

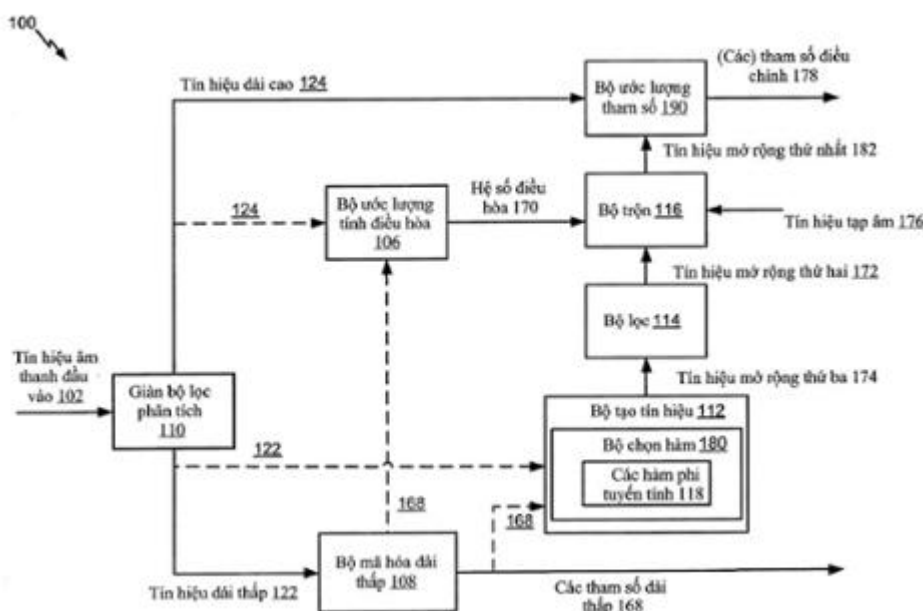


1-0024832

- (21) 1-2016-02886 (22) 10/02/2015
(86) PCT/US2015/015242 10/02/2015 (87) WO2015/123210A1 20/08/2015
(30) 61/939,585 13/02/2014 US; 14/617,524 09/02/2015 US
(45) 25/08/2020 389 (43) 25/11/2016 344A
(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
92121-1714, United States of America
(72) SUBASINGHA, Subasingha Shaminda (LK); KRISHNAN, Venkatesh (US); ATTI,
Venkatraman S. (IN); RAJENDRAN, Vivek (IN).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ MỞ RỘNG BẢNG THÔNG ĐIỀU HÒA CỦA TÍN HIỆU ÂM THANH, THIẾT BỊ LƯU TRỮ ĐƯỢC ĐỌC BẰNG MÁY TÍNH LƯU TRỮ CÁC LỆNH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh. Phương pháp bao gồm bước tách, tại thiết bị, tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất một tín hiệu dải thấp và một tín hiệu dải cao. Tín hiệu dải thấp này tương ứng với miền tần dải thấp và tín hiệu dải cao tương ứng với miền tần dải cao. Phương pháp này cũng bao gồm bước chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất, tín hiệu dải cao, hoặc cả hai. Sáng chế còn đề cập đến thiết bị mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh, thiết bị lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung sáng chế đề cập đến việc mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tiến bộ về công nghệ đã tạo ra những thiết bị máy tính nhỏ gọn và mạnh mẽ hơn. Ví dụ, hiện nay đang có sẵn nhiều thiết bị máy tính cá nhân di động, bao gồm thiết bị máy tính không dây, như điện thoại không dây di động, thiết bị số hỗ trợ cá nhân (personal digital assistant - PDA), và thiết bị nhắn tin, đây là các thiết bị nhỏ, nhẹ và người dùng dễ dàng mang theo. Cụ thể hơn, điện thoại không dây di động, như điện thoại di động và điện thoại Giao thức Internet (Internet protocol - IP), có thể truyền giọng nói và các gói dữ liệu qua mạng không dây. Hơn nữa, các điện thoại không dây này bao gồm các loại thiết bị khác được tích hợp trong đó. Ví dụ, điện thoại không dây có thể còn bao gồm máy ảnh số, máy quay phim số, máy ghi số và máy nghe nhạc.

Trong các hệ thống điện thoại thông thường (ví dụ, mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (public switched telephone network - PSTN)), băng thông tín hiệu được giới hạn trong khoảng tần số từ 300 Hertz (Hz) đến 3,4 kiloHertz (kHz). Trong các ứng dụng dải rộng (wideband - WB), chẳng hạn như hệ điện thoại di động và mạng thoại trên nền giao thức internet (voice over internet protocol - VoIP), băng thông tín hiệu có thể mở rộng khoảng tần số từ 50 Hz đến 7 kHz. Các kỹ thuật mã hóa băng thông siêu rộng (super wideband - SWB) hỗ trợ băng thông mở rộng lên đến khoảng 16 kHz. Việc mở rộng băng thông tín hiệu từ hệ thống điện thoại dải hẹp ở tần số 3,4 kHz thành hệ thống điện thoại SWB ở tần số 16 kHz có thể cải thiện chất lượng tái tạo tín hiệu, độ rõ nét, và độ tự nhiên của tín hiệu.

Các kỹ thuật lập mã SWB thường bao gồm mã hóa và truyền phần tần số thấp của tín hiệu (ví dụ, từ 50 Hz đến 7 kHz, còn được gọi là "dải thấp"). Ví dụ, dải thấp này có thể được biểu diễn bằng cách sử dụng các tham số bộ lọc và/hoặc tín hiệu kích thích dải thấp. Để cải thiện hiệu suất lập mã, phần tần số cao hơn của tín hiệu (ví dụ, từ

7 kHz đến 16 kHz, còn được gọi là “dải cao”) có thể không được mã hóa và phát đi hoàn toàn. Bộ thu có thể sử dụng phép lập mô hình tín hiệu để tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp. Theo một số phương án thực hiện, dữ liệu kết hợp với dải cao có thể được cấp đến bộ thu để hỗ trợ việc tổng hợp dải cao này. Dữ liệu như vậy có thể được gọi là “thông tin phụ,” và có thể bao gồm thông tin độ lợi, các tần số phổ vạch (line spectral frequencies - LSFs, còn được gọi là các cặp phổ vạch (line spectral pairs - LSPs)), v.v.. Thông tin phụ này còn có thể được tạo ra bằng cách so sánh tín hiệu dải cao này với tín hiệu dải cao tổng hợp thu được từ dải thấp. Ví dụ, tín hiệu dải cao tổng hợp này có thể được dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm phi tuyến tính. Một hàm phi tuyến tính có thể được sử dụng để tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp cho các tín hiệu dải thấp có các đặc điểm khác biệt. Áp dụng cùng hàm phi tuyến tính này cho các tín hiệu có các đặc điểm khác biệt có thể dẫn đến việc tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp chất lượng thấp trong các tình huống nhất định (ví dụ, tiếng nói so với âm nhạc). Kết quả là, tín hiệu dải cao tổng hợp có thể tương quan yếu với tín hiệu dải cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Bản mô tả này bộc lộ các hệ thống và phương pháp mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh. Bộ mã hóa có thể sử dụng phần dải thấp của tín hiệu âm thanh để tạo ra thông tin (ví dụ, các tham số điều chỉnh) được dùng để tái tạo phần dải cao của tín hiệu âm thanh tại bộ giải mã. Ví dụ, bộ mã hóa có thể mở rộng phần dải thấp của tín hiệu âm thanh dựa trên đặc điểm của phần dải thấp này. Phần dải thấp mở rộng có thể có băng thông lớn hơn so với phần dải thấp. Bộ mã hóa có thể xác định các tham số điều chỉnh dựa trên phần dải thấp mở rộng và phần dải cao.

Bộ mã hóa có thể sử dụng hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn để tạo ra phần dải thấp mở rộng này. Hàm xử lý phi tuyến tính có thể được chọn từ nhiều hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên các đặc điểm của phần dải thấp của tín hiệu âm thanh. Tín hiệu âm thanh này có thể tương ứng với gói hoặc khung âm thanh cụ thể. Nếu phần dải thấp này chỉ báo rằng tín hiệu âm thanh theo chu kỳ mạnh (ví dụ, có các thành phần điều hòa mạnh và/hoặc tương ứng với tiếng nói), bộ mã hóa tín hiệu có thể chọn hàm phi tuyến tính bậc cao hơn. Nếu phần dải thấp này chỉ báo rằng tín hiệu âm thanh có nhiều tạp âm (ví dụ, tương ứng với âm nhạc), bộ mã hóa tín hiệu có thể chọn hàm phi tuyến tính bậc thấp hơn. Bộ mã hóa có thể xác định các tham số điều chỉnh dựa trên sự so sánh phần dải cao với phần dải thấp mở rộng.

Bộ giải mã có thể thu dữ liệu dải thấp và các tham số điều chỉnh từ bộ mã hóa. Bộ giải mã có thể tạo ra tín hiệu dải thấp tổng hợp dựa trên dữ liệu dải thấp này. Bộ giải mã có thể tạo ra phần dải thấp mở rộng tổng hợp dựa trên tín hiệu dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn. Bộ giải mã có thể tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp dựa trên phần dải thấp mở rộng tổng hợp và các tham số điều chỉnh. Tín hiệu đầu ra có thể được tạo ra bằng cách kết hợp tín hiệu dải thấp tổng hợp và tín hiệu dải cao tổng hợp tại bộ giải mã.

Theo phương án cụ thể, phương pháp bao gồm bước tách, tại thiết bị, tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất một tín hiệu dải thấp và một tín hiệu dải cao. Tín hiệu dải thấp này tương ứng với miền tần dải thấp và tín hiệu dải cao tương ứng với miền tần dải cao. Phương pháp này cũng bao gồm bước chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất, tín hiệu dải cao, hoặc cả hai.

Theo phương án cụ thể khác, phương pháp bao gồm bước thu, tại thiết bị, dữ liệu dải thấp tương ứng với ít nhất một tín hiệu dải thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào. Phương pháp này cũng bao gồm bước giải mã dữ liệu dải thấp để tạo ra tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp. Phương pháp này còn bao gồm bước chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính. Phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính.

Theo phương án cụ thể khác, thiết bị bao gồm bộ nhớ và bộ xử lý. Bộ xử lý này được tạo cấu hình để tách tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất một tín hiệu dải thấp và một tín hiệu dải cao. Tín hiệu dải thấp này tương ứng với khoảng tần dải thấp và tín hiệu dải cao tương ứng với khoảng tần dải cao. Bộ xử lý còn được tạo cấu hình để chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính. Bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính. Bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất, tín hiệu dải cao, hoặc cả hai.

Theo phương án cụ thể khác, thiết bị bao gồm bộ nhớ và bộ xử lý. Bộ xử lý được tạo cấu hình để nhận dữ liệu dải thấp tương ứng với ít nhất tín hiệu dải thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào. Bộ xử lý còn được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu dải thấp để tạo ra tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp. Bộ xử lý còn được tạo cấu hình để chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính. Bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính.

Theo phương án cụ thể khác, thiết bị lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh, mà khi được thực thi bởi bộ xử lý, khiến cho bộ xử lý thực hiện các thao tác bao gồm việc tách tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất một tín hiệu dải thấp và một tín hiệu dải cao. Tín hiệu dải thấp này tương ứng với khoảng tần dải thấp và tín hiệu dải cao tương ứng với khoảng tần dải cao. Các thao tác này cũng bao gồm việc chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính. Các thao tác này còn bao gồm việc tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính. Các thao tác này còn bao gồm việc tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất, tín hiệu dải cao, hoặc cả hai.

Theo phương án cụ thể khác, thiết bị lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh, mà khi được thực thi bởi bộ xử lý, khiến cho bộ xử lý thực hiện các thao tác bao gồm việc nhận dữ liệu dải thấp tương ứng với ít nhất một tín hiệu dải thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào. Các thao tác này còn bao gồm việc giải mã dữ liệu dải thấp để tạo ra tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp. Các thao tác này còn bao gồm việc chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính. Các thao tác này còn bao gồm việc tạo ra tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính.

Các ưu điểm cụ thể của ít nhất một trong các phương án được bộc lộ có thể bao gồm việc cải thiện chất lượng của phần dải cao tổng hợp của tín hiệu đầu ra. Chất lượng của tín hiệu đầu ra có thể được cải thiện bằng cách tạo ra phần dải cao tổng hợp nhờ sử dụng hàm phi tuyến tính đã chọn từ nhiều hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên các đặc điểm âm thanh của phần dải thấp. Hàm phi tuyến tính đã chọn có thể cải thiện được sự tương quan giữa phần dải cao của tín hiệu đầu vào tại bộ mã hóa và phần dải cao tổng hợp của tín hiệu đầu ra tại bộ giải mã trong cả các tình huống có tiếng nói và không có tiếng nói (ví dụ, âm nhạc). Các khía cạnh, ưu điểm và đặc điểm khác của

sáng chế sẽ trở nên rõ ràng sau khi xem xét bản mô tả, bao gồm các phần sau: Mô tả vắn tắt các hình vẽ, Mô tả chi tiết sáng chế, và Yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 là sơ đồ thể hiện phương án cụ thể của hệ thống bộ mã hóa có thể hoạt động để thực hiện mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh;

FIG. 2 là sơ đồ thể hiện phương án cụ thể khác của hệ thống bộ giải mã có thể hoạt động để thực hiện mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh;

FIG. 3 là sơ đồ thể hiện phương án cụ thể khác của hệ thống có thể hoạt động để thực hiện mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh;

FIG. 4 là lưu đồ thể hiện phương án cụ thể của phương pháp thực hiện mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh;

FIG. 5 là lưu đồ thể hiện phương án cụ thể khác của phương pháp thực hiện mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh; và

FIG. 6 là sơ đồ khối của thiết bị không dây có thể hoạt động để thực hiện các thao tác xử lý tín hiệu theo các hệ thống và phương pháp trên các Fig. 1-5.

Mô tả chi tiết sáng chế

Xem trên Fig. 1, sơ đồ của phương án cụ thể của hệ thống bộ mã hóa có thể hoạt động để thực hiện mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh được thể hiện và được ký hiệu chung là 100. Theo phương án cụ thể, hệ thống bộ mã hóa 100 có thể được tích hợp vào hệ thống hoặc thiết bị mã hóa (hoặc giải mã) (ví dụ, trong thiết bị không dây hoặc bộ lập mã/bộ giải mã (CODEC)). Theo các phương án khác, hệ thống bộ mã hóa 100 có thể được tích hợp thành đầu thu kỹ thuật số, máy chơi nhạc, máy phát video, thiết bị giải trí, thiết bị điều hướng, thiết bị truyền thông, thiết bị hỗ trợ cá nhân (personal digital assistant - PDA), thiết bị dữ liệu định vị cố định, hoặc máy tính.

Cần lưu ý rằng trong phần mô tả sau đây, các hàm khác nhau được thực hiện bởi hệ thống bộ mã hóa 100 trên Fig. 1 được mô tả là đang được thực hiện bởi các bộ phận hoặc các môđun nhất định. Việc chia các bộ phận và môđun này chỉ mang tính minh họa và không được coi là làm giới hạn sáng chế. Theo phương án khác, hàm được thực hiện bởi bộ phận hoặc môđun cụ thể có thể được phân chia cho nhiều bộ

phần hoặc môđun. Hơn nữa, theo phương án khác, hai hoặc nhiều bộ phận hoặc môđun trên Fig. 1 có thể được tích hợp thành một bộ phận hoặc môđun. Mỗi bộ phận hoặc môđun được thể hiện trên Fig. 1 có thể được thực hiện nhờ sử dụng phần cứng (ví dụ, thiết bị mảng cổng lập trình được dạng trường (field-programmable gate array - FPGA), mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), bộ điều khiển, v.v.), phần mềm (ví dụ, các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Hệ thống bộ mã hóa 100 bao gồm giàn bộ lọc phân tích 110 được nối đến bộ mã hóa dải thấp 108, bộ ước lượng tính điều hòa 106, bộ tạo tín hiệu 112, và bộ ước lượng tham số 190. Bộ tạo tín hiệu 112 được nối với bộ lọc 114 và bộ trộn 116. Bộ tạo tín hiệu 112 có thể bao gồm bộ chọn hàm 180.

Trong quá trình hoạt động, giàn bộ lọc phân tích 110 có thể nhận được tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Ví dụ, tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể được cấp bởi micro hoặc thiết bị đầu vào khác. Tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể bao gồm tiếng nói, tạp âm, âm nhạc, hoặc tổ hợp của chúng. Tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể là tín hiệu dải siêu rộng (SWB) bao gồm dữ liệu trong miền tần số nằm trong khoảng từ 50 herzt (Hz) đến 16 kilohertz (kHz). Giàn bộ lọc phân tích 110 có thể tách tín hiệu âm thanh đầu vào 102 thành nhiều phần dựa trên tần số. Ví dụ, giàn bộ lọc phân tích 110 có thể tách tín hiệu âm thanh đầu vào 102 thành ít nhất một tín hiệu dải thấp 122 và một tín hiệu dải cao 124. Theo một phương án cụ thể, giàn bộ lọc phân tích 110 có thể bao gồm tập hợp các giàn bộ lọc phân tích. Tập hợp các giàn bộ lọc phân tích có thể tách tín hiệu âm thanh đầu vào 102 thành ít nhất tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124. Theo một phương án cụ thể, giàn bộ lọc phân tích 110 có thể tạo ra nhiều hơn hai đầu ra.

Theo ví dụ trên Fig. 1, tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 chiếm các dải tần số không chồng lấn. Ví dụ, tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 có thể chiếm các dải băng tần không chồng lấn lần lượt trong khoảng từ 50 Hz – 7 kHz và từ 7 kHz – 16 kHz. Theo phương án khác, tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 có thể chiếm các dải băng tần không chồng lấn lần lượt trong khoảng từ 50 Hz – 8 kHz và từ 8 kHz – 16 kHz. Theo phương án khác nữa, tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 chồng lấn nhau (ví dụ, lần lượt là 50 Hz – 8 kHz và 7 kHz – 16 kHz), điều này có thể cho phép bộ lọc thông thấp và bộ lọc thông cao của giàn bộ lọc

phân tích 110 có độ dốc mượt mà, điều này có thể đơn giản hóa thiết kế và làm giảm chi phí của bộ lọc thông thấp và bộ lọc thông cao. Chồng lấn tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 cũng có thể cho phép trộn các tín hiệu dải thấp và dải cao một cách suôn sẻ tại bộ thu, điều này có thể dẫn đến có ít tạp âm nghe được hơn.

Cần lưu ý rằng mặc dù ví dụ trên Fig. 1 minh họa bước xử lý tín hiệu SWB, điều này chỉ mang tính minh họa và không được coi là làm giới hạn sáng chế. Theo một phương án khác, tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể là tín hiệu dải rộng (wideband - WB) có khoảng tần từ xấp xỉ 50Hz đến xấp xỉ 8KHz. Theo phương án như vậy, tín hiệu dải thấp 122 có thể tương ứng với khoảng tần từ xấp xỉ 50 Hz đến xấp xỉ 6,4 kHz, và tín hiệu dải cao 124 có thể tương ứng với khoảng tần từ xấp xỉ 6,4 kHz đến xấp xỉ 8 kHz.

Giàn bộ lọc phân tích 110 có thể cấp tín hiệu dải thấp 122 đến bộ mã hóa dải thấp 108 và có thể cấp tín hiệu dải cao 124 đến bộ ước lượng tham số 190. Bộ ước lượng tham số 190 có thể được tạo cấu hình để so sánh tín hiệu mở rộng thứ nhất 182 với tín hiệu dải cao 124 để tạo ra một hoặc nhiều tham số điều chỉnh 178, như được mô tả trong bản mô tả này. Hệ thống bộ mã hóa 100 có thể tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất 182 dựa trên tín hiệu dải thấp 122 và hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn, như được mô tả trong bản mô tả này. Bộ trộn 116 có thể được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất 182 bằng cách điều biến tín hiệu mở rộng thứ hai 172 nhờ sử dụng tín hiệu tạp âm 176. Bộ lọc 114 có thể được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ hai 172 bằng cách lọc tín hiệu mở rộng thứ ba 174 từ bộ tạo tín hiệu 112.

Bộ mã hóa dải thấp 108 có thể nhận tín hiệu dải thấp 122 từ giàn bộ lọc phân tích 110 và có thể tạo ra các tham số dải thấp 168. Các tham số dải thấp 168 có thể chỉ báo các đặc điểm của tín hiệu dải thấp 122. Các tham số dải thấp 168 có thể bao gồm các giá trị gắn kèm với độ nghiêng phổ, độ lợi độ cao âm thanh, độ trễ, chế độ tiếng nói hoặc tổ hợp của chúng, của tín hiệu dải thấp 122.

Độ nghiêng phổ có thể liên quan đến hình dạng của đường bao phổ trên dải thông và có thể được biểu diễn bởi hệ số phản xạ thứ nhất đã lượng tử hóa. Đối với các âm hữu thanh, năng lượng phổ có thể giảm đi khi tần số tăng lên, sao cho hệ số phản xạ thứ nhất là âm và có thể tiến đến -1. Các âm vô thanh có thể có phổ dạng

phẳng, sao cho hệ số phản xạ thứ nhất gần đến 0 hoặc có nhiều năng lượng hơn tại các tần số cao, sao cho hệ số phản xạ thứ nhất là dương và có thể tiến đến +1.

Chế độ tiếng nói (còn được gọi là chế độ thoại) có thể chỉ báo xem liệu khung âm thanh kết hợp với tín hiệu dải thấp 122 biểu diễn âm hữu thanh hay vô thanh. Tham số chế độ tiếng nói có thể có giá trị nhị phân dựa trên một hoặc nhiều phép đo tính chu kỳ (ví dụ, các phần cắt qua 0, các hàm tự tương quan chuẩn hóa (normalized autocorrelation functions - NACFs), độ lợi độ cao âm thanh, v.v.) và/hoặc hoạt động thoại cho khung âm thanh, chẳng hạn như quan hệ giữa giá trị đo và giá trị ngưỡng. Theo các phương án khác, tham số chế độ tiếng nói có thể có một hoặc nhiều trạng thái khác để chỉ báo các chế độ như im lặng hoặc tạp âm nền, hoặc sự chuyển tiếp giữa im lặng và tiếng nói hữu thanh. Bộ mã hóa dải thấp 108 có thể cấp các tham số dải thấp 168 đến bộ tạo tín hiệu 112.

Theo một phương án cụ thể, bộ tạo tín hiệu 112 có thể tạo ra tín hiệu dải thấp 122 dựa trên các tham số dải thấp 168. Ví dụ, bộ tạo tín hiệu 112 có thể bao gồm bộ giải mã cục bộ (hoặc bộ mô phỏng bộ giải mã). Bộ giải mã cục bộ này có thể mô phỏng hoạt động của bộ giải mã tại thiết bị nhận. Ví dụ, bộ giải mã cục bộ có thể được tạo cấu hình để giải mã các tham số dải thấp 168 tạo ra tín hiệu dải thấp 122. Theo phương án khác, bộ tạo tín hiệu 112 có thể nhận tín hiệu dải thấp 122 từ giàn bộ lọc phân tích 110.

Bộ chọn hàm 180 có thể chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính khả dụng 118. Nhiều hàm xử lý phi tuyến tính sẵn có 118 có thể bao gồm hàm giá trị tuyệt đối, hàm chỉnh lưu toàn sóng, hàm chỉnh lưu bán sóng, hàm bình phương, hàm lập phương, hàm lũy thừa 4, hàm rút gọn, hoặc tổ hợp của chúng.

Bộ chọn hàm 180 có thể chọn hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên đặc điểm của tín hiệu dải thấp 122. Để minh họa, bộ chọn hàm 180 có thể xác định giá trị của đặc điểm này dựa trên các tham số dải thấp 168 hoặc tín hiệu dải thấp 122. Hệ số tạp âm có thể chỉ báo tính chu kỳ của khung âm thanh tương ứng với tín hiệu dải thấp 122. Ví dụ, hệ số tạp âm có thể tương ứng với độ lợi độ cao âm thanh, chế độ tiếng nói, độ nghiêng phổ, NACF, các phần cắt qua 0, hoặc tổ hợp của chúng, kết hợp với tín hiệu dải thấp 122. Nếu hệ số tạp âm thỏa mãn ngưỡng tạp âm thứ nhất, bộ chọn hàm 180 có thể chọn hàm xử lý phi tuyến tính thứ nhất. Ví dụ, nếu hệ số tạp âm chỉ báo rằng

tín hiệu dải thấp 122 theo chu kỳ chuẩn (ví dụ, tương ứng với tiếng nói), bộ chọn hàm 180 có thể chọn hàm lũy thừa bậc cao (ví dụ, hàm lũy thừa 4). Nếu hệ số tap âm thỏa mãn ngưỡng tap âm thứ hai, bộ chọn hàm 180 có thể chọn hàm xử lý phi tuyến tính thứ hai. Ví dụ, nếu hệ số tap âm chỉ báo rằng tín hiệu dải thấp 122 không theo chu kỳ chuẩn hoặc tương tự tap âm (ví dụ, tương ứng với âm nhạc), bộ chọn hàm 180 có thể chọn hàm lũy thừa bậc thấp (ví dụ hàm bình phương).

Theo một phương án cụ thể, bộ chọn hàm 180 có thể chọn hàm xử lý phi tuyến tính từ nhiều hàm xử lý phi tuyến tính sẵn có 118 trên cơ sở từng khung âm thanh. Hơn nữa, các hàm xử lý phi tuyến tính khác nhau có thể được chọn cho các khung liên tiếp của tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Do đó, bộ chọn hàm 180 có thể chọn hàm xử lý phi tuyến tính thứ nhất trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính để hồi đáp việc xác định rằng tham số gắn kèm với khung âm thanh thứ nhất thỏa mãn điều kiện thứ nhất, và có thể chọn hàm xử lý phi tuyến tính thứ hai trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính để hồi đáp việc xác định rằng tham số gắn kèm với khung âm thanh thứ hai thỏa mãn điều kiện thứ hai. Dưới dạng ví dụ minh họa, hàm xử lý phi tuyến tính khác có thể được áp dụng khi tín hiệu âm thanh đầu vào 102 tương ứng với tiếng nói trong cuộc điện thoại hơn là khi tín hiệu âm thanh đầu vào 102 tương ứng với nhạc chờ trong cuộc điện thoại. Theo một phương án cụ thể, tham số gắn kèm với khung này là một trong số: chế độ lập mã được chọn để mã hóa tín hiệu dải thấp, tính chu kỳ của khung, lượng tap âm không theo chu kỳ trong khung, và độ nghiêng phổ tương ứng với khung này.

Bộ tạo tín hiệu 112 có thể mở rộng điều hòa phổ của tín hiệu dải thấp 122 để bao gồm miền tần cao hơn (ví dụ, miền tần tương ứng với tín hiệu dải cao 124). Ví dụ, bộ tạo tín hiệu 112 có thể tăng tần suất lấy mẫu tín hiệu dải thấp 122. Tín hiệu dải thấp 122 có thể được tăng tần suất lấy mẫu để giảm sai số lấy mẫu khi áp dụng hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn. Theo một phương án cụ thể, bộ tạo tín hiệu 112 có thể tăng tần suất lấy mẫu tín hiệu dải thấp 122 theo hệ số cụ thể (ví dụ, 8). Theo một phương án cụ thể, thao tác tăng tần suất lấy mẫu có thể bao gồm chèn 0 vào tín hiệu dải thấp 122. Bộ tạo tín hiệu 112 có thể tạo ra tín hiệu mở rộng thứ ba 174 bằng cách áp dụng hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn cho tín hiệu được tăng tần suất lấy mẫu.

Bộ lọc 114 có thể nhận tín hiệu mở rộng thứ ba 174 từ bộ tạo tín hiệu 112. Bộ lọc 114 có thể tạo ra tín hiệu mở rộng thứ hai 172 bằng cách lọc tín hiệu mở rộng thứ

ba 174. Ví dụ, bộ lọc 114 có thể giảm tần suất lấy mẫu tín hiệu mở rộng thứ ba 174 sao cho miền tần (ví dụ, 7 kHz – 16 kHz) của tín hiệu mở rộng thứ hai 172 tương ứng với miền tần kết hợp với các tín hiệu dải cao 124. Để minh họa, bộ lọc 114 có thể áp dụng thao tác lọc thông dải (ví dụ, thông cao) cho tín hiệu mở rộng thứ ba 174 để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ hai 172. Theo một phương án cụ thể, bộ lọc 114 có thể áp dụng phép biến đổi tuyến tính (ví dụ, biến đổi cosin rời rạc (discrete cosine transform - DCT)) cho tín hiệu mở rộng thứ ba 174 và có thể chọn các hệ số biến đổi tương ứng với khoảng tần cao (ví dụ, 7 kHz – 16 kHz). Bộ lọc 114 có thể cấp tín hiệu mở rộng thứ hai 172 đến bộ trộn 116.

Bộ trộn 116 có thể kết hợp tín hiệu mở rộng thứ hai 172 với tín hiệu tạp âm 176. Bộ trộn 116 có thể nhận tín hiệu tạp âm 176 từ bộ tạo tạp âm (không được thể hiện trên hình vẽ). Bộ tạo tạp âm có thể được tạo cấu hình để sản xuất ra tín hiệu tạp âm trắng giả ngẫu nhiên biến đổi theo đơn vị. Theo một phương án cụ thể, tín hiệu tạp âm 176 có thể không phải tạp âm trắng và có thể có mật độ công suất biến thiên theo tần số. Theo một phương án cụ thể, bộ tạo tạp âm có thể được tạo cấu hình để xuất ra tín hiệu tạp âm 176 dưới dạng hàm tắt định mà có thể được sao chép tại bộ giải mã của thiết bị nhận. Ví dụ, bộ tạo tạp âm có thể được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu tạp âm 176 dưới dạng hàm tắt định của các tham số dải thấp 168.

Bộ trộn 116 có thể kết hợp tỷ lệ thứ nhất của tín hiệu tạp âm 176 và tỷ lệ thứ hai của tín hiệu mở rộng thứ hai 172. Ví dụ, bộ trộn 116 có thể tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất 182 để có tỷ lệ năng lượng điều hòa so với năng lượng tạp âm giống với tỷ lệ này của tín hiệu dải cao 124. Bộ trộn 116 có thể xác định tỷ lệ thứ nhất và tỷ lệ thứ hai này dựa trên hệ số điều hòa 170. Ví dụ, tỷ lệ thứ nhất có thể cao hơn tỷ lệ thứ hai nếu hệ số điều hòa 170 chỉ báo rằng tín hiệu dải cao 124 được kết hợp với âm vô thanh (ví dụ, âm nhạc hoặc tạp âm). Ví dụ khác, tỷ lệ thứ hai có thể cao hơn tỷ lệ thứ nhất nếu hệ số điều hòa 170 chỉ báo rằng tín hiệu dải cao 124 kết hợp với tiếng nói hữu thanh. Theo một phương án cụ thể, bộ trộn 116 có thể xác định tỷ lệ thứ nhất (hoặc tỷ lệ thứ hai) từ hệ số điều hòa 170 và có thể thu được tỷ lệ thứ hai (hoặc tỷ lệ thứ nhất) theo phương trình, chẳng hạn như

$$(\text{tỷ lệ thứ nhất})^2 + (\text{tỷ lệ thứ hai})^2 = 1, \quad (\text{Phương trình 1}).$$

Theo cách khác, bộ trộn 116 có thể chọn, dựa trên hệ số điều hòa 170, cặp tỷ lệ tương ứng từ nhiều cặp tỷ lệ, trong đó các cặp này được tính toán trước để thỏa mãn tỷ lệ năng lượng không đổi, chẳng hạn như Phương trình (1). Các giá trị của tỷ lệ thứ nhất có thể nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,7 và các giá trị của tỷ lệ thứ hai có thể nằm trong khoảng từ 0,7 đến 1,0.

Bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể xác định hệ số điều hòa 170 dựa trên ước lượng đặc điểm (ví dụ, tính chu kỳ) của tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Theo một phương án cụ thể, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể tạo ra hệ số điều hòa 170 dựa trên ít nhất một trong số: tín hiệu dải cao 124 và các tham số dải thấp 168. Ví dụ, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể xác định hệ số điều hòa 170 dựa trên các đặc điểm (ví dụ, tính chu kỳ) của tín hiệu dải thấp 122 được chỉ báo bởi các tham số dải thấp 168. Để minh họa, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể gán giá trị cho hệ số điều hòa 170 tỷ lệ với độ lợi độ cao âm thanh. Ví dụ khác, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể xác định hệ số điều hòa 170 dựa trên chế độ tiếng nói. Để minh họa, hệ số điều hòa 170 có thể có giá trị thứ nhất để hồi đáp chế độ tiếng nói chỉ báo âm hữu thanh (ví dụ, tiếng nói) và có thể có giá trị thứ hai để hồi đáp chế độ tiếng nói chỉ báo âm vô thanh (ví dụ, âm nhạc).

Ví dụ khác, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể xác định hệ số điều hòa 170 dựa trên các đặc điểm (ví dụ, tính chu kỳ) của tín hiệu dải cao 124. Để minh họa, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể xác định hệ số điều hòa 170 dựa trên giá trị tối đa của hệ số tự tương quan của tín hiệu dải cao 124, trong đó tự tương quan được thực hiện trên khoảng tìm kiếm bao gồm độ trễ của một độ cao âm thanh và không bao gồm độ trễ của các mẫu 0. Theo một phương án cụ thể, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể tạo ra các tham số bộ lọc dải cao tương ứng với tín hiệu dải cao 124 và có thể xác định các đặc điểm này của tín hiệu dải cao 124 dựa trên các tham số bộ lọc dải cao.

Theo một phương án cụ thể, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể xác định hệ số điều hòa 170 dựa trên bộ chỉ báo khác về tính chu kỳ (ví dụ, độ lợi độ cao âm thanh) và giá trị ngưỡng. Ví dụ, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể thực hiện thao tác tự tương quan trên tín hiệu dải cao 124 nếu độ lợi độ cao âm thanh được chỉ báo bởi các tham số dải thấp 168 thỏa mãn giá trị ngưỡng thứ nhất (ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 0,5). Ví dụ khác, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể thực hiện thao tác tự

tương quan nếu chế độ tiếng nói chỉ báo trạng thái cụ thể (ví dụ, tiếng nói hữu thanh). Hệ số điều hòa 170 có thể có giá trị mặc định nếu độ lợi độ cao âm thanh không thỏa mãn giá trị ngưỡng thứ nhất và/hoặc nếu chế độ tiếng nói chỉ báo các trạng thái khác.

Bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể xác định hệ số điều hòa 170 dựa trên các đặc điểm khác với, hoặc ngoài tính chu kỳ. Ví dụ, hệ số điều hòa có thể có giá trị khác cho các tín hiệu tiếng nói có độ trễ độ cao âm thanh lớn so với các tín hiệu tiếng nói có độ trễ độ cao âm thanh nhỏ. Theo một phương án cụ thể, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể xác định hệ số điều hòa 170 dựa trên phép đo năng lượng của tín hiệu dải cao 124 tại nhiều tần số cơ bản so với phép đo năng lượng của tín hiệu dải cao 124 tại các thành phần tần số khác.

Bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể cấp hệ số điều hòa 170 đến bộ trộn 116. Bộ trộn 116 có thể tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất 182 dựa trên hệ số điều hòa 170, như được mô tả trong bản mô tả này. Bộ trộn 116 có thể cấp tín hiệu mở rộng thứ nhất 182 đến bộ ước lượng tham số 190.

Bộ ước lượng tham số 190 có thể tạo ra các tham số điều chỉnh 178 dựa trên ít nhất một trong số: tín hiệu dải cao 124 hoặc tín hiệu mở rộng thứ nhất 182. Ví dụ, bộ ước lượng tham số 190 có thể tạo ra các tham số điều chỉnh 178 dựa trên mối quan hệ giữa tín hiệu dải cao 124 và tín hiệu mở rộng thứ nhất 182, chẳng hạn như hiệu số hoặc tỷ lệ giữa năng lượng của hai tín hiệu này. Theo một phương án cụ thể, các tham số điều chỉnh 178 có thể tương ứng với một hoặc nhiều tham số điều chỉnh độ lợi chỉ báo hiệu số hoặc tỷ lệ giữa năng lượng của hai tín hiệu này. Theo phương án khác, các tham số điều chỉnh 178 có thể tương ứng với chỉ số lượng tử hóa của các tham số điều chỉnh độ lợi. Theo một phương án cụ thể, các tham số điều chỉnh 178 có thể bao gồm các tham số dải cao chỉ báo các đặc điểm của tín hiệu dải cao 124. Theo một phương án cụ thể, bộ ước lượng tham số 190 có thể tạo ra các tham số điều chỉnh 178 dựa trên tín hiệu dải cao 124 và không dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất 182.

Bộ ước lượng tham số 190 có thể cấp các tham số điều chỉnh 178 và bộ mã hóa dải thấp 108 có thể cấp các tham số dải thấp 168 đến bộ ghép kênh (multiplexer - MUX). MUX có thể ghép kênh cho các tham số điều chỉnh 178 và các tham số dải thấp 168 để tạo ra dòng bit đầu ra. Dòng bit đầu ra có thể biểu diễn tín hiệu âm thanh đã mã hóa tương ứng với tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Ví dụ, MUX có thể được tạo

cấu hình để chèn các tham số điều chỉnh 178 vào phiên bản đã mã hóa của tín hiệu âm thanh đầu vào 102 để cho phép điều chỉnh độ lợi trong quá trình tái tạo tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Dòng bit đầu ra 199 có thể được truyền đi (ví dụ, qua kênh có dây, không dây, hoặc kênh quang) bởi bộ phát và/hoặc được lưu trữ. Tại thiết bị nhận, các thao tác ngược lại có thể được thực hiện bởi bộ tách kênh (DEMUX), bộ giải mã dải thấp, bộ giải mã dải cao, và giàn bộ lọc để tạo ra tín hiệu âm thanh (ví dụ, phiên bản được tái tạo của tín hiệu âm thanh đầu vào 102 mà được cấp đến loa hoặc thiết bị đầu ra khác), như được mô tả có tham chiếu đến Fig. 2. Theo một phương án cụ thể, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể cấp hệ số điều hòa 170 đến MUX và MUX có thể bao gồm hệ số điều hòa 170 trong dòng bit đầu ra.

Hệ thống bộ mã hóa 100 tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp (ví dụ, tín hiệu mở rộng thứ nhất 182), tại bộ mã hóa, nhờ sử dụng hàm xử lý phi tuyến tính được chọn dựa trên các đặc điểm của tín hiệu dải thấp 122. Việc sử dụng hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn có thể làm tăng mối tương quan giữa tín hiệu dải cao tổng hợp và tín hiệu dải cao 124 trong cả các trường hợp vô thanh và hữu thanh.

Xem trên Fig. 2, phương án cụ thể của hệ thống bộ giải mã có thể hoạt động để thực hiện mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh được thể hiện và được ký hiệu chung là 200. Hệ thống bộ mã hóa 100 và hệ thống bộ giải mã 200 có thể được bao gồm trong một thiết bị hoặc trong các thiết bị riêng lẻ.

Theo phương án cụ thể, hệ thống bộ giải mã 200 có thể được tích hợp vào hệ thống hoặc thiết bị mã hóa (hoặc giải mã) (ví dụ, trong thiết bị không dây hoặc bộ lập mã/bộ giải mã (CODEC)). Theo các phương án khác, hệ thống bộ giải mã 200 có thể được tích hợp thành đầu thu kỹ thuật số, máy chơi nhạc, máy phát video, thiết bị giải trí, thiết bị điều hướng, thiết bị truyền thông, thiết bị số hỗ trợ cá nhân (personal digital assistant - PDA), thiết bị dữ liệu định vị cố định, hoặc máy tính.

Cần lưu ý rằng trong phần mô tả sau đây, các hàm khác nhau được thực hiện bởi hệ thống bộ giải mã 200 trên Fig. 2 được mô tả là đang được thực hiện bởi các bộ phận hoặc các môđun nhất định. Việc chia các bộ phận và môđun này chỉ mang tính minh họa và không được coi là làm giới hạn sáng chế. Theo phương án khác, hàm được thực hiện bởi bộ phận hoặc môđun cụ thể có thể được phân chia cho nhiều bộ phận hoặc môđun. Hơn nữa, theo phương án khác, hai hoặc nhiều bộ phận hoặc

môđun trên Fig. 2 có thể được tích hợp thành một bộ phận hoặc môđun. Mỗi bộ phận hoặc môđun được thể hiện trên Fig. 2 có thể được thực hiện nhờ sử dụng phần cứng (ví dụ, thiết bị mảng cổng lập trình được dạng trường (field-programmable gate array - FPGA), mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), bộ điều khiển, v.v.), phần mềm (ví dụ, các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Hệ thống bộ giải mã 200 bao gồm bộ giải mã dải thấp 208 được nối với bộ tạo tín hiệu 112, bộ lọc 114, bộ trộn 116, bộ tạo tín hiệu dải cao 216, và giàn bộ lọc tổng hợp 210.

Trong quá trình hoạt động, bộ giải mã dải thấp 208 có thể nhận dữ liệu dải thấp 268. Dữ liệu dải thấp 268 có thể tương ứng với dòng bit đầu ra được tạo ra bởi hệ thống bộ mã hóa 100 trên Fig. 1. Ví dụ, bộ thu tại hệ thống bộ giải mã 200 có thể nhận (ví dụ, qua kênh có dây, không dây, hoặc kênh quang) dòng bit đầu vào. Dòng bit đầu vào có thể tương ứng với dòng bit đầu ra được tạo ra bởi hệ thống bộ mã hóa 100. Bộ thu có thể cấp dòng bit đầu vào đến bộ tách kênh (demultiplexer - DEMUX). DEMUX có thể tạo ra dữ liệu dải thấp 268 và các tham số điều chỉnh từ dòng bit đầu vào. Theo một phương án cụ thể, DEMUX có thể trích xuất hệ số điều hòa từ dòng bit đầu vào. DEMUX có thể cấp dữ liệu dải thấp 268 đến bộ giải mã dải thấp 208.

Bộ giải mã dải thấp 208 có thể trích xuất các tham số dải thấp từ dữ liệu dải thấp 268. Các tham số dải thấp có thể tương ứng với bộ các tham số dải thấp 168 trên Fig. 1. Bộ giải mã dải thấp 208 có thể tạo ra tín hiệu dải thấp tổng hợp 222 dựa trên các tham số dải thấp này. Tín hiệu dải thấp tổng hợp 222 có thể xấp xỉ với tín hiệu dải thấp 122 trên Fig. 1.

Bộ tạo tín hiệu 112 có thể nhận tín hiệu dải thấp tổng hợp 222 từ bộ giải mã dải thấp 208. Bộ tạo tín hiệu 112 có thể tạo ra tín hiệu mở rộng thứ ba 274 dựa trên tín hiệu dải thấp tổng hợp 222, như được mô tả liên quan đến Fig. 1. Ví dụ, bộ chọn hàm 180 có thể chọn hàm xử lý phi tuyến tính từ nhiều hàm xử lý phi tuyến tính sẵn có 218 dựa trên tín hiệu dải thấp tổng hợp 222. Bộ tạo tín hiệu có thể mở rộng tín hiệu dải thấp tổng hợp 222 và có thể áp dụng hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ ba 274. Tín hiệu mở rộng thứ ba 274 có thể xấp xỉ với tín hiệu mở rộng thứ ba 174 trên Fig. 1. Theo một phương án cụ thể, bộ chọn hàm 180 chọn

hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên tham số nhận được. Ví dụ, hệ thống bộ giải mã 200 có thể nhận tham số xác định (ví dụ, theo chỉ số) hàm xử lý phi tuyến tính cụ thể mà được áp dụng bởi hệ thống bộ mã hóa (ví dụ, hệ thống bộ mã hóa 100) để mã hóa khung âm thanh cụ thể hoặc chuỗi các khung âm thanh. Tham số như vậy có thể được nhận cho mỗi khung hoặc khi hàm xử lý phi tuyến tính được sử dụng thay đổi.

Bộ lọc 114 có thể tạo ra tín hiệu mở rộng thứ hai 272 bằng cách lọc tín hiệu mở rộng thứ ba 274, như được mô tả liên quan đến Fig. 1. Tín hiệu mở rộng thứ hai 272 có thể xấp xỉ với tín hiệu mở rộng thứ hai 172 trên Fig. 1.

Bộ trộn 116 có thể tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất 282 bằng cách kết hợp tín hiệu tap âm 276 và tín hiệu mở rộng thứ hai 272 dựa trên hệ số điều hòa 270, như được mô tả liên quan đến Fig. 2. Tín hiệu tap âm 276 có thể xấp xỉ với tín hiệu tap âm 176 trên Fig. 1 và tín hiệu mở rộng thứ nhất 282 có thể xấp xỉ với tín hiệu mở rộng thứ nhất 182 trên Fig. 1.

Bộ giải mã điều hòa 206 có thể nhận dữ liệu dải thấp 268, các tham số điều chỉnh 178, hệ số điều hòa được nhận (ví dụ, tham số), hoặc tổ hợp của chúng. Ví dụ, bộ giải mã điều hòa 206 có thể nhận dữ liệu dải thấp 268, các tham số điều chỉnh 178, hệ số điều hòa được nhận, hoặc tổ hợp của chúng, từ DEMUX của hệ thống bộ giải mã 200. Bộ giải mã điều hòa 206 có thể tạo ra hệ số điều hòa 270 dựa trên dữ liệu dải thấp 268, các tham số điều chỉnh 178, hệ số điều hòa được nhận, hoặc tổ hợp của chúng. Ví dụ, bộ giải mã điều hòa 206 có thể trích xuất các tham số dải thấp từ dữ liệu dải thấp 268. Ví dụ khác, bộ giải mã tính điều hòa 206 có thể trích xuất các tham số dải cao từ các tham số điều chỉnh 178. Bộ giải mã điều hòa 206 có thể tạo ra hệ số điều hòa đã tính dựa trên các tham số dải thấp, các tham số dải cao, hoặc cả hai, như được mô tả liên quan đến Fig. 1.

Bộ giải mã điều hòa 206 có thể thiết lập hệ số điều hòa 270 là hệ số điều hòa đã tính hoặc hệ số điều hòa được nhận. Theo một phương án cụ thể, bộ giải mã điều hòa 206 có thể thiết lập hệ số điều hòa 270 về hệ số điều hòa đã tính để hồi đáp lại việc phát hiện sai số trong hệ số điều hòa được nhận. Bộ giải mã điều hòa 206 có thể phát hiện sai số để hồi đáp việc xác định rằng hiệu số giữa hệ số điều hòa được nhận và hệ số điều hòa đã tính thỏa mãn giá trị ngưỡng cụ thể. Bộ giải mã điều hòa 206 có

thể cấp hệ số điều hòa 270 cho bộ trộn 116. Bộ trộn 116 có thể cấp tín hiệu mở rộng thứ nhất 282 đến bộ tạo tín hiệu dải cao 216.

Bộ tạo tín hiệu dải cao 216 có thể tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp 224 dựa trên ít nhất một trong số các tham số điều chỉnh 178 và tín hiệu mở rộng thứ nhất 282. Ví dụ, bộ tạo tín hiệu dải cao 216 có thể áp dụng các tham số điều chỉnh 178 cho tín hiệu mở rộng thứ nhất 282 để tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp 224. Để minh họa, bộ tạo tín hiệu dải cao 216 có thể chia tỷ lệ tín hiệu mở rộng thứ nhất 282 theo hệ số mà được kết hợp với ít nhất một trong các tham số điều chỉnh 178. Theo một phương án cụ thể, một hoặc nhiều tham số điều chỉnh 178 có thể tương ứng với các tham số điều chỉnh độ lợi. Bộ tạo tín hiệu dải cao 216 có thể áp dụng các tham số điều chỉnh độ lợi cho tín hiệu mở rộng thứ nhất 282 để tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp 224. Giàn bộ lọc tổng hợp 210 có thể nhận tín hiệu dải cao tổng hợp 224 và tín hiệu dải thấp tổng hợp 222. Tín hiệu âm thanh đầu ra 278 có thể được cấp đến loa (hoặc thiết bị đầu ra khác) bởi giàn bộ lọc tổng hợp 210 và/hoặc được lưu trữ.

Hệ thống bộ giải mã 200 có thể cho phép tín hiệu dải cao tổng hợp được tạo ra tại bộ giải mã bằng cách sử dụng hàm xử lý phi tuyến tính được chọn dựa trên các tham số dải thấp chỉ báo các đặc điểm của phần dải thấp của tín hiệu đầu vào nhận được tại bộ mã hóa. Việc sử dụng hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn để tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp có thể cải thiện mối tương quan giữa tín hiệu dải cao tổng hợp và phần dải cao của tín hiệu đầu vào trong cả các trường hợp vô thanh và hữu thanh.

Xem trên Fig. 3, phương án cụ thể của hệ thống có thể hoạt động để thực hiện mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh được thể hiện và được ký hiệu chung là 300.

Theo phương án cụ thể, hệ thống 300 (hoặc các phần của hệ thống) có thể được tích hợp vào hệ thống hoặc thiết bị mã hóa (hoặc giải mã) (ví dụ, trong thiết bị không dây hoặc bộ mã hóa/bộ giải mã (CODEC)). Theo các phương án khác, hệ thống 300 (hoặc các phần của hệ thống) có thể được tích hợp thành đầu thu kỹ thuật số, máy chơi nhạc, máy phát video, thiết bị giải trí, thiết bị điều hướng, thiết bị truyền thông, thiết bị số hỗ trợ cá nhân (personal digital assistant - PDA), thiết bị dữ liệu định vị cố định, hoặc máy tính.

Cần lưu ý rằng trong phần mô tả sau đây, các chức năng khác nhau được thực hiện bởi hệ thống 300 trên Fig. 3 được mô tả là đang được thực hiện bởi các bộ phận hoặc các môđun nhất định. Việc chia các bộ phận và môđun này chỉ mang tính minh họa và không được coi là làm giới hạn sáng chế. Theo phương án khác, hàm được thực hiện bởi bộ phận hoặc môđun cụ thể có thể được phân chia cho nhiều bộ phận hoặc môđun. Hơn nữa, theo phương án khác, hai hoặc nhiều bộ phận hoặc môđun trên Fig. 3 có thể được tích hợp thành một bộ phận hoặc môđun. Mỗi bộ phận hoặc môđun được thể hiện trên Fig. 3 có thể được thực hiện nhờ sử dụng phần cứng (ví dụ, thiết bị mảng cổng lập trình được dạng trường (field-programmable gate array - FPGA), mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), bộ điều khiển, v.v.), phần mềm (ví dụ, các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Hệ thống 300 bao gồm giàn bộ lọc phân tích 110, bộ mã hóa dải thấp 108, bộ ước lượng tính điều hòa 106, bộ ước lượng tham số 190, và hệ thống bộ giải mã 200.

Trong quá trình hoạt động, giàn bộ lọc phân tích 110 có thể nhận được tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Giàn bộ lọc phân tích 110 có thể tách tín hiệu âm thanh đầu vào 102 thành ít nhất tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124.

Bộ mã hóa dải thấp 108 có thể nhận tín hiệu dải thấp 122 từ giàn bộ lọc phân tích 110. Bộ mã hóa dải thấp 108 có thể xác định các tham số dải thấp 168 dựa trên tín hiệu dải thấp 122, như được mô tả liên quan đến Fig. 1. Bộ mã hóa dải thấp 108 có thể cấp các tham số dải thấp 168 đến hệ thống bộ giải mã 200.

Bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể nhận tín hiệu dải cao 124 và có thể tạo ra hệ số điều hòa 170 dựa trên tín hiệu dải cao 124. Ví dụ, bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể tạo ra hệ số điều hòa 170 dựa trên các tham số dải cao chỉ báo các đặc điểm của tín hiệu dải cao 124, như được mô tả liên quan đến Fig. 1. Bộ ước lượng tính điều hòa 106 có thể cấp hệ số điều hòa 170 đến hệ thống bộ giải mã 200.

Bộ ước lượng tham số 190 có thể tạo ra các tham số điều chỉnh 178 dựa trên tín hiệu dải cao 124. Ví dụ, các tham số điều chỉnh 178 có thể tương ứng với các tham số dải cao chỉ báo các đặc điểm của tín hiệu dải cao 124. Bộ ước lượng tham số 190 có thể cấp các tham số điều chỉnh 178 đến hệ thống bộ giải mã 200. Hệ thống bộ giải mã 200 có thể tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp 224 dựa trên các tham số điều

chỉnh 178, các tham số dải thấp 168, hệ số điều hòa 170, hoặc tổ hợp của chúng, như được mô tả liên quan đến Fig. 2.

Hệ thống 300 cho phép tín hiệu dải cao tổng hợp được tạo ra tại bộ giải mã nhờ sử dụng hàm xử lý phi tuyến tính được chọn dựa trên các đặc điểm của tín hiệu dải thấp tổng hợp. Hệ thống 300 có thể tạo ra các tham số điều chỉnh 178 dựa trên tín hiệu dải cao 124 và không dựa trên phiên bản mở rộng của tín hiệu dải thấp. Theo một phương án cụ thể, hệ thống 300 có thể tạo ra các tham số điều chỉnh 178 nhanh hơn hệ thống bộ mã hóa 100 bằng cách tiết kiệm thời gian xử lý để mở rộng tín hiệu âm thanh đầu vào 102 và trộn tín hiệu mở rộng với tín hiệu tạp âm.

Xem trên Fig. 4, lưu đồ của phương án cụ thể của phương pháp thực hiện mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh được thể hiện và được ký hiệu chung là 400. Phương pháp 400 có thể được thực hiện bởi hệ thống bộ mã hóa 100 trên Fig. 1.

Phương pháp 400 có thể bao gồm bước tách, tại thiết bị, tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất tín hiệu dải thấp và tín hiệu dải cao, tại 402. Tín hiệu dải thấp có thể tương ứng với miền tần dải thấp và tín hiệu dải cao có thể tương ứng với miền tần dải cao. Ví dụ, giàn bộ lọc phân tích 110 trên Fig. 1 có thể tách tín hiệu âm thanh đầu vào 102 thành ít nhất tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124, như được mô tả liên quan đến Fig. 1. Tín hiệu dải thấp 122 có thể tương ứng với miền tần dải thấp (ví dụ, 50 hertz (Hz) – 7 kilohertz (kHz)) và tín hiệu dải cao 124 có thể tương ứng với miền tần dải cao (ví dụ, 7 kHz – 16 kHz).

Phương pháp 400 có thể còn bao gồm bước chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính, tại 404. Ví dụ, bộ chọn hàm 180 trên Fig. 1 có thể chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính sẵn có 118, như được mô tả liên quan đến Fig. 1.

Phương pháp 400 có thể còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính, tại 406. Ví dụ, bộ trộn 116 trên Fig. 1 có thể tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất 182 dựa trên tín hiệu dải thấp 122 và hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn, như được mô tả liên quan đến Fig. 1.

Phương pháp 400 có thể còn bao gồm bước tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên ít nhất một trong tín hiệu mở rộng thứ nhất hoặc tín hiệu dải cao, tại

408. Ví dụ, bộ ước lượng tham số 190 có thể tạo ra các tham số điều chỉnh 178 dựa trên ít nhất một trong tín hiệu mở rộng thứ nhất 182 hoặc tín hiệu dải cao 124, như được mô tả liên quan đến Fig. 1.

Hệ thống bộ mã hóa 400 có thể cho phép tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp (ví dụ, tín hiệu mở rộng thứ nhất 182), tại bộ mã hóa, nhờ sử dụng hàm xử lý phi tuyến tính được chọn dựa trên các đặc điểm của tín hiệu dải thấp 122. Việc sử dụng hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn có thể làm tăng mối tương quan giữa tín hiệu dải cao tổng hợp và tín hiệu dải cao 124 trong cả các trường hợp vô thanh và hữu thanh.

Theo phương án cụ thể, phương pháp 400 trên Fig. 4 có thể được thực hiện thông qua phần cứng (ví dụ, thiết bị mảng cổng lập trình được dạng trường (field-programmable gate array - FPGA, mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC, v.v.) của bộ xử lý chẳng hạn như bộ xử lý trung tâm (central processing unit - CPU), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), hoặc bộ điều khiển, thông qua thiết bị phần mềm, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Ví dụ, phương pháp 400 trên Fig. 4 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý mà thực thi các lệnh, như được mô tả có tham chiếu đến Fig. 6.

Xem trên Fig. 5, lưu đồ của phương án cụ thể của phương pháp thực hiện mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh được thể hiện và được ký hiệu chung là 500. Phương pháp 500 có thể được thực hiện bởi hệ thống bộ giải mã 200 trên Fig. 2.

Phương pháp 500 có thể bao gồm bước nhận, tại thiết bị, dữ liệu dải thấp tương ứng với ít nhất tín hiệu dải thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào, tại 502. Ví dụ, DEMUX của hệ thống bộ giải mã 200 có thể nhận dòng bit đầu vào thông qua bộ thu, như được mô tả liên quan đến Fig. 2. Ví dụ khác, bộ giải mã dải thấp 208 có thể nhận dữ liệu dải thấp 268, như được mô tả liên quan đến Fig. 2.

Phương pháp 500 có thể còn bao gồm bước giải mã dữ liệu dải thấp để tạo ra tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp, tại 504. Ví dụ, bộ giải mã dải thấp 208 có thể giải mã dữ liệu dải thấp 268 để tạo ra tín hiệu dải thấp tổng hợp 222, như được mô tả liên quan đến Fig. 2.

Phương pháp 500 có thể còn bao gồm bước chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính, tại 506. Ví dụ, bộ chọn hàm 180 có thể chọn

hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính sẵn có 118, như được mô tả liên quan đến Fig. 2.

Phương pháp 500 có thể còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính, tại 508. Ví dụ, bộ tạo tín hiệu dải cao 216 có thể tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp 224 dựa trên tín hiệu dải thấp tổng hợp 222 và hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn, như được mô tả liên quan đến Fig. 2.

Phương pháp 500 có thể cho phép tín hiệu dải cao tổng hợp được tạo ra tại bộ giải mã bằng cách sử dụng hàm xử lý phi tuyến tính được chọn dựa trên các tham số dải thấp chỉ báo các đặc điểm của phần dải thấp của tín hiệu đầu vào nhận được tại bộ mã hóa. Việc sử dụng hàm xử lý phi tuyến tính đã chọn để tạo ra tín hiệu dải cao tổng hợp có thể cải thiện mối tương quan giữa tín hiệu dải cao tổng hợp và phần dải cao của tín hiệu đầu vào trong cả các trường hợp vô thanh và hữu thanh.

Theo phương án cụ thể, phương pháp 500 trên Fig. 5 có thể được thực hiện thông qua phần cứng (ví dụ, thiết bị mảng cổng lập trình được dạng trường (field-programmable gate array - FPGA, mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC, v.v.) của bộ xử lý chẳng hạn như bộ xử lý trung tâm (central processing unit - CPU), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), hoặc bộ điều khiển, thông qua thiết bị phần sụn, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Ví dụ, phương pháp 500 trên Fig. 5 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý mà thực thi các lệnh, như được mô tả có tham chiếu đến Fig. 6.

Xem trên Fig. 6, sơ đồ khối về các phương án minh họa cụ thể của thiết bị truyền thông không dây được thể hiện và được ký hiệu chung là 600. Thiết bị 600 bao gồm bộ xử lý 610 (ví dụ như bộ xử lý trung tâm (central processing unit - CPU), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), v.v.) được nối với bộ nhớ 632. Bộ nhớ 632 có thể bao gồm các lệnh 660 thực thi được bởi bộ xử lý 610. Bộ xử lý 610 có thể còn bao gồm bộ lập mã/bộ giải mã (CODEC) 634, như được thể hiện trên hình vẽ. CODEC 634 có thể thực hiện, và/hoặc các lệnh 660 có thể thực thi được bởi bộ xử lý 610 để thực hiện, các phương pháp và quy trình được bộc lộ ở đây, chẳng hạn như phương pháp 400 trên Fig. 4, phương pháp 500 trên Fig. 5, hoặc cả hai.

CODEC 634 có thể bao gồm bộ mã hóa 690 và bộ giải mã 692. Bộ mã hóa 690 có thể bao gồm một hoặc nhiều giàn bộ lọc phân tích 110, bộ ước lượng tính điều hòa 106, bộ mã hóa dải thấp 108, bộ trộn 116, bộ tạo tín hiệu 112, bộ lọc 114, và bộ ước lượng tham số 190, như được thể hiện trên hình vẽ. Bộ giải mã 692 có thể bao gồm một hoặc nhiều giàn bộ lọc tổng hợp 210, bộ giải mã điều hòa 206, bộ giải mã dải thấp 208, bộ tạo tín hiệu dải cao 216, bộ trộn 116, và bộ lọc 114, như được thể hiện trên hình vẽ. Trong các phương án khác, bộ mã hóa 690 và bộ giải mã 692 có thể đặt trong hoặc là một phần của nhiều bộ xử lý. Ví dụ, thiết bị 600 có thể bao gồm nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như DSP và bộ xử lý ứng dụng, và bộ mã hóa 690 và bộ giải mã 692, hoặc các thành phần của chúng, có thể được bao gồm trong một số hoặc tất cả các bộ xử lý.

Giàn bộ lọc phân tích 110, bộ ước lượng tính điều hòa 106, bộ mã hóa dải thấp 108, bộ trộn 116, bộ tạo tín hiệu 112, bộ lọc 114, bộ ước lượng tham số 190, giàn bộ lọc tổng hợp 210, bộ giải mã điều hòa 206, bộ giải mã dải thấp 208, bộ tạo tín hiệu dải cao 216, hoặc tổ hợp của chúng, có thể được thực hiện thông qua phần cứng chuyên dụng (ví dụ, hệ mạch), bởi bộ xử lý thực thi các lệnh để thực hiện một hoặc nhiều tác vụ, hoặc tổ hợp của chúng. Ví dụ, các lệnh này có thể được lưu trữ trong thiết bị bộ nhớ, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên từ điện trở (MRAM), bộ nhớ MRAM đảo từ bằng dòng spin (STT-MRAM), bộ nhớ đệm nhanh, bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được (PROM), bộ nhớ thể rắn, bộ nhớ chỉ đọc lập trình được có thể xóa (EPROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được có thể xóa bằng điện (EEPROM), các bộ ghi, ổ cứng, đĩa tháo di động, hoặc bộ nhớ chỉ đọc dùng đĩa CD (CD-ROM).

Fig. 6 cũng thể hiện bộ điều khiển hiển thị 626 được nối với bộ xử lý 610 và với màn hiển thị 628. Loa 636 và micro 638 có thể được ghép nối với thiết bị 600. Ví dụ, micro 638 có thể tạo ra tín hiệu âm thanh đầu vào 102 trên Fig. 1, và thiết bị 600 có thể tạo ra dòng bit đầu ra để truyền đến bộ thu dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào 102, như được mô tả liên quan đến Fig. 1. Ví dụ, dòng bit đầu ra có thể được truyền bởi bộ phát thông qua bộ xử lý 610, bộ điều khiển không dây 640, và ăngten 642. Ví dụ khác, loa 636 có thể được sử dụng để xuất ra tín hiệu được tái tạo bởi thiết bị 600 từ dòng bit đầu vào nhận được bởi bộ thu (ví dụ, thông qua bộ điều khiển không dây 640 và ăngten 642), như được mô tả liên quan đến Fig. 2.

Theo một phương án cụ thể, bộ xử lý 610, bộ điều khiển hiển thị 626, bộ nhớ 632, và bộ điều khiển không dây 640 được bao gồm trong thiết bị hệ thống trong gói hoặc hệ thống trên chip (ví dụ, môđem trạm di động (mobile station modem - MSM)) 622. Theo phương án cụ thể, thiết bị đầu vào 630, chẳng hạn như màn hình cảm ứng và/hoặc bàn phím, và nguồn điện 644 được ghép nối với thiết bị hệ thống trên chip 622. Hơn nữa, theo phương án cụ thể, như được thể hiện trên Fig. 6, màn hiển thị 628, thiết bị đầu vào 630, loa 636, micro 638, ăngten 642, và nguồn điện 644 nằm ngoài thiết bị hệ thống trên chip 622. Mỗi màn hiển thị 628, thiết bị đầu vào 630, loa 636, micro 638, ăngten 642, và nguồn điện 644 có thể được ghép nối với một hoặc nhiều bộ phận của thiết bị hệ thống trên chip 622, chẳng hạn như giao diện hoặc bộ điều khiển.

Cùng với các phương án đã mô tả, thiết bị thứ nhất có thể bao gồm phương tiện tách tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất một tín hiệu dải thấp và một tín hiệu dải cao, chẳng hạn như giàn bộ lọc phân tích 110, một hoặc nhiều thiết bị hoặc mạch khác được tạo cấu hình để tách tín hiệu âm thanh, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Tín hiệu dải thấp có thể tương ứng với miền tần dải thấp và tín hiệu dải cao có thể tương ứng với miền tần dải cao. Thiết bị này có thể còn bao gồm phương tiện chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính, chẳng hạn như bộ chọn hàm 180, một hoặc nhiều thiết bị hoặc mạch khác được tạo cấu hình để chọn hàm xử lý phi tuyến tính từ nhiều hàm xử lý phi tuyến tính, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Thiết bị này còn có thể bao gồm phương tiện thứ nhất để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính, chẳng hạn như bộ trộn 116, một hoặc nhiều thiết bị hoặc mạch khác được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Thiết bị này có thể còn bao gồm phương tiện thứ hai để tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất, tín hiệu dải cao, hoặc cả hai, chẳng hạn như bộ ước lượng tham số 190, một hoặc nhiều thiết bị hoặc mạch khác được tạo cấu hình để tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên tín hiệu mở rộng và/hoặc tín hiệu dải cao, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Cùng với các phương án đã mô tả, thiết bị thứ hai có thể bao gồm phương tiện nhận dữ liệu dải thấp tương ứng với ít nhất tín hiệu dải thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào, chẳng hạn như thành phần (ví dụ, bộ thu) của hoặc được nối với hệ thống bộ giải

mã 200, một hoặc nhiều thiết bị hoặc mạch khác được tạo cấu hình để nhận dữ liệu dải thấp tương ứng với tín hiệu dải thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Thiết bị này có thể còn bao gồm phương tiện giải mã dữ liệu dải thấp để tạo ra tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp, chẳng hạn như bộ giải mã dải thấp 208, một hoặc nhiều thiết bị hoặc mạch khác được tạo cấu hình để giải mã dữ liệu dải thấp để tạo ra tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Thiết bị này có thể còn bao gồm phương tiện chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính, chẳng hạn như bộ chọn hàm 180, một hoặc nhiều thiết bị hoặc mạch khác được tạo cấu hình để chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Thiết bị này có thể còn bao gồm phương tiện tạo ra tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính, chẳng hạn như bộ tạo tín hiệu dải cao 216, một hoặc nhiều thiết bị hoặc mạch khác được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng các khối logic, mô-đun, mạch, và các bước thuật toán minh họa khác nhau được mô tả cùng với các phương án được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng, phần mềm máy tính được thực hiện bằng thiết bị xử lý chẳng hạn như bộ xử lý phần cứng, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Các bộ phận, khối, cấu hình, mô-đun, mạch và bước minh họa đã được mô tả như trên thường là theo chức năng của chúng. Việc chức năng đó được thực hiện dưới dạng phần cứng hay phần mềm thực thi là phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và ràng buộc thiết kế áp dụng cho toàn bộ hệ thống. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể thực hiện chức năng được mô tả theo nhiều cách khác nhau đối với từng ứng dụng cụ thể, các quyết định thực hiện này không nên được hiểu là làm chệch ra khỏi phạm vi của sáng chế.

Các bước của phương pháp hoặc thuật toán được mô tả cùng với các phương án được bộc lộ ở đây có thể được thể hiện trực tiếp trong phần cứng, trong mô-đun phần mềm được thực thi bởi bộ xử lý, hoặc trong tổ hợp của cả hai. Mô-đun phần mềm có thể nằm trong thiết bị bộ nhớ, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên từ điện trở (MRAM), bộ nhớ MRAM đảo từ bằng dòng spin (STT-MRAM), bộ nhớ đệm nhanh, bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình

được (PROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được có thể xóa (EPROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được có thể xóa bằng điện (EEPROM), các bộ ghi, ổ cứng, đĩa tháo di động, hoặc bộ nhớ chỉ đọc dùng đĩa CD (CD-ROM). Thiết bị bộ nhớ làm ví dụ được ghép nối với bộ xử lý sao cho bộ xử lý có thể đọc thông tin và ghi thông tin vào thiết bị bộ nhớ này. Theo cách khác, thiết bị bộ nhớ có thể được tích hợp vào bộ xử lý. Bộ xử lý và phương tiện lưu trữ có thể thuộc về mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC). ASIC có thể nằm trong thiết bị máy tính hoặc đầu cuối người dùng. Thay vào đó, bộ xử lý và phương tiện lưu trữ có thể tồn tại dưới dạng các bộ phận rời rạc trong thiết bị máy tính hoặc đầu cuối người dùng.

Phần mô tả trên của các phương án được bộc lộ được đưa ra nhằm giúp người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này thực hiện hoặc sử dụng các phương án được bộc lộ này. Các cải biến khác nhau đối với các phương án này sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này, và các nguyên lý chung được định nghĩa ở đây có thể được áp dụng cho các phương án khác mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Do đó, sáng chế không bị giới hạn ở các phương án được trình bày ở đây, và nhằm có được phạm vi rộng nhất phù hợp với các nguyên lý và dấu hiệu mới như được xác định bởi các yêu cầu bảo hộ sau đây.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh bao gồm các bước:

tách, tại thiết bị, tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất tín hiệu dải thấp và tín hiệu dải cao, tín hiệu dải thấp tương ứng với miền tần dải thấp và tín hiệu dải cao tương ứng với miền tần dải cao;

xác định đặc điểm của tín hiệu dải thấp;

chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên đặc điểm này;

tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính; và

tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất, tín hiệu dải cao, hoặc cả hai.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hàm xử lý phi tuyến tính được chọn sau khi tín hiệu âm thanh đầu vào được nhận tại thiết bị, trong đó tín hiệu mở rộng thứ nhất được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu tạp âm và tín hiệu mở rộng thứ hai, và trong đó ít nhất một tham số điều chỉnh được xác định dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất và tín hiệu dải cao.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó tỷ lệ thứ nhất của tín hiệu tạp âm và tỷ lệ thứ hai của tín hiệu mở rộng thứ hai được trộn lẫn, và trong đó tỷ lệ thứ nhất và tỷ lệ thứ hai được xác định dựa trên tính điều hòa của ít nhất một trong số: tín hiệu dải thấp, tín hiệu dải cao, hoặc tín hiệu âm thanh đầu vào.

4. Phương pháp theo điểm 3, phương pháp này còn bao gồm bước xác định tính điều hòa dựa trên ước lượng tính chu kỳ của tín hiệu âm thanh đầu vào trong khung âm thanh, trong đó hàm xử lý phi tuyến tính được chọn để hồi đáp việc nhận tín hiệu âm thanh đầu vào.

5. Phương pháp theo điểm 2, phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu mở rộng thứ hai bằng cách lọc tín hiệu mở rộng thứ ba, trong đó băng thông của tín hiệu mở rộng thứ hai tương ứng với miền tần dải cao.

6. Phương pháp theo điểm 5, phương pháp này còn bao gồm bước tạo tín hiệu mở rộng thứ ba bằng cách áp dụng hàm xử lý phi tuyến tính cho tín hiệu dải thấp, trong đó hàm xử lý phi tuyến tính được chọn trên cơ sở từng khung.

7. Phương pháp theo điểm 2, trong đó tín hiệu mở rộng thứ hai được tạo ra bằng cách áp dụng phép biến đổi tuyến tính cho tín hiệu mở rộng thứ ba và chọn các hệ số biến đổi tương ứng với miền tần dải cao.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó hàm xử lý phi tuyến tính được chọn bởi bộ chọn hàm dựa trên đặc điểm của tín hiệu dải thấp hoặc giá trị đã xác định của đặc điểm của tín hiệu dải thấp, và trong đó phép biến đổi tuyến tính tương ứng với biến đổi cosin rời rạc.

9. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước chọn hàm xử lý phi tuyến tính thứ nhất trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính để hồi đáp việc xác định rằng ít nhất một tham số điều chỉnh thỏa mãn điều kiện thứ nhất.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hàm xử lý phi tuyến tính này được chọn trong số:

hàm xử lý phi tuyến tính thứ nhất trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính tương ứng với hàm lũy thừa bậc thấp, và

hàm xử lý phi tuyến tính thứ hai trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính tương ứng với hàm lũy thừa bậc cao.

11. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm các bước:

tách tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất tín hiệu dải thấp và tín hiệu dải cao nhờ sử dụng các giàn bộ lọc phân tích; và xác định tham số gắn kèm với khung của tín hiệu âm thanh đầu vào,

trong đó đặc điểm này là đặc điểm âm thanh của tín hiệu dải thấp, trong đó ít nhất một tham số điều chỉnh tương ứng với ít nhất một tham số điều chỉnh độ lợi kết hợp với tín hiệu dải cao, và trong đó tham số gắn kèm với khung này bao gồm một trong chế độ lập mã được chọn để mã hóa tín hiệu dải thấp, tính chu kỳ của khung, lượng tạp âm không theo chu kỳ trong khung, và độ nghiêng phổ tương ứng với khung này.

12. Phương pháp mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh bao gồm các bước:

nhận, tại thiết bị, dữ liệu dải thấp tương ứng với ít nhất tín hiệu dải thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào;

giải mã dữ liệu dải thấp để tạo ra tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp.

xác định đặc điểm của tín hiệu dải thấp;

chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên đặc điểm này; và

tạo ra tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính.

13. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu âm thanh đầu ra bằng cách kết hợp tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp với tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp, trong đó hàm xử lý phi tuyến tính được chọn dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp, và trong đó băng thông thứ nhất của tín hiệu âm thanh đầu ra lớn hơn băng thông thứ hai của tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp.

14. Phương pháp theo điểm 12, còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất bằng cách trộn tín hiệu tạp âm và tín hiệu mở rộng thứ hai, trong đó tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp được tạo ra dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất và ít nhất một tham số điều chỉnh, trong đó tỷ lệ thứ nhất của tín hiệu mở rộng thứ hai và tỷ lệ thứ hai của tín hiệu tạp âm được trộn lẫn, và trong đó tỷ lệ thứ nhất và tỷ lệ thứ hai được xác định dựa trên ít nhất một trong tham số điều hòa nhận được hoặc dữ liệu dải thấp.

15. Phương pháp theo điểm 12, trong đó tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp được tạo ra bằng cách chia tỷ lệ tín hiệu mở rộng thứ nhất theo hệ số mà được kết hợp với ít nhất một tham số điều chỉnh.

16. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa vào tín hiệu mở rộng thứ hai và dựa vào tín hiệu mở rộng thứ ba, trong đó tín hiệu mở rộng thứ hai tương ứng với miền tần dải cao.

17. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa vào tín hiệu mở rộng thứ hai, trong đó tín hiệu mở rộng thứ hai được tạo ra bằng cách:

áp dụng phép biến đổi tuyến tính cho tín hiệu mở rộng thứ ba, phép biến đổi tuyến tính tương ứng với biến đổi cosin rời rạc, và tín hiệu mở rộng thứ ba dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính; và
chọn các hệ số biến đổi tương ứng với miền tần dải cao.

18. Phương pháp theo điểm 12, phương pháp này còn bao gồm bước chọn hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên tham số nhận được tại thiết bị trên cơ sở từng khung.

19. Phương pháp theo điểm 12, trong đó các bước nhận, giải mã, xác định, chọn và tạo ra này được thực hiện trong thiết bị, và trong đó thiết bị bao gồm thiết bị truyền thông di động.

20. Phương pháp theo điểm 12, trong đó các bước nhận, giải mã, xác định, chọn và tạo ra này được thực hiện trong bộ dữ liệu định vị cố định.

21. Thiết bị mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh bao gồm:

bộ nhớ; và

bộ xử lý được tạo cấu hình để:

tách tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất tín hiệu dải thấp và tín hiệu dải cao, tín hiệu dải thấp tương ứng với miền tần dải thấp và tín hiệu dải cao tương ứng với miền tần dải cao;

xác định đặc điểm của tín hiệu dải thấp;

chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên đặc điểm này;

tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính; và

tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất, tín hiệu dải cao, hoặc cả hai.

22. Thiết bị theo điểm 21, trong đó hàm xử lý phi tuyến tính được chọn sau khi tín hiệu âm thanh đầu vào được tách thành ít nhất tín hiệu dải thấp và tín hiệu dải cao, trong đó tín hiệu mở rộng thứ nhất được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu tạp âm và tín hiệu mở rộng thứ hai, và trong đó ít nhất một tham số điều chỉnh được xác định dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất và tín hiệu dải cao.

23. Thiết bị theo điểm 22, trong đó tỷ lệ thứ nhất của tín hiệu tạp âm và tỷ lệ thứ hai của tín hiệu mở rộng thứ hai được trộn lẫn, và trong đó tỷ lệ thứ nhất và tỷ lệ thứ hai được xác định dựa trên tính điều hòa của ít nhất một trong số: tín hiệu dải thấp, tín hiệu dải cao, hoặc tín hiệu âm thanh đầu vào.
24. Thiết bị theo điểm 23, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định tính điều hòa dựa trên ước lượng tính chu kỳ của tín hiệu âm thanh đầu vào trong khung âm thanh.
25. Thiết bị theo điểm 22, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ hai bằng cách lọc tín hiệu mở rộng thứ ba, và trong đó băng thông của tín hiệu mở rộng thứ hai tương ứng với miền tần dải cao.
26. Thiết bị theo điểm 25, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ ba bằng cách áp dụng hàm xử lý phi tuyến tính cho tín hiệu dải thấp.
27. Thiết bị theo điểm 22, trong đó tín hiệu âm thanh đầu vào được tách thành ít nhất tín hiệu dải thấp và tín hiệu dải cao nhờ sử dụng các giàn bộ lọc phân tích, và trong đó tín hiệu mở rộng thứ hai được tạo ra bằng cách áp dụng phép biến đổi tuyến tính cho tín hiệu mở rộng thứ ba, phép biến đổi tuyến tính này tương ứng với biến đổi cosin rời rạc, và chọn các hệ số biến đổi tương ứng với miền tần dải cao.
28. Thiết bị theo điểm 21, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định tham số gắn kèm với khung của tín hiệu âm thanh đầu vào, trong đó hàm xử lý phi tuyến tính được chọn dựa trên tham số này, trong đó hàm xử lý phi tuyến tính thứ nhất trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính được chọn để hồi đáp bước xác định rằng tham số này thỏa mãn điều kiện thứ nhất, và trong đó hàm xử lý phi tuyến tính thứ hai trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính được chọn để hồi đáp việc xác định rằng tham số này thỏa mãn điều kiện thứ hai.
29. Thiết bị theo điểm 28, trong đó tham số gắn kèm với khung này là một trong số: chế độ lập mã được chọn để mã hóa tín hiệu dải thấp, tính chu kỳ của khung, lượng tạp âm không theo chu kỳ trong khung, và độ nghiêng phổ tương ứng với khung này.
30. Thiết bị theo điểm 21, trong đó nhiều hàm xử lý phi tuyến tính bao gồm hàm lũy thừa bậc thấp hoặc hàm lũy thừa bậc cao, và trong đó ít nhất một tham số điều chỉnh tương ứng với ít nhất một tham số điều chỉnh độ lợi kết hợp với tín hiệu dải cao.

31. Thiết bị theo điểm 21, trong đó bộ xử lý được tích hợp vào hệ thống bộ mã hóa.

32. Thiết bị theo điểm 21, thiết bị này còn bao gồm:

ăngten; và

bộ thu được nối với ăngten và được tạo cấu hình để nhận tín hiệu tương ứng với tín hiệu âm thanh đầu vào.

33. Thiết bị theo điểm 32, trong đó bộ xử lý, bộ nhớ, bộ thu, và ăngten được tích hợp vào thiết bị truyền thông di động.

34. Thiết bị theo điểm 32, trong đó bộ xử lý, bộ nhớ, bộ thu, và ăngten được tích hợp vào đơn vị dữ liệu định vị cố định.

35. Thiết bị mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh bao gồm:

bộ nhớ; và

bộ xử lý được tạo cấu hình để:

nhận dữ liệu dải thấp tương ứng với ít nhất tín hiệu dải thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào;

giải mã dữ liệu dải thấp để tạo ra tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp.

xác định đặc điểm của tín hiệu dải thấp;

chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên đặc điểm này; và

tạo ra tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính.

36. Thiết bị theo điểm 35, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu âm thanh đầu ra bằng cách kết hợp tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp với tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp, và trong đó băng thông thứ nhất của tín hiệu âm thanh đầu ra lớn hơn băng thông thứ hai của tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp.

37. Thiết bị theo điểm 35, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất bằng cách trộn tín hiệu tạp âm và tín hiệu mở rộng thứ hai, và trong đó tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp được tạo ra dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất và ít nhất một tham số điều chỉnh.

38. Thiết bị theo điểm 37, trong đó phần thứ nhất của tín hiệu mở rộng thứ hai và phần thứ hai của tín hiệu tạp âm được trộn lẫn, và trong đó phần thứ nhất và phần thứ hai được xác định dựa trên ít nhất một trong tham số điều hòa nhận được hoặc dữ liệu dài thấp.

39. Thiết bị theo điểm 37, trong đó tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp được tạo ra bằng cách chia tỷ lệ tín hiệu mở rộng thứ nhất theo hệ số được kết hợp với ít nhất một tham số điều chỉnh.

40. Thiết bị theo điểm 37, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ hai bằng cách lọc tín hiệu mở rộng thứ ba, và trong đó tín hiệu mở rộng thứ hai tương ứng với miền tần dải cao.

41. Thiết bị theo điểm 37, trong đó tín hiệu mở rộng thứ hai được tạo ra bằng cách áp dụng phép biến đổi tuyến tính cho tín hiệu mở rộng thứ ba và chọn các hệ số biến đổi tương ứng với miền tần dải cao.

42. Thiết bị theo điểm 41, trong đó phép biến đổi tuyến tính tương ứng với biến đổi cosin rời rạc.

43. Thiết bị theo điểm 41, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ ba dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính.

44. Thiết bị theo điểm 35, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để chọn hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên tham số nhận được hoặc dữ liệu dài thấp.

45. Thiết bị theo điểm 35, trong đó bộ xử lý được tích hợp vào thiết bị di động bao gồm hệ thống bộ giải mã.

46. Thiết bị mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh bao gồm:

phương tiện tách tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất một tín hiệu dài thấp và một tín hiệu dải cao, tín hiệu dải thấp tương ứng với miền tần dải thấp và tín hiệu dải cao tương ứng với miền tần dải cao;

phương tiện xác định đặc điểm của tín hiệu dài thấp;

phương tiện chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên đặc điểm này;

phương tiện thứ nhất để tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính; và

phương tiện thứ hai để tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất, tín hiệu dải cao, hoặc cả hai.

47. Thiết bị theo điểm 46, trong đó phương tiện chọn được tạo cấu hình để chọn hàm xử lý phi tuyến tính sau khi tín hiệu âm thanh đầu vào được nhận tại phương tiện tách, trong đó tín hiệu mở rộng thứ nhất được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu tạp âm và tín hiệu mở rộng thứ hai, và trong đó ít nhất một tham số điều chỉnh được xác định dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất và tín hiệu dải cao.

48. Thiết bị theo điểm 47, trong đó phần thứ nhất của tín hiệu tạp âm và phần thứ hai của tín hiệu mở rộng thứ hai được trộn lẫn, và trong đó phần thứ nhất và phần thứ hai được xác định dựa trên tính điều hòa của ít nhất một trong số: tín hiệu dải thấp, tín hiệu dải cao, hoặc tín hiệu âm thanh đầu vào.

49. Thiết bị theo điểm 46, trong đó phương tiện xác định, phương tiện chọn, phương tiện tạo ra thứ nhất, và phương tiện tạo ra thứ hai được tích hợp vào thiết bị di động.

50. Thiết bị mở rộng băng thông điều hòa của tín hiệu âm thanh bao gồm:

phương tiện nhận dữ liệu dải thấp tương ứng với ít nhất tín hiệu dải thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào;

phương tiện giải mã dữ liệu dải thấp để tạo ra tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp.

phương tiện xác định đặc điểm của tín hiệu dải thấp;

phương tiện chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên đặc điểm này; và

phương tiện tạo ra tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính.

51. Thiết bị theo điểm 50, trong đó dữ liệu dải thấp chỉ báo các đặc điểm của tín hiệu dải thấp.

52. Thiết bị theo điểm 50, trong đó tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp được tạo ra bằng cách chia tỷ lệ tín hiệu mở rộng thứ nhất theo hệ số mà được kết hợp với ít nhất một tham số điều chỉnh.

53. Thiết bị theo điểm 50, trong đó phương tiện xác định, phương tiện chọn, và phương tiện tạo ra được tích hợp vào thiết bị di động truyền thông.

54. Thiết bị theo điểm 50, trong đó phương tiện xác định, phương tiện chọn, và phương tiện tạo ra được tích hợp vào đơn vị dữ liệu định vị cố định.

55. Thiết bị lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi bởi bộ xử lý, khiến cho bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm:

tách tín hiệu âm thanh đầu vào thành ít nhất một tín hiệu dải thấp và một tín hiệu dải cao, tín hiệu dải thấp tương ứng với miền tần dải thấp và tín hiệu dải cao tương ứng với miền tần dải cao;

xác định đặc điểm của tín hiệu dải thấp;

chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên đặc điểm này;

tạo ra tín hiệu mở rộng thứ nhất dựa trên tín hiệu dải thấp và hàm xử lý phi tuyến tính; và

tạo ra ít nhất một tham số điều chỉnh dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất, tín hiệu dải cao, hoặc cả hai.

56. Thiết bị lưu trữ đọc được bằng máy tính theo điểm 55, trong đó hàm xử lý phi tuyến tính được chọn sau khi tín hiệu âm thanh đầu vào được tách thành ít nhất tín hiệu dải thấp và tín hiệu dải cao, trong đó tín hiệu mở rộng thứ nhất được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu tạp âm và tín hiệu mở rộng thứ hai, và trong đó ít nhất một tham số điều chỉnh được xác định dựa trên tín hiệu mở rộng thứ nhất và tín hiệu dải cao.

57. Thiết bị lưu trữ đọc được bằng máy tính theo điểm 56, trong đó các thao tác này còn bao gồm:

tạo ra tín hiệu mở rộng thứ hai bằng cách lọc tín hiệu mở rộng thứ ba, trong đó băng thông của tín hiệu mở rộng thứ hai tương ứng với miền tần dải cao; và

tạo ra tín hiệu mở rộng thứ ba bằng cách áp dụng hàm xử lý phi tuyến tính cho tín hiệu dải thấp.

58. Thiết bị lưu trữ đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được thực thi bởi bộ xử lý, khiến cho bộ xử lý thực hiện các hoạt động bao gồm:

nhận dữ liệu dải thấp tương ứng với ít nhất tín hiệu dải thấp của tín hiệu âm thanh đầu vào;

giải mã dữ liệu dải thấp để tạo ra tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp.

xác định đặc điểm của tín hiệu dải thấp;

chọn hàm xử lý phi tuyến tính trong số nhiều hàm xử lý phi tuyến tính dựa trên đặc điểm này; và

tạo ra tín hiệu âm thanh dải cao tổng hợp dựa trên tín hiệu âm thanh dải thấp tổng hợp và hàm xử lý phi tuyến tính.

59. Thiết bị lưu trữ đọc được bằng máy tính theo điểm 58, trong đó các thao tác này còn bao gồm việc xác định tham số gắn kèm với khung của tín hiệu âm thanh đầu vào, và trong đó hàm xử lý phi tuyến tính được chọn dựa trên tham số này.

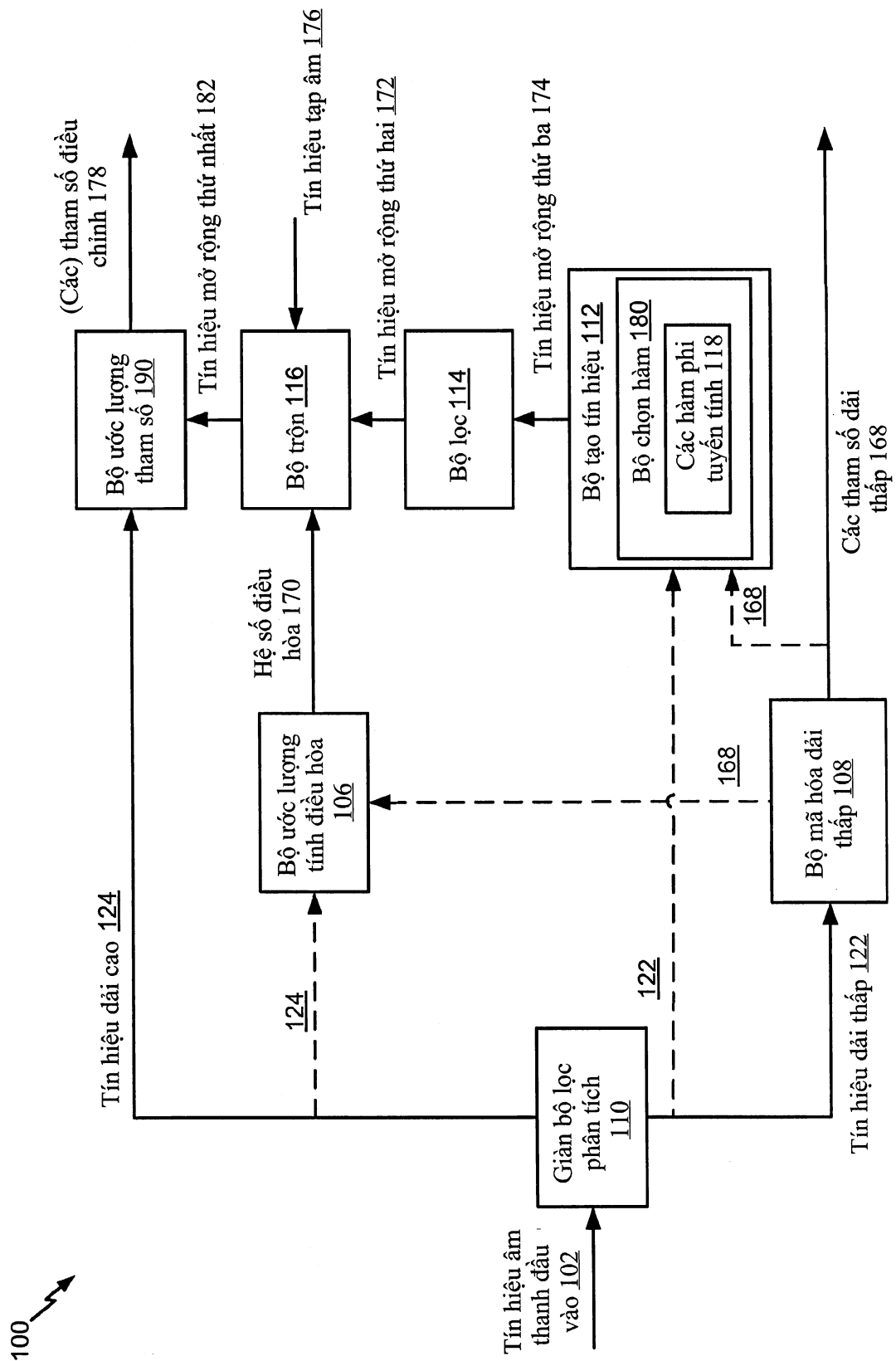


FIG. 1

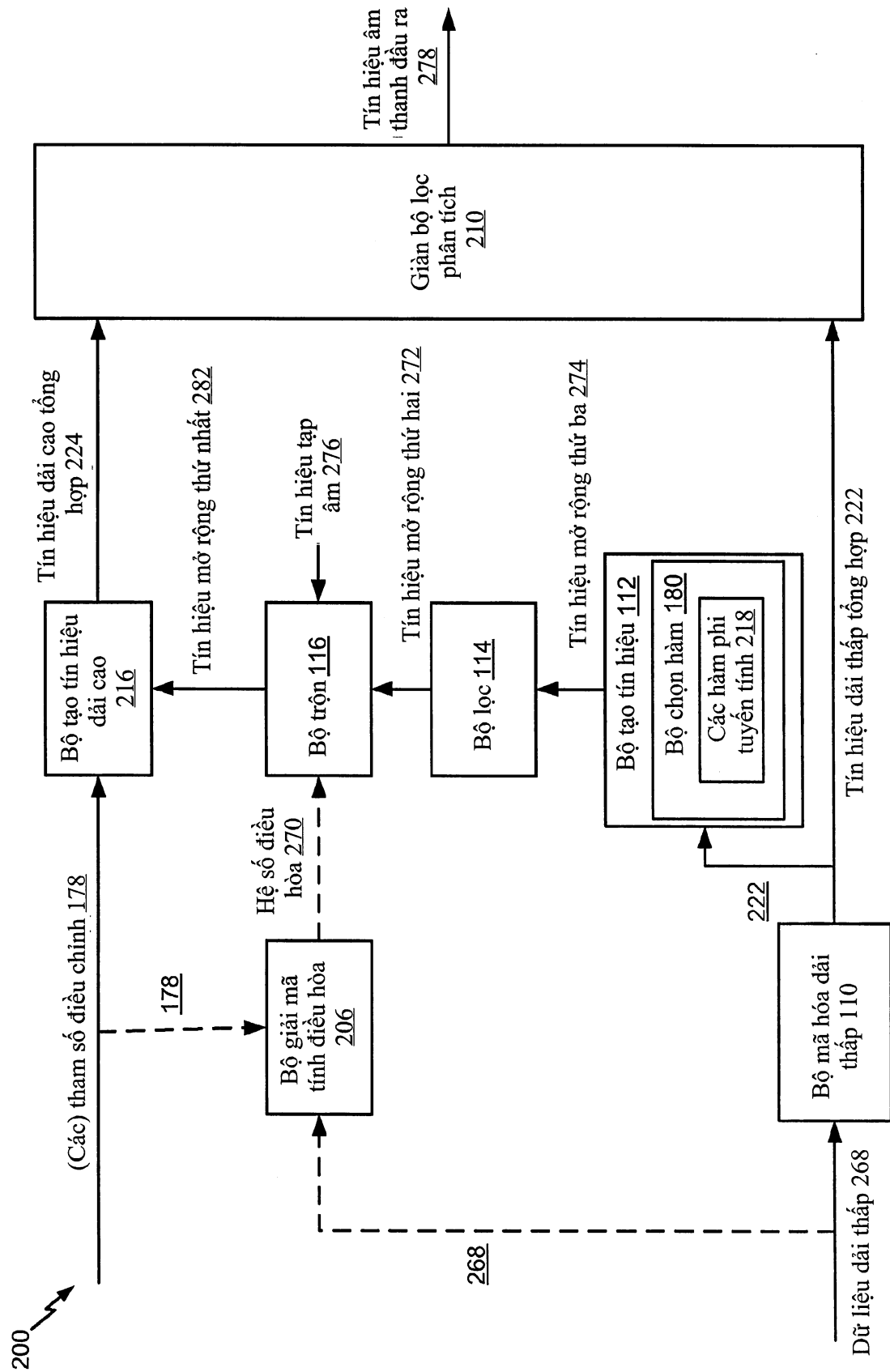


FIG. 2

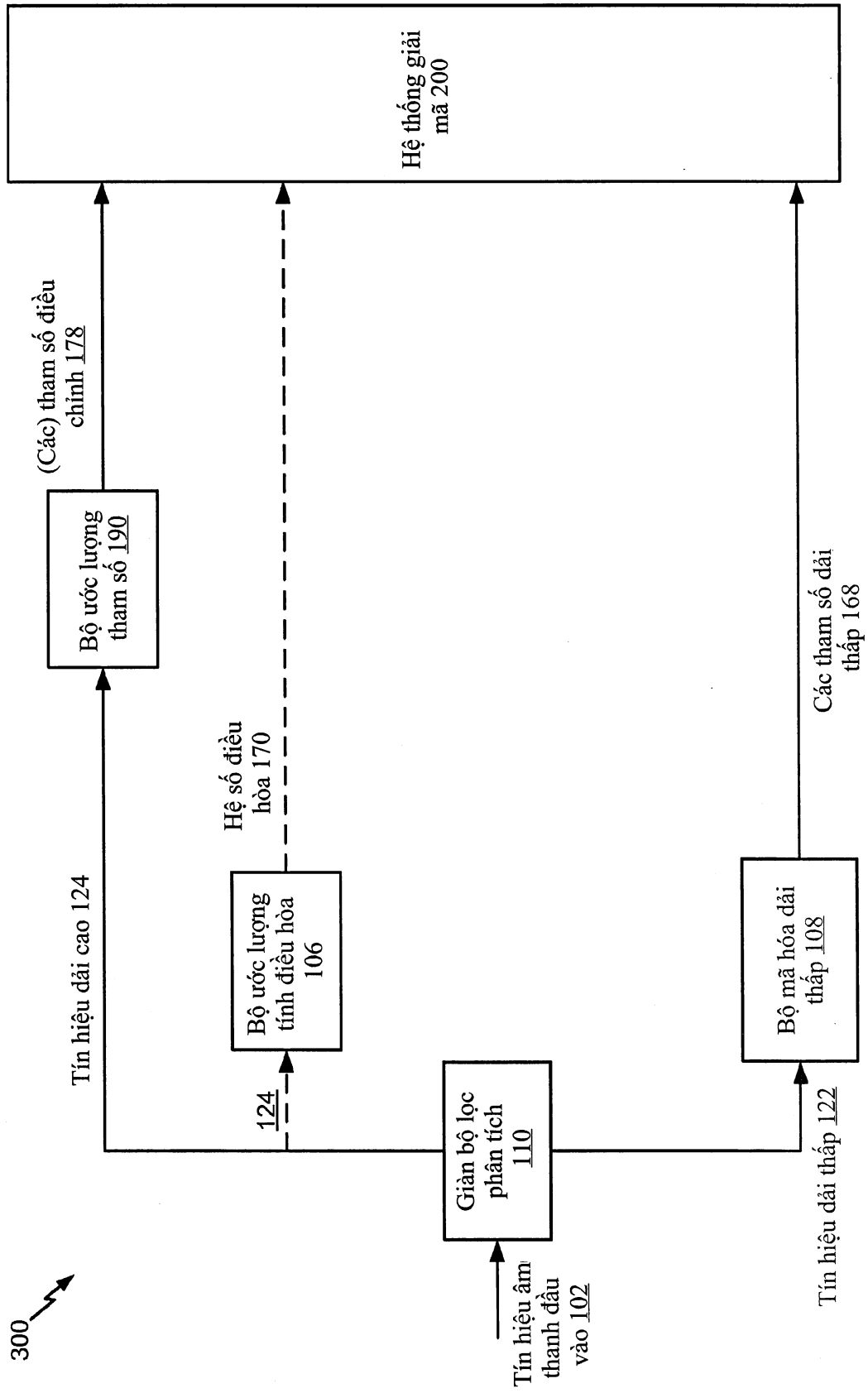


FIG. 3

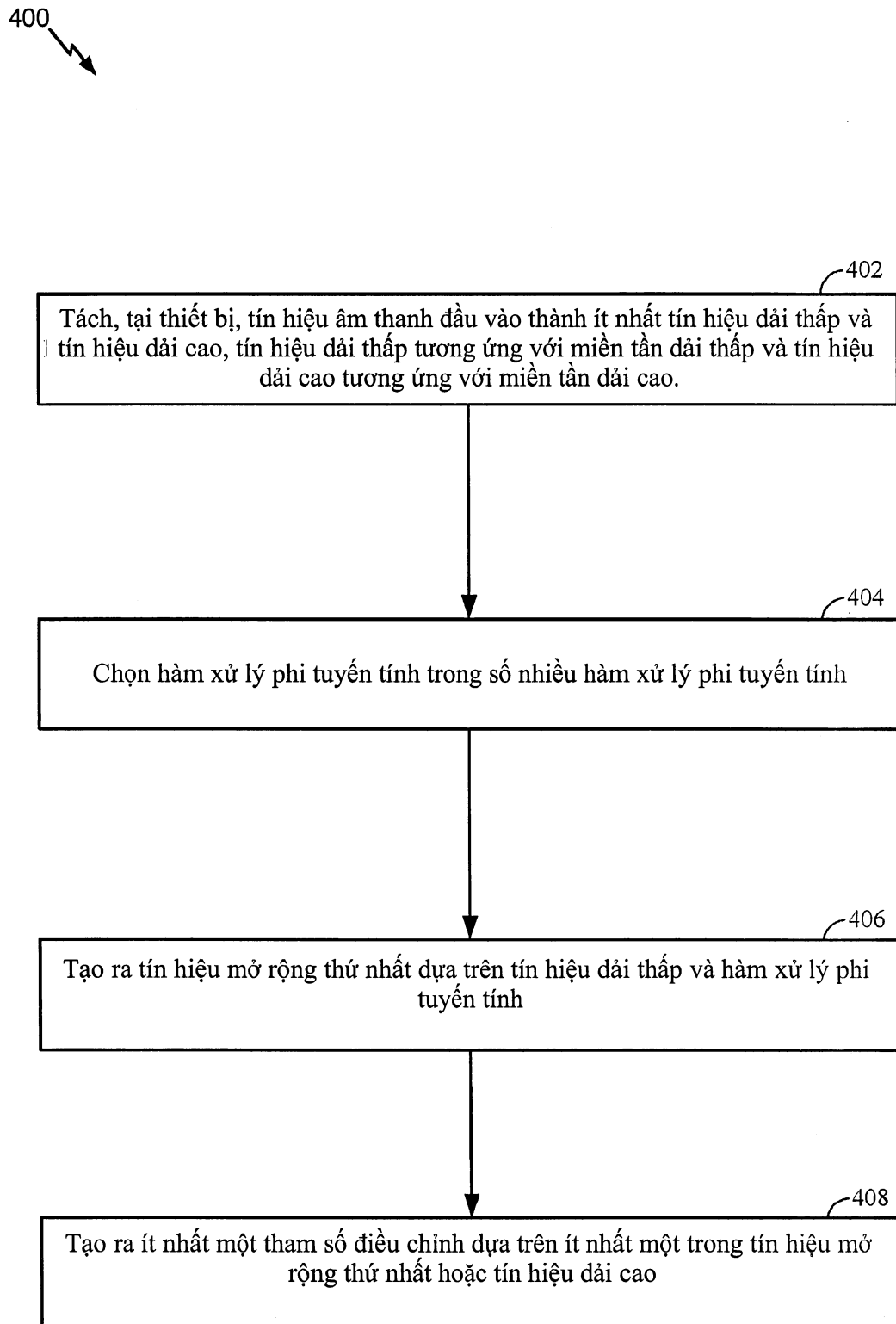
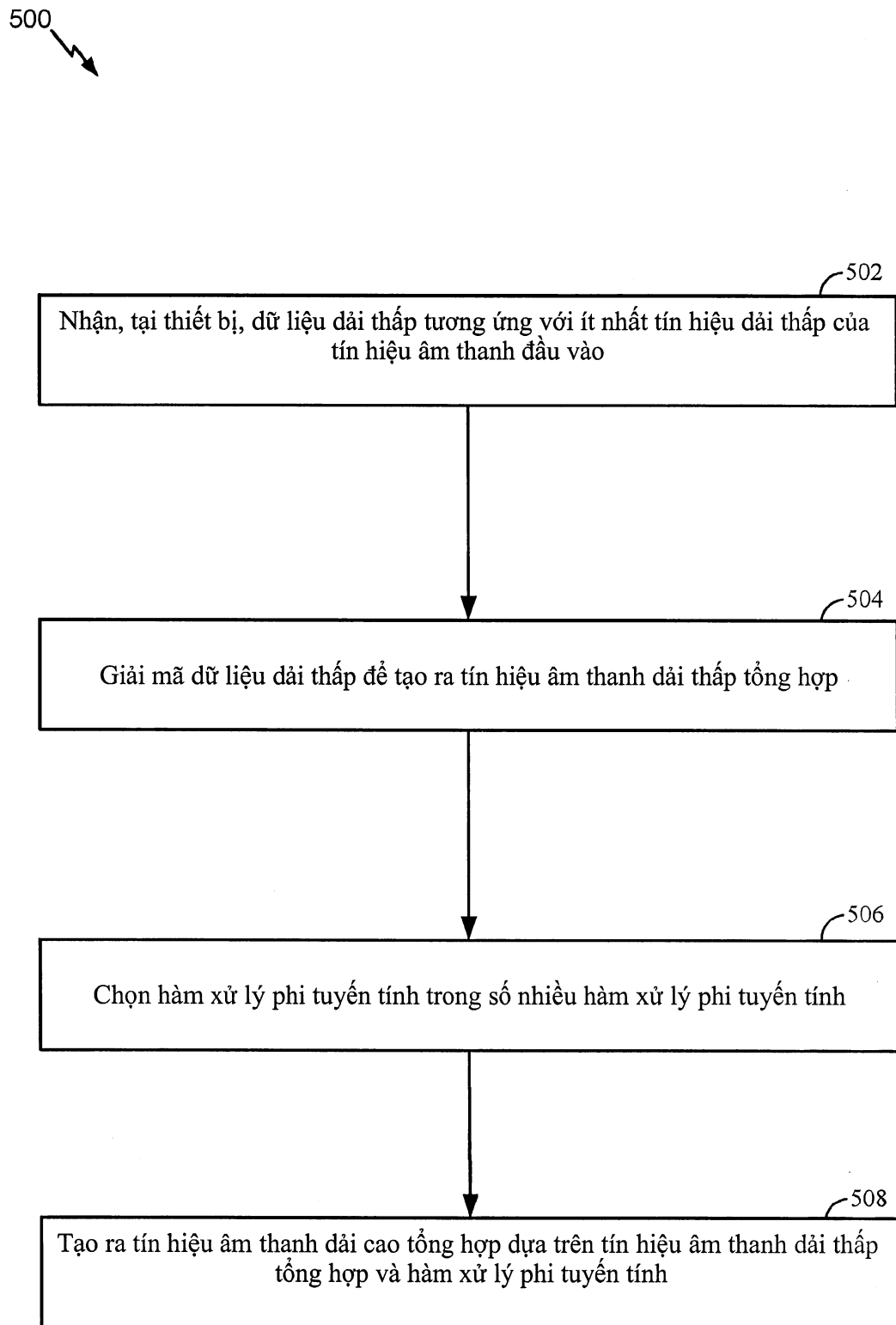


FIG. 4

**FIG. 5**

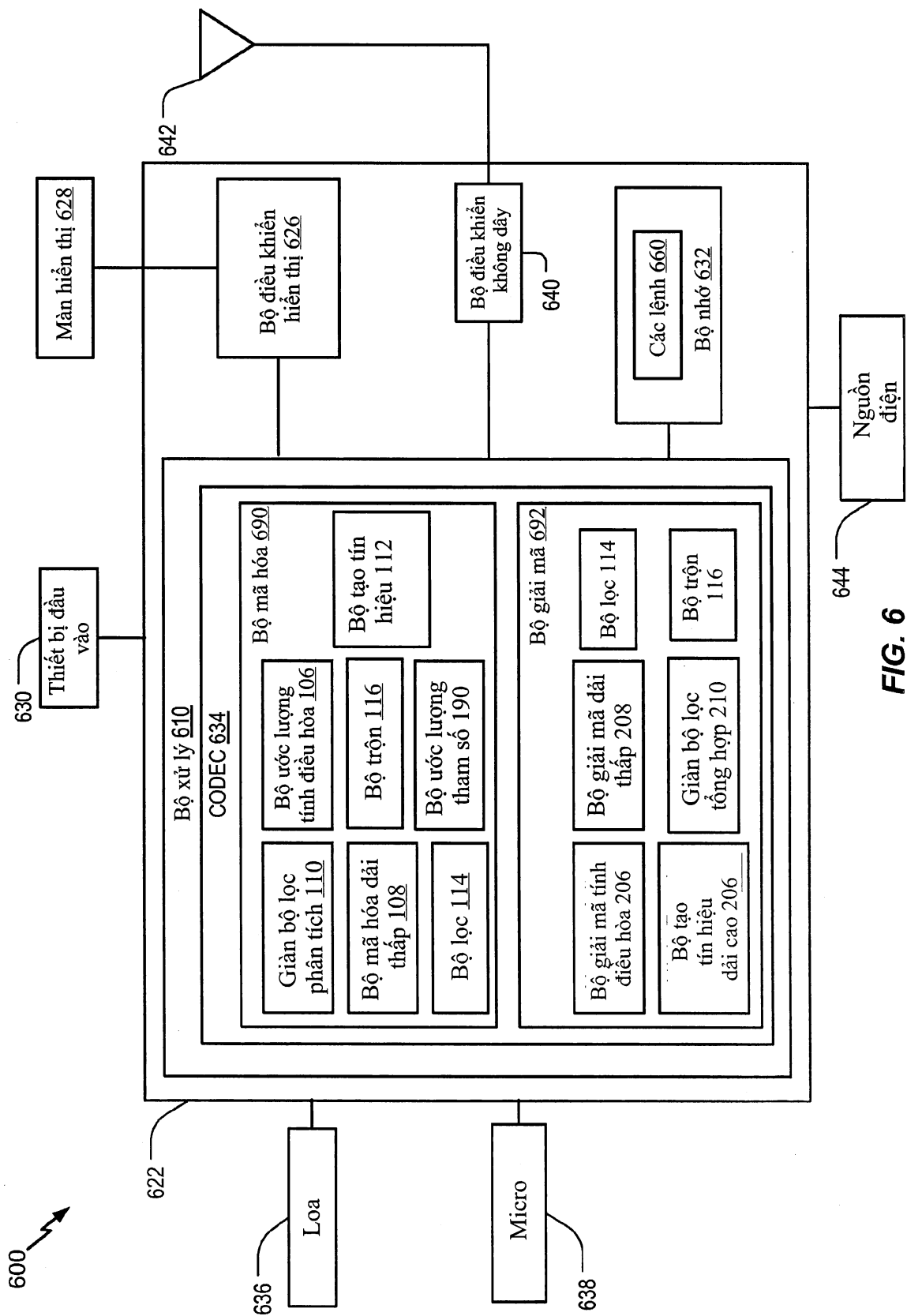


FIG. 6