



(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)



1-0048977

(51)^{2021.01} H03K 5/04; H03K 17/06

(13) B

(21) 1-2022-06673

(22) 04/03/2021

(86) PCT/US2021/020926 04/03/2021

(87) WO 2021/216202 28/10/2021

(30) 16/858,343 24/04/2020 US; 17/247,160 02/12/2020 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 27/01/2023 418A

(73) Qualcomm Incorporated (US)

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

(72) JIANG, Jize (CN); LI, Kan (SG).

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

(54) BỘ ĐIỀU KHIỂN VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ THAY ĐỔI CHO
BỘ ĐIỀU KHIỂN

(57) Theo một số khía cạnh, bộ điều khiển bao gồm bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray thứ nhất và đầu ra của bộ điều khiển, nguồn dòng thứ nhất được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra, nguồn dòng thứ hai, và công tắc, trong đó công tắc và nguồn dòng thứ hai được mắc nối tiếp giữa cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra và ray thứ hai. Bộ điều khiển còn bao gồm cảm biến dòng được tạo cấu hình để tạo ra dòng nhận biết dựa vào dòng đầu ra của bộ điều khiển, và nguồn dòng quy chiếu được tạo cấu hình để tạo ra dòng quy chiếu, trong đó cảm biến dòng và nguồn dòng quy chiếu được nối với đầu vào điều khiển của công tắc. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp điều khiển tốc độ thay đổi cho bộ điều khiển.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung các khía cạnh của sáng chế đề cập đến bộ điều khiển, và cụ thể hơn, đến các bộ điều khiển có kiểm soát tốc độ thay đổi.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bộ điều khiển có thể được dùng để truyền tín hiệu (ví dụ, tín hiệu dữ liệu) từ thiết bị thứ nhất sang thiết bị thứ hai qua đường truyền tải (ví dụ, một hoặc nhiều đường mạch kim loại, cáp, v.v.). Mong muốn là tốc độ thay đổi của bộ điều khiển được kiểm soát tốt để giảm thiểu sự suy giảm tín hiệu do phản xạ, nhiễu điện từ (electromagnetic interference - EMI), v.v.. Tốc độ thay đổi được đặc trưng bởi sự thay đổi điện áp trên một đơn vị thời gian.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần tiếp theo trình bày ngắn gọn và súc tích về một hoặc nhiều phương án triển khai sáng chế nhằm cung cấp những hiểu biết cơ bản về các phương án triển khai sáng chế này. Bản chất kỹ thuật của sáng chế nêu ở phần này không bao quát tổng quan tất cả các phương án triển khai sáng chế và không nhằm mục đích xác định các yếu tố chính hoặc quan trọng của tất cả các phương án triển khai sáng chế hay phân định phạm vi của bất kỳ hoặc tất cả các phương án triển khai sáng chế. Mục đích duy nhất của phần này là trình bày một số khái niệm về một hoặc nhiều phương án triển khai ở dạng đơn giản hóa như là phần mở đầu cho phần mô tả chi tiết hơn sẽ được trình bày tiếp sau đây. Sáng chế được xác định ở các điểm yêu cầu bảo hộ. Các phương án triển khai và các khía cạnh mà không thuộc phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ của sáng chế chỉ là các ví dụ được dùng để giải thích về sáng chế.

Khía cạnh thứ nhất đề cập đến bộ điều khiển. Bộ điều khiển bao gồm bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray thứ nhất và đầu ra của bộ điều khiển, nguồn dòng thứ nhất được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra, nguồn dòng thứ hai, và công tắc, trong đó công tắc và nguồn dòng thứ hai được mắc nối tiếp giữa cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra và ray thứ hai. Bộ điều khiển còn bao gồm cảm biến dòng được tạo cấu hình để tạo ra dòng nhận biết dựa vào dòng đầu ra của bộ điều khiển, và nguồn dòng quy chiếu được

tạo cấu hình để tạo ra dòng quy chiếu, trong đó cảm biến dòng và nguồn dòng quy chiếu được nối với đầu vào điều khiển của công tắc.

Khía cạnh thứ hai liên quan đến bộ điều khiển. Bộ điều khiển bao gồm bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray và đầu ra của bộ điều khiển, nguồn dòng thứ nhất được nối với cực công của bóng bán dẫn đầu ra, và nguồn dòng thứ hai được tạo cấu hình để hút dòng điện từ hoặc đẩy dòng điện đến cực công của bóng bán dẫn đầu ra khi nguồn dòng thứ hai được bật. Bộ điều khiển còn bao gồm cảm biến dòng được tạo cấu hình để nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển, và mạch điều khiển được nối với cảm biến dòng và nguồn dòng thứ hai, trong đó mạch điều khiển được tạo cấu hình để kích hoạt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng, và tắt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng.

Khía cạnh thứ ba đề cập đến phương pháp điều khiển tốc độ thay đổi cho bộ điều khiển. Bộ điều khiển bao gồm bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray và đầu ra của bộ điều khiển. Phương pháp bao gồm bước điều khiển trước cực công của bóng bán dẫn đầu ra có dòng điều khiển trước bằng cách sử dụng nguồn dòng thứ nhất, và nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển. Phương pháp còn bao gồm bước kích hoạt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng, nguồn dòng thứ hai cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung cho cực công của bóng bán dẫn đầu ra, và tắt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A thể hiện một ví dụ của bộ điều khiển có sự hồi tiếp điện dung để điều khiển tốc độ thay đổi của bộ điều khiển theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.1B thể hiện mạch tương đương của bộ điều khiển trên Fig.1A đối với trường hợp trong đó đầu ra bộ điều khiển được điều khiển ở mức cao theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.1C thể hiện mạch tương đương của bộ điều khiển trên Fig.1A đối với trường hợp trong đó đầu ra bộ điều khiển được điều khiển ở mức thấp theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.2 thể hiện một ví dụ của bộ điều khiển có kiểm soát tốc độ thay đổi theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.3 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ của mạch điều khiển theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.4 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ của cảm biến dòng và bộ điều khiển công tắc theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.5 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ về các nguồn dòng và công tắc theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.6A thể hiện sơ đồ định thời làm ví dụ đối với trường hợp trong đó bộ điều khiển điều khiển tải điện dung nhỏ theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.6B thể hiện sơ đồ định thời làm ví dụ đối với trường hợp trong đó bộ điều khiển điều khiển tải điện dung lớn theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.7 thể hiện ví dụ khác của bộ điều khiển có kiểm soát tốc độ thay đổi theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.8 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ khác của mạch điều khiển theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.9 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ khác của cảm biến dòng và bộ điều khiển công tắc theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.10 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ khác về các nguồn dòng và công tắc theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.11 thể hiện một ví dụ của bộ điều khiển có kiểm soát tốc độ thay đổi được tạo cấu hình để kéo đầu ra bộ điều khiển lên cao hoặc xuống thấp dựa vào điện áp đầu vào theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.12 thể hiện một ví dụ của bộ điều khiển được tạo cấu hình để điều khiển đường truyền tải theo một số khía cạnh của sáng chế.

Fig.13 là lưu đồ minh họa phương pháp điều khiển tốc độ thay đổi theo một số khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả chi tiết trình bày dưới đây liên quan đến các hình vẽ kèm theo được dự định dùng làm phần mô tả về các cấu hình khác nhau và không dự định để chỉ biểu diễn những cấu hình mà trong đó các khái niệm mô tả ở đây có thể được thực hiện. Phần mô tả chi tiết bao gồm các chi tiết cụ thể nhằm mục đích cung cấp sự hiểu biết thấu đáo về các khái niệm khác nhau. Tuy nhiên, sẽ là hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này là các khái niệm này có thể được thực hành mà không cần mô tả chi tiết. Trong một số trường hợp, các cấu trúc và thành phần đã được biết rõ được thể hiện dưới dạng sơ đồ khối để tránh gây khó hiểu các khái niệm như vậy.

Fig.1A thể hiện một ví dụ của bộ điều khiển 110 thực hiện điều khiển tốc độ thay đổi bằng cách sử dụng hồi tiếp điện dung. Bộ điều khiển 110 có thể được dùng để điều khiển tín hiệu (ví dụ, tín hiệu dữ liệu) từ thiết bị thứ nhất đến thiết bị thứ hai qua đường truyền tải (ví dụ, một hoặc nhiều đường mạch kim loại, cáp, v.v.). Thiết bị thứ nhất và thiết bị thứ hai có thể được bố trí trên các chip riêng (ví dụ, cho các cuộc truyền thông giữa chip-với-chip). Trên Fig.1A, tải điện dung được nối với đầu ra 170 của bộ điều khiển 110 được biểu diễn bởi tụ điện tải C_{load} . Điện dung tải có thể bao gồm điện dung của đường truyền tải (không thể hiện trên hình vẽ) được nối với đầu ra 170 của bộ điều khiển 110, điện dung của chân dán 180 nối đầu ra 170 với đường truyền tải, v.v..

Bộ điều khiển 110 bao gồm tầng đầu ra 112, tụ điện hồi tiếp C_M , nguồn dòng thứ nhất 130, nguồn dòng thứ hai 135, công tắc thứ nhất 140, công tắc thứ hai 145, công tắc thứ ba 150, công tắc thứ tư 155, công tắc thứ năm 160, và công tắc thứ sáu 165. Tầng đầu ra 112 bao gồm bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 và bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120. Như được mô tả thêm dưới đây, tụ điện hồi tiếp C_M (còn được gọi là tụ điện Miller) được dùng để tạo ra vòng hồi tiếp điện dung để điều khiển tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 110 gần như độc lập với các biến thiên trong điện dung tải C_{load} .

Bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 được triển khai với bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu p (p-type field effect transistor - PFET) nối giữa ray cấp điện áp V_{dd} và đầu ra 170 của bộ điều khiển 110, và bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120 được triển khai với bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu n (n-type field effect transistor - NFET) nối giữa đầu ra 170 của bộ điều khiển 110 và ray nối đất. Bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 được dùng để điều khiển đầu ra 170 ở mức cao (tức là, kéo đầu ra 170 lên), và bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120 được dùng để điều khiển đầu ra 170 xuống mức thấp (tức là, kéo đầu ra 170 xuống), như được mô tả thêm dưới đây. Trong các hình vẽ, ray nối đất được biểu diễn bởi ký hiệu nối đất.

Nguồn dòng thứ nhất 130 được tạo cấu hình để hút dòng điện vào ray nối đất. Như được mô tả thêm dưới đây, nguồn dòng thứ nhất 130 được dùng để điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 xuống mức thấp để điều khiển đầu ra 170 của bộ điều khiển 110 ở mức cao. Nguồn dòng thứ hai 135 được tạo cấu hình để đẩy dòng điện từ ray cấp điện áp V_{dd} . Như được mô tả thêm dưới đây, nguồn dòng thứ hai 135 được dùng để điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120 ở mức cao để điều khiển đầu ra 170 của bộ điều khiển 110 xuống mức thấp.

Công tắc thứ nhất 140 được nối giữa nguồn dòng thứ nhất 130 và cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115, và công tắc thứ hai 145 được nối giữa nguồn dòng thứ hai 135 và cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120. Công tắc thứ ba 150 được nối giữa tụ điện hồi tiếp C_M và cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115, và công tắc thứ tư 155 được nối giữa tụ điện hồi tiếp C_M và cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120. Công tắc thứ năm 160 được nối giữa ray cấp điện áp V_{dd} và cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115, và công tắc thứ sáu 165 được nối giữa cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120 và ray nối đất. Trạng thái bật/tắt của công tắc thứ nhất 140, công tắc thứ hai 145, công tắc thứ ba 150, công tắc thứ tư 155, công tắc thứ năm 160, và công tắc thứ sáu 165 được điều khiển bởi điện áp đầu vào (được gắn nhãn " V_{in} ") nhập vào đầu vào 168 của bộ điều khiển 110, như được mô tả thêm dưới đây.

Bộ điều khiển 110 được tạo cấu hình để điều khiển đầu ra 170 ở mức cao hoặc xuống mức thấp dựa vào điện áp đầu vào tại đầu vào 168 của bộ điều khiển 110. Cụ thể hơn, bộ điều khiển 110 điều khiển đầu ra 170 ở mức cao khi điện áp đầu vào có giá trị logic thứ nhất và điều khiển đầu ra 170 xuống mức thấp khi điện áp đầu vào có giá trị logic thứ hai. Giá trị logic thứ nhất có thể thấp (ví dụ, xấp xỉ mức tiếp đất) và giá trị logic thứ hai có thể cao (ví dụ, xấp xỉ V_{dd}), hoặc ngược lại.

Khi điện áp đầu vào có giá trị logic thứ nhất, công tắc thứ năm 160 được mở (tức là, tắt) và công tắc thứ sáu 165 được đóng (tức là, bật). Kết quả là, cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120 được nối với ray nối đất bởi công tắc thứ sáu 165, công tắc này vô hiệu hóa (tức là, tắt) bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120. Hơn nữa, công tắc thứ nhất 140 được đóng (tức là, bật) và công tắc thứ hai 145 được mở (tức là, tắt). Kết quả là, nguồn dòng thứ nhất 130 được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115, cho phép nguồn dòng thứ nhất 130 hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 xuống đất, như được mô tả thêm dưới đây. Hơn nữa, công tắc thứ ba 150 được đóng (tức là, bật) và công tắc thứ tư 155 được mở (tức là, tắt). Kết quả là, tụ điện hồi tiếp C_M được nối giữa đầu ra 170 của bộ điều khiển 110 và cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115. Fig.1B thể hiện mạch tương đương của bộ điều khiển 110 đối với trường hợp trong đó điện áp đầu vào có giá trị logic thứ nhất.

Trong trường hợp này, nguồn dòng thứ nhất 130 hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 xuống đất, mà điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 xuống mức thấp (tức là, giảm điện áp cực cổng của bóng bán dẫn

đầu ra thứ nhất 115). Vì bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 được triển khai với PFET, việc này khiến cho bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 bật, cho phép dòng chạy từ ray cấp điện áp V_{dd} đến đầu ra 170 của bộ điều khiển 110 qua bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115. Dòng đầu ra của bộ điều khiển 110 nạp điện dung tải C_{load} , khiến cho điện áp đầu ra (được gắn nhãn “ V_{out} ”) tăng lên (tức là, chuyển từ thấp đến cao).

Trong quá trình chuyển tiếp của đầu ra 170 từ thấp đến cao, tụ điện hồi tiếp C_M tạo ra vòng hồi tiếp điện dung để điều khiển tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 110. Đầu tiên, vòng hồi tiếp thiết lập tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 110 xấp xỉ như sau:

$$\text{Tốc độ thay đổi} = \frac{I_S}{C_M} \quad (1)$$

trong đó I_S là dòng của nguồn dòng thứ nhất 130 và C_M trong biểu thức (1) là điện dung của tụ điện hồi tiếp C_M . Do đó, tốc độ thay đổi được thiết lập bởi dòng của nguồn dòng thứ nhất 130 và điện dung của tụ điện hồi tiếp C_M , cả hai đều độc lập với tải điện dung C_{load} tại đầu ra 170. Do đó, hồi tiếp điện dung được cung cấp bởi tụ điện hồi tiếp C_M cho phép tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 110 sẽ được thiết lập theo tốc độ thay đổi mong muốn gần như độc lập với tải điện dung C_{load} .

Khi điện áp đầu vào có giá trị logic thứ hai, công tắc thứ năm 160 được đóng (tức là, bật) và công tắc thứ sáu 165 được mở (tức là, tắt). Kết quả là, cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 được nối với ray cấp điện áp V_{dd} bởi công tắc thứ năm 160, công tắc này vô hiệu hóa (tức là, tắt) bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115. Hơn nữa, công tắc thứ nhất 140 được mở (tức là, tắt) và công tắc thứ hai 145 được đóng (tức là, bật). Kết quả là, nguồn dòng thứ hai 135 được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120, cho phép nguồn dòng thứ hai 135 để đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120, như được mô tả thêm dưới đây. Hơn nữa, công tắc thứ ba 150 được mở (tức là, tắt) và công tắc thứ tư 155 được đóng (tức là, bật). Kết quả là, tụ điện hồi tiếp C_M được nối giữa đầu ra 170 của bộ điều khiển 110 và cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120. Fig.1C thể hiện mạch tương đương của bộ điều khiển 110 đối với trường hợp trong đó điện áp đầu vào có giá trị logic thứ hai.

Trong trường hợp này, nguồn dòng thứ hai 135 đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120, mà điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120 ở mức cao (tức là, tăng điện áp cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120). Vì bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120 được triển khai với NFET, việc này khiến cho

bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120 bật, cho phép dòng chạy từ đầu ra 170 của bộ điều khiển 110 đến ray nối đất qua bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120. Quy trình này xả điện dung tải C_{load} , khiến cho điện áp đầu ra (được gắn nhãn “ V_{out} ”) giảm xuống (tức là, chuyển từ ở mức cao xuống mức thấp). Trong quá trình chuyển tiếp của đầu ra 170 từ cao xuống thấp, tụ điện hồi tiếp C_M tạo ra vòng hồi tiếp thiết lập tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 110 gần như độc lập với điện dung tải (ví dụ, theo biểu thức (1) mô tả ở trên).

Do đó, tụ điện hồi tiếp C_M tạo ra vòng hồi tiếp điện dung cho phép tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 110 sẽ được thiết lập độc lập với các thay đổi trong điện dung tải C_{load} (ví dụ, do sự thay đổi về độ dài của đường truyền tải được nối với đầu ra 170). Tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 110 có thể được thiết lập, ví dụ, bằng cách thiết lập dòng điều khiển trước I_s và/hoặc điện dung của tụ điện hồi tiếp C_M theo tốc độ thay đổi mong muốn (ví dụ, dựa vào biểu thức (1)). Trong ví dụ này, dòng điều khiển trước I_s là dòng của nguồn dòng thứ nhất 130 khi đầu ra 170 chuyển từ thấp đến cao, và dòng điều khiển trước I_s là dòng của nguồn dòng thứ hai 135 khi đầu ra 170 chuyển từ cao xuống thấp. Như được dùng ở đây, “dòng điều khiển trước” được dùng để chỉ dòng điều khiển cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra (ví dụ, bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 115 hoặc bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 120).

Một thách thức với việc sử dụng hồi tiếp điện dung để điều khiển tốc độ thay đổi của bộ điều khiển là hồi tiếp điện dung đó có thể yêu cầu tụ điện hồi tiếp C_M có điện dung lớn để cung cấp đủ độ lợi vòng lặp cho việc điều khiển tốc độ thay đổi tốt. Điện dung hồi tiếp lớn có thể yêu cầu tụ điện hồi tiếp C_M phải có kích thước lớn, kích thước này có thể chiếm diện tích lớn của chip. Điều này có thể đặc biệt trong trường hợp chip có mật độ điện dung thấp, việc này làm tăng kích thước của tụ điện trên chip đối với điện dung nhất định. Do đó, mong muốn có phương pháp hiệu quả hơn về mặt diện tích để điều khiển tốc độ thay đổi của bộ điều khiển.

Hơn nữa, việc sử dụng tụ điện hồi tiếp C_M lớn để cung cấp đủ độ lợi vòng lặp cho quá trình điều khiển tốc độ thay đổi tốt có thể làm tăng mức tiêu thụ điện của bộ điều khiển 110. Quy trình này có thể được thấy bằng cách xem biểu thức (1). Trong biểu thức (1), tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 110 xấp xỉ bằng dòng điều khiển trước I_s chia cho điện dung của tụ điện hồi tiếp C_M . Do đó, việc làm cho điện dung của tụ hồi tiếp C_M lớn hơn để tăng độ lợi vòng lặp đòi hỏi phải làm cho dòng điều khiển trước I_s lớn hơn để đạt được tốc độ thay đổi mong muốn cho bộ điều khiển 110. Dòng điều khiển trước I_s lớn

hơn có thể làm tăng mức tiêu thụ điện của bộ điều khiển 110. Do đó, mong muốn là có phương pháp hiệu quả hơn về mặt điện năng để điều khiển tốc độ thay đổi của bộ điều khiển.

Các khía cạnh của sáng chế đề xuất quy trình điều khiển tốc độ thay đổi cho bộ điều khiển mà không cần tụ điện hồi tiếp C_M lớn, giảm diện tích chip và/hoặc mức tiêu thụ điện năng của bộ điều khiển, như được mô tả thêm dưới đây. Theo một số khía cạnh, điều khiển tốc độ thay đổi đạt được bằng cách nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển để phát hiện gián tiếp điện dung tải ở đầu ra bộ điều khiển, và kích hoạt dòng điều khiển trước bổ sung khi điện dung tải lớn được phát hiện. Việc này làm giảm sự thay đổi trong tốc độ thay đổi (tức là, thời gian chuyển tiếp) của bộ điều khiển trên dải điện dung tải, như được mô tả thêm dưới đây.

Fig.2 thể hiện bộ điều khiển có kiểm soát tốc độ thay đổi 210 làm ví dụ theo các khía cạnh của sáng chế. Bộ điều khiển 210 được tạo cấu hình để điều khiển đầu ra 270 ở mức cao (tức là, kéo đầu ra 270 lên). Bộ điều khiển có kiểm soát tốc độ thay đổi làm ví dụ được tạo cấu hình để điều khiển đầu ra ở mức thấp như được mô tả dựa vào Fig.7.

Bộ điều khiển 210 bao gồm bóng bán dẫn đầu ra 215 và nguồn dòng thứ nhất 230. Bóng bán dẫn đầu ra 215 được triển khai với PFET nối giữa ray cấp điện áp V_{dd} và đầu ra 270 của bộ điều khiển 210. Cụ thể hơn, nguồn của bóng bán dẫn đầu ra 215 được nối với ray cấp điện áp V_{dd} và cực máng của bóng bán dẫn đầu ra 215 được nối với đầu ra 270. Ray cấp điện áp V_{dd} cung cấp điện áp nguồn V_{dd} từ nguồn điện áp (không thể hiện trên hình vẽ) và có thể bao gồm một hoặc nhiều ray kim loại được nối với nguồn điện áp. Nguồn điện áp có thể bao gồm bộ ổn áp chuyển mạch, bộ ổn áp tuyến tính, mạch tích hợp quản lý nguồn (power management integrated circuit - PMIC), pin, v.v.. Nguồn dòng thứ nhất 230 được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 và được tạo cấu hình để hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 để điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 ở mức thấp.

Bộ điều khiển 210 còn bao gồm nguồn dòng thứ hai 235, cảm biến dòng 240, và mạch điều khiển 250. Nguồn dòng thứ hai 235 được bật hoặc tắt có chọn lọc bởi mạch điều khiển 250, như được mô tả thêm dưới đây. Khi được bật bởi mạch điều khiển 250, nguồn dòng thứ hai 235 được tạo cấu hình để hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 xuống đất. Theo một số khía cạnh, mạch điều khiển 250 kích hoạt nguồn

dòng thứ hai 235 để cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung khi tải điện dung lớn được phát hiện tại đầu ra 270, như được mô tả thêm dưới đây.

Cảm biến dòng 240 được tạo cấu hình để nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển 210. Trong ví dụ này, dòng đầu ra dùng để chỉ dòng đi qua bóng bán dẫn đầu ra 215 đến đầu ra 270 của bộ điều khiển 210. Dòng ra nhận biết được được cung cấp bởi cảm biến dòng 240 cho phép mạch điều khiển 250 phát hiện điện dung tải C_{load} lớn tại đầu ra 270. Việc này là do điện dung tải C_{load} lớn hơn tăng dòng đầu ra của bộ điều khiển 210 vì cần nhiều dòng hơn để nạp điện dung tải C_{load} lớn hơn. Do đó, dòng đầu ra nhận biết được cung cấp thông tin trên điện dung tải C_{load} , cho phép mạch điều khiển 250 phát hiện gián tiếp điện dung tải C_{load} lớn dựa vào dòng đầu ra nhận biết được.

Mạch điều khiển 250 được nối với cảm biến dòng 240 và nguồn dòng thứ hai 235. Theo một ví dụ, mạch điều khiển 250 được tạo cấu hình để kích hoạt nguồn dòng thứ hai 235 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng 240 cao hơn ngưỡng. Trong trường hợp này, dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng có thể chỉ báo điện dung tải C_{load} lớn được nối với đầu ra 270. Do đó, trong ví dụ này, nguồn dòng thứ hai 235 được bật khi điện dung tải C_{load} lớn được phát hiện dựa vào dòng đầu ra nhận biết được. Mạch điều khiển 250 được tạo cấu hình để tắt nguồn dòng thứ hai 235 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng 240 thấp hơn ngưỡng.

Các hoạt động làm ví dụ của bộ điều khiển 210 bây giờ sẽ được mô tả theo một số khía cạnh đối với trường hợp trong đó bộ điều khiển 210 chuyển đầu ra 270 từ thấp đến cao. Trong trường hợp này, giả sử rằng cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 ban đầu là cao (ví dụ, xấp xỉ V_{dd}) và đầu ra 270 ban đầu là thấp (ví dụ, xấp xỉ mức tiếp đất). Cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 ban đầu có thể được thiết lập ở mức cao, ví dụ, bằng cách đóng công tắc (không thể hiện trên hình vẽ) giữa cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 và ray cấp điện áp V_{dd} , và sau đó mở công tắc trước khi chuyển từ thấp đến cao. Đầu ra 270 có thể ban đầu được thiết lập ở mức thấp, ví dụ, bởi bộ điều khiển khác (không thể hiện trên hình vẽ) được tạo cấu hình để điều khiển đầu ra 270 xuống mức thấp.

Để chuyển đầu ra 270 từ thấp đến cao, nguồn dòng thứ nhất 230 hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 xuống đất, mà điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 xuống mức thấp. Vì bóng bán dẫn đầu ra 215 được triển khai với PFET, việc này khiến cho bóng bán dẫn đầu ra 215 bật, cho phép dòng chạy từ ray cấp điện áp V_{dd} đến đầu ra 270 của bộ điều khiển 210 qua bóng bán dẫn đầu ra 215.

Dòng đầu ra của bộ điều khiển 210 nạp điện dung tải C_{load} , khiến cho điện áp đầu ra (được gắn nhãn " V_{out} ") tăng lên.

Trong khi chuyển từ thấp đến cao, cảm biến dòng 240 nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển 210 và truyền dòng đầu ra nhận biết được cho mạch điều khiển 250. Như được mô tả ở trên, dòng đầu ra nhận biết được cung cấp thông tin về điện dung tải C_{load} được nối với đầu ra 270.

Khi dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng, mạch điều khiển 250 tắt nguồn dòng thứ hai 235, trong trường hợp nguồn dòng thứ hai 235 không cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung. Ví dụ, nếu điện dung tải C_{load} nhỏ được nối với đầu ra 270 của bộ điều khiển 210, thì dòng đầu ra nhận biết được có thể giữ dưới ngưỡng cho toàn bộ quy trình chuyển từ thấp đến cao. Trong trường hợp này, không có dòng điều khiển trước bổ sung nào được cung cấp bởi nguồn dòng thứ hai 235.

Khi dòng đầu ra nhận biết được tăng cao hơn ngưỡng, mạch điều khiển 250 kích hoạt nguồn dòng thứ hai 235 để cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung. Việc này có thể xảy ra, ví dụ, khi điện dung tải C_{load} lớn được nối với đầu ra 270. Dòng điều khiển trước bổ sung kéo điện áp cực công của bóng bán dẫn đầu ra 215 xuống thấp hơn, việc này làm tăng dòng đầu ra để nạp điện dung tải C_{load} lớn và làm cho điện áp đầu ra V_{out} tăng lên nhanh hơn.

Việc cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung cho điện dung tải C_{load} lớn giảm sự thay đổi trong tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 210 trên vùng điện dung tải. Việc này là do, nếu không có dòng điều khiển trước bổ sung, thì điện dung tải C_{load} lớn sẽ giảm đáng kể tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 210 so với tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 210 cho điện dung tải C_{load} nhỏ. Việc cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung để điều khiển trước cực công của bóng bán dẫn đầu ra 215 cho điện dung tải C_{load} lớn làm giảm hoặc loại bỏ việc giảm tốc độ thay đổi gây ra bởi điện dung tải C_{load} lớn, dẫn đến tốc độ thay đổi đều hơn trên vùng điện dung tải.

Do đó, cảm biến dòng 240, mạch điều khiển 250 và nguồn dòng thứ hai 235 cung cấp khả năng điều khiển tốc độ thay đổi cho bộ điều khiển 210 mà không cần tụ điện hồi tiếp C_M lớn. Quy trình này có thể giảm diện tích của bộ điều khiển 210 vì cảm biến dòng 240, mạch điều khiển 250 và nguồn dòng thứ hai 235 có thể có thể chiếm diện tích nhỏ hơn tụ điện hồi tiếp C_M lớn, nhất là đối với trường hợp trong đó chip có mật độ điện dung thấp. Hơn nữa, việc loại bỏ nhu cầu của tụ điện hồi tiếp C_M lớn có thể giảm mức

tiêu thụ điện năng. Như được mô tả ở trên, tụ điện hồi tiếp C_M lớn có thể cần dòng điều khiển trước lớn để đạt được tốc độ thay đổi mong muốn dựa vào biểu thức (1). Nếu không có tụ điện hồi tiếp C_M lớn, thì bộ điều khiển 210 có khả năng đạt được tốc độ thay đổi mong muốn bằng cách sử dụng dòng điều khiển trước nhỏ hơn dẫn đến bộ điều khiển có hiệu suất điện năng tốt hơn.

Cần phải hiểu rằng bộ điều khiển 210 không bị giới hạn ở hai nguồn dòng và có thể bao gồm nhiều hơn hai nguồn dòng. Ví dụ, theo một số phương án triển khai, bộ điều khiển 210 có thể bao gồm nhiều nguồn dòng được tạo cấu hình để cung cấp có chọn lọc dòng điều khiển trước bổ sung cho bóng bán dẫn đầu ra 215 dựa vào dòng đầu ra nhận biết được. Theo các phương án triển khai này, mỗi trong số nhiều nguồn có thể có ngưỡng tương ứng. Đối với mỗi trong số nhiều nguồn dòng, mạch điều khiển 250 có thể được tạo cấu hình để kích hoạt nguồn dòng nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng tương ứng và tắt nguồn dòng nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng. Các ngưỡng cho nhiều nguồn dòng có thể giống hoặc khác nhau.

Theo một số phương án triển khai, mạch điều khiển 250 có thể kích hoạt nguồn dòng thứ hai 235 nếu dòng đầu ra nhận biết được bằng ngưỡng, và, theo các phương án triển khai khác, mạch điều khiển 250 có thể tắt nguồn dòng thứ hai 235 nếu dòng đầu ra nhận biết được bằng ngưỡng.

Fig.3 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ của mạch điều khiển 250 theo một số khía cạnh. Trong ví dụ này, mạch điều khiển 250 bao gồm công tắc 320 và bộ điều khiển công tắc 310. Công tắc 320 có thể được triển khai với bóng bán dẫn hoặc loại công tắc khác. Công tắc 320 được mắc nối tiếp với nguồn dòng thứ hai 235. Trong các ví dụ được thể hiện trên Fig.3, công tắc 320 được nối giữa nguồn dòng thứ hai 235 và ray nối đất. Tuy nhiên, cần đánh giá cao rằng, theo các phương án triển khai khác, công tắc 320 có thể được nối giữa nguồn dòng thứ hai 235 và cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215, và nguồn dòng thứ hai 235 có thể được nối giữa công tắc 320 và ray nối đất. Việc mắc nối tiếp công tắc 320 với nguồn dòng thứ hai 235 cho phép bộ điều khiển công tắc 310 bật hoặc tắt nguồn dòng thứ hai 235 bằng cách mở hoặc đóng công tắc 320, như được mô tả thêm dưới đây.

Bộ điều khiển công tắc 310 được tạo cấu hình để bật hoặc tắt nguồn dòng thứ hai 235 bằng cách mở hoặc đóng công tắc 320 dựa vào dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng 240. Theo một ví dụ, bộ điều khiển công tắc 310 được tạo cấu hình để đóng

công tắc 320 nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng. Trong trường hợp này, việc đóng công tắc 320 kích hoạt nguồn dòng thứ hai 235 bằng cách nối nguồn dòng thứ hai 235 với ray nối đất, cho phép nguồn dòng thứ hai 235 hút dòng từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 vào ray nối đất. Bộ điều khiển công tắc 310 được tạo cấu hình để mở công tắc 320 nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng. Trong trường hợp này, việc mở công tắc 320 làm tắt nguồn dòng thứ hai 235 do ngắt nguồn dòng thứ hai 235 khỏi ray nối đất.

Fig.4 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ của cảm biến dòng 240 và bộ điều khiển công tắc 310 theo một số khía cạnh. Trong ví dụ này, cảm biến dòng 240 bao gồm bóng bán dẫn nhận biết dòng 410. Trong ví dụ trên Fig.4, bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 được triển khai với PFET. Cực cổng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215, cực nguồn của bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 được nối với ray cấp điện áp Vdd, và cực máng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 được nối với bộ điều khiển công tắc 310. Cực cổng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 được ghép nối điện dung với cực máng của bóng bán dẫn đầu ra 215 qua điện dung từ cực cổng đến cực máng của bóng bán dẫn đầu ra 215. Điện dung từ cực cổng đến cực máng của bóng bán dẫn đầu ra 215 được biểu diễn dưới dạng tụ điện C_{gd} trên Fig.4. Cần đánh giá cao rằng điện dung từ cực cổng đến cực máng của bóng bán dẫn đầu ra 215 đến từ cấu trúc của bóng bán dẫn đầu ra 215 và không đến từ tụ điện riêng được nối với bóng bán dẫn đầu ra 215.

Trong ví dụ này, bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 tạo ra gương dòng có bóng bán dẫn đầu ra 215 khiến cho bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 tạo ra dòng nhận biết I_{sen} tỷ lệ với dòng đầu ra của bộ điều khiển 210. Vì dòng nhận biết I_{sen} tỷ lệ với dòng đầu ra của bộ điều khiển 210, dòng nhận biết I_{sen} cung cấp cho bộ điều khiển công tắc 310 thông tin về dòng đầu ra của bộ điều khiển 210. Trong ví dụ này, dòng nhận biết I_{sen} cung cấp dòng đầu ra nhận biết được mô tả ở trên. Theo một số khía cạnh, dòng nhận biết I_{sen} là phiên bản thu nhỏ của dòng đầu ra, có thể đạt được bằng cách làm cho chiều rộng kênh của bóng bán dẫn nhận biết dòng điện 410 nhỏ hơn chiều rộng kênh của bóng bán dẫn đầu ra 215.

Trong ví dụ này, bộ điều khiển công tắc 310 bao gồm nguồn dòng quy chiếu 430 được tạo cấu hình để tạo ra dòng quy chiếu I_{ref} . Như được mô tả thêm dưới đây, ngưỡng của bộ điều khiển công tắc 310 mô tả ở trên có thể được thiết lập bởi dòng quy chiếu I_{ref} .

Bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 và nguồn dòng quy chiếu 430 được nối ở nút 425. Trong ví dụ trên Fig.4, cực máng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 được nối với nút 425. Nút 425 còn được nối với đầu vào điều khiển 422 của công tắc 320. Trong ví dụ này, công tắc 320 có thể được tạo cấu hình để đóng khi điện áp tại đầu vào điều khiển 422 bằng hoặc cao hơn điện áp khởi động công tắc, và mở khi điện áp tại đầu vào điều khiển 422 thấp hơn điện áp khởi động công tắc. Đối với ví dụ trong đó công tắc 320 được triển khai với bóng bán dẫn, đầu vào điều khiển 422 được bố trí ở cực cổng của bóng bán dẫn và điện áp khởi động công tắc có thể là hàm của điện áp ngưỡng của bóng bán dẫn. Trong ví dụ trên Fig.4, đầu vào điều khiển 422 của công tắc 320 được nối với nguồn dòng quy chiếu 430 và cảm biến dòng 240 (ví dụ, cực máng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 410).

Trong quá trình chuyển tiếp đầu ra 270 từ thấp đến cao, bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 tạo ra dòng nhận biết I_{sen} , dòng này tỷ lệ với dòng đầu ra của bộ điều khiển 210. Dòng nhận biết I_{sen} được so sánh với dòng quy chiếu I_{ref} tại nút 425. Nếu dòng nhận biết I_{sen} nhỏ hơn dòng quy chiếu I_{ref} , thì dòng quy chiếu I_{ref} có thể giữ điện áp tại nút 425 thấp hơn điện áp khởi động công tắc. Trong trường hợp này, công tắc 320 mở và nguồn dòng thứ hai 235 được tắt. Nếu dòng nhận biết I_{sen} lớn hơn dòng quy chiếu I_{ref} , thì dòng nhận biết I_{sen} có thể nạp điện dung (không thể hiện trên hình vẽ) tại nút 425, khiến cho điện áp tại nút 425 tăng lên cao hơn điện áp khởi động công tắc. Trong trường hợp này, công tắc 320 được đóng và nguồn dòng thứ hai 235 được bật. Điện dung tại nút 425 có thể bao gồm điện dung tại đầu vào điều khiển 422 của công tắc 320 và/hoặc điện dung khác. Do đó, trong ví dụ này, bộ điều khiển công tắc 310 kích hoạt nguồn dòng thứ hai 235 nếu dòng nhận biết I_{sen} lớn hơn dòng quy chiếu I_{ref} và tắt nguồn dòng thứ hai 235 nếu dòng nhận biết I_{sen} nhỏ hơn dòng quy chiếu I_{ref} . Trong ví dụ này, ngưỡng của bộ điều khiển công tắc 310 có thể được thiết lập theo ngưỡng mong muốn bằng cách thiết lập dòng quy chiếu I_{ref} theo ngưỡng mong muốn.

Cần đánh giá cao rằng bộ điều khiển công tắc 310 không bị hạn chế bởi một phương án triển khai làm ví dụ thể hiện trên Fig.4. Ví dụ, theo một phương án triển khai khác, bộ điều khiển công tắc 310 có thể bao gồm điện trở nhận biết nối giữa nút 425 và ray nối đất. Trong ví dụ này, điện trở nhận biết có thể chuyển đổi dòng nhận biết I_{sen} thành điện áp nhận biết tại nút 425, nút này đóng công tắc 320 (và do đó kích hoạt nguồn dòng thứ hai 235) khi điện áp nhận biết đạt đến điện áp khởi động công tắc mô tả ở trên.

Trong ví dụ này, ngưỡng của mạch điều khiển 250 có thể được thiết lập bằng cách thiết lập điện trở của điện trở nhận biết theo ngưỡng mong muốn.

Fig.5 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ của nguồn dòng quy chiếu 430, công tắc 320, nguồn dòng thứ nhất 230, và nguồn dòng thứ hai 235 theo một số khía cạnh.

Trong ví dụ này, nguồn dòng quy chiếu 430 được triển khai với bóng bán dẫn dòng quy chiếu 510, trong đó cực cổng của bóng bán dẫn dòng quy chiếu 510 được định thiên bởi độ chênh điện áp cực cổng (được gắn nhãn " V_{bias} "). Trong các ví dụ được thể hiện trên Fig.5, bóng bán dẫn dòng quy chiếu 510 được triển khai với NFET, trong đó cực máng của bóng bán dẫn dòng quy chiếu 510 được nối với nút 425 (ví dụ, cực máng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 410) và nguồn của bóng bán dẫn dòng quy chiếu 510 được nối với ray nối đất. Trong ví dụ này, dòng quy chiếu I_{ref} được thiết lập bởi độ chênh điện áp cực cổng V_{bias} và độ rộng kênh của bóng bán dẫn dòng quy chiếu 510.

Trong ví dụ này, nguồn dòng thứ nhất 230 được triển khai với bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 530 và nguồn dòng thứ hai 235 được triển khai với bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 540. Trong các ví dụ được thể hiện trên Fig.5, mỗi trong số bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 530 và bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 540 được triển khai với NFET. Cả cực cổng của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 530 và cực cổng của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 540 có thể được định thiên bởi độ chênh điện áp V_{bias} , như thể hiện trên Fig.5. Trong ví dụ này, dòng của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 530 và dòng của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 540 có thể được thiết lập một cách độc lập, ví dụ, bằng cách thiết lập một cách độc lập độ rộng kênh của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 530 và độ rộng kênh của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 540.

Trong ví dụ trên Fig.5, các cực cổng của bóng bán dẫn dòng quy chiếu 510, bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 530, và bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 540 được định thiên bởi độ chênh điện áp cực cổng chung V_{bias} . Tuy nhiên, cần hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở ví dụ này, và trong các phương án triển khai khác, các cực cổng của bóng bán dẫn dòng quy chiếu 510, bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 530, và bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 540 có thể được định thiên bằng các độ chênh điện áp khác nhau.

Trong ví dụ này, công tắc 320 được triển khai với bóng bán dẫn chuyển mạch 520. Cực cổng của bóng bán dẫn chuyển mạch 520 được nối với nút 425 và cung cấp đầu vào

điều khiển 422 của công tắc 320. Trong ví dụ trên Fig.5, bóng bán dẫn chuyển mạch 520 được triển khai với NFET, trong đó cực máng của bóng bán dẫn chuyển mạch 520 được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215, và nguồn của bóng bán dẫn chuyển mạch 520 được nối với nguồn dòng thứ hai 235. Trong ví dụ này, điện áp khởi động công tắc của công tắc 320 tương ứng với điện áp tại đầu vào điều khiển 422 tại đó điện áp từ cực cổng đến cực nguồn của bóng bán dẫn chuyển mạch 520 bằng hoặc lớn hơn điện áp ngưỡng của bóng bán dẫn chuyển mạch 520.

Trong ví dụ trên Fig.5, các vị trí của công tắc 320 và nguồn dòng thứ hai 235 được chuyển đổi so với các vị trí của công tắc 320 và nguồn dòng thứ hai 235 trong các hình vẽ trên Fig.3 và Fig.4. Trong cả hai trường hợp, công tắc 320 và nguồn dòng thứ hai 235 được mắc nối tiếp giữa cổng của bóng bán dẫn 215 và ray nối đất, trong đó nguồn dòng thứ hai 235 được bật khi công tắc 320 được đóng và tắt khi công tắc 320 được mở.

Fig.6A là sơ đồ định thời thể hiện một ví dụ của điện áp cực cổng (được gắn nhãn " V_{gate} "), điện áp đầu ra V_{out} , dòng đầu ra (được gắn nhãn " I_{out} "), và điện áp tại đầu vào điều khiển 422 của công tắc 320 (được gắn nhãn " V_{sw_en} ") khi chuyển tiếp từ mức thấp đến cao đối với trường hợp trong đó tải điện dung C_{load} nhỏ được nối với đầu ra 270. Lúc bắt đầu chuyển tiếp, dòng điều khiển trước của nguồn dòng thứ nhất 230 làm cho điện áp cực cổng V_{gate} của bóng bán dẫn đầu ra 215 giảm xuống. Cuối cùng, bóng bán dẫn đầu ra 215 (được triển khai với PFET) bật và dòng đầu ra I_{out} bắt đầu đi từ đầu ra 270 của bộ điều khiển 210 đến điện dung tải C_{load} , khiến cho điện áp đầu ra V_{out} tăng lên. Hồi tiếp điện dung được cung cấp bởi điện dung từ cực cổng đến cực máng C_{gd} của bóng bán dẫn đầu ra 215 sau đó làm cho điện áp đầu ra V_{out} tăng lên 615 tại tốc độ thay đổi xấp xỉ I_s/C_{gd} (ví dụ, dựa vào biểu thức (1)). Trong lúc này, hồi tiếp điện dung giữ điện áp cực cổng V_{gate} ở mức điện áp gần như không đổi 610 dẫn đến tốc độ thay đổi xấp xỉ I_s/C_{gd} . Hơn nữa, trong thời gian này, dòng đầu ra I_{out} ở mức dòng gần như không đổi 620. Trong ví dụ này, dòng đầu ra I_{out} thấp hơn mức dòng 630 cần thiết cho dòng đầu ra nhận biết được để khiến cho mạch điều khiển 250 kích hoạt nguồn dòng thứ hai 235. Nói cách khác, điện dung tải phát hiện được quá nhỏ để kích hoạt dòng điều khiển trước bổ sung từ nguồn dòng thứ hai 235 trong ví dụ này.

Fig.6B là sơ đồ định thời thể hiện một ví dụ của điện áp cực cổng (được gắn nhãn " V_{gate} "), điện áp đầu ra V_{out} , dòng đầu ra (được gắn nhãn " I_{out} "), và điện áp tại đầu vào điều khiển 422 của công tắc 320 (được gắn nhãn " V_{sw_en} ") khi chuyển từ mức thấp đến

cao đối với trường hợp trong đó tải điện dung C_{load} lớn được nối với đầu ra 270. Lúc bắt đầu chuyển tiếp, dòng điều khiển trước của nguồn dòng thứ nhất 230 làm cho điện áp cực cổng V_{gate} của bóng bán dẫn đầu ra 215 giảm xuống. Cuối cùng, bóng bán dẫn đầu ra 215 (được triển khai với PFET) bật và dòng đầu ra I_{out} bắt đầu đi từ đầu ra 270 của bộ điều khiển 210 đến điện dung tải C_{load} , khiến cho điện áp đầu ra V_{out} tăng lên.

Trong ví dụ này, điện dung của điện dung từ cực cổng đến cực máng C_{gd} quá nhỏ để cung cấp đủ độ lợi vòng lặp để điều khiển tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 210 cho tải điện dung lớn. Kết quả là, điện áp đầu ra V_{out} ban đầu tăng lên 615 với tốc độ chậm hơn nhiều so với trường hợp tải điện dung nhỏ được minh họa trên Fig.6A.

Trong ví dụ này, dòng đầu ra I_{out} tăng cao hơn mức dòng 630 cần thiết cho dòng đầu ra nhận biết được để khiến cho mạch điều khiển 250 kích hoạt nguồn dòng thứ hai 235. Nói cách khác, điện dung tải phát hiện được đủ lớn để kích hoạt dòng điều khiển trước bổ sung từ nguồn dòng thứ hai 235. Dòng điều khiển trước bổ sung từ nguồn dòng thứ hai 235 kéo điện áp cực cổng V_{gate} của bóng bán dẫn đầu ra 215 xuống mức điện áp thấp hơn 640, điện áp này tăng dòng đầu ra I_{out} lên mức dòng cao hơn 660 và làm cho điện áp đầu ra V_{out} tăng lên với tốc độ nhanh hơn (ví dụ, với tốc độ có thể so sánh với tốc độ trong trường hợp tải điện dung nhỏ trên Fig.6A). Kết quả là, tốc độ thay đổi cho tải điện dung lớn tương tự tốc độ thay đổi cho tải điện dung nhỏ trên Fig.6A. Nếu không có dòng điều khiển trước bổ sung, thì tốc độ thay đổi cho tải điện dung lớn sẽ chậm hơn đáng kể so với tốc độ thay đổi cho tải điện dung nhỏ trên Fig.6A. Do đó, dòng điều khiển trước bổ sung từ nguồn dòng thứ hai 235 cung cấp khả năng điều khiển tốc độ thay đổi cho trường hợp tải điện dung lớn mà không cần tụ điện hồi tiếp C_M lớn.

Fig.7 thể hiện bộ điều khiển có kiểm soát tốc độ thay đổi 710 làm ví dụ theo các khía cạnh của sáng chế. Bộ điều khiển 710 được tạo cấu hình để điều khiển đầu ra 770 ở mức thấp (tức là, kéo đầu ra 770 xuống).

Bộ điều khiển 710 bao gồm bóng bán dẫn đầu ra 715 và nguồn dòng thứ nhất 730. Bóng bán dẫn đầu ra 715 được triển khai với NFET nối giữa đầu ra 770 của bộ điều khiển 710 và ray nối đất. Cụ thể hơn, cực máng của bóng bán dẫn đầu ra 715 được nối với đầu ra 770 và cực nguồn của bóng bán dẫn đầu ra 715 được nối với ray nối đất. Như được mô tả ở trên, ray nối đất được biểu diễn bởi ký hiệu nối đất trong các hình vẽ. Nguồn dòng thứ nhất 730 được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 và được

tạo cấu hình để đẩy dòng điện từ ray cấp điện áp V_{dd} đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715 để điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715 ở mức cao.

Bộ điều khiển 710 còn bao gồm nguồn dòng thứ hai 735, cảm biến dòng 740, và mạch điều khiển 750. Nguồn dòng thứ hai 735 được bật hoặc tắt có chọn lọc bởi mạch điều khiển 750, như được mô tả thêm dưới đây. Khi được bật bởi mạch điều khiển 750, nguồn dòng thứ hai 735 được tạo cấu hình để đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715. Theo một số khía cạnh, mạch điều khiển 750 kích hoạt nguồn dòng thứ hai 735 để cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung khi tải điện dung lớn được phát hiện tại đầu ra 770, như được mô tả thêm dưới đây.

Cảm biến dòng 740 được tạo cấu hình để nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển 710. Trong ví dụ này, dòng đầu ra dùng để chỉ dòng đi qua bóng bán dẫn đầu ra 715 xuống đất. Dòng đầu ra nhận biết được được cung cấp bởi cảm biến dòng 740 cho phép mạch điều khiển 750 phát hiện điện dung tải C_{load} lớn tại đầu ra 770. Việc này là do điện dung tải C_{load} lớn hơn tăng dòng đầu ra của bộ điều khiển 710 vì nhiều dòng hơn được xả từ điện dung tải C_{load} lớn hơn. Do đó, dòng đầu ra nhận biết được cung cấp thông tin về điện dung tải C_{load} , cho phép mạch điều khiển 750 phát hiện gián tiếp điện dung tải C_{load} lớn dựa vào dòng đầu ra nhận biết được.

Mạch điều khiển 750 được nối với cảm biến dòng 740 và nguồn dòng thứ hai 735. Theo một ví dụ, mạch điều khiển 750 được tạo cấu hình để kích hoạt nguồn dòng thứ hai 735 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng 740 cao hơn ngưỡng. Trong trường hợp này, dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng có thể chỉ báo điện dung tải C_{load} lớn được nối với đầu ra 770. Do đó, trong ví dụ này, nguồn dòng thứ hai 735 được bật khi điện dung tải C_{load} lớn được phát hiện dựa vào dòng đầu ra nhận biết được. Mạch điều khiển 750 được tạo cấu hình để tắt nguồn dòng thứ hai 735 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng 740 thấp hơn ngưỡng.

Các hoạt động làm ví dụ của bộ điều khiển 710 bây giờ sẽ được mô tả theo một số khía cạnh đối với trường hợp trong đó bộ điều khiển 710 chuyển tiếp đầu ra 770 từ mức cao xuống mức thấp. Trong trường hợp này, giả sử rằng cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715 ban đầu là thấp (ví dụ, xấp xỉ mức tiếp đất) và đầu ra 770 ban đầu là cao (ví dụ, xấp xỉ V_{dd}). Cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715 có thể ban đầu được thiết lập ở mức thấp, ví dụ, bằng cách đóng công tắc (không thể hiện trên hình vẽ) giữa cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 215 và ray nối đất, và sau đó mở công tắc trước khi chuyển từ mức

cao xuống mức thấp. Đầu ra 770 ban đầu có thể được thiết lập cao, ví dụ, bởi bộ điều khiển làm ví dụ 210 thể hiện trên Fig.2.

Để chuyển tiếp đầu ra 770 từ mức cao xuống mức thấp, nguồn dòng thứ nhất 730 đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715, bóng bán dẫn này điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715 ở mức cao. Vì bóng bán dẫn đầu ra 715 được triển khai với NFET, việc này khiến cho bóng bán dẫn đầu ra 715 được bật, cho phép dòng chạy từ đầu ra 770 của bộ điều khiển 710 đến ray nối đất qua bóng bán dẫn đầu ra 715. Dòng đi đến ray nối đất qua bóng bán dẫn đầu ra 715 xả điện dung tải C_{load} , khiến cho điện áp đầu ra (được gắn nhãn " V_{out} ") giảm xuống.

Trong khi chuyển từ mức cao xuống mức thấp, cảm biến dòng 740 nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển 710 và truyền dòng đầu ra nhận biết được cho mạch điều khiển 750. Trong ví dụ này, dòng đầu ra chạy từ đầu ra 770 xuống đất để kéo đầu ra 770 xuống.

Khi dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng, mạch điều khiển 750 tắt nguồn dòng thứ hai 735, trong trường hợp nguồn dòng thứ hai 735 không cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung.

Khi dòng đầu ra nhận biết được tăng cao hơn ngưỡng, mạch điều khiển 750 kích hoạt nguồn dòng thứ hai 735 để cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung. Việc này có thể xảy ra, ví dụ, khi điện dung tải C_{load} lớn được nối với đầu ra 770. Dòng điều khiển trước bổ sung tăng điện áp cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715 cao hơn, quy trình này làm tăng dòng đi qua bóng bán dẫn đầu ra 715 để xả điện dung tải C_{load} lớn và làm cho điện áp đầu ra V_{out} giảm xuống nhanh hơn.

Việc cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung cho điện dung tải C_{load} lớn giảm sự thay đổi trong tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 710 trên vùng điện dung tải. Việc này là do, nếu không có dòng điều khiển trước bổ sung, thì điện dung tải C_{load} lớn sẽ giảm đáng kể tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 710 so với tốc độ thay đổi của bộ điều khiển 710 cho điện dung tải C_{load} nhỏ. Việc cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung để điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715 cho điện dung tải C_{load} lớn làm giảm hoặc loại bỏ việc giảm tốc độ thay đổi gây ra bởi điện dung tải C_{load} lớn, dẫn đến tốc độ thay đổi đều hơn trên vùng điện dung tải.

Do đó, cảm biến dòng 740, mạch điều khiển 750 và nguồn dòng thứ hai 735 cung cấp khả năng điều khiển tốc độ thay đổi cho bộ điều khiển 710 mà không cần tụ điện hồi

tiếp C_M lớn. Quy trình này có thể giảm diện tích của bộ điều khiển 710 vì cảm biến dòng 740, mạch điều khiển 750 và nguồn dòng thứ hai 735 có thể có thể chiếm diện tích nhỏ hơn tụ điện hồi tiếp C_M lớn, nhất là đối với trường hợp trong đó chip có mật độ điện dung thấp. Hơn nữa, việc loại bỏ nhu cầu của tụ điện hồi tiếp C_M lớn có thể giảm mức tiêu thụ điện năng. Như được mô tả ở trên, tụ điện hồi tiếp C_M lớn có thể cần dòng điều khiển trước lớn để đạt được tốc độ thay đổi mong muốn dựa vào biểu thức (1). Nếu không có tụ điện hồi tiếp C_M lớn, thì bộ điều khiển 710 có khả năng đạt được tốc độ thay đổi mong muốn bằng cách sử dụng dòng điều khiển trước nhỏ hơn dẫn đến bộ điều khiển có hiệu suất điện năng tốt hơn.

Cần phải đánh giá cao rằng bộ điều khiển 710 không bị giới hạn ở hai nguồn dòng và có thể bao gồm nhiều hơn hai nguồn dòng. Ví dụ, theo một số phương án triển khai, bộ điều khiển 710 có thể bao gồm nhiều nguồn dòng được tạo cấu hình để cung cấp có chọn lọc dòng điều khiển trước bổ sung cho bóng bán dẫn đầu ra 715 dựa vào dòng đầu ra nhận biết được. Theo các phương án triển khai này, mỗi trong số nhiều nguồn có thể có ngưỡng tương ứng. Đối với mỗi trong số nhiều nguồn dòng, mạch điều khiển 750 có thể được tạo cấu hình để kích hoạt nguồn dòng nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng tương ứng và tắt nguồn dòng nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng. Các ngưỡng cho nhiều nguồn dòng có thể giống hoặc khác nhau.

Theo một số phương án triển khai, mạch điều khiển 750 có thể kích hoạt nguồn dòng thứ hai 735 nếu dòng đầu ra nhận biết được bằng ngưỡng, và, theo các phương án triển khai khác, mạch điều khiển 750 có thể tắt nguồn dòng thứ hai 735 nếu dòng đầu ra nhận biết được bằng ngưỡng.

Fig.8 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ của mạch điều khiển 750 theo một số khía cạnh. Trong ví dụ này, mạch điều khiển 750 bao gồm công tắc 820 và bộ điều khiển công tắc 810. Công tắc 820 có thể được triển khai với bóng bán dẫn hoặc loại công tắc khác. Công tắc 820 được mắc nối tiếp với nguồn dòng thứ hai 735. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.8, công tắc 820 được nối giữa nguồn dòng thứ hai 835 và ray cấp điện áp V_{dd} . Tuy nhiên, cần đánh giá cao rằng, trong các phương án triển khai khác, công tắc 820 có thể được nối giữa nguồn dòng thứ hai 735 và cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715, và nguồn dòng thứ hai 735 có thể được nối giữa ray cấp điện áp V_{dd} và công tắc 820.

Bộ điều khiển công tắc 810 được tạo cấu hình để bật hoặc tắt nguồn dòng thứ hai 735 bằng cách mở hoặc đóng công tắc 720 dựa vào dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng 740. Theo một ví dụ, bộ điều khiển công tắc 810 được tạo cấu hình để đóng công tắc 820 nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng. Trong trường hợp này, việc đóng công tắc 820 bật nguồn dòng thứ hai 735 bằng cách nối nguồn dòng thứ hai 735 với ray cấp điện áp V_{dd} , cho phép nguồn dòng thứ hai 735 đẩy dòng điện từ ray cấp điện áp V_{dd} cho cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715. Bộ điều khiển công tắc 810 được tạo cấu hình để mở công tắc 820 nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng. Trong trường hợp này, việc mở công tắc 820 làm tắt nguồn dòng thứ hai 735 bằng cách ngắt nguồn dòng thứ hai 735 từ ray cấp điện áp V_{dd} .

Fig.9 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ của cảm biến dòng 740 và bộ điều khiển công tắc 810 theo một số khía cạnh. Trong ví dụ này, cảm biến dòng 740 bao gồm bóng bán dẫn nhận biết dòng 910. Trong ví dụ trên Fig.9, bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 được triển khai với NFET. Cực cổng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715, cực nguồn của bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 được nối với ray nối đất, và cực máng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 được nối với bộ điều khiển công tắc 810. Cực cổng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 được ghép nối điện dung với cực máng của bóng bán dẫn đầu ra 715 qua điện dung từ cực cổng đến cực máng của bóng bán dẫn đầu ra 715. Điện dung từ cực cổng đến cực máng của bóng bán dẫn đầu ra 715 được biểu diễn dưới dạng tụ điện C_{gd} trên Fig.9. Cần hiểu rằng điện dung từ cực cổng đến cực máng của bóng bán dẫn đầu ra 715 đến từ cấu trúc của bóng bán dẫn đầu ra 715 và không đến từ tụ điện riêng được nối với bóng bán dẫn đầu ra 715.

Trong ví dụ này, bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 tạo ra gương dòng có bóng bán dẫn đầu ra 715 khiến cho bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 để tạo ra dòng nhận biết I_{sen} tỷ lệ với dòng đầu ra của bộ điều khiển 710. Vì dòng nhận biết I_{sen} tỷ lệ với dòng đầu ra của bộ điều khiển 710, dòng nhận biết I_{sen} cung cấp cho bộ điều khiển công tắc 810 thông tin về dòng đầu ra của bộ điều khiển 710. Dòng nhận biết I_{sen} cung cấp dòng đầu ra nhận biết được mô tả ở trên. Theo một số khía cạnh, dòng nhận biết I_{sen} là phiên bản thu nhỏ của dòng đầu ra, có thể đạt được bằng cách làm cho chiều rộng kênh của bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 nhỏ hơn chiều rộng kênh của bóng bán dẫn đầu ra 715.

Trong ví dụ này, bộ điều khiển công tắc 810 bao gồm nguồn dòng quy chiếu 930 được tạo cấu hình để tạo ra dòng quy chiếu I_{ref} . Như được mô tả thêm dưới đây, ngưỡng của bộ điều khiển công tắc 810 mô tả ở trên có thể được thiết lập bởi dòng quy chiếu I_{ref} . Bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 và nguồn dòng quy chiếu 930 được nối ở nút 925. Trong ví dụ trên Fig.9, cực máng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 được nối với nút 925. Nút 925 còn được nối với đầu vào điều khiển 922 của công tắc 820. Trong ví dụ này, công tắc 820 có thể được tạo cấu hình để đóng khi điện áp tại đầu vào điều khiển 922 thấp hơn điện áp nguồn V_{dd} bởi điện áp khởi động công tắc. Đối với ví dụ trong đó công tắc 820 được triển khai với bóng bán dẫn, đầu vào điều khiển 922 được bố trí ở cực cổng của bóng bán dẫn và điện áp khởi động công tắc có thể là hàm của điện áp ngưỡng của bóng bán dẫn. Trong ví dụ trên Fig.9, đầu vào điều khiển 922 của công tắc 820 được nối với nguồn dòng quy chiếu 930 và cảm biến dòng 740 (ví dụ, cực máng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 910).

Trong quá trình chuyển tiếp đầu ra 770 từ ở mức cao xuống mức thấp, bóng bán dẫn nhận biết dòng 910 tạo ra dòng nhận biết I_{sen} , dòng này tỷ lệ với dòng đầu ra của bộ điều khiển 710. Dòng nhận biết I_{sen} được so sánh với dòng quy chiếu I_{ref} tại nút 925. Nếu dòng nhận biết I_{sen} nhỏ hơn dòng quy chiếu I_{ref} , thì dòng quy chiếu I_{ref} có thể giữ điện áp tại nút 925 gần điện áp nguồn V_{dd} . Trong trường hợp này, công tắc 820 mở và nguồn dòng thứ hai 735 được tắt. Nếu dòng nhận biết I_{sen} lớn hơn dòng quy chiếu I_{ref} , thì dòng nhận biết I_{sen} có thể xả điện dung (không thể hiện trên hình vẽ) tại nút 925, khiến cho điện áp tại nút 925 giảm xuống một lượng bằng hoặc lớn hơn điện áp khởi động công tắc. Trong trường hợp này, công tắc 820 được đóng và nguồn dòng thứ hai 735 được bật. Điện dung tại nút 925 có thể bao gồm điện dung tại đầu vào điều khiển 922 của công tắc 820 và/hoặc điện dung khác. Do đó, trong ví dụ này, bộ điều khiển công tắc 810 kích hoạt nguồn dòng thứ hai 735 nếu dòng nhận biết I_{sen} lớn hơn dòng quy chiếu I_{ref} và tắt nguồn dòng thứ hai 735 nếu dòng nhận biết I_{sen} nhỏ hơn dòng quy chiếu I_{ref} . Trong ví dụ này, ngưỡng của bộ điều khiển công tắc 810 có thể được thiết lập theo ngưỡng mong muốn bằng cách thiết lập dòng quy chiếu I_{ref} theo ngưỡng mong muốn.

Cần đánh giá cao rằng bộ điều khiển công tắc 810 không bị hạn chế bởi một phương án triển khai làm ví dụ thể hiện trên Fig.9. Ví dụ, theo một phương án triển khai khác, bộ điều khiển công tắc 810 có thể bao gồm điện trở nhận biết nối giữa nút 925 và ray cấp điện áp V_{dd} . Trong ví dụ này, điện trở nhận biết có thể chuyển đổi dòng nhận biết

I_{sen} thành điện áp nhận biết tại nút 925, nút này đóng công tắc 820 (và do đó kích hoạt nguồn dòng thứ hai 735) khi điện áp nhận biết tại nút 925 thấp hơn điện áp cung cấp V_{dd} bởi điện áp khởi động công tắc mô tả ở trên. Trong ví dụ này, ngưỡng của mạch điều khiển 750 có thể được thiết lập bằng cách thiết lập điện trở của điện trở nhận biết theo ngưỡng mong muốn.

Fig.10 thể hiện một phương án triển khai làm ví dụ của nguồn dòng quy chiều 930, công tắc 820, nguồn dòng thứ nhất 730, và nguồn dòng thứ hai 735 theo một số khía cạnh.

Trong ví dụ này, nguồn dòng quy chiều 930 được triển khai với bóng bán dẫn dòng quy chiều 1010, trong đó cực cổng của bóng bán dẫn dòng quy chiều 1010 được định thiên bởi độ chênh điện áp cực cổng (được gắn nhãn " V_{bias} "). Độ chênh điện áp cực cổng có thể khác với độ chênh điện áp cực cổng trên Fig.5. Trong các ví dụ được thể hiện trên Fig.10, bóng bán dẫn dòng quy chiều 1010 được triển khai với PFET, trong đó cực máng của bóng bán dẫn dòng quy chiều 1010 được nối với nút 925 (ví dụ, cực máng của bóng bán dẫn nhận biết dòng 910) và cực nguồn của bóng bán dẫn dòng quy chiều 1010 được nối với ray cấp điện áp V_{dd} . Trong ví dụ này, dòng quy chiều I_{ref} được thiết lập bởi độ chênh điện áp cổng V_{bias} và độ rộng kênh của bóng bán dẫn dòng quy chiều 1010.

Trong ví dụ này, nguồn dòng thứ nhất 730 được triển khai với bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 1030 và nguồn dòng thứ hai 735 được triển khai với bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 1040. Trong các ví dụ được thể hiện trên Fig.10, mỗi bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 1030 và bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 1040 được triển khai với PFET. Cả cực cổng của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 1030 và cực cổng của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 1040 có thể được định thiên bởi độ chênh điện áp V_{bias} , như thể hiện trên Fig.10. Trong ví dụ này, dòng của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 1030 và dòng của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 1040 có thể được thiết lập một cách độc lập, ví dụ, bằng cách thiết lập một cách độc lập độ rộng kênh của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 1030 và độ rộng kênh của bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 1040.

Trong ví dụ trên Fig.10, các cực cổng của bóng bán dẫn dòng quy chiều 1010, bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 1030, và bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 1040 được định thiên bởi độ chênh điện áp cực cổng chung V_{bias} . Tuy nhiên, cần đánh giá cao rằng sáng chế không bị giới hạn ở ví dụ này, và trong các phương án triển khai khác, các cực cổng của bóng bán dẫn dòng quy chiều 1010, bóng bán dẫn nguồn dòng thứ nhất 1030, và

bóng bán dẫn nguồn dòng thứ hai 1040 có thể được định thiên bằng các độ chênh điện áp khác nhau.

Trong ví dụ này, công tắc 820 được triển khai với bóng bán dẫn chuyển mạch 1020. Cực cổng của bóng bán dẫn chuyển mạch 1020 được nối với nút 925 và cung cấp đầu vào điều khiển 922 của công tắc 820. Trong ví dụ trên Fig.10, bóng bán dẫn chuyển mạch 1020 được triển khai với PFET, trong đó cực máng của bóng bán dẫn chuyển mạch 1020 được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra 715, và cực nguồn của bóng bán dẫn chuyển mạch 1020 được nối với nguồn dòng thứ hai 735.

Trong ví dụ trên Fig.10, các vị trí của công tắc 820 và nguồn dòng thứ hai 735 được chuyển đổi so với các vị trí của công tắc 820 và nguồn dòng thứ hai 735 trong các hình vẽ trên Fig.8 và Fig.9. Trong cả hai trường hợp, công tắc 820 và nguồn dòng thứ hai 735 được mắc nối tiếp giữa cực cổng của bóng bán dẫn 715 và ray cấp điện áp V_{dd} , trong đó nguồn dòng thứ hai 735 được bật khi công tắc 820 được đóng và tắt khi công tắc 820 được mở.

Fig.11 thể hiện một ví dụ của bộ điều khiển có kiểm soát tốc độ thay đổi 1110 được tạo cấu hình để kéo đầu ra bộ điều khiển lên cao hoặc xuống thấp dựa vào điện áp đầu vào (được gắn nhãn " V_{in} ") theo một số khía cạnh của sáng chế. Bộ điều khiển 1110 kết hợp bộ điều khiển làm ví dụ 210 trên Fig.2 và bộ điều khiển làm ví dụ 710 trên Fig.7, như được mô tả thêm dưới đây.

Bộ điều khiển 1110 bao gồm tầng đầu ra 1112, nguồn dòng thứ nhất 1130, nguồn dòng thứ hai 1135, nguồn dòng thứ ba 1132, nguồn dòng thứ tư 1137, cảm biến dòng thứ nhất 1140, cảm biến dòng thứ hai 1142, mạch điều khiển thứ nhất 1150, mạch điều khiển thứ hai 1152, công tắc thứ nhất 1160, công tắc thứ hai 1165, công tắc thứ ba 1170, và công tắc thứ tư 1175. Trạng thái bật/tắt của công tắc thứ nhất 1160, công tắc thứ hai 1165, công tắc thứ ba 1170, và công tắc thứ tư 1175 được điều khiển bởi điện áp đầu vào tại đầu vào 1180 của bộ điều khiển 1110, như được mô tả thêm dưới đây.

Tầng đầu ra 1112 bao gồm bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115 và bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120. Trong ví dụ trên Fig.11, bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115 được triển khai với PFET nối giữa ray cấp điện áp V_{dd} và đầu ra 1190 của bộ điều khiển 1110, và bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120 được triển khai với NFET nối giữa đầu ra 1190 của bộ điều khiển 1110 và ray nối đất. Bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115 được tạo cấu hình để điều khiển đầu ra 1190 ở mức cao (tức là, kéo đầu ra 1190 lên) và có thể tương ứng với

bóng bán dẫn đầu ra 215 trên Fig.2. Bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120 được tạo cấu hình để điều khiển đầu ra 1190 ở mức thấp (tức là, kéo đầu ra 1190 xuống) và có thể tương ứng với bóng bán dẫn đầu ra 715 trên Fig.7, như được mô tả thêm dưới đây.

Trong ví dụ này, công tắc thứ nhất 1160 được nối giữa cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115 và ray cấp điện áp V_{dd} . Nguồn dòng thứ nhất 1130 và công tắc thứ ba 1170 được mắc nối tiếp giữa cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115 và ray nối đất. Nguồn dòng thứ hai 1135 được bật hoặc tắt có chọn lọc bởi mạch điều khiển thứ nhất 1150, như được mô tả thêm dưới đây. Cảm biến dòng thứ nhất 1140 được tạo cấu hình để nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển 1110 đi qua bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115.

Mạch điều khiển thứ nhất 1150 được nối với cảm biến dòng thứ nhất 1140 và nguồn dòng thứ hai 1135. Theo một ví dụ, mạch điều khiển thứ nhất 1150 được tạo cấu hình để kích hoạt nguồn dòng thứ hai 1135 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng thứ nhất 1140 cao hơn ngưỡng thứ nhất. Trong trường hợp này, dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng thứ nhất có thể chỉ báo điện dung tải C_{load} lớn được nối với đầu ra 1190. Mạch điều khiển thứ nhất 1150 được tạo cấu hình để tắt nguồn dòng thứ hai 1135 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng thứ nhất 1140 thấp hơn ngưỡng thứ nhất.

Nguồn dòng thứ nhất 1130 có thể tương ứng với nguồn dòng thứ nhất 230 thể hiện trên Fig.2, nguồn dòng thứ hai 1135 có thể tương ứng với nguồn dòng thứ hai 235 thể hiện trên Fig.2, cảm biến dòng thứ nhất 1140 có thể tương ứng với cảm biến dòng 240 thể hiện trên Fig.2, và mạch điều khiển thứ nhất 1150 có thể tương ứng với mạch điều khiển 250 thể hiện trên Fig.2. Do đó, các phần mô tả của nguồn dòng thứ nhất 230, nguồn dòng thứ hai 235, cảm biến dòng 240, và mạch điều khiển 250 được đưa ra ở trên lần lượt áp dụng được cho nguồn dòng thứ nhất 1130, nguồn dòng thứ hai 1135, cảm biến dòng thứ nhất 1140, và mạch điều khiển thứ nhất 1150.

Trong ví dụ này, công tắc thứ hai 1165 được nối giữa cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120 và ray nối đất. Nguồn dòng thứ ba 1132 và công tắc thứ tư 1175 được mắc nối tiếp giữa cổng của ray cấp điện áp V_{dd} và cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120. Nguồn dòng thứ tư 1137 được bật hoặc tắt có chọn lọc bởi mạch điều khiển thứ hai 1152, như được mô tả thêm dưới đây. Cảm biến dòng thứ hai 1142 được tạo cấu hình để nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển 1110 đi qua bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120.

Mạch điều khiển thứ hai 1152 được nối với cảm biến dòng thứ hai 1142 và nguồn dòng thứ tư 1137. Theo một ví dụ, mạch điều khiển thứ hai 1152 được tạo cấu hình để kích hoạt nguồn dòng thứ tư 1137 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng thứ hai 1142 cao hơn ngưỡng thứ hai. Trong trường hợp này, dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng thứ hai có thể chỉ báo điện dung tải C_{load} lớn được nối với đầu ra 1190. Mạch điều khiển thứ hai 1152 được tạo cấu hình để tắt nguồn dòng thứ tư 1137 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng thứ hai 1142 thấp hơn ngưỡng thứ hai. Ngưỡng thứ nhất và ngưỡng thứ hai có thể giống hoặc khác nhau.

Nguồn dòng thứ ba 1132 có thể tương ứng với nguồn dòng thứ nhất 730 thể hiện trên Fig.7, nguồn dòng thứ tư 1137 có thể tương ứng với nguồn dòng thứ hai 735 thể hiện trên Fig.7, cảm biến dòng thứ hai 1142 có thể tương ứng với cảm biến dòng 740 thể hiện trên Fig.7, và mạch điều khiển thứ hai 1152 có thể tương ứng với mạch điều khiển 750 thể hiện trên Fig.7. Do đó, các phần mô tả của nguồn dòng thứ nhất 730, nguồn dòng thứ hai 735, cảm biến dòng 740, và mạch điều khiển 750 đưa ra ở trên lần lượt áp dụng được cho nguồn dòng thứ ba 1132, nguồn dòng thứ tư 1137, cảm biến dòng thứ hai 1142, và mạch điều khiển thứ hai 1152.

Khi hoạt động, bộ điều khiển 1110 được tạo cấu hình để điều khiển đầu ra 1190 ở mức cao hoặc thấp dựa vào điện áp đầu vào tại đầu vào 1180 của bộ điều khiển 1110. Cụ thể hơn, bộ điều khiển 1110 điều khiển đầu ra 1190 ở mức cao khi điện áp đầu vào có giá trị logic thứ nhất và điều khiển đầu ra 1190 xuống mức thấp khi điện áp đầu vào có giá trị logic thứ hai. Giá trị logic thứ nhất có thể thấp (ví dụ, xấp xỉ mức tiếp đất) và giá trị logic thứ hai có thể cao (ví dụ, xấp xỉ V_{dd}), hoặc ngược lại.

Khi điện áp đầu vào có giá trị logic thứ nhất, công tắc thứ hai 1165 được đóng (tức là, bật) và công tắc thứ nhất 1160 được mở (tức là, tắt). Kết quả là, cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120 được nối với ray nối đất bởi công tắc thứ hai 1165, công tắc này vô hiệu hóa (tức là, tắt) bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120. Hơn nữa, công tắc thứ ba 1170 được đóng (tức là, bật) và công tắc thứ tư 1175 được mở (tức là, tắt). Kết quả là, nguồn dòng thứ nhất 1130 được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115.

Trong trường hợp này, nguồn dòng thứ nhất 1130, nguồn dòng thứ hai 1135, cảm biến dòng thứ nhất 1140, và mạch điều khiển thứ nhất 1150 lần lượt được nối theo cấu hình tương tự như nguồn dòng thứ nhất 230, nguồn dòng thứ hai 235, cảm biến dòng 240, và mạch điều khiển 250, thể hiện trên Fig.2.

Nguồn dòng thứ nhất 1130 hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115 để điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115 ở mức thấp, quy trình này bật bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115. Cảm biến dòng thứ nhất 1140 nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển 1110 đi qua bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115 và truyền đầu dòng đầu ra nhận biết được cho mạch điều khiển thứ nhất 1150. Mạch điều khiển thứ nhất 1150 kích hoạt nguồn dòng thứ hai 1135 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng thứ nhất 1140 cao hơn ngưỡng thứ nhất. Trong trường hợp này, nguồn dòng thứ hai 1135 cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung cho bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115. Mạch điều khiển thứ nhất 1150 tắt nguồn dòng thứ hai 1135 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng thứ nhất 1140 thấp hơn ngưỡng thứ nhất.

Cảm biến dòng thứ nhất 1140, mạch điều khiển thứ nhất 1150, và nguồn dòng thứ hai 1135 cung cấp khả năng điều khiển tốc độ thay đổi cho quy trình chuyển tiếp của đầu ra 1190 từ thấp đến cao cho các lý do được đưa ra ở trên cho cảm biến dòng 240, mạch điều khiển 250, và nguồn dòng thứ hai 235. Do đó, phần mô tả chi tiết của quá trình điều khiển tốc độ thay đổi không được lặp lại ở đây để ngắn gọn. Cảm biến dòng thứ nhất 1140 có thể được triển khai với bóng bán dẫn nhận biết dòng (ví dụ, bóng bán dẫn nhận biết dòng 410). Mạch điều khiển thứ nhất 1150 có thể được triển khai với bất kỳ trong số các phương án làm ví dụ thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.5.

Khi điện áp đầu vào có giá trị logic thứ hai, công tắc thứ hai 1165 được mở (tức là, tắt) và công tắc thứ nhất 1160 được đóng (tức là, bật). Kết quả là, cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115 được nối với ray cấp điện áp V_{dd} bởi công tắc thứ nhất 1160, công tắc này vô hiệu hóa (tức là, tắt) bóng bán dẫn đầu ra thứ nhất 1115. Hơn nữa, công tắc thứ ba 1170 được mở (tức là, tắt) và công tắc thứ tư 1175 được đóng (tức là, bật). Kết quả là, nguồn dòng thứ ba 1132 được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120.

Trong trường hợp này, nguồn dòng thứ ba 1132, nguồn dòng thứ tư 1137, cảm biến dòng thứ hai 1142, và mạch điều khiển thứ hai 1152 lần lượt được nối theo cấu hình tương tự như nguồn dòng thứ nhất 730, nguồn dòng thứ hai 735, cảm biến dòng 740, và mạch điều khiển 750, thể hiện trên Fig.7.

Nguồn dòng thứ ba 1132 đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120 để điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120 ở mức cao, quy trình này bật bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120. Cảm biến dòng thứ hai 1142 nhận

biết dòng đầu ra của bộ điều khiển 1110 đi qua bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120 và truyền dòng đầu ra nhận biết được cho mạch điều khiển thứ hai 1152. Mạch điều khiển thứ hai 1152 kích hoạt nguồn dòng thứ tư 1137 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng thứ hai 1142 cao hơn ngưỡng thứ hai. Trong trường hợp này, nguồn dòng thứ tư 1137 cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung cho bóng bán dẫn đầu ra thứ hai 1120. Mạch điều khiển thứ hai 1152 tắt nguồn dòng thứ tư 1137 nếu dòng đầu ra nhận biết được từ cảm biến dòng thứ hai 1142 thấp hơn ngưỡng thứ hai.

Cảm biến dòng thứ hai 1142, mạch điều khiển thứ hai 1152, và nguồn dòng thứ tư 1137 cung cấp khả năng điều khiển tốc độ thay đổi cho quá trình chuyển tiếp của đầu ra 1190 từ mức cao xuống mức thấp cho các lý do được đưa ra ở trên cho cảm biến dòng 740, mạch điều khiển 750, và nguồn dòng thứ hai 735. Do đó, phần mô tả chi tiết của quá trình điều khiển tốc độ thay đổi không được lặp lại ở đây để ngắn gọn. Cảm biến dòng thứ hai 1142 có thể được triển khai với bóng bán dẫn nhận biết dòng (ví dụ, bóng bán dẫn nhận biết dòng 910). Mạch điều khiển thứ hai 1152 có thể được triển khai với bất kỳ trong số các phương án làm ví dụ thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.10.

Fig.12 thể hiện một ví dụ trong đó bộ điều khiển 1220 được dùng cung cấp truyền thông chip-với-chip giữa chip thứ nhất 1212 và chip thứ hai 1214 trong hệ thống 1210 (ví dụ, thiết bị di động) theo một số khía cạnh. Bộ điều khiển 1220 có thể bao gồm bất kỳ một trong số các bộ điều khiển có kiểm soát tốc độ thay đổi 210, 710 và 1110 mô tả ở trên. Trong ví dụ này, bộ điều khiển 1220 được tích hợp vào chip thứ nhất 1212, và bộ thu 1240 tương ứng được tích hợp vào chip thứ hai 1214.

Đầu ra 1224 của bộ điều khiển 1220 được nối với chân dán thứ nhất 1225 trên chip thứ nhất 1212, và đầu vào 1242 của bộ thu 1240 được nối với chân dán thứ hai 1245 trên chip thứ hai 1214. Đường truyền tải 1230 được nối giữa chân dán thứ nhất 1225 và chân dán thứ hai 1245. Đường truyền tải 1230 có thể bao gồm một hoặc nhiều mạch kim loại trên lớp nền (ví dụ, bảng mạch in), cáp (ví dụ, cáp đồng trục), một hoặc nhiều dây, hoặc kết hợp bất kỳ của chúng.

Khi hoạt động, tín hiệu đầu vào (ví dụ, tín hiệu dữ liệu) sẽ được truyền cho chip thứ hai 1214 được nhập vào đầu vào 1222 của bộ điều khiển 1220. Tín hiệu đầu vào có điện áp V_{in} trên Fig.12. Tín hiệu vào có thể đến từ bộ xử lý (không thể hiện trên hình vẽ) trên chip thứ nhất 1212 hoặc linh kiện khác trên chip thứ nhất 1212. Sau đó bộ điều khiển

1220 điều khiển đường truyền tải 1230 dựa vào tín hiệu đầu vào. Đầu ra của bộ điều khiển 1220 có điện áp V_{out} trên Fig.12.

Bộ thu 1240 nhận tín hiệu từ đầu ra 1224 của bộ điều khiển 1220 qua đường truyền tải 1230 và xử lý tín hiệu nhận được. Ví dụ, bộ thu 1240 có thể khuếch đại tín hiệu, cân bằng tín hiệu (ví dụ, để bù độ méo tín hiệu), lấy mẫu tín hiệu để phục hồi các bit dữ liệu từ tín hiệu, v.v. Bộ thu 1240 có thể xuất ra tín hiệu đã xử lý thu được ở đầu ra 1244 cho bộ xử lý (không thể hiện trên hình vẽ) trên chip thứ hai 1214 để xử lý thêm.

Trong ví dụ này, bộ điều khiển 1220 có thể thực hiện điều khiển tốc độ thay đổi theo bất kỳ một hoặc nhiều khía cạnh của sáng chế để cung cấp tốc độ thay đổi đều hơn trên dải điện dung tải. Điện dung tải có thể bao gồm điện dung của đường truyền tải 1230, điện dung của chân dẫn thứ nhất 1225, v.v.

Fig.13 minh họa phương pháp điều khiển tốc độ thay đổi 1300 cho bộ điều khiển theo một số khía cạnh. Bộ điều khiển bao gồm bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray và đầu ra của bộ điều khiển. Bộ điều khiển có thể tương ứng với bộ điều khiển 210, 710 hoặc 1110, ray có thể là ray cấp điện áp V_{dd} hoặc ray nối đất, và bóng bán dẫn đầu ra có thể tương ứng với bóng bán dẫn đầu ra 215, 715, 1115 hoặc 1120.

Ở khối 1310, cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra được điều khiển trước bằng dòng điều khiển trước bằng cách sử dụng nguồn dòng thứ nhất. Nguồn dòng thứ nhất có thể tương ứng với nguồn dòng 230, 730, 1130 hoặc 1132.

Ở khối 1320, dòng đầu ra của bộ điều khiển được nhận biết. Dòng đầu ra có thể được nhận biết, ví dụ, bằng cách sử dụng cảm biến dòng 240, 740, 1140 hoặc 1142. Theo một số khía cạnh, dòng đầu ra được nhận biết trong khi cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra đang được điều khiển trước.

Ở khối 1330, nguồn dòng thứ hai được bật nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng, nguồn dòng thứ hai cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung cho cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra. Nguồn dòng thứ hai có thể tương ứng với nguồn dòng 235, 735, 1135 hoặc 1137. Nguồn dòng thứ hai có thể được bật bởi mạch điều khiển 250, 750, 1150 hoặc 1152.

Ở khối 1340, nguồn dòng thứ hai được tắt nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng. Nguồn dòng thứ hai có thể được tắt bởi mạch điều khiển 250, 750, 1150 hoặc 1152.

Theo một số khía cạnh, bước nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển có thể bao gồm bước tạo ra dòng nhận biết dựa vào dòng đầu ra. Dòng nhận biết có thể được tạo ra bởi bóng bán dẫn nhận biết dòng (ví dụ, bóng bán dẫn nhận biết dòng 410 hoặc 910). Dòng nhận biết (ví dụ, I_{sen}) có thể gần như tỷ lệ với dòng đầu ra của bộ điều khiển (ví dụ, phiên bản thu nhỏ của dòng đầu ra). Theo một số khía cạnh, nguồn dòng thứ hai có thể được bật nếu dòng nhận biết lớn hơn dòng quy chiếu (ví dụ, I_{ref}) và tắt nếu dòng nhận biết nhỏ hơn dòng quy chiếu. Dòng quy chiếu có thể được tạo ra bởi nguồn dòng quy chiếu (ví dụ, nguồn dòng quy chiếu 430 hoặc 930).

Cần đánh giá cao rằng sáng chế không bị hạn chế bởi thuật ngữ làm ví dụ được dùng ở trên để mô tả các khía cạnh của sáng chế. Ví dụ, bộ điều khiển có thể cũng được gọi là bộ điều khiển đầu ra, bộ điều khiển, bộ điều khiển chân dán, hoặc thuật ngữ khác. Theo một ví dụ khác, tốc độ thay đổi cũng có thể được gọi là thời gian chuyển tiếp, thời gian tăng/giảm, hoặc thuật ngữ khác. Trong một ví dụ khác, ray có thể chỉ ray cung cấp điện áp, hoặc trong một trường hợp cụ thể khi nguồn dòng áp bằng 0, ray nối đất. Hơn nữa, ray cấp điện áp cũng có thể được gọi là ray cung cấp điện, ray điện áp, ray điện, v.v.

Mọi sự viện dẫn đến phần tử ở đây có sử dụng tên gọi như "thứ nhất," "thứ hai," v.v. nói chung đều không giới hạn số lượng hoặc trình tự của các phần tử này. Đúng hơn là, các tên gọi này được dùng ở đây như là phương pháp thuận tiện để phân biệt giữa hai hoặc nhiều phần tử hoặc ví dụ về phần tử. Do đó, sự viện dẫn đến phần tử thứ nhất và thứ hai không có nghĩa là chỉ có hai phần tử này có thể được sử dụng, hoặc phần tử thứ nhất phải đứng trước phần tử thứ hai.

Trong bản mô tả này, thuật ngữ "làm ví dụ" được sử dụng có nghĩa là "có vai trò làm ví dụ, trường hợp mẫu hoặc minh họa". Phương án thực hiện hoặc khía cạnh bất kỳ được mô tả ở đây là "làm ví dụ" không nhất thiết được hiểu là được ưu tiên hoặc có lợi so với các khía cạnh khác của sáng chế. Tương tự, thuật ngữ "các khía cạnh" không yêu cầu rằng tất cả các khía cạnh của sáng chế đều bao gồm đặc tính, ưu điểm hoặc chế độ hoạt động đã được thảo luận.

Phần mô tả trên đây bộc lộ được cung cấp để cho phép bất kỳ người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể thực hiện hoặc sử dụng. Các cải biến khác nhau đối với sáng chế sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực, và các nguyên lý chung được xác định ở đây có thể được áp dụng cho các phương án thay đổi khác mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Do đó, phần mô tả sáng chế

không nhằm giới hạn trong các ví dụ được mô tả ở đây mà được hiểu là có phạm vi rộng nhất phù hợp với các nguyên lý và các đặc tính mới được bộc lộ ở đây.

Trong các ví dụ tiếp theo sau đây được mô tả để tạo điều kiện thuận lợi cho việc hiểu sáng chế

Theo một ví dụ, sáng chế đề xuất bộ điều khiển, bộ điều khiển này bao gồm bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray thứ nhất và đầu ra của bộ điều khiển, nguồn dòng thứ nhất được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra, nguồn dòng thứ hai, công tắc, trong đó công tắc và nguồn dòng thứ hai được mắc nối tiếp giữa cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra và ray thứ hai, cảm biến dòng được tạo cấu hình để tạo ra dòng nhận biết dựa vào dòng đầu ra của bộ điều khiển và nguồn dòng quy chiếu được tạo cấu hình để tạo ra dòng quy chiếu, trong đó cảm biến dòng và nguồn dòng quy chiếu được nối với đầu vào điều khiển của công tắc. Cảm biến dòng có thể bao gồm bóng bán dẫn nhận biết dòng có cực cổng được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra, cực máng được nối với nguồn dòng quy chiếu, và cực nguồn được nối với ray thứ nhất. Cực cổng của bóng bán dẫn nhận biết dòng có thể được ghép nối điện dung với cực máng của bóng bán dẫn đầu ra. Ray thứ nhất có thể bao gồm ray cấp điện áp, và bóng bán dẫn đầu ra có thể bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu p có cực nguồn được nối với ray cấp điện áp và cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển. Nguồn dòng thứ hai có thể được tạo cấu hình để hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra. Ray thứ hai có thể bao gồm ray nối đất. Ray thứ nhất có thể bao gồm ray nối đất, và bóng bán dẫn đầu ra có thể bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu n có cực nguồn được nối với ray nối đất và cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển. Hơn nữa, nguồn dòng thứ hai có thể được tạo cấu hình để đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra. Ray thứ hai có thể bao gồm ray cấp điện áp. Hơn nữa, nguồn dòng quy chiếu có thể bao gồm bóng bán dẫn dòng quy chiếu có cực máng được nối với cực máng của bóng bán dẫn nhận biết dòng, cực nguồn được nối với ray thứ hai, và cực cổng được định thiên bởi độ chênh điện áp. Công tắc có thể bao gồm bóng bán dẫn chuyển mạch, và đầu vào điều khiển của công tắc có thể được bố trí tại cực cổng của bóng bán dẫn chuyển mạch. Nguồn dòng quy chiếu có thể bao gồm bóng bán dẫn dòng quy chiếu có cực máng được nối với cảm biến dòng, cực nguồn được nối với ray thứ hai, và cực cổng được định thiên bởi độ chênh điện áp. Hơn nữa, công tắc có thể bao gồm bóng bán dẫn chuyển mạch, và đầu vào điều khiển của công tắc có thể được bố trí tại cực cổng của bóng bán dẫn chuyển mạch.

Theo một ví dụ khác, sáng chế đề xuất bộ điều khiển, bộ điều khiển này bao gồm: bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray và đầu ra của bộ điều khiển, nguồn dòng thứ nhất được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra, nguồn dòng thứ hai được tạo cấu hình để hút dòng điện từ hoặc đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra khi nguồn dòng thứ hai được bật, cảm biến dòng được tạo cấu hình để nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển, và mạch điều khiển được nối với cảm biến dòng và nguồn dòng thứ hai, trong đó mạch điều khiển được tạo cấu hình để: kích hoạt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng và tắt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng. Ray có thể bao gồm ray cấp điện áp, và bóng bán dẫn đầu ra có thể bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu p có cực nguồn được nối với ray cấp điện áp và cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển. Nguồn dòng thứ hai có thể được tạo cấu hình để hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra khi nguồn dòng thứ hai được kích hoạt. Nguồn dòng thứ nhất có thể được tạo cấu hình để hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra. Ray có thể bao gồm ray nối đất, và bóng bán dẫn đầu ra có thể bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu n có cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển và cực nguồn được nối với ray nối đất. Nguồn dòng thứ hai có thể được tạo cấu hình để đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra khi nguồn dòng thứ hai được kích hoạt. Nguồn dòng thứ nhất có thể được tạo cấu hình để đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra.

Theo phương án khác nữa, sáng chế đề xuất phương pháp điều khiển tốc độ thay đổi cho bộ điều khiển, bộ điều khiển bao gồm bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray và đầu ra của bộ điều khiển, phương pháp này bao gồm các bước: điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra bằng dòng điều khiển trước bằng cách sử dụng nguồn dòng thứ nhất, nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển, kích hoạt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng, nguồn dòng thứ hai cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung cho cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra và tắt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng. Ray có thể bao gồm ray cấp điện áp, và bóng bán dẫn đầu ra có thể bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu p có cực nguồn được nối với ray cấp điện áp và cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển. Phương pháp có thể bao gồm bước giảm điện áp ở cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra bởi dòng điều khiển trước bổ sung. Ray có thể bao gồm ray nối đất, và bóng bán dẫn đầu ra có thể bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu n có cực máng được nối với đầu ra của bộ điều

khởi và cực nguồn được nối với ray nối đất. Phương pháp có thể bao gồm bước tăng điện áp ở cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra bởi dòng điều khiển trước bổ sung. Bước nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển có thể bao gồm bước tạo ra dòng nhận biết dựa vào dòng đầu ra, kích hoạt nguồn dòng thứ hai có thể bao gồm bước kích hoạt nguồn dòng thứ hai nếu dòng nhận biết lớn hơn dòng quy chiếu và tắt nguồn dòng thứ hai có thể bao gồm bước tắt nguồn dòng thứ hai nếu dòng nhận biết nhỏ hơn dòng quy chiếu. Dòng nhận biết có thể gần như tỷ lệ với dòng đầu ra.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ điều khiển (driver), bao gồm:

bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray thứ nhất và đầu ra của bộ điều khiển;

nguồn dòng thứ nhất được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra;

nguồn dòng thứ hai;

công tắc, trong đó công tắc và nguồn dòng thứ hai được mắc nối tiếp giữa cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra và ray thứ hai;

cảm biến dòng được tạo cấu hình để tạo ra dòng nhận biết dựa vào dòng đầu ra của bộ điều khiển; và

nguồn dòng quy chiếu được tạo cấu hình để tạo ra dòng quy chiếu;

trong đó cảm biến dòng và nguồn dòng quy chiếu được nối với đầu vào điều khiển của công tắc.

2. Bộ điều khiển theo điểm 1, trong đó cảm biến dòng bao gồm bóng bán dẫn nhận biết dòng có cực cổng được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra, cực máng được nối với nguồn dòng quy chiếu, và cực nguồn được nối với ray thứ nhất.

3. Bộ điều khiển theo điểm 2, trong đó cực cổng của bóng bán dẫn nhận biết dòng được ghép nối điện dung với cực máng của bóng bán dẫn đầu ra.

4. Bộ điều khiển theo điểm 2, trong đó ray thứ nhất bao gồm ray cấp điện áp, và bóng bán dẫn đầu ra bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu p có cực nguồn được nối với ray cấp điện áp và cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển.

5. Bộ điều khiển theo điểm 4, trong đó nguồn dòng thứ hai được tạo cấu hình để hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra.

6. Bộ điều khiển theo điểm 4, trong đó ray thứ hai bao gồm ray nối đất.

7. Bộ điều khiển theo điểm 2, trong đó ray thứ nhất bao gồm ray nối đất, và bóng bán dẫn đầu ra bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu n có cực nguồn được nối với ray nối đất và cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển.

8. Bộ điều khiển theo điểm 7, trong đó nguồn dòng thứ hai được tạo cấu hình để đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra.

9. Bộ điều khiển theo điểm 7, trong đó ray thứ hai bao gồm ray cấp điện áp.

10. Bộ điều khiển theo điểm 2, trong đó nguồn dòng quy chiều bao gồm bóng bán dẫn dòng quy chiều có cực máng được nối với cực máng của bóng bán dẫn nhận biết dòng, cực nguồn được nối với ray thứ hai, và cực cổng được định thiên bởi độ chênh điện áp.

11. Bộ điều khiển theo điểm 10, trong đó công tắc bao gồm bóng bán dẫn chuyển mạch, và đầu vào điều khiển của công tắc được bố trí tại cực cổng của bóng bán dẫn chuyển mạch.

12. Bộ điều khiển theo điểm 1, trong đó nguồn dòng quy chiều bao gồm bóng bán dẫn dòng quy chiều có cực máng được nối với cảm biến dòng, cực nguồn được nối với ray thứ hai, và cực cổng được định thiên bởi độ chênh điện áp.

13. Bộ điều khiển theo điểm 1, trong đó công tắc bao gồm bóng bán dẫn chuyển mạch, và đầu vào điều khiển của công tắc được bố trí tại cổng của bóng bán dẫn chuyển mạch.

14. Bộ điều khiển (driver), bao gồm:

bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray và đầu ra của bộ điều khiển;

nguồn dòng thứ nhất được nối với cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra;

nguồn dòng thứ hai được tạo cấu hình để hút dòng điện từ hoặc đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra khi nguồn dòng thứ hai được kích hoạt;

cảm biến dòng được tạo cấu hình để nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển; và

mạch điều khiển được nối với cảm biến dòng và nguồn dòng thứ hai, trong đó mạch điều khiển được tạo cấu hình để:

kích hoạt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng; và

tắt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng.

15. Bộ điều khiển theo điểm 14, trong đó ray bao gồm ray cấp điện áp, và bóng bán dẫn đầu ra bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu p có cực nguồn được nối với ray cấp điện áp và cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển.

16. Bộ điều khiển theo điểm 15, trong đó nguồn dòng thứ hai được tạo cấu hình để hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra khi nguồn dòng thứ hai được kích hoạt.

17. Bộ điều khiển theo điểm 16, trong đó nguồn dòng thứ nhất được tạo cấu hình để hút dòng điện từ cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra.

18. Bộ điều khiển theo điểm 14, trong đó ray bao gồm ray nối đất, và bóng bán dẫn đầu ra bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu n có cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển và cực nguồn được nối với ray nối đất.

19. Bộ điều khiển theo điểm 18, trong đó nguồn dòng thứ hai được tạo cấu hình để đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra khi nguồn dòng thứ hai được kích hoạt.

20. Bộ điều khiển theo điểm 19, trong đó nguồn dòng thứ nhất được tạo cấu hình để đẩy dòng điện đến cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra.

21. Phương pháp điều khiển tốc độ thay đổi cho bộ điều khiển, bộ điều khiển bao gồm bóng bán dẫn đầu ra được nối giữa ray và đầu ra của bộ điều khiển, phương pháp này bao gồm các bước:

điều khiển trước cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra bằng dòng điều khiển trước bằng cách sử dụng nguồn dòng thứ nhất;

nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển;

kích hoạt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được cao hơn ngưỡng, nguồn dòng thứ hai cung cấp dòng điều khiển trước bổ sung cho cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra; và

tắt nguồn dòng thứ hai nếu dòng đầu ra nhận biết được thấp hơn ngưỡng.

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó ray bao gồm ray cấp điện áp, và bóng bán dẫn đầu ra bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu p có cực nguồn được nối với ray cấp điện áp và cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển.

23. Phương pháp theo điểm 22, bao gồm bước giảm điện áp ở cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra bởi dòng điều khiển trước bổ sung.

24. Phương pháp theo điểm 21, trong đó ray bao gồm ray nối đất, và bóng bán dẫn đầu ra bao gồm bóng bán dẫn hiệu ứng trường kiểu n có cực máng được nối với đầu ra của bộ điều khiển và cực nguồn được nối với ray nối đất.

25. Phương pháp theo điểm 24, bao gồm bước tăng điện áp ở cực cổng của bóng bán dẫn đầu ra bởi dòng điều khiển trước bổ sung.

26. Phương pháp theo điểm 21, trong đó:

bước nhận biết dòng đầu ra của bộ điều khiển bao gồm bước tạo ra dòng nhận biết dựa vào dòng đầu ra;

bước kích hoạt nguồn dòng thứ hai bao gồm kích hoạt nguồn dòng thứ hai nếu dòng nhận biết lớn hơn dòng quy chiếu; và

bước tắt nguồn dòng thứ hai bao gồm bước tắt nguồn dòng thứ hai nếu dòng nhận biết nhỏ hơn dòng quy chiếu.

27. Phương pháp theo điểm 26, trong đó dòng nhận biết xấp xỉ tỷ lệ với dòng đầu ra.

1/16

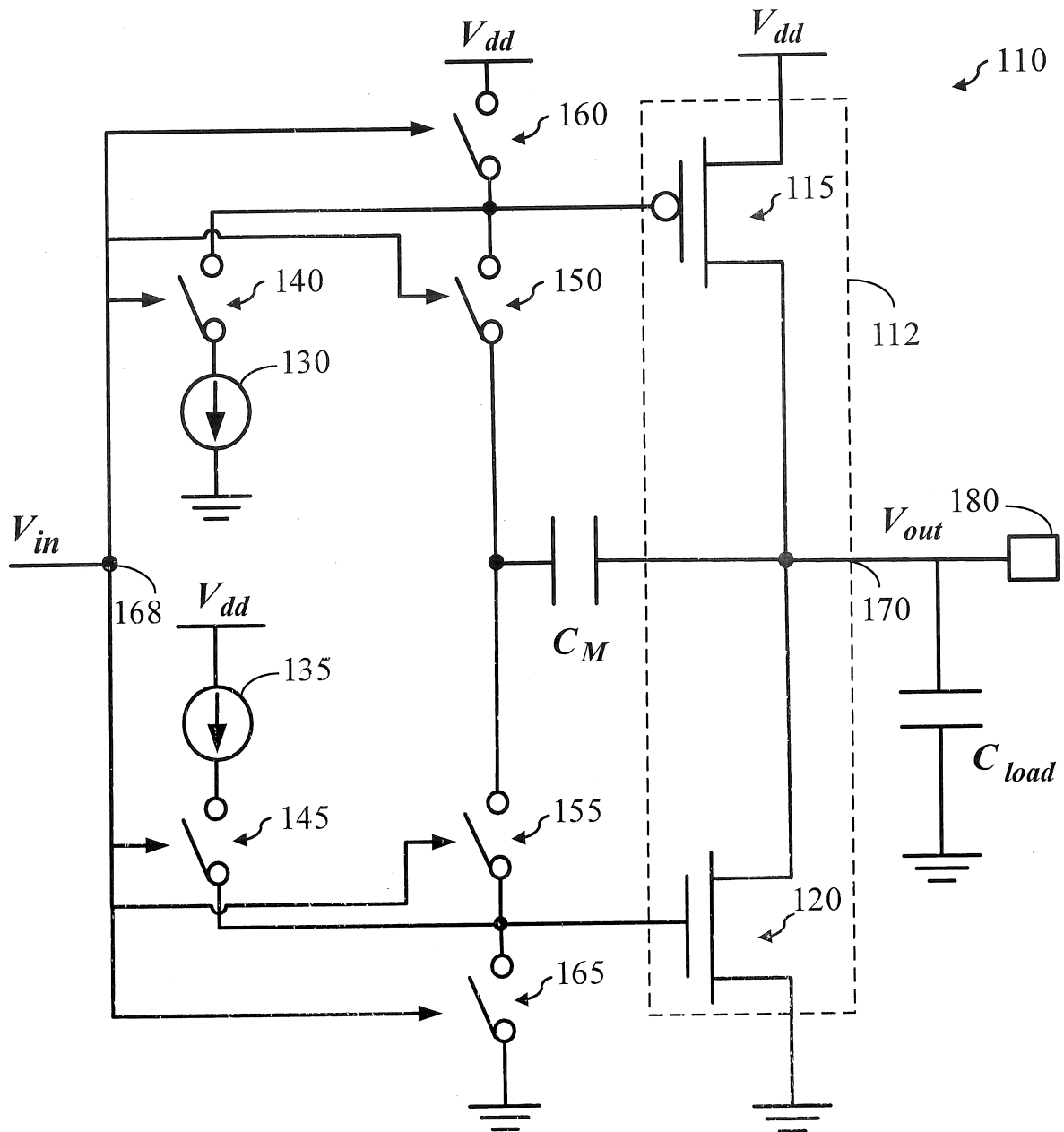
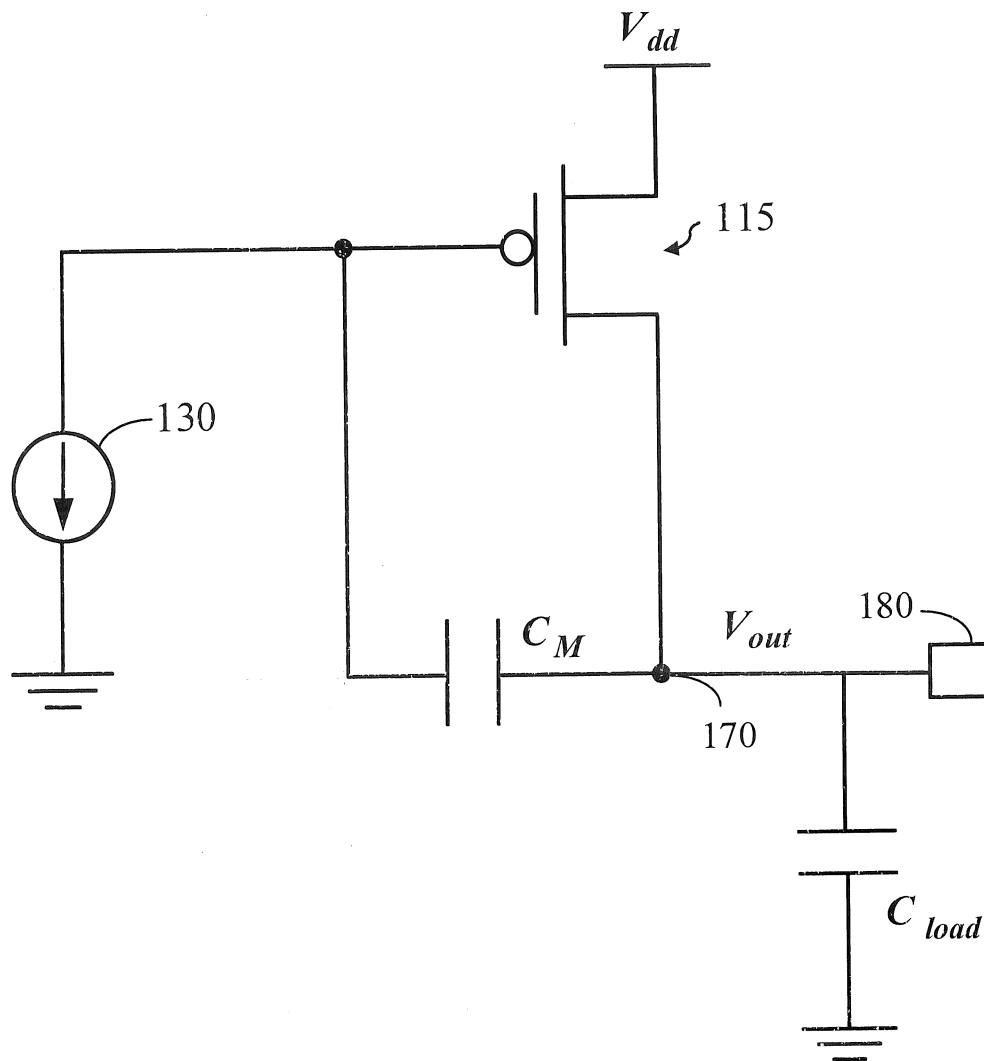


Fig.1A

2/16

**Fig.1B**

3/16

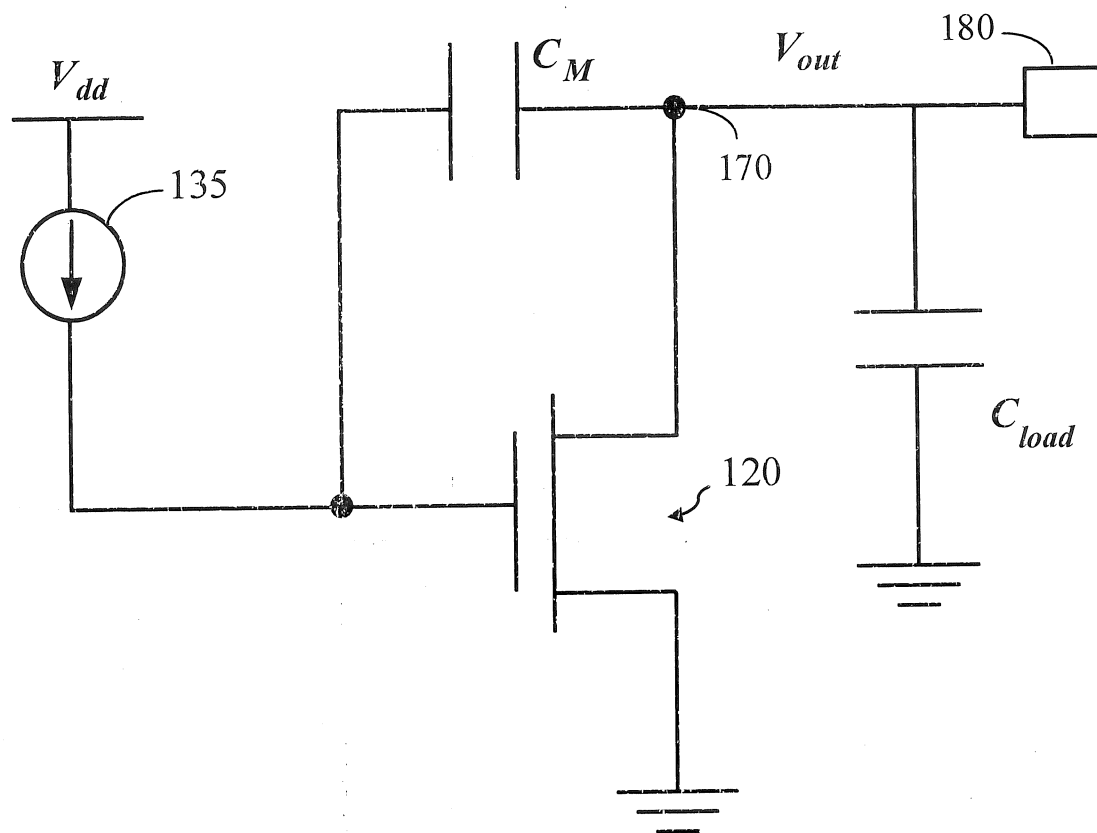


Fig.1C

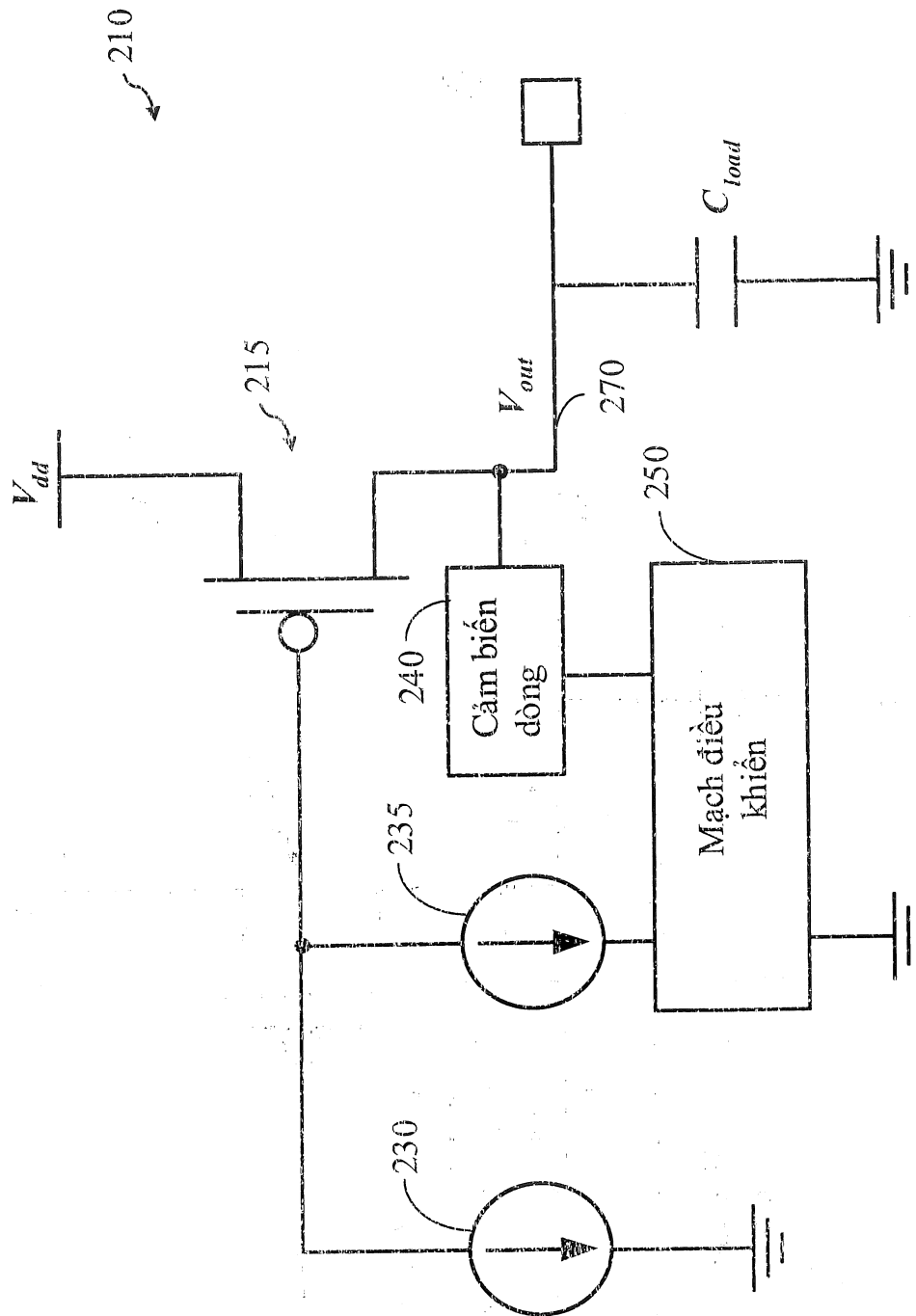


Fig.2

5/16

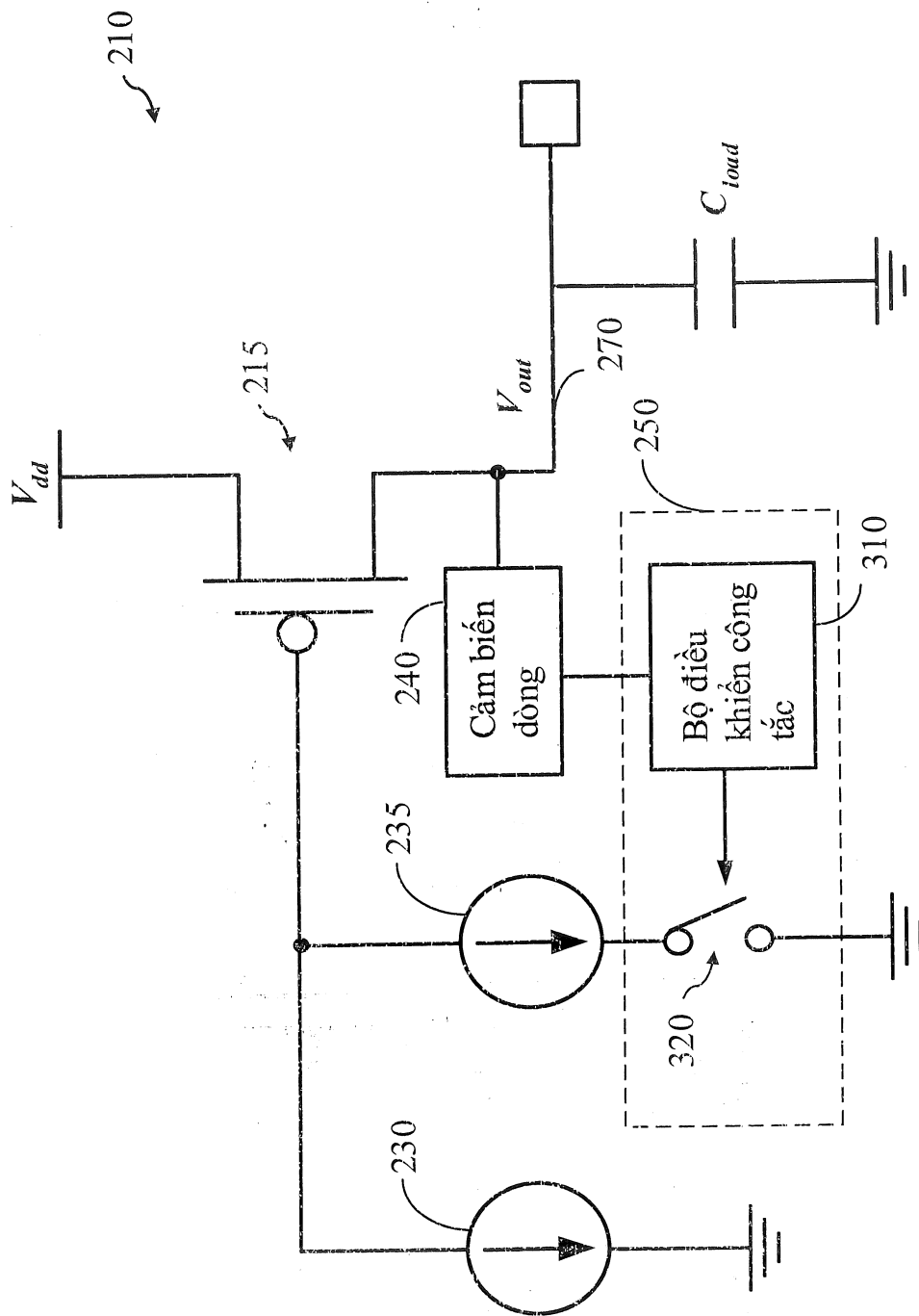


Fig.3

6/16

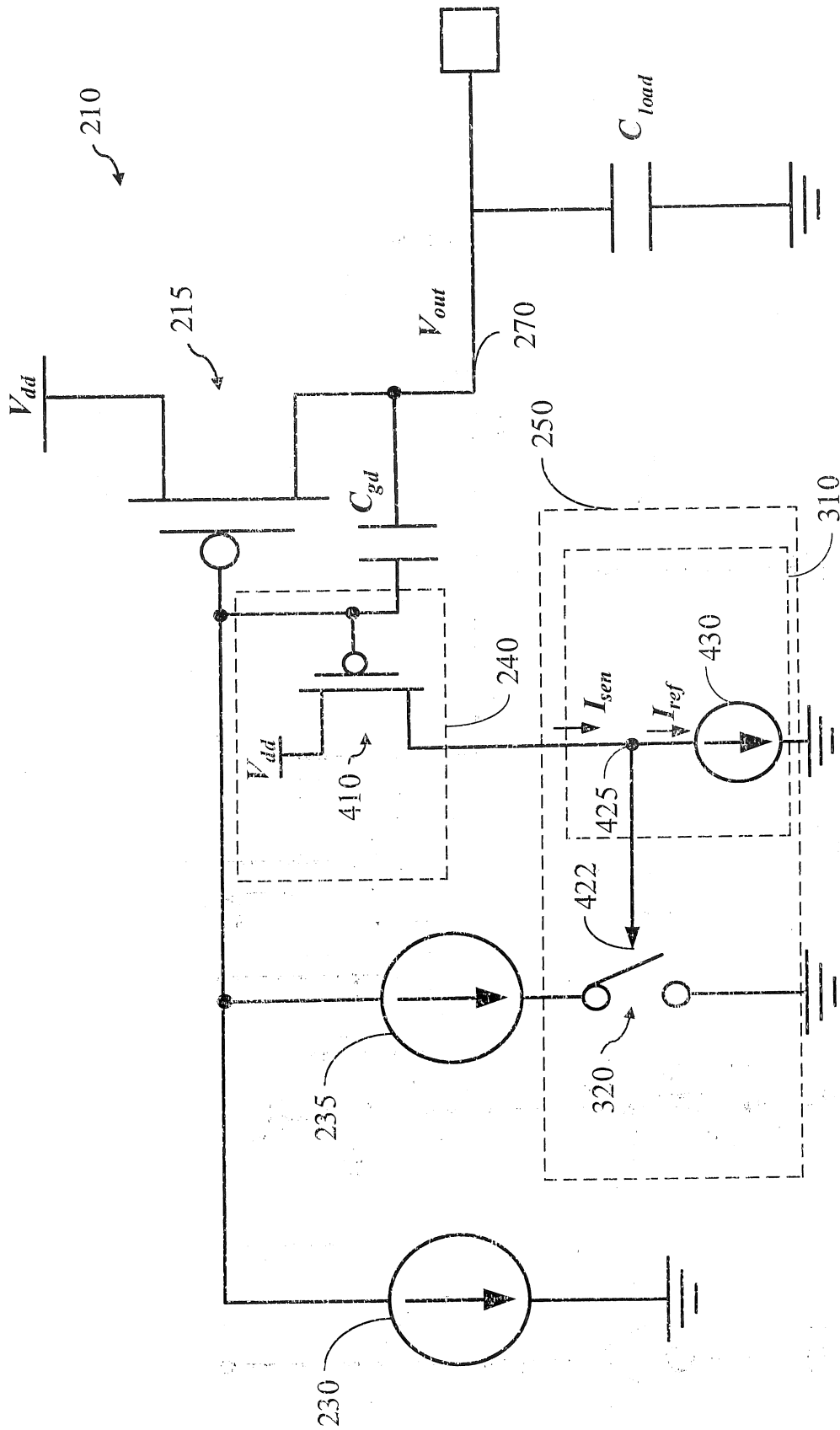


Fig.4

8/16

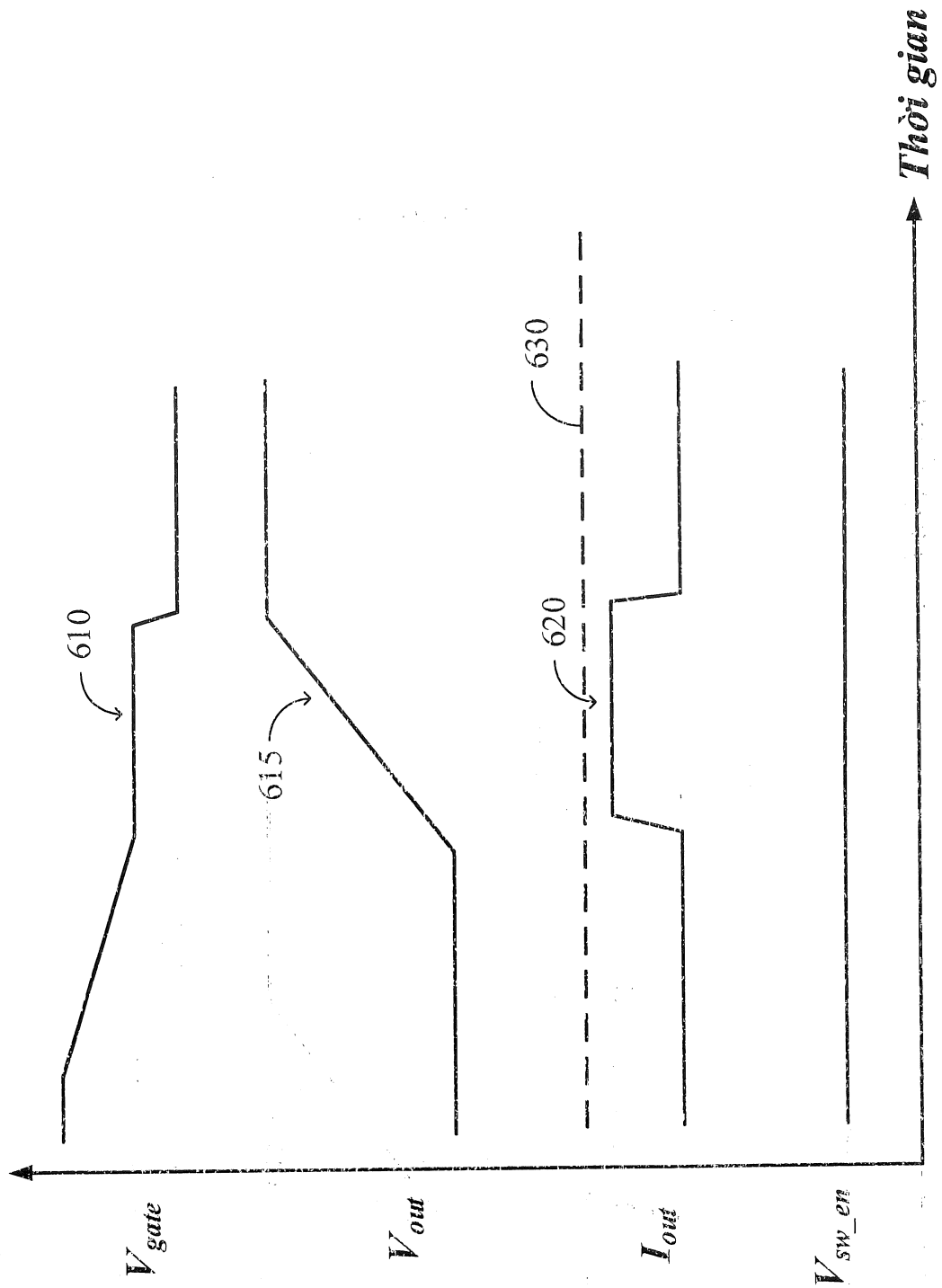


Fig.6A

9/16

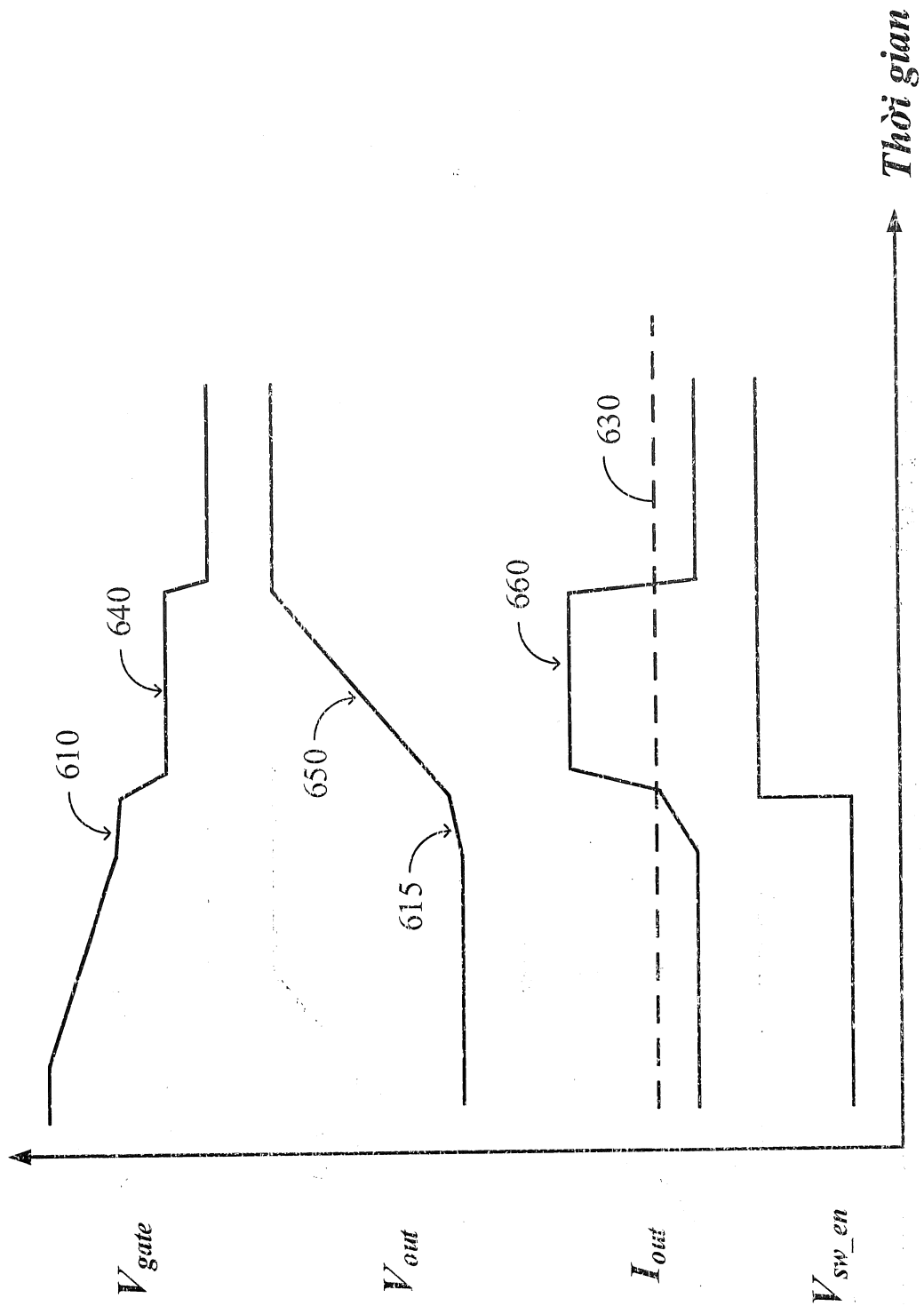


Fig.6B

10/16

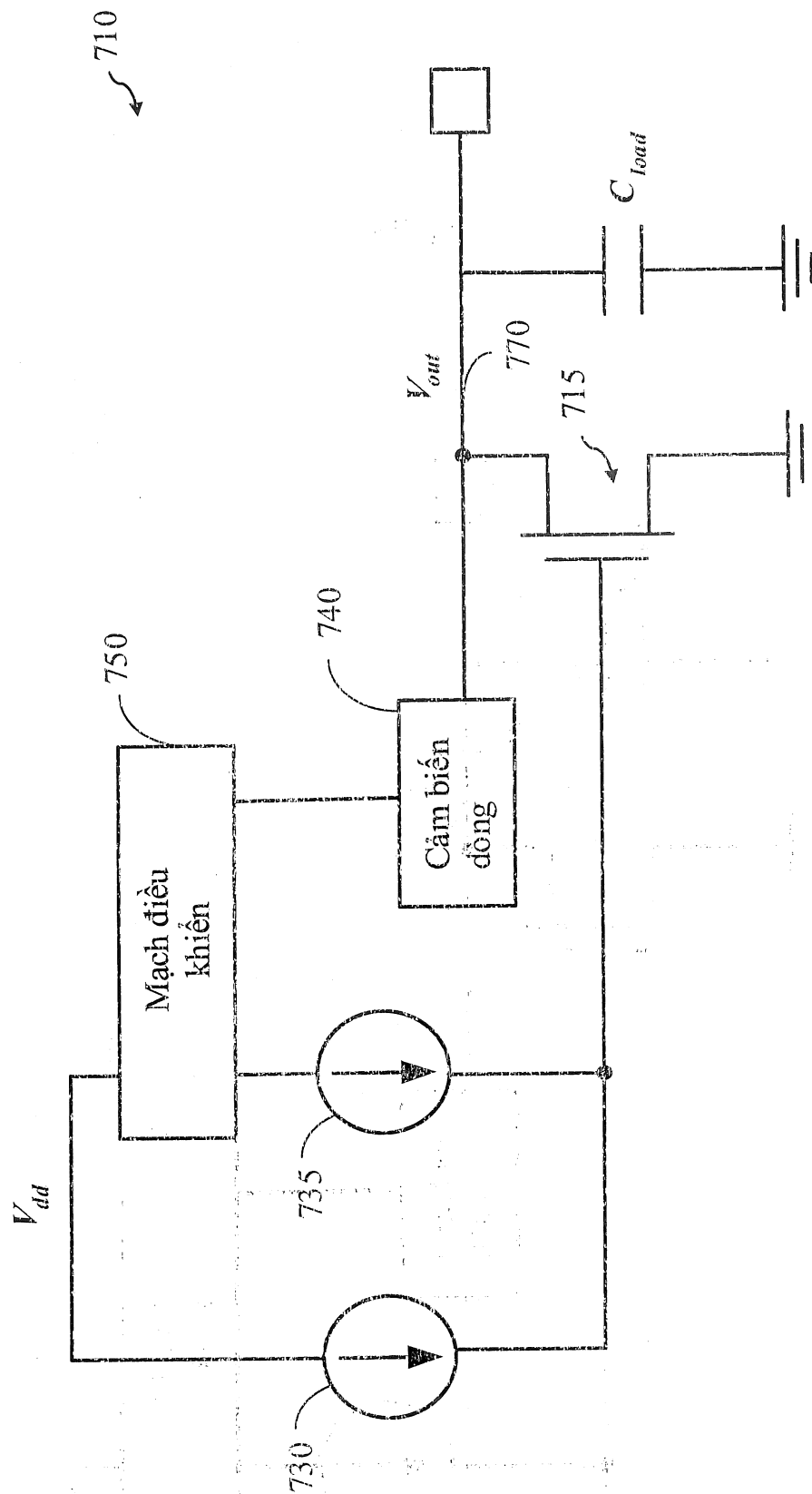


Fig.7

11/16

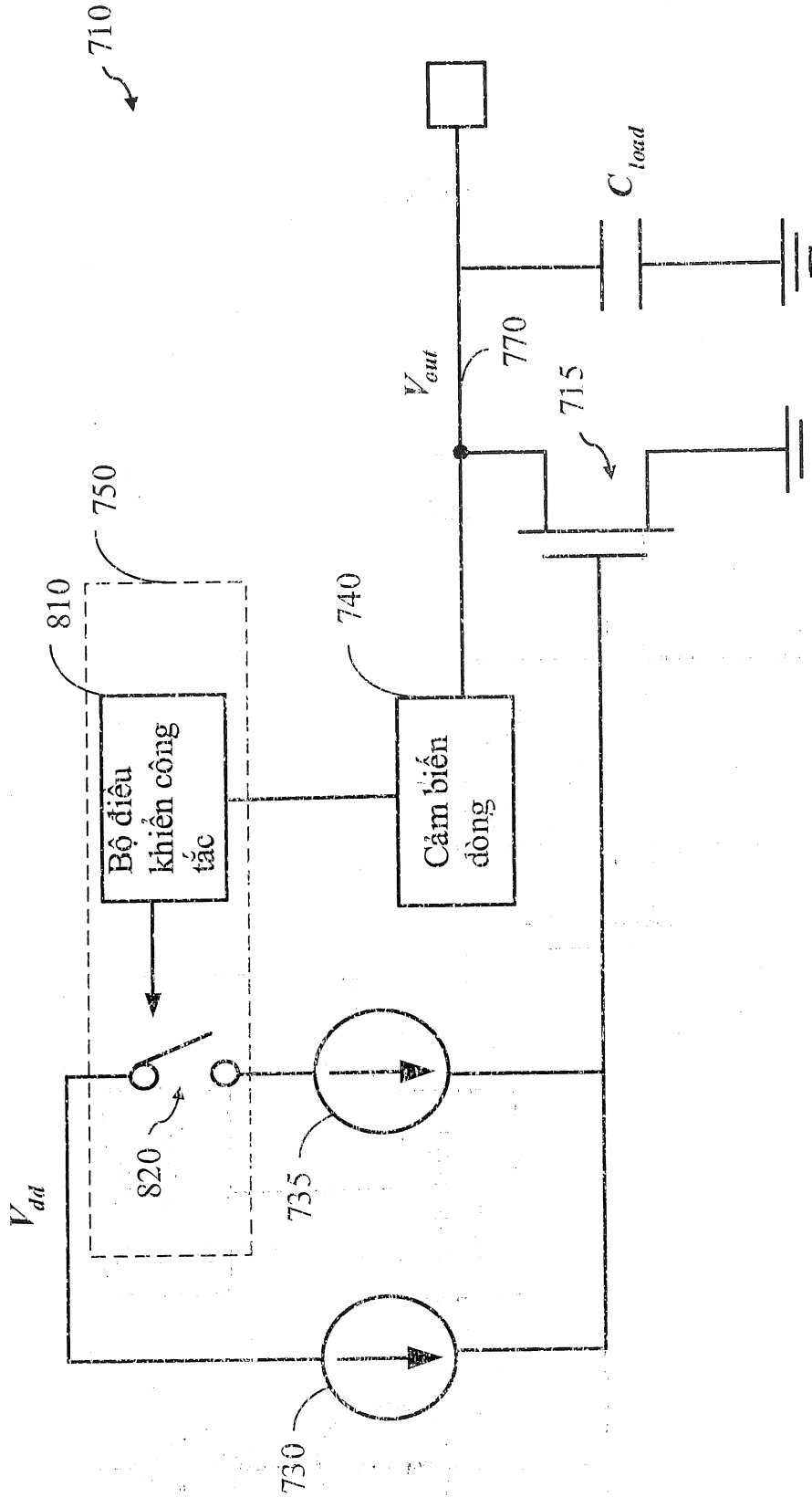


Fig. 8

12/16

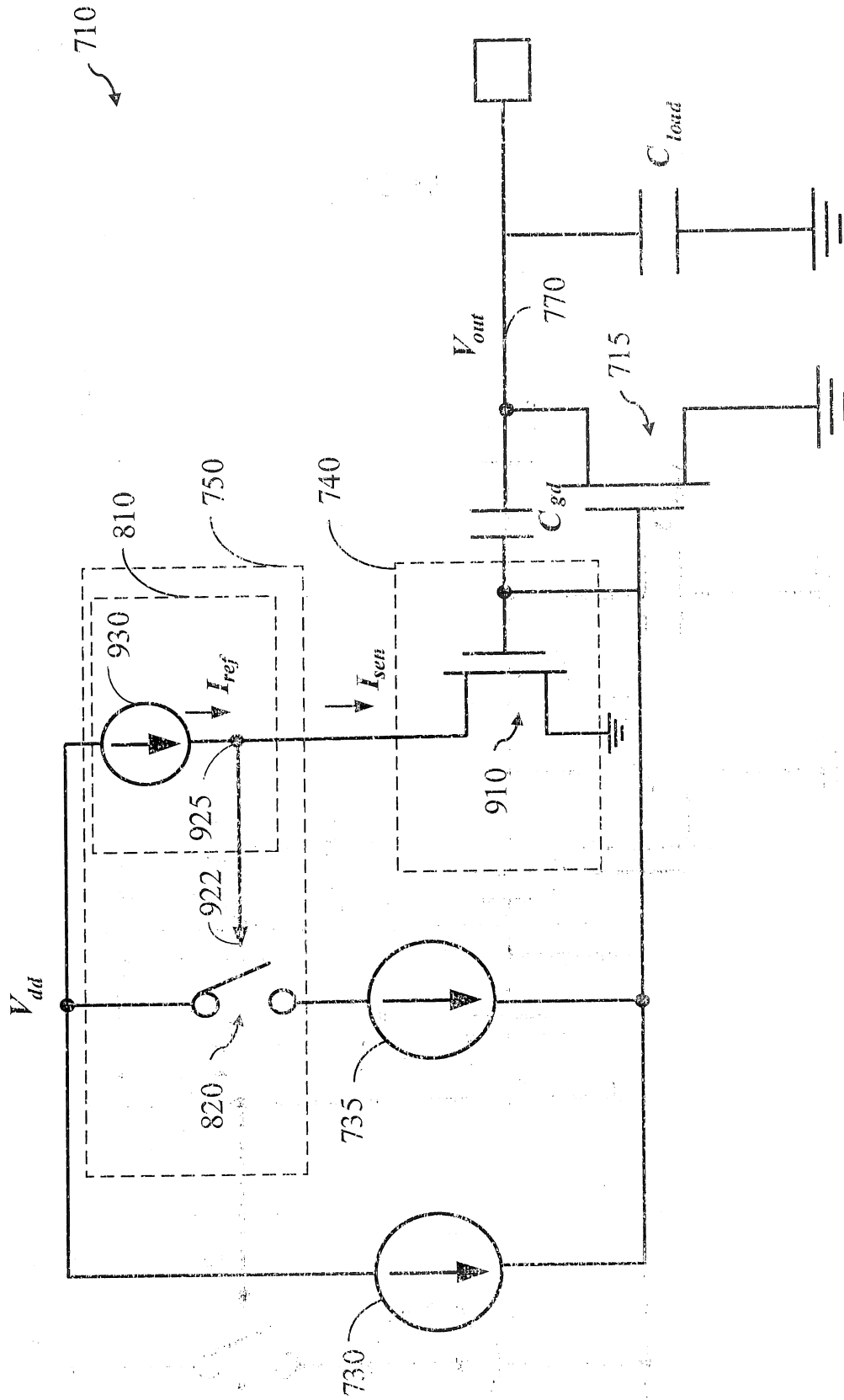


Fig. 9

13/16

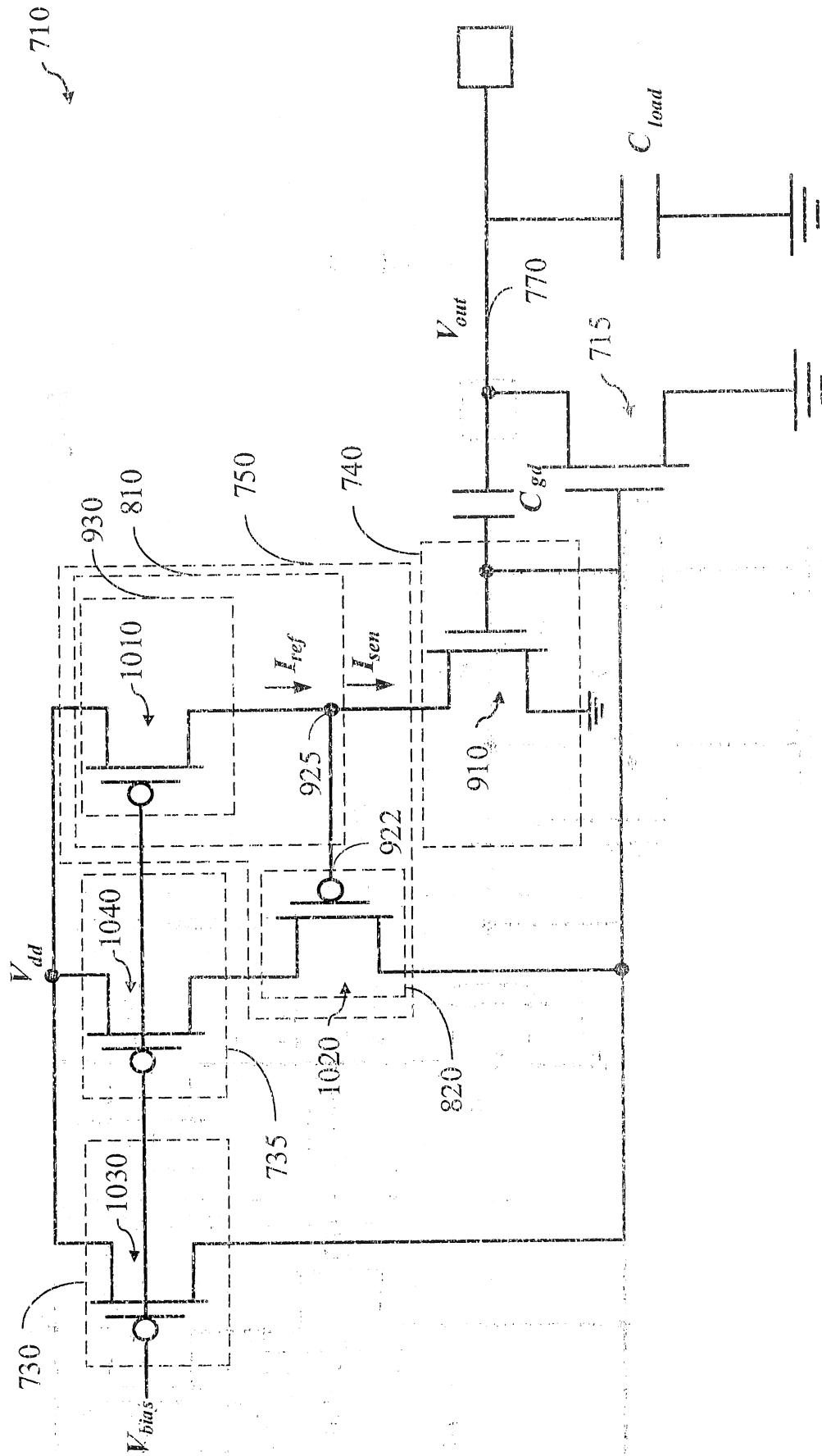


Fig.10

14/16

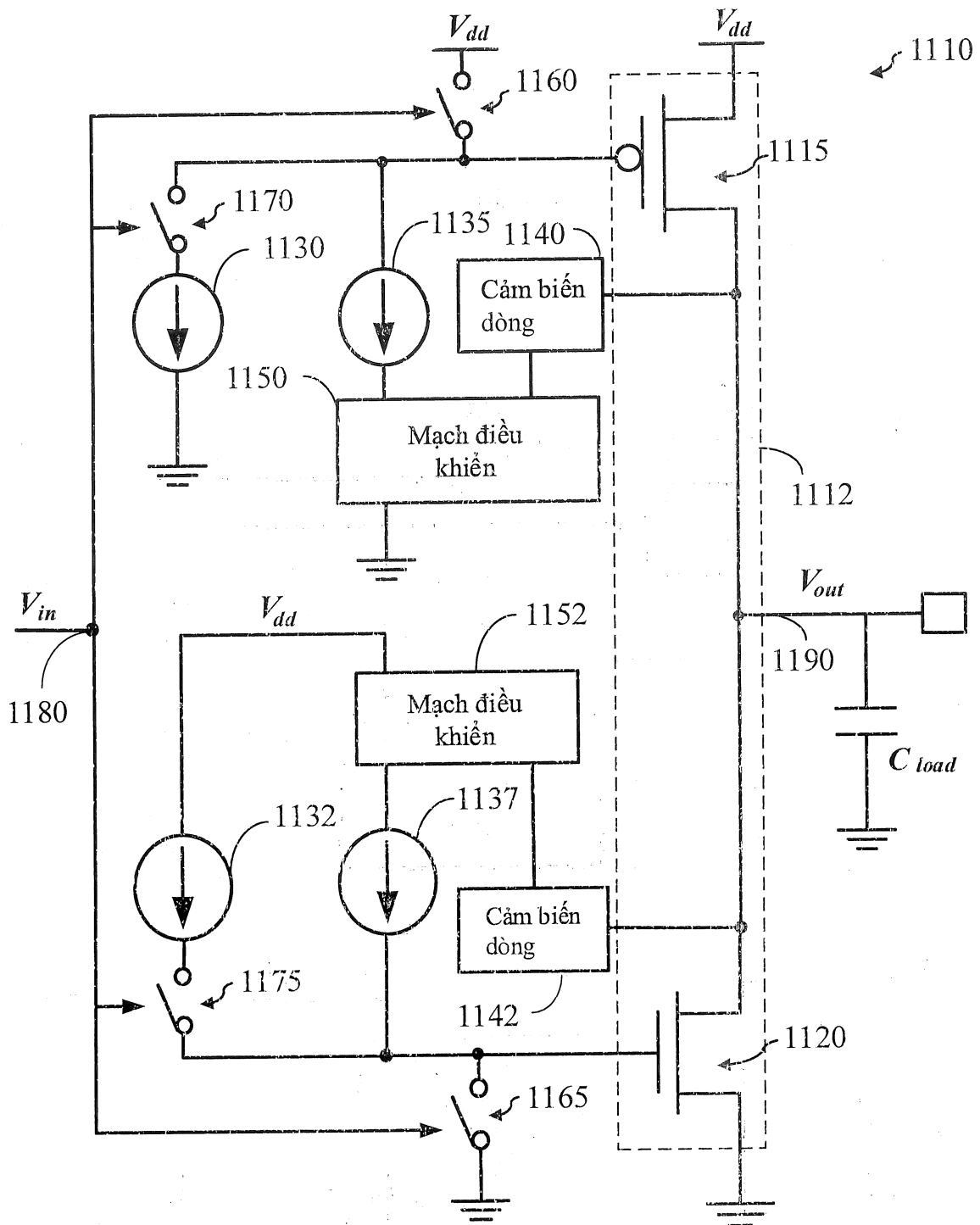


Fig.11

15/16

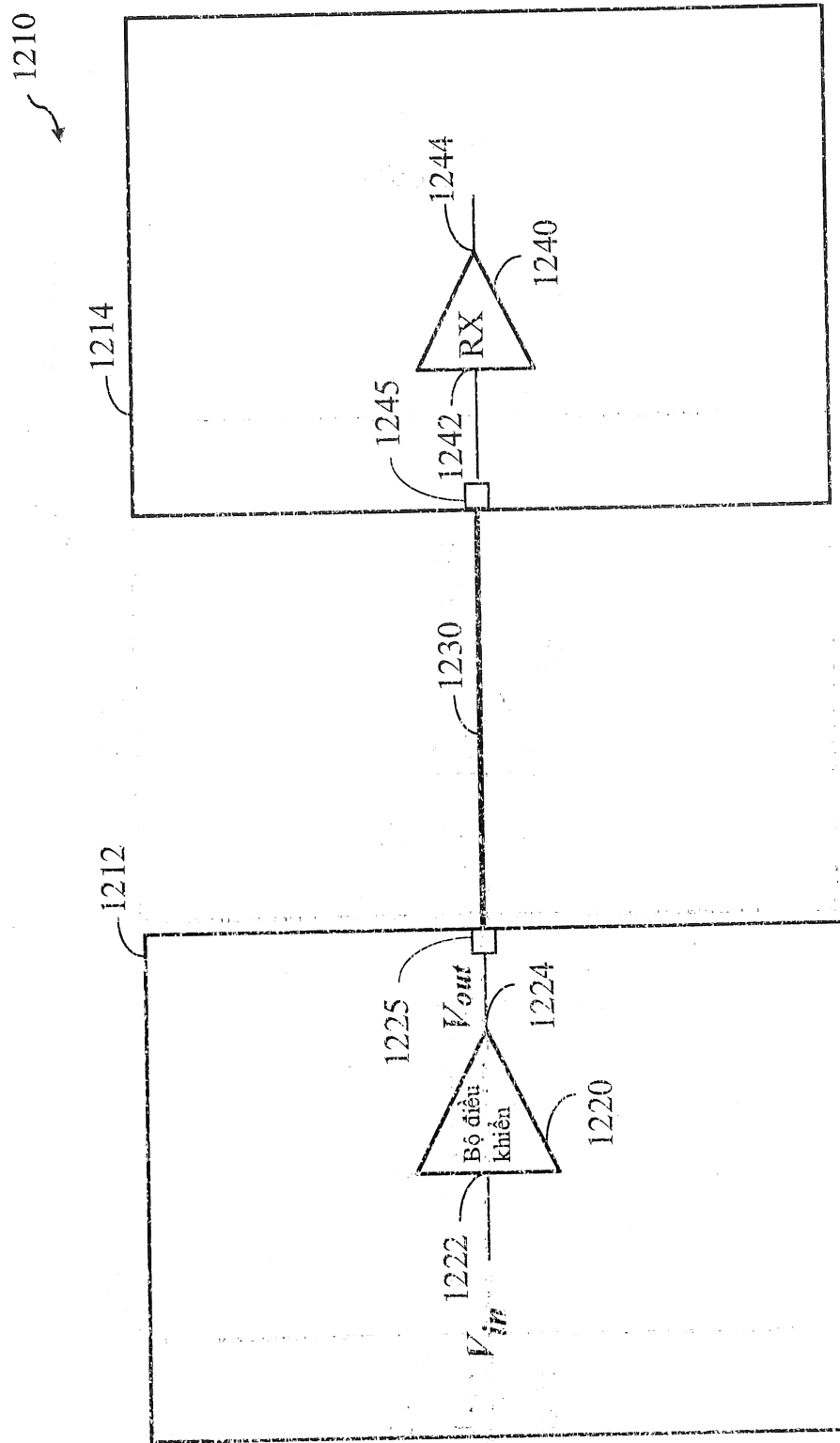


Fig.12

16/16

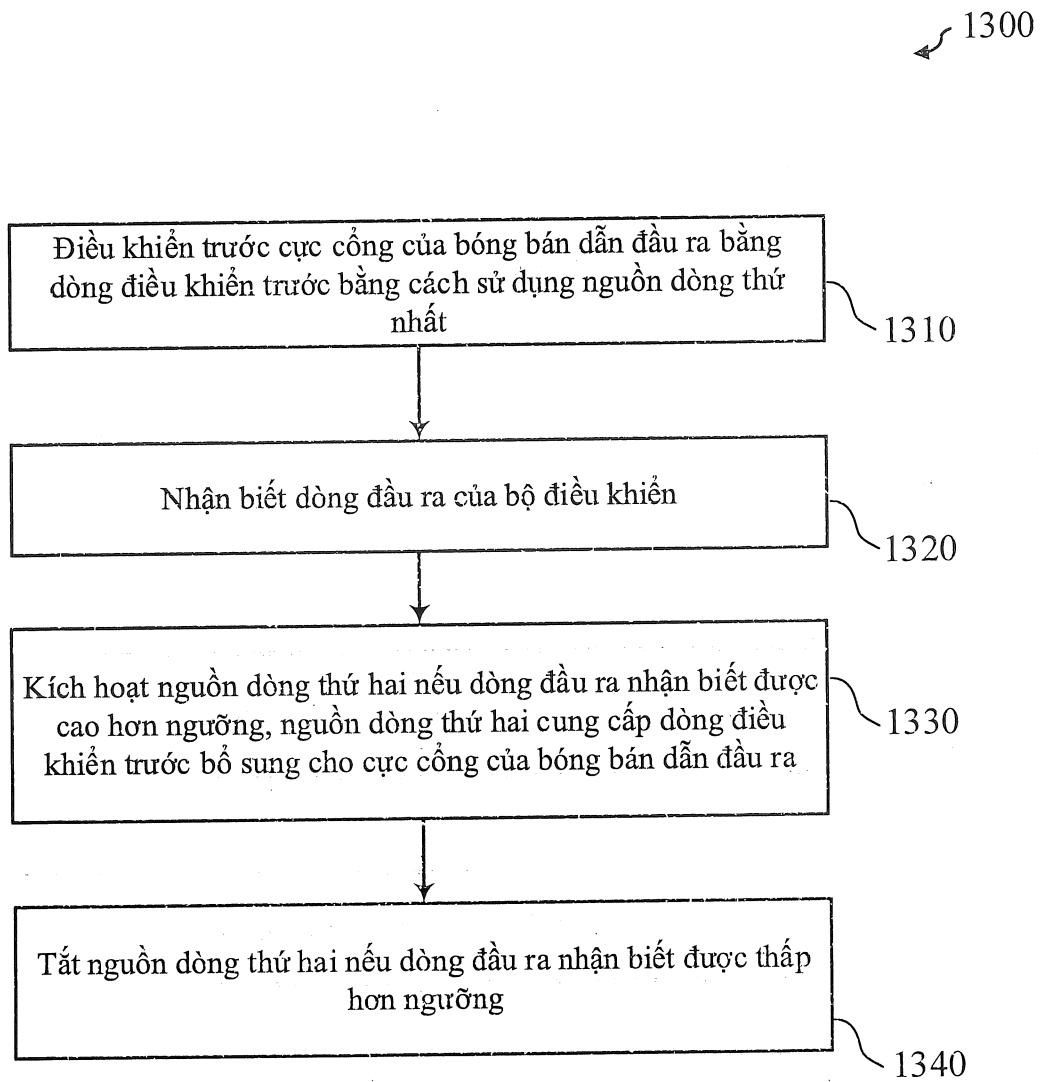


Fig.13