



(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)



1-0025790

(51)⁸

H04S 1/00

(13) B

(21) 1-2017-03077

(22) 16/02/2015

(86) PCT/EP2015/053231 16/02/2015

(87) WO 2016/131471 25/08/2016

(45) 26/10/2020 391

(43) 25/10/2017 355A

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

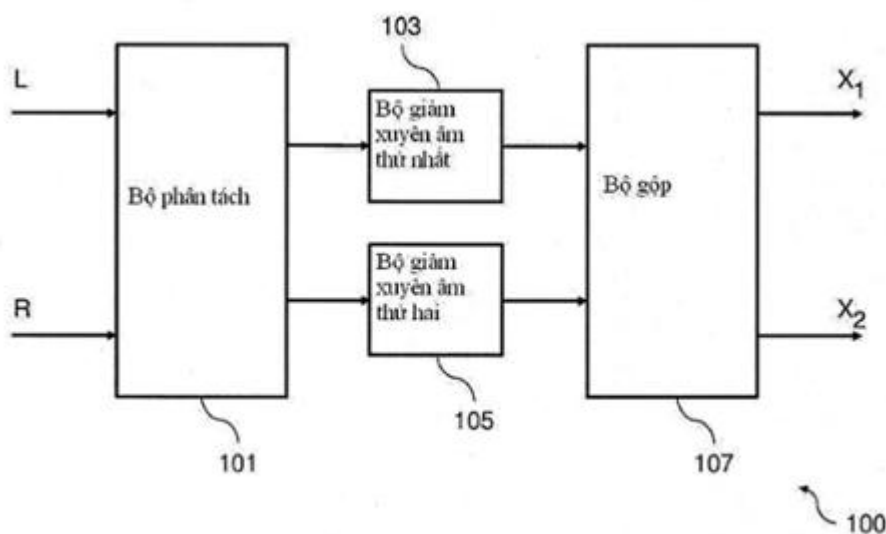
Huawei Administration Building Bantian Longgang District Shenzhen, Guangdong
518129, China

(72) LACOUTURE PARODI, Yesenia (CO).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) THIẾT BỊ XỬ LÝ TÍN HIỆU ÂM THANH, PHƯƠNG PHÁP GIẢM XUYỀN ÂM VÀ VẬT LƯU TRỮ MÁY TÍNH ĐƯỢC

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh (100) để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R), tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1) và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2) được truyền trên các tuyến lan truyền âm thanh đến bộ nghe, trong đó các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được định nghĩa bởi ma trận hàm truyền âm thanh. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh (100) bao gồm bộ phân tách (101), bộ giảm xuyền âm thứ nhất (103), bộ giảm xuyền âm thứ hai (105), và bộ gộp (107). Bộ giảm xuyền âm thứ nhất (103) được tạo cấu hình để giảm xuyền âm trong băng tần số định trước thứ nhất trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh. Bộ giảm xuyền âm thứ hai (105) được tạo cấu hình để giảm xuyền âm trong băng tần số định trước thứ hai trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực xử lý tín hiệu âm thanh, cụ thể là giảm xuyên âm trong các tín hiệu âm thanh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc giảm xuyên âm trong các tín hiệu âm thanh có quan tâm chính trong các ứng dụng. Chẳng hạn, khi tái tạo các tín hiệu âm thanh hai tai cho bộ nghe sử dụng loa, các tín hiệu âm thanh được nghe thấy chẳng hạn ở tai trái của bộ nghe thường còn được nghe thấy ở tai phải của bộ nghe. Hiệu ứng này được gọi là xuyên âm và có thể được giảm bằng cách thêm bộ lọc đảo chiều trong chuỗi tái tạo âm thanh. Giảm xuyên âm có thể còn được gọi là triệt tiêu xuyên âm, và có thể được thực hiện bằng cách lọc các tín hiệu âm thanh.

Việc lọc đảo chiều chính xác thường là không thể và các phép xấp xỉ được áp dụng. Do các bộ lọc đảo chiều thường không ổn định, các phép xấp xỉ này sử dụng phép điều chỉnh để điều khiển độ khuếch đại của các bộ lọc đảo chiều và giảm tổn hao khoảng động. Tuy nhiên, do điều kiện xấu, các bộ lọc đảo chiều nhạy lỗi. Nói cách khác, các lỗi nhỏ trong chuỗi tái tạo có thể dẫn đến lỗi lớn ở điểm tái tạo, dẫn đến điểm giữa hẹp và tô màu không mong muốn như được mô tả trong Takeuchi, T. and Nelson, P.A., “Optimal source distribution for binaural synthesis over loudspeakers”, Journal ASA 112(6), 2002.

Trong công bố đơn Châu Âu số EP 1 545 154 A2, các phép đo từ loa đến bộ nghe được sử dụng để xác định các bộ lọc đảo chiều. Cách tiếp cận này, tuy nhiên, chịu điểm giữa hẹp và tô màu không mong muốn do phép điều chỉnh. Do tất cả các tần số được xử lý bằng nhau trong giao

đoạn tối ưu hóa, các thành phần tần số cao và thấp dễ bị lỗi do điều kiện xấu.

Trong M.R. Bai, G.Y. Shih, C.C. Lee “Comparative study of audio spatializers for dual-loudspeaker mobile phones”, Journal ASA 121(1), 2007, việc phân chia băng phụ được sử dụng để hạ thấp độ phức tạp của thiết kế bộ lọc đảo. Ở cách tiếp cận này, dàn lọc bộ lọc gương cầu phương (quadrature mirror filter, QMF) được sử dụng để triển khai giảm xuyên âm theo cách thức đa tốc độ. Tuy nhiên, tất cả các tần số được xử lý như nhau và phân chia băng phụ chỉ được sử dụng để hạ thấp độ phức tạp. Kết quả là, các giá trị điều chỉnh cao được áp dụng, dẫn đến chất lượng âm thanh và thụ cảm không gian bị hạ thấp.

Trong công bố đơn sáng chế Mỹ số US 2013/0163766 A1, phân tích băng phụ được sử dụng để tối ưu hóa lựa chọn các giá trị điều chỉnh. Do các thành phần tần số cao và thấp sử dụng các giá trị điều chỉnh lớn, chất lượng âm thanh và thụ cảm không gian bị ảnh hưởng bởi cách tiếp cận này.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất khái niệm hiệu dụng để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải.

Mục đích này đạt được bởi các dấu hiệu của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập. Các dạng triển khai khác là rõ ràng từ các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc, phần mô tả và hình vẽ.

Sáng chế dựa vào việc nhận thấy rằng tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải có thể được phân tách thành các băng tần số định trước, trong đó mỗi băng tần số định trước được chọn để tăng độ chính xác của các tín hiệu hai tai liên quan, như các chênh lệch thời gian giữa hai tai (inter-aural time difference,

ITD) và các chênh lệch mức giữa hai tai (inter-aural level difference, ILD), trong mỗi băng tần số định trước và để giảm độ phức tạp.

Mỗi băng tần số định trước có thể được chọn sao cho độ ổn định có thể được tạo và có thể tránh tô màu không cần thiết. Ở các tần số thấp, chẳng hạn dưới 1,6kHz, giảm xuyên âm có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các độ trễ thời gian đơn giản và các độ khuếch đại. Theo cách này, các ITD chính xác có thể được tạo trong khi chất lượng âm thanh cao có thể được giữ. Đối với các tần số giữa, chẳng hạn giữa 1,6kHz và 6kHz, giảm xuyên âm có thể được thực hiện để tái tạo chính xác các ILD giữa các tín hiệu âm thanh. Các thành phần tần số rất thấp, chẳng hạn dưới 200Hz, và các thành phần tần số cao, chẳng hạn trên 6kHz, có thể bị trễ và/hoặc đi vòng để tránh biến dạng điều hoàn và tô màu không mong muốn. Đối với các tần số dưới 1,6kHz, việc cục bộ hóa âm thanh có thể được làm nổi bật bằng các ITD. Trên tần số này, hiệu quả của các ILD có thể tăng một cách có thể hệ thống với tần số, khiến nó thành tín hiệu nổi bật ở các tần số cao.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế liên quan đến thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái và để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải, tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải được truyền trên các tuyến lan truyền âm thanh đến bộ nghe, trong đó các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được định nghĩa bởi ma trận hàm truyền âm thanh, thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm bộ phân tách được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, và để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai,

trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất được phân phối tới băng tần số định trước thứ nhất, và trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai được phân phối tới băng tần số định trước thứ hai, bộ giảm xuyên âm thứ nhất được tạo cấu hình để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trong băng tần số định trước thứ nhất trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, bộ giảm xuyên âm thứ hai được tạo cấu hình để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trong băng tần số định trước thứ hai trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, và bộ gộp được tạo cấu hình để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái, và để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải. Do vậy, khái niệm hiệu dụng để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải được thực hiện.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh có thể thực hiện giảm xuyên âm giữa tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải. Băng tần số định trước thứ nhất có thể bao gồm các thành phần tần số thấp. Băng tần số định trước thứ hai có thể bao gồm các thành phần tần số giữa.

Theo dạng triển khai thứ nhất của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ nhất, tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái được truyền

trên đường truyền âm thanh thứ nhất giữa loa trái và tai trái của bộ nghe và đường lan truyền âm thanh thứ hai giữa loa trái và tai phải của bộ nghe, trong đó tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải được truyền trên đường lan truyền âm thanh thứ ba giữa loa phải và tai phải của bộ nghe và đường lan truyền âm thanh thứ tư giữa loa phải và tai trái của bộ nghe, và trong đó hàm truyền thứ nhất của đường truyền âm thanh thứ nhất, hàm truyền thứ hai của đường lan truyền âm thanh thứ hai, hàm truyền thứ ba của đường lan truyền âm thanh thứ ba, và hàm truyền thứ tư của đường lan truyền âm thanh thứ tư tạo ma trận hàm truyền âm thanh. Do vậy, ma trận hàm truyền âm thanh được tạo trên cơ sở của việc bố trí loa trái và loa phải với bộ nghe.

Theo dạng triển khai thứ hai của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ nhất thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, bộ giảm xuyên âm thứ nhất được tạo cấu hình để xác định ma trận giảm xuyên âm thứ nhất trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh, và để lọc tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trên cơ sở của ma trận giảm xuyên âm thứ nhất. Do vậy, giảm xuyên âm bởi bộ giảm xuyên âm thứ nhất được thực hiện một cách hiệu quả.

Theo dạng triển khai thứ ba của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo dạng triển khai thứ hai của khía cạnh thứ nhất, các phần tử của ma trận giảm xuyên âm thứ nhất chỉ báo các độ khuếch đại và các độ trễ thời gian được liên kết với tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất, trong đó các độ khuếch đại và các độ trễ thời gian là không đổi trong băng tần số định trước thứ nhất. Do vậy, các ITD có thể được hiển thị một cách hiệu quả.

Theo dạng triển khai thứ tư của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo dạng triển khai thứ ba của khía cạnh thứ nhất, bộ giảm xuyên âm thứ nhất

được tạo cấu hình để xác định ma trận giảm xuyên âm thứ nhất theo các phương trình sau:

$$C_{S1} = \begin{bmatrix} A_{11}Z^{-d_{11}} & A_{12}Z^{-d_{12}} \\ A_{21}Z^{-d_{21}} & A_{22}Z^{-d_{22}} \end{bmatrix}$$

$$A_{ij} = \max\{|C_{ij}|\} \cdot \text{sign}(C_{ij\max})$$

$$C = (H^H H + \beta(\omega)I)^{-1} H^H e^{-j\omega M}$$

trong đó C_{S1} ký hiệu ma trận giảm xuyên âm thứ nhất, A_{ij} ký hiệu các độ khuếch đại, d_{ij} ký hiệu các độ trễ thời gian, C ký hiệu ma trận giảm xuyên âm chung, C_{ij} ký hiệu các phần tử của ma trận giảm xuyên âm chung, $C_{ij\max}$ ký hiệu giá trị lớn nhất của các phần tử C_{ij} của ma trận giảm xuyên âm chung, H ký hiệu ma trận hàm truyền âm thanh, I ký hiệu ma trận đơn vị, β ký hiệu hệ số chuẩn hóa, M ký hiệu độ trễ mô hình hóa, và ω ký hiệu tần số góc. Do vậy, ma trận giảm xuyên âm thứ nhất được xác định trên cơ sở của cách tiếp cận giảm xuyên âm bình phương tối thiểu có các độ khuếch đại không đổi và các độ trễ thời gian trong băng tần số định trước thứ nhất.

Theo dạng triển khai thứ năm của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ nhất thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, bộ giảm xuyên âm thứ hai được tạo cấu hình để xác định ma trận giảm xuyên âm thứ hai trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh, và để lọc tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trên cơ sở của ma trận giảm xuyên âm thứ hai. Do vậy, giảm xuyên âm bởi bộ giảm xuyên âm thứ hai được thực hiện một cách hiệu quả.

Theo dạng triển khai thứ sáu của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo dạng triển khai thứ năm của khía cạnh thứ nhất, bộ giảm xuyên âm thứ hai được tạo cấu hình để xác định ma trận giảm xuyên âm thứ hai theo phương trình sau:

$$C_{s2} = BP(H^H H + \beta(\omega)I)^{-1} H^H e^{-j\omega M}$$

trong đó C_{s2} ký hiệu ma trận giảm xuyên âm thứ hai, H ký hiệu ma trận hàm truyền âm thanh, I ký hiệu ma trận đơn vị, BP ký hiệu bộ lọc thông dải, β ký hiệu hệ số chuẩn hóa, M ký hiệu độ trễ mô hình hóa, và ω ký hiệu tần số góc. Do vậy, ma trận giảm xuyên âm thứ hai được xác định trên cơ sở của cách tiếp cận giảm xuyên âm bình phương tối thiểu. Việc lọc thông dải có thể được thực hiện trong băng tần số định trước thứ hai.

Theo dạng triển khai thứ bảy của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ nhất thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm bộ trễ được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi độ trễ thời gian để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi trễ thời gian khác để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba, trong đó bộ phân tách được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba, và để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba được phân phối tới băng tần số định trước thứ ba, và trong đó bộ gộp được tạo cấu hình để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái, và để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra

kênh bên phải thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải. do vậy, việc đi vòng trong băng tần số định trước thứ ba được thực hiện. Băng tần số định trước thứ ba có thể bao gồm các thành phần tần số rất thấp.

Theo dạng triển khai thứ tám của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo dạng triển khai thứ bảy của khía cạnh thứ nhất, thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm bộ trễ khác được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian khác để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư, trong đó bộ phân tách được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư, và để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư được phân phối tới băng tần số định trước thứ tư, và trong đó bộ gộp được tạo cấu hình để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái, và để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ

tư để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải. Do vậy, việc đi vòng trong băng tần số định trước thứ tư được thực hiện. Băng tần số định trước thứ tư có thể bao gồm các thành phần tần số cao.

Theo dạng triển khai thứ chín của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ nhất thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, bộ phân tách là mạng giao cắt âm thanh. Do vậy, việc phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải được thực hiện một cách hiệu quả.

Mạng giao cắt âm thanh có thể là mạng giao cắt âm thanh tương tự hoặc mạng giao cắt âm thanh số. Việc phân tách có thể được thực hiện trên cơ sở lọc thông dải tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải.

Theo dạng triển khai thứ mười của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ nhất thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, bộ gộp được tạo cấu hình để thêm tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái, và để thêm tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải. Do vậy, việc chồng chập bởi bộ gộp được thực hiện một cách hiệu quả.

Bộ gộp có thể còn được tạo cấu hình để thêm tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba và/hoặc tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư vào tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái. Bộ gộp có thể còn được tạo cấu hình để thêm tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba và/hoặc tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư vào tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh

bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải.

Theo dạng triển khai thứ mười một của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ nhất thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái trước của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải trước của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh, hoặc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái sau của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải sau của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh. Do vậy, tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh có thể được xử lý bởi thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh một cách hiệu quả.

Bộ giảm xuyên âm thứ nhất và/hoặc bộ giảm xuyên âm thứ hai có thể xem xét việc bố trí các loa ảo với bộ nghe sử dụng cách tiếp cận giảm xuyên âm bình phương nhỏ nhất cải biến.

Theo dạng triển khai thứ mười hai của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo dạng triển khai thứ mười một của khía cạnh thứ nhất, tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh bao gồm tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa, trong đó bộ gộp được tạo cấu hình để gộp tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái, và để gộp tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải. Do vậy, kết hợp với tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa không cải tiến được thực hiện một cách hiệu quả.

Tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa có thể còn được kết hợp với tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba, và/hoặc tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư.

Theo dạng triển khai thứ mười ba của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ nhất thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ nhất, thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ ma trận hàm truyền âm thanh, và để tạo ma trận hàm truyền âm thanh cho bộ giảm xuyên âm thứ nhất và bộ giảm xuyên âm thứ hai. Do vậy, ma trận hàm truyền âm thanh có thể được tạo một cách hiệu quả.

Ma trận hàm truyền âm thanh có thể được xác định dựa vào các phép đo, các hàm truyền liên quan đầu tổng quát, hoặc mô hình hàm truyền liên quan đến đầu.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế liên quan đến phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái và để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải, tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải được truyền trên các tuyến lan truyền âm thanh đến bộ nghe, trong đó các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được định nghĩa bởi ma trận hàm truyền âm thanh, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm phân tách, bởi bộ phân tách, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, phân tách, bởi bộ phân tách, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất được phân

phối tới băng tần số định trước thứ nhất, và trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai được phân phối tới băng tần số định trước thứ hai, giảm xuyên âm, bởi bộ giảm xuyên âm thứ nhất, giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trong băng tần số định trước thứ nhất trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, giảm xuyên âm, bởi bộ giảm xuyên âm thứ hai, giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trong băng tần số định trước thứ hai trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, kết hợp, bởi bộ gộp, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái, và kết hợp, bởi bộ gộp, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải. Do vậy, khái niệm hiệu dụng để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải được thực hiện.

Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh có thể được thực hiện bởi thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh. Các dấu hiệu khác của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh thu được trực tiếp từ chức năng của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh.

Theo dạng triển khai thứ nhất của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ hai, tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái được truyền trên đường truyền âm thanh thứ nhất giữa loa trái và tai trái của bộ nghe và đường lan truyền âm thanh thứ hai giữa loa trái và tai phải của bộ nghe, trong đó tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải được truyền trên

đường lan truyền âm thanh thứ ba giữa loa phải và tai phải của bộ nghe và đường lan truyền âm thanh thứ tư giữa loa phải và tai trái của bộ nghe, và trong đó hàm truyền thứ nhất của đường truyền âm thanh thứ nhất, hàm truyền thứ hai của đường lan truyền âm thanh thứ hai, hàm truyền thứ ba của đường lan truyền âm thanh thứ ba, và hàm truyền thứ tư của đường lan truyền âm thanh thứ tư tạo ma trận hàm truyền âm thanh. Do vậy, ma trận hàm truyền âm thanh được bố trí trên cơ sở của việc bố trí loa trái và loa phải với bộ nghe.

Theo dạng triển khai thứ hai của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ hai thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ hai, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm xác định, bởi bộ giảm xuyên âm thứ nhất, ma trận giảm xuyên âm thứ nhất trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh, và lọc, bởi bộ giảm xuyên âm thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trên cơ sở của ma trận giảm xuyên âm thứ nhất. Do vậy, giảm xuyên âm bởi bộ giảm xuyên âm thứ nhất được thực hiện một cách hiệu quả.

Theo dạng triển khai thứ ba của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo dạng triển khai thứ hai của khía cạnh thứ hai, các phần tử của ma trận giảm xuyên âm thứ nhất chỉ báo các độ khuếch đại và các độ trễ thời gian được liên kết với tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất, trong đó các độ khuếch đại và các độ trễ thời gian là không đổi trong băng tần số định trước thứ nhất. Do vậy, các ITD có thể được thể hiện một cách hiệu quả.

Theo dạng triển khai thứ tư của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo dạng triển khai thứ ba của khía cạnh thứ hai, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm xác định, bởi bộ giảm xuyên âm thứ nhất, ma trận giảm xuyên âm thứ nhất theo các phương trình sau:

$$C_{S1} = \begin{bmatrix} A_{11}Z^{-d_{11}} & A_{12}Z^{-d_{12}} \\ A_{21}Z^{-d_{21}} & A_{22}Z^{-d_{22}} \end{bmatrix}$$

$$A_{ij} = \max\{|C_{ij}|\} \cdot \text{sign}(C_{ij\max})$$

$$C = (H^H H + \beta(\omega)I)^{-1} H^H e^{-j\omega M}$$

trong đó C_{S1} ký hiệu ma trận giảm xuyên âm thứ nhất, A_{ij} ký hiệu các độ khuếch đại, d_{ij} ký hiệu các độ trễ thời gian, C ký hiệu ma trận giảm xuyên âm chung, C_{ij} ký hiệu các phần tử của ma trận giảm xuyên âm chung, $C_{ij\max}$ ký hiệu giá trị lớn nhất của các phần tử C_{ij} của ma trận giảm xuyên âm chung, H ký hiệu ma trận hàm truyền âm thanh, I ký hiệu ma trận đơn vị, β ký hiệu hệ số chuẩn hóa, M ký hiệu độ trễ mô hình hóa, và ω ký hiệu tần số góc. Do vậy, ma trận giảm xuyên âm thứ nhất được xác định trên cơ sở của cách tiếp cận giảm xuyên âm bình phương tối thiểu có các độ khuếch đại không đổi và các độ trễ thời gian trong băng tần số định trước thứ nhất.

Theo dạng triển khai thứ năm của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ hai thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ hai, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm xác định, bởi bộ giảm xuyên âm thứ hai, ma trận giảm xuyên âm thứ hai trên cơ sở của ma trận hàm truyền âm thanh, và lọc, bởi bộ giảm xuyên âm thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trên cơ sở của ma trận giảm xuyên âm thứ hai. Do vậy, giảm xuyên âm bởi bộ giảm xuyên âm thứ hai được thực hiện một cách hiệu quả.

Theo dạng triển khai thứ sáu của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo dạng triển khai thứ năm của khía cạnh thứ hai, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm xác định, bởi bộ giảm xuyên âm thứ hai, ma trận giảm xuyên âm thứ hai theo phương trình sau:

$$C_{S2} = BP(H^H H + \beta(\omega)I)^{-1} H^H e^{-j\omega M}$$

trong đó C_{S2} ký hiệu ma trận giảm xuyên âm thứ hai, H ký hiệu ma trận hàm truyền âm thanh, I ký hiệu ma trận đơn vị, BP ký hiệu bộ lọc thông dải, β ký hiệu hệ số chuẩn hóa, M ký hiệu độ trễ mô hình hóa, và ω ký hiệu tần số góc. Do vậy, ma trận giảm xuyên âm thứ hai được xác định trên cơ sở của cách tiếp cận giảm xuyên âm bình phương tối thiểu. Lọc thông dải có thể được thực hiện trong băng tần số định trước thứ hai.

Theo dạng triển khai thứ bảy của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ hai thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ hai, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm làm trễ, bởi bộ trễ, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi độ trễ thời gian để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, làm trễ, bởi bộ trễ, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi trễ thời gian khác để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba, phân tách, bởi bộ phân tách, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba, phân tách, bởi bộ phân tách, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba được phân phối tới băng tần số định trước thứ ba, kết hợp, bởi bộ gộp, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái, và kết hợp, bởi bộ gộp, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba để có tín hiệu âm thanh đầu ra

kênh bên phải. Do vậy, đi vòng trong băng tần số định trước thứ ba được thực hiện. Băng tần số định trước thứ ba có thể bao gồm các thành phần tần số rất thấp.

Theo dạng triển khai thứ tám của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo dạng triển khai thứ bảy của khía cạnh thứ hai, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm làm trễ, bởi bộ trễ khác, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư, làm trễ, bởi bộ trễ khác, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian khác để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư, phân tách, bởi bộ phân tách, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư, phân tách, bởi bộ phân tách, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư được phân phối tới băng tần số định trước thứ tư, kết hợp, bởi bộ gộp, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái, và kết hợp, bởi bộ gộp, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải. Do vậy, đi vòng trong băng tần số

định trước thứ tư được thực hiện. Bảng tần số định trước thứ tư có thể bao gồm các thành phần tần số cao.

Theo dạng triển khai thứ chín của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ hai thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ hai, bộ phân tách là mạng giao cắt âm thanh. Do vậy, việc phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải được thực hiện một cách hiệu quả.

Theo dạng triển khai thứ mười của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ hai thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ hai, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm bước thêm, bởi bộ gộp, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái, và thêm, bởi bộ gộp, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải. Do vậy, việc chồng chập bởi bộ gộp được thực hiện một cách hiệu quả.

Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh có thể còn bao gồm việc thêm, bởi bộ gộp, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba và/hoặc tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư vào tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái. Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh có thể còn bao gồm việc thêm, bởi bộ gộp, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba và/hoặc tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư vào tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải.

Theo dạng triển khai thứ mười một của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ hai thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ hai, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái được

tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái trước của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải trước của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh, hoặc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái sau của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải sau của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh. Do vậy, tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh có thể được xử lý bởi phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh một cách hiệu quả.

Theo dạng triển khai thứ mười hai của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo dạng triển khai thứ mười một của khía cạnh thứ hai, tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh bao gồm tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa, trong đó phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh còn bao gồm kết hợp, bởi bộ gộp, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái, và kết hợp, bởi bộ gộp, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải. Do vậy, kết hợp với tín hiệu âm thanh đầu vào kênh không được cải biến giữa được thực hiện một cách hiệu quả.

Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh có thể còn bao gồm kết hợp, bởi bộ gộp, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa với tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba, và/hoặc tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư.

Theo dạng triển khai thứ mười ba của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh theo khía cạnh thứ hai thực tế hoặc dạng triển khai đứng trước bất kỳ của khía cạnh thứ hai, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh còn bao

gồm lưu trữ, bởi bộ nhớ, ma trận hàm truyền âm thanh, và tạo, bởi bộ nhớ, ma trận hàm truyền âm thanh với bộ giảm xuyên âm thứ nhất và bộ giảm xuyên âm thứ hai. Do vậy, ma trận hàm truyền âm thanh có thể được tạo một cách hiệu quả.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề cập đến chương trình máy tính bao gồm mã chương trình để thực hiện phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh khi được thực thi trên máy tính. Do vậy, phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh có thể được thực hiện theo cách thức tự động và lặp lại. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh có thể được bố trí lập trình được để thực hiện chương trình máy tính.

Sáng chế có thể được triển khai ở phần cứng và/hoặc phần mềm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án thực hiện sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ sau, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải theo phương án thực hiện;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải theo phương án thực hiện;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của tình huống giảm xuyên âm chung bao gồm loa trái, loa phải, và bộ nghe;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của tình huống giảm xuyên âm chung bao gồm loa trái, và loa phải;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải theo phương án thực hiện;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của bộ trễ chung để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư theo phương án thực hiện;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của bộ giảm xuyên âm thứ nhất để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất theo phương án thực hiện;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải theo phương án thực hiện;

Fig.9 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải theo phương án thực hiện;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện sơ đồ phân phối các tần số đến các băng tần số định trước theo phương án thực hiện; và

Fig.11 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của đáp ứng tần số của mạng giao cắt âm thanh theo phương án thực hiện.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 theo phương án thực hiện. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 được làm thích ứng để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 và để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 .

Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 được truyền trên các tuyến lan truyền âm thanh đến bộ nghe, trong đó các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được

định nghĩa bởi ma trận hàm truyền âm thanh (acoustic transfer function, ATF) H.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 bao gồm bộ phân tách 101 được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, và để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất được phân phối tới băng tần số định trước thứ nhất, và trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai được phân phối tới băng tần số định trước thứ hai, bộ giảm xuyên âm thứ nhất 103 được tạo cấu hình để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trong băng tần số định trước thứ nhất dựa trên ma trận ATF H để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, bộ giảm xuyên âm thứ hai 105 được tạo cấu hình để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trong băng tần số định trước thứ hai dựa trên ma trận ATF H để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, và bộ gộp 107 được tạo cấu hình để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 , và để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 .

Fig.2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh 200 theo phương án thực hiện. Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh 200 được làm thích ứng để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 và để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 .

Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 được truyền trên các tuyến lan truyền âm thanh đến bộ nghe, trong đó các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được định nghĩa bởi ma trận ATF H.

Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh 200 bao gồm phân tách 201 tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, phân tách 203 tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất được phân phối tới băng tần số định trước thứ nhất, và trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai được phân phối tới băng tần số định trước thứ hai, giảm 205 xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trong băng tần số định trước thứ nhất dựa trên ma trận ATF H để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, giảm 207 xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trong băng tần số định trước thứ hai dựa trên ma trận ATF H để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, kết hợp 209 tín

hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 , và kết hợp 211 tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 .

Chuyên gia trong lĩnh vực hiểu rằng các bước trên có thể được thực hiện nối tiếp, song song, hoặc tổ hợp. Chẳng hạn, các bước 201 và 203 có thể được thực hiện song song với nhau và nối tiếp so với các bước 205 và 207 riêng rẽ.

Dưới đây, các dạng triển khai khác và các phương án thực hiện thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 và phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh 200 được mô tả.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 và phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh 200 có thể được áp dụng giảm xuyên âm tối ưu hóa thụ cảm sử dụng phân tích băng phụ.

Khái niệm liên quan đến lĩnh vực xử lý tín hiệu âm thanh, cụ thể là đến việc xử lý tín hiệu âm thanh sử dụng ít nhất hai loa hoặc các bộ biến đổi để tạo không gian tăng cường (chẳng hạn, mở rộng stereo) hoặc hiệu ứng âm thanh vòm ảo cho bộ nghe.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của tình huống giảm xuyên âm chung. Sơ đồ minh họa mô hình giảm xuyên âm tổng quát hoặc triệt tiêu xuyên âm. Trong tình huống này, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái D_1 được lọc để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 , và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải D_2 được lọc để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 trên cơ sở của các phần tử C_{ij} .

Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 sẽ được truyền qua loa trái 303 trên các tuyến lan truyền âm thanh trên bộ nghe 301, và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 sẽ được truyền qua loa phải 305 trên các

tuyến lan truyền âm thanh đến bộ nghe 301. Các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được định nghĩa bởi ma trận ATF H.

Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 được truyền trên đường truyền âm thanh thứ nhất giữa loa trái 303 và tai trái của bộ nghe 301 và đường lan truyền âm thanh thứ hai giữa loa trái 303 và tai phải của bộ nghe 301. Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 được truyền trên đường lan truyền âm thanh thứ ba giữa loa phải 305 và tai phải của bộ nghe 301 và đường lan truyền âm thanh thứ tư giữa loa phải 305 và tai trái của bộ nghe 301. Hàm truyền thứ nhất H_{L1} của đường truyền âm thanh thứ nhất, hàm truyền thứ hai H_{R1} của đường lan truyền âm thanh thứ hai, hàm truyền thứ ba H_{R2} của đường lan truyền âm thanh thứ ba, và hàm truyền thứ tư H_{L2} của đường lan truyền âm thanh thứ tư tạo ma trận ATF H. Bộ nghe 301 thụ cảm tín hiệu âm thanh tai trái V_L ở tai trái, và tín hiệu âm thanh tai phải V_R ở tai phải.

Khi tái tạo chẳng hạn các tín hiệu âm thanh hai tai qua các loa 303, 305, các tín hiệu âm thanh sẽ được nghe ở một tai của bộ nghe 301 còn được nghe ở tai còn lại. Hiệu ứng này được ký hiệu là xuyên âm và có thể giảm nó bằng cách, chẳng hạn, thêm bộ lọc đảo vào chuỗi tái tạo. Các kỹ thuật này còn được gọi là triệt tiêu xuyên âm.

Có thể đạt được giảm xuyên âm lý tưởng nếu các tín hiệu âm thanh ở các tai V_i giống như các tín hiệu âm thanh đầu vào D_i , tức là,

$$\underbrace{\begin{bmatrix} H_{L1} & H_{L2} \\ H_{R1} & H_{R2} \end{bmatrix}}_H \cdot \underbrace{\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix}}_C \approx \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}}_I \quad (1)$$

trong đó H ký hiệu ma trận ATF bao gồm các hàm truyền từ các loa 303, 305 đến các tai của bộ nghe 301, C ký hiệu ma trận bộ lọc giảm xuyên âm bao gồm các bộ lọc giảm xuyên âm, và I ký hiệu ma trận đơn vị.

Giải pháp chính xác thường không tồn tại và các bộ lọc đảo chiều tối ưu có thể được thấy bằng cách giảm tối đa hàm chi phí dựa trên phương trình (1). Kết quả tối ưu hóa giảm xuyên âm đặc trưng sử dụng xấp xỉ bình phương nhỏ nhất là:

$$C = (H^H H + \beta(\omega)I)^{-1} H^H e^{-j\omega M} \quad (2)$$

trong đó β ký hiệu hệ số chuẩn hóa, và M ký hiệu trễ mô hình hóa. Hệ số chuẩn hóa thường được sử dụng để đạt sự ổn định và để ép buộc độ khuếch đại của các bộ lọc. Hệ số chuẩn hóa càng lớn, độ khuếch đại bộ lọc càng nhỏ, nhưng mất đi độ chính xác tái tạo và chất lượng âm thanh. Hệ số chuẩn hóa có thể được gọi là nhiễu phụ gia kiểm soát, được đưa vào để đạt sự ổn định.

Do điều kiện xấu của hệ phương trình có thể biến đổi theo tần số, hệ số này có thể được thiết kế phụ thuộc tần số. Chẳng hạn, ở các tần số thấp, chẳng hạn dưới 1000Hz tùy thuộc vào góc mở của các loa 303, 305, độ khuếch đại của các bộ lọc thu được có thể khá lớn. Do vậy, có thể có tổn hao vốn có của khoảng động và các giá trị điều chỉnh lớn có thể được tận dụng để tránh điều khiển quá mức các loa 303, 305. Ở các tần số cao, chẳng hạn phía trên 6000Hz, đường lan truyền âm thanh giữa các loa 303, 305 và tai có thể biểu diễn các đỉnh và đáy có thể là đặc trưng của HRTF (các hàm truyền liên quan đến đầu). Các đáy này có thể được đảo thành các đỉnh lớn, có thể dẫn đến việc tô màu không mong muốn, các thành phần lạ đồ chuông và méo. Ngoài ra, các khác biệt giữa các HRTF có thể trở nên lớn, gây khó khăn trong việc đảo hệ phương trình đúng mà không gây lỗi.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của tình huống giảm xuyên âm chung. Sơ đồ này minh họa phương tiện giảm xuyên âm tổng quát hoặc triệt tiêu xuyên âm.

Đề tạo hiệu ứng âm thanh ảo với loa trái 303 và loa phải 305, giảm hoặc triệt tiêu xuyên âm giữa các loa đối bên và các tai cùng bên. Cách

tiếp cận này thường chịu điều kiện xấu, dẫn đến các bộ lọc đảo chiều nhạy lỗi. Các độ khuếch đại bộ lọc lớn còn là kết quả của điều kiện xấu của hệ phương trình và áp dụng điều chỉnh.

Các phương án thực hiện sáng chế áp dụng phương pháp luận thiết kế giảm xuyên âm trong đó các tần số được phân chia thành các băng tần số định trước và nguyên lý thiết kế tối ưu cho mỗi băng tần số định trước được chọn để tăng tối đa độ chính xác của các tín hiệu hai tai liên quan, như các ITD và các ILD, và để giảm tối đa độ phức tạp.

Mỗi băng tần số định trước được tối ưu hóa sao cho đầu ra chống lại lỗi và tránh được tô màu không mong muốn. Ở các tần số thấp, chẳng hạn dưới 1,6kHz, các bộ lọc giảm xuyên âm có thể được tính xấp xỉ để là các độ trễ thời gian và các độ khuếch đại đơn giản. Theo cách này, các ITD chính xác có thể được hiển thị trong khi giữ được chất lượng âm thanh. Đối với các tần số giữa, chẳng hạn, giữa 1,6kHz và 6kHz, giảm xuyên âm được thiết kế để tái tạo các ILD chính xác, chẳng hạn giảm xuyên âm truyền thông, có thể được sử dụng. Các tần số rất thấp, chẳng hạn dưới 200Hz phụ thuộc vào các loa, và các tần số cao, chẳng hạn trên 6kHz, trong đó các khác biệt riêng rẽ trở nên đáng kể, có thể được làm trễ và/hoặc đi vòng để tránh các biến dạng điều hòa và tô màu không mong muốn.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 theo phương án thực hiện. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 được làm thích ứng để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 và để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 .

Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 được truyền trên các tuyến lan truyền âm thanh đến bộ nghe, trong đó các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được định nghĩa bởi ma trận ATF H.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 bao gồm bộ phân tách 101 được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư, và để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất được phân phối tới băng tần số định trước thứ nhất, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai được phân phối tới băng tần số định trước thứ hai, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba được phân phối tới băng tần số định trước thứ ba, và trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư được phân phối tới băng tần số định trước thứ tư. Bộ phân tách 101 có thể là mạng giao cắt âm thanh.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 còn bao gồm bộ giảm xuyên âm thứ nhất 103 được tạo cấu hình để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trong băng tần số định trước thứ nhất dựa trên ma trận ATF H để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, và bộ giảm xuyên âm thứ hai 105 được tạo cấu hình để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trong băng tần số định trước thứ hai dựa trên ma

trận ATF H để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 còn bao gồm bộ trễ chung 501. Bộ trễ chung 501 được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi độ trễ thời gian d_{11} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi trễ thời gian khác d_{22} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba. Bộ trễ chung 501 còn được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian d_{11} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian khác d_{22} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư.

Bộ trễ chung 501 có thể bao gồm bộ trễ được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi trễ thời gian d_{11} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi trễ thời gian khác d_{22} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba. Bộ trễ chung 501 có thể bao gồm bộ trễ khác được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian d_{11} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian khác d_{22} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 còn bao gồm bộ gộp 107 được tạo cấu hình để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu

ra kênh bên trái thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 , và để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 . Tổ hợp này có thể được thực hiện bởi việc thêm.

Các phương án thực hiện sáng chế dựa trên việc thực hiện giảm xuyên âm trong các băng tần số định trước khác nhau và chọn nguyên lý thiết kế tối ưu cho mỗi băng tần số định trước để tăng tối đa độ chính xác của các tín hiệu hai tai liên quan và giảm tối đa độ phức tạp. Việc phân tách tần số có thể đạt được bởi bộ phân tách 101 sử dụng chẳng hạn dàn lọc độ phức tạp thấp và/hoặc mạng giao cắt âm thanh.

Các tần số cắt có thể, chẳng hạn được chọn để so khớp các thuộc tính âm thanh của các loa tái tạo 303, 305 và/hoặc cảm thụ âm thanh của người. Tần số f_0 có thể được thiết lập theo tần số cắt của các loa 303, 305, chẳng hạn từ 200Hz đến 400Hz. Tần số f_1 có thể được thiết lập chẳng hạn nhỏ hơn 1,6kHz, có thể là giới hạn mà ở đó các ITD nổi bật. Tần số f_2 có thể được thiết lập chẳng hạn nhỏ hơn 8kHz. Trên tần số này, các HRTF có thể biến đổi đáng kể giữa các bộ nghe dẫn đến cục bộ hóa âm thanh 3D gây lỗi và tô màu không mong muốn. Do vậy, có thể mong muốn tránh xử lý bất kỳ ở các tần số này để giữ chất lượng âm thanh.

Với cách tiếp cận này, mỗi băng tần số định trước có thể được tối ưu hóa sao cho các tín hiệu hai tai quan trọng có thể được giữ: các ITD ở các tần số thấp, tức là, trong băng phụ S_1 , các ILD ở các tần số giữa, tức là, trong băng phụ S_2 . Tính tự nhiên của âm thanh có thể được lưu giữ ở các tần số rất thấp và các tần số cao, tức là, trong các băng phụ S_0 . Theo cách này, có thể đạt được hiệu ứng âm thanh ảo, trong khi giảm độ phức tạp và tô màu.

Ở các tần số giữa giữa f_1 và f_2 , tức là trong băng phụ S_2 , việc giảm xuyên âm đã biết có thể được sử dụng bởi bộ giảm xuyên âm thứ hai 105 theo:

$$C = (H^H H + \beta(\omega)I)^{-1} H^H e^{-j\omega M} \quad (3)$$

trong đó hệ số chuẩn hóa $\beta(\omega)$ có thể được chọn bằng số rất nhỏ, chẳng hạn $1e-8$, để đạt ổn định. Ma trận giảm xuyên âm thứ hai C_{S2} có thể được xác định trước hết cho toàn bộ khoảng tần số, chẳng hạn từ 20Hz đến 20kHz, và sau đó được lọc thông dải giữa f_1 và f_2 theo:

$$C_{S2} = BP(H^H H + \beta(\omega)I)^{-1} H^H e^{-j\omega M} \quad (4)$$

trong đó BP ký hiệu đáp ứng tần số của bộ lọc thông dải tương ứng.

Đối với các tần số giữa f_1 và f_2 , chẳng hạn giữa 1,6kHz và 8kHz, hệ phương trình có thể được tạo điều kiện khá tốt, nghĩa là có thể sử dụng ít điều chỉnh hơn và do vậy ít tô màu hơn. Trong khoảng tần số này, các ILD có thể nổi bật và có thể được duy trì theo cách này. Sản phẩm phụ giới hạn băng thông có thể là các bộ lọc ngắn hơn có thể thu được, còn giảm độ phức tạp theo cách này.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của bộ trễ chung 501 theo phương án thực hiện. Bộ trễ chung 501 có thể triển khai các trễ thời gian để đi vòng các tần số rất thấp và cao.

Bộ trễ chung 501 được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi độ trễ thời gian d_{11} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi trễ thời gian khác d_{22} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba. Bộ trễ chung 501 còn được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian d_{11} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu

vào kênh bên phải thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian khác d_{22} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư.

Các tần số dưới f_0 và trên f_2 , tức là trong các băng phụ S_0 , có thể bị đi vòng sử dụng các độ trễ thời gian đơn giản. Dưới các tần số cắt của các loa 303, 305, tức là dưới tần số f_0 , có thể không mong muốn thực hiện xử lý bất kỳ. Phía trên tần số f_2 , chẳng hạn 8kHz, các khác biệt riêng rẽ giữa các HRTF có thể khó đảo. Do vậy, không mong muốn giảm xuyên âm trong các băng tần số định trước này. Trễ thời gian đơn giản so khớp trễ thời gian không đổi của các bộ giảm xuyên âm trong đường chéo của ma trận giảm xuyên âm C , tức là, C_{ii} , có thể được sử dụng để tránh tô màu do hiệu ứng lọc răng lược.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của bộ giảm xuyên âm thứ nhất 103 để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất theo phương án thực hiện. Bộ giảm xuyên âm thứ nhất 103 có thể được áp dụng để giảm xuyên âm ở các tần số thấp.

Ở các tần số thấp, chủ yếu dưới 1kHz, có thể sử dụng điều chỉnh lớn để điều khiển độ khuếch đại và tránh điều khiển quá mức các loa 303, 305. Điều này có thể dẫn đến tổn hao khoảng động và hiển thị không gian sai. Do các ITD có thể nổi bật ở các tần số dưới 1,6kHz, có thể mong muốn hiển thị các ITD chính xác trong băng tần số định trước này.

Các phương án thực hiện sáng chế áp dụng phương pháp luận thiết kế lấy xấp xỉ ma trận giảm xuyên âm thứ nhất C_{S1} ở các tần số thấp để triển khai các độ khuếch đại đơn giản và các độ trễ thời gian bằng cách sử dụng chỉ thông tin pha tuyến tính của các đáp ứng giảm xuyên âm theo:

$$C_{S1} = \begin{bmatrix} A_{11}z^{-d_{11}} & A_{12}z^{-d_{12}} \\ A_{21}z^{-d_{21}} & A_{22}z^{-d_{22}} \end{bmatrix} \quad (3)$$

trong đó

$$A_{ij} = \max\{|C_{ij}|\} \cdot \text{sign}(C_{ij\max})$$

ký hiệu độ lớn của giá trị lớn nhất của phần tử giảm xuyên âm toàn dải C_{ij} của ma trận giảm xuyên âm C , chẳng hạn ma trận giảm xuyên âm chung được tính cho toàn bộ khoảng tần số, và d_{ij} ký hiệu độ trễ thời gian không đổi của C_{ij} .

Với cách tiếp cận này, các ITD có thể được tái tạo chính xác trong khi chất lượng âm thanh không thể bị làm hỏng, giả sử các giá trị điều chỉnh lớn trong khoảng này không thể được áp dụng.

Fig. 8 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 theo phương án thực hiện. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 được làm thích ứng để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 và để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 . Sơ đồ này đề cập đến phương án thực hiện hai đầu vào hai đầu ra.

Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 được truyền trên các tuyến lan truyền âm thanh đến bộ nghe, trong đó các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được định nghĩa bởi ma trận ATF H .

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 bao gồm bộ phân tách 101 được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư, và để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất được phân phối tới băng tần số định trước thứ nhất, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ

hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai được phân phối tới băng tần số định trước thứ hai, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba được phân phối tới băng tần số định trước thứ ba, và trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư được phân phối tới băng tần số định trước thứ tư. Bộ phân tách 101 có thể bao gồm mạng giao cắt âm thanh thứ nhất cho tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L, và mạng giao cắt âm thanh thứ hai cho tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 còn bao gồm bộ giảm xuyên âm thứ nhất 103 được tạo cấu hình để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trong băng tần số định trước thứ nhất dựa trên ma trận ATF H để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, và bộ giảm xuyên âm thứ hai 105 được tạo cấu hình để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trong băng tần số định trước thứ hai dựa trên ma trận ATF H để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 còn bao gồm bộ trễ chung 501. Bộ trễ chung 501 được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi độ trễ thời gian d_{11} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi trễ thời gian khác d_{22} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba. Bộ trễ chung 501 còn được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian d_{11} để có tín hiệu phụ âm

thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian khác d_{22} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư. Để dễ minh họa, bộ trễ chung 501 được thể hiện theo cách thức phân tán trên hình vẽ.

Bộ trễ chung 501 có thể bao gồm bộ trễ được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi trễ thời gian d_{11} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi trễ thời gian khác d_{22} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba. Bộ trễ chung 501 có thể bao gồm bộ trễ khác được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian d_{11} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi trễ thời gian khác d_{22} để có tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 còn bao gồm bộ gộp 107 được tạo cấu hình để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 , và để gộp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 . Việc kết hợp có thể được thực hiện bởi phép cộng. Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 được truyền qua loa trái 303. Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 được truyền qua loa phải 305.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 có thể được áp dụng để tái tạo âm thanh hai tai và/hoặc mở rộng stereo. Việc phân tách thành các băng phụ bởi bộ phân tách 101 có thể được thực hiện nhờ xem xét các đặc tính âm thanh của các loa 303, 305.

Việc giảm xuyên âm hoặc triệt tiêu xuyên âm (cross-talk cancellation, XTC) bởi bộ giảm xuyên âm thứ hai 105 ở các tần số giữa có thể tùy thuộc vào góc mở loa giữa các loa 303, 305 và khoảng cách được lấy xấp xỉ đến bộ nghe. Do vậy, các phép đo, các HRTF hoặc mô hình HRTF có thể được sử dụng. Các độ trễ thời gian và các độ khuếch đại của việc giảm xuyên âm bởi bộ giảm xuyên âm thứ nhất 103 ở các tần số thấp có thể thu được từ cách tiếp cận giảm xuyên âm chung trong toàn bộ khoảng tần số.

Các phương án thực hiện sáng chế tận dụng cách giảm xuyên âm ảo, trong đó các ma trận giảm xuyên âm và/hoặc các bộ lọc được tối ưu hóa để mô hình hóa tín hiệu xuyên âm và tín hiệu âm thanh trực tiếp của các loa ảo mong muốn thay vì giảm xuyên âm các loa thực. Tổ hợp sử dụng giảm xuyên âm tần số thấp khác và giảm xuyên âm tần số giữa có thể còn được sử dụng. Chẳng hạn, có thể thu được trễ thời gian và độ khuếch đại cho các tần số thấp từ cách giảm xuyên âm ảo, trong khi ở các tần số giữa có thể áp dụng giảm xuyên âm đã biết hoặc ngược lại.

Fig.9 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 theo phương án thực hiện. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 được làm thích ứng để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 và để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 . Sơ đồ này đề cập đến hệ thống âm thanh vòm ảo để lọc tín hiệu âm thanh đa kênh.

Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 bao gồm hai bộ phân tách 101, bộ giảm xuyên âm thứ nhất 103, hai bộ giảm xuyên âm thứ hai 105, các bộ

trễ chung 501, và bộ gộp 107 có chức năng tương tự như được mô tả cùng với Fig.8. Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 được truyền qua loa trái 303. Tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 được truyền qua loa phải 305.

Ở phần trên của sơ đồ, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái trước của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải trước của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh. Ở phần dưới của sơ đồ, tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái L được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái sau của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải R được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải sau của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh.

Tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh còn bao gồm tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa, trong đó bộ gộp 107 được tạo cấu hình để gộp tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa và các tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái X_1 , và để gộp tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa và các tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải để có tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải X_2 .

Các tần số thấp của tất cả các kênh có thể được trộn xuống và được xử lý bằng bộ giảm xuyên âm thứ nhất 103 ở các tần số thấp, trong đó các độ trễ thời gian và các độ khuếch đại có thể chỉ được áp dụng. Do vậy, chỉ một bộ giảm xuyên âm thứ nhất 103 có thể được sử dụng, còn giảm độ phức tạp.

Các tần số giữa của các kênh trước và sau có thể được xử lý nhờ sử dụng các cách giảm xuyên âm khác nhau để cải thiện trải nghiệm vòm ảo. Tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa có thể không được xử lý để giảm trễ.

Các phương án thực hiện sáng chế sử dụng cách giảm xuyên âm ảo, trong đó các ma trận giảm xuyên âm và/hoặc các bộ lọc được tối ưu hóa để mô hình hóa tín hiệu xuyên âm và tín hiệu âm thanh trực tiếp của các loa ảo mong muốn thay vì giảm xuyên âm các loa thực.

Fig.10 là hình vẽ thể hiện sơ đồ của phân phối các tần số đến các băng tần số định trước theo phương án thực hiện. Việc phân phối có thể được thực hiện bởi bộ phân tách 101. Sơ đồ minh họa phương tiện phân phối tần số tổng quát. S_i ký hiệu các băng phụ khác nhau, trong đó các cách tiếp cận khác nhau có thể được áp dụng trong các băng phụ khác nhau.

Các tần số thấp giữa f_0 và f_1 được phân phối tới băng tần số định trước thứ nhất 1001 tạo băng phụ S_1 . Các tần số giữa giữa f_1 và f_2 được phân phối tới băng tần số định trước thứ hai 1003 tạo băng phụ S_2 . Các tần số rất thấp dưới f_0 được phân phối tới băng tần số định trước thứ ba 1005 tạo băng phụ S_0 . Các tần số cao trên f_2 được phân phối tới băng tần số định trước thứ tư 1007 tạo băng phụ khác S_0 .

Fig.11 là hình vẽ thể hiện sơ đồ đáp ứng tần số của mạng giao cắt âm thanh theo phương án thực hiện. Mạng giao cắt âm thanh có thể bao gồm dàn lọc.

Các tần số thấp giữa f_0 và f_1 được phân phối tới băng tần số định trước thứ nhất 1001 tạo băng phụ S_1 . Các tần số giữa giữa f_1 và f_2 được phân phối tới băng tần số định trước thứ hai 1003 tạo băng phụ S_2 . Các tần số rất thấp below f_0 được phân phối tới băng tần số định trước thứ ba 1005 tạo băng phụ S_0 . Các tần số cao phía trên f_2 được phân phối tới băng tần số định trước thứ tư 1007 tạo băng phụ khác S_0 .

Các phương án thực hiện sáng chế dựa trên phương pháp luận thiết kế cho phép tái tạo chính xác các tín hiệu hai tai trong khi vẫn duy trì chất lượng âm thanh. Do các thành phần tần số thấp được xử lý sử dụng các độ trễ thời gian và các độ khuếch đại đơn giản, có thể tận dụng điều chỉnh ít hơn. Có thể không có tối ưu hóa hệ số chuẩn hóa, còn giảm độ phức tạp

của thiết kế bộ lọc. Do cách tiếp cận băng hẹp, các bộ lọc ngắn hơn được áp dụng.

Cách tiếp cận này có thể dễ dàng được làm thích ứng cho các điều kiện lắng nghe khác nhau, như đối với các tablet, điện thoại thông minh, TV, và nhà hát gia đình. Các tín hiệu hai tai được tái tạo chính xác trong khoảng tần số liên quan. Tức là, các hiệu ứng âm thanh 3D thực có thể đạt được mà không làm hỏng chất lượng âm thanh. Ngoài ra, các bộ lọc mạnh có thể được sử dụng, dẫn đến điểm giữa rộng hơn. Cách tiếp cận này có thể được sử dụng với cấu hình loa bất kỳ, chẳng hạn sử dụng các góc mở khác nhau, các dạng hình học và/hoặc các kích thước loa, và có thể dễ dàng được mở rộng sang nhiều hơn hai kênh âm thanh.

Các phương án thực hiện sáng chế áp dụng giảm xuyên âm trong các băng tần số định trước khác nhau hoặc các băng phụ và chọn nguyên lý thiết kế tối ưu cho mỗi băng tần số định trước hoặc băng phụ để tăng tối đa độ chính xác của các tín hiệu hai tai liên quan và giảm tối đa độ phức tạp.

Các phương án thực hiện sáng chế liên quan đến thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh 100 và phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh 200 để tái tạo âm thanh ảo qua ít nhất hai loa sử dụng phân tách băng phụ dựa trên các tín hiệu cảm giác. Cách này bao gồm giảm xuyên âm tần số thấp áp dụng chỉ trễ thời gian và độ khuếch đại, và giảm xuyên âm tần số giữa sử dụng cách giảm xuyên âm đã biết và/hoặc cách giảm xuyên âm ảo.

Các phương án thực hiện sáng chế được áp dụng trong các trạm âm thanh có ít nhất hai loa như TV, các hệ thống HiFi (độ trung thực cao), các hệ thống rạp chiếu phim, các thiết bị di động như điện thoại thông minh hoặc tablets, hoặc các hệ thống hội nghị từ xa. Các phương án thực hiện sáng chế được triển khai trong các bộ vi mạch bán dẫn.

Các phương án thực hiện sáng chế có thể được triển khai trong chương trình máy tính để chạy trên hệ thống máy tính, ít nhất gồm các

phần mã để thực hiện các bước của phương pháp theo sáng chế khi được chạy trên thiết bị lập trình được, như hệ thống máy tính hoặc kích hoạt thiết bị lập trình được thực hiện các chức năng của thiết bị hoặc hệ thống theo sáng chế.

Chương trình máy tính là danh sách các lệnh như chương trình ứng dụng cụ thể và/hoặc hệ điều hành. Chương trình máy tính có thể chẳng hạn gồm một hoặc nhiều các loại sau: chương trình con, hàm, thủ tục, phương pháp đối tượng, triển khai đối tượng, ứng dụng thực thi được, applet, servlet, mã nguồn, mã đối tượng, thư viện tải động/thư viện chia sẻ và/hoặc chuỗi lệnh khác được thiết kế để thực thi trên hệ thống máy tính.

Chương trình máy tính có thể được lưu trữ trong trên vật lưu trữ máy tính đọc được hoặc được truyền đến hệ thống máy tính qua vật truyền máy tính đọc được. Tất cả hoặc một số chương trình máy tính có thể được bố trí cố định trên vật máy tính đọc được khả biến hoặc bất biến, loại bỏ được hoặc được ghép nối từ xa với hệ thống xử lý thông tin. Vật máy tính đọc được có thể gồm, chẳng hạn và không giới hạn, vật bất kỳ trong số sau: vật lưu trữ từ tính gồm đĩa và vật lưu trữ băng từ; vật lưu trữ quang như CD (chẳng hạn, CD-ROM, CD-R, v.v.) và vật lưu trữ đĩa video số; vật lưu trữ bộ nhớ bất biến gồm các khối bộ nhớ dựa trên chất bán dẫn như bộ nhớ FLASH, EEPROM, EPROM, ROM; các bộ nhớ số sắt từ; MRAM; vật lưu trữ khả biến gồm thanh ghi, bộ đệm hoặc cache, bộ nhớ chính, RAM, v.v.; và vật truyền dữ liệu gồm các mạng máy tính, thiết bị viễn thông điểm tới điểm, và vật truyền sóng mang, v.v..

Tiến trình máy tính chủ yếu gồm chương trình thực thi (chạy) hoặc một phần chương trình, các giá trị chương trình hiện tại và thông tin trạng thái, và các tài nguyên được sử dụng bởi hệ điều hành (OS) để quản lý thực thi tiến trình. OS là phần mềm quản lý chia sẻ tài nguyên máy tính và cung cấp giao diện cho lập trình viên được sử dụng để truy nhập các

tài nguyên đó. OS xử lý dữ liệu hệ thống và đầu vào người dùng, và đáp ứng bằng cách phân phối và quản lý tác vụ và các tài nguyên hệ thống bên trong làm dịch vụ cho người dùng và các chương trình của hệ thống.

Hệ thống máy tính chẳng hạn có thể gồm ít nhất một khối xử lý, bộ nhớ liên kết và số thiết bị vào/ra (input/output, I/O). Khi thực thi chương trình máy tính, hệ thống máy tính xử lý thông tin theo chương trình máy tính và tạo thông tin đầu ra cuối cùng qua các thiết bị I/O.

Các kết nối nêu trên có thể là loại kết nối bất kỳ thích hợp để truyền các tín hiệu từ hoặc đến các nút, các khối hoặc các thiết bị, chẳng hạn qua các thiết bị trung gian. Do đó, trừ khi có chỉ báo khác, các kết nối có thể chẳng hạn là các kết nối trực tiếp hoặc gián tiếp. Các kết nối có thể được minh họa hoặc được mô tả theo chuẩn là kết nối đơn, các kết nối, các kết nối một hướng, hoặc các kết nối hai hướng. Tuy nhiên, các phương án thực hiện khác nhau có thể thay đổi việc triển khai các kết nối. Chẳng hạn, các kết nối đơn hướng riêng rẽ có thể được sử dụng thay vì các kết nối hai hướng và ngược lại. Ngoài ra, các kết nối có thể được thay thế bằng một kết nối truyền nhiều tín hiệu nối tiếp hoặc theo cách ghép kênh thời gian. Tương tự, các kết nối đơn mang nhiều tín hiệu có thể được tách ra thành các kết nối khác nhau mang các tập con của các tín hiệu này. Do vậy, có nhiều tùy chọn để truyền tín hiệu.

Các chuyên gia trong lĩnh vực sẽ ghi nhận rằng các biên giữa các khối logic chỉ là minh họa và rằng các phương án thực hiện khác có thể hợp nhất các khối logic hoặc các phần tử mạch hoặc áp đặt tách luân phiên chức năng trên các khối logic khác nhau hoặc các phần tử mạch. Do vậy, nên hiểu rằng kiến trúc được mô tả ở đây chỉ là ví dụ, và rằng thực tế nhiều kiến trúc khác có thể được triển khai để có cùng chức năng.

Do vậy, việc bố trí các thành phần để có cùng chức năng là “liên kết” hiệu quả sao cho đạt được chức năng mong muốn. Do vậy, hai thành phần bất kỳ ở đây được kết hợp để có chức năng cụ thể có thể được thấy như là

“được liên kết với” nhau sao cho chức năng mong muốn đạt được, bất kể kiến trúc hoặc các thành phần trung gian. Tương tự, hai thành phần bất kỳ được liên kết như vậy có thể còn được xem là “kết nối vận hành”, hoặc “ghép nối vận hành”, với nhau để có chức năng mong muốn.

Ngoài ra, chuyên gia trong lĩnh vực sẽ ghi nhận rằng các biên giữa các hoạt động nêu trên chỉ là ví dụ. Nhiều hoạt động có thể được kết hợp thành một hoạt động, một hoạt động có thể được phân tán thành các hoạt động bổ sung và các hoạt động có thể được thực thi ít nhất trùng lặp một phần về thời gian. Ngoài ra, các phương án thực hiện khác có thể gồm nhiều thực thể hoạt động cụ thể, và thứ tự hoạt động có thể được thay đổi theo các phương án thực hiện khác nhau.

Ngoài ra chẳng hạn, các ví dụ, hoặc các phần của nó, có thể được triển khai dưới dạng các biểu diễn mã hoặc mềm của hệ mạch vật lý hoặc biểu diễn logic có thể biến đổi thành hệ mạch vật lý, như trong ngôn ngữ mô tả phần cứng loại thích hợp bất kỳ.

Ngoài ra, sáng chế không bị giới hạn ở thiết bị vật lý hoặc các khối được triển khai trong phần cứng không lập trình được nhưng có thể còn được áp dụng trong các thiết bị lập trình được hoặc các khối có thể thực hiện các chức năng thiết bị mong muốn bằng cách vận hành cùng với mã chương trình thích hợp, như khung chính, máy tính mini, máy chủ, trạm làm việc, máy tính cá nhân, notepad, hỗ trợ số cá nhân (personal digital assistants, PDA), trò chơi điện tử, ô tô và các hệ nhúng khác, điện thoại tế bào các thiết bị không dây khác, được gọi chung là ‘hệ máy tính’.

Tuy nhiên, các cải biến, biến thể và thay thế khác còn khả thi. Phần mô tả và hình vẽ do đó được xem là minh họa thay vì giới hạn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1) và để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R) để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2), tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1) và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2) để được truyền trên các tuyến lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được định nghĩa bằng ma trận (H) hàm truyền âm thanh (acoustic transfer function, ATF), thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm:

bộ xử lý, và

các môđun có thể thực thi bằng bộ xử lý, trong đó các môđun bao gồm:

bộ phân tách được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, và để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R) thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất được phân phối đến băng tần số định trước thứ nhất, và trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai được phân phối đến băng tần số định trước thứ hai;

bộ giảm xuyên âm thứ nhất được tạo cấu hình để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trong băng tần số định trước thứ nhất dựa trên ma trận ATF (H) để thu được tín hiệu phụ âm thanh đầu ra

kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất;

bộ giảm xuyên âm thứ hai được tạo cấu hình để giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trong băng tần số định trước thứ hai dựa trên ma trận ATF (H) để thu được tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai; và

bộ kết hợp được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1), và để kết hợp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2).

2. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 1, trong đó tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1) để được truyền trên tuyến lan truyền âm thanh thứ nhất giữa loa bên trái và tai bên trái của người nghe và tuyến lan truyền âm thanh thứ hai giữa loa bên trái và tai bên phải của người nghe, trong đó tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2) để được truyền trên tuyến lan truyền âm thanh thứ ba giữa loa bên phải và tai bên phải của người nghe và tuyến lan truyền âm thanh thứ tư giữa loa bên phải và tai bên trái của người nghe, và trong đó hàm truyền thứ nhất (H_{L1}) của tuyến lan truyền âm thanh thứ nhất, hàm truyền thứ hai (H_{R1}) của tuyến lan truyền âm thanh thứ hai, hàm truyền thứ ba (H_{R2}) của tuyến lan truyền âm thanh thứ ba, và hàm truyền thứ tư (H_{L2}) của tuyến lan truyền âm thanh thứ tư tạo thành ma trận ATF (H).

3. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 1, trong đó bộ giảm xuyên âm thứ nhất được tạo cấu hình để xác định ma trận giảm xuyên âm thứ

nhất (C_{S1}) dựa trên ma trận ATF (H), và để lọc tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất dựa trên ma trận giảm xuyên âm thứ nhất (C_{S1}).

4. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 3, trong đó các phần tử của ma trận giảm xuyên âm thứ nhất (C_{S1}) chỉ báo các độ khuếch đại (A_{ij}) và các độ trễ thời gian (d_{ij}) được liên kết với tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất, và trong đó các độ khuếch đại (A_{ij}) và các độ trễ thời gian (d_{ij}) là hằng số trong băng tần số định trước thứ nhất.

5. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 4, trong đó bộ giảm xuyên âm thứ nhất được tạo cấu hình để xác định ma trận giảm xuyên âm thứ nhất (C_{S1}) theo các phương trình sau:

$$C_{S1} = \begin{bmatrix} A_{11}Z^{-d_{11}} & A_{12}Z^{-d_{12}} \\ A_{21}Z^{-d_{21}} & A_{22}Z^{-d_{22}} \end{bmatrix}$$

$$A_{ij} = \max\{|C_{ij}|\} \cdot \text{sign}(C_{ij\max})$$

$$C = (H^H H + \beta(\omega)I)^{-1} H^H e^{-j\omega M}$$

trong đó C_{S1} ký hiệu ma trận giảm xuyên âm thứ nhất, A_{ij} ký hiệu các độ khuếch đại, d_{ij} ký hiệu các độ trễ thời gian, C ký hiệu ma trận giảm xuyên âm tổng quát, C_{ij} ký hiệu các phần tử của ma trận giảm xuyên âm tổng quát, $C_{ij\max}$ ký hiệu giá trị lớn nhất của các phần tử C_{ij} của ma trận giảm xuyên âm tổng quát, i nhận diện hàng của ma trận giảm xuyên âm tổng quát, j nhận diện cột của ma trận giảm xuyên âm tổng quát, H ký hiệu ma trận ATF, I ký hiệu ma trận đơn vị, β ký hiệu hệ số chuẩn hóa, M ký hiệu độ trễ mô hình hóa, và ω ký hiệu tần số góc.

6. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 1, trong đó bộ giảm xuyên âm thứ hai được tạo cấu hình để xác định ma trận giảm xuyên âm thứ hai (C_{S2}) dựa trên ma trận ATF (H), và để lọc tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai dựa trên ma trận giảm xuyên âm thứ hai (C_{S2}).

7. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 6, trong đó bộ giảm xuyên âm thứ hai được tạo cấu hình để xác định ma trận giảm xuyên âm thứ hai (C_{S2}) theo phương trình sau:

$$C_{S2} = BP(H^H H + \beta(\omega)I)^{-1} H^H e^{-j\omega M}$$

trong đó C_{S2} ký hiệu ma trận giảm xuyên âm thứ hai, H ký hiệu ma trận ATF, I ký hiệu ma trận đơn vị, BP ký hiệu bộ lọc thông dải, β ký hiệu hệ số chuẩn hóa, M ký hiệu độ trễ mô hình hóa, và ω ký hiệu tần số góc.

8. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 1, trong đó các môđun còn bao gồm:

bộ làm trễ được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi độ trễ thời gian (d_{11}) để thu được tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba trong băng tần số định trước thứ ba bởi độ trễ thời gian tiếp (d_{22}) để thu được tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba;

trong đó bộ phân tách được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba, và để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R) thành tín hiệu phụ âm thanh đầu

vào kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba được phân phối đến the băng tần số định trước thứ ba; và

trong đó bộ kết hợp được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1), và để kết hợp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2).

9. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 8, trong đó các môđun còn bao gồm:

bộ làm trễ tiếp được tạo cấu hình để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi độ trễ thời gian (d_{11}) để thu được tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư, và để làm trễ tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư trong băng tần số định trước thứ tư bởi độ trễ thời gian tiếp (d_{22}) để thu được tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư;

trong đó bộ phân tách được tạo cấu hình để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư, và để phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R) thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào

kênh bên phải thứ tư, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ tư và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ tư được phân phối đến băng tần số định trước thứ tư; và

trong đó bộ kết hợp được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ tư để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1), và để kết hợp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ ba, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ tư để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2).

10. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 1, trong đó bộ phân tách là mạng phân chia tần số âm thanh.

11. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 1, trong đó bộ kết hợp được tạo cấu hình để cộng tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1), và để cộng tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2).

12. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 1, trong đó tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái đằng trước của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R) được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải đằng trước của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh, hoặc trong đó tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) được tạo bởi

tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái đằng sau của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh và tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R) được tạo bởi tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải đằng sau của tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh.

13. Thiết bị xử lý tín hiệu âm thanh theo điểm 12, trong đó tín hiệu âm thanh đầu vào đa kênh bao gồm tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa, và trong đó bộ kết hợp được tạo cấu hình để kết hợp tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1), và để kết hợp tín hiệu âm thanh đầu vào kênh giữa, tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất, và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2).

14. Phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1) và để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R) để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2), tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1) và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2) để được truyền trên các tuyến lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được định nghĩa bằng ma trận ATF (H), phương pháp xử lý tín hiệu âm thanh bao gồm các bước:

phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, và phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R) thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm

thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất được phân phối đến băng tần số định trước thứ nhất, và trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai được phân phối đến băng tần số định trước thứ hai;

giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trong băng tần số định trước thứ nhất dựa trên ma trận ATF (H) để thu được tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất;

giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trong băng tần số định trước thứ hai dựa trên ma trận ATF (H) để thu được tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai;

kết hợp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1); và

kết hợp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2).

15. Vật lưu trữ máy tính đọc được bất biến có các lệnh bộ xử lý thực thi được được lưu trữ trên đó để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1) và để lọc tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R) để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2), tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1) và tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2) để được truyền trên các tuyến lan truyền âm thanh đến người nghe, trong đó các hàm truyền của các tuyến lan truyền âm thanh được định nghĩa bằng ma trận ATF (H), trong

đó các lệnh bộ xử lý thực thi được, khi được thực thi bằng bộ xử lý, tạo thuận hiện thực hiện các bước sau:

phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên trái (L) thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai, và phân tách tín hiệu âm thanh đầu vào kênh bên phải (R) thành tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai, trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất được phân phối đến băng tần số định trước thứ nhất, và trong đó tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai được phân phối đến băng tần số định trước thứ hai;

giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ nhất trong băng tần số định trước thứ nhất dựa trên ma trận ATF (H) để thu được tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất;

giảm xuyên âm giữa tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu vào kênh bên phải thứ hai trong băng tần số định trước thứ hai dựa trên ma trận ATF (H) để thu được tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai;

kết hợp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên trái thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên trái (X_1); và

kết hợp tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ nhất và tín hiệu phụ âm thanh đầu ra kênh bên phải thứ hai để thu được tín hiệu âm thanh đầu ra kênh bên phải (X_2).

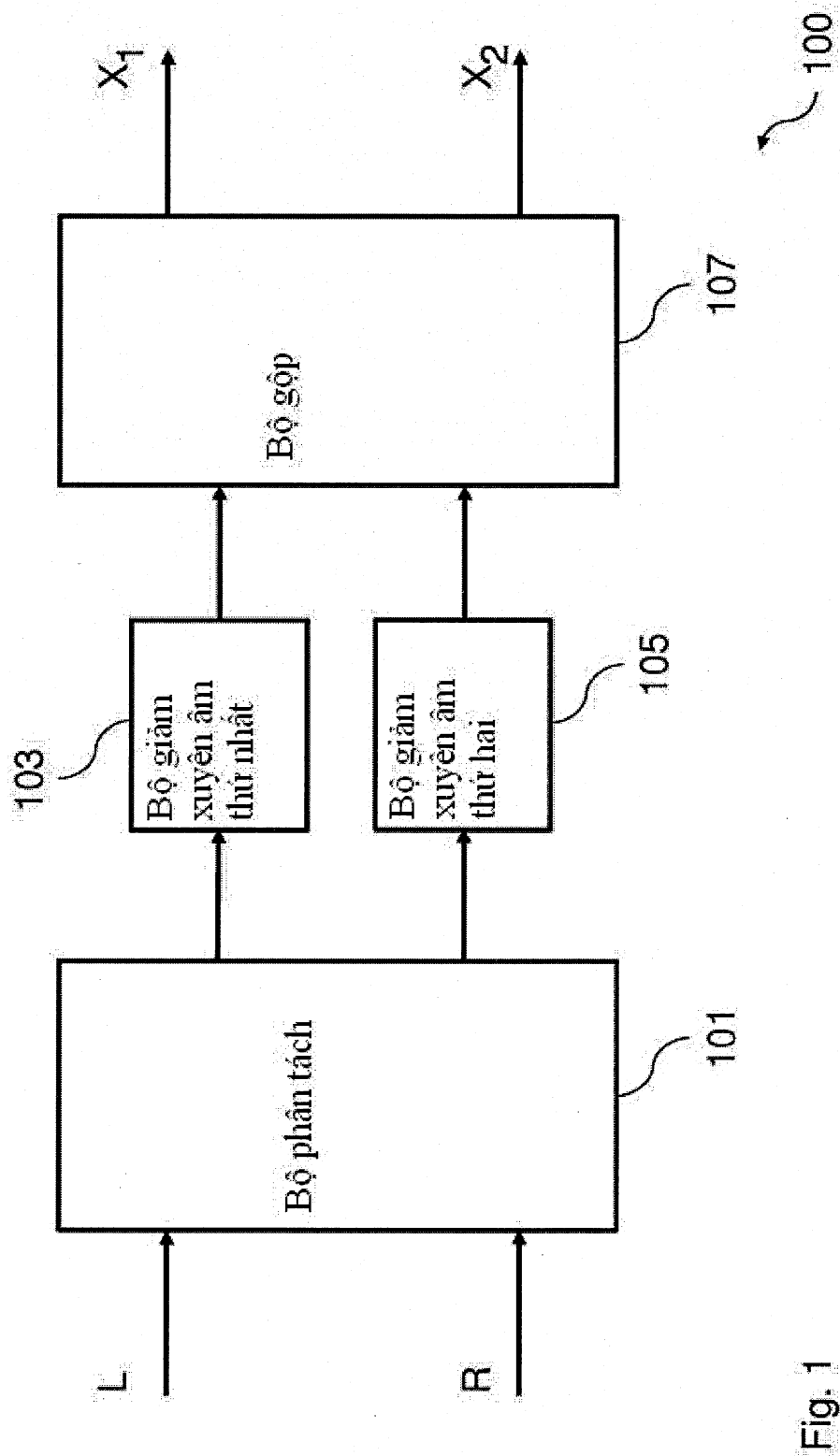


Fig. 1

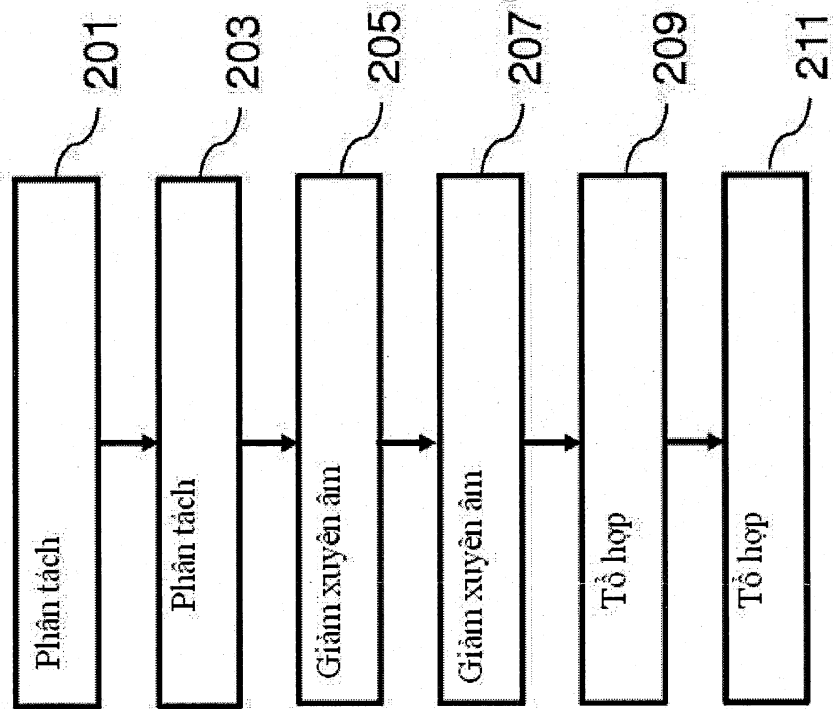


Fig. 2

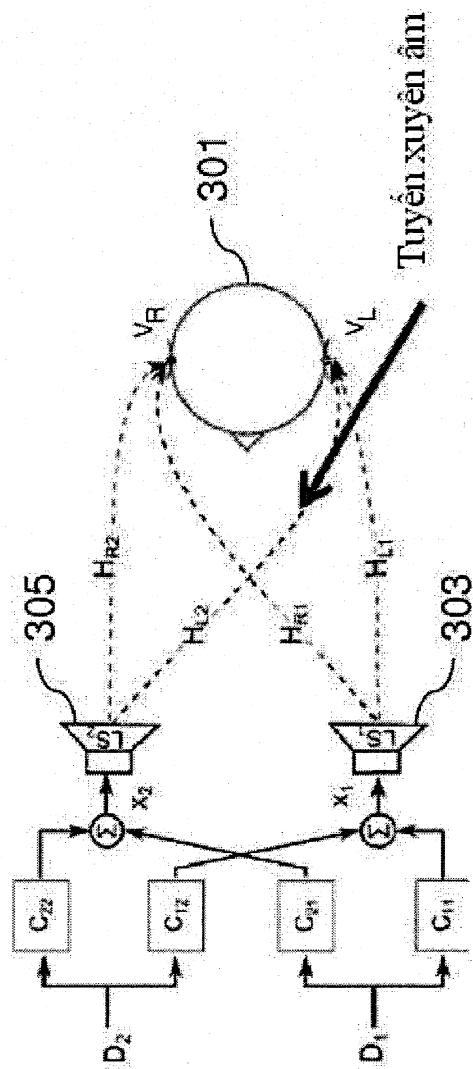


Fig. 3

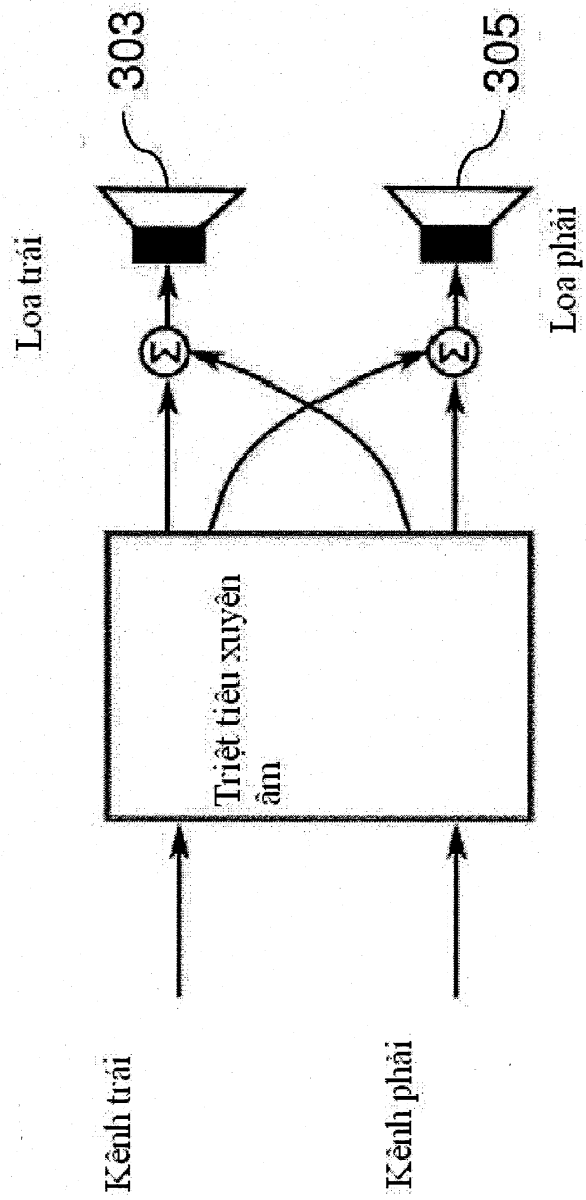


Fig. 4

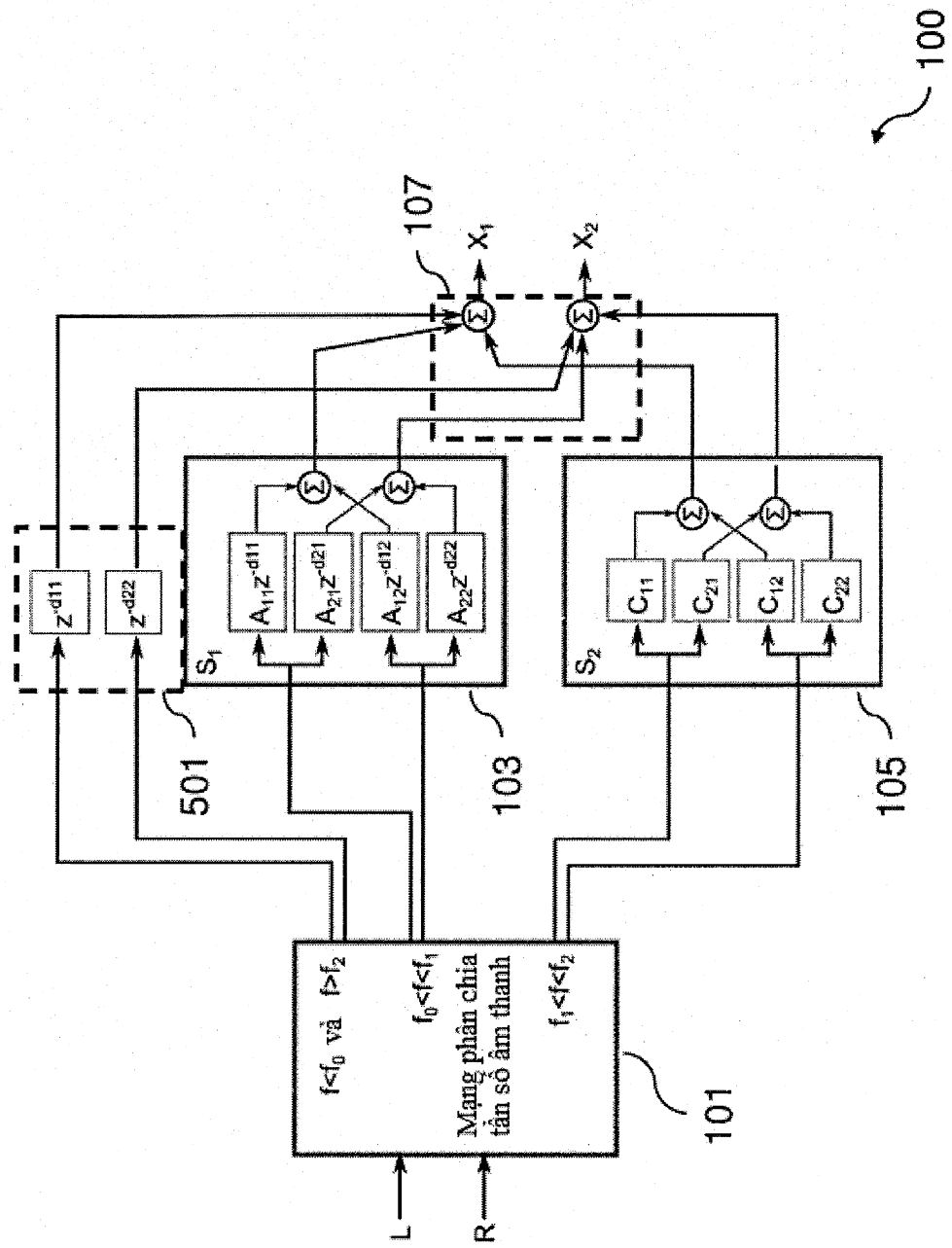


Fig. 5

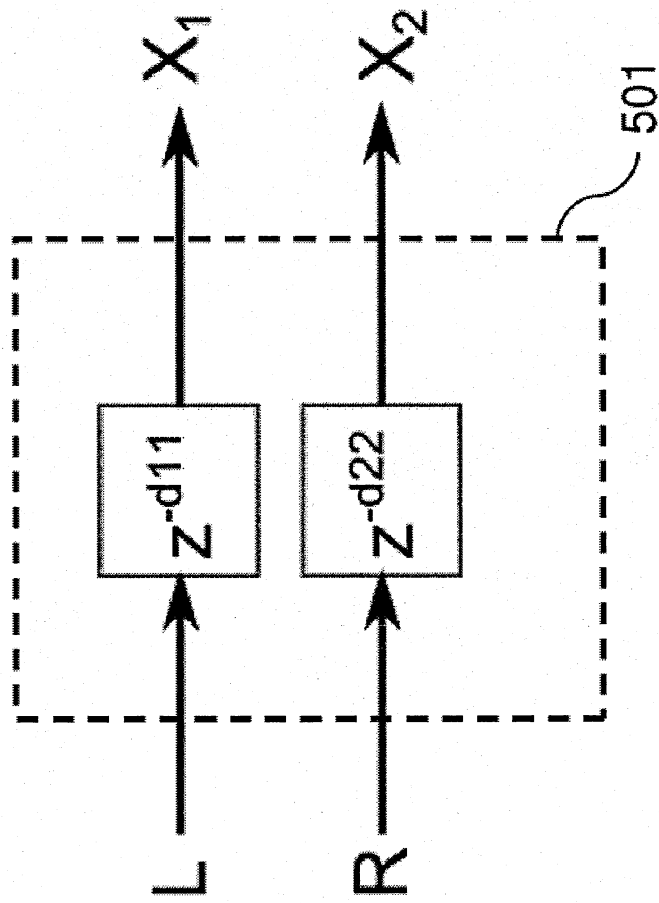


Fig. 6

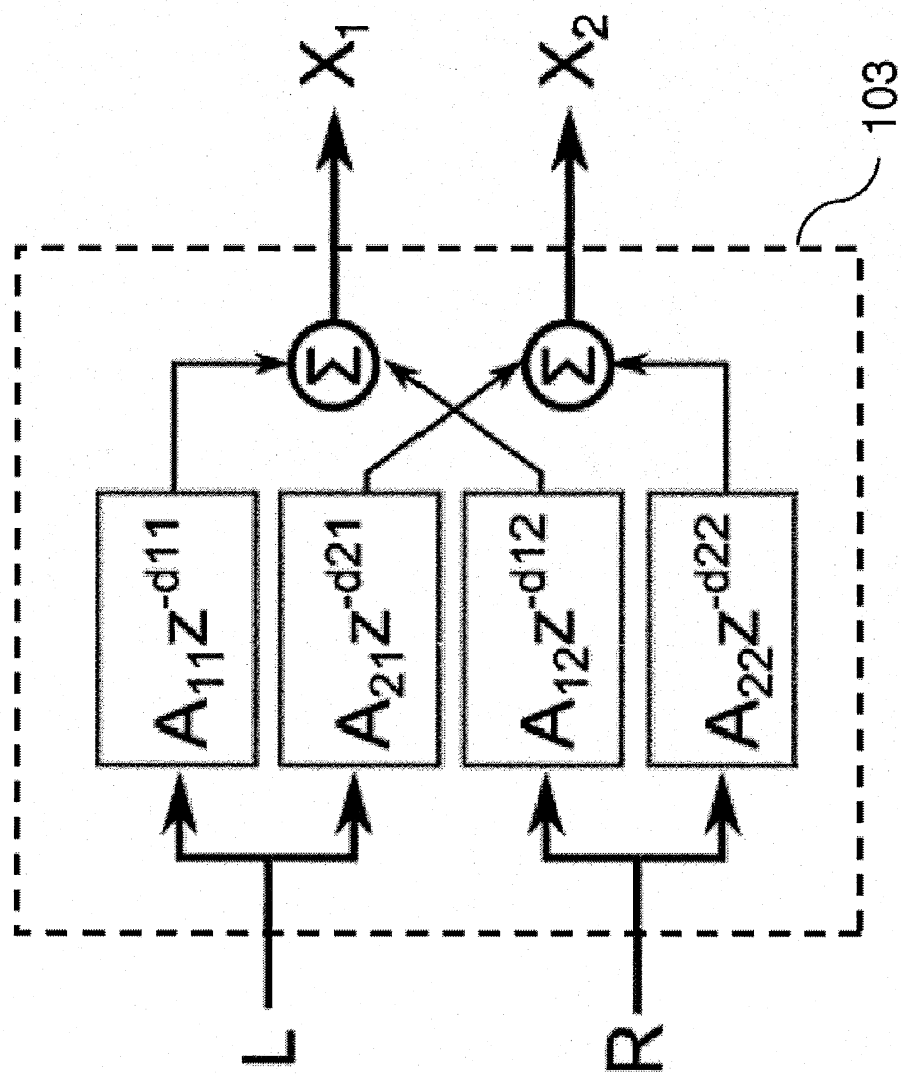


Fig. 7

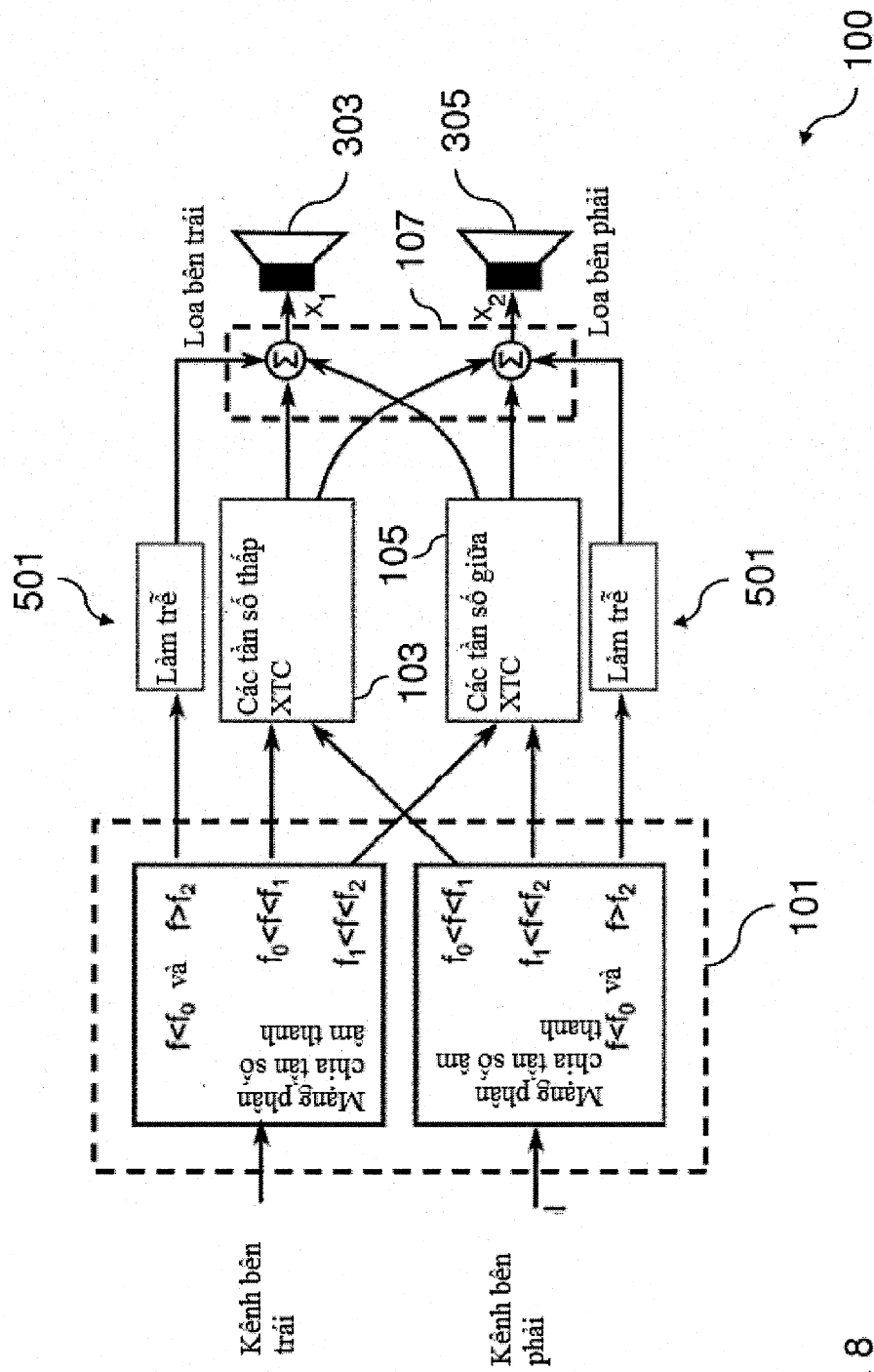


Fig. 8

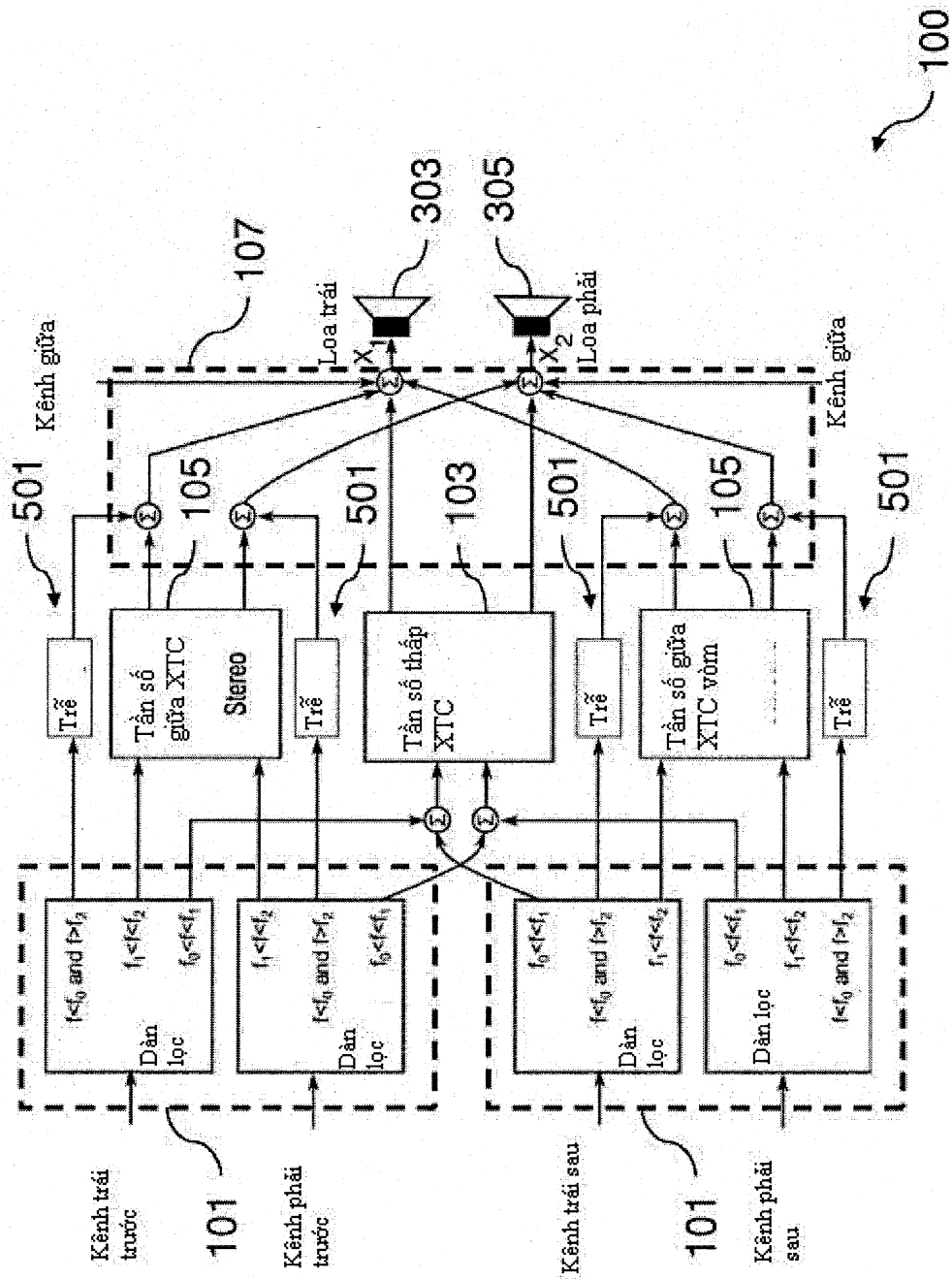


Fig. 9

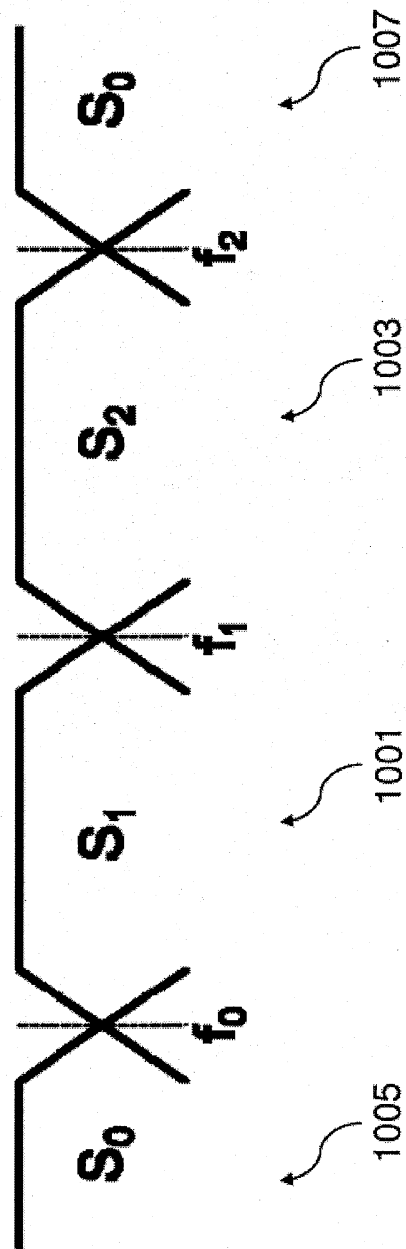


Fig. 10

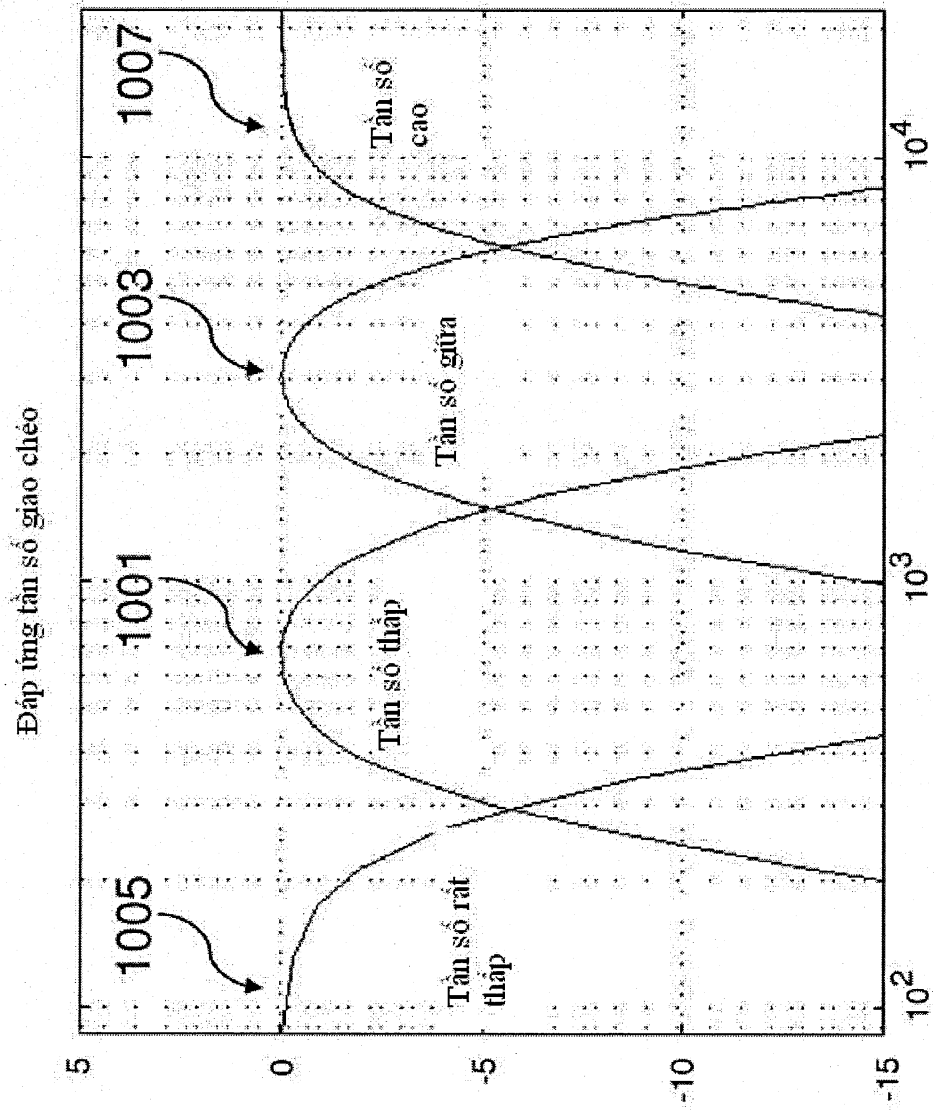


Fig. 11