các phần mã). Chương trình máy tính có thể được triển khai để được thực thi trên một máy tính hoặc trên nhiều máy tính nằm ở một vị trí hoặc được phân bố dọc theo nhiều vị trí và được kết nối với nhau bởi một mạng truyền thông.

Các quy trình và lưu đồ logic được mô tả trong bản mô tả này có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý lập trình được thực thi một hoặc nhiều chương trình máy tính để thực hiện các chức năng nhờ hoạt động trên dữ liệu đầu vào và tạo ra đầu ra. Các quy trình và lưu đồ logic này cũng có thể được thực hiện, và thiết bị có thể được thực hiện, bởi hệ mạch logic chuyên dụng, ví dụ FPGA (mảng cổng lập trình được theo trường (field programmable gate array)) hoặc ASIC (mạch tích hợp dành riêng cho ứng dụng (application specific integrated circuit)).

Các bộ xử lý thích hợp để thực thi chương trình máy tính bao gồm, để làm ví dụ, cả bộ vi xử lý đa dụng và chuyên dụng, và một hoặc nhiều bộ xử lý bất kỳ của kiểu bất kỳ của máy tính số. Nói chung, bộ xử lý sẽ nhận các lệnh và dữ liệu từ bộ nhớ chỉ đọc hoặc bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên hoặc cả hai. Các phần tử cơ bản của máy tính là bộ xử lý để thực hiện các lệnh và một hoặc nhiều thiết bị nhớ để lưu trữ các lệnh và dữ liệu. Nói chung, máy tính cũng sẽ bao gồm, hoặc được nối hoạt động để nhận dữ liệu từ hoặc truyền dữ liệu đến, hoặc cả hai, một hoặc nhiều thiết bị lưu trữ khối để lưu trữ

dữ liệu, ví dụ từ, đĩa quang từ hoặc đĩa quang. Tuy nhiên, máy tính không nhất thiết phải có các phần tử này. Hơn nữa, máy tính có thể được nhúng trong thiết bị khác, ví dụ máy tính bảng, điện thoại di động, thiết bị kỹ thuật số hỗ trợ cá nhân (personal digital assistant, PDA), máy phát âm thanh di động, bộ thu hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System, GPS) để gọi tên của một số loại. Vật ghi đọc được bởi máy tính thích hợp để lưu trữ các lệnh chương trình máy tính và dữ liệu bao gồm tất cả các dạng của bộ nhớ, vật ghi, và phần tử nhớ không khả biến, ví dụ bao gồm các phần tử nhớ bán dẫn, ví dụ EPROM, EEPROM, và các phần tử bộ nhớ chớp; đĩa từ, ví dụ các ổ đĩa cứng nội bộ hoặc các ổ đĩa tháo rời được; các đĩa quang từ; và các đĩa CD ROM và DVD-ROM. Bộ xử lý và bộ nhớ này có thể được bổ sung bởi, hoặc được kết hợp trong, hệ mạch logic chuyên dụng.

Để tạo ra sự tương tác với người dùng, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện trên máy tính có thiết bị hiển thị, ví dụ màn hình ống tia catôt (cathode ray tube, CRT) hoặc màn hình tinh thể lỏng (liquid crystal display, LCD), dùng để hiển thị thông tin đến người dùng và bàn phím và thiết bị trỏ, ví dụ chuột hoặc bi xoay, nhờ đó người dùng có thể nhập đầu vào cho máy tính. Các loại thiết bị khác cũng có thể được sử dụng để tạo ra sự tương tác với người dùng; ví dụ, phản hồi được cấp đến người dùng có thể dưới dạng phản hồi cảm giác bất kỳ, ví dụ phản hồi nhìn, phản hồi nghe hoặc phản hồi xúc giác; và đầu vào từ người dùng có thể nhận được theo dạng bất kỳ, bao gồm đầu vào âm thanh, lời nói hoặc xúc giác.

Các phương án của sáng chế có thể được thực hiện trong hệ thống điện toán bao gồm thành phần đầu sau, ví dụ dưới dạng máy chủ dữ liệu, hoặc bao gồm thành phần phần mềm trung gian, ví dụ máy chủ ứng dụng, hoặc bao gồm thành phần đầu trước, ví dụ máy tính khách có giao diện người dùng đồ họa hoặc trình duyệt web nhờ đó người dùng có thể tương tác với việc thực hiện theo sáng chế, hoặc tổ hợp bất kỳ của một hoặc nhiều thành phần đầu sau, phần mềm trung gian, hoặc thành phần đầu trước như vậy. Các thành phần của hệ thống có thể được kết nối với nhau bởi dạng hoặc môi trường bất kỳ của truyền thông dữ liệu số, ví dụ, mạng truyền thông. Các ví dụ về

mạng truyền thông bao gồm mạng cục bộ (local area network, “LAN”) và mạng toàn cục (wide area network, “WAN”), ví dụ, Internet.

Hệ thống điện toán có thể bao gồm các máy khách và máy chủ. Máy khách và máy chủ thường ở xa nhau và thường tương tác qua mạng truyền thông. Mỗi quan hệ giữa máy khách và máy chủ phát sinh bởi đặc tính của các chương trình máy tính chạy trên các máy tính tương ứng và có mối quan hệ khách-chủ với nhau.

Mặc dù một vài phương án thực hiện đã được mô tả chi tiết ở trên, nhưng có thể có các cải biến khác. Ví dụ, trong khi ứng dụng khách được mô tả dưới dạng truy cập (các) đại diện, trong các phương án thực hiện khác, (các) đại diện có thể được sử dụng bởi các ứng dụng khác được thực hiện bởi một hoặc nhiều bộ xử lý, như ứng dụng thực thi trên một hoặc nhiều máy chủ. Ngoài ra, các lưu đồ logic được minh họa trên các hình vẽ không yêu cầu thứ tự cụ thể được thể hiện, hoặc thứ tự liên tiếp, để đạt được các kết quả mong muốn. Ngoài ra, các tác động khác có thể được đề xuất, hoặc các tác động có thể được loại trừ, từ các lưu đồ được mô tả, và các thành phần khác có thể được bổ sung vào, hoặc loại bỏ ra khỏi các hệ thống được mô tả. Do đó, các phương án thực hiện khác đều nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Mặc dù bản mô tả này có nhiều chi tiết thực hiện cụ thể, chúng có thể được xây dựng dưới dạng các giới hạn trên phạm vi của sáng chế hoặc có thể được yêu cầu bảo hộ, nhưng hơn là các phần mô tả các dấu hiệu, mà có thể xác định các phương án cụ thể của các sáng chế. Các dấu hiệu nhất định được mô tả trong bản mô tả này trong ngữ cảnh các phương án riêng biệt cũng có thể được thực hiện kết hợp trong một phương án đơn lẻ. Ngược lại, các dấu hiệu khác nhau được mô tả trong ngữ cảnh một phương án đơn lẻ cũng có thể được thực hiện trong nhiều phương án riêng biệt hoặc trong tổ hợp con thích hợp. Hơn nữa, mặc dù các dấu hiệu có thể được mô tả ở trên đóng vai trò trong các tổ hợp nhất định và được yêu cầu bảo hộ từ đầu, nhưng một hoặc nhiều dấu hiệu từ tổ hợp được yêu cầu bảo hộ có thể trong một số trường hợp được chọn lọc từ tổ hợp này, và tổ hợp được yêu cầu bảo hộ này có thể được hướng đến tổ hợp con hoặc biến thể của tổ hợp con này.

Tương tự, mặc dù các hoạt động được thể hiện trên các hình vẽ là theo một thứ tự cụ thể, nhưng việc này không nên hiểu là yêu cầu rằng các hoạt động được thực hiện theo thứ tự cụ thể được thể hiện hoặc theo thứ tự liên tiếp, hoặc tất cả các hoạt động được minh họa đều được thực hiện, để đạt được các kết quả mong muốn. Trong các trường hợp nhất định, xử lý đa nhiệm và song song có thể có lợi. Ngoài ra, sự chia tách các môđun hệ thống và các thành phần khác nhau trong các phương án được mô tả ở trên không nên hiểu là yêu cầu rằng sự chia tách là trong tất cả các phương án, và cần hiểu rằng các thành phần và hệ thống chương trình được mô tả có thể thường được tích hợp cùng nhau trong một sản phẩm phần mềm đơn lẻ hoặc được gói thành nhiều sản phẩm phần mềm.

Các phương án cụ thể của sáng chế đã được mô tả. Các phương án khác đều nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây. Ví dụ, các hoạt động được viện dẫn trong các điểm yêu cầu bảo hộ có thể được thực hiện theo một thứ tự khác và vẫn đạt được các kết quả mong muốn. Theo một ví dụ, các quy trình được thể hiện trên các hình vẽ kèm theo không nhất thiết yêu cầu thứ tự cụ thể này được thể hiện, hoặc thứ tự liên tiếp, để đạt được các kết quả mong muốn. Trong các phương án thực hiện nhất định, xử lý đa nhiệm và song song có thể có lợi.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính để thực hiện mã hóa dự đoán tuyến tính (linear predictive coding, LPC) tín hiệu âm thanh, phương pháp này bao gồm các bước:

xác định ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh;

phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và

đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thì sao chép các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung trước đó vào khung hiện thời của tín hiệu âm thanh.

2. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính theo điểm 1, trong đó bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh bao gồm các bước:

xác định giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó đối với tín hiệu âm thanh;

xác định giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và

đáp lại bước xác định rằng ít nhất một trong số thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch và sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng đã nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước, thì xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh được phát hiện.

3. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện dựa

vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và

đáp lại bước xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện, thì thực hiện phép lượng tử hóa đối với các tham số LPC cho khung hiện thời để tạo ra các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung hiện thời này.

4. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính theo điểm 3, trong đó bước xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh bao gồm ít nhất một trong số các bước sau:

xác định giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và xác định rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước; hoặc

xác định giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và xác định rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước.

5. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép đối với ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời; và

đáp lại bước xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép cho ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời, thì thực hiện phép lượng tử hóa đối với các tham số LPC cho khung hiện thời để tạo ra các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung hiện thời.

6. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

gửi bit đến bộ giải mã biểu thị rằng các tham số LPC được lượng tử hóa được sao chép từ khung trước đó.

7. Phương pháp được thực hiện bởi máy tính theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thì thực hiện phép lượng tử hóa ở mức năng lượng chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó để tạo ra mức năng lượng chênh lệch được lượng tử hóa; và

đáp lại bước xác định rằng độ ổn định phổ không được phát hiện, thì thực hiện phép lượng tử hóa ở mức năng lượng của khung hiện thời để tạo ra mức năng lượng được lượng tử hóa của khung hiện thời.

8. Thiết bị điện tử bao gồm:

bộ lưu trữ bộ nhớ không tạm thời bao gồm các lệnh; và

một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng truyền thông với bộ lưu trữ bộ nhớ, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng này thực thi các lệnh để:

xác định ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh;

phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và

đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thì sao chép các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung trước đó vào khung hiện thời của tín hiệu âm thanh.

9. Thiết bị điện tử theo điểm 8, trong đó bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh bao gồm các bước:

xác định giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh;

xác định giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và

đáp lại bước xác định rằng ít nhất một trong số thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch và sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng đã nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước, thì xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh được phát hiện.

10. Thiết bị điện tử theo điểm 8, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng còn thực thi các lệnh để:

xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và

đáp lại bước xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện, thì thực hiện phép lượng tử hóa đối với các tham số LPC cho khung hiện thời để tạo ra các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung hiện thời này.

11. Thiết bị điện tử theo điểm 10, trong đó bước xác định rằng độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh không được phát hiện dựa vào ít nhất một trong số độ nghiêng phổ chênh lệch và sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh bao gồm ít nhất một trong số các bước sau:

xác định giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh và xác định rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của độ nghiêng phổ chênh lệch không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số lượng khung định trước; hoặc

xác định giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng giữa khung hiện thời và khung trước đó của tín hiệu âm thanh; và xác định rằng sự thay đổi về giá trị tuyệt đối của sự chênh lệch năng lượng không nằm trong khoảng định trước đối với ít nhất số

lượng khung định trước.

12. Thiết bị điện tử theo điểm 8, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng còn thực thi các lệnh để:

xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép đối với ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời; và

đáp lại bước xác định rằng các tham số LPC được lượng tử hóa đã được sao chép cho ít nhất số lượng khung định trước trước khung hiện thời, thì thực hiện phép lượng tử hóa đối với các tham số LPC cho khung hiện thời để tạo ra các tham số LPC được lượng tử hóa cho khung hiện thời này.

13. Thiết bị điện tử theo điểm 8, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng còn thực thi các lệnh để:

gửi bit đến bộ giải mã biểu thị rằng các tham số LPC được lượng tử hóa được sao chép từ khung trước đó.

14. Thiết bị điện tử theo điểm 8, trong đó một hoặc nhiều bộ xử lý phần cứng còn thực thi các lệnh để:

đáp lại bước phát hiện độ ổn định phổ của tín hiệu âm thanh, thì thực hiện phép lượng tử hóa ở mức năng lượng chênh lệch giữa khung hiện thời và khung trước đó để tạo ra mức năng lượng chênh lệch được lượng tử hóa; và

đáp lại bước xác định rằng độ ổn định phổ không được phát hiện, thì thực hiện phép lượng tử hóa ở mức năng lượng của khung hiện thời để tạo ra mức năng lượng được lượng tử hóa của khung hiện thời.

15. Vật ghi lưu trữ đọc được bởi máy tính có chương trình được ghi trên đó; trong đó, khi được thực thi bởi máy tính, thì chương trình này làm cho máy tính này thực hiện phương pháp được thực hiện bởi máy tính theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7.

1 / 21

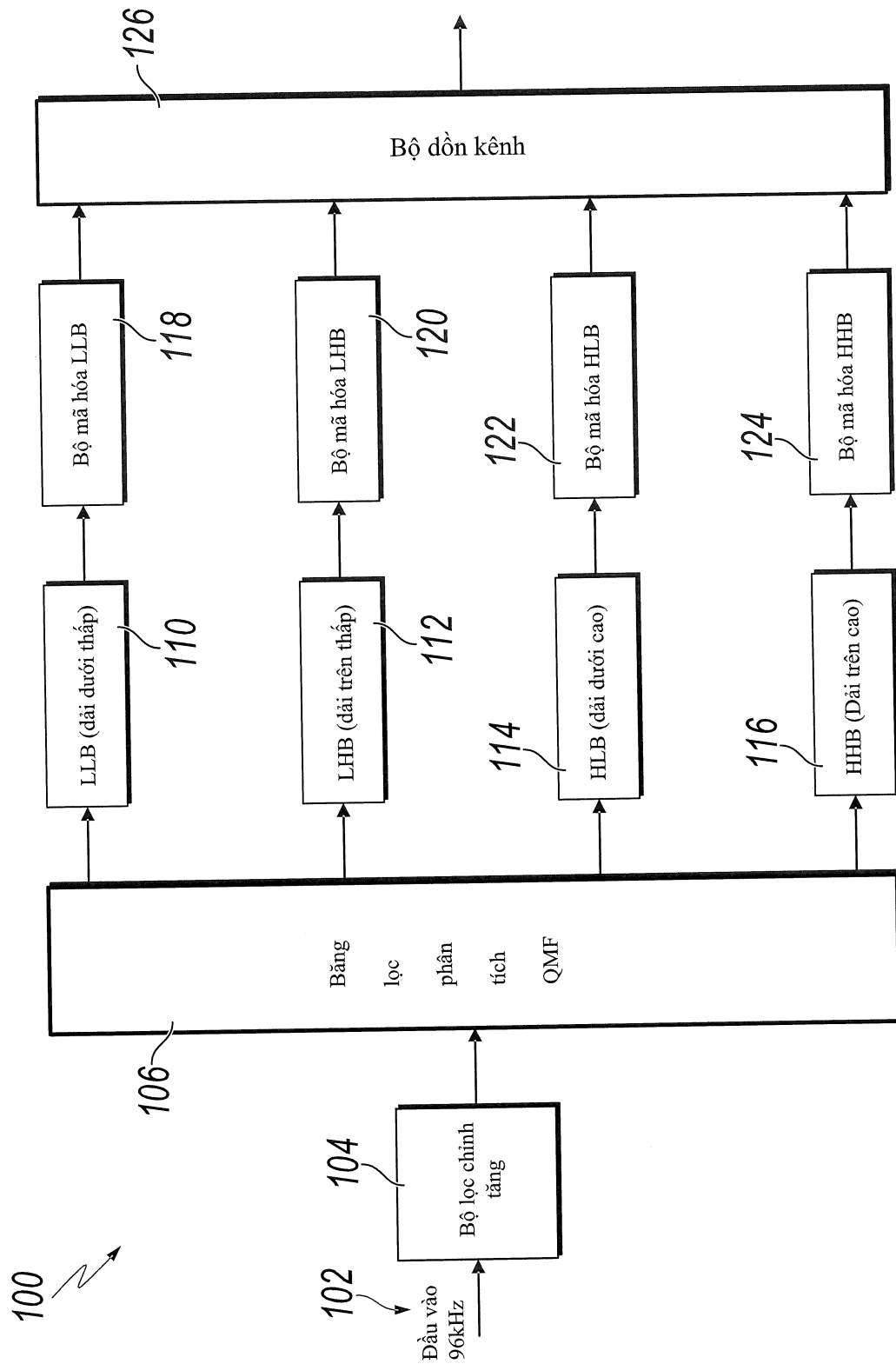


FIG. 1

2 / 21

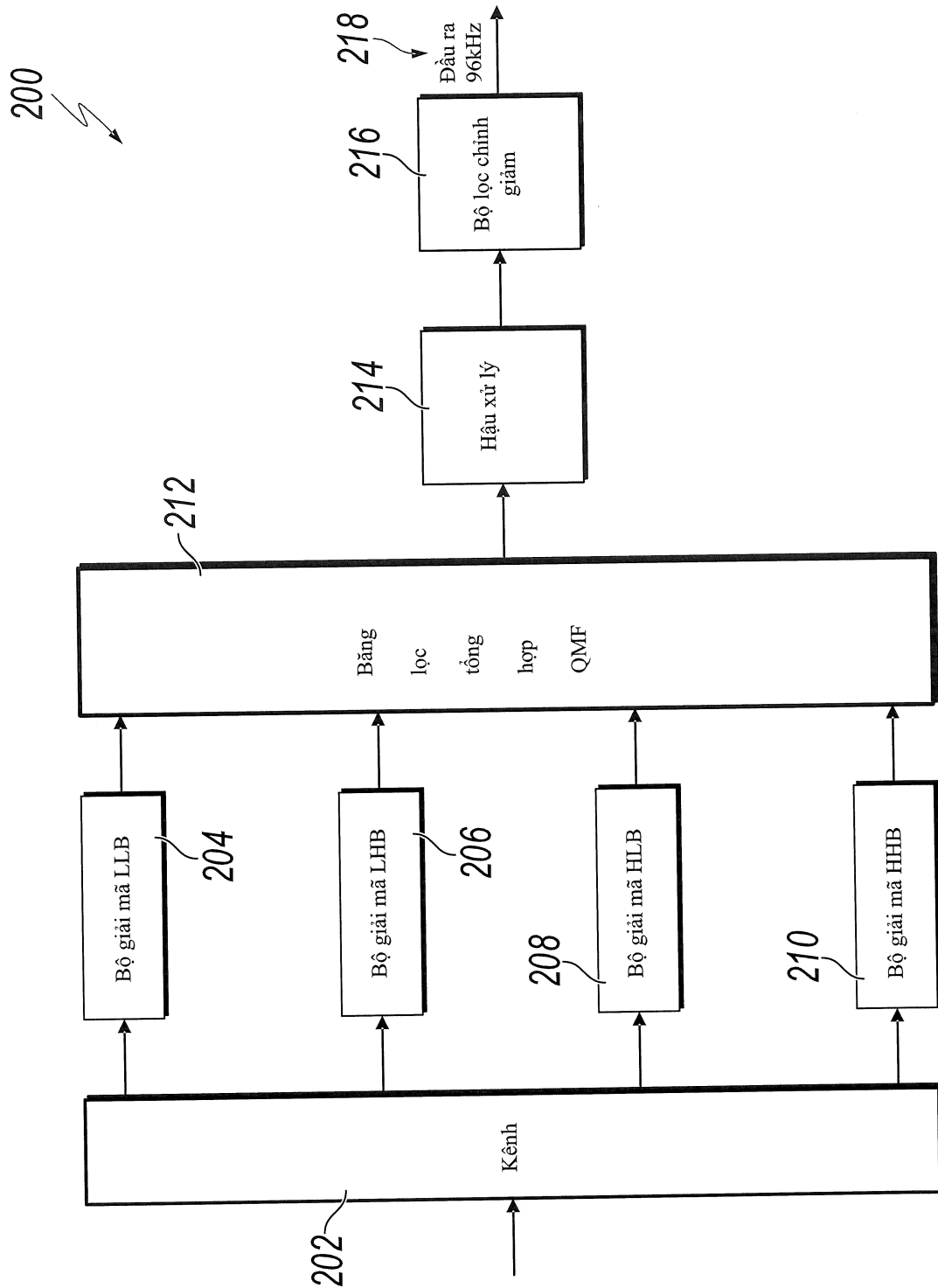


FIG. 2

3 / 21

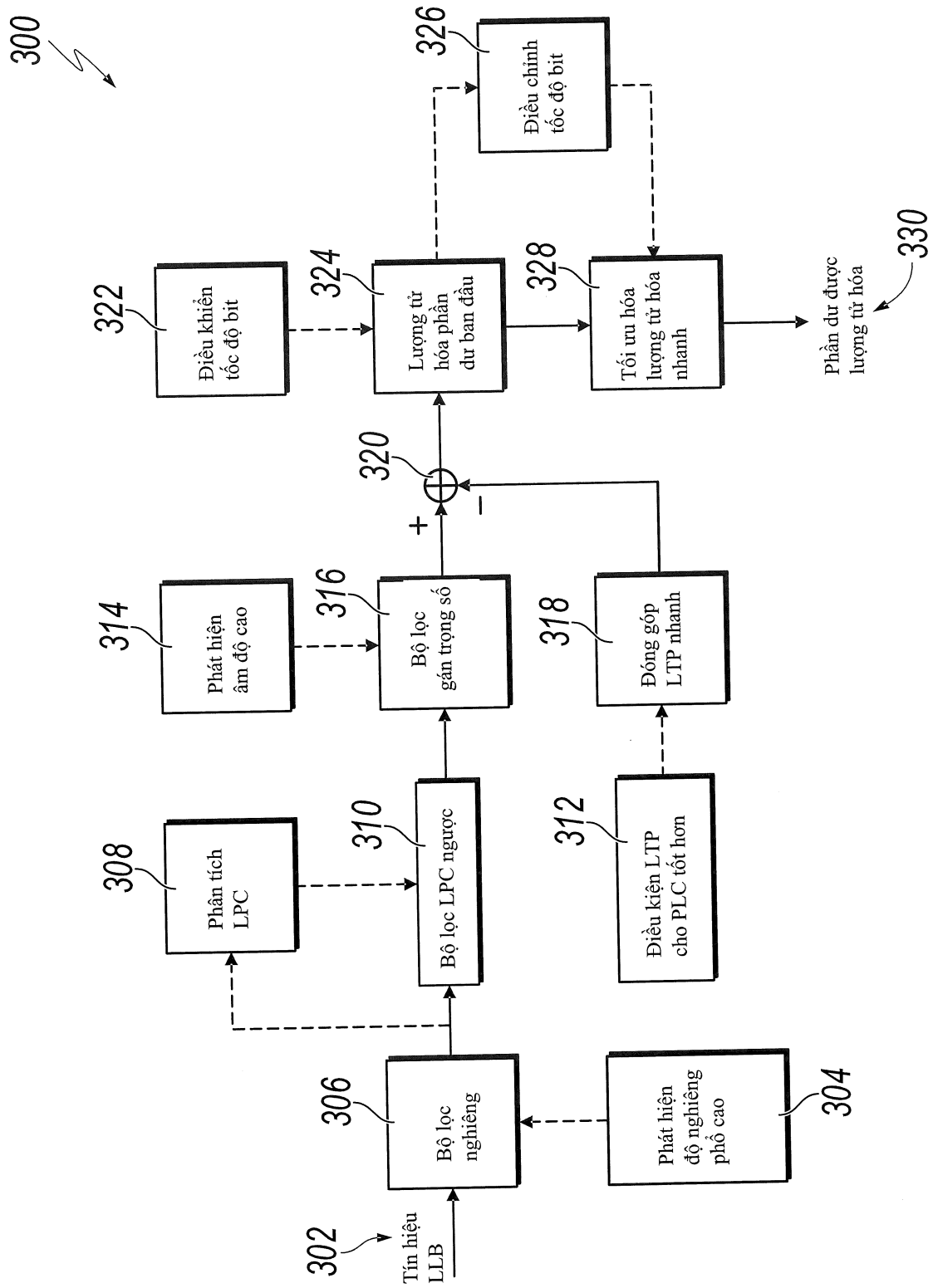


FIG. 3

4 / 21

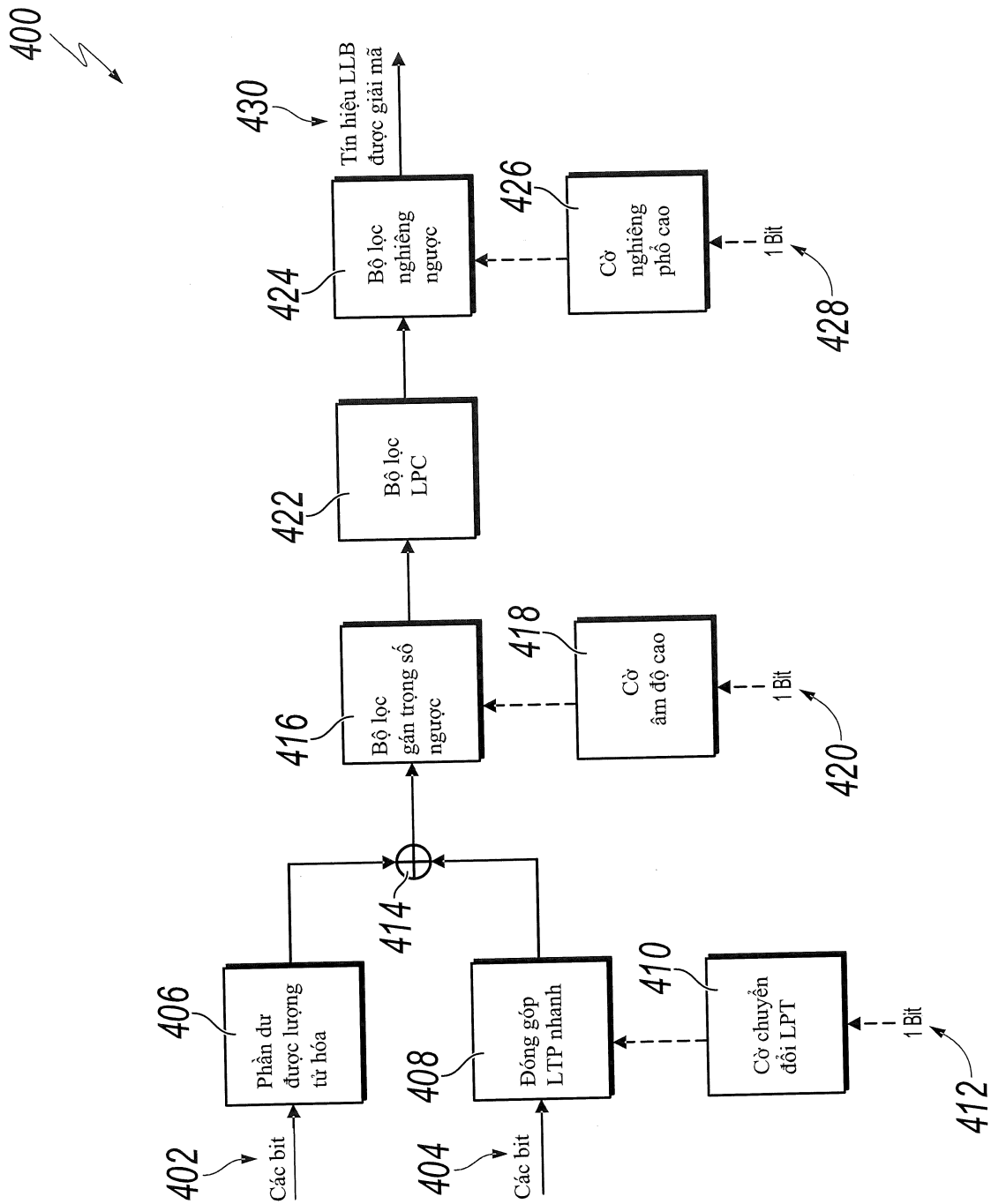


FIG. 4

5 / 21

500

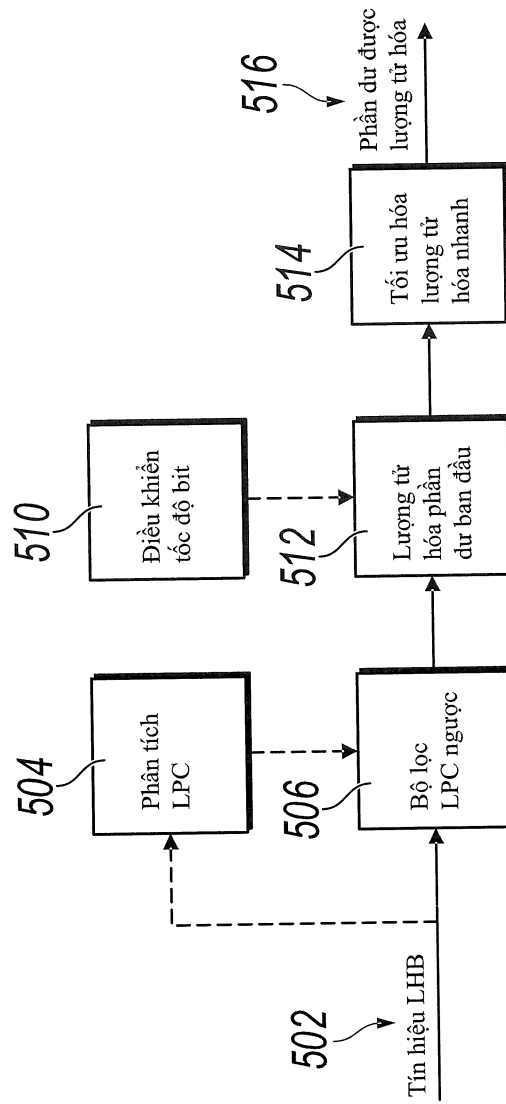


FIG. 5

6 / 21

600 ↗

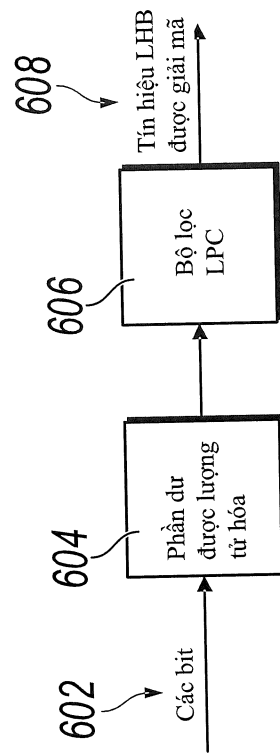


FIG. 6

7 / 21

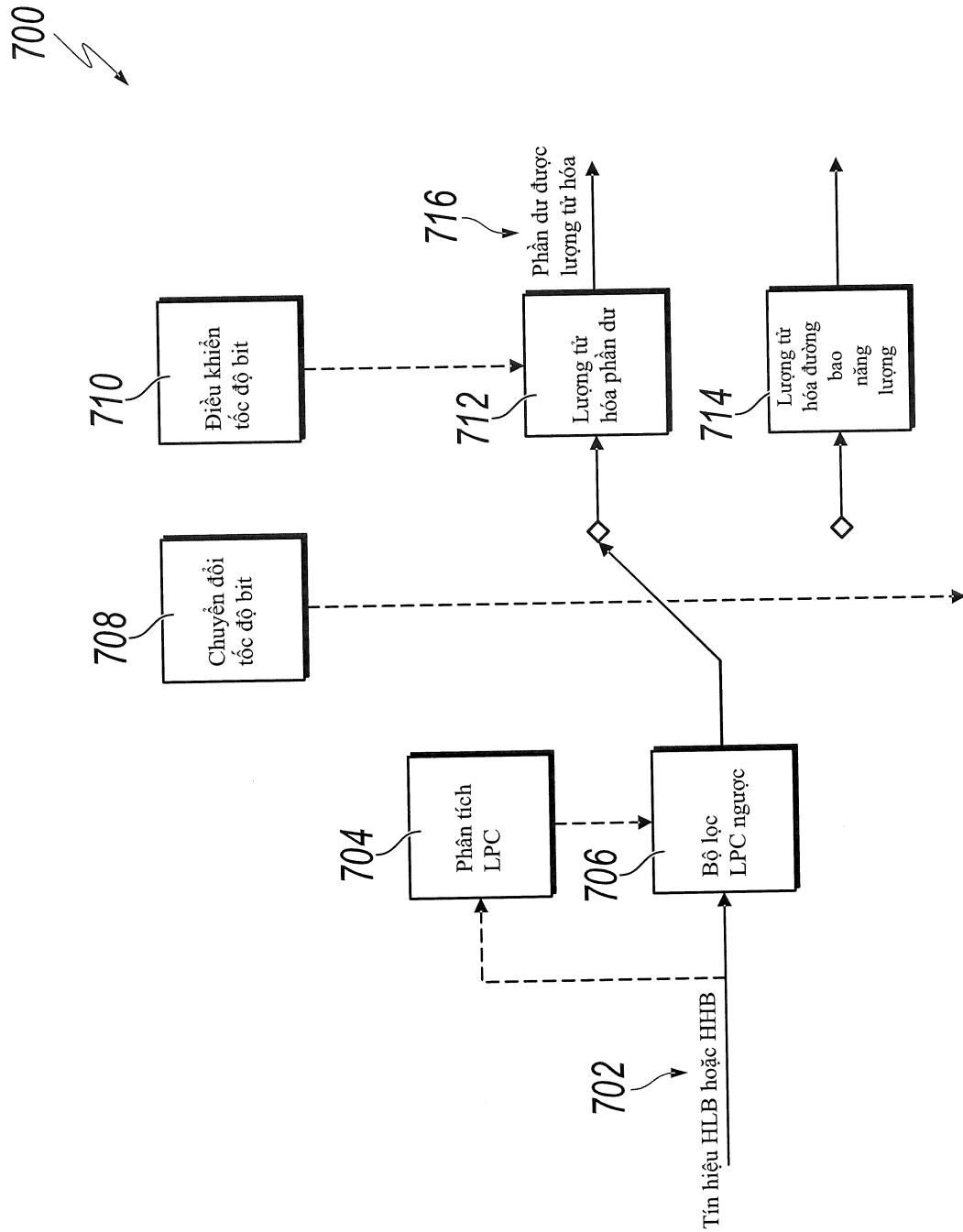


FIG. 7

8 / 21

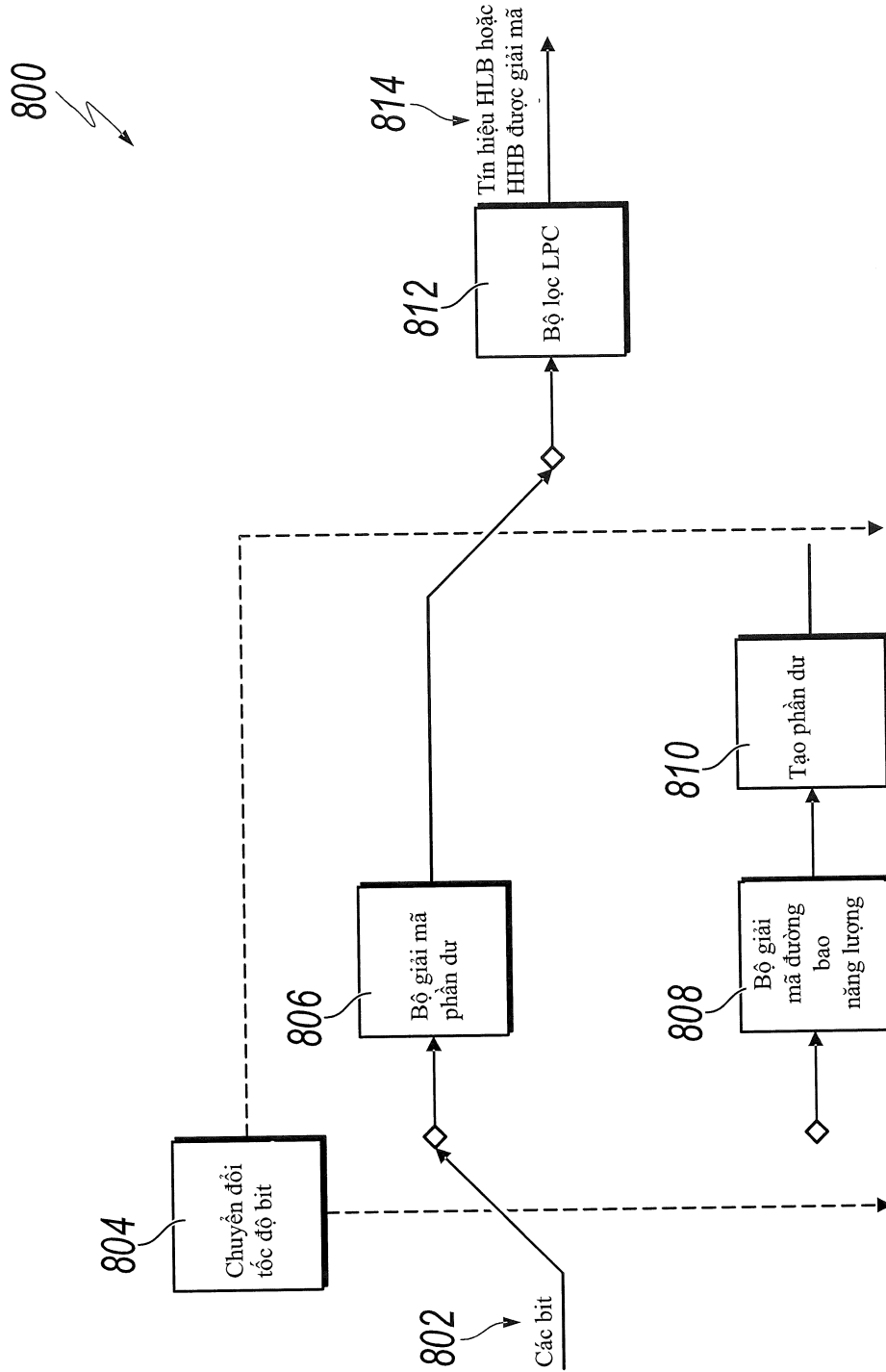


FIG. 8

9 / 21

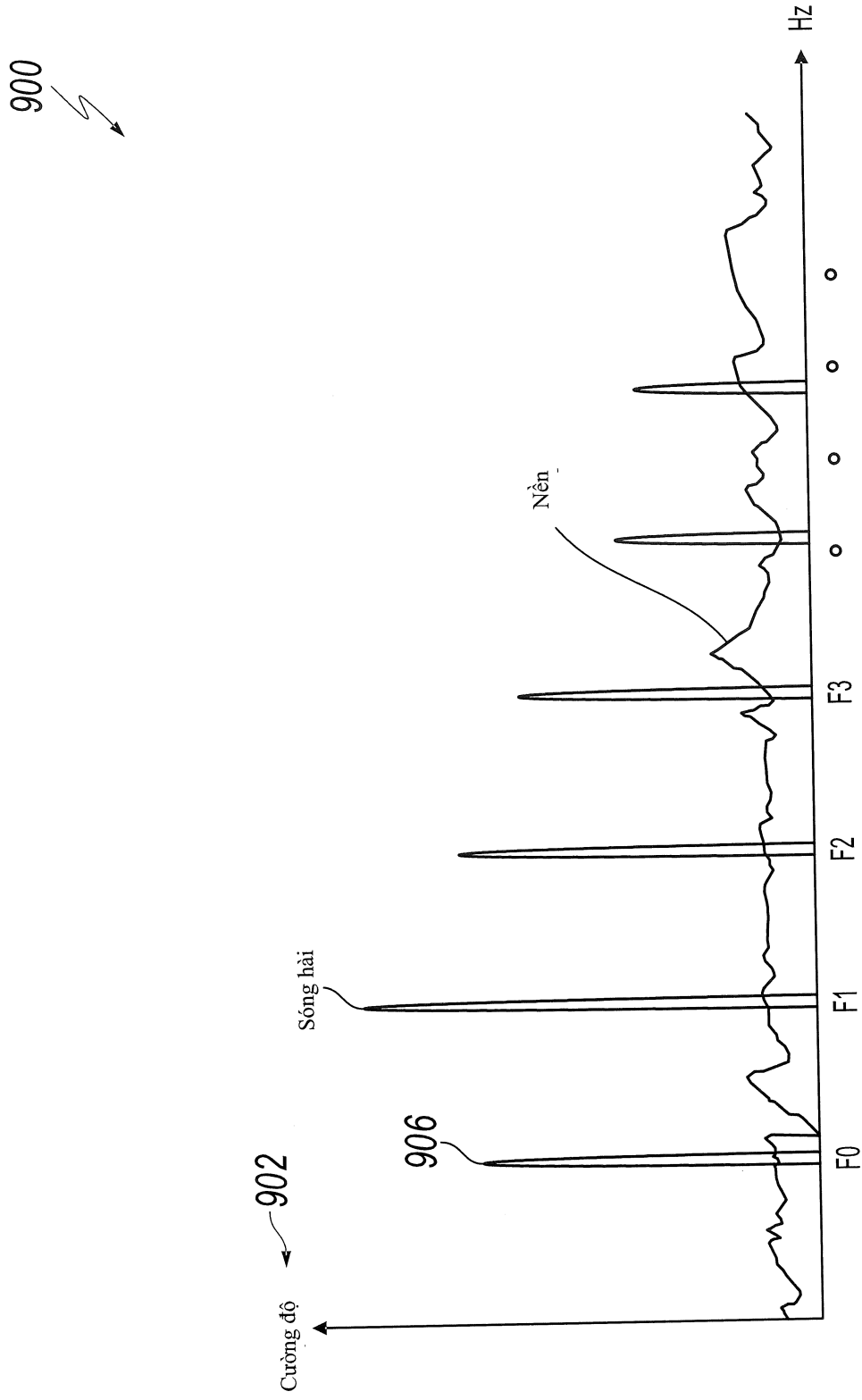
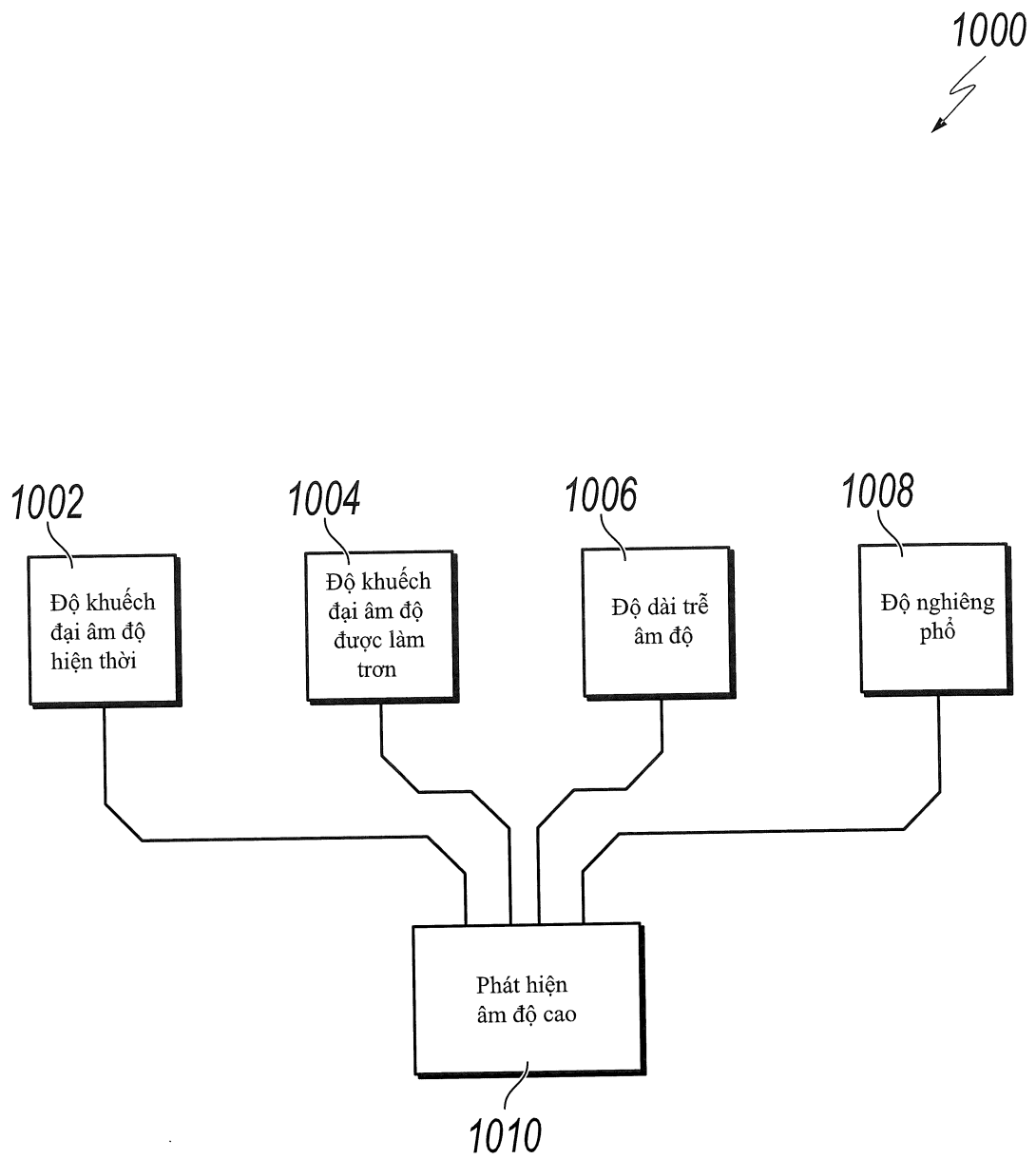


FIG. 9

10 / 21

**FIG. 10**

11 / 21

1100

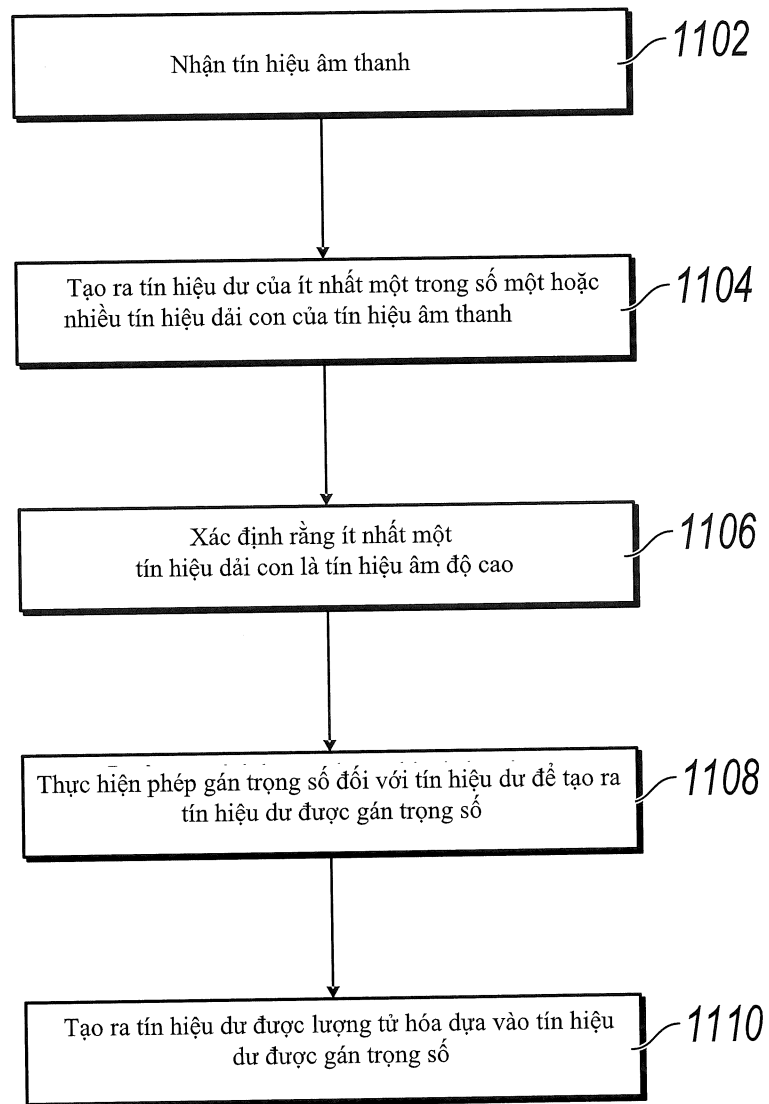


FIG. 11

12 / 21

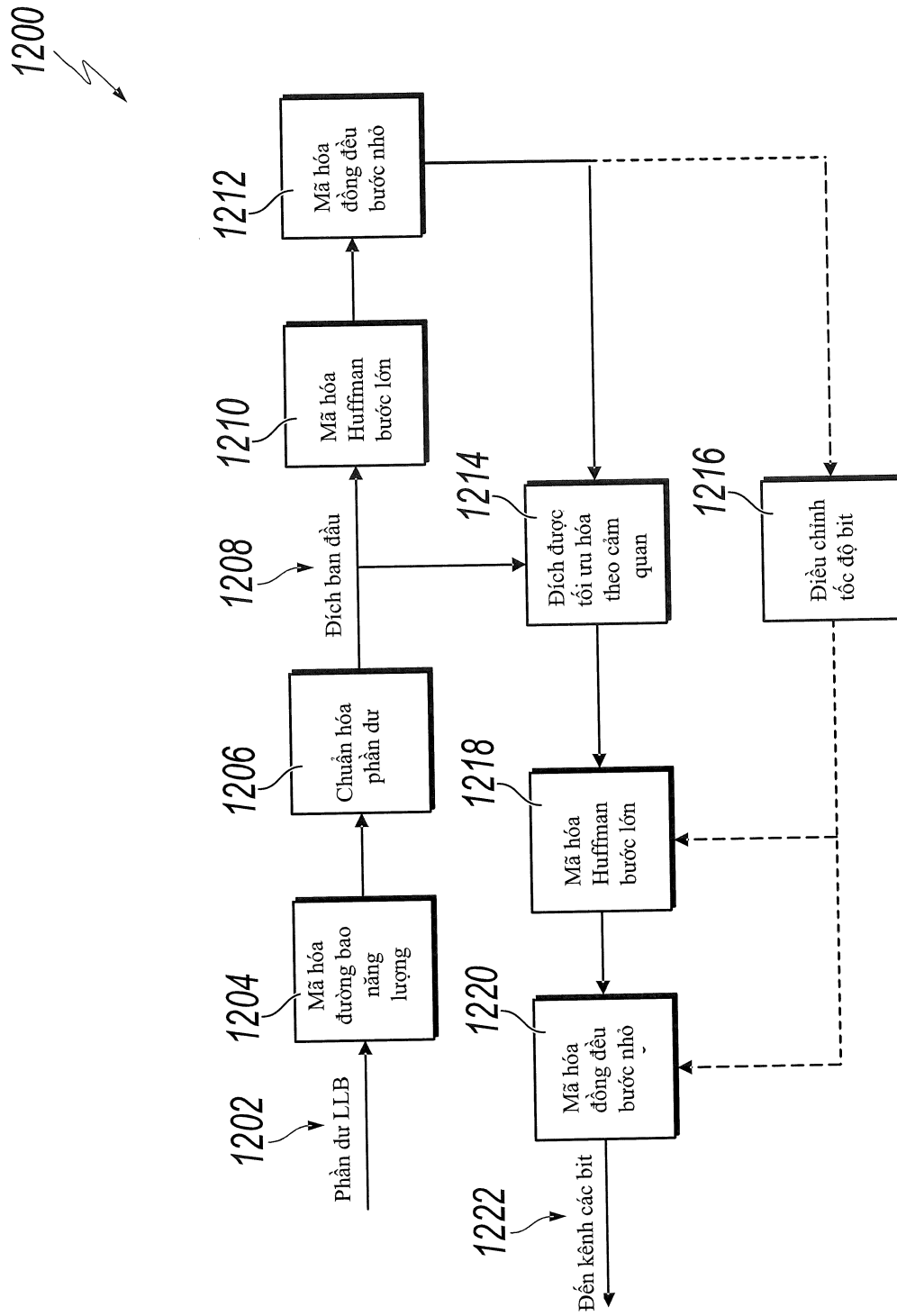


FIG. 12

1300 ↘

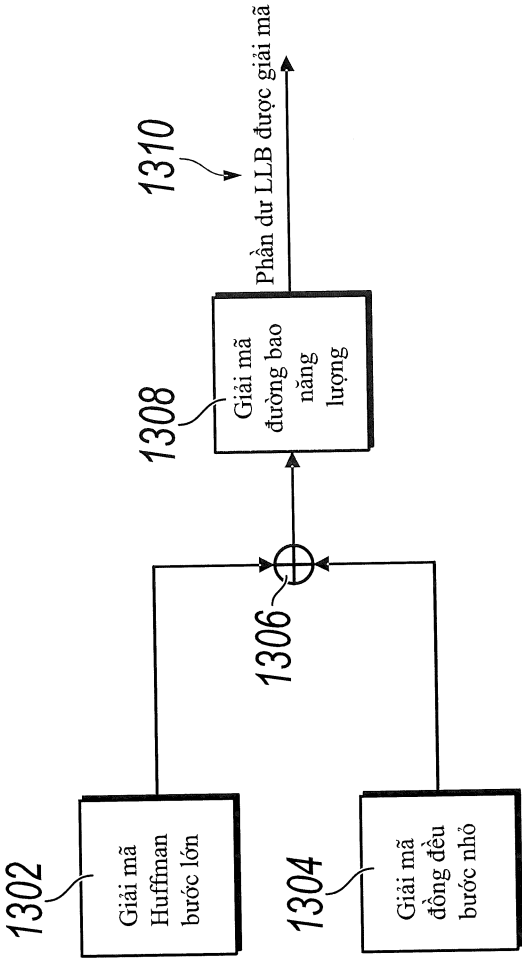


FIG. 13

14 / 21

1400

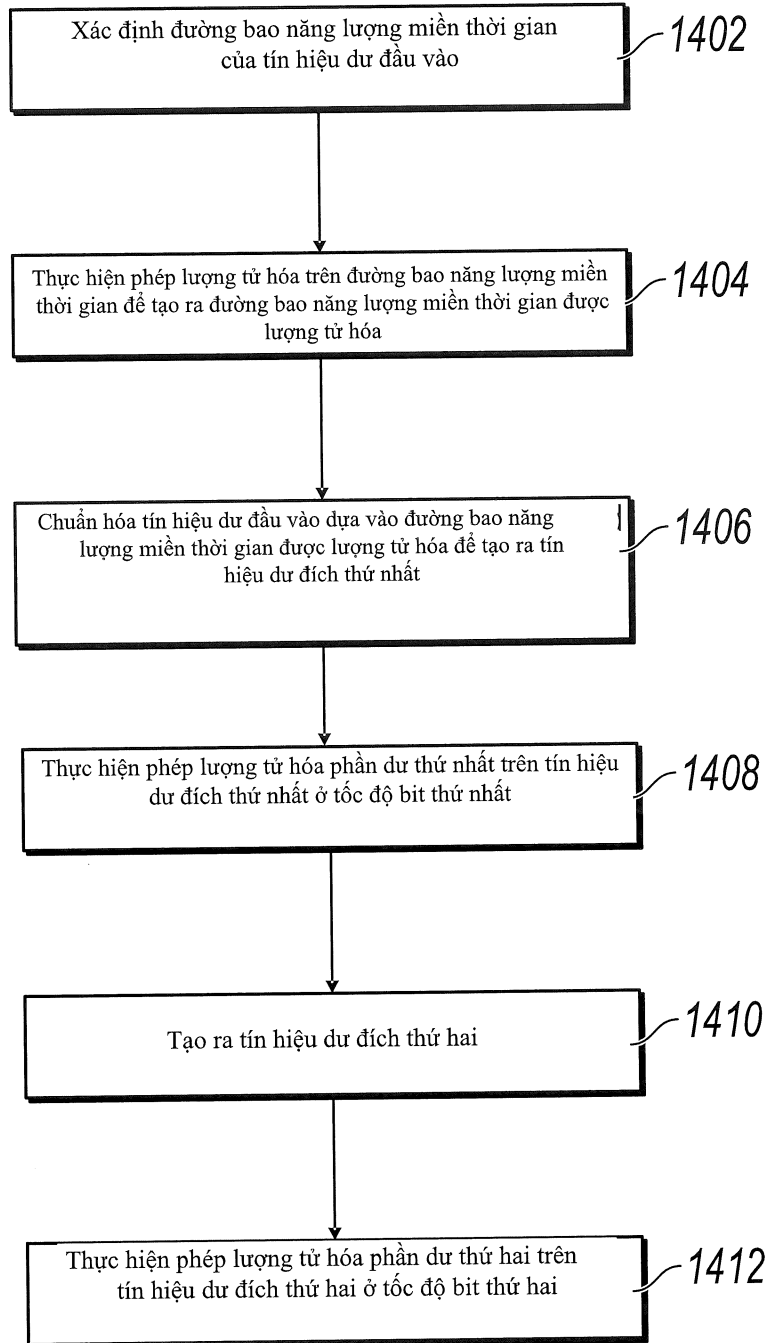


FIG. 14

15 / 21

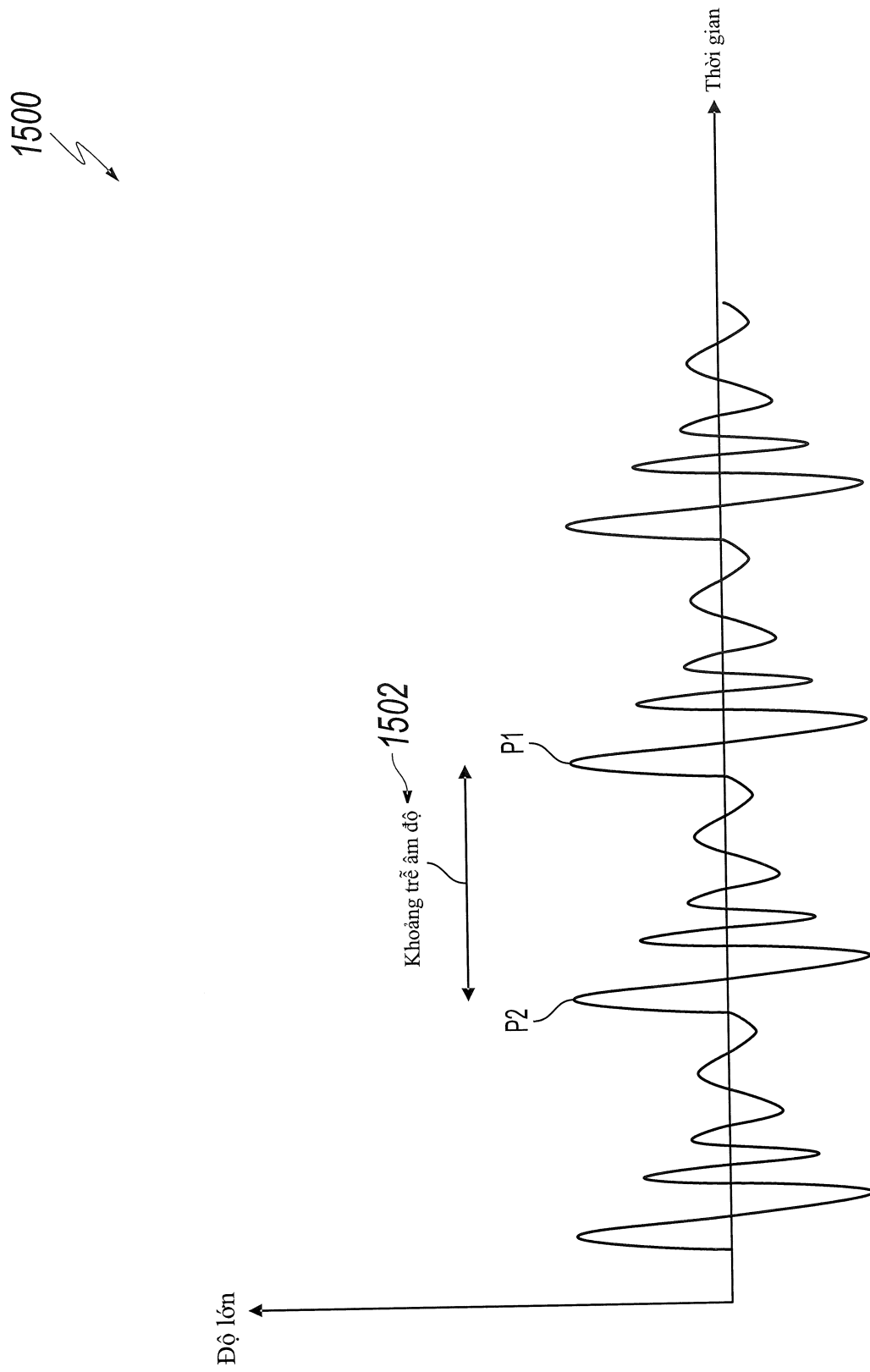


FIG. 15

16 / 21

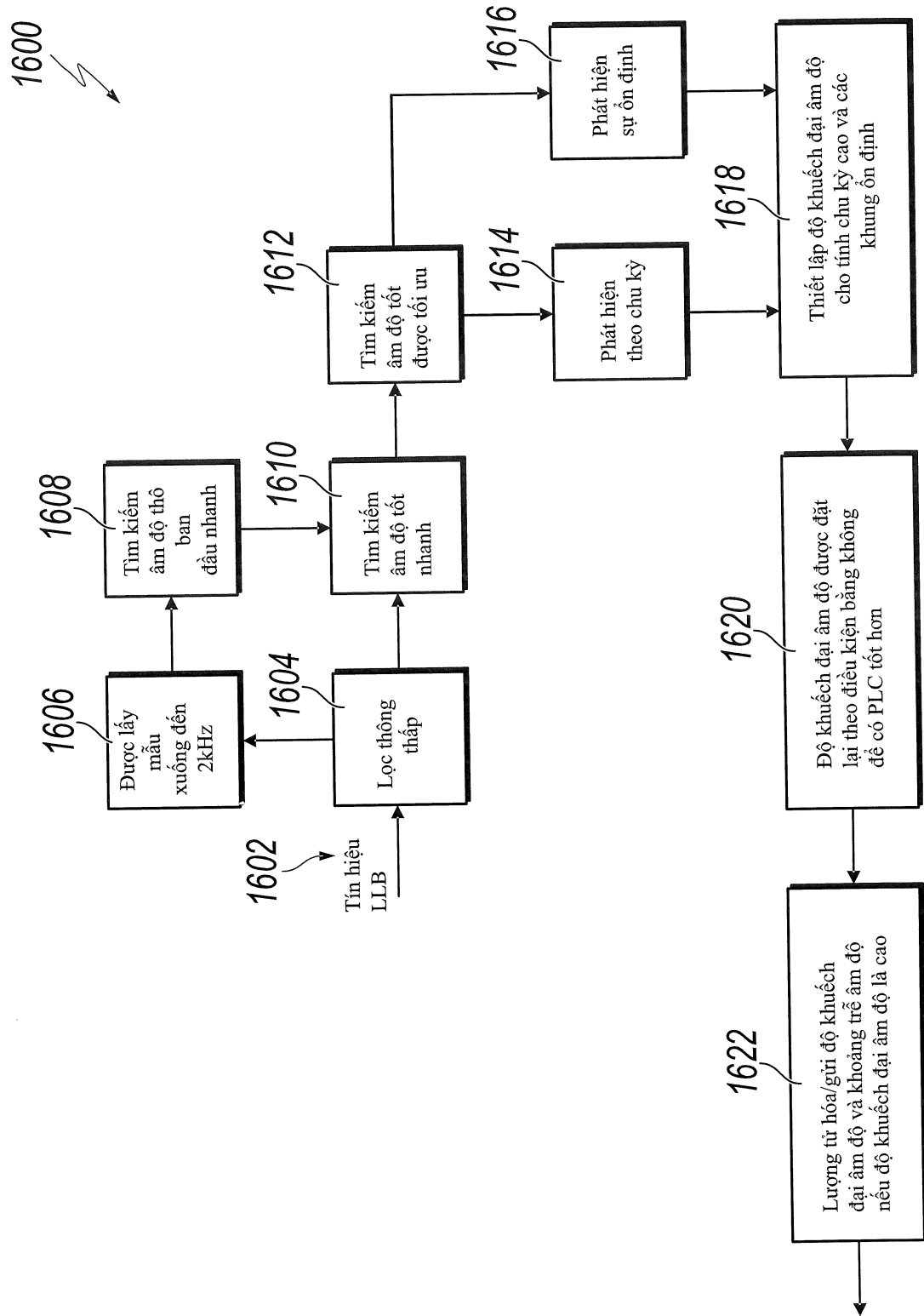


FIG. 16

1700

17 / 21

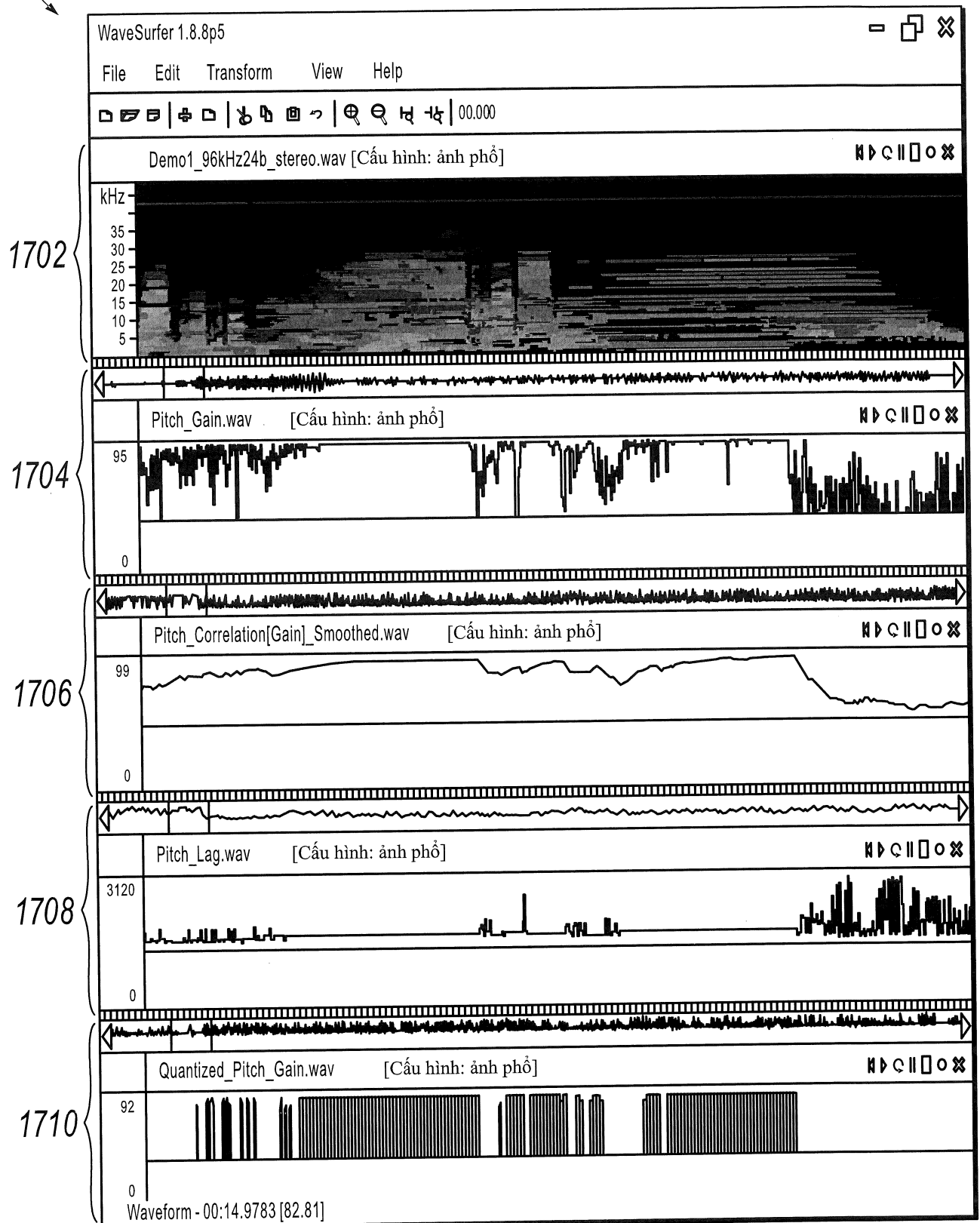


FIG. 17

18 / 21

1800

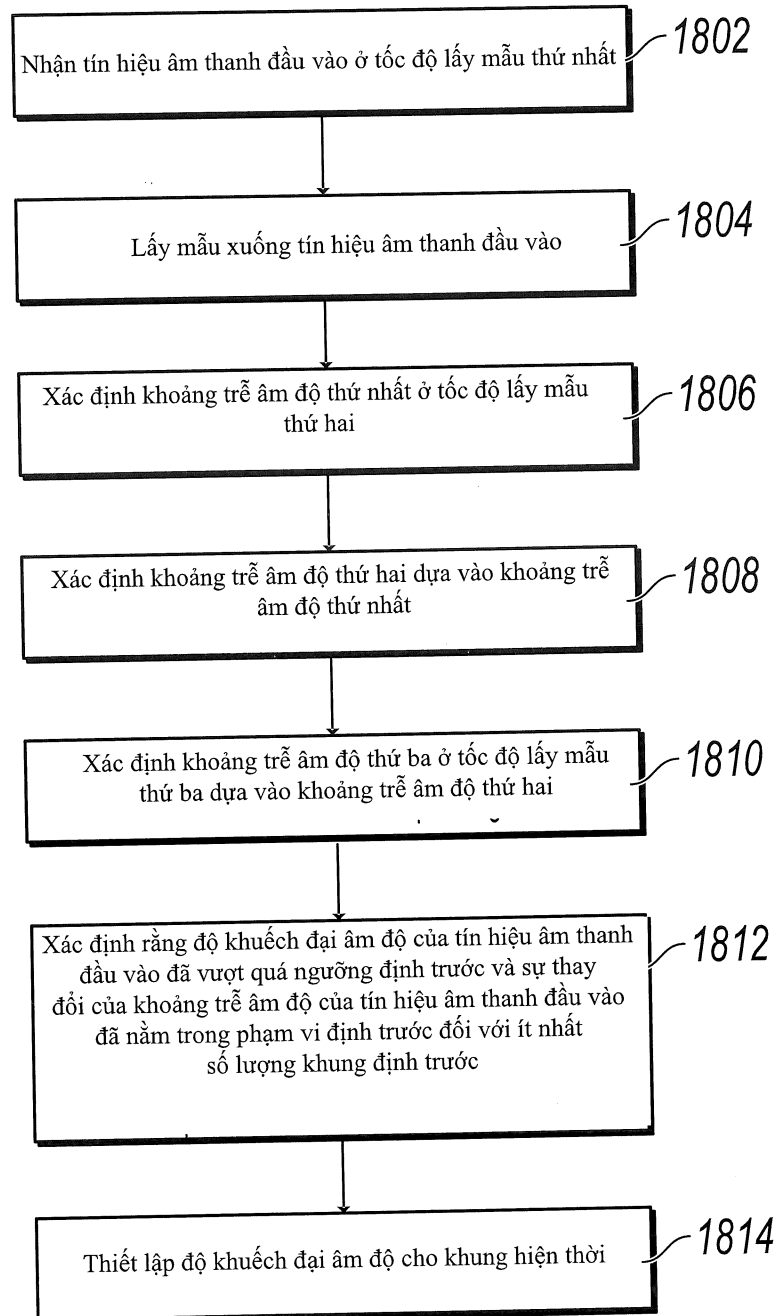


FIG. 18

19 / 21

1900

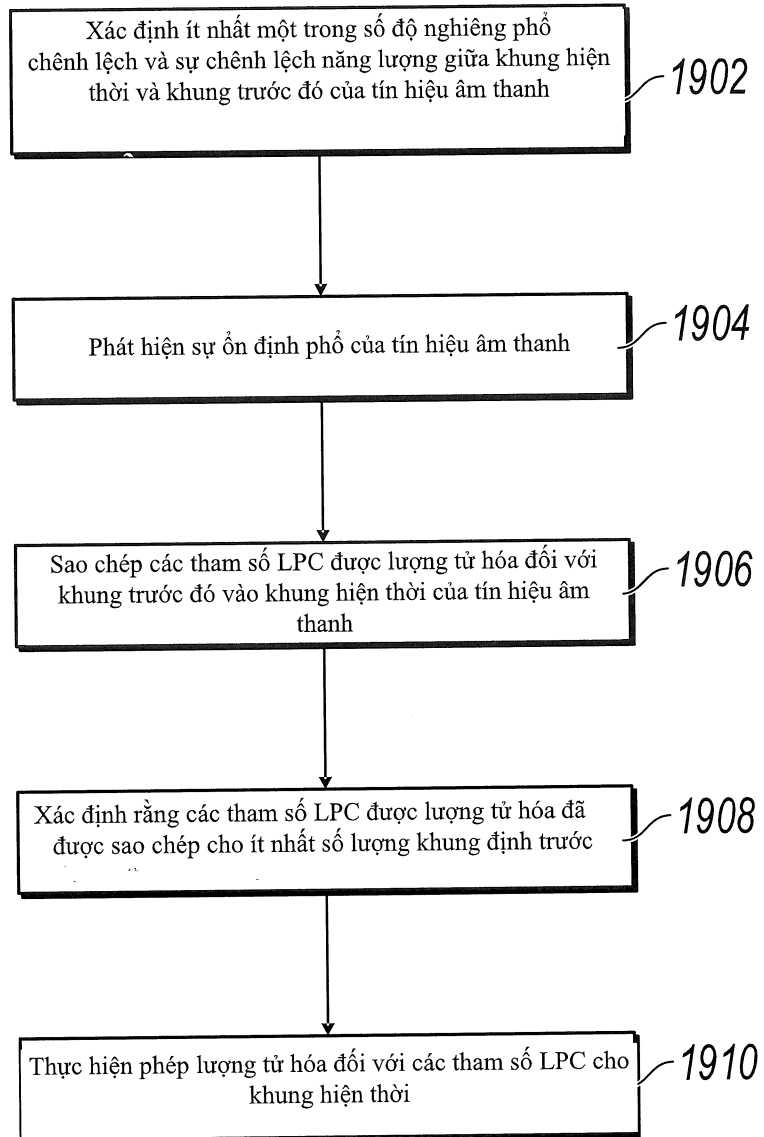


FIG. 19

2000
↘

20 / 21

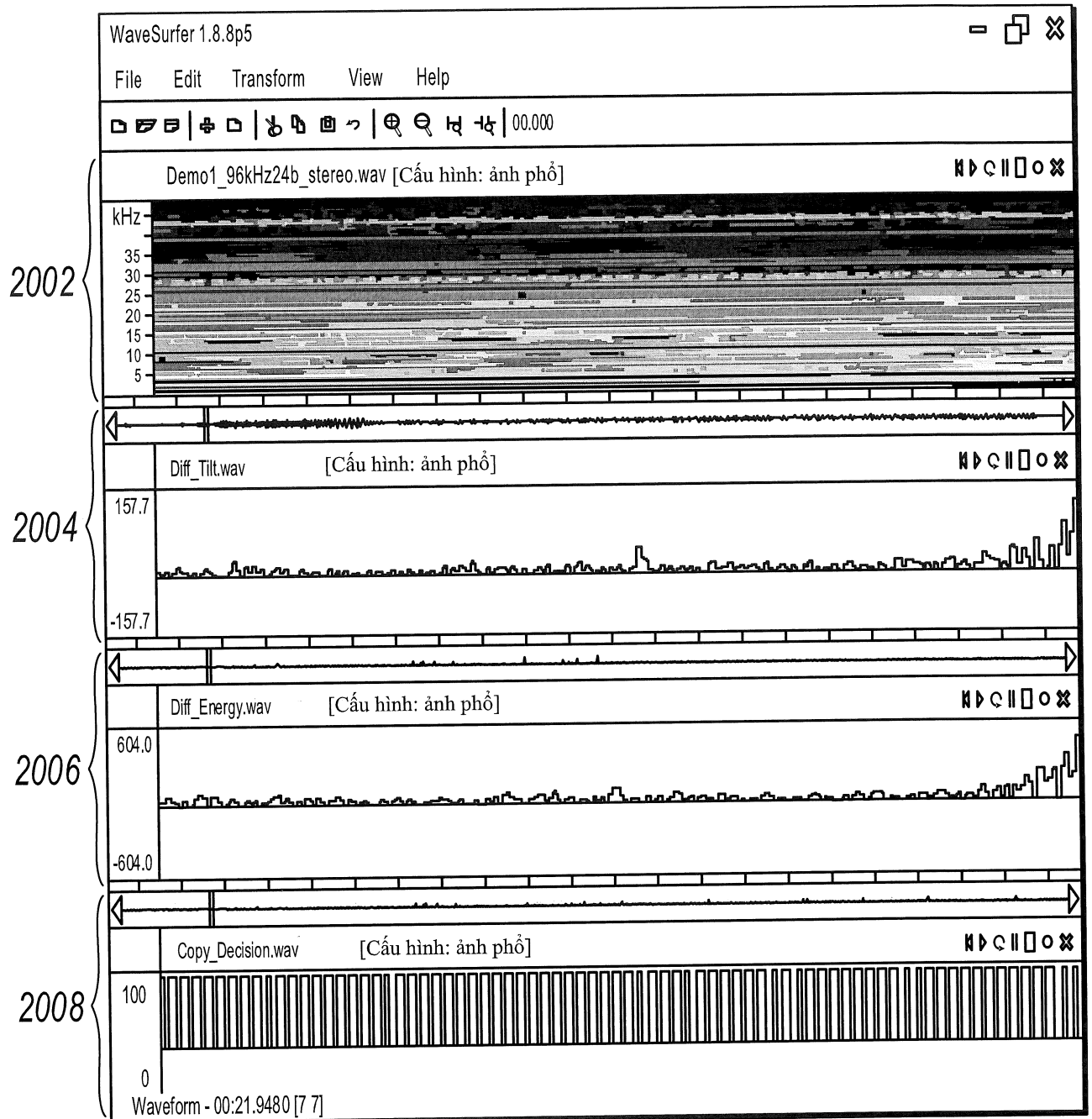
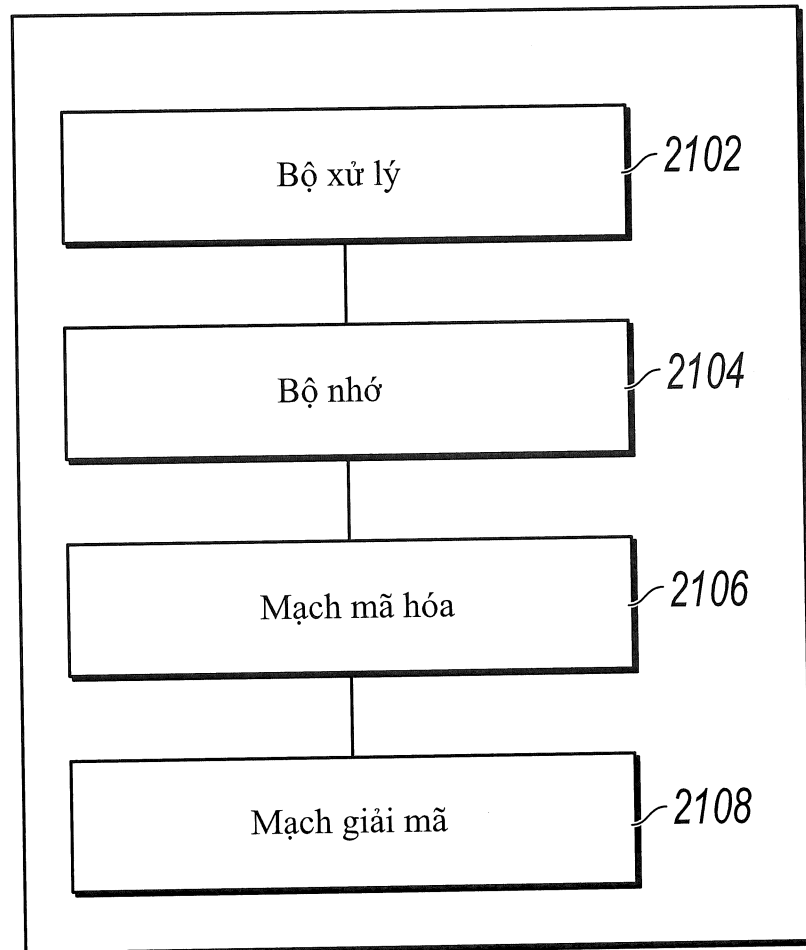


FIG. 20

21 / 21

2100
↙**FIG. 21**