



(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)



1-0032729

(51)^{2020.01} G10L 21/038

(13) B

(21) 1-2020-03302

(22) 29/08/2013

(62) 1-2015-03250

(86) PCT/US2013/057368 29/08/2013

(87) WO 2014/123585 A1 14/08/2014

(30) 61/762,810 08/02/2013 US; 14/012,749 28/08/2013 US

(45) 25/07/2022 412

(43) 25/08/2020 389ASC

(73) QUALCOMM INCORPORATED (US)

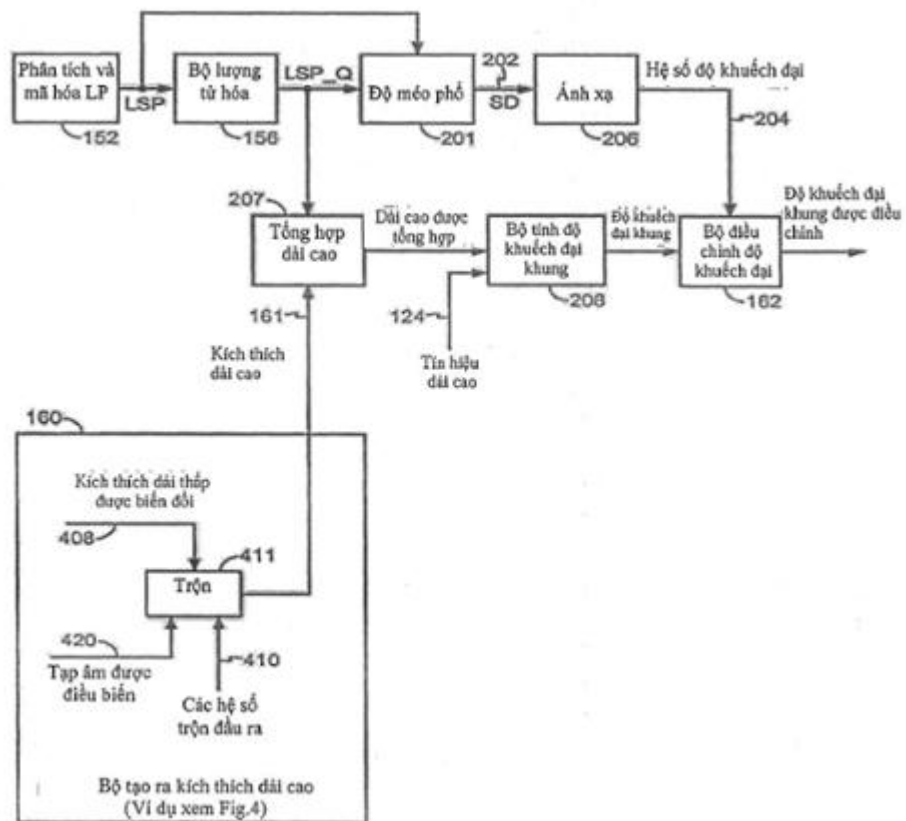
ATTN: International IP Administration, 5775 Morehouse Drive, San Diego, CA
92121-1714, United States of America

(72) ATTI, Venkatraman Srinivasa (IN); KRISHNAN, Venkatesh (US).

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

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA ÂM THANH VÀ VẬT GHI BẤT BIẾN
ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY TÍNH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa âm thanh bao gồm nhận giá trị thứ nhất của hệ số trộn. Giá trị thứ nhất tương ứng với phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh được nhận ở bộ mã hóa âm thanh. Phương pháp này bao gồm nhận giá trị thứ hai của hệ số trộn. Giá trị thứ hai tương ứng với phần thứ hai của tín hiệu âm thanh. Phương pháp này còn bao gồm tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai và trộn tín hiệu kích thích với tập âm được điều biến dựa trên giá trị thứ ba. Một phương pháp khác bao gồm xác định tập giá trị tần số phổ thứ nhất tương ứng với tín hiệu âm thanh và xác định tập giá trị tần số phổ thứ hai mà gần đúng với tập giá trị tần số phổ thứ nhất. Giá trị độ khuếch đại tương ứng với ít nhất một phần của tín hiệu âm thanh được điều chỉnh dựa trên sự chênh lệch giữa tập thứ nhất và tập thứ hai. Sáng chế còn đề cập đến thiết bị mã hóa âm thanh và vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến lĩnh vực xử lý tín hiệu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các tiến bộ về công nghệ đã tạo ra các thiết bị điện toán ngày càng nhỏ hơn và mạnh hơn. Ví dụ, hiện nay đang tồn tại vô số các thiết bị điện toán cá nhân cầm tay, bao gồm các thiết bị điện toán không dây, như các điện thoại không dây cầm tay, các thiết bị số hỗ trợ cá nhân (personal digital assistants - PDAs), và các thiết bị nhắn tin nhỏ, nhẹ, và dễ cầm theo người sử dụng. Cụ thể hơn, các điện thoại không dây cầm tay, như các điện thoại di động và các điện thoại trên nền giao thức liên mạng (Internet Protocol - IP), có thể truyền các gói tin thoại và gói dữ liệu qua mạng không dây. Ngoài ra, nhiều loại điện thoại không dây như vậy bao gồm các loại thiết bị khác mà được tích hợp vào trong đó. Ví dụ, điện thoại không dây cũng có thể bao gồm máy ảnh chụp ảnh tĩnh dạng số, máy quay video dạng số, máy ghi dạng số, và máy phát tệp âm thanh.

Trong các hệ điện thoại thông thường (ví dụ như các mạng điện thoại chuyên mạch công cộng (public switched telephone networks - PSTNs)), băng thông tín hiệu bị giới hạn ở dải tần số từ 300 Hertz (Hz) đến 3,4 kiloHertz (kHz). Trong các ứng dụng dải rộng (wideband - WB), như hệ thống điện thoại di động và thoại trên nền giao thức liên mạng (voice over internet protocol - VoIP), băng thông tín hiệu có thể trải trên dải tần số từ 50 Hz đến 7 kHz. Các kỹ thuật mã hóa dải siêu rộng (Super wideband - SWB) hỗ trợ băng thông mà mở rộng nhiều nhất vào khoảng 16 kHz. Mở rộng băng thông tín hiệu từ hệ điện thoại dải hẹp ở 3,4 kHz đến hệ điện thoại SWB 16 kHz có thể cải thiện chất lượng của sự tái tạo, độ rõ nét, và độ tự nhiên của tín hiệu.

Các kỹ thuật mã hóa SWB thông thường bao gồm mã hóa và truyền phần tần số thấp hơn của tín hiệu (ví dụ từ 50 Hz đến 7 kHz, còn được gọi là “dải thấp”). Ví dụ, dải thấp có thể được biểu diễn nhờ sử dụng các thông số bộ lọc và/hoặc tín hiệu kích thích dải thấp. Tuy nhiên, để cải thiện hiệu suất mã hóa, phần tần số cao hơn của tín

hiệu (ví dụ 7 kHz đến 16 kHz, còn được gọi là “dải cao”) có thể không được mã hóa và truyền đầy đủ. Thay vào đó, bộ thu có thể sử dụng mô hình tín hiệu để dự đoán dải cao. Trong một số phương án thực hiện, dữ liệu liên quan tới dải cao có thể được cung cấp cho bộ thu để hỗ trợ việc dự đoán. Các dữ liệu như vậy có thể được gọi là “các thông tin phụ,” và có thể bao gồm các thông tin về độ khuếch đại, các tần số phổ vạch (LSFs, còn được gọi là cặp phổ vạch (line spectral pairs - LSPs)), v.v. Dự đoán dải cao nhờ sử dụng mô hình tín hiệu có thể là chính xác chấp nhận được khi tín hiệu dải thấp là tương quan đầy đủ với tín hiệu dải cao. Tuy nhiên, khi có tạp âm, sự tương quan giữa dải thấp và dải cao có thể yếu đi, và mô hình tín hiệu có thể không còn khả năng biểu diễn dải cao chính xác nữa. Điều này có thể dẫn đến các nhiễu lạ (ví dụ như tiếng nói bị méo) tại bộ thu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp thực hiện thực hiện điều biến tạp âm và điều chỉnh độ khuếch đại. Ví dụ, mã hóa dải cao có thể bao gồm tạo ra tín hiệu kích thích dải cao dựa trên tín hiệu kích thích dải thấp được tạo ra nhờ sử dụng phân tích dải thấp (ví dụ phép phân tích dự đoán tuyến tính dải thấp (linear prediction - LP)). Tín hiệu kích thích dải cao có thể được tạo ra bằng cách trộn tín hiệu kích thích dải thấp được biến đổi với tạp âm được điều biến (ví dụ như tạp âm trắng). Tỷ lệ trộn tín hiệu kích thích dải thấp được biến đổi và tạp âm được điều biến có thể ảnh hưởng đến chất lượng tái tạo tín hiệu. Khi có tạp âm mà làm giảm sự tương quan giữa dải thấp và dải cao, tín hiệu kích thích dải thấp được biến đổi có thể là không đầy đủ để tổng hợp dải cao. Ví dụ, tín hiệu kích thích dải cao được tổng hợp có thể tạo ra các nhiễu lạ có thể nghe được. Theo các kỹ thuật được mô tả, sự điều biến tạp âm và/hoặc điều chỉnh độ khuếch đại có thể được thực hiện để làm giảm các nhiễu lạ như vậy. Thực hiện điều biến tạp âm có thể bao gồm làm nhấn theo cách thích ứng tỷ lệ của kích thích dải thấp với tạp âm được điều biến được sử dụng cho việc tổng hợp dải cao. Thực hiện điều chỉnh độ khuếch đại có thể bao gồm xác định (các) thông số độ khuếch đại bao gồm trong các thông tin phụ dải cao dựa trên độ méo lượng tử hóa.

Theo phương án cụ thể, phương pháp bao gồm nhận giá trị thứ nhất của hệ số trộn. Giá trị thứ nhất tương ứng với phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh nhận được ở bộ mã hóa âm thanh. Phương pháp này bao gồm nhận giá trị thứ hai của hệ số trộn.

Giá trị thứ hai tương ứng với phần thứ hai của tín hiệu âm thanh. Phương pháp bao gồm tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai. Phương pháp này còn bao gồm trộn tín hiệu kích thích với tạp âm được điều biến dựa trên giá trị thứ ba của hệ số trộn.

Theo một phương án cụ thể khác, phương pháp bao gồm xác định tập giá trị tần số phổ thứ nhất tương ứng với tín hiệu âm thanh và xác định tập giá trị tần số phổ thứ hai mà gần đúng với tập giá trị tần số phổ thứ nhất. Phương pháp này còn bao gồm điều chỉnh giá trị độ khuếch đại tương ứng với ít nhất một phần của tín hiệu âm thanh dựa trên sự chênh lệch giữa tập thứ nhất và tập thứ hai.

Theo một phương án cụ thể khác, thiết bị bao gồm bộ lọc được tạo cấu hình để tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất của hệ số trộn và giá trị thứ hai của hệ số trộn. Giá trị thứ nhất tương ứng với phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh và giá trị thứ hai tương ứng với phần thứ hai của tín hiệu âm thanh. Thiết bị cũng bao gồm bộ trộn được tạo cấu hình để tiếp nhận giá trị thứ ba và để tạo ra tín hiệu kích thích dải cao tương ứng với phần dải cao của tín hiệu âm thanh bằng cách tạo ra tạp âm được điều biến và kết hợp tạp âm được điều biến và phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp. Tín hiệu kích thích dải thấp tương ứng với phần dải thấp của tín hiệu âm thanh. Bộ trộn được tạo cấu hình để kết hợp tạp âm được điều biến và phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp dựa trên giá trị thứ ba.

Theo một phương án cụ thể khác, thiết bị bao gồm bộ lọc phân tích được tạo cấu hình để xác định tập giá trị tần số phổ thứ nhất tương ứng với tín hiệu âm thanh. Thiết bị bao gồm bộ lượng tử hóa được tạo cấu hình để tạo ra tập giá trị tần số phổ thứ hai gần đúng với tập giá trị tần số phổ thứ nhất. Thiết bị cũng bao gồm mạch độ khuếch đại được tạo cấu hình để điều chỉnh giá trị độ khuếch đại tương ứng với ít nhất một phần của tín hiệu âm thanh dựa trên sự chênh lệch giữa tập thứ nhất và tập thứ hai.

Theo một phương án cụ thể khác, thiết bị bao gồm phương tiện tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất của hệ số trộn và giá trị thứ hai của hệ số trộn. Giá trị thứ nhất tương ứng với phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh được nhận ở bộ mã hóa âm thanh và giá trị thứ hai tương ứng với phần thứ hai của tín

hiệu âm thanh. Thiết bị bao gồm phương tiện tạo ra tín hiệu kích thích dải cao tương ứng với phần dải cao của tín hiệu âm thanh bằng cách kết hợp tạp âm được điều biến và phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp. Tín hiệu kích thích dải thấp tương ứng với phần dải thấp của tín hiệu âm thanh. Phương tiện tạo ra được tạo cấu hình để kết hợp tạp âm được điều biến và phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp dựa trên giá trị thứ ba.

Theo một phương án cụ thể khác, thiết bị bao gồm phương tiện xác định tập giá trị tần số phổ thứ nhất tương ứng với tín hiệu âm thanh. Thiết bị cũng bao gồm phương tiện tạo ra tập giá trị tần số phổ thứ hai gần đúng với tập giá trị tần số phổ thứ nhất. Thiết bị cũng bao gồm phương tiện điều chỉnh giá trị độ khuếch đại tương ứng với ít nhất một phần của tín hiệu âm thanh dựa trên sự chênh lệch giữa tập thứ nhất và tập thứ hai.

Theo một phương án cụ thể khác, vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính chứa các lệnh mà, khi được chạy bởi máy tính, khiến cho máy tính nhận được giá trị thứ nhất của hệ số trộn. Giá trị thứ nhất tương ứng với phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh được nhận ở bộ mã hóa âm thanh. Các lệnh cũng có thể thực thi được để khiến cho máy tính nhận được giá trị thứ hai của hệ số trộn. Giá trị thứ hai tương ứng với phần thứ hai của tín hiệu âm thanh. Các lệnh cũng có thể thực thi được để khiến cho máy tính tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai. Các lệnh cũng có thể thực thi được để khiến cho máy tính trộn tín hiệu kích thích với tạp âm được điều biến dựa trên giá trị thứ ba của hệ số trộn.

Theo một phương án cụ thể khác, vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính chứa lệnh mà, khi được chạy bởi máy tính, khiến cho máy tính xác định tập giá trị tần số phổ thứ nhất tương ứng với tín hiệu âm thanh. Các lệnh cũng có thể thực thi được để xác định tập giá trị tần số phổ thứ hai gần đúng với tập giá trị tần số phổ thứ nhất. Các lệnh cũng có thể thực thi được để điều chỉnh giá trị độ khuếch đại tương ứng với ít nhất một phần của tín hiệu âm thanh dựa trên sự chênh lệch giữa tập thứ nhất và tập thứ hai.

Các ưu điểm cụ thể được cung cấp bởi ít nhất một trong các phương án được bộc lộ bao gồm khả năng thực hiện sự điều biến tạp âm và/hoặc điều chỉnh độ khuếch đại để bù các điều kiện gây nhiễu. Ví dụ, sự điều biến tạp âm có thể chống lại các giao

động mạnh ở các thông số trộn được sử dụng trong quá trình tổng hợp dải cao. Một ví dụ khác, sự điều chỉnh độ khuếch đại có thể bù độ méo phổ do sai số lượng tử hóa. Các khía cạnh, ưu điểm, và dấu hiệu khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng sau khi xem xét toàn bộ đơn, 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 minh họa hệ thống có thể hoạt động để thực hiện sự điều biến tạp âm và sự điều chỉnh độ khuếch đại theo một phương án cụ thể;

Fig.2 là sơ đồ minh họa các thành phần của hệ thống trên Fig.1 theo một phương án cụ thể;

Fig.3 là đồ thị minh họa ánh xạ giữa hệ số độ khuếch đại và độ méo phổ theo một phương án cụ thể;

Fig.4 là sơ đồ minh họa bộ phát kích thích dải cao trên Fig.1 theo một phương án cụ thể;

Fig.5 là lưu đồ thể hiện phương pháp thực hiện sự điều biến tạp âm theo một phương án cụ thể;

Fig.6 là lưu đồ thể hiện phương pháp thực hiện điều chỉnh độ khuếch đại theo một phương án cụ thể; và

Fig.7 là sơ đồ khối của thiết bị không dây hoạt động để thực hiện các hoạt động xử lý tín hiệu theo hệ thống và phương pháp trên các hình vẽ Fig.1 đến Fig.6.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dựa vào Fig.1, theo một phương án cụ thể, hệ thống hoạt động để thực hiện sự điều biến tạp âm và sự điều chỉnh độ khuếch đại được thể hiện và ký hiệu chung là 100. Theo phương án cụ thể, hệ thống 100 có thể được tích hợp vào hệ thống hoặc thiết bị mã hóa (ví dụ như trong điện thoại không dây hoặc bộ mã hóa/bộ giải mã (CODEC)).

Cần lưu ý rằng trong phần mô tả tiếp theo, nhiều chức năng khác nhau thực hiện bởi hệ thống 100 trên Fig.1 được mô tả như thể được thực hiện bởi một số thành phần hoặc môđun nhất định. Tuy nhiên, sự chia tách các thành phần và môđun là chỉ

nhằm mục đích minh họa. Theo một phương án khác, thay vào đó chức năng thực hiện bởi thành phần hoặc môđun cụ thể có thể được chia tách ra theo nhiều thành phần hoặc môđun. Hơn thế nữa, theo một phương án khác, hai hoặc nhiều thành phần hoặc môđun trên Fig.1 có thể được tích hợp vào một thành phần hoặc môđun. Mỗi thành phần hoặc môđun được thể hiện trên Fig.1 có thể được thực hiện nhờ sử dụng phần cứng (ví dụ như thiết bị mảng cổng có thể lập trình theo 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 như các lệnh thực thi được bởi bộ xử lý), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Hệ thống 100 bao gồm giàn bộ lọc phân tích 110 được tạo cấu hình để tiếp nhận tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Ví dụ, tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể được cung cấp bởi micro hoặc thiết bị đầu vào khác. Theo phương án cụ thể, tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể bao gồm tiếng nói. Tín hiệu âm thanh đầu vào có thể là tín hiệu dải siêu rộng (SWB) bao gồm các dữ liệu ở dải tần số khoảng từ 50 hertz (Hz) đến 16 kilohertz (kHz). Giàn bộ lọc phân tích 110 có thể lọc tín hiệu âm thanh đầu vào 102 thành nhiều phần dựa trên tần số. Ví dụ, giàn bộ lọc phân tích 110 có thể tạo ra tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124. Tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 có thể có các băng thông bằng nhau hoặc không bằng nhau, và có thể chồng lấn hoặc không chồng lấn nhau. Theo một phương án khác, giàn bộ lọc phân tích 110 có thể tạo ra nhiều hơn hai đầu ra.

Trong ví dụ trên Fig.1, tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 chiếm các dải tần số không chồng lấn nhau. Ví dụ, tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 có thể chiếm các dải tần số không chồng lấn nhau từ 50 Hz đến 7 kHz và từ 7 kHz đến 16 kHz. Theo một phương án khác, tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 có thể chiếm các dải tần số không chồng lấn nhau từ 50 Hz đến 8 kHz và từ 8 kHz đến 16 kHz. Theo một phương án thay thế khác, tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 chồng lấn nhau (ví dụ như 50 Hz – 8 kHz và 7 kHz – 16 kHz), mà có thể cho phép bộ lọc thông thấp và bộ lọc thông cao của giàn bộ lọc phân tích 110 đạt được độ dốc trơn tru, điều này có thể đơn giản hóa thiết kế và giảm giá thành của bộ lọc thông thấp và bộ lọc thông cao. Việc chồng tín hiệu dải thấp 122 và tín hiệu dải cao 124 có thể cũng

cho phép trộn trộn các tín hiệu dải thấp và dải cao ở bộ thu, điều này có thể dẫn đến các nhiễu lạ có thể nghe được ít hơn.

Cần lưu ý rằng mặc dù ví dụ trên Fig.1 thể hiện quá trình xử lý tín hiệu SWB, nhưng điều này chỉ mang tính minh họa. Theo một phương án khác, tín hiệu âm thanh đầu vào 102 có thể là tín hiệu dải rộng (WB) có dải tần số xấp xỉ từ 50 Hz đến 8 kHz. Theo phương án như vậy, tín hiệu dải thấp 122 có thể tương ứng với dải tần số xấp xỉ từ 50 Hz đến 6,4 kHz và tín hiệu dải cao 124 có thể tương ứng với dải tần số xấp xỉ từ 6,4 kHz đến 8 kHz. Cũng cần lưu ý rằng các hệ thống và phương pháp khác nhau ở đây được mô tả là để phát hiện nhiễu dải cao và thực hiện các hoạt động khác nhau đáp lại nhiễu dải cao. Tuy nhiên, đây chỉ là ví dụ minh họa. Các kỹ thuật được mô tả có tham chiếu đến các hình vẽ Fig.1 đến Fig.7 có thể cũng được thực hiện ở cả ngữ cảnh có nhiễu dải thấp.

Hệ thống 100 có thể bao gồm môđun phân tích dải thấp 130 được tạo cấu hình để tiếp nhận tín hiệu dải thấp 122. Theo phương án cụ thể, môđun phân tích dải thấp 130 có thể là một phương án của bộ mã hóa dự đoán tuyến tính được thực hiện bằng mã (code excited linear prediction - CELP). Môđun phân tích dải thấp 130 có thể bao gồm môđun phân tích và mã hóa dự báo tuyến tính (linear prediction - LP) 132, môđun biến đổi hệ số dự báo tuyến tính (LPC) thành cặp phổ vạch (LSP) 134, và bộ lượng tử hóa 136. Các LSP có thể cũng được gọi là các tần số phổ vạch (LSFs), và hai thuật ngữ này có thể được sử dụng hoán đổi cho nhau trong bản mô tả này. Môđun phân tích và mã hóa LP 132 có thể mã hóa đường bao phổ của tín hiệu dải thấp 122 dưới dạng tập các LPC. Các LPC có thể được tạo ra cho từng khung âm thanh (ví dụ như 20 mili giây (ms) âm thanh, tương đương với 320 mẫu với tốc độ lấy mẫu là 16 kHz), mỗi khung con của âm thanh (ví dụ như 5 ms âm thanh), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng. Số lượng LPC tạo ra cho mỗi khung hoặc khung con có thể được xác định bởi “thứ tự” phân tích LP được thực hiện. Theo phương án cụ thể, môđun phân tích và mã hóa LP 132 có thể tạo ra tập mười một PLC tương đương với phép phân tích LP thứ mười.

Môđun biến đổi LPC thành LSP 134 có thể biến đổi tập LPC tạo ra bởi môđun phân tích và mã hóa LP 132 thành tập LSP tương ứng (ví dụ như sử dụng biến đổi một - một). Theo cách khác, tập các LPC có thể được biến đổi một - một thành tập tương

ứng gồm các hệ số parcor, các giá trị tỷ lệ miền logarit, cặp phổ trở nạp (ISPs), hoặc các tần số phổ trở nạp (các ISF). Sự biến đổi giữa tập LPC và tập LSP có thể là thuận nghịch mà không có sai số.

Bộ lượng tử hóa 136 có thể lượng tử hóa tập các LSP tạo ra bởi môđun biến đổi 134. Ví dụ, bộ lượng tử hóa 136 có thể bao gồm hoặc được nối tới nhiều sổ từ mã chứa nhiều mục nhập (ví dụ như các vectơ). Để lượng tử hóa tập các LSP, bộ lượng tử hóa 136 có thể nhận dạng các mục nhập của sổ từ mã “gần nhất với” (ví dụ như dựa vào phép đo độ méo như các bình phương tối thiểu hoặc sai số bình phương trung bình) tập các LSP. Bộ lượng tử hóa 136 có thể xuất ra giá trị chỉ số hoặc một chuỗi giá trị chỉ số tương ứng với vị trí của các mục nhập được nhận dạng trong sổ mã này. Do đó, đầu ra của bộ lượng tử hóa 136 có thể biểu diễn các thông số bộ lọc dải thấp mà được đưa vào trong dòng bit dải thấp 142.

Môđun phân tích dải thấp 130 có thể cũng tạo ra tín hiệu kích thích dải thấp 144. Ví dụ, tín hiệu kích thích dải thấp 144 có thể là tín hiệu đã mã hóa được tạo ra bằng cách lượng tử hóa tín hiệu dư LP mà được tạo ra trong quá trình xử lý LP thực hiện bởi môđun phân tích dải thấp 130. Tín hiệu dư LP có thể biểu diễn sai số dự đoán.

Hệ thống 100 có thể còn bao gồm môđun phân tích dải cao 150 được tạo cấu hình để tiếp nhận tín hiệu dải cao 124 từ giàn bộ lọc phân tích 110 và tín hiệu kích thích dải thấp 144 từ môđun phân tích dải thấp 130. Môđun phân tích dải cao 150 có thể tạo ra các thông tin phụ dải cao 172 dựa trên tín hiệu dải cao 124 và tín hiệu kích thích dải thấp 144. Ví dụ, các thông tin phụ dải cao 172 có thể bao gồm các LSP dải cao và/hoặc các thông tin về độ khuếch đại (ví dụ như dựa vào ít nhất một tỷ lệ của năng lượng dải cao với năng lượng dải thấp), như được mô tả tiếp theo ở đây.

Môđun phân tích dải cao 150 có thể bao gồm bộ phát kích thích dải cao 160. Bộ phát kích thích dải cao 160 có thể tạo ra tín hiệu kích thích dải cao 161 bằng cách mở rộng phổ của tín hiệu kích thích dải thấp 144 thành dải tần số dải cao (ví dụ như 7 kHz – 16 kHz). Để minh họa, bộ phát kích thích dải cao 160 có thể áp dụng sự biến đổi cho tín hiệu kích thích dải thấp (ví dụ như sự biến đổi phi tuyến tính như giá trị tuyệt đối hoặc phép toán bình phương) và có thể trộn tín hiệu kích thích dải thấp đã được biến đổi với tín hiệu nhiễu (ví dụ như nhiễu màu trắng được điều biến theo đường bao tương ứng với tín hiệu kích thích dải thấp 144 để sao chép các đặc điểm tạm thời thay

đổi chậm của tín hiệu dải thấp 122) để tạo ra tín hiệu kích thích dải cao 161. Ví dụ, việc trộn có thể được thực hiện theo phương trình sau:

$$\text{Kích thích dải cao} = (\alpha * \text{kích thích dải thấp được biến đổi}) + ((1 - \alpha) * \text{tạp âm được điều biến})$$

Tỷ lệ trộn tín hiệu kích thích dải thấp được biến đổi và tạp âm được điều biến có thể ảnh hưởng đến chất lượng tái tạo dải cao ở bộ thu. Đối với các tín hiệu tiếng nói thoại, việc trộn này có thể có khuynh hướng thiên về kích thích dải thấp được biến đổi (ví dụ như hệ số trộn α có thể nằm trong phạm vi từ 0,5 đến 1,0). Đối với các tín hiệu không thoại, việc trộn có thể có khuynh hướng thiên về tạp âm được điều biến (ví dụ như hệ số trộn α có thể nằm trong phạm vi từ 0,0 đến 0,5). Một phương án minh họa của bộ phát kích thích dải cao 160 được mô tả chi tiết hơn dựa vào Fig.4.

Tín hiệu kích thích dải cao 161 có thể được sử dụng để xác định một hoặc nhiều thông số độ khuếch đại dải cao mà được bao gồm trong các thông tin phụ dải cao 172. Như được thể hiện, môđun phân tích dải cao 150 có thể cũng bao gồm môđun phân tích và mã hóa LP 152, môđun biến đổi LPC thành LSP 154, và bộ lượng tử hóa 156. Mỗi trong các môđun phân tích và mã hóa LP 152, môđun biến đổi 154, và bộ lượng tử hóa 156 có thể hoạt động như được mô tả trên đây có tham chiếu đến các thành phần tương ứng của môđun phân tích dải thấp 130, nhưng với độ phân giải bị giảm tương đối (ví dụ như sử dụng ít bit hơn cho mỗi hệ số, LSP, v.v.). Môđun phân tích và mã hóa LP 152 có thể tạo ra một tập các LPC được biến đổi thành các LSP bởi môđun biến đổi 154 và được lượng tử hóa bởi bộ lượng tử hóa 156 dựa trên bảng mã 163. Ví dụ, môđun phân tích và mã hóa LP 152, môđun biến đổi 154, và bộ lượng tử hóa 156 có thể sử dụng tín hiệu dải cao 124 để xác định các thông tin bộ lọc dải cao (ví dụ như các LSP dải cao) mà được bao gồm trong các thông tin phụ dải cao 172. Theo phương án cụ thể, các thông tin phụ dải cao 172 có thể bao gồm các LSP dải cao cũng như các thông số độ khuếch đại dải cao. Khi không có một số loại tạp âm nhất định, các thông số độ khuếch đại dải cao có thể được tạo ra là kết quả của sự điều chỉnh độ khuếch đại thực hiện bởi môđun điều chỉnh độ khuếch đại 162, như được mô tả tiếp theo ở đây.

Dòng bit dải thấp 142 và các thông tin phụ dải cao 172 có thể được dồn kênh bằng bộ dồn kênh (MUX) 180 để tạo ra dòng bit đầu ra 192. Dòng bit đầu ra 192 có

thể biểu diễn tín hiệu âm thanh được mã hóa tương ứng với tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Ví dụ, dòng bit đầu ra 192 có thể được truyền đi (ví dụ trên kênh có dây, không dây, hoặc trên kênh quang) và/hoặc được lưu trữ. Ở bộ thu, các công đoạn ngược có thể được thực hiện bởi bộ giải dồn 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 như phiên bản tái tạo của tín hiệu âm thanh đầu vào 102 mà được cung cấp cho loa hoặc thiết bị đầu ra khác). Số lượng bit dùng để biểu diễn dòng bit dải thấp 142 có thể là lớn hơn đáng kể so với số lượng bit dùng để biểu diễn các thông tin phụ dải cao 172. Vì vậy, hầu hết các bit trong dòng bit đầu ra 192 có thể biểu diễn dữ liệu dải thấp. Các thông tin phụ dải cao 172 có thể được sử dụng ở bộ thu để tái tạo tín hiệu kích thích dải cao từ dữ liệu dải thấp theo mô hình tín hiệu. Ví dụ, mô hình tín hiệu có thể biểu diễn tập mối quan hệ và tương quan được mong đợi giữa các dữ liệu dải thấp (ví dụ như tín hiệu dải thấp 122) và dữ liệu dải cao (ví dụ như tín hiệu dải cao 124). Vì vậy, các mô hình tín hiệu khác nhau có thể được sử dụng cho các loại dữ liệu âm thanh khác nhau (ví dụ như tiếng nói, âm nhạc, v.v.), và mô hình tín hiệu cụ thể mà đang sử dụng có thể được dàn xếp bởi bộ truyền phát và bộ thu (hoặc được xác định bởi tiêu chuẩn công nghiệp) trước khi truyền các dữ liệu âm thanh được mã hóa. Sử dụng mô hình tín hiệu, mô đun phân tích dải cao 150 ở bộ truyền phát có thể có khả năng tạo ra các thông tin phụ dải cao 172 sao cho mô đun phân tích dải cao tương ứng ở bộ thu có thể sử dụng mô hình tín hiệu để tái tạo tín hiệu dải cao 124 từ dòng bit đầu ra 192.

Kích thích dải thấp được biến đổi có thể là không đủ để sử dụng trong quá trình tổng hợp dải cao do sự tương quan không đầy đủ giữa tín hiệu dải cao có tạp âm 124 và tín hiệu dải thấp có tạp âm 122. Ví dụ, khi tín hiệu âm thanh đầu vào 102 chứa tiếng nói, thì tín hiệu dải cao 124 có thể được xử lý ở các khung 20 mili giây (ms), và LSF và các thông số độ khuếch đại có thể được ước lượng và lượng tử hóa trên cơ sở từng khung. Bốn tham số độ dốc khuếch đại thời gian có thể được ước lượng trên cơ sở từng khung con (ví dụ 5 ms một lần) và có thể được truyền đi cùng với LSF và toàn bộ thông số độ khuếch đại. Vì vậy, sự kích thích dải cao có thể được ước lượng (ví dụ như được tạo ra) cho mỗi khung con. Thông thường, thông số trộn α có thể được xác định dựa trên các thông số thoại dải thấp. Tuy nhiên, khi có nhiễu, xác định thông số trộn α theo cách đó có thể dẫn đến các dao động rộng cho mỗi khung con. Ví dụ, do

tập âm, thông số trộn α cho bốn khung con liên tiếp có là 0,9, 0,25, 0,8, và 0,15, dẫn đến các nhiễu xạ thoải hoặc điều biến. Hơn thế nữa, có thể có một lượng lớn độ méo lượng tử hóa.

Môđun mã hóa và phân tích LP 152 có thể tạo ra một tập LPC được biến đổi thành các LSP bởi môđun biến đổi 154 và được lượng tử hóa bởi bộ lượng tử hóa 156 dựa trên bảng mã 163. Khi có nhiễu, thì độ méo lượng tử hóa ở các LSP dải cao có thể là lớn.

Ví dụ, bộ lượng tử hóa 156 có thể được tạo cấu hình để lượng tử hóa một tập giá trị tần số phổ, như các LSP được cung cấp bởi môđun biến đổi 154. Theo các phương án khác, bộ lượng tử hóa 156 có thể nhận và lượng tử hóa các tập gồm một hoặc nhiều loại giá trị tần số phổ bổ sung, hoặc thay cho, các LSF hoặc các LSP. Ví dụ, bộ lượng tử hóa 156 có thể nhận và lượng tử hóa một tập hệ số dự đoán tuyến tính (các LPC) được tạo ra bởi môđun phân tích và mã hóa LP 152. Các ví dụ khác bao gồm các tập hệ số parcor, các giá trị tỷ lệ miền logarit, và các tần số phổ trở nạp (ISFs) mà có thể được nhận và lượng tử hóa ở bộ lượng tử hóa 156. Bộ lượng tử hóa 156 có thể bao gồm bộ lượng tử hóa vectơ mà mã hóa vectơ đầu vào (ví dụ như tập giá trị tần số phổ ở định dạng vectơ) dưới dạng chỉ số của mục nhập tương ứng trong bảng hoặc bảng mã, như bảng mã 163. Một ví dụ khác, bộ lượng tử hóa 156 có thể được tạo cấu hình để xác định một hoặc nhiều thông số mà từ đó vectơ đầu vào có thể được tạo ra động ở bộ giải mã, như theo phương án bảng mã rời rạc, chứ không phải được tìm kiếm từ bộ nhớ. Để minh họa, các ví dụ bảng mã rời rạc có thể được áp dụng trong các sơ đồ mã hóa như CELP và các codec như 3GPP2 (Third Generation Partnership 2) EVRC (Enhanced Variable Rate Codec). Theo một phương án khác, môđun phân tích dải cao 150 có thể bao gồm bộ lượng tử hóa 156 và có thể được tạo cấu hình để sử dụng các vectơ bảng mã để tạo ra các tín hiệu được tổng hợp (ví dụ như theo tập các thông số bộ lọc) và để chọn một trong các vectơ bảng mã có liên quan tới tín hiệu được tổng hợp mà phù hợp nhất với tín hiệu dải cao 124, như trong miền được trọng số về mặt nhận thức.

Các giá trị ngoại lai lượng tử hóa dải cao có thể tác động xấu đến quá trình tổng hợp dải cao và ước lượng độ khuếch đại thời gian. Ví dụ, ước lượng quá cao các thông

số thời gian và độ khuếch đại có thể dẫn đến các nhiễu loạn. Để giảm các nhiễu loạn như vậy, mô đun phân tích dải cao 150 có thể bao gồm bộ điều chỉnh độ khuếch đại 162.

Bộ điều chỉnh độ khuếch đại 162 có thể ước lượng mức độ méo phổ giữa tập giá trị phổ thứ nhất (ví dụ như các LSF không được lượng tử hóa do mô đun biến đổi 154 tạo ra) và tập giá trị phổ thứ hai (ví dụ như các LSF được lượng tử hóa do bộ lượng tử hóa 156 tạo ra). Bộ điều chỉnh độ khuếch đại 162 có thể ước lượng hệ số độ khuếch đại dựa trên ánh xạ của hệ số độ khuếch đại cho độ méo phổ. Fig.3 minh họa ví dụ về đồ thị 300 mà ánh xạ hệ số độ khuếch đại đến độ méo phổ. Trên Fig.3, “SD1” và “SD2” lần lượt là các giá trị ngoại lai 8% và 2% mà có thể được tính từ hàm phân phối xác suất. Ví dụ, trong khi xây dựng bảng mã 163, một lượng lớn dữ liệu tiếng nói (ví dụ như 10 giờ của dữ liệu tiếng nói) có thể được xử lý. Trong khi xử lý, sự phân bố xác suất của mức độ méo phổ có thể được tạo ra, và SD1 và SD2 có thể được xác định.

SD1 và SD2 có thể được sử dụng để xác định các giá trị của hệ số độ khuếch đại. Trong ánh xạ ví dụ 300 trên Fig.3, khi độ méo phổ được xác định nhỏ hơn SD1 (ví dụ như độ méo nhỏ hơn 8% giá trị ngoại lai), thì không một điều chỉnh độ khuếch đại nào được thực hiện (ví dụ như hệ số độ khuếch đại được thiết lập bằng 1). Khi độ méo phổ được xác định lớn hơn SD2 (ví dụ như độ méo lớn hơn 2% giá trị ngoại lai), thì sự suy hao có thể được thực hiện bằng cách thiết lập hệ số độ khuếch đại cho giá trị G_2 nhỏ hơn 1, như $G_2 = 0,5$. Khi độ méo phổ nằm trong phạm vi từ SD1 đến SD2, thì mối quan hệ tuyến tính có thể được sử dụng để xác định hệ số độ khuếch đại. Ví dụ, tuyến có độ dốc $(G_2-1)/(SD2-SD1)$ và hệ số chặn K có thể được sử dụng để ánh xạ giá trị độ méo phổ SD thành hệ số độ khuếch đại theo Hệ số độ khuếch đại = độ dốc * SD + hệ số chặn = $SD * (G_2-1)/(SD2-SD1) + K$.

Theo phương án làm ví dụ, bộ điều chỉnh độ khuếch đại 162 có thể xác định hệ số độ khuếch đại (ví dụ như để điều chỉnh khung độ khuếch đại để được bao gồm trong các thông tin phụ dải cao 172) theo mã giả sau.

/* Khởi tạo phép đo độ méo phổ giữa LSF chưa được lượng tử hóa ban đầu, tức là lsp_shb_orig, và các LSF được lượng tử hóa, tức là lsp_shb*/

sd_uq_q = 0;

LPC_ORDER = 10; /* Khởi tạo thứ tự LPC */

```

for( i = 0; i < LPC_ORDER; i++ )
{
    /* Ước lượng độ méo phổ giữa các LSF chưa được lượng tử hóa và đã được
    lượng tử hóa*/

    sd_uq_q += (lsp_shb[i] - lsp_shb_orig[i]) * (lsp_shb[i] - lsp_shb_orig[i]);
}

/* Ước lượng hệ số độ khuếch đại bằng cách sử dụng ánh xạ trên Fig.3 */
Hệ số độ khuếch đại = sd_uq_q * (G2 - 1)/(SD2-SD1) + K;

/* Hệ số độ khuếch đại được giới hạn giữa G2 và 1,0. */
Hệ số độ khuếch đại = min(max(Hệ số độ khuếch đại, G2), 1,0);

/* điều chỉnh độ khuếch đại khung */
Khung độ khuếch đại = khung độ khuếch đại * Hệ số độ khuếch đại;

```

Như được thể hiện trên mã giả trên đây, bằng cách sử dụng ánh xạ trên Fig.3, bộ điều chỉnh độ khuếch đại 162 có thể giới hạn các nhiễu loạn do độ méo phổ (ví dụ như các giá trị ngoại lai LSF) khi xác định hệ số độ khuếch đại.

Trong mã giả trên đây, độ méo phổ được xác định là tổng của các bình phương của các sai số do lượng tử hóa. Các sai số do lượng tử hóa được xác định là sự chênh lệch, cho mỗi giá trị tần số phổ của tập giá trị tần số phổ, giữa phiên bản được lượng tử hóa của giá trị tần số phổ và phiên bản chưa được lượng tử hóa của giá trị tần số phổ. Mỗi sai số (như mỗi chênh lệch giữa các giá trị được lượng tử hóa và không được lượng tử hóa) được bình phương, và độ méo phổ được ước lượng là tổng của các sai số được bình phương. Theo các phương án khác, các ước lượng độ méo phổ có thể được xác định theo một hoặc nhiều kỹ thuật khác. Ví dụ, độ méo phổ có thể được xác định theo kỹ thuật sai số bình phương trung bình (MSE). Một ví dụ khác, độ méo phổ có thể được xác định bằng cách sử dụng các giá trị tuyệt đối (ví dụ như các biên độ) của các chênh lệch giữa các giá trị của tập giá trị tần số phổ thứ nhất chưa được lượng tử hóa và tập giá trị tần số phổ thứ hai được lượng tử hóa.

Mặc dù mã giả trên đây và ánh xạ trên Fig.3 xác định giá trị của hệ số độ khuếch đại theo kỹ thuật ánh xạ tuyến tính từng phần các ước lượng độ méo phổ thành các giá trị hệ số độ khuếch đại, nhưng theo các phương án khác các kỹ thuật ánh xạ khác có thể được sử dụng. Ví dụ, các kỹ thuật ánh xạ khác có thể ánh xạ các ước lượng độ méo phổ thấp hơn tương đối thành các hệ số độ khuếch đại lớn hơn (ví dụ như 1) để giảm sự suy hao và có thể ánh xạ các ước lượng độ méo phổ cao hơn tương đối thành các hệ số độ khuếch đại thấp hơn để tăng sự suy hao theo mức sai số lượng tử hóa. Mặc dù theo một số phương án, SD1 và SD2 có thể được xác định lần lượt theo các giá trị ngoại lai 8% và 2%, nhưng theo các phương án khác SD1 và/hoặc SD2 có thể được xác định dựa trên một hoặc nhiều giá trị ngoại lai khác hoặc có thể được xác định độc lập với các giá trị ngoại lai.

Fig.2 thể hiện một phương án cụ thể về các thành phần của hệ thống 100 trên Fig.1 được tạo cấu hình để điều chỉnh sự điều biến tạp âm và cũng để điều chỉnh độ khuếch đại khung dựa trên độ méo phổ. Môđun phân tích và mã hóa LP 152 được tạo cấu hình để tiếp nhận tín hiệu dải cao 124 trên Fig.1 và để tạo ra các giá trị tần số phổ, như thông tin LSP. Bộ lượng tử hóa 156 được tạo cấu hình để tiếp nhận các giá trị tần số phổ và để tạo ra các giá trị tần số phổ được lượng tử hóa, như thông tin LSP được lượng tử hóa (LSP_Q).

Bộ tính toán độ méo phổ 201 được tạo cấu hình để tiếp nhận tập giá trị tần số phổ và tập giá trị tần số phổ được lượng tử hóa và để xác định độ méo phổ 202. Ví dụ, bộ tính toán độ méo phổ 201 có thể được tạo cấu hình để ước lượng độ méo phổ 202 theo cách tương tự như được mô tả với bộ điều chỉnh độ khuếch đại 162 trên Fig.1. Độ méo phổ 202 được xác định có thể được cung cấp cho môđun ánh xạ 206.

Môđun ánh xạ 206 có thể được tạo cấu hình để tiếp nhận độ méo phổ 202 và để xác định hệ số độ khuếch đại (g) 204 dựa trên việc ánh xạ các giá trị độ méo phổ thành các giá trị hệ số độ khuếch đại. Ví dụ, môđun ánh xạ 206 có thể được tạo cấu hình để xác định hệ số độ khuếch đại 204 theo cách tương tự như được mô tả với bộ điều chỉnh độ khuếch đại 162 trên Fig.1. Để minh họa, môđun ánh xạ 206 có thể áp dụng ánh xạ 300 trên Fig.3 để xác định giá trị của hệ số độ khuếch đại 204 dựa trên giá trị nhận được của độ méo phổ 202. Hệ số độ khuếch đại 204 có thể được cung cấp cho bộ điều chỉnh độ khuếch đại 162.

Môđun tổng hợp dải cao 207 có thể được tạo cấu hình để tiếp nhận các giá trị tần số phổ được lượng tử hóa và để nhận tín hiệu kích thích dải cao 161 từ bộ phát kích thích dải cao 160 để tạo ra tín hiệu dải cao được tổng hợp. Ví dụ, môđun tổng hợp dải cao 207 có thể được tạo cấu hình để áp dụng sự biến đổi của các giá trị LSP thành các giá trị LPC và sử dụng các giá trị LPC để tạo cấu hình bộ lọc tổng hợp LP dải cao. Môđun tổng hợp dải cao 207 có thể áp dụng tín hiệu kích thích dải cao 161 cho bộ lọc tổng hợp để tạo ra tín hiệu dải cao được tổng hợp.

Theo phương án cụ thể, bộ phát kích thích dải cao 160 bao gồm môđun trộn 411 mà được tạo cấu hình để tiếp nhận kích thích dải thấp được biến đổi 408, tạp âm được điều biến 420, và các hệ số trộn đầu ra 410, và để tạo ra tín hiệu kích thích dải cao 161 bằng cách áp dụng các hệ số trộn đầu ra 410 để tính tổng trọng số của kích thích dải thấp được biến đổi 408 và tạp âm được điều biến 420. Như được mô tả chi tiết hơn dựa vào Fig.4, các hệ số trộn đầu ra 410 có thể thể hiện việc làm nhẵn các hệ số trộn giữa các khung con liên tiếp của tín hiệu âm thanh 102 trên Fig.1 dựa trên các tổng trọng số của các hệ số trộn mà được tính cho các khung con.

Máy tính độ khuếch đại khung 208 có thể được tạo cấu hình để xác định độ khuếch đại khung dựa trên tín hiệu dải cao 124 trên Fig.1 và tín hiệu dải cao được tổng hợp mà được tạo ra bởi môđun dải cao được tổng hợp 207. Ví dụ, máy tính độ khuếch đại khung 208 có thể xác định giá trị độ khuếch đại khung cho một khung cụ thể của tín hiệu âm thanh dựa trên sự so sánh của tín hiệu dải cao 124 với tín hiệu dải cao được tổng hợp. Giá trị độ khuếch đại khung có thể được điều chỉnh bởi bộ điều chỉnh độ khuếch đại 162 dựa trên hệ số độ khuếch đại 204 để tạo ra độ khuếch đại khung được điều chỉnh.

Một ví dụ về bộ phát kích thích dải cao 160 được mô tả thêm có tham chiếu đến Fig.4. Bộ phát kích thích dải cao 160 bao gồm bộ kết hợp 406 có các đầu vào được nối với bộ tính đường bao 402 và với bộ phát tạp âm trắng 404. Môđun trộn 411 được nối với đầu ra của bộ kết hợp 406 và với đầu ra của môđun biến đổi phi tuyến tính 407. Bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 được nối với bộ tạo ra hệ số trộn 412 và cũng được nối với môđun trộn 411. Bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 được tạo cấu hình để tạo ra các hệ số trộn đầu ra 410 dựa trên các hệ số trộn nhận được 413. Các hệ số trộn đầu ra 410 được áp dụng bởi môđun trộn 411 để thực hiện việc làm trơn trộn.

Bộ tính đường bao 402 có thể nhận tín hiệu kích thích dải thấp 144 và có thể tính đường bao miền thời gian dải thấp 403 tương ứng với tín hiệu kích thích dải thấp 144. Ví dụ, bộ tính đường bao 402 có thể được tạo cấu hình để tính toán bình phương của mỗi mẫu của khung tín hiệu kích thích dải thấp 144 (hoặc phiên bản được lọc của tín hiệu kích thích dải thấp 144) để tạo ra chuỗi giá trị bình phương. Bộ tính đường bao 402 có thể được tạo cấu hình để thực hiện công đoạn làm trơn trên chuỗi các giá trị được bình phương, như bằng cách áp dụng bộ lọc thông thấp IIR thứ nhất cho chuỗi giá trị được bình phương. Bộ tính đường bao 402 có thể được tạo cấu hình để áp dụng hàm căn bậc hai cho mỗi mẫu của chuỗi được làm nhẵn để tạo ra đường bao miền thời gian dải thấp 403.

Các bộ kết hợp 406 có thể được tạo cấu hình để kết hợp đường bao miền thời gian dải thấp 403 với tạp âm trắng 405 tạo ra bởi bộ phát tạp âm trắng 404 để tạo ra tín hiệu tạp âm được điều biến 420. Ví dụ, các bộ kết hợp 406 có thể được tạo cấu hình để điều biến biên độ tạp âm trắng 405 theo đường bao miền thời gian dải thấp 403. Ví dụ, các bộ kết hợp 406 có thể được thực hiện dưới dạng bộ nhân được tạo cấu hình để chia theo tỷ lệ đầu ra của bộ tạo ra tạp âm 404 theo đường bao miền thời gian được tính bởi bộ tính đường bao 402 nhằm tạo ra tín hiệu tạp âm được điều biến 420 được cung cấp cho môđun trộn 411.

Môđun trộn 411 có thể được tạo cấu hình để trộn tín hiệu tạp âm được điều biến 420 từ bộ kết hợp 406 với tín hiệu kích thích dải thấp được biến đổi 408. Ví dụ, tín hiệu kích thích dải thấp được biến đổi 408 có thể được tạo ra bởi môđun biến đổi phi tuyến tính 407 dựa trên tín hiệu kích thích dải thấp 144. Theo phương án cụ thể, sự biến đổi phi tuyến tính có thể là sự biến đổi giá trị tuyệt đối (" $|x|$ ") hoặc sự biến đổi x được bình phương (" x^2 ").

Môđun trộn 411 có thể được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu kích thích dải cao 161 bằng cách trộn tín hiệu tạp âm được điều biến 420 từ bộ kết hợp 406 và tín hiệu kích thích dải thấp được biến đổi 408 dựa trên giá trị của hệ số trộn α 410 nhận được từ bộ điều chỉnh hệ số trộn 409. Ví dụ, môđun trộn 411 có thể được tạo cấu hình để tính toán tín hiệu kích thích dải cao 161 dưới dạng tổng trọng số bằng cách áp dụng hệ số trộn α 410 cho tín hiệu kích thích dải thấp được biến đổi 408 và bằng cách áp dụng hệ số $(1 - \alpha)$ cho tạp âm được điều biến 420 được nhận từ các bộ kết hợp 406 trước khi

cộng tín hiệu kích thích dải thấp đã biến đổi được trọng số 408 và tạp âm đã điều biến được trọng số.

Bộ tạo ra hệ số trộn 412 có thể được tạo cấu hình để tạo ra các hệ số trộn 413 dưới dạng nhiều hệ số trộn cho mỗi khung của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, bốn hệ số trộn $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ có thể được tạo ra cho khung của tín hiệu âm thanh, và mỗi hệ số trộn có thể tương ứng với khung con tương ứng của khung. Ví dụ, bộ tạo ra hệ số trộn 412 có thể được tạo cấu hình để tính toán các hệ số trộn theo một hoặc nhiều thông số liên quan tới tính định kỳ của tín hiệu dải thấp 122 trên Fig.1 hoặc của tín hiệu kích thích dải thấp 144, như độ khuếch đại độ cao và/hoặc trạng thái tiếng nói (ví dụ như có thoại hoặc không thoại). Một ví dụ khác, bộ tạo ra hệ số trộn 412 có thể được tạo cấu hình để tính toán các hệ số trộn theo phép đo tính định kỳ của tín hiệu dải cao 124 trên Fig.1, như giá trị được xác định lớn nhất của hệ số tương hỗ tự động của tín hiệu dải cao 124 cho khung hoặc khung con của tín hiệu âm thanh.

Bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 có thể tạo ra các hệ số trộn đầu ra 410, như bốn hệ số trộn đầu ra $\alpha_{1s}, \alpha_{2s}, \alpha_{3s}, \alpha_{4s}$. Mỗi hệ số trộn có thể tương ứng với khung con tương ứng của khung của tín hiệu âm thanh. Bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 có thể tạo ra các hệ số trộn đầu ra 410 theo nhiều cách khác nhau để làm tròn một cách thích ứng các hệ số trộn trong một khung đơn nhất hoặc trên nhiều khung để làm giảm sự cố và/hoặc mức độ của các giao động của các hệ số trộn đầu ra 410. Để minh họa, bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 có thể bao gồm bộ lọc được tạo cấu hình để tiếp nhận giá trị thứ nhất của hệ số trộn α (ví dụ như α_1) mà tương ứng với khung con thứ nhất của khung cụ thể và để nhận giá trị thứ hai của hệ số trộn α (ví dụ như α_2) mà tương ứng với khung con thứ hai của khung cụ thể. Bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 có thể được tạo cấu hình để tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn (ví dụ như α_{2s}) dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất của hệ số trộn α (ví dụ như α_1) và giá trị thứ hai của hệ số trộn (ví dụ như α_2).

Ví dụ, phương pháp thứ nhất có thể bao gồm tạo ra giá trị của hệ số trộn α dựa trên các giá trị hệ số trộn tương ứng với các phần (ví dụ như các khung con) của một khung đơn nhất. Mã giả sau đây tương ứng với phương pháp thứ nhất.

```
/* Phương pháp1: Hệ số trộn dựa trên các giá trị trong khung */
mix_factor_new[0] = mix_factor[0]; /* Khởi tạo hệ số trộn khung con thứ nhất */
NB_SUBFR = 4; /* bốn khung con trên mỗi khung */
```

```

K1 = 0,8;
for (i = 1; i < NB_SUBFR; i++)
{
    mix_factor_new[i] = K1 * mix_factor[i] + (1-K1) * mix_factor[i-1];
}

```

Trong mã giả trên đây cho phương pháp thứ nhất, $\text{mix_factor}[i]$ tương ứng với hệ số trộn thứ i 413 tạo ra bởi bộ tạo ra hệ số trộn 412 cho một khung cụ thể (ví dụ như $\text{mix_factor}[0]$ có thể tương ứng với α_1) và $\text{mix_factor_new}[i]$ tương ứng với hệ số trộn đầu ra thứ i 410 (ví dụ như $\text{mix_factor_new}[0]$ có thể tương ứng với α_{1s}). $K1$ xác định mức độ làm trơn giữa các khung con và được minh họa là có giá trị là 0,8. Tuy nhiên, theo các phương án khác, $K1$ có thể được thiết lập cho các giá trị khác theo mức độ làm trơn cần áp dụng. Ví dụ, việc làm trơn không được áp dụng khi $K1 = 1$, và làm trơn tăng lên khi giá trị của $K1$ giảm.

Các hệ số khác, như loại mã hóa (ví dụ xem khung tương ứng với khung được thoạt hoặc khung không được thoạt) có thể cũng được sử dụng để xác định xem có cần tạo ra các giá trị được làm trơn của các hệ số trộn không. Ví dụ, bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 có thể là đáp ứng với chỉ báo về loại mã hóa (coder_type) 422 để tạo ra các hệ số trộn. Để minh họa, làm trơn hệ số trộn có thể được thực hiện khi chỉ báo về loại mã hóa tương ứng với khung được thoạt và có thể không được thực hiện khi chỉ báo về loại mã hóa tương ứng với khung không được thoạt. Một ví dụ khác, bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 có thể đáp ứng với thông tin độ méo phổ (SD) 202 trên Fig.2 để thay đổi các hệ số trộn. Ví dụ, khi độ méo phổ là tương đối cao (ví dụ như lớn hơn mức ngưỡng, như theo giá trị ngoại lai 8% hoặc giá trị ngoại lai 2% như được mô tả đối với độ méo phổ trên Fig.3), giá trị của hệ số trộn α có thể bị giới hạn ở phạm vi nằm trong khoảng từ 0 đến 0,5 với sự lệch hơn về phía tập âm được điều biến. Mặt khác, khi độ méo phổ 202 là tương đối thấp (ví dụ như nhỏ hơn mức độ ngưỡng tương ứng với giá trị ngoại lai 8% như được mô tả đối với SD1 trên Fig.3), thì việc trộn có thể có khuynh hướng thiên về kích thích dải thấp được biến đổi.

Phương pháp thứ hai có thể bao gồm tạo ra giá trị của hệ số trộn α dựa trên các giá trị hệ số trộn tương ứng với các phần (ví dụ như các khung con) của các khung khác nhau. Mã giả sau đây tương ứng với phương pháp thứ hai.

```

/* Phương pháp 2: Hệ số trộn dựa trên các giá trị trên các khung */
NB_SUBFR = 4;
K1 = 0,8;
mix_factor_new[0] = K1 * mix_factor[0] + (1-K1) * mix_factor_old; //khung
con thứ nhất
for (i = 1; i < NB_SUBFR; i++)
{
    mix_factor_new[i] = K1 * mix_factor[i] + (1-K1) * mix_factor[i-1];
}
mix_factor_old = mix_factor_new[i];

```

Trong mã giả trên đây theo phương pháp thứ hai, $\text{mix_factor}[i]$ tương ứng với hệ số trộn thứ i 413 tạo ra bởi bộ tạo ra hệ số trộn 412 cho một khung cụ thể (ví dụ như $\text{mix_factor}[0]$ có thể tương ứng với α_1) và $\text{mix_factor_new}[i]$ tương ứng với hệ số trộn đầu ra thứ i 410 cho khung cụ thể (ví dụ như $\text{mix_factor_new}[0]$ có thể tương ứng với α_{1s}). Việc làm tròn được thực hiện trên các khung thông qua mix_factor_old , mà cho phép làm tròn cho khung con thứ nhất của khung hiện hành dựa trên hệ số trộn được xác định cho khung con cuối cùng của khung trước.

Phương pháp thứ ba có thể bao gồm tạo ra hệ số trộn α bằng cách sử dụng giá trị thích ứng. Mã giả sau đây tương ứng với phương pháp thứ ba.

```

/* Phương pháp 3: Tạo ra hệ số trộn bằng cách sử dụng K1 thích ứng */
NB_SUBFR = 4;
/* Ước lượng năng lượng dải cao hiện hành; nếu thay đổi nhanh sử dụng hệ số
làm tròn chậm hơn */
if ( hb_energy_prev > 2 * hb_energy_curr || hb_energy_curr > 2 *
hb_energy_prev)
    K1 = 0,8;
else
    K1 = 0,3;
mix_factor_new[0] = K1 * mix_factor[0] + (1-K1) * mix_factor_old; //first sub-frame
for (i = 1; i < NB_SUBFR; i++)
{
    mix_factor_new[i] = K1 * mix_factor[i] + (1-K1) * mix_factor[i-1];
}

```

```

}
mix_factor_old = mix_factor_new[i];

```

Trong mã giả trên đây theo phương pháp thứ ba, việc làm tròn được thực hiện trên toàn bộ các khung theo cách tương tự với phương pháp thứ hai. Ngoài ra, giá trị của K1 được xác định dựa trên dao động năng lượng dải cao của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, trọng số thứ nhất (ví dụ như K1) áp dụng cho giá trị thứ nhất và trọng số thứ hai (ví dụ như 1-K1) áp dụng cho giá trị thứ hai được xác định dựa trên dao động năng lượng của tín hiệu dải cao 124 trên Fig.1. Giá trị năng lượng dải cao thứ nhất hb_energy_prev tương ứng với năng lượng của tín hiệu dải cao trong suốt phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh (ví dụ như khung trước), và giá trị năng lượng dải cao thứ hai hb_energy_curr tương ứng với năng lượng của tín hiệu dải cao trong suốt phần thứ hai của tín hiệu âm thanh (ví dụ như khung hiện hành).

Khi dao động về năng lượng dải cao giữa các khung được xác định là tương đối lớn, thì trọng số thứ nhất (ví dụ như K1) và trọng số thứ hai (ví dụ như 1-K1) được xác định có các giá trị cho phép thay đổi với tốc độ lớn hơn và làm tròn ít hơn giữa các hệ số trộn của các khung con liên tiếp. Ví dụ, trong mã giả theo phương pháp thứ ba, trọng số thứ nhất (ví dụ như $K1 = 0,8$) được chọn lớn hơn trọng số thứ hai (ví dụ như $(1-K1) = 0,2$) đáp lại giá trị năng lượng dải cao thứ nhất vượt quá ngưỡng thứ nhất (ví dụ như khi hb_energy_prev lớn hơn $2 * hb_energy_curr$) hoặc đáp lại giá trị năng lượng dải cao thứ hai vượt quá ngưỡng thứ hai (ví dụ như khi hb_energy_curr lớn hơn $2 * hb_energy_prev$). Ngưỡng thứ nhất tương ứng với giá trị năng lượng dải cao thứ hai (hb_energy_curr) được chia theo hệ số tỷ lệ (như 2 trong mã giả trên đây). Ngưỡng thứ hai tương ứng với giá trị năng lượng dải cao thứ nhất (hb_energy_prev) được chia theo hệ số tỷ lệ.

Khi dao động về năng lượng dải cao giữa các khung được xác định là tương đối nhỏ, thì trọng số thứ nhất (ví dụ như K1) và trọng số thứ hai (ví dụ như 1-K1) được xác định có các giá trị cho phép thay đổi với tốc độ chậm hơn và làm tròn lớn hơn giữa các hệ số trộn của các khung con liên tiếp. Ví dụ, trong mã giả theo phương pháp thứ ba, trọng số thứ nhất (ví dụ như $K1 = 0,3$) được chọn nhỏ hơn trọng số thứ hai (ví dụ như $(1-K1) = 0,7$) đáp lại giá trị năng lượng dải cao thứ nhất không vượt quá ngưỡng

thứ nhất (như khi hb_energy_prev là nhỏ hơn hoặc bằng $2 * hb_energy_curr$) và giá trị năng lượng dải cao thứ hai không vượt quá ngưỡng thứ hai (như khi hb_energy_curr là nhỏ hơn hoặc bằng $2 * hb_energy_prev$).

Mặc dù mã giả theo phương pháp thứ ba tạo ra một ví dụ minh họa về việc xác định các trọng số thứ nhất và thứ hai dựa trên dao động năng lượng dải cao, nhưng theo các phương án khác các phép so sánh thay thế và/hoặc bổ sung của các giá trị năng lượng dải cao giữa nhiều khung có thể được thực hiện để xác định các giá trị của các trọng số thứ nhất và thứ hai và để kiểm soát việc làm tròn hệ số trộn.

Vì vậy, như được thể hiện trên Fig.4, bộ phát kích thích dải cao 160 có thể tạo ra các hệ số trộn được làm tròn 410 và có thể xác định một cách thích hợp một hoặc nhiều thông số làm tròn (ví dụ như K1) dựa trên mức độ dao động năng lượng dải cao qua từng khung.

Dựa vào Fig.5, lưu đồ về phương pháp thực hiện việc điều khiển độ khuếch đại theo một phương án cụ thể được thể hiện và ký hiệu chung là 500. Theo phương án minh họa, phương pháp 500 có thể được thực hiện bởi hệ thống 100 trên Fig.1, như bởi bộ phát kích thích dải cao 160.

Giá trị thứ nhất của hệ số trộn được nhận, ở 502. Giá trị thứ nhất tương ứng với phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh được nhận ở bộ mã hóa âm thanh. Giá trị thứ hai của hệ số trộn được nhận, ở 504. Giá trị thứ hai tương ứng với phần thứ hai của tín hiệu âm thanh. Giá trị thứ nhất có thể được tạo ra dựa vào phần dải thấp của khung con thứ nhất của tín hiệu âm thanh và giá trị thứ hai có thể được tạo ra dựa vào phần dải thấp của khung con thứ hai của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 trên Fig.4 tiếp nhận các giá trị của các hệ số trộn 413 từ bộ tạo ra hệ số trộn 412. Để minh họa, giá trị thứ nhất có thể tương ứng với một trong số các $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, hoặc α_4 , và giá trị thứ hai có thể tương ứng với một giá trị khác trong số $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, hoặc α_4 .

Giá trị thứ ba của hệ số trộn được tạo ra dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai, ở 506. Ví dụ, bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 tạo ra các giá trị của các hệ số trộn đầu ra 410 dựa trên các tổng trọng số của nhiều giá trị nhận được của các hệ số trộn 413.

Việc tạo ra giá trị thứ ba có thể bao gồm xác định tổng trọng số của giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai. Ví dụ, trong phương pháp thứ ba được mô tả đối với bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 trên Fig.4, trọng số thứ nhất áp dụng cho giá trị thứ nhất (ví dụ như K1) và trọng số thứ hai áp dụng cho giá trị thứ hai (ví dụ như 1-K1) có thể được xác định dựa trên dao động năng lượng dải cao của tín hiệu âm thanh. Trọng số thứ nhất và trọng số thứ hai có thể được xác định dựa trên giá trị năng lượng dải cao thứ nhất tương ứng với phần thứ nhất và còn dựa trên giá trị năng lượng dải cao thứ hai tương ứng với phần thứ hai (ví dụ như được mô tả trong mã giả tương ứng với phương pháp thứ ba lần lượt dưới dạng `hb_energy_prev` và `hb_energy_curr`). Trọng số thứ nhất có thể được chọn lớn hơn trọng số thứ hai đáp lại giá trị năng lượng dải cao thứ nhất vượt quá ngưỡng thứ nhất (ví dụ như `hb_energy_prev > first threshold`) hoặc đáp lại giá trị năng lượng dải cao thứ hai vượt quá ngưỡng thứ hai (ví dụ như `hb_energy_curr > ngưỡng thứ hai`). Ngưỡng thứ nhất có thể tương ứng với giá trị năng lượng dải cao thứ hai được chia theo hệ số tỷ lệ (ví dụ như ngưỡng thứ nhất = $2 * hb_energy_curr$), và ngưỡng thứ hai có thể tương ứng với giá trị năng lượng dải cao thứ nhất được chia theo hệ số tỷ lệ (ví dụ như ngưỡng thứ hai = $2 * hb_energy_prev$).

Phần thứ nhất có thể bao gồm khung con thứ nhất của tín hiệu âm thanh, và phần thứ hai có thể bao gồm khung con thứ hai của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, khung con thứ nhất và khung con thứ hai có thể là trong một khung đơn nhất của tín hiệu âm thanh. Để minh họa, mỗi trong các phương pháp thứ nhất, phương pháp thứ hai, và phương pháp thứ ba được mô tả về bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 trên Fig.4 có thể tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa trên giá trị thứ nhất của hệ số trộn tương ứng với một khung con của khung cụ thể và giá trị thứ hai của hệ số trộn tương ứng với một khung con khác của khung cụ thể.

Một ví dụ khác, khung con thứ nhất và các khung con thứ hai có thể ở trong các khung khác nhau của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, phương pháp thứ hai và phương pháp thứ ba được mô tả về bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 trên Fig.4 có thể tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn (ví dụ cho khung con thứ nhất của khung cụ thể) dựa trên giá trị thứ nhất của hệ số trộn tương ứng với khung con cuối cùng của khung trước và dựa trên giá trị thứ hai của hệ số trộn tương ứng với khung con thứ nhất của khung cụ thể.

Tín hiệu kích thích được trộn với tạp âm được điều biến dựa trên giá trị thứ ba của hệ số trộn, ở 508. Ví dụ, tín hiệu kích thích dải cao tương ứng với phần dải cao của tín hiệu âm thanh có thể được tạo ra. Tín hiệu kích thích dải cao có thể được tạo ra dựa trên việc kết hợp tạp âm được điều biến và tín hiệu kích thích, ở đó tín hiệu kích thích tương ứng với phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp. Ví dụ, môđun trộn 411 trên Fig.4 có thể tạo ra tín hiệu kích thích dải cao 161 dựa trên việc kết hợp tạp âm được điều biến 420 từ các bộ kết hợp 406 và phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp 144 (tương ứng với phần dải thấp của tín hiệu âm thanh 102 trên Fig.1). Hệ số trộn có thể chỉ ra tỷ lệ của tạp âm được điều biến với phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp. Ví dụ, tín hiệu kích thích dải cao có thể được tạo ra dưới dạng tổng trọng số của tạp âm được điều biến và phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp.

Theo các phương án cụ thể, phương pháp 500 trên Fig.5 có thể được thực hiện thông qua phần cứng (ví dụ như thiết bị mảng cổng có thể lập trình theo trường (FPGA), mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC), v.v.) của bộ xử lý như bộ xử lý trung tâm (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 500 trên Fig.5 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý thực thi các lệnh, như được mô tả dựa vào Fig.7.

Dựa vào Fig.6, lưu đồ về phương pháp thực hiện điều khiển độ khuếch đại theo một phương án cụ thể được thể hiện và ký hiệu chung là 600. Theo phương án minh họa, phương pháp 600 có thể được thực hiện bởi hệ thống 100 trên Fig.1, như bởi môđun phân tích dải cao 160.

Tập giá trị tần số phổ thứ nhất tương ứng với tín hiệu âm thanh được xác định, ở 602. Ví dụ, tập giá trị tần số phổ thứ nhất có thể được tạo ra bởi môđun phân tích và mã hóa LP 152 trên Fig.1. Để minh họa, tập giá trị tần số phổ thứ nhất có thể được xác định bằng cách thực hiện phân tích LPC để thu được một tập hệ số bộ lọc LP cho mỗi khung của phần dải cao của tín hiệu âm thanh và có thể bao gồm sự biến đổi của các hệ số bộ lọc LP.

Tập giá trị tần số phổ thứ hai mà gần đúng với tập giá trị tần số phổ thứ nhất được xác định, ở 604. Ví dụ, tập giá trị phổ thứ hai có thể được tạo ra bởi bộ lượng tử

hóa 156 trên Fig.1. Tập giá trị tần số phổ thứ hai có thể được xác định bằng cách tra cứu bảng mã, như bảng mã 163 trên Fig.1, dựa trên tập giá trị tần số phổ thứ nhất. Theo phương án cụ thể, tập giá trị tần số phổ thứ nhất bao gồm các giá trị tần số phổ vạch (LSF) và tập giá trị tần số phổ thứ hai bao gồm các giá trị LSF được lượng tử hóa. Theo các phương án khác, tập giá trị tần số phổ thứ nhất có thể là các giá trị khác với các giá trị LSF. Ví dụ, tập giá trị tần số phổ thứ nhất có thể bao gồm các giá trị hệ số dự đoán tuyến tính (LPC), và tập giá trị tần số phổ thứ hai có thể bao gồm các giá trị LPC được lượng tử hóa.

Giá trị độ khuếch đại tương ứng với ít nhất một phần của tín hiệu âm thanh được điều chỉnh dựa trên sự chênh lệch giữa tập thứ nhất và tập thứ hai, ở 606. Giá trị độ khuếch đại có thể tương ứng với độ khuếch đại khung của khung của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, giá trị độ khuếch đại khung có thể được tạo ra dựa trên phần dải cao của tín hiệu âm thanh 102 trên Fig.1 và tín hiệu dải cao đã tổng hợp được tạo ra bằng cách áp dụng tín hiệu kích thích dải cao 161 cho bộ lọc tổng hợp, như bộ lọc tổng hợp 207 trên Fig.2. Theo phương án cụ thể, bộ lọc tổng hợp có thể được tạo cấu hình theo tập giá trị tần số phổ thứ nhất hoặc theo tập giá trị tần số phổ thứ hai (sau khi biến đổi tập thứ hai để tạo ra các giá trị chưa được lượng tử hóa).

Điều chỉnh giá trị độ khuếch đại có thể bao gồm xác định độ méo phổ giữa tập giá trị tần số phổ thứ nhất và tập giá trị tần số phổ thứ hai, ở 608. Ví dụ, độ méo phổ có thể là SD 202 được tạo ra bởi môđun độ méo phổ 201 trên Fig.2. Độ méo phổ tương ứng với sự chênh lệch giữa tập thứ nhất và tập thứ hai có thể được ước lượng theo các kỹ thuật khác nhau. Ví dụ, độ méo phổ có thể được xác định theo sai số bình phương trung bình của các giá trị trong tập giá trị tần số phổ thứ hai như được so sánh với các giá trị trong tập giá trị tần số phổ thứ nhất. Một ví dụ khác, độ méo phổ có thể được xác định theo sự chênh lệch tuyệt đối giữa các giá trị trong tập giá trị tần số phổ thứ hai như được so sánh với các giá trị trong tập giá trị tần số phổ thứ nhất.

Điều chỉnh giá trị độ khuếch đại có thể cũng bao gồm xác định hệ số độ khuếch đại dựa trên độ méo phổ, ở 610. Hệ số độ khuếch đại có thể được xác định theo kỹ thuật ánh xạ các giá trị độ méo phổ thành các giá trị hệ số độ khuếch đại, như được mô tả về hệ số độ khuếch đại 204 được tạo ra bởi môđun ánh xạ 206 trên Fig.2 theo ánh xạ 300 trên Fig.3. Để minh họa, một phần của ánh xạ có thể xác định rằng sự gia tăng về

độ méo phổ tương ứng với sự suy giảm về giá trị hệ số độ khuếch đại, như được minh họa bởi phần nghiêng dốc của ánh xạ 300 giữa SD1 và SD2. Ánh xạ có thể ít nhất một phần dựa trên các giá trị độ méo phổ tương ứng với các giá trị ngoại lai của hàm phân phối xác suất, như được mô tả về SD1 và SD2 trên Fig.3.

Điều chỉnh giá trị độ khuếch đại có thể cũng bao gồm điều chỉnh độ khuếch đại khung bằng cách áp dụng hệ số độ khuếch đại cho độ khuếch đại khung, ở 612. Để minh họa, giá trị độ khuếch đại có thể được nhân lên với hệ số độ khuếch đại để làm suy hao các phần của tín hiệu dải cao dựa trên mức độ của sai số lượng tử hóa. Mặc dù phương pháp 600 được mô tả đối với các thành phần dải cao trên Fig.1 và Fig.4, nhưng phương pháp 600 có thể được áp dụng đối với tín hiệu dải thấp 122 trên Fig.1 hoặc đối với phần khác bất kỳ của tín hiệu âm thanh 102 nhận được ở bộ mã hóa.

Theo các phương án cụ thể, phương pháp 600 trên Fig.6 có thể được thực hiện thông qua phần cứng (ví dụ như thiết bị mảng công có thể lập trình theo trường (FPGA), mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC), v.v.) của bộ xử lý, như bộ xử lý trung tâm (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 600 trên Fig.6 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý mà thực hiện các lệnh, như được mô tả theo Fig.7.

Vì vậy, các hình vẽ Fig.1 đến Fig.6 minh họa các ví dụ bao gồm các hệ thống và các phương pháp mà thực hiện sự điều chỉnh độ khuếch đại dựa trên độ méo phổ được ước lượng và/hoặc thực hiện làm tròn hệ số trộn để làm giảm các nhiễu lạ do tạp âm.

Dựa vào Fig.7, sơ đồ khối về thiết bị truyền thông không dây theo một phương án minh họa cụ thể được thể hiện và ký hiệu chung là 700. Thiết bị 700 bao gồm bộ xử lý 710 (ví dụ như bộ xử lý trung tâm (CPU), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP), v.v.) nối với bộ nhớ 732. Bộ nhớ 732 có thể bao gồm các lệnh 760 có thể thực thi được bằng bộ xử lý 710 và/hoặc bộ mã hóa/bộ giải mã (CODEC) 734 để thực hiện các phương pháp và quy trình được bộc lộ ở đây, như các phương pháp trên các hình vẽ Fig.5 đến Fig.6.

CODEC 734 có thể bao gồm hệ thống điều biến tạp âm 776. Theo phương án cụ thể, hệ thống điều biến tạp âm 776 bao gồm một hoặc nhiều thành phần của hệ thống 400 trên Fig.4. Hệ thống điều biến tạp âm 776 có thể được thực hiện thông qua phần cứng chuyên dụng (ví dụ như mạch điện), bởi bộ xử lý thực thi các lệnh để thực hiện một hoặc nhiều nhiệm vụ, hoặc tổ hợp của chúng. Ví dụ, bộ nhớ 732 hoặc bộ nhớ trong CODEC 734 có thể là 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 dựa trên dòng spin (STT-MRAM), bộ nhớ tốc độ 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 có thể bao gồm các lệnh (ví dụ như các lệnh 760) mà, khi được chạy bởi máy tính (ví dụ như bộ xử lý in CODEC 734 và/hoặc bộ xử lý 710), có thể khiến cho máy tính nhận được giá trị thứ nhất của hệ số trộn tương ứng với phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh, để nhận giá trị thứ hai của hệ số trộn tương ứng với phần thứ hai của tín hiệu âm thanh, và để tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai. Ví dụ, bộ nhớ 732 hoặc bộ nhớ trong CODEC 734 có thể là vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính mà bao gồm các lệnh (ví dụ như các lệnh 760) mà, khi được chạy bởi máy tính (ví dụ như bộ xử lý trong CODEC 734 và/hoặc bộ xử lý 710), khiến cho máy tính thực hiện ít nhất một phần của phương pháp 500 trên Fig.5.

CODEC 734 có thể bao gồm hệ thống điều chỉnh độ khuếch đại 778. Theo phương án cụ thể, hệ thống điều chỉnh độ khuếch đại 778 bao gồm bộ điều chỉnh độ khuếch đại 162 trên Fig.1. Hệ thống điều chỉnh độ khuếch đại 778 có thể được thực hiện thông qua phần cứng chuyên dụng (ví dụ như mạch điện), bởi bộ xử lý thực hiện các lệnh để thực hiện một hoặc nhiều nhiệm vụ, hoặc tổ hợp của chúng. Ví dụ, bộ nhớ 732 có thể là thiết bị bộ nhớ bao gồm các lệnh (ví dụ như các lệnh 760) mà, khi được chạy bởi máy tính (ví dụ như bộ xử lý trong CODEC 734 và/hoặc bộ xử lý 710), khiến cho máy tính xác định tập giá trị tần số phổ thứ nhất tương ứng với tín hiệu âm thanh, để xác định tập giá trị tần số phổ thứ hai mà gần đúng với tập giá trị tần số phổ thứ nhất, và để điều chỉnh giá trị độ khuếch đại tương ứng với ít nhất một phần của tín hiệu âm thanh dựa trên sự chênh lệch giữa tập thứ nhất và tập thứ hai. Ví dụ, bộ nhớ

732 hoặc bộ nhớ trong CODEC 734 có thể là vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính bao gồm các lệnh (ví dụ như các lệnh 760) mà, khi được chạy bởi máy tính (ví dụ như bộ xử lý trong CODEC 734 và/hoặc bộ xử lý 710), có thể khiến cho máy tính thực hiện ít nhất một phần của phương pháp 600 trên Fig.6.

Fig.7 cũng thể hiện bộ điều khiển hiển thị 726 được nối với bộ xử lý 710 và với màn hình 728. CODEC 734 có thể được nối với bộ xử lý 710, như được thể hiện. Loa 736 và micrô 738 có thể được nối với CODEC 734. Ví dụ, micrô 738 có thể tạo ra tín hiệu âm thanh đầu vào 102 trên Fig.1, và CODEC 734 có thể tạo ra dòng bit đầu ra 192 để truyền đến bộ thu dựa trên tín hiệu âm thanh đầu vào 102. Một ví dụ khác, loa 736 có thể được sử dụng để xuất ra tín hiệu được tái tạo bởi CODEC 734 từ dòng bit đầu ra 192 trên Fig.1, ở đó dòng bit đầu ra 192 được nhận từ bộ truyền phát. Fig.7 cũng chỉ ra rằng bộ điều khiển không dây 740 có thể được nối với bộ xử lý 710 và với anten không dây 742.

Theo phương án cụ thể, bộ xử lý 710, bộ điều khiển hiển thị 726, bộ nhớ 732, CODEC 734, và bộ điều khiển không dây 740 được bao gồm trong thiết bị hệ thống trọn gói hoặc hệ thống trên một vi mạch (ví dụ như môđem trạm di động (mobile station modem - MSM)) 722. Theo phương án cụ thể, thiết bị đầu vào 730, như màn hình cảm ứng và/hoặc bàn phím, và bộ nguồn 744 được nối với thiết bị hệ thống trên một vi mạch 722. Hơn thế nữa, theo phương án cụ thể, như được thể hiện trên Fig.7, màn hình 728, thiết bị đầu vào 730, loa 736, micrô 738, anten không dây 742, và bộ nguồn 744 là bên ngoài với thiết bị hệ thống trên một vi mạch 722. Tuy nhiên, mỗi trong các màn hình 728, thiết bị đầu vào 730, loa 736, micrô 738, anten không dây 742, và bộ nguồn 744 có thể được nối với một thành phần của thiết bị hệ thống trên một vi mạch 722, như giao diện hoặc bộ điều khiển.

Kết hợp với các phương án được mô tả, sáng chế đề xuất thiết bị bao gồm phương tiện tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất của hệ số trộn và giá trị thứ hai của hệ số trộn, trong đó giá trị thứ nhất tương ứng với phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh được nhận ở bộ mã hóa âm thanh và giá trị thứ hai tương ứng với phần thứ hai của tín hiệu âm thanh. Ví dụ, phương tiện tạo ra có thể bao gồm bộ phát kích thích dải cao 160 trên Fig.1, bộ điều chỉnh hệ số trộn 409 trên Fig.4, hệ thống điều biến tạp âm 776 trên Fig.7 hoặc một thành phần của chúng, một hoặc

nhiều thiết bị, như bộ lọc, được tạo cấu hình để tạo ra giá trị thứ ba dựa trên giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai (ví dụ như bộ xử lý thực thi các lệnh ở vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Thiết bị có thể cũng bao gồm phương tiện tạo ra tín hiệu kích thích dải cao tương ứng với phần dải cao của tín hiệu âm thanh bằng cách kết hợp tạp âm được điều biến và phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp. Tín hiệu kích thích dải thấp tương ứng với phần dải thấp của tín hiệu âm thanh. Phương tiện tạo ra có thể được tạo cấu hình để kết hợp tạp âm được điều biến và phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp dựa trên giá trị thứ ba. Ví dụ, phương tiện tạo ra tín hiệu kích thích dải cao có thể bao gồm bộ phát kích thích dải cao 160 trên Fig.1, bộ trộn 411 trên Fig.4, hệ thống điều biến tạp âm 776 trên Fig.7 hoặc một thành phần của chúng, một hoặc nhiều thiết bị được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu kích thích (ví dụ như bộ xử lý thực thi các lệnh ở vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Kết hợp với các phương án được mô tả, sáng chế đề xuất thiết bị bao gồm phương tiện xác định tập giá trị tần số phổ thứ nhất tương ứng với tín hiệu âm thanh. Ví dụ, phương tiện xác định tập thứ nhất có thể bao gồm môđun phân tích và mã hóa LP 152 trên Fig.1, hệ thống điều chỉnh độ khuếch đại 778 trên Fig.7 hoặc một thành phần của chúng, một hoặc nhiều thiết bị được tạo cấu hình để tạo ra các giá trị tần số phổ tương ứng với tín hiệu âm thanh (ví dụ như bộ xử lý thực hiện các lệnh ở vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Thiết bị có thể cũng bao gồm phương tiện tạo ra tập giá trị tần số phổ thứ hai mà gần đúng với tập giá trị tần số phổ thứ nhất. Ví dụ, phương tiện tạo ra tập thứ hai có thể bao gồm bộ lượng tử hóa 156 trên Fig.1, hệ thống điều chỉnh độ khuếch đại 778 trên Fig.7 hoặc một thành phần của chúng, một hoặc nhiều thiết bị được tạo cấu hình để tạo ra tập giá trị tần số phổ thứ hai mà gần đúng với tập giá trị tần số phổ thứ nhất (ví dụ như bộ xử lý thực hiện các lệnh ở vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Thiết bị có thể cũng bao gồm phương tiện điều chỉnh giá trị độ khuếch đại tương ứng với ít nhất một phần của tín hiệu âm thanh dựa trên sự chênh lệch giữa tập thứ nhất và tập thứ hai. Ví dụ, phương tiện điều chỉnh có thể bao gồm bộ điều chỉnh độ

khuếch đại 162 trên Fig.1, hệ thống điều chỉnh độ khuếch đại 778 trên Fig.7 hoặc một thành phần của chúng, một hoặc nhiều thiết bị được tạo cấu hình để điều chỉnh giá trị độ khuếch đại (ví dụ như bộ xử lý thực hiện các lệnh ở vật ghi bất biến đọc được bởi máy tính), hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ còn hiểu được rằng các khối logic, cấu hình, môđun, mạch, và bước thuật toán có tính minh họa khác nhau được mô tả theo các phương án được bộc lộ ở đây có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng điện tử, phần mềm máy tính được chạy bởi thiết bị xử lý như bộ xử lý phần cứng, hoặc các tổ hợp của cả hai. Các thành phần, khối, cấu hình, môđun, mạch và bước minh họa khác nhau đã được mô tả trên đây nói chung theo tính chức năng của chúng. Cho dù chức năng như vậy được thực hiện thông qua phần cứng hoặc phần mềm đều phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể và các giới hạn thiết kế được áp đặt lên toàn bộ hệ thống. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể thực hiện chức năng được mô tả theo nhiều cách khác nhau cho mỗi ứng dụng cụ thể, nhưng các quyết định thực hiện như vậy không nên được hiểu là nằm ngoài phạm vi bộc lộ của sáng chế.

Các bước của phương pháp hoặc thuật toán được mô tả theo các phương án được bộc lộ ở đây có thể được thực hiện trực tiếp trên phần cứng, trong môđun phần mềm được chạy bởi bộ xử lý, hoặc trong tổ hợp của hai dạng trên. Môđun 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 dải từ bằng dòng spin (STT-MRAM), bộ nhớ tốc độ 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 nhớ làm ví dụ minh họa được nối với bộ xử lý sao cho bộ xử lý có thể đọc được các thông tin từ, và ghi thông tin vào, thiết bị bộ nhớ. Theo cách khác, thiết bị bộ nhớ có thể là liền với bộ xử lý. Bộ xử lý và phương tiện lưu trữ có thể nằm ở mạch tích hợp chuyên dụng (application-specific integrated circuit - ASIC). ASIC có thể nằm ở thiết bị điện toán hoặc đầu cuối người dùng. Theo cách khác, bộ xử lý và phương tiện lưu trữ có thể nằm dưới dạng các thành phần rời rạc trong thiết bị điện toán hoặc đầu cuối người dùng.

Phần mô tả trên đây về các phương án được bộc lộ được cung cấp để cho phép người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này thực hiện hoặc sử dụng các phương án được bộc lộ. Các cải biến khác nhau đối với các phương án này sẽ là hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, và các nguyên lý được định nghĩa ở đây có thể được áp dụng cho khác phương án khác mà không nằm ngoài phạm vi bộc lộ của sáng chế. Vì vậy, bộc lộ của sáng chế không dự định bị giới hạn ở các phương án được thể hiện ở đây mà còn được hiểu theo phạm vi rộng nhất có thể phù hợp với các nguyên lý và các dấu hiệu mới được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ sau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mã hóa âm thanh bao gồm các bước:

nhận (502) giá trị thứ nhất của hệ số trộn, giá trị thứ nhất dựa trên các thông số thoại dải thấp của phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh;

nhận (504) giá trị thứ hai của hệ số trộn, giá trị thứ hai dựa trên các thông số thoại dải thấp của phần thứ hai của tín hiệu âm thanh;

tạo ra (506) giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất, giá trị thứ hai, và dao động năng lượng dải cao của tín hiệu âm thanh; và

tạo ra tín hiệu kích thích dải cao tương ứng với phần dải cao của tín hiệu âm thanh, trong đó tín hiệu kích thích dải cao được tạo ra dựa trên việc trộn (508) tín hiệu kích thích với tạp âm được điều biến dựa trên hệ số trộn thứ ba, trong đó tín hiệu kích thích tương ứng với phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp, tín hiệu kích thích dải thấp tương ứng với phần dải thấp của tín hiệu âm thanh.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu kích thích dải cao bao gồm tổng trọng số của tạp âm được điều biến và phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tạo ra giá trị thứ ba bao gồm xác định tổng trọng số của giá trị thứ nhất và giá trị thứ hai.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó trọng số thứ nhất áp dụng cho giá trị thứ nhất và trọng số thứ hai áp dụng cho giá trị thứ hai được xác định dựa trên dao động năng lượng dải cao của tín hiệu âm thanh.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó trọng số thứ nhất và trọng số thứ hai được xác định dựa trên giá trị năng lượng dải cao thứ nhất tương ứng với phần thứ nhất và còn dựa trên giá trị năng lượng dải cao thứ hai tương ứng với phần thứ hai.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó trọng số thứ nhất được chọn lớn hơn trọng số thứ hai để đáp lại giá trị năng lượng dải cao thứ nhất vượt ngưỡng thứ nhất hoặc đáp

lại giá trị năng lượng dải cao thứ hai vượt ngưỡng thứ hai, trong đó ngưỡng thứ nhất tương ứng với giá trị năng lượng dải cao thứ hai được chia theo hệ số chia tỷ lệ, và trong đó ngưỡng thứ hai tương ứng với giá trị năng lượng dải cao thứ nhất được chia theo hệ số chia tỷ lệ.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tạo ra giá trị thứ ba còn dựa trên độ méo phổ tương ứng với tín hiệu âm thanh, độ méo phổ được dựa trên tập giá trị tần số phổ và tập giá trị tần số phổ được lượng tử hóa.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước tạo ra giá trị thứ ba còn được dựa trên chỉ báo về loại mã hóa tương ứng với tín hiệu âm thanh.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần thứ nhất bao gồm khung con thứ nhất của tín hiệu âm thanh và trong đó phần thứ hai bao gồm khung con thứ hai của tín hiệu âm thanh.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó khung con thứ nhất và khung con thứ hai là ở trong một khung đơn nhất của tín hiệu âm thanh.

11. Phương pháp theo điểm 9, trong đó khung con thứ nhất và các khung con thứ hai là ở trong các khung khác nhau của tín hiệu âm thanh.

12. Thiết bị mã hóa âm thanh bao gồm:

phương tiện tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất của hệ số trộn, giá trị thứ hai của hệ số trộn, và dao động năng lượng dải cao của tín hiệu âm thanh, trong đó giá trị thứ nhất được dựa trên thông số thoại dải thấp của phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh và trong đó giá trị thứ hai được dựa trên các thông số thoại dải thấp của phần thứ hai của tín hiệu âm thanh; và

phương tiện tạo ra tín hiệu kích thích dải cao tương ứng với phần dải cao của tín hiệu âm thanh bằng cách kết hợp tập âm được điều biến và phiên bản được biến đổi

của tín hiệu kích thích dải thấp, tín hiệu kích thích dải thấp tương ứng với phần dải thấp của tín hiệu âm thanh,

trong đó phương tiện tạo ra được tạo cấu hình để kết hợp tạp âm được điều biến và phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp dựa trên giá trị thứ ba.

13. Thiết bị theo điểm 12, trong đó thiết bị này bao gồm phương tiện thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 11.

14. Vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính bao gồm các lệnh mà, khi được thực thi bởi máy tính, khiến cho máy tính:

nhận giá trị thứ nhất của hệ số trộn, giá trị thứ nhất dựa trên các thông số thoại dải thấp của phần thứ nhất của tín hiệu âm thanh;

nhận giá trị thứ hai của hệ số trộn, giá trị thứ hai dựa trên các thông số thoại dải thấp của phần thứ hai của tín hiệu âm thanh;

tạo ra giá trị thứ ba của hệ số trộn dựa ít nhất một phần vào giá trị thứ nhất, giá trị thứ hai, và dao động năng lượng dải cao của tín hiệu âm thanh; và

tạo ra tín hiệu kích thích dải cao tương ứng với phần dải cao của tín hiệu âm thanh, trong đó tín hiệu kích thích dải cao được tạo ra dựa trên việc trộn (508) tín hiệu kích thích với tạp âm được điều biến dựa trên hệ số trộn thứ ba, trong đó tín hiệu kích thích tương ứng với phiên bản được biến đổi của tín hiệu kích thích dải thấp, tín hiệu kích thích dải thấp tương ứng với phần dải thấp của tín hiệu âm thanh.

15. Vật ghi bất biến đọc được bằng máy tính theo điểm 14, trong đó vật ghi này bao gồm các lệnh mà, khi được thực thi bởi máy tính, khiến cho máy tính thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 2 đến 11.

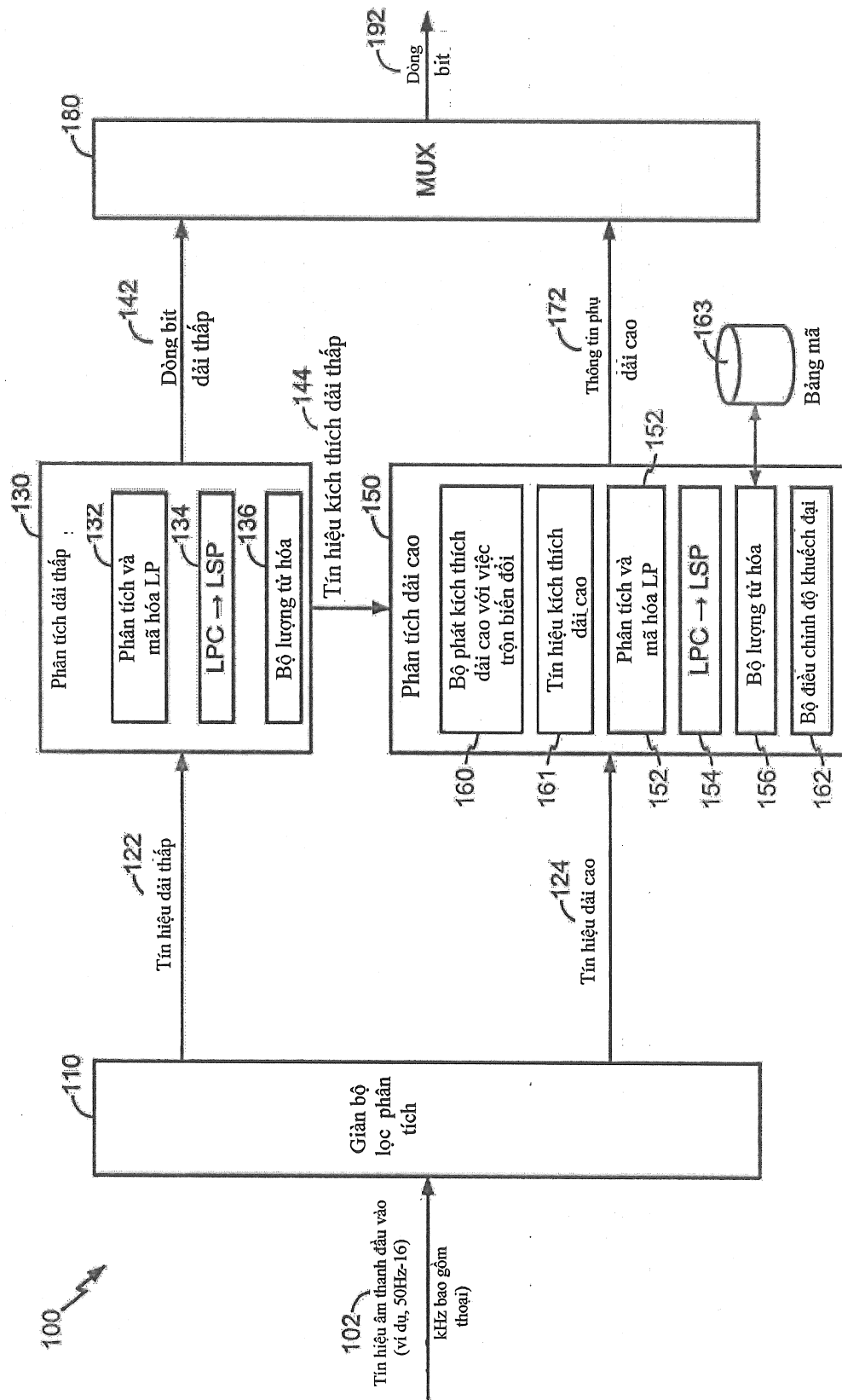


FIG. 1

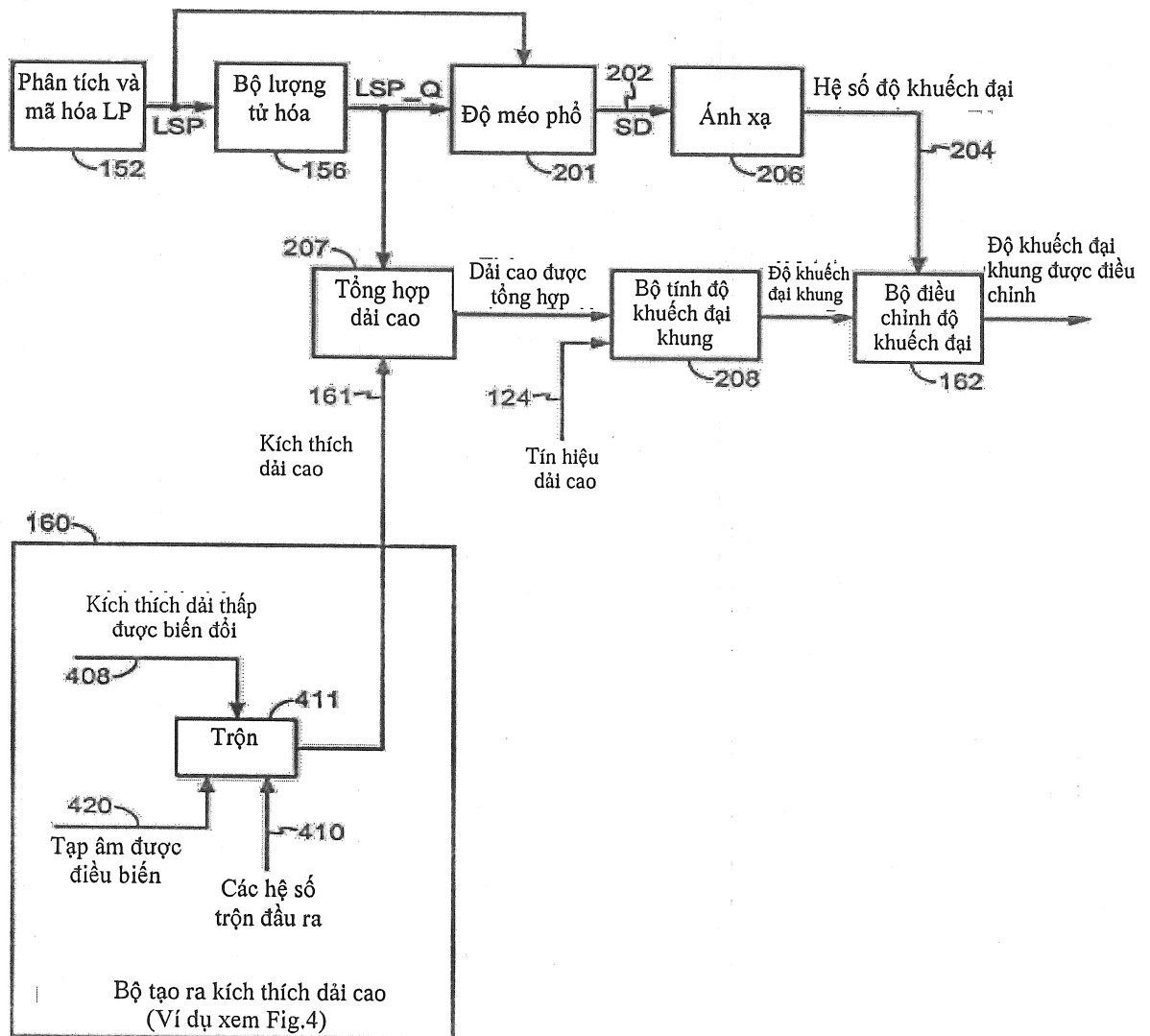


FIG. 2

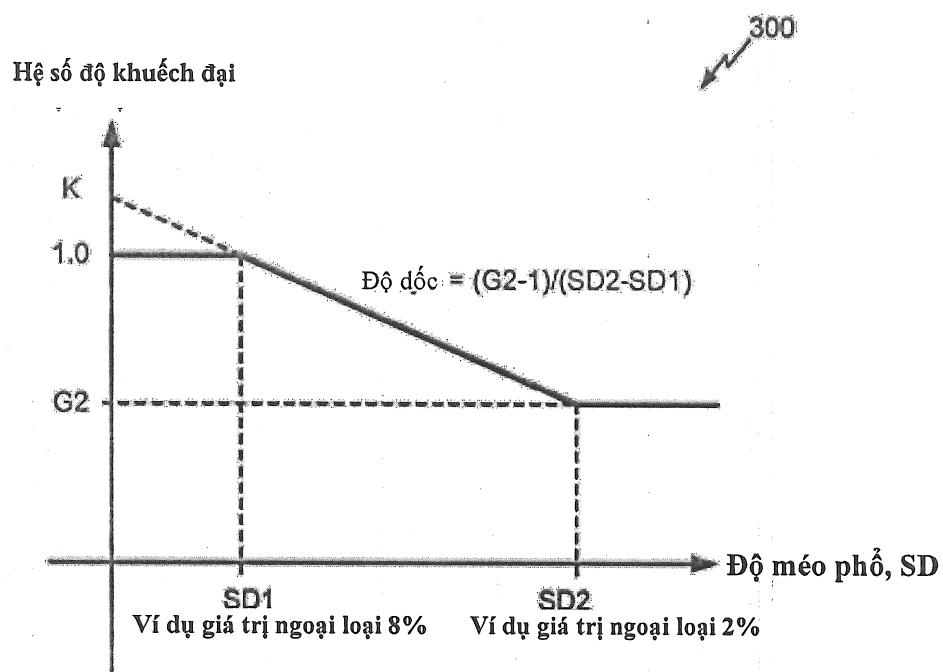


FIG. 3

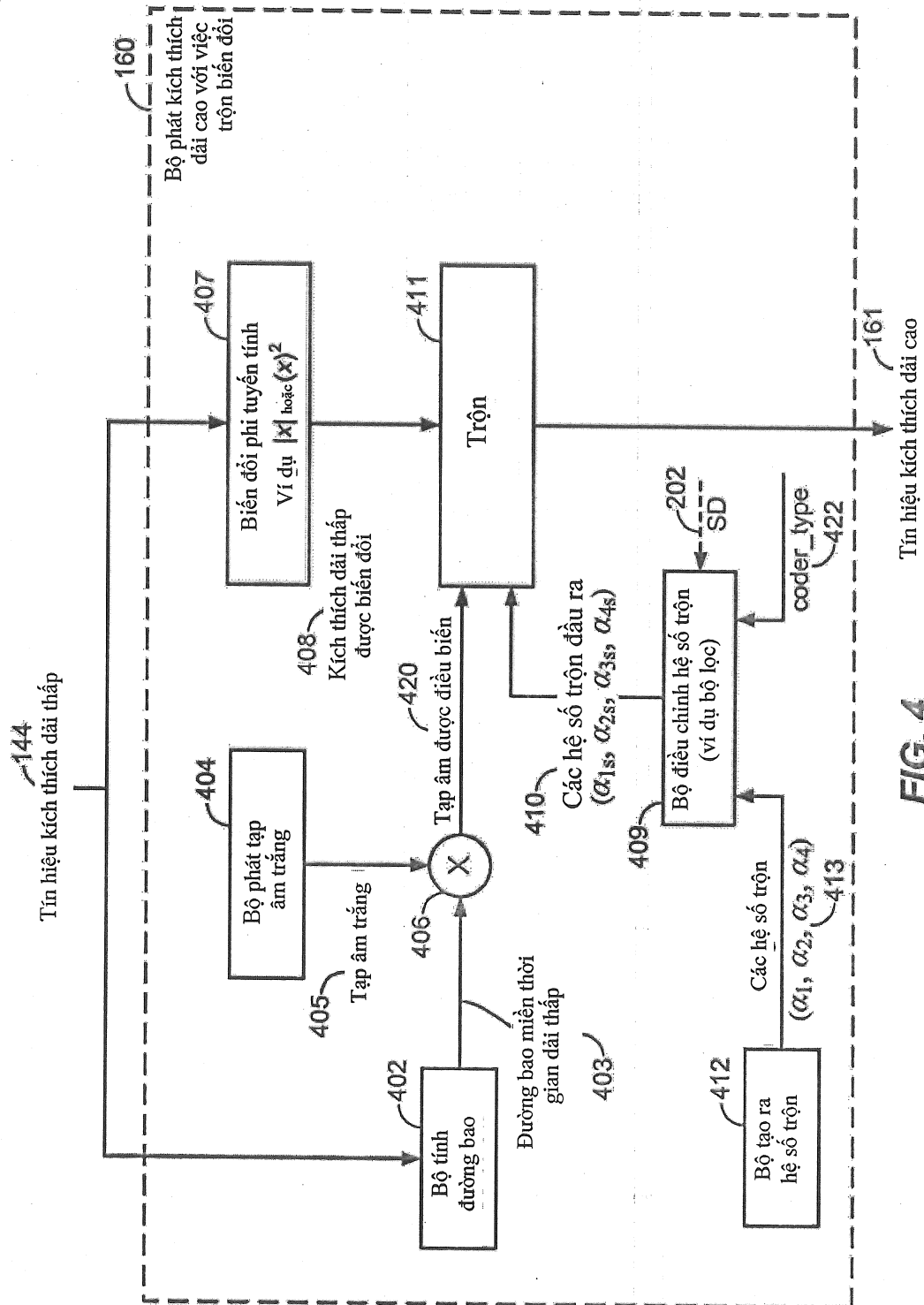


FIG. 4

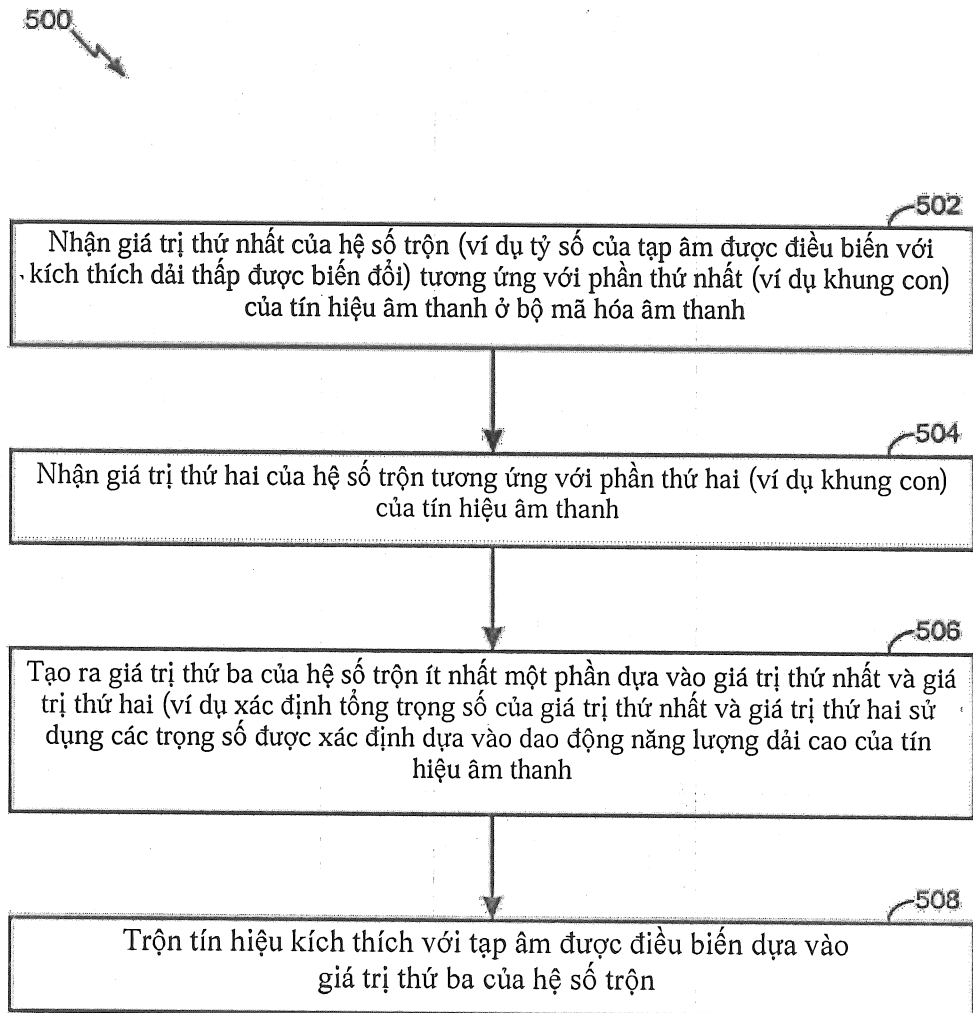


FIG. 5

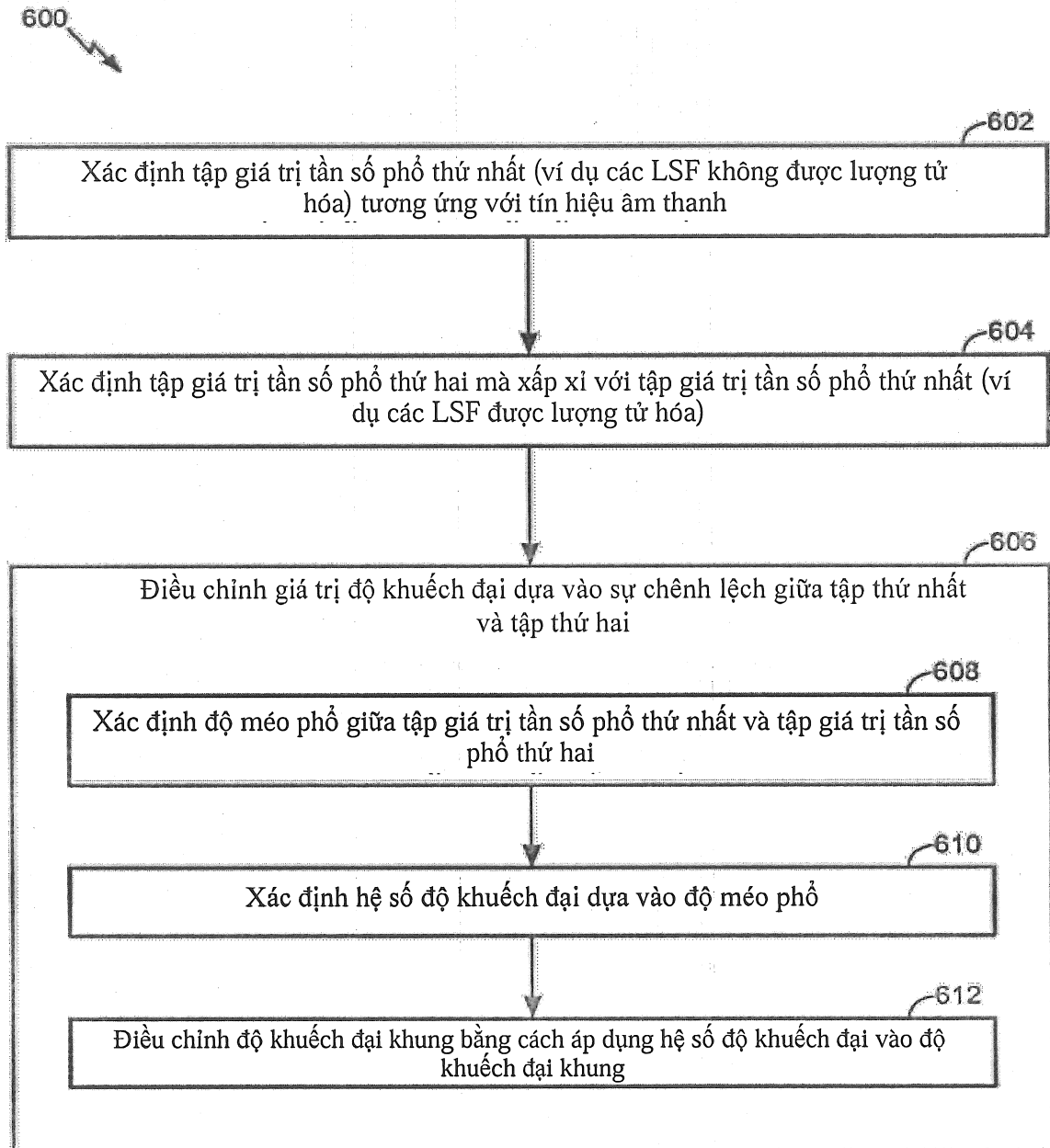


FIG. 6

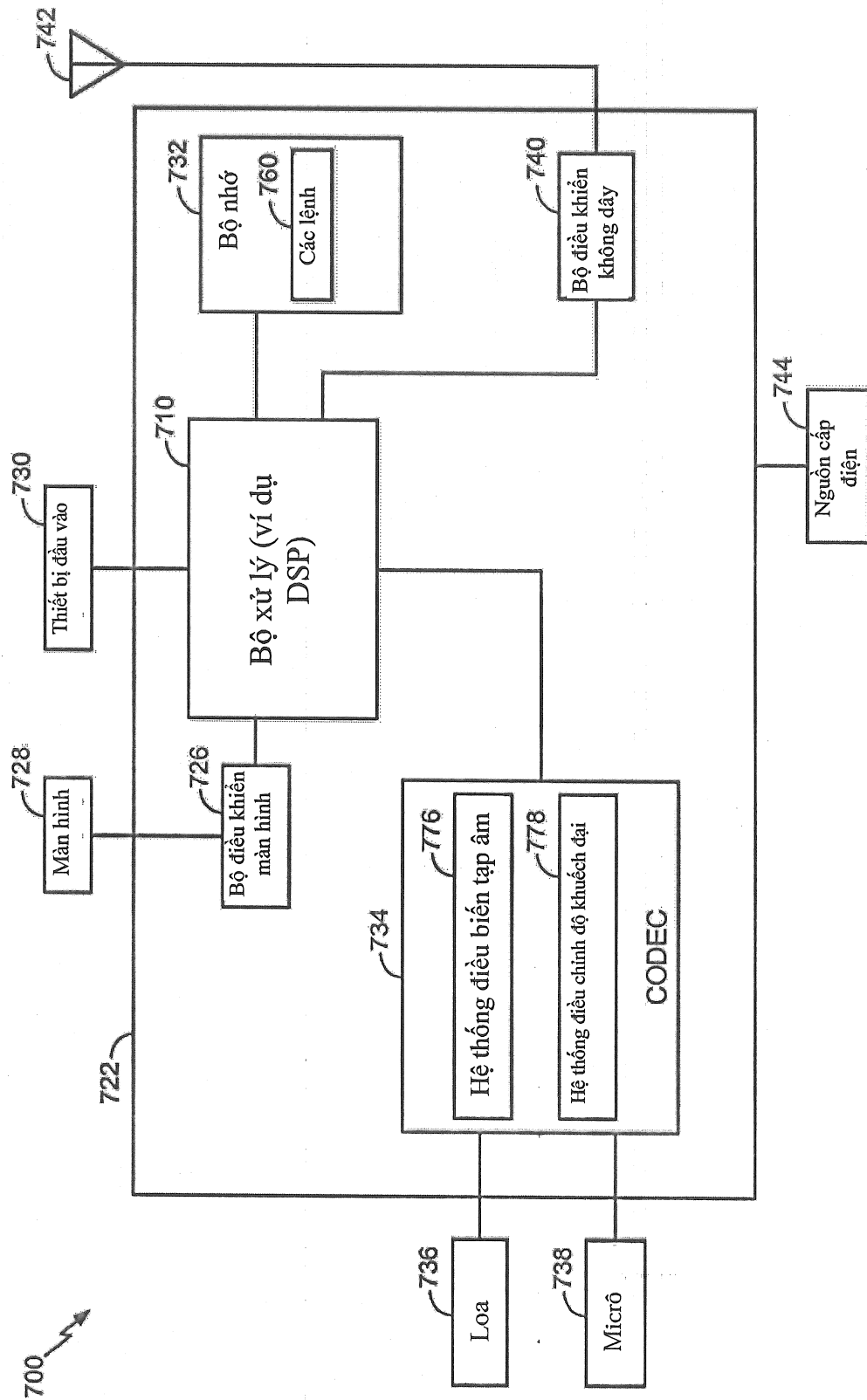


FIG. 7