



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0052718
(51)^{2022.01} H03H 9/17; H03H 9/56; H03H 3/02; (13) B
H03H 9/13

-
- (21) 1-2023-02591 (22) 03/09/2021
(86) PCT/EP2021/074323 03/09/2021 (87) WO 2022/089816 A1 05/05/2022
(30) 63/106,727 28/10/2020 US; 17/459,325 27/08/2021 US
(45) 27/10/2025 451 (43) 25/08/2023 425A
(73) RF360 SINGAPORE PTE. LTD. (SG)
80 Robinson Road, #02-00 Singapore 068898
(72) KLETT, Joachim (DE); MITTERMAIER, Thomas (DE).
(74) Công ty TNHH Quốc tế D & N (D&N INTERNATIONAL CO.,LTD.)
-

- (54) THIẾT BỊ ĐIỆN THANH, PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO THIẾT BỊ ĐIỆN THANH
VÀ BỘ LỌC TẦN SỐ VÔ TUYẾN BAO GỒM THIẾT BỊ NÀY

(21) 1-2023-02591

(57) Một số khía cạnh của sáng chế có thể được thực hiện trong thiết bị điện thanh. Thiết bị điện thanh thường bao gồm: đế; lớp điện cực dưới cùng được bố trí phía trên đế; chùm gương âm học có lớp điện môi được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện được bố trí phía trên lớp điện môi; lớp áp điện được bố trí phía trên chùm gương âm học; và một hoặc nhiều lỗ via được bố trí giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện, một hoặc nhiều lỗ via ghép nối điện lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện. Sáng chế đề cập đến phương pháp chế tạo thiết bị điện thanh và bộ lọc tần số vô tuyến bao gồm thiết bị này.

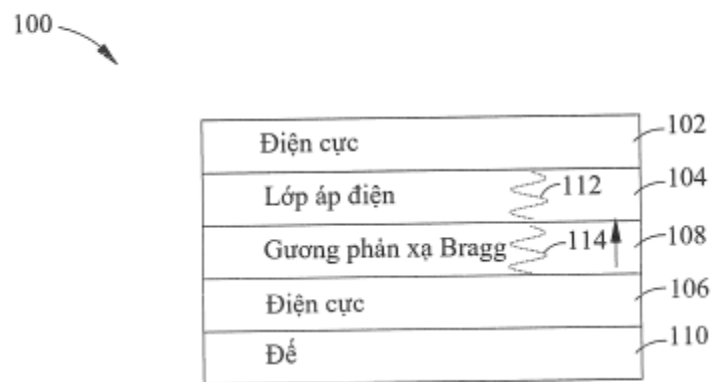


FIG.1A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Các khía cạnh của sáng chế đề cập đến thiết bị điện tử, và cụ thể hơn là thiết bị điện thanh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thiết bị điện tử gồm các thiết bị điện toán truyền thông chẳng hạn như máy tính để bàn, máy tính xách tay, máy tính bảng, điện thoại thông minh, thiết bị đeo như đồng hồ thông minh, máy chủ internet, v.v.. Các thiết bị điện tử khác nhau này cung cấp thông tin, giải trí, tương tác xã hội, an ninh, an toàn, năng suất, vận chuyển, sản xuất và, các dịch vụ khác cho người dùng. Các thiết bị điện tử khác nhau này phụ thuộc vào truyền thông không dây đối với nhiều chức năng của chúng. Các hệ thống và thiết bị truyền thông không dây được triển khai rộng rãi để cung cấp nhiều loại nội dung truyền thông khác nhau chẳng hạn như thoại, video, dữ liệu gói, nhắn tin, phát quảng bá, v.v.. Các thiết bị truyền thông không dây có thể truyền và/hoặc nhận tín hiệu tần số vô tuyến (radio frequency - RF) thông qua bất kỳ công nghệ truy cập vô tuyến (radio access technologies - RAT) phù hợp nào, bao gồm nhưng không giới hạn ở, 5G Vô tuyến mới ((New Radio - NR), Tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution - LTE), Đa truy cập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access - CDMA), Đa truy cập phân chia theo thời gian (Time Division Multiple Access - TDMA), CDMA băng rộng (Wideband CDMA - WCDMA), Hệ thống toàn cầu cho di động (GSM), Bluetooth, Bluetooth năng lượng thấp (Bluetooth Low Energy - BLE), ZigBee, Công nghệ truy cập vô tuyến (Radio Access Technology - RAT) mạng cục bộ không dây (wireless local area network - WLAN) (ví dụ, IEEE 802.11), và tương tự.

Bộ thu phát truyền thông không dây được sử dụng trong các thiết bị điện tử này thường bao gồm nhiều bộ lọc tần số vô tuyến (RF) để lọc tín hiệu cho tần số hoặc dải tần số cụ thể. Các thiết bị điện thanh (ví dụ, “bộ lọc âm thanh”) được sử dụng để lọc tín hiệu tần số cao (ví dụ, thường lớn hơn 500 MHz) trong nhiều ứng dụng. Sử dụng vật liệu áp điện làm môi trường dao động, các bộ cộng hưởng âm thanh hoạt động bằng cách biến đổi

sóng tín hiệu điện mà lan truyền dọc theo dây dẫn điện thành sóng âm lan truyền qua vật liệu áp điện. Sóng âm lan truyền ở vận tốc có độ lớn nhỏ hơn đáng kể so với vận tốc lan truyền của sóng điện từ. Nói chung, độ lớn của vận tốc lan truyền của sóng tỷ lệ thuận với độ lớn bước sóng của sóng. Do đó, sau khi chuyển đổi tín hiệu điện thành tín hiệu âm thanh, bước sóng của sóng tín hiệu âm thanh nhỏ hơn đáng kể so với bước sóng của sóng tín hiệu điện. Bước sóng nhỏ hơn thu được của tín hiệu âm thanh cho phép thực hiện quá trình lọc sử dụng thiết bị lọc nhỏ hơn. Điều này cho phép các bộ cộng hưởng âm thanh được sử dụng trong các thiết bị điện tử có các giới hạn kích thước, chẳng hạn như các thiết bị điện tử được liệt kê ở trên (ví dụ, đặc biệt gồm các thiết bị điện tử cầm tay chẳng hạn như điện thoại tế bào).

Khi số lượng các dải tần số sử dụng trong truyền thông không dây tăng lên và khi dải tần số mong muốn của bộ lọc mở rộng, thì hiệu suất của bộ lọc âm thanh làm tăng tầm quan trọng để giảm tổn thất điện trở, tăng độ suy giảm của tín hiệu ngoài băng, và tăng hiệu suất tổng thể của thiết bị điện tử. Do đó, các bộ lọc âm thanh với hiệu suất được cải thiện được nhắm đến.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mỗi hệ thống, phương pháp và thiết bị của sáng chế đều có một số khía cạnh, không một khía cạnh duy nhất nào trong số đó chịu trách nhiệm về các thuộc tính mong muốn của nó. Một số đặc điểm sẽ được thảo luận ngắn gọn mà không làm giới hạn phạm vi của sáng chế như được diễn đạt bởi các yêu cầu bảo hộ kèm theo. Sau khi xem xét thảo luận này, và đặc biệt là sau khi đọc phần có tiêu đề “Mô tả chi tiết sáng chế”, người ta sẽ hiểu cách các tính năng của sáng chế mang lại những ưu điểm gồm hiệu suất mong muốn từ bộ cộng hưởng sóng âm khối (bulk acoustic wave - BAW) ở công suất hoạt động cao nhờ khả năng tản nhiệt được cung cấp bởi để được mô tả ở đây.

Một số khía cạnh của sáng chế có thể được thực hiện trong thiết bị điện thanh. Thiết bị điện thanh thường bao gồm: đế; lớp điện cực dưới cùng được bố trí phía trên đế; chòm gương âm học có lớp điện môi thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất; lớp áp điện được bố trí phía trên chòm gương âm học; và một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất được bố trí giữa lớp

điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất, một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất ghép nối điện lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất.

Một số khía cạnh của sáng chế có thể được triển khai trong phương pháp xử lý tín hiệu. Phương pháp thường bao gồm các bước nhận tín hiệu tại đầu cực của thiết bị điện thanh và xử lý tín hiệu qua thiết bị điện thanh. Thiết bị điện thanh bao gồm: đế; lớp điện cực dưới cùng được bố trí phía trên đế; chòm gương âm học có lớp điện môi thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất; lớp áp điện được bố trí phía trên chòm gương âm học; và một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất được bố trí giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất, một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất ghép nối điện lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất.

Một số khía cạnh của sáng chế được hướng đến phương pháp chế tạo thiết bị điện thanh. Phương pháp thường bao gồm các bước tạo thành lớp điện cực dưới cùng bên trên đế; tạo thành chòm gương âm học bao gồm: (a) lớp điện môi thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng; và (b) lớp dẫn điện thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất; tạo thành một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất được ghép nối điện giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất; và tạo thành lớp áp điện phía trên chòm gương âm học.

Để thực hiện các mục đích nói trên và các mục đích liên quan, một hoặc nhiều khía cạnh bao gồm các đặc điểm được mô tả đầy đủ sau đây và được chỉ ra chi tiết trong các yêu cầu bảo hộ. Mô tả sau đây và các hình vẽ kèm theo trình bày chi tiết các đặc điểm minh họa nhất định của một hoặc nhiều khía cạnh. Tuy nhiên, những đặc điểm này chỉ là một số trong số nhiều cách khác nhau trong đó các nguyên tắc về các khía cạnh khác nhau có thể được sử dụng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để có thể hiểu chi tiết các đặc điểm nêu trên của sáng chế, mô tả cụ thể hơn, được tóm tắt ngắn gọn ở trên, có thể có bằng cách tham chiếu đến các khía cạnh, mà một số được minh họa trong các hình vẽ. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng các hình vẽ phụ chỉ minh họa một số khía cạnh điển hình nhất định của sáng chế và do đó không được coi là giới hạn phạm vi của nó, vì mô tả có thể thừa nhận các khía cạnh hiệu quả tương đương khác.

Fig.1A là sơ đồ minh họa về mặt khái niệm thiết bị điện thanh ví dụ, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.1B là sơ đồ minh họa mặt cắt ngang của thiết bị điện thanh ví dụ của Fig.1A, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.2 minh họa mặt cắt ngang của thiết bị điện thanh ví dụ được triển khai với lỗ via xuyên qua các lớp phản xạ, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.3 là sơ đồ của mạch lọc điện thanh ví dụ mà có thể gồm thiết bị điện thanh của Fig.2, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế.

Các Fig.4A đến 4I minh họa các hoạt động ví dụ để chế tạo thiết bị điện thanh, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.5 là lưu đồ minh họa các hoạt động ví dụ để xử lý tín hiệu, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ của bộ thu phát ví dụ trong đó bộ lọc điện thanh của Fig.3 có thể được sử dụng, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.7 là sơ đồ mạng truyền thông không dây gồm thiết bị truyền thông không dây có bộ thu phát như bộ thu phát của Fig.6, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.8 là lưu đồ minh họa các hoạt động ví dụ để chế tạo thiết bị điện thanh, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế.

Để tạo điều kiện dễ hiểu, các số tham chiếu giống hệt nhau đã được sử dụng, khi có thể, để chỉ định các phần tử giống hệt nhau mà chung cho các hình vẽ. Các phần tử được bộc lộ theo một khía cạnh được dự tính rằng có thể được sử dụng một cách hữu ích ở các khía cạnh khác mà không cần nêu lại cụ thể.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các khía cạnh của sáng chế đề xuất thiết bị điện thanh có các lỗ via xuyên thông qua các lớp phản xạ của gương âm học, cho phép điện cực dưới cùng (bottom electrode - BE) của thiết bị điện thanh được triển khai bên dưới các lớp phản xạ.

Các thiết bị điện thanh chẳng hạn như các bộ cộng hưởng sóng âm khối (bulk acoustic wave - BAW), mà sử dụng vật liệu áp điện được bố trí giữa các cấu trúc điện cực,

đang được thiết kế để bao phủ nhiều dải tần số hơn (ví dụ, 500 MHz đến 7 GHz), để có băng thông cao hơn (ví dụ, lên đến 20%), và để cải thiện hiệu quả và hiệu suất. Nói chung, bộ cộng hưởng BAW là thiết bị cơ điện trong đó sóng âm dừng được tạo ra bởi tín hiệu điện trong khối vật liệu áp điện được bố trí giữa các điện cực mà tín hiệu điện được áp dụng. Một loại bộ cộng hưởng BAW được gọi là bộ cộng hưởng BAW màng mỏng (thin-film BAW resonator - FBAR). FBAR có thể gồm vật liệu áp điện được sản xuất bằng phương pháp màng mỏng được kẹp giữa hai điện cực và được cách ly về mặt âm thanh với môi trường xung quanh. Bộ cộng hưởng được thiết lập chắc chắn (solidly mounted resonator - SMR) là loại bộ cộng hưởng BAW có màng mỏng áp điện được kẹp giữa hai điện cực và gương phản xạ Bragg có các lớp trở kháng âm thanh cao và thấp xen kẽ có độ dày bằng một phần tư bước sóng.

Trong một số triển khai (ví dụ, sử dụng SMR), BE được triển khai giữa một hoặc nhiều lớp phản xạ và lớp áp điện. BE có thể được triển khai dưới dạng lớp mỏng tương đối. Do đó, tổn thất điện liên quan đến BE mỏng có thể làm giảm hiệu suất và độ bền điện của thiết bị điện thanh. Nói cách khác, kết nối với BE có thể được thực hiện chủ yếu thông qua lớp đồng nhôm (aluminum copper - AlCu) và có thể được triển khai dưới dạng lớp tương đối mỏng vì Al là vật liệu suy hao âm. Sự tự nóng của thiết bị điện thanh làm tăng thêm điện trở của BE.

Một số khía cạnh của sáng chế đề cập đến các kỹ thuật triển khai BE bên dưới các lớp phản xạ, cho phép tăng độ dày của BE so với các triển khai thông thường. Tăng độ dày của BE làm giảm điện trở suất của BE, cải thiện hiệu suất và độ bền điện của thiết bị điện thanh. Thiết bị điện thanh được cung cấp ở đây làm giảm các tổn thất điện và âm, mang lại sự phản xạ âm thanh cao hơn, và làm giảm hệ số nhiệt độ theo tần số (temperature coefficient of frequency - TCF) và độ dẫn điện của thiết bị điện thanh, so với các triển khai thông thường. Khớp nối điện giữa BE và lớp áp điện có thể được tạo thuận lợi bằng các lỗ via xuyên qua các lớp phản xạ, như được mô tả chi tiết hơn trong tài liệu này.

Ví dụ về thiết bị điện thanh

Fig.1A minh họa mặt cắt ngang về mặt khái niệm của thiết bị điện thanh 100 ví dụ, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế. Thiết bị điện thanh 100 có thể được tạo cấu hình như hoặc là một phần của bộ cộng hưởng BAW. Trong một số trường hợp, thiết

bị truyền thông không dây có thể gồm bộ cộng hưởng BAW, ví dụ, như được mô tả thêm ở đây đối với các Fig.3, 6, 7, và 8.

Như được thể hiện, thiết bị điện thanh 100 gồm cấu trúc điện cực 102 (ví dụ, còn được gọi là điện cực trên cùng (top electrode - TE)), lớp áp điện 104, cấu trúc điện cực 106 (ví dụ, còn được gọi là điện cực dưới cùng (BE)), một hoặc nhiều lớp phản xạ 108, và đế 110. Theo một số khía cạnh của sáng chế, một hoặc nhiều lớp phản xạ 108 có thể được bố trí giữa cấu trúc điện cực 106 và lớp áp điện 104. Một hoặc nhiều lỗ via (không được thể hiện trên Fig.1A) có thể được triển khai xuyên qua một hoặc nhiều lớp phản xạ 108, cho phép mở rộng về mặt điện của cấu trúc điện cực 106 đến lớp áp điện 104.

Cấu trúc điện cực 102 có thể được bố trí bên trên lớp áp điện 104. Cấu trúc điện cực 102 có thể gồm vật liệu dẫn điện chẳng hạn như kim loại hoặc hợp kim gồm nhôm (Al), crom (Cr), coban (Co), đồng (Cu), vàng (Au), molybden (Mo), bạch kim (Pt), ruteni (Ru), tantali (Ta), titan (Ti), vonfram (W), kết hợp của chúng (ví dụ, AlCu) hoặc bất kỳ vật liệu phù hợp nào khác. Trong một số trường hợp, vật liệu dẫn điện có thể gồm graphen hoặc các vật liệu phi kim loại dẫn điện khác. Lớp áp điện 104 có thể gồm vật liệu áp điện như nhôm nitrit (AlN), kẽm oxit (ZnO), tinh thể thạch anh (chẳng hạn như liti tantalat (LiTaO₃) hoặc liti niobit (LiNbO₃)), các biến thể pha tạp của chúng, hoặc các vật liệu áp điện phù hợp khác.

Cấu trúc điện cực 106 có thể gồm vật liệu dẫn điện chẳng hạn như kim loại hoặc hợp kim, ví dụ, như được mô tả ở đây đối với cấu trúc điện cực 102. Theo một số khía cạnh, cấu trúc điện cực 106 có thể có hình dạng, kích thước, và cấu trúc giống như cấu trúc điện cực 102. Ví dụ, các cấu trúc điện cực 102, 106 đều có thể là các tấm điện cực. Trong một số trường hợp, cấu trúc điện cực 106 có thể có hình dạng, kích thước, hoặc cấu trúc khác với cấu trúc điện cực 102.

Một hoặc nhiều lớp phản xạ 108 có thể đóng vai trò là gương phản xạ Bragg để cách ly bộ cộng hưởng BAW khỏi đế 110 về mặt âm thanh hoặc ít nhất làm giảm sự ghép nối âm thanh giữa bộ cộng hưởng BAW và đế 110. Nói chung, một hoặc nhiều lớp phản xạ 108 có thể gồm xen kẽ các lớp vật liệu có trở kháng âm thanh thấp và vật liệu có trở kháng âm thanh cao, như được mô tả thêm ở đây đối với **Fig.1B**.

Đế 110 có thể được bố trí bên dưới một hoặc nhiều lớp phản xạ 108, sao cho đế 110 được bố trí bên dưới cấu trúc điện cực 102 và cấu trúc điện cực 106. Đế 110 có thể đóng vai trò là vật mang đối với bộ cộng hưởng BAW. Theo các khía cạnh, đế 110 có thể được tạo thành từ tấm wafer bán dẫn chẳng hạn như tấm wafer silic (Si). Đế 110 có thể bao gồm vật liệu bất kỳ trong số nhiều vật liệu phù hợp khác, chẳng hạn như nhôm, thủy tinh, hoặc saphia.

Tín hiệu điện được kích thích giữa các cấu trúc điện cực 102 và 106 (ví dụ, áp dụng điện áp xoay chiều) được biến đổi thành sóng âm 112 mà lan truyền trong lớp áp điện 104. Tức là, áp dụng tín hiệu điện vào lớp áp điện 104 qua cấu trúc điện cực 102 và 106 biến đổi tín hiệu điện sang sóng âm 112 trong lớp áp điện 104. Ở các tần số nhất định, sóng dừng cơ học cộng hưởng hoặc phản cộng hưởng có thể được tạo thành, do đó kích hoạt chức năng lọc. Để tránh rò rỉ vào đế, các lớp phản xạ có thể được bố trí bên dưới bộ cộng hưởng điện thanh. Một hoặc nhiều lớp phản xạ 108 cũng có thể phản xạ sóng âm 114 trở lại phía lớp áp điện 104 và cấu trúc điện cực 102 với hệ số phản xạ âm cao. Sự phản xạ sóng âm 114 có thể nâng cao hiệu quả của bộ cộng hưởng BAW và tách rời về mặt âm thanh đế 110 khỏi bộ cộng hưởng BAW. Trong nhiều ứng dụng, lớp áp điện 104 có hướng tinh thể cụ thể sao cho khi cấu trúc điện cực 102 được sắp xếp so với hướng tinh thể của lớp áp điện 104, thì sóng âm chủ yếu lan truyền theo hướng từ cấu trúc điện cực 102 đến cấu trúc điện cực 106.

Fig.1B minh họa các lớp ví dụ của một hoặc nhiều lớp phản xạ 108 của thiết bị điện thanh 100, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế.

Trong ví dụ này, một hoặc nhiều lớp phản xạ 108 gồm lớp phản xạ 116, lớp phản xạ 118, lớp phản xạ 120, và lớp phản xạ 122. Trong một số trường hợp, một hoặc nhiều lớp phản xạ 108 có thể có số lượng lớp phản xạ thích hợp bất kỳ, chẳng hạn ít hơn hoặc nhiều hơn bốn lớp phản xạ như mô tả trong ví dụ này. Lớp phản xạ 116 và lớp phản xạ 120 có thể gồm vật liệu có trở kháng âm thanh cao hơn trở kháng âm thanh của vật liệu của lớp phản xạ 118 và lớp phản xạ 122. Ví dụ, lớp phản xạ 118 và lớp phản xạ 122 có thể gồm silic đioxit (SiO_2), trong khi lớp phản xạ 116 và lớp phản xạ 120 có thể gồm vonfram (W) hoặc các vật liệu thích hợp khác có trở kháng âm thanh cao hơn silic đioxit hoặc nhôm nitrit.

Một hoặc nhiều lớp phản xạ 108 có thể có cùng độ dày (ví dụ, độ dày phần tư bước sóng ($\lambda/4$) theo dải tần hoạt động của thiết bị điện thanh 100) hoặc khác nhau về độ dày. Trong ví dụ này, một hoặc nhiều lớp phản xạ 108 được mô tả là có cùng chiều dài, một hoặc nhiều hoặc nhiều lớp phản xạ 108 có thể khác nhau về chiều dài (tức là, các lớp riêng lẻ có thể có chiều dài khác nhau).

Fig.2 minh họa mặt cắt ngang của thiết bị điện thanh 200 ví dụ được triển khai với các lỗ via xuyên qua các lớp phản xạ, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế. Thiết bị điện thanh 200 có thể gồm vùng điện môi 250 (ví dụ, gồm SiO_2), trong đó các lớp phản xạ 118, 122 là các phần của vùng điện môi 250, như được minh họa. Hơn nữa, lớp điện môi 260 (ví dụ, của SiO_2) có thể được gồm giữa cấu trúc điện cực 106 và đế 110 (ví dụ, một phần của tấm wafer silic (Si)). Thiết bị điện thanh có thể gồm các lỗ via 206, 208, 210 xuyên qua lớp phản xạ 118. Trong khi Fig.2 minh họa ba lỗ via xuyên qua mỗi lớp (ví dụ, lớp phản xạ 122) để dễ hiểu, số lượng bất kỳ của các lỗ via nhỏ hơn ba hoặc nhiều hơn ba đều có thể được triển khai. Do lớp phản xạ 118 được triển khai sử dụng chất điện môi (ví dụ, SiO_2), nên các lỗ via 206, 208, 210 xuyên qua lớp phản xạ 118 tạo điều kiện ghép nối điện giữa các lớp phản xạ 116, 120 mà được triển khai sử dụng vật liệu dẫn điện (ví dụ, W). Theo một số khía cạnh, các lỗ via 212, 214, 216 cũng có thể được tạo thành xuyên qua lớp phản xạ 122 (ví dụ, cũng gồm cả SiO_2) để tạo điều kiện ghép nối điện giữa cấu trúc điện cực 106 và lớp phản xạ 120. Tùy chọn, lớp phản xạ 202 có thể được triển khai giữa cấu trúc điện cực 106 và lớp phản xạ 122, như được minh họa.

Với sự tạo thành của các lỗ via 206, 208, 210, 212, 214, 216, cấu trúc điện cực 106 có thể được triển khai bên dưới các lớp phản xạ, cho phép cấu trúc điện cực 106 được triển khai dưới dạng lớp điện cực dày hơn so với các triển khai thông thường trong đó cấu trúc điện cực được thực hiện trên các lớp phản xạ. Ví dụ, cấu trúc điện cực 106 có thể có độ dày mà lớn hơn 100 nm (ví dụ, 1000 nm), làm giảm điện trở suất của cấu trúc điện cực 106 so với các triển khai thông thường.

Fig.3 là sơ đồ của mạch lọc điện thanh 300 mà có thể gồm thiết bị điện thanh 200, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế. Mạch lọc 300 cung cấp một ví dụ về nơi thiết bị điện thanh 200 có thể được sử dụng. Mạch lọc 300 gồm đầu cực vào 302 và đầu cực ra 314. Giữa đầu cực vào 302 và đầu cực ra 314, mạng kiểu bậc thang của các thiết bị

điện thanh (ví dụ, các bộ cộng hưởng BAW) được cung cấp. Mạch lọc 300 gồm bộ cộng hưởng BAW thứ nhất 304, bộ cộng hưởng BAW thứ hai 306, và bộ cộng hưởng BAW thứ ba 308, tất cả đều được kết nối điện nối tiếp giữa đầu cực vào 302 và đầu cực ra 314. Bộ cộng hưởng BAW thứ tư 310 (ví dụ, bộ cộng hưởng rẽ nhánh) có đầu cực thứ nhất được kết nối giữa bộ cộng hưởng BAW thứ nhất 304 và bộ cộng hưởng BAW thứ hai 306 và đầu cực thứ hai được kết nối với nút điện thế tiếp đất. Bộ cộng hưởng BAW thứ năm 312 (ví dụ, bộ cộng hưởng rẽ nhánh) có đầu cực thứ nhất được kết nối giữa bộ cộng hưởng BAW thứ hai 306 và bộ cộng hưởng BAW thứ ba 308 và đầu cực thứ hai được kết nối với nút điện thế tiếp đất. Ví dụ, mạch lọc điện thanh 300 có thể là mạch thông dải có dải thông với dải tần số được lựa chọn (ví dụ, trong dải tần từ số 500 MHz đến 7 GHz).

Các Fig.4A đến 4I minh họa các hoạt động ví dụ để chế tạo thiết bị điện thanh 200, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế. Như được minh họa trên Fig.4A, lớp điện môi 260 (ví dụ, gồm SiO_2), cấu trúc điện cực 106 (ví dụ, gồm AlCu), và lớp phản xạ 202 (ví dụ, gồm W) có thể được tạo thành bên trên đế 110 (ví dụ, một phần của tấm wafer Si). Như được minh họa trên Fig.4B, lớp dẫn điện 402 (ví dụ, gồm W) có thể được tạo thành phía trên lớp phản xạ 202, và lớp dẫn điện 402 này có thể được sử dụng để tạo thành các lỗ via 212, 214, 216 sử dụng quá trình in litô hoặc tự lắp ráp như được minh họa trên Fig.4C. Một phần của vùng điện môi 250 (ví dụ, gồm SiO_2) sau đó có thể được tạo thành bên trên các lỗ via 212, 214, 216 và lớp phản xạ 202, như được minh họa trên Fig.4D. Như được minh họa trên Fig.4E, quá trình đánh bóng cơ học hóa học (chemical-mechanical polishing - CMP) hoặc kỹ thuật loại bỏ phù hợp khác có thể được thực hiện trên vùng điện môi 250 cho đến khi bề mặt trên cùng của vùng điện môi 250 có cùng mức với phần trên của các lỗ via 212, 214, 216 như được minh họa. Sau đó, lớp phản xạ 120 có thể được tạo thành bên trên bề mặt được san bằng, như được minh họa trên Fig.4F. Như được minh họa trên Fig.4G, chòm lớp có thể được khắc để tạo thành cấu trúc thuôn nhọn như được thể hiện. Một phần khác của vùng điện môi 250 sau đó có thể được lắng đọng hoặc được tạo thành theo cách khác, như được minh họa trên Fig.4H, tiếp theo là CMP của vùng điện môi 250 sao cho bề mặt trên của vùng điện môi 250 có cùng mức với bề mặt trên cùng của lớp phản xạ 120, như được minh họa trên Fig.4I. Quá trình này có thể được lặp lại để tạo thành các lớp phản xạ bổ sung như thể hiện trên Fig.2 trước khi tạo thành lớp áp điện phía trên các lớp phản xạ.

Fig.5 là lưu đồ minh họa các hoạt động ví dụ 500 để xử lý tín hiệu, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế. Các hoạt động 500 có thể được thực hiện, ví dụ, bằng thiết bị điện thanh chẳng hạn như thiết bị điện thanh 200 (ví dụ, bộ cộng hưởng BAW).

Các hoạt động 500 có thể bắt đầu, tại khối 502, với thiết bị điện thanh nhận tín hiệu ở đầu cực (ví dụ, điện cực) của thiết bị điện thanh. Tại khối 504, thiết bị điện thanh xử lý tín hiệu. Thiết bị điện thanh có thể gồm đế (ví dụ, đế 110), lớp điện cực dưới cùng (ví dụ, cấu trúc điện cực 106) được bố trí phía trên đế, và chòm gương âm học. Chòm gương âm học có thể gồm lớp điện môi thứ nhất (ví dụ, lớp phản xạ 122) được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng, và lớp dẫn điện thứ nhất (ví dụ, lớp phản xạ 120) được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất. Theo một số khía cạnh, thiết bị điện thanh có thể gồm lớp áp điện (ví dụ, lớp áp điện 104) được bố trí phía trên chòm gương âm học, và một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất (ví dụ, các lỗ via 212, 214, 216) được bố trí giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất, một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất ghép nối điện lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất.

Theo một số khía cạnh, đầu cực của thiết bị điện thanh mà tại đó tín hiệu được nhận có thể là lớp điện cực dưới cùng. Theo một số khía cạnh, thiết bị điện thanh có thể gồm lớp điện cực trên cùng (ví dụ, cấu trúc điện cực 102) được bố trí phía trên lớp áp điện. Theo một số trường hợp, đầu cực của thiết bị điện thanh mà tại đó tín hiệu được nhận có thể là lớp điện cực trên cùng.

Theo một số khía cạnh, chòm gương âm học có thể gồm một hoặc nhiều lớp điện môi thứ hai (ví dụ, lớp phản xạ 118) được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng, một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai (ví dụ, lớp phản xạ 116), mỗi lớp được bố trí phía trên một trong số một hoặc nhiều lớp điện môi thứ hai, và một hoặc nhiều lỗ via thứ hai (ví dụ, các lỗ via 206, 208, 210) được bố trí giữa lớp dẫn điện thứ nhất và một lớp tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai. Một hoặc nhiều lỗ via thứ hai có thể ghép nối điện lớp dẫn điện thứ nhất và một lớp tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai. Theo một số khía cạnh, lớp áp điện có thể tiếp xúc trực tiếp với lớp dẫn điện trên cùng (ví dụ, lớp phản xạ 116) của một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai. Theo một số khía cạnh, lớp áp điện có thể tiếp xúc trực tiếp với lớp dẫn điện thứ nhất.

Theo một số khía cạnh, thiết bị điện thanh cũng có thể gồm lớp dẫn điện thứ hai (ví dụ, lớp phản xạ 202) được ghép nối giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp điện môi thứ nhất. Lớp dẫn điện thứ nhất có thể gồm vonfram (W). Theo một số khía cạnh, một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất bao gồm nhôm (Al) hoặc nhôm đồng (AlCu), W, Mo, hoặc bất kỳ vật liệu phù hợp nào khác. Theo một số khía cạnh, thiết bị điện thanh có thể gồm lớp điện môi thứ hai (ví dụ, lớp điện môi 260) giữa đế và lớp điện cực dưới cùng. Trong một số triển khai, độ dày của lớp điện cực dưới cùng có thể lớn hơn 100 nanomet.

Fig.6 là sơ đồ khối của bộ thu phát RF 600 ví dụ, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế. Theo một số khía cạnh, thiết bị điện thanh được mô tả ở đây có thể được sử dụng trong các mạch khác nhau (chẳng hạn như bộ thu phát RF), ví dụ, để đóng vai trò là bộ lọc điện thanh hoặc bộ song công. Bộ thu phát RF 600 gồm ít nhất một đường truyền (transmit - TX) 602 (còn được gọi là chuỗi truyền) để truyền tín hiệu qua một hoặc nhiều ăng-ten 606 và ít nhất một đường nhận (receive - RX) 604 (còn được gọi là chuỗi nhận) để nhận tín hiệu qua ăng-ten 606. Khi đường dẫn TX 602 và đường dẫn RX 604 dùng chung ăng-ten 606, thì các đường dẫn này có thể được kết nối với ăng-ten qua giao diện 608, giao diện này có thể gồm thiết bị RF phù hợp bất kỳ, chẳng hạn như bộ lọc điện thanh 638 (ví dụ, mạch lọc điện thanh 300), bộ song công (mà có thể gồm bộ cộng hưởng BAW), bộ phối hợp, bộ ghép kênh, v.v..

Nhận tín hiệu tương tự dải cơ sở cùng pha (in-phase - I) hoặc pha vuông góc (quadrature - Q) từ bộ chuyển đổi kỹ thuật số-tương tự (digital-to-analog - DAC) 610, đường dẫn TX 602 có thể gồm bộ lọc dải cơ sở (baseband filter - BBF) 612, bộ trộn 614, bộ khuếch đại điều khiển (driver amplifier - DA) 616, và bộ khuếch đại công suất (power amplifier - PA) 618. Theo một số khía cạnh, BBF 612, bộ trộn 614, và DA 616 có thể được gồm trong thiết bị bán dẫn chẳng hạn như mạch tích hợp tần số vô tuyến (radio frequency integrated circuit - RFIC), trong khi PA 618 có thể nằm bên ngoài thiết bị bán dẫn này.

BBF 612 lọc các tín hiệu dải cơ sở đã nhận từ DAC 610 và bộ trộn 614 trộn các tín hiệu dải cơ sở đã lọc với tín hiệu của bộ tạo dao động cục bộ (local oscillator - LO) truyền để chuyển đổi tín hiệu dải cơ sở quan tâm sang tần số khác (ví dụ, chuyển đổi tăng từ dải cơ sở sang tần số vô tuyến). Quá trình chuyển đổi tần số này tạo ra các tần số tổng

và hiệu giữa tần số LO và các tần số của tín hiệu dải cơ sở quan tâm. Các tần số tổng và hiệu được gọi là các tần số phách. Các tần số phách thường nằm trong dải RF, sao cho các tín hiệu xuất ra bởi bộ trộn 614 thường là các tín hiệu RF, mà có thể được khuếch đại bởi DA 616 và/hoặc bởi PA 618 trước khi truyền bởi ăng-ten 606. Trong một số trường hợp, BBF 612 có thể được triển khai bằng cách sử dụng bộ lọc điện thanh với bộ cộng hưởng BAW (ví dụ, mạch lọc điện thanh 300).

Đường dẫn RX 604 có thể gồm bộ khuếch đại tạp âm thấp (low noise amplifier - LNA) 624, bộ lọc 626, bộ trộn 628, và bộ lọc dải cơ sở (baseband filter - BBF) 630. LNA 624, bộ lọc 626, bộ trộn 628, và BBF 630 có thể được gồm trong RFIC, mà có thể giống hoặc không giống RFIC mà gồm các thành phần đường dẫn TX. Các tín hiệu RF nhận được qua ăng-ten 606 có thể được khuếch đại bởi LNA 624 và được lọc bởi bộ lọc 626, và bộ trộn 628 trộn các tín hiệu RF được khuếch đại với tín hiệu của bộ tạo dao động cục bộ (local oscillator - LO) nhận được để chuyển đổi tín hiệu RF quan tâm sang tần số dải cơ sở khác (ví dụ, chuyển đổi xuống). Đầu ra tín hiệu dải cơ sở của bộ trộn 628 có thể được lọc bởi BBF 630 trước khi được chuyển đổi bởi bộ chuyển đổi tương tự-số (analog-to-digital converter - ADC) 632 thành các tín hiệu I hoặc Q cho quá trình xử lý tín hiệu số. Trong một số trường hợp, bộ lọc 626 và/hoặc BBF 630 có thể được triển khai sử dụng bộ lọc điện thanh với bộ cộng hưởng BAW (ví dụ, mạch lọc điện thanh 300).

Mặc dù mong muốn đầu ra của LO duy trì tần số ổn định, việc điều chỉnh sang các tần số khác nhau chỉ ra sử dụng bộ tạo dao động tần số thay đổi, mà có thể liên quan đến các thỏa hiệp giữa độ ổn định và khả năng điều chỉnh. Các hệ thống hiện đại có thể sử dụng các bộ tổng hợp tần số với bộ tạo dao động được điều khiển bằng điện áp (voltage-controlled oscillator - VCO) để tạo ra LO ổn định, có thể điều chỉnh với phạm vi điều chỉnh cụ thể. Do đó, LO truyền có thể được tạo ra bởi bộ tổng hợp tần số TX 620, mà có thể được đệm hoặc được khuếch đại bởi bộ khuếch đại 622 trước khi được trộn với các tín hiệu dải cơ sở trong bộ trộn 614. Tương tự, LO nhận có thể được tạo ra bởi bộ tổng hợp tần số RX 634, mà có thể được đệm hoặc khuếch đại bởi bộ khuếch đại 636 trước khi được trộn với tín hiệu RF trong bộ trộn 628.

Fig.7 là sơ đồ của môi trường 700 mà gồm thiết bị truyền thông không dây 702, mà có bộ thu phát không dây 722 chẳng hạn như bộ thu phát RF 600 của Fig.6. Trong môi

trường 700, thiết bị truyền thông không dây 702 truyền thông với trạm gốc 704 thông qua liên kết không dây 706. Như được thể hiện, thiết bị truyền thông không dây 702 được mô tả là điện thoại thông minh. Tuy nhiên, thiết bị truyền thông điện tử không dây 702 có thể được triển khai như thiết bị điện tử hoặc điện toán phù hợp khác bất kỳ, chẳng hạn như trạm gốc di động, bộ định tuyến băng thông rộng, điểm truy cập, điện thoại tế bào hoặc di động, thiết bị chơi game, thiết bị điều hướng, thiết bị đa phương tiện, máy tính xách tay, máy tính để bàn, máy tính bảng, máy chủ, thiết bị lưu trữ gắn mạng (network-attached storage - NAS), thiết bị gia dụng thông minh, hệ thống truyền thông trên xe, thiết bị Internet vạn vật (Internet of Things - IoT), cảm biến hoặc thiết bị bảo mật, thiết bị theo dõi tài sản, v.v..

Trạm gốc 704 truyền thông với thiết bị truyền thông không dây 702 qua liên kết không dây 706, liên kết này có thể được triển khai là loại liên kết không dây phù hợp bất kỳ. Mặc dù được miêu tả là tháp trạm gốc của mạng vô tuyến di động, trạm gốc 704 có thể biểu diễn hoặc được triển khai như một thiết bị khác, chẳng hạn như vệ tinh, tháp phát sóng mặt đất, điểm truy cập, thiết bị ngang hàng, nút mạng kiểu lưới, đường cáp quang, một thiết bị điện tử khác nói chung như được mô tả ở trên, v.v.. Do đó, thiết bị truyền thông không dây 702 có thể truyền thông với trạm gốc 704 hoặc thiết bị khác thông qua kết nối có dây, kết nối không dây, hoặc sự kết hợp của chúng. Liên kết không dây 706 có thể gồm đường xuống của dữ liệu hoặc thông tin điều khiển được truyền thông từ trạm gốc 704 đến thiết bị truyền thông không dây 702 và đường lên của dữ liệu hoặc thông tin điều khiển khác được truyền thông từ thiết bị truyền thông không dây 702 đến trạm gốc 704. Liên kết không dây 706 có thể được triển khai sử dụng tiêu chuẩn hoặc giao thức truyền thông phù hợp bất kỳ, chẳng hạn như Tiến hóa dài hạn của Dự án Đối tác thế hệ thứ 3 (rd Generation Partnership Project Long-Term Evolution - 3GPP LTE), Vô tuyến mới thế hệ thứ 5 (New Radio Fifth Generation - NR 5G) của 3GPP, IEEE 802.11 (WiFi), IEEE 802.16 (WiMAX), Bluetooth™, v.v..

Thiết bị truyền thông không dây 702 gồm bộ xử lý 708 và bộ nhớ 710. Bộ nhớ 710 có thể là hoặc tạo thành một phần của phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính. Bộ xử lý 708 có thể gồm bất kỳ loại bộ xử lý nào, chẳng hạn như bộ xử lý ứng dụng hoặc bộ xử lý đa lõi, mà được tạo cấu hình để thực thi các lệnh có thể thực thi của bộ xử lý (ví dụ, mã) được lưu trữ bởi bộ nhớ 710. Bộ nhớ 710 có thể gồm bất kỳ loại phương tiện lưu

trữ dữ liệu phù hợp nào, chẳng hạn như bộ nhớ khả biến (ví dụ, bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory - RAM)), bộ nhớ không khả biến (ví dụ, bộ nhớ Flash), phương tiện quang học, phương tiện từ tính (ví dụ, đĩa hoặc băng từ), v.v.. Trong ngữ cảnh của sáng chế, bộ nhớ 710 được triển khai để lưu trữ các lệnh 712, dữ liệu 714, và thông tin khác của thiết bị truyền thông không dây 702, và do đó, khi được tạo cấu hình là hoặc một phần của phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính, thì bộ nhớ 710 không gồm bộ nhớ tạm thời lan truyền tín hiệu hoặc sóng mang. Nghĩa là, bộ nhớ 710 có thể gồm phương tiện không tạm thời đọc được bằng máy tính (ví dụ, phương tiện hữu hình).

Thiết bị truyền thông không dây 702 cũng có thể gồm các cổng đầu vào/đầu ra (input/output - I/O) 716. Các cổng I/O 716 cho phép trao đổi hoặc tương tác dữ liệu với các thiết bị, các mạng, hoặc thiết bị người dùng khác hoặc giữa các thành phần của thiết bị.

Thiết bị truyền thông không dây 702 có thể còn gồm bộ xử lý tín hiệu (signal processor - SP) 718 (ví dụ, chẳng hạn như bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP)). Bộ xử lý tín hiệu 718 có thể hoạt động tương tự như bộ xử lý 708 và có thể có khả năng thực thi các lệnh và/hoặc xử lý thông tin cùng với bộ nhớ 710.

Đối với mục đích truyền thông, thiết bị truyền thông không dây 702 cũng gồm môđem 720, bộ thu phát không dây 722, và ăng-ten (không được thể hiện). Bộ thu phát không dây 722 cung cấp khả năng kết nối với các mạng tương ứng và các thiết bị truyền thông không dây khác được kết nối với chúng sử dụng tín hiệu không dây tần số vô tuyến (RF) và có thể gồm bộ thu phát RF 600 của Fig.6. Bộ thu phát không dây 722 có thể hỗ trợ truyền thông qua bất kỳ loại mạng không dây phù hợp nào, chẳng hạn như mạng cục bộ không dây (wireless local area network - WLAN), mạng ngang hàng (peer to peer - P2P), mạng kiểu lưới, mạng tế bào, mạng diện rộng không dây (wireless wide area network - WWAN), mạng điều hướng (ví dụ, Hệ thống định vị Toàn cầu (Global Positioning System - GPS) của Bắc Mỹ hoặc một Hệ thống vệ tinh điều hướng Toàn cầu (Global Navigation Satellite System - GNSS) khác) và/hoặc mạng khu vực cá nhân không dây (wireless personal area network - WPAN).

Fig.8 là lưu đồ minh họa các hoạt động ví dụ 800 để chế tạo thiết bị điện thanh, phù hợp với một số khía cạnh của sáng chế. Các hoạt động 800 có thể được thực hiện, ví dụ, bởi cơ sở chế tạo.

Các hoạt động 800 có thể bắt đầu, tại khối 802, với cơ sở chế tạo tạo thành lớp điện cực dưới cùng (ví dụ, cấu trúc điện cực 106) bên trên đế. Tại khối 804, cơ sở chế tạo tạo thành chùm gương âm học gồm lớp điện môi thứ nhất (ví dụ, lớp phản xạ 122) được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất (ví dụ, lớp phản xạ 120) được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất. Tại khối 806, cơ sở chế tạo tạo thành một hoặc nhiều lỗ via (ví dụ, các lỗ via 212, 214, 216) ghép nối điện lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất, và tại khối 808, tạo thành lớp áp điện (ví dụ, lớp áp điện 104) phía trên chùm gương âm học.

Các khía cạnh ví dụ

Khía cạnh 1: Thiết bị điện thanh, bao gồm: đế; lớp điện cực dưới cùng được bố trí phía trên đế; chùm gương âm học có lớp điện môi thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất; lớp áp điện được bố trí phía trên chùm gương âm học; và một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất được bố trí giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất, một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất ghép nối điện lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất.

Khía cạnh 2: Thiết bị điện thanh theo Khía cạnh 1, còn bao gồm lớp điện cực trên cùng được bố trí phía trên lớp áp điện.

Khía cạnh 3: Thiết bị điện thanh theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 1-2, trong đó chùm gương âm học còn bao gồm: một hoặc nhiều lớp điện môi thứ hai được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng; một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai, mỗi lớp được bố trí bên trên một trong số một hoặc nhiều lớp điện môi thứ hai tương ứng; và một hoặc nhiều lỗ via thứ hai được bố trí giữa lớp dẫn điện thứ nhất và một lớp tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai, một hoặc nhiều lỗ via thứ hai ghép nối điện lớp dẫn điện thứ nhất và một lớp tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai.

Khía cạnh 4: Thiết bị điện thanh theo Khía cạnh 3, trong đó lớp áp điện tiếp xúc trực tiếp với lớp dẫn điện trên cùng của một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai.

Khía cạnh 5: Thiết bị điện thanh theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 1-2, trong đó lớp áp điện tiếp xúc trực tiếp với lớp dẫn điện thứ nhất.

Khía cạnh 6: Thiết bị điện thanh theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 1-2 và 5, còn bao gồm lớp dẫn điện thứ ba được ghép nối giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp điện môi thứ nhất.

Khía cạnh 7: Thiết bị điện thanh theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 1-6, trong đó lớp điện môi thứ nhất bao gồm silic đioxit (SiO_2).

Khía cạnh 8: Thiết bị điện thanh theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 1-7, trong đó lớp dẫn điện thứ nhất bao gồm vonfram (W).

Khía cạnh 9: Thiết bị điện thanh theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 1-8, trong đó một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất bao gồm vonfram (W) hoặc molybden (Mo).

Khía cạnh 10: Thiết bị điện thanh thuộc theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 1-2 và 5-9, còn bao gồm lớp điện môi thứ ba giữa đế và lớp điện cực dưới cùng.

Khía cạnh 11: Thiết bị điện thanh theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 1-10, trong đó thiết bị điện thanh được tạo cấu hình là bộ cộng hưởng sóng âm khối (BAW).

Khía cạnh 12: Bộ lọc tần số vô tuyến (RF) bao gồm thiết bị điện thanh theo khía cạnh bất kỳ trong các Khía cạnh 1-11.

Khía cạnh 13: Thiết bị điện thanh theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 1-12, trong đó độ dày của lớp điện cực dưới cùng lớn hơn 100 nanomet.

Khía cạnh 14: Phương pháp xử lý tín hiệu, bao gồm các bước: nhận tín hiệu tại đầu cực của thiết bị điện thanh, và xử lý tín hiệu qua thiết bị điện thanh, trong đó thiết bị điện thanh bao gồm: đế; lớp điện cực dưới cùng được bố trí phía trên đế; chòm gương âm học có lớp điện môi thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất; lớp áp điện được bố trí phía trên chòm gương âm học; và một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất được bố trí giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất, một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất ghép nối điện lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất.

Khía cạnh 15: Phương pháp theo Khía cạnh 14, trong đó đầu cực của thiết bị điện thanh bao gồm lớp điện cực dưới cùng.

Khía cạnh 16: Phương pháp theo khía cạnh 14, trong đó thiết bị điện thanh còn bao gồm lớp điện cực trên cùng được bố trí phía trên lớp áp điện, đầu cực của thiết bị điện thanh bao gồm lớp điện cực trên cùng.

Khía cạnh 17: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 14-16, trong đó chùm gương âm học còn bao gồm: một hoặc nhiều lớp điện môi thứ hai được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng; một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai, mỗi lớp được bố trí bên trên một trong số một hoặc nhiều lớp điện môi thứ hai tương ứng; và một hoặc nhiều lỗ via thứ hai được bố trí giữa lớp dẫn điện thứ nhất và một lớp tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai, một hoặc nhiều lỗ via thứ hai ghép nối điện lớp dẫn điện thứ nhất và một lớp tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai.

Khía cạnh 18: Phương pháp theo Khía cạnh 17, trong đó lớp áp điện tiếp xúc trực tiếp với lớp dẫn điện trên cùng của một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai.

Khía cạnh 19: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 14-16, trong đó lớp áp điện tiếp xúc trực tiếp với lớp dẫn điện thứ nhất.

Khía cạnh 20: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 14-16 và 19, trong đó thiết bị điện thanh còn bao gồm lớp dẫn điện thứ ba được ghép nối giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp điện môi thứ nhất.

Khía cạnh 21: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 14-20, trong đó lớp điện môi thứ nhất bao gồm silic đioxit (SiO_2).

Khía cạnh 22: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 14-21, trong đó lớp dẫn điện thứ nhất bao gồm vonfram (W).

Khía cạnh 23: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 14-22, trong đó một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất bao gồm vonfram (W) hoặc molybden (Mo).

Khía cạnh 24: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 14-16 và 19-23, trong đó thiết bị điện thanh còn bao gồm lớp điện môi thứ ba giữa đế và lớp điện cực dưới cùng.

Khía cạnh 25: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các Khía cạnh 14-24, trong đó thiết bị điện thanh được tạo cấu hình là bộ cộng hưởng sóng âm khối (BAW).

Khía cạnh 26: Phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh 14-25, trong đó độ dày của lớp điện cực dưới cùng lớn hơn 100 nanomet.

Khía cạnh 27: Phương pháp chế tạo thiết bị điện thanh bao gồm các bước: tạo thành lớp điện cực dưới cùng phía trên đế; tạo thành chùm gương âm học bao gồm lớp điện môi thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất; tạo thành một hoặc nhiều lỗ via ghép nối điện lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất; và tạo thành lớp áp điện phía trên chùm gương âm học.

Các hoạt động khác nhau của các phương pháp được mô tả ở trên có thể được triển khai bằng bất kỳ phương tiện phù hợp nào có khả năng thực hiện các chức năng tương ứng. Phương tiện có thể gồm (các) thành phần phần cứng và/hoặc phần mềm và/hoặc (các) mô-đun khác nhau, bao gồm nhưng không giới hạn ở mạch, mạch tích hợp dành riêng cho ứng dụng (application specific integrated circuit - ASIC), hoặc bộ xử lý. Nói chung, khi có các hoạt động được minh họa trên các hình vẽ, các hoạt động đó có thể có các thành phần phương tiện cộng chức năng đối ứng tương ứng.

Mô tả sau đây cung cấp các ví dụ về thiết bị điện thanh cho các ứng dụng lọc khác nhau, và không giới hạn phạm vi, khả năng ứng dụng, hoặc các ví dụ được nêu trong các yêu cầu bảo hộ. Các thay đổi có thể được thực hiện trong chức năng và cách sắp xếp của các phần tử được thảo luận mà không rời khỏi phạm vi của sáng chế. Các ví dụ khác nhau có thể bỏ qua, thay thế hoặc thêm các quy trình hoặc các thành phần khác nhau khi thích hợp. Chẳng hạn, các phương pháp được mô tả có thể được thực hiện theo thứ tự khác với phương pháp được mô tả, và các bước khác nhau có thể được thêm vào, được bỏ qua, hoặc được kết hợp. Ngoài ra, các đặc điểm được mô tả liên quan đến một số ví dụ có thể được kết hợp trong một số ví dụ khác. Ví dụ, máy có thể được triển khai hoặc phương pháp có thể được thực hành bằng cách sử dụng khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh được nêu ở đây. Ngoài ra, phạm vi của sáng chế được dự định để bao hàm máy hoặc phương pháp như vậy mà được thực hành sử dụng cấu trúc, chức năng, hoặc cấu trúc và chức năng khác bổ sung hoặc khác với các khía cạnh khác nhau của sáng chế được nêu ở

đây. Cần hiểu rằng khía cạnh bất kỳ của sáng chế được bộc lộ ở đây có thể được biểu hiện bởi một hoặc nhiều phần tử của yêu cầu bảo hộ. Từ “làm thí dụ” được sử dụng ở đây có nghĩa là “có vai trò như một ví dụ, trường hợp, hoặc minh họa.” Khía cạnh bất kỳ được mô tả ở đây là “làm thí dụ” không nhất thiết phải được hiểu là được ưu tiên hoặc có lợi hơn các khía cạnh khác.

Các phương pháp được bộc lộ ở đây bao gồm một hoặc nhiều bước hoặc hoạt động để đạt được các phương pháp. Các bước và/hoặc các hoạt động của phương pháp có thể được thay thế cho nhau mà không rời khỏi phạm vi của các yêu cầu bảo hộ. Nói cách khác, trừ khi thứ tự cụ thể của các bước hoặc các hoạt động được chỉ định, thứ tự và/hoặc sự sử dụng của các bước và/hoặc các hoạt động cụ thể có thể được sửa đổi mà không rời khỏi phạm vi của các yêu cầu bảo hộ.

Như được sử dụng ở đây, cụm từ đề cập đến “ít nhất một trong” danh sách các mục đề cập đến bất kỳ sự kết hợp nào của các mục đó, gồm cả các thành phần đơn lẻ. Ví dụ, “ít nhất một trong: a, b, hoặc c” nhằm bao hàm a, b, c, a-b, a-c, b-c, và a-b-c, cũng như bất kỳ kết hợp nào với các bội số của cùng một phần tử (ví dụ, a-a, a-a-a, a-a-b, a-a-c, a-b-b, a-c-c, b-b, b-b-b, b-b-c, c-c, và c-c-c hoặc bất kỳ thứ tự nào khác của a, b, và c).

Mô tả trên được đưa ra để cho phép bất kỳ người nào có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật thực hành các khía cạnh khác nhau được mô tả ở đây. Những sửa đổi khác nhau đối với các khía cạnh này sẽ dễ dàng nhận thấy đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, và các nguyên tắc chung được định nghĩa ở đây có thể được áp dụng cho các khía cạnh khác. Do đó, các yêu cầu bảo hộ không nhằm mục đích bị giới hạn ở các khía cạnh được thể hiện ở đây, mà cho toàn bộ phạm vi phù hợp với ngôn ngữ của các yêu cầu bảo hộ, trong đó việc tham chiếu đến một yếu tố ở dạng số ít không nhằm mục đích có nghĩa là “một và chỉ một” trừ khi được nêu cụ thể như vậy, mà đúng hơn là “một hoặc nhiều”. Trừ khi được nêu cụ thể khác, thuật ngữ “một số” đề cập đến một hoặc nhiều. Tất cả các tương đương về mặt cấu trúc và chức năng với các phần tử của các khía cạnh khác nhau được mô tả xuyên suốt sáng chế mà đã được biết đến hoặc sau này được biết đến bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật đều được kết hợp rõ ràng ở đây bằng cách tham chiếu và được dự kiến sẽ được bao hàm trong các yêu cầu bảo hộ. Hơn nữa, không có gì được bộc lộ ở đây được dự định dành riêng cho

công chúng bất kể sự bộc lộ đó có được trình bày rõ ràng trong các yêu cầu bảo hộ hay không. Không có phần tử yêu cầu bảo hộ nào được hiểu theo các điều khoản của 35 U.S.C. §112(f) trừ khi phần tử được nêu rõ ràng bằng cách sử dụng cụm từ “phương tiện để” hoặc, trong trường hợp yêu cầu bồi thường phương pháp, phần tử được nêu bằng cách sử dụng cụm từ “bước để”.

Các hoạt động khác nhau của các phương pháp được mô tả ở trên có thể được triển khai bằng bất kỳ phương tiện phù hợp nào có khả năng thực hiện các chức năng tương ứng. Phương tiện có thể gồm các thành phần phần cứng khác nhau. Nói chung, khi có các hoạt động được minh họa bằng các hình vẽ, các hoạt động đó có thể có các thành phần phương tiện cộng chức năng đối ứng tương ứng với cách đánh số tương tự.

Cần hiểu rằng các yêu cầu bảo hộ không bị giới hạn ở cấu hình chính xác và các thành phần được minh họa ở trên. Các sửa đổi, thay đổi và biến thể khác nhau có thể được triển khai trong cách sắp xếp, vận hành, và các chi tiết của các phương pháp và máy được mô tả ở trên mà không rời khỏi phạm vi của các yêu cầu bảo hộ.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị điện thanh, bao gồm:

đế;

lớp điện cực dưới cùng được bố trí phía trên đế;

chùm gương âm học có:

lớp điện môi thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng; và

lớp dẫn điện thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất;

lớp áp điện được bố trí phía trên chùm gương âm học; và

một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất được bố trí giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất, một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất ghép nối điện lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất.

2. Thiết bị điện thanh theo điểm 1, còn bao gồm lớp điện cực trên cùng được bố trí phía trên lớp áp điện.

3. Thiết bị điện thanh theo điểm 1, trong đó chùm gương âm còn bao gồm:

một hoặc nhiều lớp điện môi thứ hai được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng;

một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai, mỗi lớp được bố trí phía trên một lớp tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp điện môi thứ hai; và

một hoặc nhiều lỗ via thứ hai được bố trí giữa lớp dẫn điện thứ nhất và một lớp tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai, một hoặc nhiều lỗ via thứ hai ghép nối điện lớp dẫn điện thứ nhất và một lớp tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai.

4. Thiết bị điện thanh theo điểm 3, trong đó lớp áp điện tiếp xúc trực tiếp với lớp dẫn điện trên cùng của một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai.

5. Thiết bị điện thanh theo điểm 1, trong đó lớp áp điện tiếp xúc trực tiếp với lớp dẫn điện thứ nhất.

6. Thiết bị điện thanh theo điểm 1, còn bao gồm lớp dẫn điện thứ hai được ghép nối giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp điện môi thứ nhất.
7. Thiết bị điện thanh theo điểm 1, trong đó lớp điện môi thứ nhất bao gồm silic đioxit (SiO_2).
8. Thiết bị điện thanh theo điểm 1, trong đó lớp dẫn điện thứ nhất bao gồm vonfram (W).
9. Thiết bị điện thanh theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất bao gồm vonfram (W) hoặc molybden (Mo).
10. Thiết bị điện thanh theo điểm 1, còn bao gồm lớp điện môi thứ hai giữa đế và lớp điện cực dưới cùng.
11. Thiết bị điện thanh theo điểm 1, trong đó thiết bị điện thanh được tạo cấu hình là bộ cộng hưởng sóng âm khối (bulk acoustic wave - BAW).
12. Bộ lọc tần số vô tuyến (radio frequency - RF) bao gồm thiết bị điện thanh theo điểm 1.
13. Thiết bị điện thanh theo điểm 1, trong đó độ dày của lớp điện cực dưới cùng lớn hơn 100 nanomet.
14. Phương pháp xử lý tín hiệu, phương pháp này bao gồm các bước:
 - nhận tín hiệu tại đầu cực của thiết bị điện thanh; và
 - xử lý tín hiệu qua thiết bị điện thanh, trong đó thiết bị điện thanh bao gồm:
 - đế;
 - lớp điện cực dưới cùng được bố trí phía trên đế;
 - chùm gương âm học có:
 - lớp điện môi thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng;
 - và

lớp dẫn điện thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất;
lớp áp điện được bố trí phía trên chùm gương âm học; và
một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất được bố trí giữa lớp điện cực dưới cùng và
lớp dẫn điện thứ nhất, một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất ghép nối điện lớp điện cực
dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó đầu cực của thiết bị điện thanh bao gồm lớp
điện cực dưới cùng.

16. Phương pháp theo điểm 14, trong đó thiết bị điện thanh còn bao gồm lớp điện cực
trên cùng được bố trí phía trên lớp áp điện, đầu cực của thiết bị điện thanh bao gồm lớp
điện cực trên cùng.

17. Phương pháp theo điểm 14, trong đó chùm gương âm học còn bao gồm:

một hoặc nhiều lớp điện môi thứ hai được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng;
một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai, mỗi lớp được bố trí phía trên một lớp tương
ứng trong số một hoặc nhiều lớp điện môi thứ hai; và
một hoặc nhiều lỗ via thứ hai được bố trí giữa lớp dẫn điện thứ nhất và một lớp
tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai, một hoặc nhiều lỗ via thứ hai
ghép nối điện lớp dẫn điện thứ nhất và một lớp tương ứng trong số một hoặc nhiều lớp
dẫn điện thứ hai.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó lớp áp điện tiếp xúc trực tiếp với lớp dẫn điện
trên cùng trong số một hoặc nhiều lớp dẫn điện thứ hai.

19. Phương pháp theo điểm 14, trong đó lớp áp điện tiếp xúc trực tiếp với lớp dẫn điện
thứ nhất.

20. Phương pháp theo điểm 14, trong đó thiết bị điện thanh còn bao gồm lớp dẫn điện
thứ hai được ghép nối giữa lớp điện cực dưới cùng và lớp điện môi thứ nhất.

21. Phương pháp theo điểm 14, trong đó lớp điện môi thứ nhất bao gồm silic đioxit (SiO_2).
22. Phương pháp theo điểm 14, trong đó lớp dẫn điện thứ nhất bao gồm vonfram (W).
23. Phương pháp theo điểm 14, trong đó một hoặc nhiều lỗ via thứ nhất bao gồm vonfram (W) hoặc molypden (Mo).
24. Phương pháp theo điểm 14, trong đó thiết bị điện thanh còn bao gồm lớp điện môi thứ hai giữa lớp nền và lớp điện cực dưới cùng.
25. Phương pháp theo điểm 14, trong đó thiết bị điện thanh được tạo cấu hình là bộ cộng hưởng sóng âm khối (BAW).
26. Phương pháp theo điểm 14, trong đó độ dày của lớp điện cực dưới cùng lớn hơn 100 nanomet.
27. Phương pháp chế tạo thiết bị điện thanh, phương pháp này bao gồm các bước:
- tạo thành lớp điện cực đáy bên trên đế;
 - tạo thành chùm gương âm học bao gồm:
 - lớp điện môi thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện cực dưới cùng; và
 - lớp dẫn điện thứ nhất được bố trí phía trên lớp điện môi thứ nhất;
 - tạo thành một hoặc nhiều lỗ via ghép nối điện lớp điện cực dưới cùng và lớp dẫn điện thứ nhất; và
 - tạo thành lớp áp điện phía trên chùm gương âm học.

1/9

100

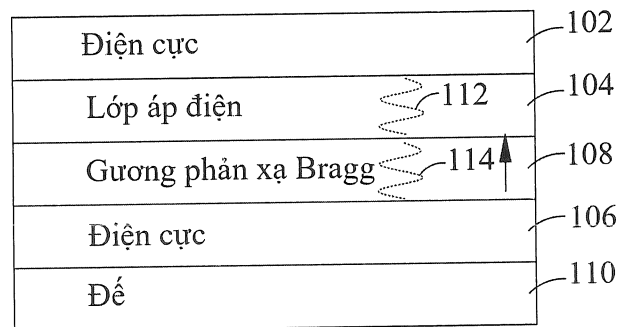


FIG.1A

100

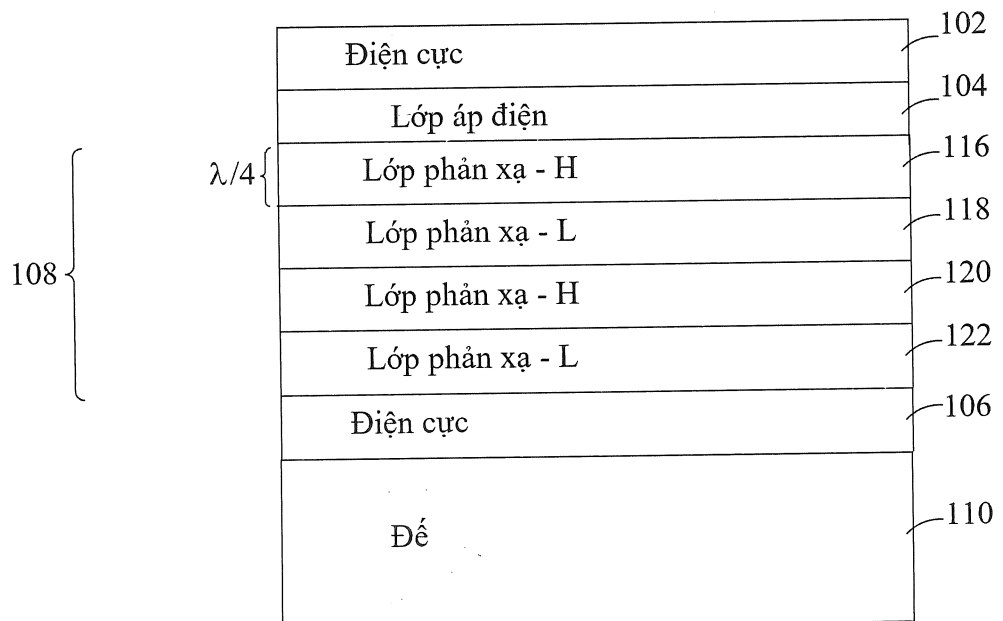


FIG.1B

2/9

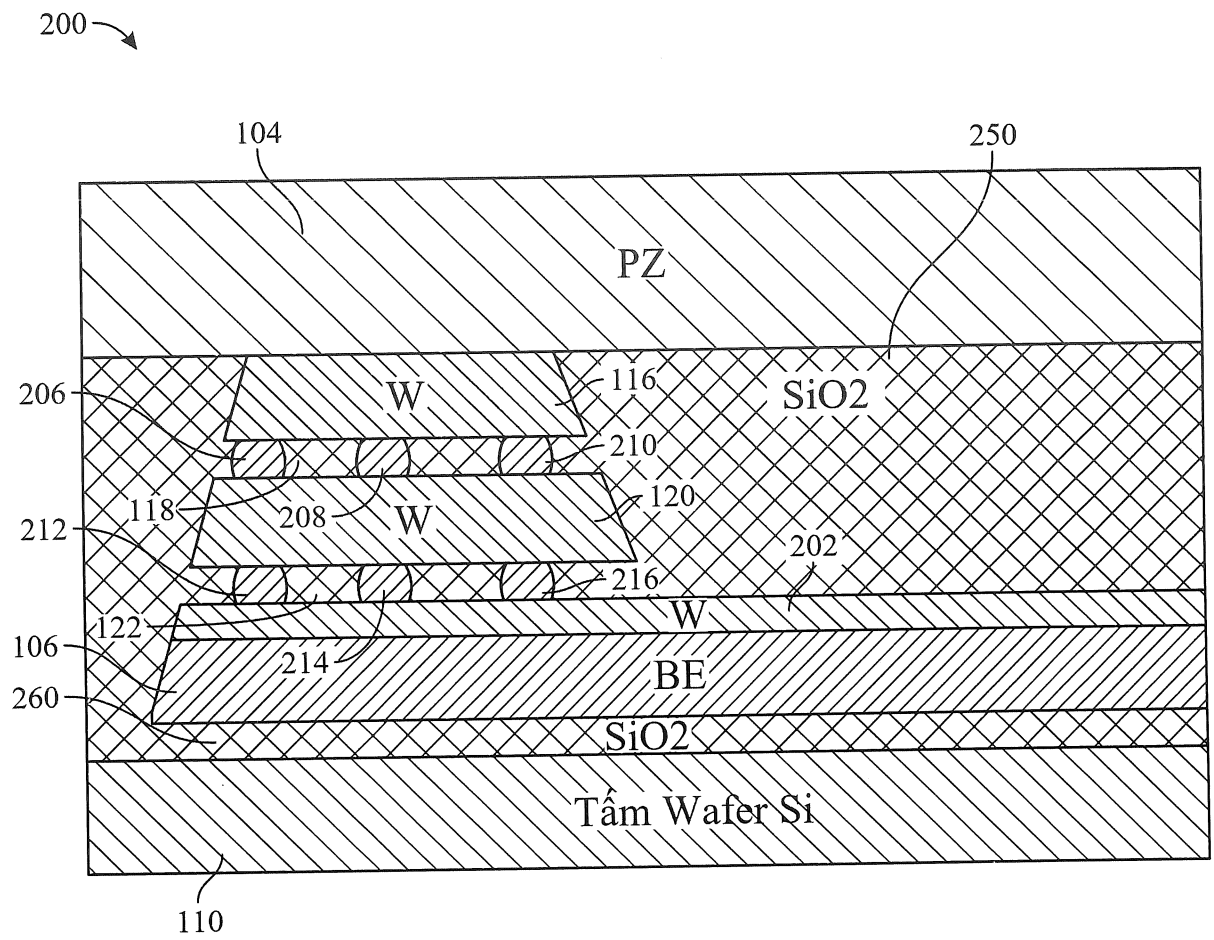


FIG.2

3/9

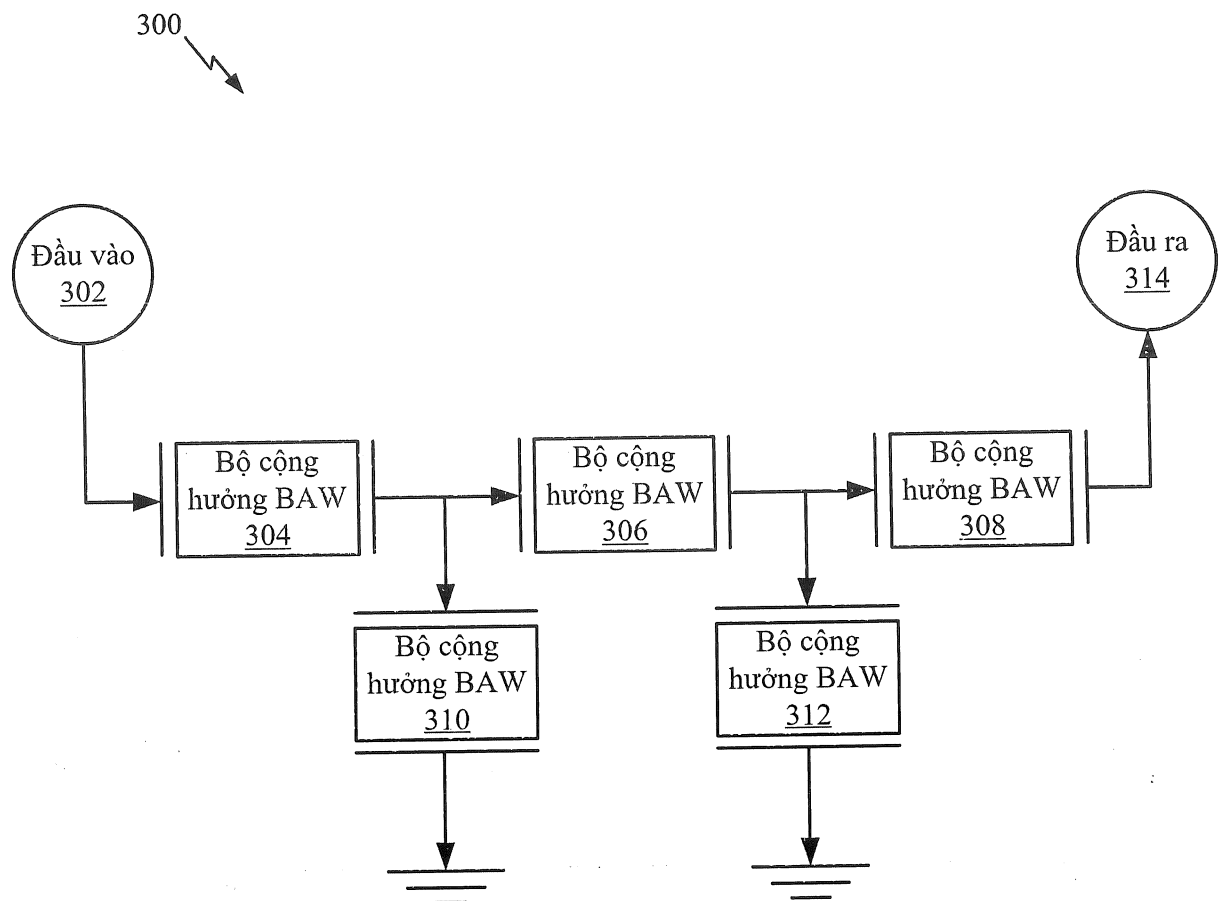


FIG.3

4/9

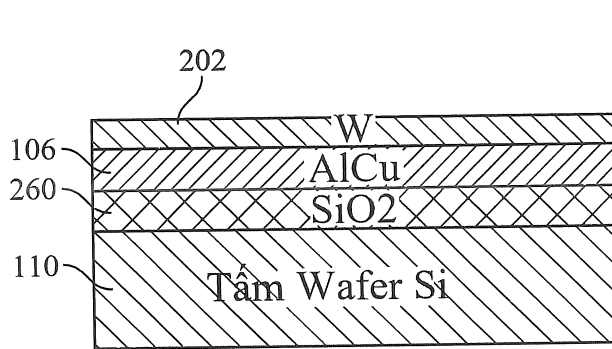


FIG. 4A

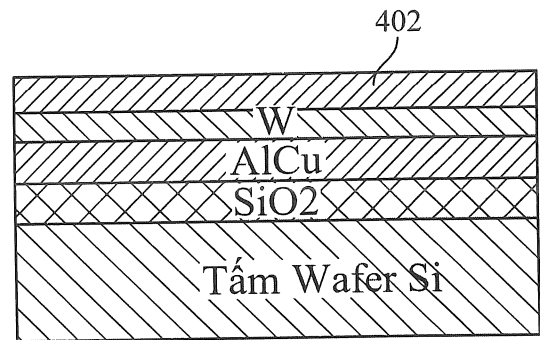


FIG. 4B

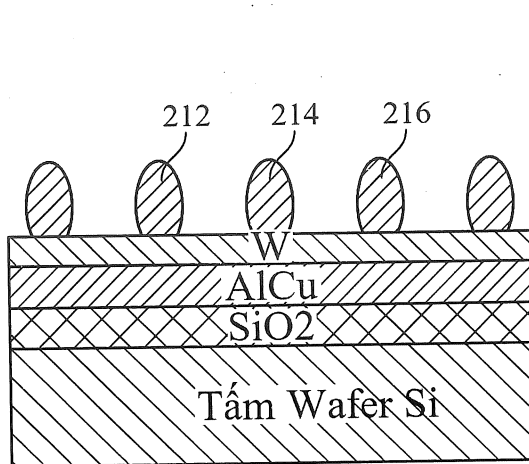


FIG. 4C

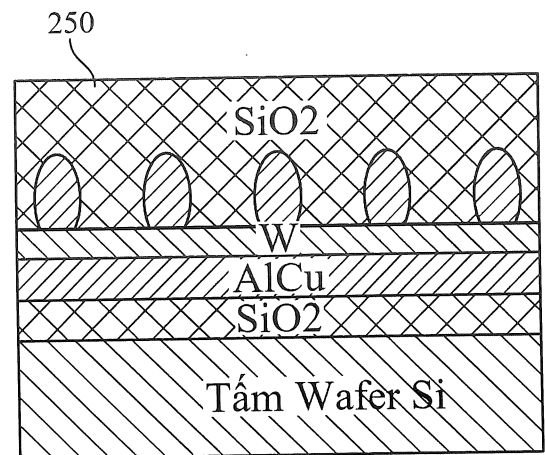


FIG. 4D

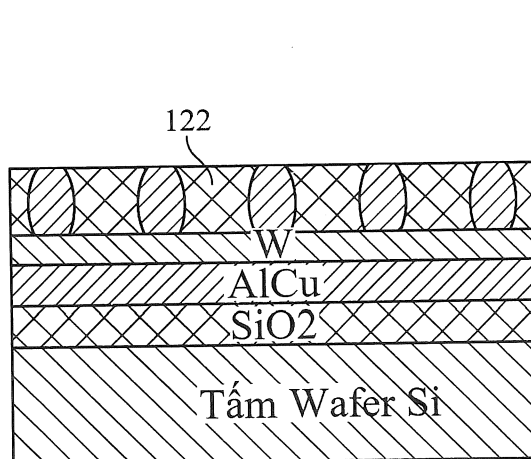


FIG. 4E

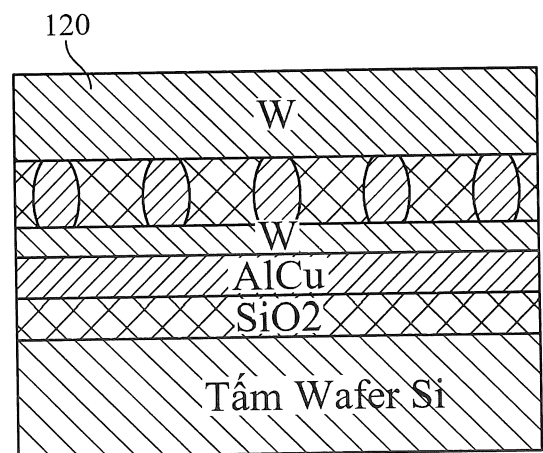


FIG. 4F

5/9

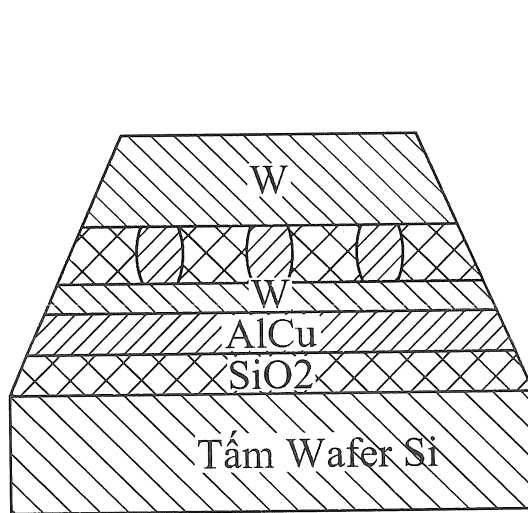


FIG. 4G

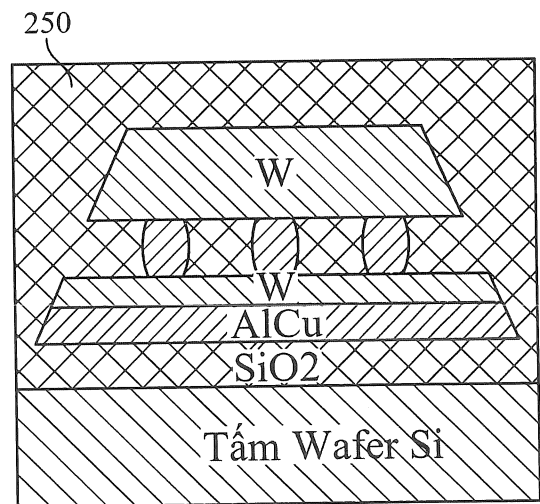


FIG. 4H

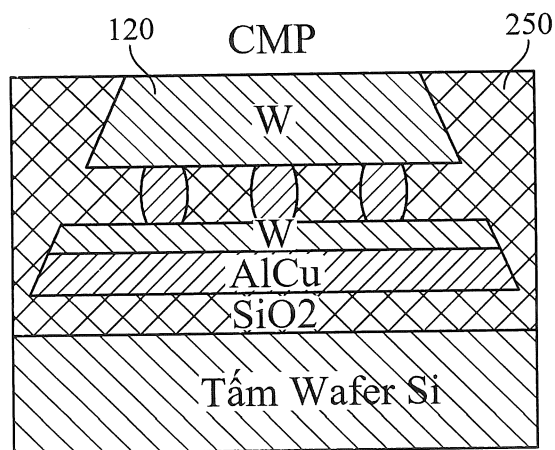


FIG. 4I

6/9

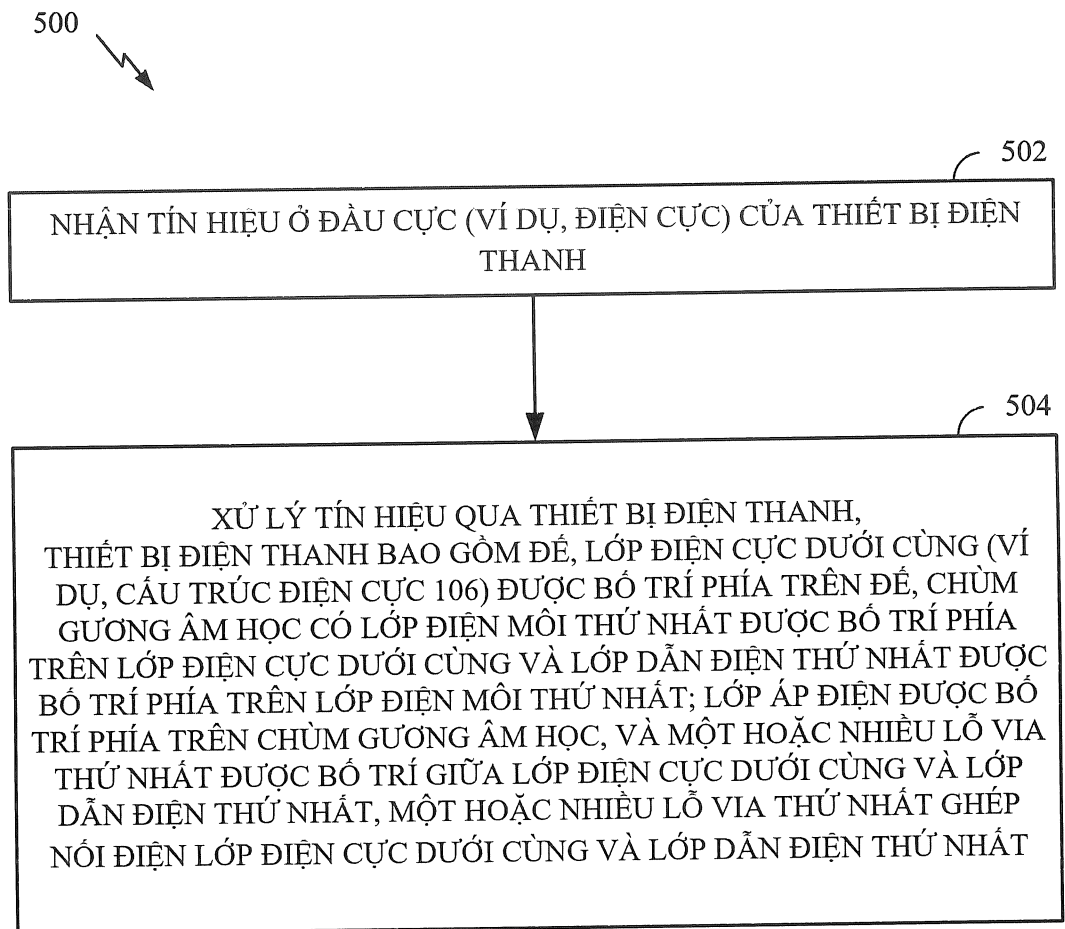


FIG. 5

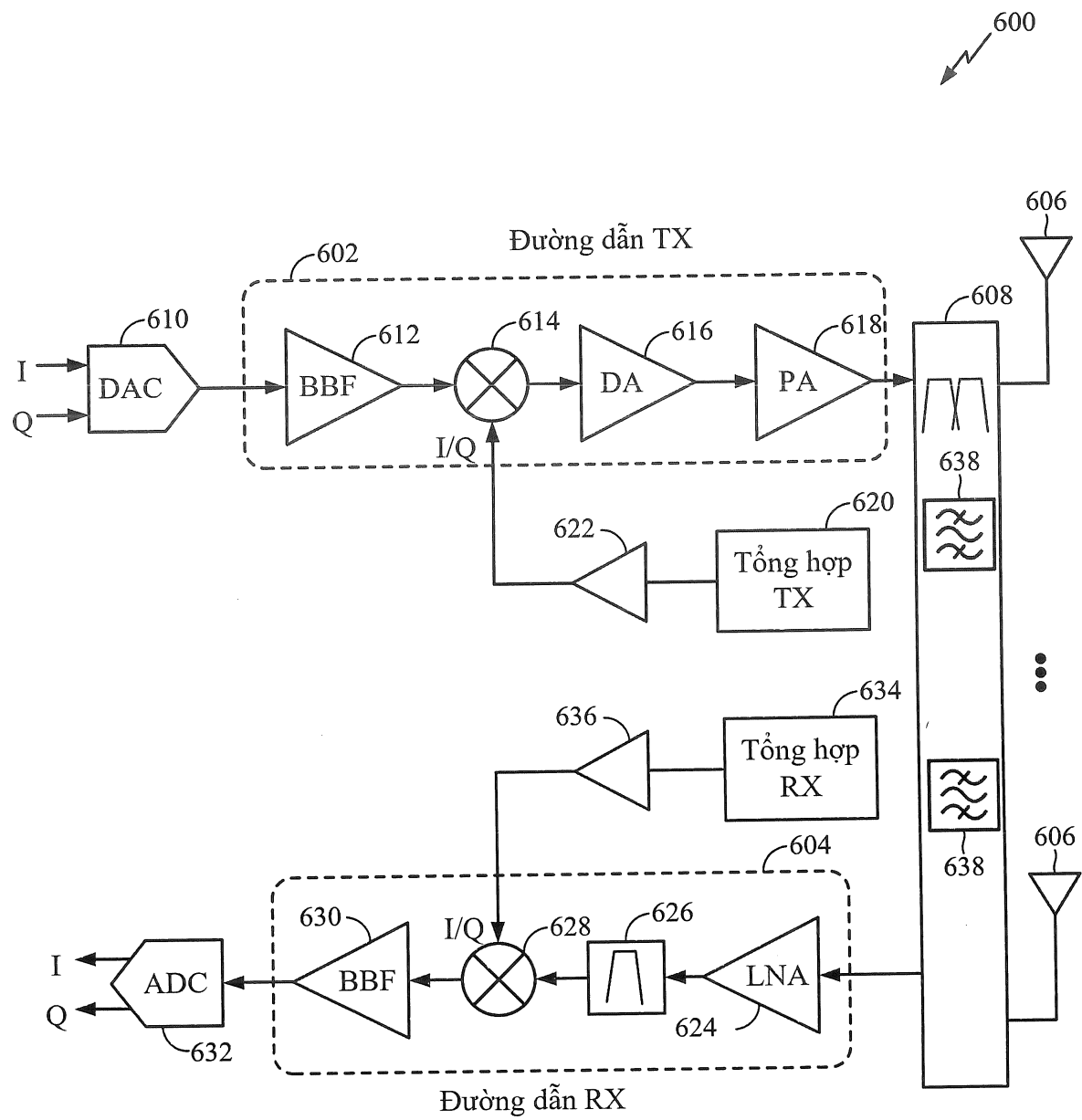


FIG.6

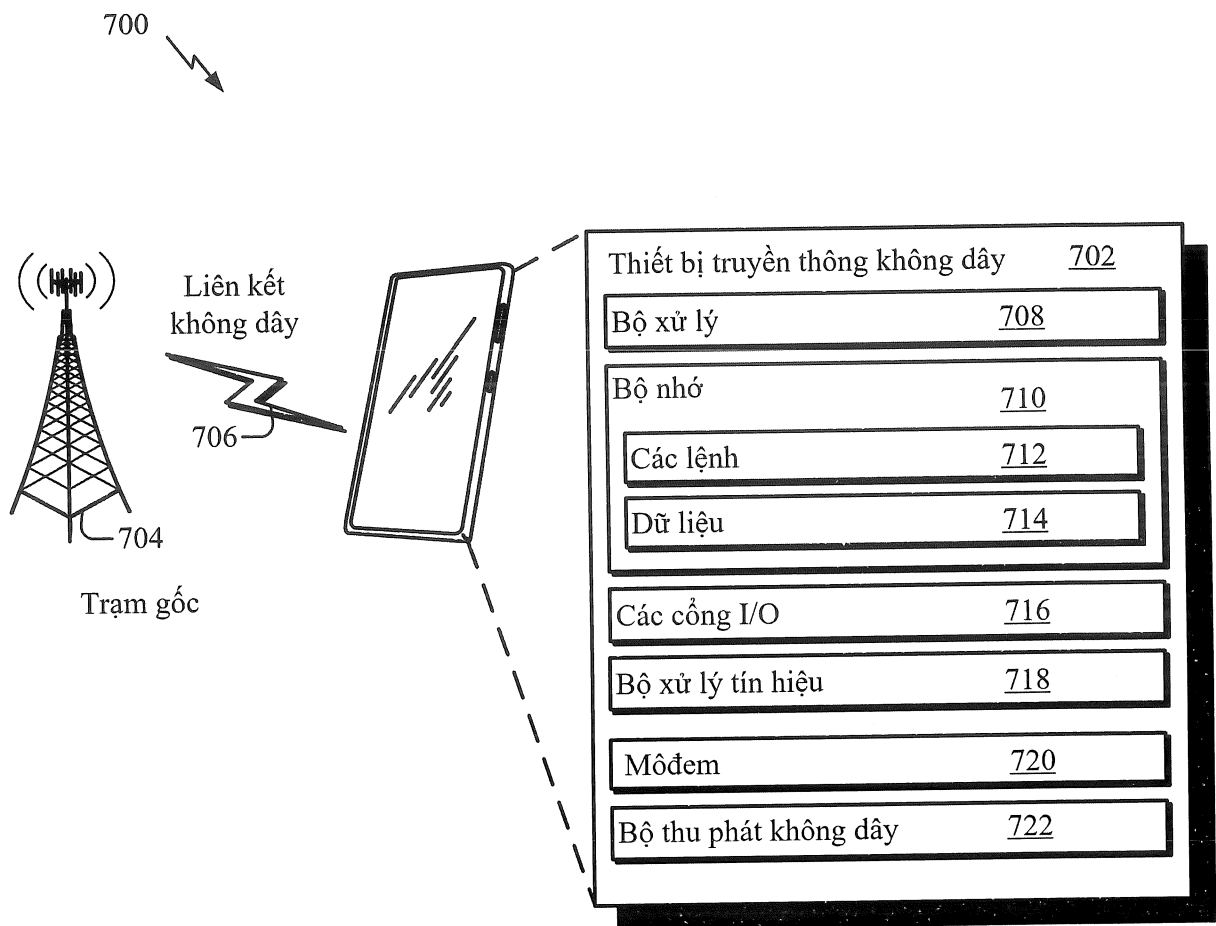


FIG.7

9/9

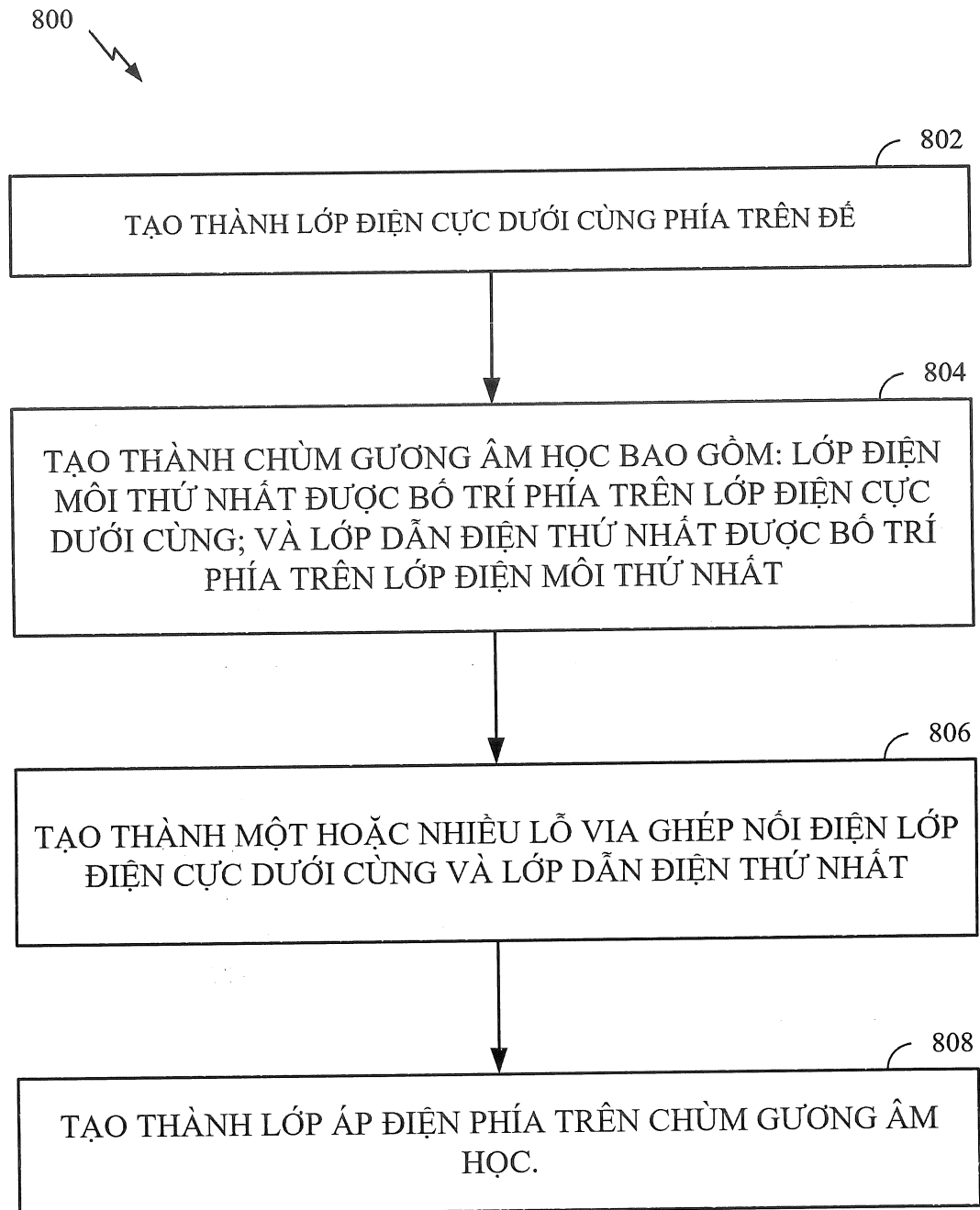


FIG.8