



(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)



1-0032226

(51)⁷ H01L 29/78; H01L 27/11

(13) B

(21) 1-2016-03087

(22) 27/03/2014

(86) PCT/US2014/032022 27/03/2014

(87) WO 2015/147833 01/10/2015

(45) 25/06/2022 411

(43) 25/04/2017 349A

(73) Intel Corporation (US)

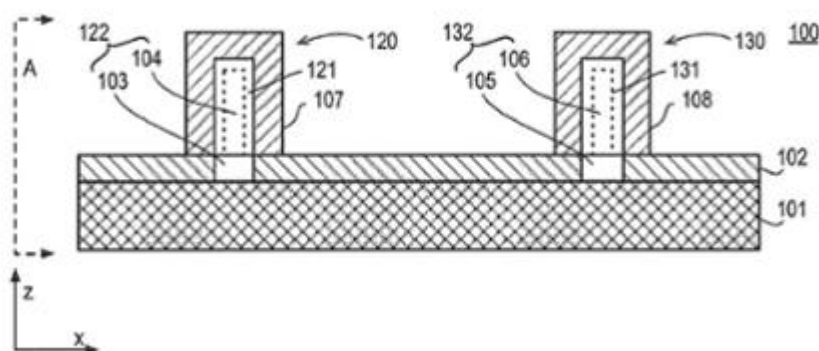
2200 Mission College Boulevard, Santa Clara, California 95054, United States of America

(72) PILLARISSETTY, Ravi (US); LE, Van (US); RACHMADY, Willy (ID); KOTLYAR, Roza (US); RADOSVLJEVIC, Marko (US); THEN, Han Wui (MY); DASGUPTA, Sansaptak (IN); DEWEY, Gilbert (US); CHU-KUNG, Benjamin (US); KAVALLIEROS, Jack (US).

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

(54) MẠCH TÍCH HỢP VÀ Ô NHỚ TRUY CẬP NGẪU NHIÊN TĨNH (SRAM)

(57) Sáng chế đề cập đến mạch tích hợp và ô nhớ truy cập ngẫu nhiên tĩnh (SRAM). Mạch tích hợp này bao gồm: tranzito thứ nhất gồm: vùng kênh thứ nhất bao gồm phần germani thiếc thứ nhất của gờ thứ nhất, trong đó gờ thứ nhất bao gồm lớp đệm thứ nhất được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ nhất được bố trí trên lớp đệm thứ nhất; cực cổng thứ nhất được bố trí trên vùng kênh thứ nhất; và cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất được ghép nối với gờ thứ nhất, trong đó vùng kênh thứ nhất nằm giữa cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất; và tranzito thứ hai gồm: vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, trong đó vùng kênh thứ nhất và vùng kênh thứ hai chứa các nồng độ thiếc khác nhau.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các tranzito bán dẫn có độ linh động kênh nâng cao và giảm rò điện, và cụ thể hơn là đề cập đến các tranzito kênh germani thiếc, các thiết bị, và các kỹ thuật chế tạo.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong một số ứng dụng, các tranzito, như các tranzito hiệu ứng trường kim loại-oxit bán dẫn (metal-oxide-semiconductor field-effect transistor - MOSFET) có thể là các thiết bị đa cổng (ví dụ các tranzito ba cổng, các FinFET hoặc tương tự). Các cấu trúc này có thể có các ưu điểm là lưu lượng dòng lớn hơn khi thiết bị này BẬT và lưu lượng dòng nhỏ hơn khi thiết bị TẮT khi so với các cấu trúc tranzito phẳng tương tự, và nhờ đó có thể tạo ra hiệu năng tốt hơn và sử dụng ít năng lượng hơn. Ví dụ, các thiết bị đa cổng có thể bao gồm gờ hoặc cột silic hoặc tương tự được ghép nối với cực nguồn, cực máng, và cực cổng giữa cực nguồn và cực máng. Gờ hoặc cột có thể bao gồm vùng kênh liền kề với cực cổng.

Ngoài ra, khi có yêu cầu cải tiến thiết bị, các vật liệu khác nhau có thể được ứng dụng cho các bộ phận khác nhau của các thiết bị đa cổng. Cụ thể, gờ hoặc cột có thể được tạo thành từ các vật liệu khác ngoài silic để cải tiến hiệu năng thiết bị. Các vật liệu này có thể làm tăng độ linh động điện tử và/hoặc lỗ trống hoặc tương tự để tăng dòng kích thích, chẳng hạn. Khi các vật liệu mới được bố trí trong cấu trúc gờ, việc rò điện của gờ nhỏ có thể là vấn đề tiếp diễn.

Như vậy, các kỹ thuật hiện nay không đề xuất được cấu trúc tranzito có độ linh động kênh nâng cao và tối thiểu hoặc giảm rò điện như sự rò điện của gờ nhỏ. Các vấn đề này có thể trở nên nghiêm trọng khi các thiết bị có tốc độ tăng, dòng kích thích được nâng cao, và mức tiêu thụ công suất thấp là cần thiết trong nhiều ứng dụng khác nhau.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất mạch tích hợp, mạch tích hợp này có tranzito bao gồm:

vùng kênh bao gồm phần germani thiếc của gờ, trong đó, gờ này bao gồm lớp đệm được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc được bố trí trên lớp đệm;

cực cổng được bố trí trên vùng kênh; và

cực nguồn và cực máng được gắn vào gờ, trong đó vùng kênh ở giữa cực nguồn và cực máng.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất ô nhớ truy cập ngẫu nhiên tĩnh (SRAM), bao gồm:

tranzito NMOS (N-type metal-oxide semiconductor - kim loại-oxit bán dẫn loại N) bao gồm:

vùng kênh thứ nhất bao gồm phần germani thiếc thứ nhất của gờ thứ nhất, trong đó gờ thứ nhất này bao gồm lớp đệm thứ nhất được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ nhất được bố trí trên lớp đệm thứ nhất;

cực cổng thứ nhất được bố trí trên vùng kênh thứ nhất; và

cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất, mỗi cực chứa germani thiếc, được gắn vào gờ thứ nhất, trong đó vùng kênh thứ nhất ở giữa cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất;

tranzito PMOS (P-type metal-oxide semiconductor - kim loại-oxit bán dẫn loại P) bao gồm:

vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai;

cực cổng thứ hai được bố trí trên vùng kênh thứ hai; và

cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, mỗi cực chứa germani thiếc, được gắn vào gờ thứ hai, trong đó vùng kênh thứ hai ở giữa cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai,

trong đó cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất chứa nồng độ thiếc khác với cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất mạch tích hợp, bao gồm:

tạo ra gờ có lớp đệm được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc được bố trí trên lớp đệm;

bố trí cực cổng trên gờ; và

gắn cực nguồn và cực máng vào gờ, trong đó cực cổng này ở giữa cực nguồn và cực máng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Vật liệu được mô tả ở đây được minh họa để làm ví dụ và không bị giới hạn trên các hình vẽ kèm theo. Để minh họa đơn giản và rõ ràng, các bộ phận được minh họa trên các hình vẽ không cần thiết phải vẽ theo tỷ lệ. Ví dụ, các kích thước của một số bộ phận có thể được phóng to tương đối so với các bộ phận khác để làm rõ. Ngoài ra, tại các vị trí thích hợp, ký hiệu chỉ dẫn được lặp lại trên các hình vẽ để chỉ các bộ phận tương ứng và tương tự. Trên các hình vẽ:

Fig.1A là hình chiếu cạnh của mạch tích hợp làm ví dụ bao gồm các tranzito làm ví dụ;

Fig.1B là hình chiếu cạnh thứ hai của các tranzito làm ví dụ;

Fig.1C là hình chiếu bằng của các tranzito làm ví dụ trên Fig.1A và Fig.1B;

Fig.2 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ để tạo ra các tranzito có độ linh động kênh nâng cao và tối thiểu hoặc giảm rò điện;

Fig.3A, Fig.3B, Fig.3C, Fig.3D, Fig.3E, Fig.3F, Fig.3G, Fig.3H là các hình chiếu cạnh của các cấu trúc tranzito làm ví dụ dưới dạng các thao tác chế tạo cụ thể được thực hiện;

Fig.4 là hình chiếu của ô nhớ SRAM làm ví dụ lắp đặt một hoặc nhiều tranzito có độ linh động kênh nâng cao và tối thiểu hoặc giảm rò điện;

Fig.5 là sơ đồ minh họa của nền tảng điện toán di động sử dụng mạch tích hợp với tranzito có độ linh động kênh nâng cao và tối thiểu hoặc giảm rò điện; và

Fig.6 là sơ đồ khối chức năng của thiết bị điện toán, tất cả được bố trí theo ít nhất một vài phương án thực hiện của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một hoặc nhiều phương án hoặc ứng dụng giờ đây được mô tả có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo. Trong khi các cấu hình và các bố trí cụ thể được thảo luận, cần hiểu rằng các phương án này được tạo ra chỉ nhằm mục đích minh họa. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan sẽ nhận ra rằng các cấu hình và các bố trí khác có thể được sử dụng không tách rời khỏi nguyên lý và phạm vi bảo hộ của phần mô tả. Sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan rằng các kỹ thuật và/hoặc các bố trí được mô tả ở đây có thể cũng được sử dụng trong nhiều hệ thống và ứng dụng khác và ngoài các hệ thống và ứng dụng được mô tả ở đây.

Tham chiếu được thực hiện tới các hình vẽ kèm theo trong phần mô tả chi tiết sau đây, các hình vẽ này là một phần của phần mô tả, trong đó số chỉ dẫn giống nhau có thể ký hiệu các bộ phận tương đồng nhau cho đến các bộ phận tương ứng hoặc tương tự. Cần hiểu rằng để cho việc minh họa trở nên đơn giản và/hoặc rõ ràng, các bộ phận được minh họa trên các hình vẽ không cần thiết phải được vẽ theo tỷ lệ. Ví dụ, các kích thước của một vài trong số các bộ phận có thể được phóng to tương đối so với các bộ phận khác để làm rõ. Ngoài ra, cần hiểu rằng các phương án khác có thể được sử dụng và các thay đổi cấu trúc và/hoặc logic có thể được thực hiện mà không tách rời khỏi phạm vi của đối tượng yêu cầu bảo hộ. Cần lưu ý rằng các hướng và các tham chiếu, ví dụ, lên, xuống, trên cùng, dưới cùng, trên, dưới, và v.v, có thể được sử dụng để hỗ trợ cho việc thảo luận về các hình vẽ và các phương án và không nhằm để giới hạn việc áp dụng của đối tượng yêu cầu bảo hộ. Do đó, phần mô tả chi tiết sau đây không được đưa ra với ý nghĩa giới hạn và phạm vi của đối tượng yêu cầu bảo hộ được xác định bởi các yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phần tương đương của chúng.

Trong phần mô tả sau, nhiều chi tiết được nêu, tuy nhiên, sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này rằng sáng chế có thể được thực hiện mà không cần các chi tiết cụ thể này. Trong một số ví dụ, các phương pháp và các thiết bị đã biết được thể hiện dưới dạng sơ đồ khối, không được mô tả chi tiết, để tránh làm cho sáng chế trở nên khó hiểu. Tham chiếu trong toàn bộ bản mô tả này đến “một phương án” hoặc “theo một phương án” có nghĩa là dấu hiệu, cấu trúc, chức năng, hoặc đặc trưng cụ thể được mô tả kết hợp với phương án được bao gồm trong ít nhất một phương án của sáng chế. Do đó, sự xuất hiện của cụm từ

“theo một phương án” ở nhiều chỗ trong toàn bộ bản mô tả này không cần thiết đề cập đến cùng phương án của sáng chế. Ngoài ra, các dấu hiệu, các cấu trúc, các chức năng, hoặc các đặc trưng cụ thể có thể được kết hợp theo cách thích hợp bất kỳ theo một hoặc nhiều phương án. Ví dụ, phương án thứ nhất có thể được kết hợp với phương án thứ hai ở bất cứ chỗ nào mà hai phương án không được xác định là loại bỏ lẫn nhau.

Các thuật ngữ “được ghép nối” và “được nối”, cùng với từ phát sinh của chúng, có thể được sử dụng ở đây để mô tả các mối quan hệ cấu trúc giữa các thành phần. Cần hiểu rằng các thuật ngữ này không phải là từ đồng nghĩa với nhau. Ngoài ra, theo các phương án cụ thể, “được nối” có thể được sử dụng để chỉ ra hai hoặc nhiều bộ phận tiếp xúc vật lý hoặc tiếp xúc điện trực tiếp với nhau. “Được ghép nối” có thể được sử dụng để chỉ ra hai hoặc nhiều bộ phận (với các bộ phận xen kẽ khác giữa chúng) tiếp xúc vật lý hoặc tiếp xúc điện trực tiếp hoặc gián tiếp với nhau, và/hoặc hai hoặc nhiều bộ phận gộp lại hoặc tiếp xúc với nhau (ví dụ như trong mối quan hệ nguyên nhân và kết quả).

Các thuật ngữ “bên trên”, “dưới”, “giữa,” “trên”, và/hoặc tương tự, khi được sử dụng ở đây đề cập đến vị trí tương đối của một lớp hoặc thành phần vật liệu so với các lớp hoặc thành phần vật liệu khác. Ví dụ, một lớp được bố trí trên hoặc ở dưới lớp khác có thể tiếp xúc trực tiếp với lớp khác hoặc có thể có một hoặc nhiều lớp xen kẽ. Ngoài ra, một lớp được bố trí giữa hai lớp có thể tiếp xúc trực tiếp với hai lớp này hoặc có thể có một hoặc nhiều lớp xen kẽ. Ngược lại, lớp thứ nhất “trên” lớp thứ hai thì tiếp xúc trực tiếp với lớp thứ hai này. Tương tự, trừ khi được nêu rõ ràng khác, một bộ phận được bố trí giữa hai bộ phận có thể tiếp xúc trực tiếp với các bộ phận liền kề hoặc có thể có một hoặc nhiều bộ phận xen kẽ.

Các tranzito, các mạch tích hợp, các cơ cấu, các thiết bị, các nền tảng điện toán, và các phương pháp được mô tả sau đây đề cập đến các tranzito có độ linh động kênh nâng cao và tối thiểu hoặc giảm rò điện.

Như được mô tả ở trên, có thể có ưu điểm khi tạo ra các tranzito có độ linh động kênh nâng cao và tối thiểu hoặc giảm rò điện. Các tranzito này có thể gia tăng dòng kích thích và tiết kiệm điện năng. Theo một phương án, tranzito có thể bao gồm vùng kênh bao gồm phần germani thiếc (GeSn) của gờ. Gờ này có thể bao gồm

lớp đệm được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc được bố trí trên lớp đệm. Phần germani thiếc có thể tạo ra vật liệu có độ linh động kênh cao. Lớp đệm có thể làm giảm rò điện (ví dụ sự rò điện của gờ nhỏ) bằng cách tạo ra khoảng dịch dải và chênh lệch hóa trị tương ứng với phần germani thiếc của gờ. Khoảng dịch dải có thể tạo ra hàng rào trạng thái năng lượng để ngăn chặn và chênh lệch hóa trị này có thể tạo ra trạng thái động lượng hoặc ngăn chặn chọn lọc sao cho cả hai khoảng dịch và chênh lệch đều có thể ngăn chặn hoặc giam các điện tử trong phần germani thiếc để làm giảm rò điện như rò điện gờ nhỏ (ví dụ thông qua đáy của gờ). Theo một phương án, lớp đệm là germani như germani epitaxy tự do. Lớp germani này có thể tạo ra biến dạng nén trong kênh và có thể cải thiện hiệu năng thiết bị như được thảo luận thêm ở đây.

Theo một số phương án, các tranzito kim loại-oxit bán dẫn loại N (N-type metal-oxide semiconductor - NMOS) và kim loại-oxit bán dẫn loại P (P-type metal-oxide semiconductor - PMOS) có thể được tích hợp dưới dạng cấu trúc mạch CMOS (complimentary metal-oxide semiconductor – kim loại-oxit bán dẫn bù) sao cho các thiết bị được mô tả có thể cung cấp nền tảng CMOS cho các thiết bị logic và các thiết bị bộ nhớ hoặc tương tự. Các tranzito NMOS và các tranzito PMOS có thể có nồng độ thiếc khác nhau trong các phần germani thiếc của các kênh của chúng sao cho hiệu năng được cải thiện của mỗi phần có thể thu được như được thảo luận thêm ở đây. Theo một số phương án, các tranzito có thể được ghép nối với các cực nguồn và các cực máng (ví dụ các cực nguồn và các cực máng được nâng lên) có thể bao gồm germani thiếc pha tạp. Các tranzito NMOS và các tranzito PMOS có thể có nồng độ thiếc khác nhau trong các cực nguồn và các cực máng của chúng để tạo ra ứng suất biến thiên (ví dụ các ứng suất khác nhau trong các tranzito NMOS và PMOS) để cải thiện hiệu năng kênh cũng được thảo luận thêm ở đây.

Ví dụ, theo một phương án, mạch tích hợp có thể bao gồm tranzito bao gồm vùng kênh, vùng kênh bao gồm phần germani thiếc của gờ sao cho gờ này bao gồm lớp đệm được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc được bố trí trên lớp đệm, cực cổng được bố trí trên vùng kênh, và cực nguồn và cực máng được ghép nối vào gờ sao cho vùng kênh nằm giữa cực nguồn và cực máng. Phương án này và các phương án bổ sung được thảo luận thêm ở đây tương ứng với các hình vẽ.

Fig.1A là hình chiếu cạnh của mạch tích hợp làm ví dụ 100 bao gồm các tranzito làm ví dụ 120, 130, Fig.1B là hình chiếu cạnh thứ hai của các tranzito làm ví dụ 120, 130, và Fig.1C là hình chiếu bằng của các tranzito làm ví dụ 120, 130, được bố trí theo ít nhất một vài phương án thực hiện của sáng chế. Như được thể hiện, Fig.1A thể hiện hình chiếu cạnh theo mặt phẳng A và Fig.1B thể hiện hình chiếu cạnh theo mặt phẳng B như được thể hiện trên hình chiếu bằng trên Fig.1C.

Như được thể hiện, mạch tích hợp 100 có thể bao gồm lớp nền 101 và lớp điện môi 102. Theo một phương án, lớp nền 101 là silic (ví dụ (100) silic tinh thể). Lớp điện môi 102 có thể bao gồm hình mẫu có các khe hở hoặc các rãnh cho các gờ như được thể hiện. Theo một phương án, lớp điện môi 102 là oxit (ví dụ silic oxit). Ví dụ, tranzito 120 có thể bao gồm gờ 122, gờ này chứa lớp đệm 103 và phần germani thiếc 104. Tranzito 130 có thể bao gồm gờ 132, gờ này chứa lớp đệm 105 và phần germani thiếc 106. Khi được sử dụng ở đây, thuật ngữ gờ có thể bao gồm cả lớp đệm và phần germani thiếc (hoặc phần gờ bằng vật liệu khác) hoặc chỉ có phần germani thiếc (hoặc phần gờ của vật liệu khác). Theo một phương án, lớp đệm 103 và/hoặc lớp đệm 105 bao gồm hoặc cấu tạo từ germani như lớp hoặc phần germani thiếc mọc kiểu epitaxy, tinh thể, hoặc về cơ bản là đơn tinh thể. Theo một phương án, phần germani thiếc 104 và/hoặc phần germani thiếc 106 bao gồm hoặc cấu tạo từ lớp germani thiếc mọc kiểu epitaxy, tinh thể, hoặc về cơ bản là đơn tinh thể. Như được thảo luận thêm ở đây, các lớp đệm 103, 105 và các phần germani thiếc 104, 106 có thể được mọc kiểu epitaxy trong rãnh (ví dụ rãnh hẹp hoặc tỷ số kích thước cao).

Cũng được thể hiện ở đây, tranzito 120 có thể bao gồm cực cổng 107 và vùng kênh liền kề 121 của phần germani thiếc 104. Tranzito 130 có thể bao gồm cực cổng 108 và vùng kênh liền kề 131. Các cực cổng 107, 108 có thể cung cấp điện tích (ví dụ thông qua tiếp xúc cực cổng, không được thể hiện) cho các gờ 122, 132 để tạo ra kênh trong các vùng kênh 121, 131 trong suốt quá trình hoạt động của các tranzito 120, 130. Ví dụ, các cực cổng 107, 108 có thể được bố trí trên các vùng kênh 121, 131 của các phần germani thiếc 104, 106. Trên hình chiếu bằng trên Fig.1C, các vùng kênh 121, 131 có thể bị che khuất bởi các cực cổng 107, 108.

Như được thể hiện trên Fig.1B và Fig.1C, tranzito 120 có thể bao gồm cực nguồn 109 và cực máng 110 được ghép nối vào gờ 122 (ví dụ thông qua phần germani thiếc 104) và tranzito 130 có thể bao gồm cực nguồn 111 và cực máng 112 được ghép nối vào gờ 132 (ví dụ thông qua phần germani thiếc 106). Theo một phương án, các cực nguồn 109, 111 và các cực máng 110, 112 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ germani thiếc. Như được thảo luận thêm ở đây, trong một số ví dụ, các cực nguồn 109, 111 và các cực máng 110, 112 có thể được tạo ra thông qua quy trình mọc lại hoặc mọc kiểu epitaxy cực nguồn và cực máng được nâng lên.

Như được thảo luận, các phần germani thiếc 104, 106 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ vật liệu epitaxy bao gồm germani và thiếc như hợp kim của germani và thiếc ($\text{Ge}_{(1-x)}\text{Sn}_x$). Theo một phương án, các phần germani thiếc 104, 106 có thể tạo ra độ linh động điện tử và lỗ trống được nâng cao hoặc tăng lên đối với các vùng kênh 121, 131 so với các vật liệu kênh khác. Ví dụ, germani thiếc có thể tạo ra khối lượng hiệu dụng thấp cho cả tranzito NMOS và PMOS cho phép độ linh động cao và các dòng kích thích. Ví dụ, các phần germani thiếc 104, 106 có khoảng 15% thiếc có cân bằng germani có thể làm độ linh động điện tử và lỗ trống tăng lên khoảng 50% so với germani (kết quả là, có thể có độ linh động điện tử và lỗ trống tăng lên so với silic, chẳng hạn). Độ linh động được tăng lên này có thể cung cấp dòng kích thích tăng lên hoặc nâng cao đối với các tranzito 120, 130.

Các phần germani thiếc 104, 106 có thể bao gồm, ví dụ, lượng thiếc bất kỳ có cân bằng germani. Theo một phương án, các phần germani thiếc 104, 106 có thể bao gồm không nhỏ hơn 3% thiếc (ví dụ x không nhỏ hơn 0,03) có cân bằng germani. Trong một số ví dụ, các phần germani thiếc 104, 106 có thể bao gồm 3% đến 5% thiếc (ví dụ nồng độ thiếc trong khoảng từ 3% đến 5%; ví dụ x từ 0,03 đến 0,05) có cân bằng germani. Trong một số ví dụ, các phần germani thiếc 104, 106 có thể bao gồm 5% đến 10% thiếc (ví dụ nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 10%; ví dụ x từ 0,05 đến 0,10) có cân bằng germani. Trong một số ví dụ, các phần germani thiếc 104, 106 có thể bao gồm từ 5% đến 20% thiếc (ví dụ nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 20%; ví dụ x từ 0,05 đến 0,20) có cân bằng germani.

Ngoài ra, các gờ 121, 131, thông qua việc bao gồm các lớp đệm 103, 105 và các phần germani thiếc 104, 106 có thể làm giảm rò điện (như sự rò điện gờ nhỏ)

trong các tranzito 120, 130. Ví dụ, các lớp đệm 103, 105 có thể bao gồm germani. Theo các phương án này, khoảng dịch dải (ví dụ khoảng dịch trong sự liên kết tương đối của các dải năng lượng ở chuyển tiếp dị thể giữa germani và germani thiếc) có thể tồn tại giữa các lớp đệm germani 103, 105 và các phần germani thiếc 104, 106. Khoảng dịch dải này có thể giam giữ hoặc bẫy các điện tử hoặc các hạt mang điện (các lỗ trống) và làm giảm, gần như làm giảm, hoặc loại bỏ rò điện trong các tranzito 120, 130. Ngoài ra, sự chênh lệch hóa trị có thể tồn tại giữa các lớp đệm germani 103, 105 và các phần germani thiếc 104, 106. Sự chênh lệch hóa trị hoặc khoảng dịch này cũng có thể giam giữ hoặc bẫy các điện tử hoặc các hạt mang điện (các lỗ trống) và làm giảm, gần như làm giảm, hoặc loại bỏ rò điện trong các tranzito 120, 130. Ví dụ, khoảng dịch dải có thể tạo ra hàng rào trạng thái năng lượng để rò điện và sự chênh lệch hóa trị hoặc khoảng dịch có thể tạo ra trạng thái động lượng hoặc hàng rào “chọn lọc” để rò điện.

Như được thể hiện trên Fig.1C, thông qua các mũi tên 141 liên quan đến tranzito 120 và các mũi tên 142 liên quan đến tranzito 130, các lớp đệm 103, 105 có thể tạo ra biến dạng nén (ví dụ biến dạng hoặc ứng suất nén đơn trục) cho các phần germani thiếc 104, 106 và bằng các vùng kênh 121, 131. Theo một phương án, các lớp đệm 103, 105 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ germani như lớp germani epitaxy tự do. So với các phần germani thiếc 104, 106 (ví dụ germani thiếc epitaxy), các lớp đệm germani 103, 105 có thể có hằng số mạng tinh thể riêng nhỏ hơn và nhờ đó có thể đặt biến dạng nén vào các vùng kênh 121, 131 như được thể hiện thông qua các mũi tên 141, 142.

Trong một số ví dụ, tranzito 120 có thể là tranzito NMOS và tranzito 130 có thể là tranzito PMOS, và mạch tích hợp 100 có thể là thiết bị CMOS. Theo một phương án, tranzito NMOS 120 và tranzito PMOS 130 có thể có cùng nồng độ thiếc trong các phần germani thiếc 104, 106, ví dụ, nồng độ thiếc nêu trên. Trong các ví dụ này, biến dạng nén cho vùng kênh 131 như được minh họa thông qua các mũi tên 142 có thể nâng cao hiệu năng của tranzito 130 (ví dụ biến dạng nén có thể tạo ra khối lượng hiệu dụng thấp và độ linh động tốt hơn trong các phần germani thiếc 106 và bù hóa trị cao hơn giữa các phần germani thiếc 106 và lớp đệm 105). Ngoài ra, việc tăng lượng thiếc trong các phần germani thiếc 106 có thể tăng biến dạng nén và còn nâng cao hiệu năng của tranzito 130.

Trong các ví dụ này, hiệu năng của tranzito NMOS 120 có thể được nâng cao bởi một số hướng của các phần germani thiếc 104 (ví dụ độ linh động được nâng cao hoặc tăng) nhưng có thể được cân bằng dựa trên biến dạng nén như được minh họa thông qua các mũi tên 141 (ví dụ biến dạng nén quá mức có thể cản trở hiệu năng của tranzito NMOS do khoảng dịch dải giảm so với lớp đệm germani 103). Do đó, trong các ví dụ nồng độ thiếc trong các phần germani thiếc 104, 106 là như nhau, sự cân bằng có thể làm giảm hiệu năng của các tranzito NMOS và PMOS. Ví dụ, tỷ lệ thiếc cho cả tranzito PMOS và NMOS 120, 130 có thể không nhỏ hơn 8% và không lớn hơn 12%, có cân bằng germani, với tỷ lệ thiếc khoảng 10% thì đặc biệt có lợi.

Trong các ví dụ khác, nồng độ thiếc trong các phần germani thiếc 104, 106 và các vùng kênh 121, 131 có thể khác nhau. Tiếp tục ví dụ về tranzito 120 là NMOS và tranzito 130 là PMOS, phần germani thiếc 106 (và vùng kênh 131) có thể có nồng độ thiếc cao hơn các phần germani thiếc 105 (và vùng kênh 121). Phương án này có thể tạo ra hiệu năng nâng cao cho cả tranzito NMOS và PMOS. Ví dụ, phần germani thiếc 104 (và vùng kênh 121) của tranzito NMOS 120 có thể có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5 % đến 10% thiếc có cân bằng germani và phần germani thiếc 106 (và vùng kênh 131) của tranzito PMOS 130 có thể có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5 % đến 20% thiếc có cân bằng germani.

Ngoài ra, các cực nguồn 109, 111 và các cực máng 110, 112 có thể bao gồm vật liệu thích hợp bất kỳ. Trong một số ví dụ, các cực nguồn 109, 111 và các cực máng 110, 112 có thể bao gồm sự mọc kiểu epitaxy như germani thiếc hoặc germani thiếc pha tạp. Trong một số ví dụ, cực nguồn 109 và cực máng 110 và/hoặc cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ vật liệu khác các vùng kênh 121, 131. Trong một số ví dụ, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ cùng vật liệu hoặc các vật liệu như cực nguồn 111 và cực máng 112. Trong các ví dụ khác, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ các vật liệu khác với cực nguồn 111 và cực máng 112. Ví dụ, các cực nguồn 109, 111 và các cực máng 110, 112 có thể bao gồm (các) vật liệu được chọn để tạo ra kỹ thuật ứng suất cho các vùng kênh 121, 131 để hiệu năng được cải thiện.

Tiếp tục với ví dụ về tranzito 120 là NMOS và tranzito 130 là PMOS, cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ vật liệu tạo ra biến dạng nén bổ sung hoặc nâng cao cho vùng kênh 131 so với vùng kênh 121. Ví dụ, cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ germani thiếc có nồng độ thiếc tương đối cao (ví dụ 5% đến 20% hoặc tương tự). Ngoài ra, cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể được pha tạp nhiều tạp chất loại p như Bo hoặc tương tự. Cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ vật liệu làm cho biến dạng nén giảm (ví dụ chống lại biến dạng nén được minh họa thông qua các mũi tên 141). Ví dụ, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ germani thiếc có nồng độ thiếc tương đối thấp (ví dụ không lớn hơn 5% thiếc hoặc tương tự). Theo một phương án, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ germani (ví dụ không có thiếc). Ngoài ra, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể được pha tạp nhiều tạp chất loại n như photpho hoặc asen hoặc tương tự.

Như được thảo luận, các cực cổng 107, 108 có thể được bố trí trên các vùng kênh 121, 131. Các cực cổng 107, 108 có thể bao gồm vật liệu thích hợp bất kỳ, các vật liệu hoặc chồng vật liệu để tạo ra sự điều khiển điện trên các vùng kênh 121, 131 của các tranzito 120, 130. Theo một phương án, các cực cổng 107, 108 bao gồm lớp epitaxy của silic liên kề với các vùng kênh 121, 131, chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao (high-k) trên lớp epitaxy của silic và phần cực cổng kim loại trên chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao. Theo một phương án, các cực cổng 107, 108 bao gồm chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao liên kề với các vùng kênh 121, 131 và phần cực cổng kim loại trên chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao. Ngoài ra, khi thể hiện trên Fig.1A, đáy của cực cổng 107 và/hoặc đáy của cực cổng 108 có thể gần như phẳng hoặc bằng phẳng với mặt trên của lớp đệm 103 và/hoặc lớp đệm 105. Ví dụ, đáy của cực cổng 107 có thể gần như phẳng hoặc bằng phẳng với mặt trên của lớp đệm 103 sao cho đáy của cực cổng 107 được căn thẳng theo hướng nằm ngang (hoặc gần như được căn thẳng theo hướng nằm ngang) với mặt trên của lớp đệm 103. Cấu hình này có thể đề xuất các ưu điểm để chặn rò điện (ví dụ sao cho không có đường dẫn trực tiếp tồn tại giữa phần germani thiếc 104 và lớp điện môi 102 và/hoặc lớp nền 101) và tối đa hóa kích thước của vùng kênh germani thiếc 121 (ví dụ sao cho không có lớp đệm 103,

không thể tạo thành vùng kênh, liền kề với cực cực cổng 107) đối với tranzito 120 và/hoặc tương tự đối với tranzito 130.

Như được thảo luận, các tranzito NMOS và PMOS có các vùng kênh germani thiếc (với các thành phần giống hoặc khác nhau) có thể được tích hợp vào mạch hoặc thiết bị CMOS. Trong một số ví dụ, các thiết bị chỉ có các tranzito NMOS có các vùng kênh germani thiếc hoặc các thiết bị chỉ có các tranzito PMOS có các vùng kênh germani thiếc có thể được sử dụng trong thiết bị. Ngoài ra, các tranzito NMOS và/hoặc PMOS có các vùng kênh germani thiếc (với các thành phần giống hoặc khác nhau) có thể được tích hợp với các tranzito NMOS và/hoặc PMOS có các vùng kênh của các thành phần vật liệu khác, như germani, silic germani, hoặc các vùng kênh silic. Theo một phương án, các tranzito vùng kênh dựa trên silic có thể được tích hợp với các tranzito NMOS có các vùng kênh germani thiếc. Theo một phương án, các tranzito vùng kênh dựa trên silic có thể được tích hợp với các tranzito PMOS có các vùng kênh germani thiếc. Theo một phương án, các tranzito vùng kênh dựa trên silic có thể được tích hợp với các tranzito NMOS và các tranzito PMOS có thành phần như nhau hoặc tương tự các vùng kênh germani thiếc. Theo một phương án, các tranzito vùng kênh dựa trên silic có thể được tích hợp với các tranzito NMOS và các tranzito PMOS có các vùng kênh germani thiếc có các thành phần khác nhau.

Các chi tiết bổ sung liên quan đến các dấu hiệu được mô tả của mạch tích hợp 100 và/hoặc các tranzito 120, 130 được cung cấp ở đây tương ứng với các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3H và phần thảo luận liên quan, cung cấp các chi tiết bổ sung liên quan đến việc tạo ra mạch tích hợp 100 và các tranzito 120, 130. Ngoài ra, mạch tích hợp 100 có thể được thực hiện trong cấu trúc thiết bị điện tử như thiết bị logic, SRAM, hoặc tương tự, như được thảo luận thêm ở đây.

Fig.2 là lưu đồ minh họa quy trình làm ví dụ 200 để tạo ra các tranzito có độ linh động kênh nâng cao và tối thiểu hoặc giảm rò điện, được bố trí theo ít nhất một vài phương án thực hiện của sáng chế. Ví dụ, quy trình 200 có thể được thực hiện để chế tạo tranzito 120 và/hoặc tranzito 130 như được thảo luận ở đây. Theo phương án thực hiện được minh họa, quy trình 200 có thể bao gồm một hoặc nhiều hoạt động được minh họa bởi các bước 201-204. Tuy nhiên, các phương án ở đây

có thể bao gồm các hoạt động bổ sung, các hoạt động đã biết được lược bỏ, hoặc các hoạt động được thực hiện không theo thứ tự được đề xuất.

Quy trình 200 có thể bắt đầu ở bước 201, “Tạo ra gờ có lớp đệm trên lớp nền và phần germani thiếc trên lớp đệm”, trong đó gờ có lớp đệm trên lớp nền và phần germani thiếc trên lớp đệm có thể được tạo ra. Theo một phương án, gờ 122 và/hoặc gờ 132 có thể được tạo ra trên lớp nền 101 như được thảo luận thêm ở đây tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3E và ở chỗ khác trong bản mô tả này. Theo một phương án, các gờ 122, 132 có thể bao gồm các vật liệu giống nhau hoặc gần như giống nhau và các gờ 122, 132 có thể được tạo ra cùng nhau. Theo phương án khác, các gờ 122, 132 có thể bao gồm các vật liệu khác nhau (ví dụ nồng độ thiếc khác nhau trong các phần germani thiếc của chúng) và các gờ 122, 132 có thể được tạo ra riêng biệt như được thảo luận thêm ở đây. Theo một phương án, lớp đệm và phần germani thiếc có thể được tạo ra trong rãnh thông qua các kỹ thuật mọc kiểu epitaxy.

Quy trình 200 có thể tiếp tục ở bước 202, “Bố trí cực cổng trên Gờ”, trong đó cực cổng có thể được tạo ra trên gờ. Theo một phương án, cực cổng 107 và/hoặc cực cổng 108 có thể được tạo ra lần lượt trên gờ 122 và/hoặc gờ 132, như được thảo luận thêm có tham chiếu đến Fig.3F và ở chỗ khác trong bản mô tả này. Ví dụ, cực cổng 107 và/hoặc cực cổng 108 có thể bao gồm lớp epitaxy của silic liền kề với các vùng kênh 121, 131, chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao trên lớp epitaxy của silic và phần cực cổng kim loại trên chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao, và cực cổng 107 và/hoặc cực cổng 108 có thể được tạo ra liền kề với vùng kênh 121 và/hoặc vùng kênh 131 như được thảo luận ở đây. Ví dụ, cực cổng có thể được tạo ra thông qua các kỹ thuật mọc kiểu epitaxy và/hoặc các kỹ thuật lắng đọng lớp phủ và các kỹ thuật tạo mẫu.

Quy trình 200 có thể tiếp tục ở bước 203, “Ghép cực nguồn và cực máng với gờ”, trong đó cực nguồn và cực máng có thể được ghép nối vào gờ. Theo một phương án, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể được ghép nối vào gờ 122 và/hoặc cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể được ghép nối vào gờ 132. Như được thảo luận, trong một số ví dụ, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể có cùng vật liệu như cực nguồn 111 và cực máng 112 và trong các ví dụ khác chúng có thể

có các vật liệu khác nhau. Ví dụ, các cực nguồn và các cực máng có thể được tạo ra thông qua tấm che và các kỹ thuật mọc kiểu epitaxy. Trong các ví dụ trong đó cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể có cùng vật liệu như cực nguồn 111 và cực máng 112, các cực nguồn và các cực máng có thể được tạo ra trong cùng một bước. Trong các ví dụ trong đó cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể có các vật liệu khác so với cực nguồn 111 và cực máng 112, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể được tạo ra trong khi các phần khác của mạch tích hợp được che (bao gồm các vùng liên quan đến cực nguồn 111 và cực máng 112), mặt nạ có thể được loại bỏ, và cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể được tạo ra trong khi các phần khác của mạch tích hợp được che (bao gồm các vùng liên quan đến cực nguồn 109 và cực máng 110). Việc ghép nối các cực nguồn và các cực máng vào các gờ có thể bao gồm sự mọc kiểu epitaxy của các cực nguồn và các cực máng chẳng hạn.

Như được thảo luận, quy trình 300 có thể được thực hiện để chế tạo tranzito 120 và/hoặc tranzito 130. Các chi tiết hơn liên quan đến các kỹ thuật chế tạo này được thảo luận cụ thể ở đây, có tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3H. Một hoặc nhiều hoạt động bất kỳ của quy trình 300 (hoặc các hoạt động được thảo luận ở đây có tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3H) có thể thực hiện để phản hồi các lệnh được tạo ra bởi một hoặc nhiều sản phẩm chương trình máy tính. Các sản phẩm chương trình này có thể bao gồm phương tiện mang tín hiệu đưa ra các lệnh, khi được thực hiện bởi, ví dụ, bộ xử lý, có thể tạo ra chức năng được mô tả ở đây. Các sản phẩm chương trình máy tính có thể được tạo ra dưới dạng bất kỳ của vật ghi đọc được bằng máy tính. Do đó, ví dụ, bộ xử lý bao gồm một hoặc nhiều lõi xử lý có thể đảm bảo một hoặc nhiều hoạt động được mô tả để phản hồi các lệnh được truyền cho bộ xử lý bởi vật ghi đọc được bằng máy tính.

Các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3H là các hình chiếu cạnh của các cấu trúc tranzito làm ví dụ khi các thao tác chế tạo cụ thể được thực hiện, được bố trí theo ít nhất một vài phương án thực hiện của sáng chế. Fig.3A minh họa hình chiếu cạnh của các cấu trúc tranzito trên mặt phẳng A như được thể hiện trên hình chiếu bằng trên Fig.1C. Như được thể hiện trên Fig.3A, cấu trúc tranzito 301 bao gồm lớp nền 101. Ví dụ, lớp nền 101 có thể là lớp nền gần như được định hướng theo định hướng tinh thể định trước (ví dụ (100), (111), (110), hoặc tương tự). Trong một số ví dụ, lớp nền 101 có thể bao gồm vật liệu bán dẫn như silic đơn tinh thể (Si),

germani (Ge), silic germani (SiGe), vật liệu gốc các vật liệu III-V (ví dụ gali arsenua (GaAs)), silic cacbua (SiC), saphia (Al_2O_3), hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Theo một phương án, lớp nền 101 có thể bao gồm silic có định hướng tinh thể (100). Trong nhiều ví dụ, lớp nền 101 có thể bao gồm các lớp liên kết mạ kim loại đối với các mạch tích hợp hoặc các thiết bị điện tử như các tranzito, các bộ nhớ, các tụ điện, các điện trở, các thiết bị quang điện tử, các công tắc, hoặc các thiết bị điện tử hoạt động hoặc thụ động bất kỳ được tách biệt với lớp cách điện, ví dụ, chất điện môi lớp xen giữa, lớp cách điện rãnh, hoặc tương tự.

Cũng được thể hiện trên Fig.3A, các gờ bảo vệ 303, 304 và lớp điện môi 302 có thể được tạo ra trên lớp nền 101. Ví dụ, các gờ bảo vệ 303, 304 có thể được tạo ra thông qua việc tạo mẫu và ăn mòn lớp nền 101 (ví dụ các gờ bảo vệ 303, 304 có thể bao gồm silic tinh thể) hoặc thông qua quy trình lắng đọng vật liệu và tạo mẫu vật liệu (ví dụ silic đa tinh thể hoặc tương tự). Kích thước và hình dạng của các gờ bảo vệ 303, 304 có thể xác định các khe hở tiếp theo có thể, kết quả là, xác định kích thước và hình dạng của các gờ 122, 132, có thể được tạo ra trong các rãnh được tạo ra khi các gờ bảo vệ 303, 304 bị loại bỏ. Theo một phương án, các gờ bảo vệ 303, 304 có thể có các vách bên gần như thẳng đứng như được thể hiện. Theo một phương án, các gờ bảo vệ 303, 304 có thể có các vách bên có góc sao cho đáy của các gờ bảo vệ 303, 304 rộng hơn phía trên của các gờ bảo vệ 303, 304. Theo phương án khác, mỗi vách bên của các gờ bảo vệ 303, 304 có thể có dạng cong sao cho đáy của các gờ bảo vệ 303, 304 rộng hơn phía trên của các gờ bảo vệ 303, 304 và sao cho các vách bên có dạng cong lõm. Các chi tiết bổ sung liên quan đến các gờ bảo vệ 303, 304 được thảo luận thêm ở đây tương ứng với các rãnh chúng tạo ra.

Lớp điện môi 302 có thể bao gồm vật liệu bất kỳ có thể ăn mòn chọn lọc tương ứng với các gờ bảo vệ 303, 304 và có thể cho phép mọc kiểu epitaxy chọn lọc từ lớp nền 101 (ví dụ không có sự mọc kiểu epitaxy từ lớp điện môi 302). Lớp điện môi 302 có thể được tạo ra theo cách thích hợp bất kỳ như kỹ thuật lắng đọng khối hoặc kỹ thuật mọc nhờ nhiệt và các kỹ thuật phẳng hóa hoặc tương tự. Theo một phương án, lớp điện môi 302 là silic oxit. Theo một số phương án, lớp điện môi 302 có thể bao gồm silic nitrua, silic oxynitrua, nhôm oxit, hoặc tương tự. Ví dụ, lớp điện môi 302 có thể được lắng đọng sử dụng kỹ thuật lắng đọng lớp phủ như lắng đọng pha hơi hóa học (chemical vapor deposition - CVD), lắng đọng pha hơi hóa

học tăng cường plasma (plasma enhanced chemical vapor deposition - PECVD), lắng đọng pha hơi vật lý (physical vapor deposition - PVD), epitaxy chùm phân tử (molecular beam epitaxy - MBE), lắng đọng pha hơi hóa học hữu cơ kim loại (metalorganic chemical vapor deposition - MOCVD), lắng đọng lớp nguyên tử (atomic layer deposition - ALD), hoặc tương tự, và kỹ thuật làm phẳng như các kỹ thuật mài nhẵn cơ hóa có thể được sử dụng để để lộ các gờ bảo vệ 303, 304.

Fig.3B minh họa cấu trúc tranzito 305 tương tự với cấu trúc tranzito 301, sau khi tạo ra mặt nạ 306 và loại bỏ gờ bảo vệ 304 để tạo ra rãnh 307. Mặt nạ 306 có thể được tạo ra bởi kỹ thuật thích hợp bất kỳ hoặc các kỹ thuật như các kỹ thuật quang khắc. Mặt nạ 306 có thể bao gồm vật liệu mặt nạ cứng (ví dụ silic oxit, silic nitrua, silic oxynitrua, nhôm oxit, hoặc tương tự). Mặt nạ 306 có thể là vật liệu bất kỳ tạo ra tính chọn lọc ăn mòn sao cho gờ bảo vệ 304 có thể được loại bỏ trong khi mặt nạ 306 bảo vệ gờ bảo vệ 303. Gờ bảo vệ 304 có thể được loại bỏ bằng cách sử dụng kỹ thuật thích hợp bất kỳ như hoạt động ăn mòn. Như được thảo luận, kích thước và hình dạng của gờ bảo vệ 304 có thể xác định được kích thước và hình dạng của rãnh 307. Theo các phương án khác nhau, rãnh 307 có thể có các vách bên gần như thẳng đứng, các vách bên nghiêng, hoặc các vách bên lõm và nghiêng, hoặc tương tự. Khi được thể hiện, rãnh 307 có thể bao gồm chiều rộng 309 (ví dụ chiều rộng trên) và chiều cao 308. Theo một số phương án, chiều rộng 309 có thể nằm trong khoảng từ 8 nm đến 20 nm. Theo một phương án, chiều rộng 309 có thể khoảng 10 nm. Theo một số phương án, chiều cao 308 có thể nằm trong khoảng từ 10 nm đến 100 nm. Theo một phương án, chiều cao 308 có thể nằm trong khoảng từ 30 nm đến 100 nm.

Ngoài ra, tỷ lệ giữa chiều cao 308 và chiều rộng 309 có thể xác định tỷ số kích thước của rãnh 307. Theo một phương án, tỷ số kích thước của rãnh 307 có thể nằm trong khoảng từ 1,8 đến 3,5. Theo một phương án, tỷ số kích thước của rãnh 307 có thể nằm trong khoảng từ 2 đến 3. Theo một phương án, tỷ số kích thước của rãnh 307 có thể là khoảng 2,5.

Như được thảo luận ở đây, theo một số phương án, các phần germani thiếc 104, 106 của các gờ 122, 132 có thể có các thành phần vật liệu khác. Để tạo ra các thiết bị này, mặt nạ 306 có thể được tạo ra sao cho gờ bảo vệ 304 có thể được loại bỏ một cách chọn lọc trong khi gờ bảo vệ 303 giữ nguyên như được minh họa trên

Fig.3B. Theo một phương án, mặt nạ 306 có thể được tạo ra sao cho gờ bảo vệ 303 có thể được loại bỏ một cách chọn lọc trong khi gờ bảo vệ 304 giữ nguyên. Cũng được thảo luận ở đây, theo một số phương án, các phần germani thiếc 104, 106 của các gờ 122, 132 có thể có thành phần vật liệu giống nhau hoặc gần như giống nhau. Để tạo ra các thiết bị này, mặt nạ 306 có thể không được thực hiện sao cho, ví dụ, cả gờ bảo vệ 303 và gờ bảo vệ 304 có thể được loại bỏ trong cùng hoạt động để để lộ rãnh 307 và rãnh (không được thể hiện) liên quan đến việc loại bỏ gờ bảo vệ 303.

Fig.3C minh họa cấu trúc tranzito 310 tương tự với cấu trúc tranzito 305, sau khi tạo ra lớp đệm 105 và mọc germani thiếc 311. Lớp đệm 105 có thể được tạo ra, ví dụ, thông qua kỹ thuật mọc kiểu epitaxy thích hợp bất kỳ, ví dụ, sự mọc kiểu epitaxy thông qua lắng đọng pha hơi hóa học, lắng đọng pha hơi hóa học hữu cơ kim loại, lắng đọng lớp nguyên tử, hoặc kỹ thuật mọc kiểu epitaxy khác bất kỳ. Lớp đệm 105 có thể bao gồm lớp epitaxy thích hợp bất kỳ sao cho lớp đệm 105 có thể liên kết việc mọc germani thiếc không phù hợp mạng tinh thể 311 bất kỳ. Theo một phương án, lớp đệm 105 bao gồm germani. Theo một phương án, lớp đệm 105 bao gồm bộ đệm tự do như germani tự do.

Theo một số phương án, trước khi mọc kiểu epitaxy lớp đệm 105, bước xử lý bề mặt có thể được thực hiện trên lớp nền 101. Ví dụ, rãnh có thể được tạo ra trong lớp nền 101 ở đáy của rãnh 307. Rãnh này có thể bao gồm dạng rãnh như rãnh hình chữ V và có thể bao gồm miscut, và/hoặc các kích thước để tạo điều kiện cho việc mọc kiểu epitaxy của lớp đệm 105.

Lớp đệm 105 có thể có chiều dày thích hợp bất kỳ sao cho lớp đệm 105 có thể cản trở hoặc tránh dòng điện rò như được thảo luận ở đây (ví dụ thông qua khoảng dịch dải và/hoặc sự chênh lệch hóa trị với phần mọc germani thiếc 311). Theo một phương án, lớp đệm 105 nằm trong khoảng từ 3 nm đến 30 nm. Theo một phương án, lớp đệm 105 có thể là đơn lớp, ví dụ, của germani. Theo một phương án, chiều dày của lớp đệm 105 có thể tỷ lệ với chiều cao 308 của rãnh 307 như, ví dụ, 10% đến 30% chiều cao 308. Trong một số ví dụ, các khuyết tật có thể được tạo ra khi mọc kiểu epitaxy lớp đệm 105 và mọc germani thiếc 311. Theo một phương án, các khuyết tật này có thể gần như bị giam giữ ở lớp đệm 105 (ví dụ sao cho sự mọc kiểu epitaxy germani thiếc tiếp theo có thể được làm sạch). Theo một phương án,

chiều dày của lớp đệm 105 có thể được chọn sao cho các khuyết tật có thể bị giam giữ ở đây. Ví dụ, các khuyết tật này có thể được tạo ra trong quá trình mọc kiểu epitaxy và có thể định giới hạn trong lớp đệm 105 và/hoặc ở mặt phân cách giữa lớp đệm 105 và lớp điện môi 302.

Phần mọc germani thiếc 311 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng kỹ thuật mọc kiểu epitaxy thích hợp bất kỳ. Ví dụ, phần mọc germani thiếc 311 có thể được tạo ra bằng cách mọc kiểu epitaxy thông qua kỹ thuật lắng đọng pha hơi hóa học, lắng đọng pha hơi hóa học hữu cơ kim loại, lắng đọng lớp nguyên tử, hoặc kỹ thuật mọc kiểu epitaxy khác bất kỳ. Theo một phương án, phần mọc germani thiếc 311 có thể được tạo ra bằng cách mọc kiểu epitaxy trong khoảng nhiệt độ từ 400°C đến 500°C. Như được thể hiện, trong một số ví dụ, phần lõi 312 hoặc mặt trên bao quanh có thể được tạo ra là một phần của phần mọc germani thiếc 311. Trong một số ví dụ, phần lõi 312 có thể được loại bỏ thông qua bước làm phẳng tiếp theo. Trong một số ví dụ, phần lõi 312 không thể được tạo ra và phần mọc germani thiếc 311 có thể có mặt trên gần như phẳng và/hoặc phần lõi bất kỳ hoặc sự không đều có thể không cản trở bước xử lý tiếp theo mà không cần bước làm phẳng. Phần mọc germani thiếc 311 có thể có chiều dày thích hợp bất kỳ như 10 nm đến 100 nm nhỏ hơn chiều dày của lớp đệm 105 (và trong một số trường hợp bao gồm phần lõi 312) hoặc tương tự như được thảo luận so với chiều cao 308 của rãnh 307.

Như được thảo luận ở đây, theo một số phương án, các phần germani thiếc 104, 106 của các gờ 122, 132 có thể có các thành phần vật liệu khác. Theo một phương án, phần mọc germani thiếc 311 có thể liên quan đến tranzito PMOS và phần mọc germani thiếc 311 có thể bao gồm nồng độ thiếc tương đối lớn như 5% đến 20% hoặc nồng độ khác bất kỳ như được thảo luận ở đây. Theo phương án khác, phần mọc germani thiếc 311 có thể liên quan đến tranzito NMOS và phần mọc germani thiếc 311 có thể bao gồm nồng độ thiếc tương đối nhỏ như 5% đến 10% hoặc nồng độ khác bất kỳ như được thảo luận ở đây. Ví dụ, gờ liên quan đến thiết bị PMOS hoặc NMOS có thể được tạo ra đầu tiên trong quy trình chế tạo được thảo luận.

Cũng được thảo luận ở đây, theo một số phương án, các phần germani thiếc 104, 106 của các gờ 122, 132 có thể có thành phần vật liệu giống nhau hoặc gần

như giống nhau. Như được thảo luận, để tạo ra các thiết bị này, mặt nạ 306 có thể không được thực hiện sao cho, ví dụ, lớp đệm 105 (tham chiếu đến Fig.1A) và phần mốt germani thiếc 311 và lớp đệm 103 (tham chiếu đến Fig.1A) và sự mốt germani thiếc liên quan đến rãnh lộ ra (ví dụ liên quan đến gờ bảo vệ 303 được loại bỏ và cuối cùng là phần germani thiếc 104 của gờ 122) có thể được tạo ra ở cùng bước.

Fig.3D minh họa cấu trúc tranzito 312 tương tự với cấu trúc tranzito 310, sau khi tạo ra lớp đệm 103 và phần germani thiếc 104 của gờ 122 và phần germani thiếc 106 (để hoàn thành, cùng với lớp đệm 105, gờ 132). Theo một phương án, việc tạo ra lớp đệm 103, phần germani thiếc 104, và phần germani thiếc 106 có thể bao gồm (với tham chiếu đến Fig.3C), việc loại bỏ mặt nạ 306, việc loại bỏ gờ bảo vệ 303, việc mốt kiểu epitaxy lớp đệm 103, việc mốt kiểu epitaxy phần germani thiếc 104, và bước tạo phẳng. Ví dụ, sự mốt kiểu epitaxy này có thể tạo ra phần lồi trên phần germani thiếc 104 tương tự với phần lồi 312, có thể được loại bỏ bởi bước tạo phẳng. Ngoài ra, sự mốt kiểu epitaxy này có thể mốt thêm phần lồi 312, và vật liệu bổ sung này có thể được loại bỏ tương tự bởi bước tạo phẳng. Việc loại bỏ mặt nạ 306 có thể bao gồm kỹ thuật ăn mòn (như sự ăn mòn khô hoặc sự ăn mòn ướt) hoặc tương tự. Gờ bảo vệ 304 có thể được loại bỏ bằng cách sử dụng kỹ thuật thích hợp bất kỳ như hoạt động ăn mòn. Sự mốt kiểu epitaxy của lớp đệm 103 và sự mốt kiểu epitaxy của phần germani thiếc 104 có thể bao gồm kỹ thuật mốt kiểu epitaxy bất kỳ được thảo luận ở đây như lắng đọng pha hơi hóa học, lắng đọng pha hơi hóa học hữu cơ kim loại, lắng đọng lớp nguyên tử, hoặc tương tự. Bước tạo phẳng có thể bao gồm bước mài nhẵn cơ hóa hoặc tương tự. Phương án này có thể đề xuất ưu điểm là giảm các bước (ví dụ không cần tấm che thứ hai).

Theo phương án khác, bước tạo ra lớp đệm 103, phần germani thiếc 104, và phần germani thiếc 106 có thể bao gồm (tham chiếu lại đến Fig.3C) bước loại bỏ mặt nạ 306, tạo ra mặt nạ (thứ hai) trên phần mốt germani thiếc 311, loại bỏ gờ bảo vệ 303, mốt kiểu epitaxy lớp đệm 103, mốt kiểu epitaxy phần germani thiếc 104, loại bỏ mặt nạ thứ hai, và thực hiện bước tạo phẳng tùy chọn. Ví dụ, phương án này có thể loại bỏ sự mốt bổ sung trên phần lồi 312. Ngoài ra, phương án này có thể loại bỏ sự cần thiết của bước tạo phẳng. Tuy nhiên, trong một số ví dụ, bước tạo phẳng có thể có thuận lợi là tạo ra bề mặt phẳng hơn cho bước xử lý tiếp theo. Như được thảo luận, bước loại bỏ mặt nạ 306 và loại bỏ mặt nạ thứ hai có thể bao gồm

kỹ thuật ăn mòn (như sự ăn mòn khô hoặc sự ăn mòn ướt) hoặc tương tự. Bước tạo ra mặt nạ thứ hai có thể bao gồm việc xử lý quang khắc hoặc lắng đọng, quang khắc, và xử lý ăn mòn, hoặc tương tự. Như nêu trên, gờ bảo vệ 304 có thể được loại bỏ bằng cách sử dụng kỹ thuật thích hợp bất kỳ như hoạt động ăn mòn. Bước mọc kiểu epitaxy lớp đệm 103 và mọc kiểu epitaxy phần germani thiếc 104 có thể bao gồm kỹ thuật mọc kiểu epitaxy bất kỳ được thảo luận ở đây như lắng đọng pha hơi hóa học, lắng đọng pha hơi hóa học hữu cơ kim loại, lắng đọng lớp nguyên tử, hoặc tương tự. Bước tạo phẳng tùy chọn có thể bao gồm bước mài nhẵn cơ hóa hoặc tương tự.

Như được thảo luận ở đây, theo một số phương án, các phần germani thiếc 104, 106 của các gờ 122, 132 có thể có các thành phần vật liệu khác. Theo một phương án, phần germani thiếc 104 (và phần mọc germani thiếc bất kỳ bao gồm phần lõi hoặc tương tự) có thể liên quan đến tranzito NMOS và phần germani thiếc 104 có thể bao gồm nồng độ thiếc tương đối nhỏ (so với phần germani thiếc 106) như 5% đến 10% hoặc nồng độ khác bất kỳ như được thảo luận ở đây. Theo phương án khác, phần germani thiếc 104 có thể liên quan đến tranzito PMOS và phần germani thiếc 104 có thể bao gồm nồng độ thiếc tương đối cao như 5% đến 20% hoặc nồng độ khác bất kỳ như được thảo luận ở đây. Ví dụ, gờ liên quan đến thiết bị PMOS hoặc NMOS có thể được tạo ra thứ hai trong quy trình chế tạo được thảo luận.

Cũng được thảo luận ở đây, theo một số phương án, các phần germani thiếc 104, 106 của các gờ 122, 132 có thể có thành phần vật liệu giống nhau hoặc gần như giống nhau. Như được thảo luận, để tạo ra các thiết bị này, các mặt nạ như mặt nạ 306 có thể không được thực hiện và các lớp đệm 103, 105 có thể được tạo ra đồng thời và các phần germani thiếc 104, 106 có thể được tạo ra đồng thời. Trong các ví dụ này, bước xử lý có thể bao gồm bước loại bỏ các gờ bảo vệ 303, 304, mọc kiểu epitaxy các lớp đệm 103, 105, mọc kiểu epitaxy các phần mọc germani thiếc (ví dụ phần mọc germani thiếc 311) liên quan đến các phần germani thiếc 104, 106, và bước tạo phẳng tùy chọn. Theo mỗi phương án, cấu trúc như được thể hiện tương ứng với cấu trúc tranzito 312 có thể được tạo ra và việc xử lý có thể tiếp tục như sau.

Fig.3E minh họa cấu trúc tranzito 313 tương tự với cấu trúc tranzito 312, sau khi làm chìm lớp điện môi 302 để tạo ra lớp điện môi 102. Như được thể hiện trên Fig.3D, theo một phương án, lớp điện môi 302 có thể được làm chìm sao cho mặt trên của lớp đệm 103, mặt trên của lớp đệm 105, và mặt trên của lớp điện môi 102 gần như phẳng hoặc phẳng (ví dụ sao cho các mặt trên của các lớp này được căn thẳng theo hướng nằm ngang hoặc gần như theo hướng ngang). Lớp điện môi 302 có thể được làm chìm bằng cách sử dụng kỹ thuật thích hợp bất kỳ hoặc các kỹ thuật như hoạt động ăn mòn, các hoạt động ăn mòn theo thứ tự, hoặc tương tự.

Fig.3F minh họa cấu trúc tranzito 314 tương tự với cấu trúc tranzito 313, sau khi tạo ra cực cổng 107 và cực cổng 108. Các cực cổng 107, 108 có thể bao gồm vật liệu thích hợp bất kỳ, các vật liệu, hoặc chồng vật liệu. Theo một phương án, các cực cổng 107, 108 bao gồm lớp epitaxy của silic liền kề với các vùng kênh 121, 131, chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao trên lớp epitaxy của silic và phần cực cổng kim loại trên chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao. Theo một phương án, các cực cổng 107, 108 bao gồm chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao liền kề với các vùng kênh 121, 131 và phần cực cổng kim loại trên chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao. Các cực cổng 107, 108 có thể được tạo ra bằng cách sử dụng kỹ thuật thích hợp bất kỳ hoặc các kỹ thuật, ví dụ, các kỹ thuật lắng đọng (ví dụ lắng đọng khối hoặc lắng đọng bảo giác) và các kỹ thuật tạo mẫu (ví dụ quang khắc và các kỹ thuật ăn mòn). Như được thể hiện, các cực cổng 107, 108 có thể được tạo ra sao cho đáy của cực cổng 107 và/hoặc đáy của cực cổng 108 có thể gần như phẳng hoặc bằng phẳng với mặt trên của lớp đệm 103 và/hoặc lớp đệm 105. Ví dụ, đáy của cực cổng 107 có thể gần như phẳng hoặc bằng phẳng với mặt trên của lớp đệm 103 sao cho đáy của cực cổng 107 được căn thẳng theo hướng nằm ngang (hoặc gần như được căn thẳng theo hướng nằm ngang) với mặt trên của lớp đệm 103.

Fig.3G minh họa cấu trúc tranzito 315 tương tự với cấu trúc tranzito 314, sau khi tạo ra mặt nạ 315, cực nguồn 111, và cực máng 112 (không được thể hiện trong hình chiếu cạnh trên Fig.3G). Fig.3G minh họa hình chiếu cạnh của các cấu trúc tranzito trên mặt phẳng B như được thể hiện trên hình chiếu bằng trên Fig.1C. Ví dụ, cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể được ghép nối vào gờ 106. Như đã thể hiện, phần germani thiếc 104 của gờ 122 và các phần khác của cấu trúc tranzito 315 có

thể được che bằng mặt nạ 315 sao cho cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể được mọc một cách chọn lọc. Ví dụ, cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể được mọc một cách chọn lọc thông qua sự mọc kiểu epitaxy từ phần germani thiếc 106 (ví dụ vật liệu cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể không mọc từ lớp điện môi 102). Theo một phương án, cực nguồn 111 và cực máng 112 bao gồm hoặc được tạo thành từ germani thiếc. Như được thể hiện, cực nguồn 111 có thể mọc dọc theo phần germani thiếc 106 có tốc độ mọc nhanh ở các vùng hoặc các góc được lộ ra nhiều hơn hoặc tương tự. Mặt nạ 315 có thể được tạo ra bằng kỹ thuật thích hợp bất kỳ hoặc các kỹ thuật như các kỹ thuật quang khắc. Mặt nạ 306 có thể bao gồm vật liệu mặt nạ cứng (ví dụ silic oxit, silic nitrua, silic oxynitrua, nhôm oxit, hoặc tương tự). Mặt nạ 315 có thể là vật liệu bất kỳ tạo ra tính chọn lọc mọc kiểu epitaxy sao cho cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể được mọc trong khi các phần khác (ví dụ phần germani thiếc 106 và/hoặc phần germani thiếc 104) có thể được bảo vệ để không được mọc.

Như được thảo luận ở đây, theo một số phương án, cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể có các thành phần vật liệu khác cực nguồn 109 và cực máng 110. Để tạo ra các thiết bị này, mặt nạ 315 có thể được tạo ra sao cho cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể được tạo ra một cách chọn lọc trong khi phần germani thiếc 104 được bảo vệ để không được mọc. Trong các ví dụ này, mặt nạ 315 có thể thực hiện vai trò tương tự trong sự pha tạp cấy của cực nguồn 111 và cực máng 112. Ví dụ, cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể là một phần của thiết bị PMOS. Theo phương án này, cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể bao gồm germani thiếc với tỷ lệ thiếc tương đối cao và/hoặc tạp chất loại p như Bo hoặc tương tự.

Cũng được thảo luận ở đây, theo một số phương án, cực nguồn 111 và cực máng 112 và cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể có thành phần vật liệu giống nhau hoặc gần như giống nhau. Để tạo ra các thiết bị này, mặt nạ 315 có thể không được thực hiện và mặt nạ để tạo ra cực nguồn 111, cực máng 112, cực nguồn 109, và cực máng 110 có thể được thực hiện sao cho tất cả cực nguồn 111, cực máng 112, cực nguồn 109, và cực máng 110 có thể được tạo ra ở cùng một bước và có thể bao gồm germani thiếc với tỷ lệ thiếc gần như nhau.

Fig.3H minh họa cấu trúc tranzito 316 tương tự với cấu trúc tranzito 315, sau khi loại bỏ mặt nạ 315 và tạo ra cực nguồn 109 và cực máng 110 (không được thể hiện trong hình chiếu cạnh trên Fig.3H). Ví dụ, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể được ghép nối vào gờ 104. Việc loại bỏ mặt nạ 315 có thể bao gồm kỹ thuật ăn mòn (như sự ăn mòn khô hoặc sự ăn mòn ướt) hoặc tương tự. Theo một phương án, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể được tạo ra bằng cách tạo ra mặt nạ thứ hai che cực nguồn 111 và cực máng 112 và các vùng khác trong đó cực nguồn 109 và cực máng 110 không được tạo ra, mọc kiểu epitaxy cho cực nguồn 109 và cực máng 110, và loại bỏ mặt nạ thứ hai. Ví dụ, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể được mọc một cách chọn lọc thông qua sự mọc kiểu epitaxy từ phần germani thiếc 104 (ví dụ vật liệu của cực nguồn 111 và cực máng 112 có thể không mọc từ lớp điện môi 102). Theo một phương án, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể bao gồm hoặc được tạo thành từ germani thiếc. Như được thể hiện, cực nguồn 109 có thể mọc dọc theo phần germani thiếc 104 có tốc độ mọc nhanh ở các vùng hoặc các góc được lộ ra nhiều hoặc tương tự.

Mặt nạ thứ hai có thể được tạo ra bằng kỹ thuật thích hợp bất kỳ hoặc các kỹ thuật như các kỹ thuật quang khắc sao cho mặt nạ thứ hai bao gồm vật liệu mặt nạ cứng như được thảo luận. Việc loại bỏ mặt nạ thứ hai có thể bao gồm kỹ thuật ăn mòn hoặc tương tự. Mặt nạ thứ hai có thể bao gồm vật liệu bất kỳ tạo ra tính chọn lọc mọc kiểu epitaxy sao cho cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể được mọc trong khi các phần khác (ví dụ phần germani thiếc 106 và/hoặc phần germani thiếc 104) có thể được bảo vệ để không được mọc. Ngoài ra, mặt nạ thứ hai có thể thực hiện vai trò tương tự trong sự pha tạp cấy của cực nguồn 109 và cực máng 110. Ví dụ, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể là một phần của thiết bị NMOS và cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể bao gồm tạp chất loại n như photpho hoặc asen hoặc tương tự.

Như được thảo luận ở đây, theo một số phương án, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể có các thành phần vật liệu khác cực nguồn 111 và cực máng 112. Ví dụ, cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể là một phần của thiết bị NMOS như được thảo luận và cực nguồn 109 và cực máng 110 có thể bao gồm germani thiếc với tỷ lệ thiếc tương đối thấp. Cũng được thảo luận, theo một số phương án, cực nguồn 111, cực máng 112, cực nguồn 109, và cực máng 110 có thể có thành phần

vật liệu giống nhau hoặc gần như giống nhau và có thể được tạo ra trong cùng các bước mọc kiểu epitaxy như được thảo luận ở trên.

Các hình vẽ từ Fig.3A đến Fig.3H minh họa quy trình chế tạo làm ví dụ để chế tạo tranzito 120 và tranzito 130 như được thảo luận ở đây. Trong nhiều ví dụ, các hoạt động bổ sung có thể được bao gồm hoặc các hoạt động đã biết có thể được lược bỏ. Cụ thể, quy trình được minh họa có thể tạo ra cho các tranzito các vùng kênh có các thành phần vật liệu khác và các cực nguồn và các cực máng có các thành phần vật liệu khác. Như được thảo luận, một số hoạt động có thể được lược bỏ và/hoặc được sửa đổi để chế tạo các tranzito có các vùng kênh với cùng thành phần hoặc các cực nguồn và các cực máng với cùng thành phần, hoặc cả hai.

Fig.4 là hình chiếu của ô nhớ SRAM làm ví dụ 400 lắp đặt một hoặc nhiều tranzito có độ linh động kênh nâng cao và tối thiểu hoặc giảm rò điện, được bố trí theo ít nhất một vài phương án thực hiện của sáng chế. Fig.4 minh họa ô nhớ SRAM (6T) 6 tranzito làm ví dụ 400 bao gồm các tranzito truy cập 420, các tranzito kéo xuống 415, và các tranzito kéo lên 425. Trong nhiều ví dụ, các tranzito truy cập 420, các tranzito kéo xuống 415, và các tranzito kéo lên 425 có thể được thực hiện dưới dạng tranzito 120 và/hoặc tranzito 130. Mạch nhớ SRAM hoàn chỉnh có thể được tạo ra bằng cách liên kết nhiều ô nhớ SRAM như ô nhớ SRAM 400.

Theo một phương án, một hoặc nhiều tranzito truy cập 420 và các tranzito kéo xuống 415 là các tranzito NMOS và có thể bao gồm các đặc điểm được thảo luận tương ứng với các tranzito NMOS ở đây và các tranzito kéo lên 425 là các tranzito PMOS và có thể bao gồm các đặc điểm được thảo luận tương ứng với các tranzito PMOS được thảo luận ở đây. Ví dụ, các tranzito truy cập 420 và các tranzito kéo xuống 415 có thể bao gồm vùng kênh 121 của phần germani thiếc 104 của gờ 122 (có thể bao gồm lớp đệm 103 được bố trí lớp nền 101 và phần germani thiếc 104 được bố trí trên lớp đệm 103), cực cổng 107 được bố trí trên vùng kênh 121, và cực nguồn 109 và cực máng 110 được ghép nối vào gờ 122 với vùng kênh 121 giữa cực nguồn 109 và cực máng 110. Một hoặc nhiều tranzito kéo lên 425 có thể bao gồm vùng kênh 131 của phần germani thiếc 106 của gờ 132 (có thể bao gồm lớp đệm 104 được bố trí lớp nền 101 và phần germani thiếc 106 được bố trí trên lớp đệm 104), cực cổng 108 được bố trí trên vùng kênh 131, và cực nguồn 111

và cực máng 112 được ghép nối vào gờ 132 với vùng kênh 131 giữa cực nguồn 111 và cực máng 112.

Ngoài ra, một hoặc nhiều tranzito truy cập 420 và các tranzito kéo xuống 415 (ví dụ các tranzito NMOS) có thể có các cực nguồn và các cực máng bao gồm germani thiếc với nồng độ thiếc khác so với các cực nguồn và các cực máng germani thiếc của các tranzito kéo lên 425 (ví dụ các tranzito PMOS). Ví dụ, các tranzito kéo lên 425 có thể có các cực nguồn và các cực máng với nồng độ thiếc cao hơn các cực nguồn và các cực máng của các tranzito truy cập 420 và các tranzito kéo xuống 415. Ngoài ra hoặc theo cách khác, một hoặc nhiều tranzito truy cập 420 và các tranzito kéo xuống 415 (ví dụ các tranzito NMOS) có thể có các vùng kênh germani thiếc với nồng độ thiếc khác so với các vùng kênh germani thiếc của các tranzito kéo lên 425 (ví dụ các tranzito PMOS). Ví dụ, các tranzito kéo lên 425 có thể có các vùng kênh của germani thiếc với nồng độ thiếc cao hơn các vùng kênh của các tranzito truy cập 420 và các tranzito kéo xuống 415. Ví dụ, các vùng kênh của các tranzito kéo lên 425 có thể có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 20% và các vùng kênh của các tranzito truy cập 420 và các tranzito kéo xuống 415 có thể có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 10%.

Fig.5 là sơ đồ minh họa nền tảng điện toán di động 500 sử dụng IC với tranzito có kênh germani thiếc (GeSn), được bố trí theo ít nhất một vài phương án thực hiện của sáng chế. Các tranzito hoặc các tranzito có (các) kênh germani thiếc có thể là các tranzito bất kỳ như được thảo luận ở đây như tranzito 120 hoặc tranzito 130 hoặc tương tự. Trong một số ví dụ, các tranzito NMOS và PMOS như được thảo luận ở đây có thể được thực hiện cùng nhau dưới dạng mạch CMOS. Nền tảng điện toán di động 500 có thể là thiết bị di động bất kỳ được tạo cấu hình cho mỗi trong số bộ hiển thị dữ liệu điện tử, việc xử lý dữ liệu điện tử, việc truyền dữ liệu điện tử không dây, hoặc tương tự. Ví dụ, nền tảng điện toán di động 500 có thể là thiết bị bất kỳ trong số máy tính bảng, điện thoại thông minh, máy tính xách tay dạng nhỏ (netbook), máy tính xách tay, v.v. và có thể bao gồm màn hình hiển thị 505, theo phương án làm ví dụ là màn hình cảm ứng (ví dụ màn hình cảm ứng điện dung, điện cảm, điện trở, v.v.), hệ thống tích hợp 510 mức chip (SoC) hoặc mức gói, và bộ pin 515.

Hệ thống tích hợp 510 còn được minh họa trong hình chiếu mở rộng 520. Theo phương án làm ví dụ, thiết bị hợp khối 550 (được gọi là “Bộ nhớ/Bộ xử lý” trên Fig.6) bao gồm ít nhất một chip bộ nhớ (ví dụ RAM), và/hoặc ít nhất một chip bộ xử lý (ví dụ bộ vi xử lý, bộ vi xử lý đa lõi, hoặc bộ xử lý đồ họa, hoặc tương tự). Theo một phương án, thiết bị hợp phần 550 là bộ vi xử lý bao gồm bộ nhớ đệm (cache) SRAM. Theo một phương án, thiết bị hợp phần 550 bao gồm một hoặc nhiều trong số tranzito 120 hoặc tranzito 130 hoặc cả hai. Ví dụ, tranzito được sử dụng có thể bao gồm vùng kênh bao gồm phần germani thiếc của gờ sao cho gờ có thể bao gồm lớp đệm được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc được bố trí trên lớp đệm, cực cổng được bố trí trên vùng kênh, và cực nguồn và cực máng được ghép nối vào gờ sao cho vùng kênh nằm giữa cực nguồn và cực máng. Thiết bị hợp khối 550 còn có thể được ghép nối vào (ví dụ được ghép nối truyền thông với) bảng, lớp nền, hoặc lớp xen giữa 560 cùng với, một hoặc nhiều mạch tích hợp quản lý điện năng (PMIC) 530, mạch tích hợp RF (không dây) (RFIC) 525 bao gồm bộ truyền băng rộng RF (không dây) và/hoặc bộ thu (TX/RX) (ví dụ bao gồm dải cơ sở kỹ thuật số và môđun đầu trước tương tự còn bao gồm bộ khuếch đại công suất trên đường truyền và bộ khuếch đại nhiễu thấp trên đường thu), và bộ điều khiển 535 của chúng. Nói chung, thiết bị hợp khối 550 có thể cũng được ghép nối vào (ví dụ được ghép nối truyền thông với) màn hình hiển thị 505.

Theo chức năng, PMIC 530 có thể thực hiện việc điều chỉnh năng lượng pin, bộ chuyển đổi DC thành DC, v.v., và nên có đầu vào được ghép nối vào bộ pin 515 và với đầu ra để cấp bộ cấp dòng điện cho các môđun chức năng khác. Theo một phương án, PMIC 530 có thể thực hiện các hoạt động điện áp cao. Còn được minh họa, theo phương án làm ví dụ, RFIC 525 có đầu ra được ghép nối vào ăng ten (không được thể hiện) để thực hiện một số chuẩn hoặc các giao thức không dây, bao gồm nhưng không bị giới hạn ở Wi-Fi (họ IEEE 802.11), WiMAX (họ IEEE 802.16), IEEE 802.20, phát triển dài hạn (long term evolution - LTE), Ev-DO, HSPA+, HSDPA+, HSUPA+, EDGE, GSM, GPRS, CDMA, TDMA, DECT, Bluetooth, giao thức liên quan, cũng như giao thức không dây khác bất kỳ được xem là 3G, 4G, 5G, và v.v.. Theo các phương án thực hiện thay thế, mỗi trong số các môđun mức bảng này có thể được tích hợp vào các IC tách biệt được ghép nối

vào lớp nền hợp khối của thiết bị hợp khối 550 hoặc trong IC đơn (SoC) được ghép nối vào lớp nền hợp khối của thiết bị hợp khối 550.

Fig.6 là sơ đồ khối chức năng của thiết bị điện toán 600, được bố trí theo ít nhất một vài phương án thực hiện của sáng chế. Thiết bị điện toán 600 có thể đặt bên trong nền tảng 500, ví dụ, và còn bao gồm bảng mạch chính 602 dẫn một số thành phần, nhưng không bị giới hạn ở bộ xử lý 601 (ví dụ bộ xử lý ứng dụng) và một hoặc nhiều chip truyền thông 604, 605. Bộ xử lý 601 có thể được ghép nối vật lý và/hoặc điện với bảng mạch chính 602. Trong một số ví dụ, bộ xử lý 601 bao gồm khuôn mạch tích hợp được gói trong bộ xử lý 601. Nói chung, thuật ngữ “bộ xử lý” có thể đề cập đến thiết bị bất kỳ hoặc một phần của thiết bị xử lý dữ liệu điện tử từ các bộ ghi và/hoặc bộ nhớ để biến đổi dữ liệu điện tử thành dữ liệu điện tử khác có thể được lưu trữ trong các bộ ghi và/hoặc bộ nhớ.

Trong nhiều ví dụ, một hoặc nhiều chip truyền thông 604, 605 cũng có thể được ghép nối vật lý và/hoặc điện với bảng mạch chính 602. Theo các phương án thực hiện khác nữa, các chip truyền thông 604 có thể là một phần của bộ xử lý 601. Phụ thuộc vào ứng dụng của nó, thiết bị điện toán 600 có thể bao gồm các thành phần khác mà có thể hoặc có thể không được ghép nối vật lý và điện với bảng mạch chính 602. Các thành phần khác này có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, bộ nhớ khả biến (ví dụ DRAM) 607, 608, bộ nhớ không khả biến (ví dụ ROM) 610, bộ xử lý đồ họa 612, bộ nhớ chớp, thiết bị hệ thống định vị toàn cầu (global positioning system - GPS) 613, la bàn 614, bộ chip 606, ăng ten 616, bộ khuếch đại công suất 609, bộ điều khiển màn hình cảm ứng 611, màn hình cảm ứng 617, loa 615, camera 603, và bộ pin 618, như được minh họa, và các thành phần khác như bộ xử lý tín hiệu số, bộ xử lý mật mã, bộ mã hóa-giải mã âm thanh, bộ mã hóa-giải mã video, gia tốc kế, la bàn, và thiết bị lưu trữ khối (như ở đĩa cứng, đĩa trạng thái rắn (solid state drive - SSD), đĩa nén (compact disk - CD), đĩa đa năng kỹ thuật số (digital versatile disk - DVD), và v.v.), hoặc tương tự.

Các chip truyền thông 604, 605 có thể cho phép các truyền thông không dây cho việc truyền dữ liệu đến và từ thiết bị điện toán 600. Thuật ngữ “không dây” và các thuật ngữ liên quan có thể được sử dụng để mô tả các mạch, các thiết bị, các hệ thống, các phương pháp, các kỹ thuật, các kênh truyền thông, v.v., có thể truyền

thông dữ liệu thông qua việc sử dụng bức xạ điện từ biến điệu thông qua môi trường không rắn. Thuật ngữ này không có nghĩa là các thiết bị liên quan không chứa bất kỳ dây nào, mặc dù theo một số phương án là có thể không. Các chip truyền thông 604, 605 có thể thực hiện một số chuẩn hoặc các giao thức không dây, bao gồm nhưng không bị giới hạn ở những chuẩn hoặc giao thức đã được mô tả ở chỗ khác trong bản mô tả này. Như được thảo luận, thiết bị điện toán 600 có thể bao gồm nhiều chip truyền thông 604, 605. Ví dụ, chip truyền thông thứ nhất có thể dành riêng cho các truyền thông không dây tầm ngắn hơn như Wi-Fi và Bluetooth và chip truyền thông thứ hai có thể dành riêng cho các truyền thông không dây tầm dài hơn như GPS, EDGE, GPRS, CDMA, WiMAX, LTE, Ev-DO, và các truyền thông không dây khác.

Như được sử dụng theo phương án thực hiện bất kỳ được mô tả ở đây, thuật ngữ “môđun” đề cập đến sự kết hợp bất kỳ giữa phần mềm, vi chương trình và/hoặc phần cứng được tạo cấu hình để tạo ra chức năng được mô tả ở đây. Phần mềm có thể được thể hiện dưới dạng gói phần mềm, mã và/hoặc tập hợp lệnh hoặc các lệnh, và “phần cứng”, như được sử dụng theo phương án thực hiện bất kỳ được mô tả ở đây, có thể bao gồm, ví dụ, riêng lẻ hoặc trong sự kết hợp bất kỳ, mạch nối cứng, mạch có thể lập trình, mạch máy trạng thái, và/hoặc vi chương trình lưu trữ các lệnh được thực thi bởi mạch có thể lập trình. Các môđun có thể, chung hoặc riêng lẻ, được thể hiện dưới dạng mạch tạo thành một phần của hệ thống lớn hơn, ví dụ, mạch tích hợp (IC), hệ thống trên chip (SoC), và v.v..

Trong khi các dấu hiệu nhất định nêu trên được mô tả với tham chiếu đến các phương án thực hiện khác nhau, phần mô tả này không nhằm mục đích làm giới hạn. Do đó, nhiều sửa đổi của các phương án thực hiện được mô tả ở đây, cũng như các phương án thực hiện khác, sẽ trở nên rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này được xem là nằm trong mục đích và phạm vi của sáng chế.

Các ví dụ sau liên quan đến các phương án khác nữa.

Theo một hoặc nhiều phương án thứ nhất, mạch tích hợp bao gồm tranzito gồm vùng kênh mà bao gồm phần germani thiếc của gờ, trong đó gờ bao gồm lớp đệm được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc được bố trí trên lớp đệm, cực

cổng được bố trí trên vùng kênh, và cực nguồn và cực máng được ghép nối vào gờ, trong đó vùng kênh nằm giữa cực nguồn và cực máng.

Cũng theo các phương án thứ nhất, mạch tích hợp bao gồm tranzito thứ hai gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, trong đó vùng kênh này và vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc khác nhau.

Cũng theo các phương án thứ nhất, mạch tích hợp bao gồm tranzito thứ hai gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, trong đó vùng kênh này và vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc khác nhau, và trong đó tranzito này là tranzito NMOS và tranzito thứ hai là tranzito PMOS và trong đó vùng kênh có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 20%.

Cũng theo các phương án thứ nhất, mạch tích hợp bao gồm tranzito thứ hai gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, trong đó vùng kênh này và vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc khác nhau, và trong đó tranzito này là tranzito NMOS và tranzito thứ hai là tranzito PMOS và trong đó vùng kênh có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 20%, và trong đó vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn vùng kênh trước.

Cũng theo các phương án thứ nhất, mạch tích hợp bao gồm tranzito thứ hai gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, trong đó vùng kênh này và vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc khác nhau, trong đó tranzito này là tranzito NMOS và tranzito thứ hai là tranzito PMOS và/hoặc trong đó vùng kênh có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc trong khoảng

từ 5% đến 20% và/hoặc trong đó vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn vùng kênh trước.

Cũng theo các phương án thứ nhất, mạch tích hợp bao gồm tranzito thứ hai gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, cực cổng thứ hai được bố trí trên vùng kênh thứ hai, và cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai được ghép nối vào gờ thứ hai, trong đó vùng kênh thứ hai nằm giữa cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, trong đó tranzito này là tranzito NMOS và tranzito thứ hai là tranzito PMOS, trong đó cực nguồn, cực máng, cực nguồn thứ hai, và cực máng thứ hai đều bao gồm germani thiếc, và trong đó cực nguồn và cực máng chứa nồng độ thiếc khác so với cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai.

Cũng theo các phương án thứ nhất, mạch tích hợp bao gồm tranzito thứ hai gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, cực cổng thứ hai được bố trí trên vùng kênh thứ hai, và cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai được ghép nối vào gờ thứ hai, trong đó vùng kênh thứ hai nằm giữa cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, trong đó tranzito này là tranzito NMOS và tranzito thứ hai là tranzito PMOS, trong đó cực nguồn, cực máng, cực nguồn thứ hai, và cực máng thứ hai đều bao gồm germani thiếc, và trong đó cực nguồn và cực máng chứa nồng độ thiếc khác so với cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, và trong đó cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn cực nguồn và cực máng.

Cũng theo các phương án thứ nhất, lớp đệm bao gồm lớp epitaxy của germani.

Cũng theo các phương án thứ nhất, cực cổng bao gồm lớp epitaxy của silic liền kề với vùng kênh, chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao, và phần cực cổng kim loại.

Cũng theo các phương án thứ nhất, đáy của cực cổng gần như phẳng với mặt trên của lớp đệm.

Cũng theo các phương án thứ nhất, lớp đệm bao gồm lớp epitaxy của germani và/hoặc trong đó cực cổng bao gồm lớp epitaxy của silic liền kề với vùng kênh, chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao, và phần cực cổng kim loại, và/hoặc trong đó đáy của cực cổng gần như phẳng với mặt trên của lớp đệm.

Cũng theo các phương án thứ nhất, mạch tích hợp còn bao gồm tranzito thứ hai gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần silic của gờ thứ hai.

Cũng theo các phương án thứ nhất, mạch tích hợp còn bao gồm tranzito thứ hai gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần silic của gờ thứ hai, trong đó tranzito bao gồm tranzito NMOS và tranzito thứ hai bao gồm tranzito PMOS.

Cũng theo các phương án thứ nhất, mạch tích hợp còn bao gồm tranzito thứ hai gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần silic của gờ thứ hai, trong đó tranzito bao gồm tranzito NMOS và tranzito thứ hai bao gồm tranzito PMOS, và mạch tích hợp còn bao gồm tranzito thứ ba gồm vùng kênh thứ ba bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ ba, trong đó gờ thứ ba bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, trong đó tranzito thứ ba bao gồm tranzito PMOS.

Cũng theo các phương án thứ nhất, mạch tích hợp còn bao gồm tranzito thứ hai gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần silic của gờ thứ hai, trong đó tranzito bao gồm tranzito NMOS và tranzito thứ hai bao gồm tranzito PMOS, và mạch tích hợp còn bao gồm tranzito thứ ba gồm vùng kênh thứ ba bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ ba, trong đó gờ thứ ba bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, trong đó tranzito thứ ba bao gồm tranzito PMOS, và trong đó vùng kênh này và vùng kênh thứ ba chứa nồng độ thiếc khác nhau.

Theo một hoặc nhiều phương án thứ hai, ô nhớ SRAM bao gồm tranzito NMOS gồm vùng kênh thứ nhất bao gồm phần germani thiếc thứ nhất của gờ thứ nhất, trong đó gờ thứ nhất bao gồm lớp đệm thứ nhất được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ nhất được bố trí trên lớp đệm thứ nhất, cực cổng thứ nhất được bố trí trên vùng kênh thứ nhất, và cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất, đều bao gồm germani thiếc, được ghép nối vào gờ thứ nhất, trong đó vùng kênh thứ nhất nằm giữa cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất, và tranzito PMOS gồm

vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, cực cổng thứ hai được bố trí trên vùng kênh thứ hai, và cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, đều bao gồm germani thiếc, được ghép nối vào gờ thứ hai, trong đó vùng kênh thứ hai nằm giữa cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, trong đó cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất chứa nồng độ thiếc khác so với cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai.

Cũng theo các phương án thứ hai, vùng kênh thứ nhất có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 20%.

Cũng theo các phương án thứ hai, vùng kênh thứ nhất có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 20%, và cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất.

Cũng theo các phương án thứ hai, vùng kênh thứ nhất có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 20%, cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất, và vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn vùng kênh thứ nhất.

Theo một hoặc nhiều phương án thứ ba, ô nhớ SRAM bao gồm tranzito NMOS gồm vùng kênh thứ nhất bao gồm phần germani thiếc thứ nhất của gờ thứ nhất, trong đó gờ thứ nhất bao gồm lớp đệm thứ nhất được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ nhất được bố trí trên lớp đệm thứ nhất, cực cổng thứ nhất được bố trí trên vùng kênh thứ nhất, và cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất được ghép nối vào gờ thứ nhất, trong đó vùng kênh thứ nhất nằm giữa cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất, và tranzito PMOS bao gồm vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai; cực cổng thứ hai được bố trí trên vùng kênh thứ hai, và cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai được ghép nối vào gờ thứ hai, trong đó vùng kênh thứ

hai nằm giữa cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, trong đó vùng kênh thứ nhất chứa nồng độ thiếc khác so với vùng kênh thứ hai.

Cũng theo các phương án thứ ba, vùng kênh thứ nhất có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 20%.

Cũng theo các phương án thứ ba, vùng kênh thứ nhất có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc trong khoảng từ 5% đến 20% và vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn vùng kênh thứ nhất.

Cũng theo các phương án thứ ba, lớp đệm bao gồm lớp epitaxy của germani.

Cũng theo các phương án thứ ba, đáy của cực cổng thứ nhất gần như phẳng với mặt trên của lớp đệm thứ nhất.

Cũng theo các phương án thứ ba, lớp đệm bao gồm lớp epitaxy của germani và trong đó đáy của cực cổng thứ nhất gần như phẳng với mặt trên của lớp đệm thứ nhất.

Theo một hoặc nhiều phương án thứ tư, phương pháp để chế tạo mạch tích hợp bao gồm các bước tạo ra gờ có lớp đệm được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc được bố trí trên lớp đệm, bố trí cực cổng trên gờ, và ghép nối cực nguồn và cực máng với gờ, trong đó cực cổng này nằm giữa cực nguồn và cực máng.

Cũng theo các phương án thứ tư, bước tạo ra gờ bao gồm bước tạo ra rãnh trong lớp điện môi được tạo mẫu, mọc kiểu epitaxy lớp đệm, trong đó lớp đệm chứa germani, mọc kiểu epitaxy phần germani thiếc của gờ, và làm chìm lớp điện môi được tạo mẫu sao cho mặt trên của lớp điện môi được tạo mẫu gần như phẳng với mặt trên của lớp đệm.

Cũng theo các phương án thứ tư, phương pháp này còn bao gồm bước tạo ra gờ thứ hai có lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, trong đó phần germani thiếc và phần germani thiếc thứ hai chứa nồng độ thiếc khác nhau.

Cũng theo các phương án thứ tư, bước tạo ra gờ thứ hai có lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ

hai, trong đó phần germani thiếc này và phần germani thiếc thứ hai chứa nồng độ thiếc khác nhau, trong đó bước tạo ra gờ thứ hai bao gồm bước tạo ra gờ bảo vệ thứ nhất và gờ bảo vệ thứ hai, bố trí lớp điện môi liền kề với các gờ bảo vệ thứ nhất và thứ hai, che gờ bảo vệ thứ nhất, loại bỏ gờ bảo vệ thứ hai để tạo ra rãnh trong lớp điện môi, mọc kiểu epitaxy lớp đệm thứ hai trong rãnh, và mọc kiểu epitaxy phần germani thiếc thứ hai trong rãnh.

Cũng theo các phương án thứ tư, phương pháp này còn bao gồm các bước tạo ra gờ thứ hai có lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, bố trí cực cổng thứ hai trên gờ thứ hai, và ghép nối cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai với gờ thứ hai, trong đó cực cổng thứ hai nằm giữa cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, trong đó cực nguồn, cực máng, cực nguồn thứ hai, và cực máng thứ hai đều bao gồm germani thiếc, và trong đó cực nguồn và cực máng chứa nồng độ thiếc khác so với cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai.

Cũng theo các phương án thứ tư, phương pháp này còn bao gồm các bước tạo ra gờ thứ hai có lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai, bố trí cực cổng thứ hai trên gờ thứ hai, và ghép nối cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai với gờ thứ hai, trong đó cực cổng thứ hai nằm giữa cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, trong đó cực nguồn, cực máng, cực nguồn thứ hai, và cực máng thứ hai đều bao gồm germani thiếc, và trong đó cực nguồn và cực máng chứa nồng độ thiếc khác so với cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, trong đó bước ghép nối cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai với gờ thứ hai bao gồm các bước che gờ, cực cổng, cực nguồn, và cực máng và mọc kiểu epitaxy cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai.

Theo một hoặc nhiều phương án thứ năm, nền tảng điện toán di động bao gồm cấu trúc bất kỳ trong số các cấu trúc làm ví dụ nào được thảo luận theo các phương án thứ nhất, thứ hai, thứ ba.

Cần hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án được mô tả, nhưng có thể được thực hiện với sửa đổi và thay thế mà không tách rời khỏi phạm vi của các yêu cầu bảo hộ kèm theo. Ví dụ, các phương án trên có thể bao gồm sự kết hợp cụ thể của các dấu hiệu. Tuy nhiên, các phương án trên không bị giới hạn ở

vấn đề này và, theo các phương án thực hiện khác nhau, các phương án trên có thể bao gồm việc thực hiện chỉ với tập hợp con của các dấu hiệu này, thực hiện thứ tự khác nhau của các dấu hiệu này, thực hiện sự kết hợp khác nhau của các dấu hiệu này, và/hoặc thực hiện các dấu hiệu bổ sung ngoài các dấu hiệu này được nêu một cách rõ ràng. Do đó, phạm vi của sáng chế, được xác định với tham chiếu đến các yêu cầu bảo hộ kèm theo, trong toàn bộ phạm vi tương đương đối với các yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Mạch tích hợp bao gồm:

tranzito thứ nhất gồm:

vùng kênh thứ nhất bao gồm phần germani thiếc thứ nhất của gờ thứ nhất, trong đó gờ thứ nhất bao gồm lớp đệm thứ nhất được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ nhất được bố trí trên lớp đệm thứ nhất;

cực cổng thứ nhất được bố trí trên vùng kênh thứ nhất; và

cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất được ghép nối với gờ thứ nhất, trong đó vùng kênh thứ nhất nằm giữa cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất; và

tranzito thứ hai gồm:

vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai,

trong đó vùng kênh thứ nhất và vùng kênh thứ hai chứa các nồng độ thiếc khác nhau.

2. Mạch tích hợp theo điểm 1, trong đó tranzito thứ nhất là tranzito NMOS (N-type metal-oxide semiconductor - tranzito kim loại-oxit bán dẫn loại N) và tranzito thứ hai là tranzito PMOS (P-type metal-oxide semiconductor - kim loại-oxit bán dẫn loại P) và trong đó vùng kênh thứ nhất có nồng độ thiếc nằm trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc nằm trong khoảng từ 5% đến 20%.

3. Mạch tích hợp theo điểm 2, trong đó vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn vùng kênh này.

4. Mạch tích hợp theo điểm 1, trong đó tranzito thứ hai còn bao gồm:

cực cổng thứ hai được bố trí trên vùng kênh thứ hai; và

cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai được ghép nối với gờ thứ hai, trong đó vùng kênh thứ hai nằm giữa cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai,

trong đó tranzito thứ nhất là tranzito NMOS và tranzito thứ hai là tranzito PMOS, trong đó tất cả cực nguồn thứ nhất, cực máng thứ nhất, cực nguồn thứ hai,

và cực máng thứ hai đều bao gồm germani thiếc, và trong đó cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất chứa các nồng độ thiếc khác với cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai.

5. Mạch tích hợp theo điểm 4, trong đó cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất.

6. Mạch tích hợp theo điểm 1, trong đó lớp đệm bao gồm lớp epitaxy của germani.

7. Mạch tích hợp theo điểm 1, trong đó cực cổng bao gồm lớp epitaxy của silic liên kề với vùng kênh, chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao (high-k), và phần cực cổng kim loại.

8. Mạch tích hợp theo điểm 1, trong đó phần đáy của cực cổng gần như phẳng với mặt trên của lớp đệm.

9. Mạch tích hợp theo điểm 1, mạch tích hợp này còn bao gồm tranzito thứ ba gồm:

vùng kênh thứ ba bao gồm phần silic của gờ thứ ba.

10. Mạch tích hợp theo điểm 9, trong đó tranzito thứ nhất bao gồm tranzito NMOS và tranzito thứ ba bao gồm tranzito PMOS.

11. Ô nhớ truy cập ngẫu nhiên tĩnh (Static Random-Access Memory – SRAM) bao gồm:

tranzito NMOS gồm:

vùng kênh thứ nhất bao gồm phần germani thiếc thứ nhất của gờ thứ nhất, trong đó gờ thứ nhất bao gồm lớp đệm thứ nhất được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ nhất được bố trí trên lớp đệm thứ nhất;

cực cổng thứ nhất được bố trí trên vùng kênh thứ nhất; và

cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất, mỗi cực bao gồm germani thiếc, được ghép nối với gờ thứ nhất, trong đó vùng kênh thứ nhất nằm giữa cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất;

tranzito PMOS gồm:

vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai;

cực cổng thứ hai được bố trí trên vùng kênh thứ hai; và

cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai, mỗi cực chứa germani thiếc, được ghép nối với gờ thứ hai, trong đó vùng kênh thứ hai nằm giữa cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai,

trong đó cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất chứa nồng độ thiếc khác cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai.

12. Ô nhớ SRAM theo điểm 11, trong đó vùng kênh thứ nhất có nồng độ thiếc nằm trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc nằm trong khoảng từ 5% đến 20%.

13. Ô nhớ SRAM theo điểm 12, trong đó cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất.

14. Ô nhớ SRAM theo điểm 13, trong đó vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn vùng kênh thứ nhất.

15. Mạch tích hợp bao gồm:

tranzito thứ nhất gồm:

vùng kênh thứ nhất bao gồm phần germani thiếc thứ nhất của gờ thứ nhất, trong đó gờ thứ nhất bao gồm lớp đệm thứ nhất được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ nhất được bố trí trên lớp đệm thứ nhất;

cực cổng thứ nhất được bố trí trên vùng kênh thứ nhất; và

cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất được ghép nối với gờ thứ nhất, trong đó vùng kênh thứ nhất nằm giữa cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất; và

tranzito thứ hai gồm:

vùng kênh thứ hai bao gồm phần germani thiếc thứ hai của gờ thứ hai, trong đó gờ thứ hai bao gồm lớp đệm thứ hai được bố trí trên lớp nền và phần germani thiếc thứ hai được bố trí trên lớp đệm thứ hai;

cực cổng thứ hai được bố trí trên vùng kênh thứ hai; và

cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai được ghép nối với gờ thứ hai, trong đó vùng kênh thứ hai nằm giữa cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai,

trong đó tranzito thứ nhất là tranzito NMOS và tranzito thứ hai là tranzito PMOS, trong đó tất cả cực nguồn thứ nhất, cực máng thứ nhất, cực nguồn thứ hai, và cực máng thứ hai đều bao gồm germani thiếc, và trong đó cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất chứa các nồng độ thiếc khác cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai.

16. Mạch tích hợp theo điểm 15, trong đó cực nguồn thứ hai và cực máng thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn cực nguồn thứ nhất và cực máng thứ nhất.

17. Mạch tích hợp theo điểm 15, trong đó vùng kênh thứ nhất có nồng độ thiếc nằm trong khoảng từ 5% đến 10% và vùng kênh thứ hai có nồng độ thiếc nằm trong khoảng từ 5% đến 20%.

18. Mạch tích hợp theo điểm 17, trong đó vùng kênh thứ hai chứa nồng độ thiếc cao hơn vùng kênh thứ nhất.

19. Mạch tích hợp theo điểm 15, trong đó lớp đệm thứ nhất bao gồm lớp epitaxy của germani.

20. Mạch tích hợp theo điểm 15, trong đó cực cổng thứ nhất bao gồm lớp epitaxy của silic liền kề với vùng kênh thứ nhất, chất điện môi cực cổng có hệ số điện môi cao, và phần cực cổng kim loại.

21. Mạch tích hợp theo điểm 15, trong đó phần đáy của cực cổng thứ nhất gần như phẳng với mặt trên của lớp đệm thứ nhất.

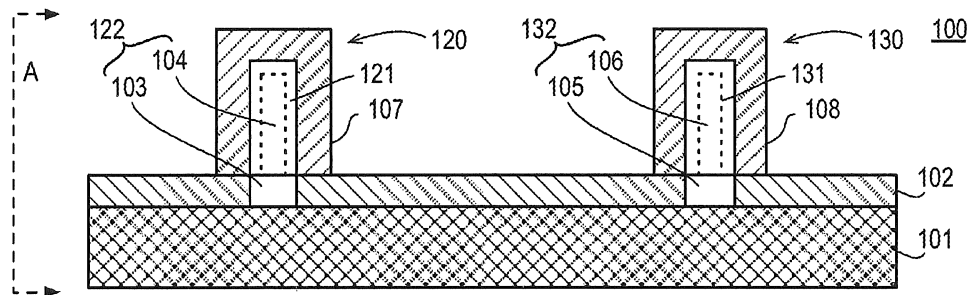


FIG. 1A

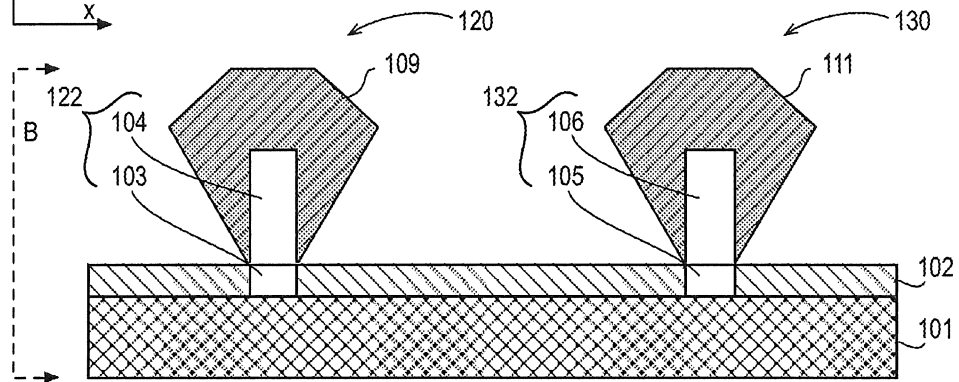


FIG. 1B

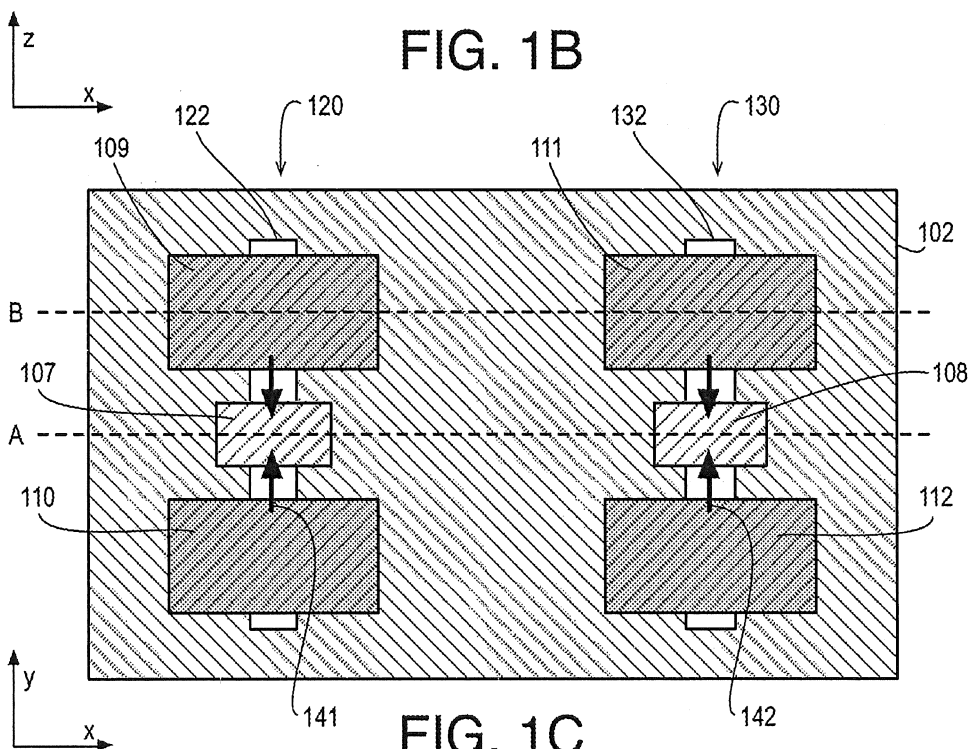


FIG. 1C

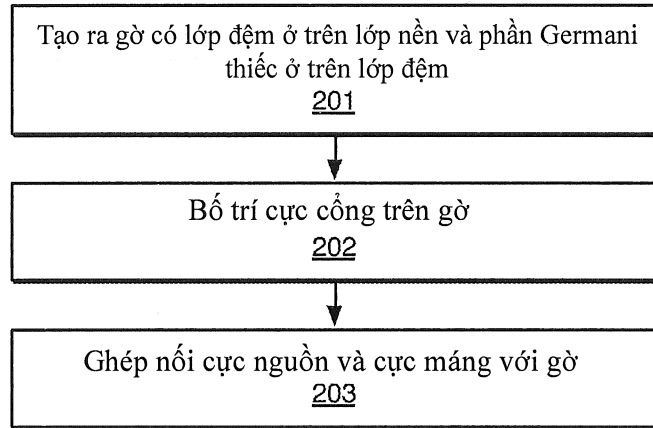


FIG. 2

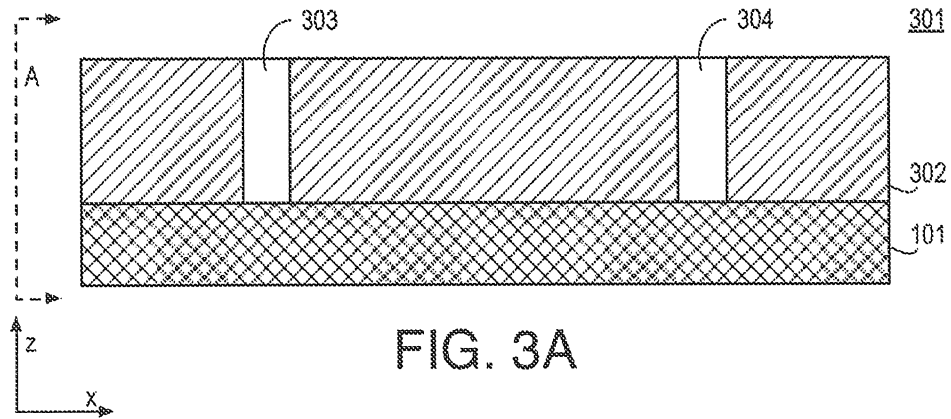


FIG. 3A

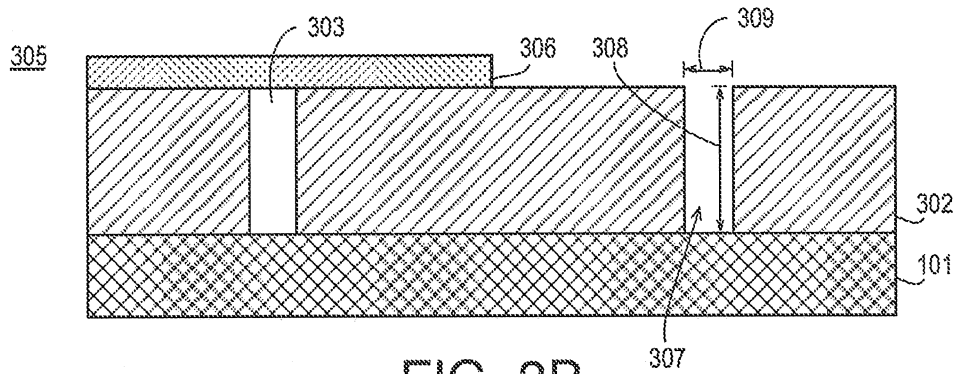


FIG. 3B

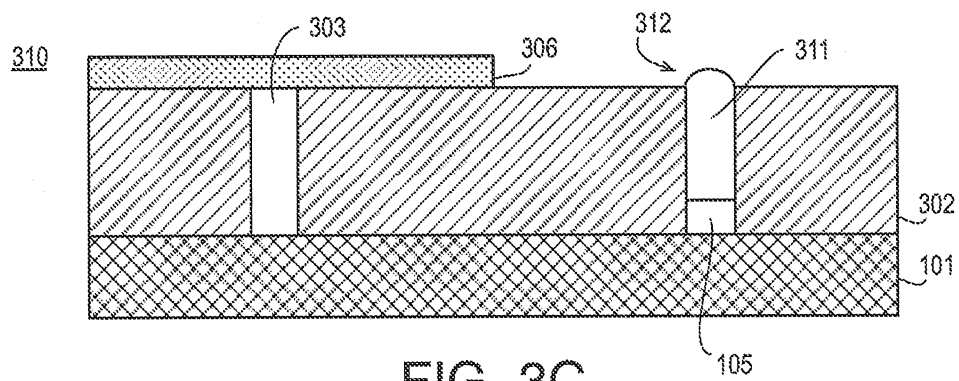
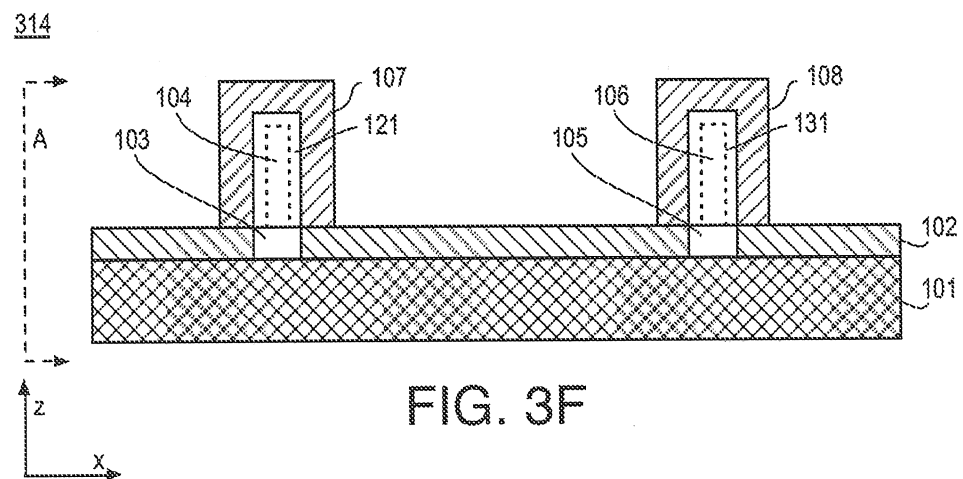
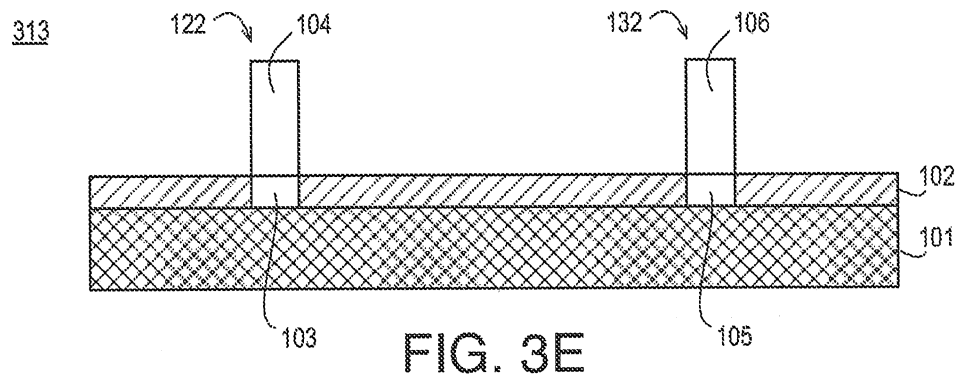
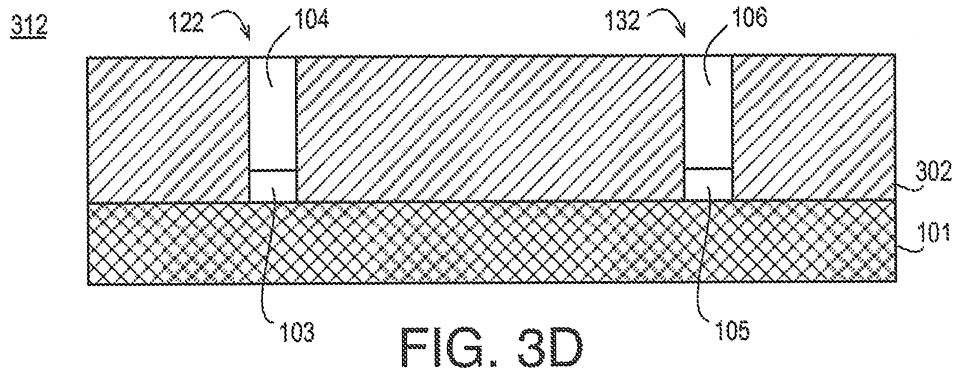
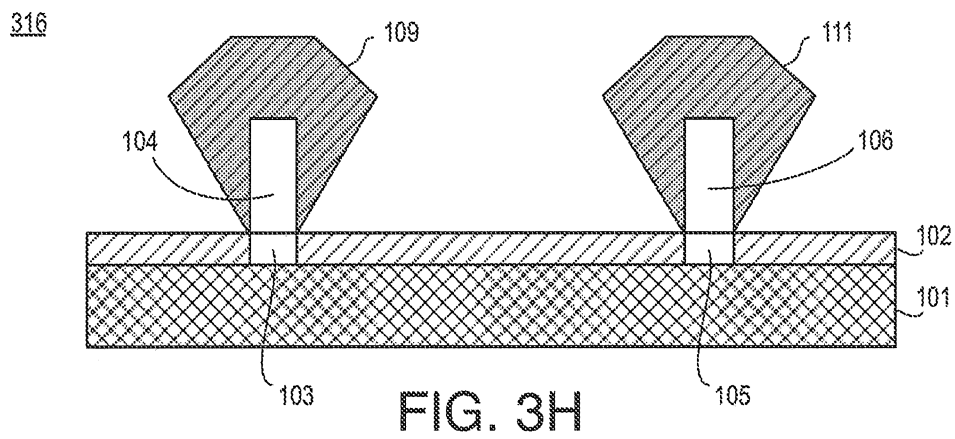
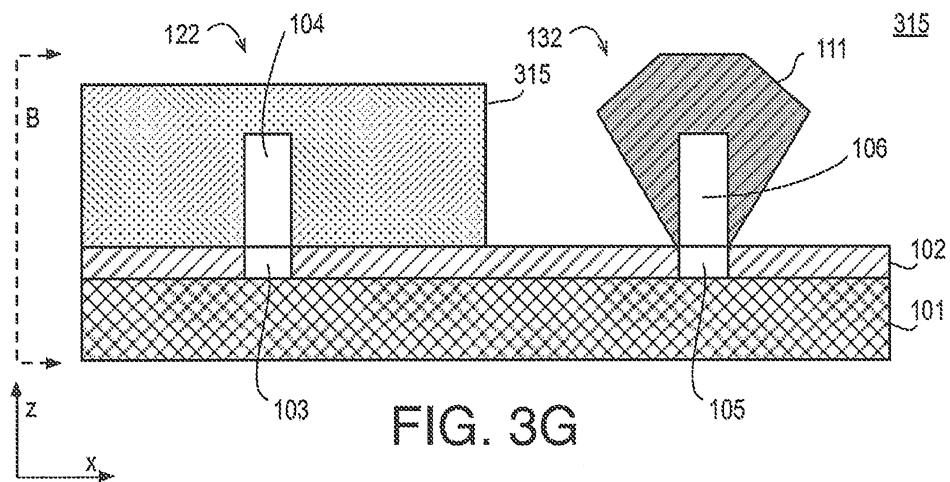


FIG. 3C





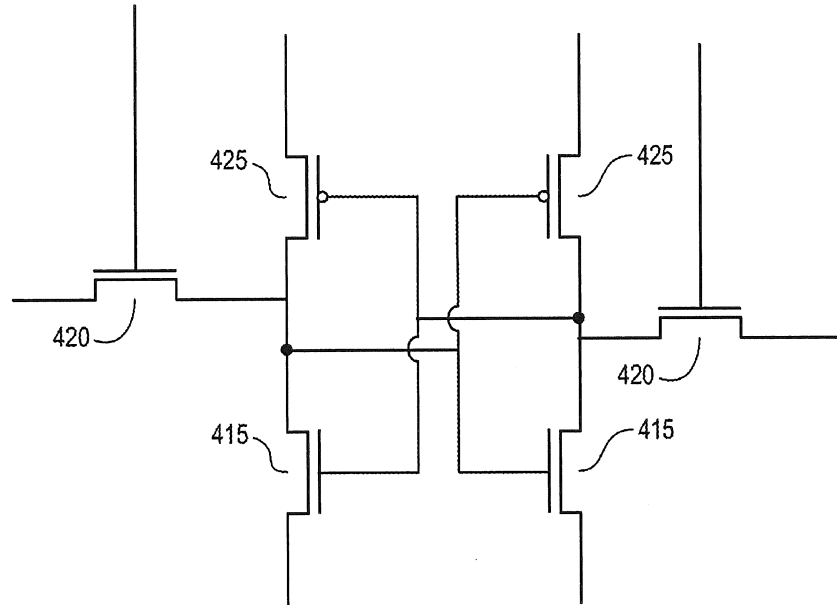
400

FIG. 4

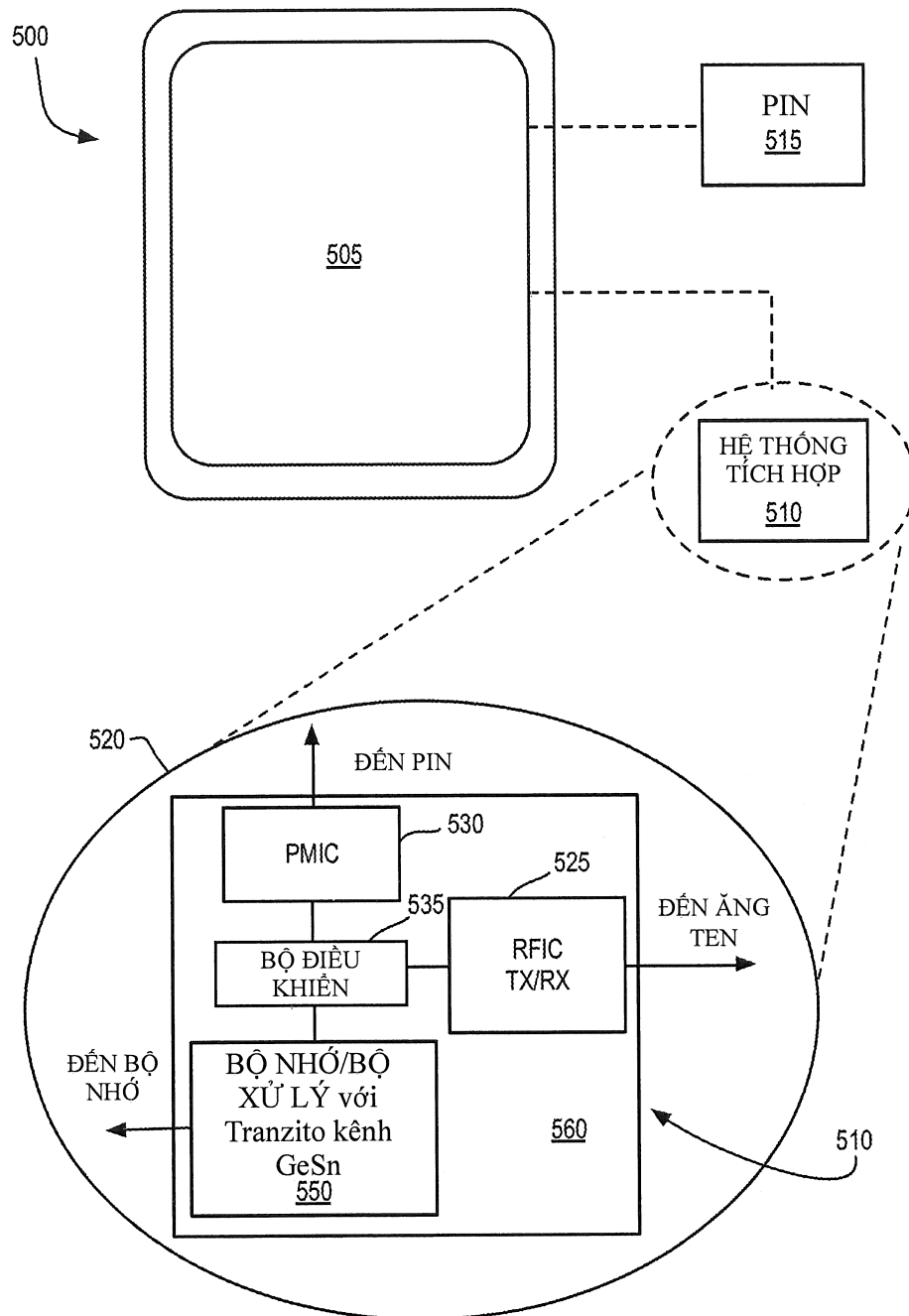


FIG. 5

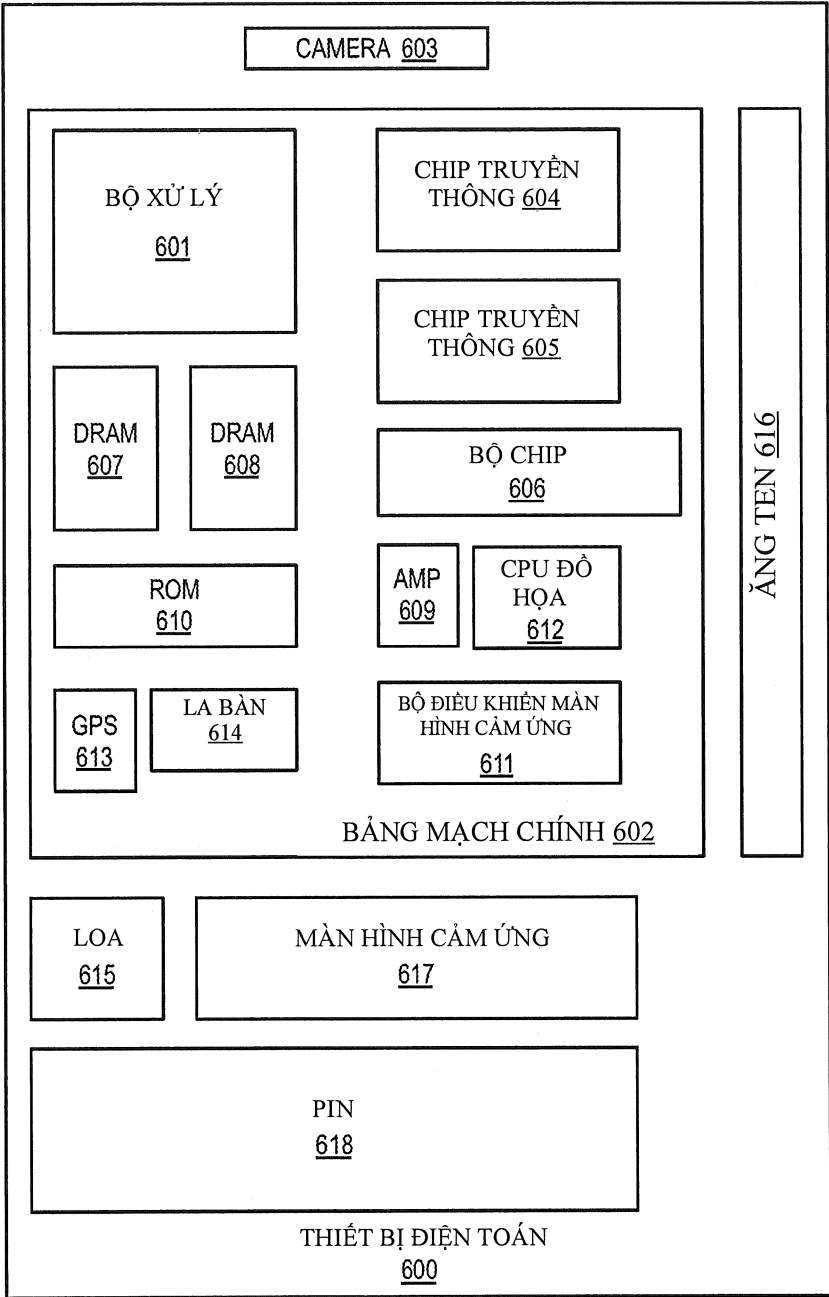


FIG. 6