



(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)



1-0043769

(51)^{2020.01} **G06F 1/32**; H02M 3/158; H02M 1/08; (13) **B**
G06F 1/20; H02M 1/00

(21) 1-2020-07563

(22) 21/10/2019

(86) PCT/US2019/057154 21/10/2019

(87) WO 2020/131209 25/06/2020

(30) 16/230,440 21/12/2018 US

(45) 25/03/2025 444

(43) 27/09/2021 402A

(73) INTEL CORPORATION (US)

2200 Mission College Blvd., Santa Clara, CA 95054, United States of America

(72) NGE, Chee Lim (MY); JAIN, Amit (US); DEVAL, Anant S. (US); ANGEL, Nimrod (IL); PAILLET, Fabrice (FR); ZELIKSON, Michael (IL); RODRIGUEZ, Sergio Carlo (US).

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

(54) THIẾT BỊ VÀ HỆ THỐNG QUẢN LÝ ĐIỆN NĂNG CHỦ ĐỘNG

(21) 1-2020-07563

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp để ngăn ngừa bộ xử lý không bị tắt đột ngột bằng cách quản lý điện năng chủ động. Thiết bị này bao gồm đường cấp điện để nhận dòng điện và điện áp từ máy phát cấp điện (ví dụ, bộ chuyển đổi DC-DC và bộ điều chỉnh độ sụt áp thấp); bộ xử lý được ghép nối với đường cấp điện, trong đó bộ xử lý này hoạt động với dòng điện và điện áp được tạo ra bởi đường cấp điện; và giao diện để nhận yêu cầu điều chỉnh một hoặc nhiều tham số hiệu suất của bộ xử lý khi dòng điện được theo dõi thông qua đường cấp điện hoặc điện áp được theo dõi trên đường cấp điện lần lượt vượt dòng điện ngưỡng hoặc điện áp ngưỡng, trong đó dòng điện ngưỡng là dưới dòng điện ngưỡng đột ngột của bộ điều chỉnh điện áp, hoặc trong đó điện áp ngưỡng là trên điện áp ngưỡng đột ngột của bộ xử lý.

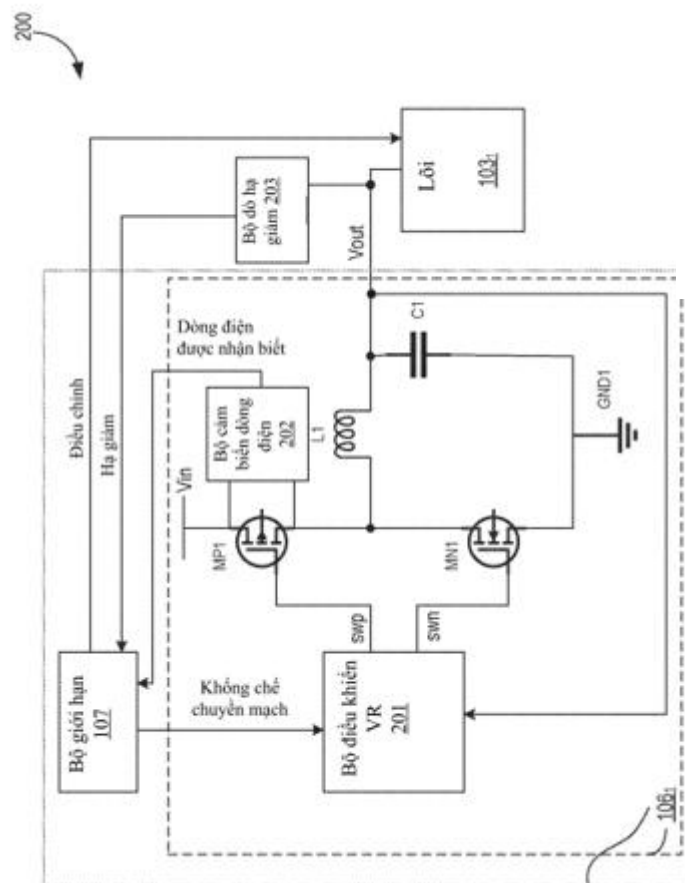


FIG. 2A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị và hệ thống quản lý điện năng chủ động.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Gần đây, công nghệ xử lý đã đạt đến giới hạn thang tỷ lệ Dennard. Để tạo ra hiệu suất cao hơn cho bộ xử lý (ví dụ, khối xử lý bằng máy tính (computer processing unit, CPU)), dòng điện cực đại (IccMax) cấp điện cho bộ xử lý cũng cần tăng lên. IccMax cao hơn cho phép tốc độ thực hiện nhanh hơn với chi phí tiêu thụ điện năng cao hơn. Tuy nhiên, hiện tại khách hàng mong muốn giảm diện tích của bảng mạch in (printed circuit board, PCB) có bộ xử lý. Mong muốn này một phần là để giảm kích thước và khối lượng của PCB để tạo ra tính linh động cho những người dùng cuối. Các bộ điều chỉnh điện áp (Voltage regulator, VR) được sử dụng để cung cấp điện năng được điều chỉnh cho bộ xử lý. Các VR truyền thống sử dụng diện tích lớn để cung cấp IccMax cao hơn, và sau đó là hiệu suất, và điều này trở thành vấn đề kỹ thuật khó giải quyết vì tạo ra hiệu suất cao hơn trong khi giảm tỷ lệ kích thước của PCB là một thách thức. Trong một số ứng dụng, bộ xử lý có thể thực hiện và chạy các ứng dụng virút tổng hợp trong thời gian kéo dài mà có thể đạt mức tiêu thụ điện năng gấp 2X so với giới hạn tải thực. Điều này có thể yêu cầu VR cung cấp dòng điện cao hơn IccMax giới hạn ứng dụng. Lý tưởng nhất là, VR được thiết kế để cung cấp IccMax cho bộ xử lý để cho phép bộ xử lý chạy các ứng dụng thực hoặc thông thường thay vì (các) ứng dụng virút. Việc thiết kế hệ thống máy tính mà có thể cho phép bộ xử lý được sản xuất theo công nghệ xử lý ngày nay, để chạy các ứng dụng virút và ứng dụng thực mà không gây ra các lỗi nghiêm trọng về độ tin cậy là một thách thức.

Phần mô tả về tình trạng kỹ thuật của sáng chế được đề xuất ở đây nhằm mục đích thể hiện chung ngữ cảnh của sáng chế. Trừ khi có quy định khác ở đây, các vật liệu được mô tả trong phần này không phải là tình trạng kỹ thuật đã biết đối với các điểm yêu cầu bảo hộ theo sáng chế này và không được thừa nhận là tình trạng kỹ thuật đã biết khi đưa vào phần này.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Thiết bị bao gồm:

máy phát cấp điện để tạo ra dòng điện và điện áp cho đường cấp điện;

lõi xử lý được ghép nối với đường cấp điện, lõi xử lý này hoạt động với dòng điện và điện áp được tạo ra bởi máy phát cấp điện;

hệ mạch để theo dõi dòng điện được tạo ra bởi máy phát cấp điện và để tạo ra tín hiệu không chế khi dòng điện vượt quá ngưỡng hiện tại;

hệ mạch để theo dõi điện áp được tạo ra bởi máy phát cấp điện và để tạo ra tín hiệu kẹt khi điện áp sụt xuống dưới ngưỡng điện áp;

hệ mạch để nhận tín hiệu không chế và tín hiệu kẹt, gửi tín hiệu điều chỉnh đến lõi xử lý khi tín hiệu không chế biểu thị dòng điện vượt quá ngưỡng dòng điện, và gửi tín hiệu điều chỉnh đến lõi xử lý khi tín hiệu kẹt biểu thị điện áp sụt xuống dưới ngưỡng điện áp; và

hệ mạch để ít nhất tắt một phần máy phát cấp điện, đáp lại tín hiệu không chế, khi dòng điện đã theo dõi vượt quá ngưỡng dòng điện, trong đó:

máy phát cấp điện bao gồm bộ chuyển mạch phía áp cao được ghép nối tiếp với bộ chuyển mạch phía áp thấp, và cuộn cảm được ghép nối ở một phía với điểm giữa bộ chuyển mạch phía áp cao của máy phát cấp điện và bộ chuyển mạch phía áp thấp và ở phía còn lại với đường cấp điện;

hệ mạch để theo dõi dòng điện được ghép nối qua cuộn cảm và bao gồm bộ khuếch đại, bộ chuyển mạch phía áp cao mẫu và nút lấy tổng;

bộ khuếch đại bao gồm hai đầu vào để dò chênh lệch điện áp qua cuộn cảm và kết xuất dòng điện trung bình của cuộn cảm;

bộ chuyển mạch phía áp cao mẫu là để bắt chước dòng điện gợn sóng của cuộn cảm; và

nút lấy tổng là để lấy tổng dòng điện trung bình và dòng điện gợn sóng để nhận biết dòng điện được tạo ra bởi máy phát cấp điện.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án của sáng chế sẽ được hiểu một cách đầy đủ hơn nhờ phần mô tả chi tiết được đưa ra dưới đây và nhờ các hình vẽ kèm theo theo các phương án khác nhau của sáng chế, mà, tuy nhiên, không nên được coi là làm giới hạn sáng chế đối với các phương án cụ thể, mà chỉ để giải thích và hiểu.

Fig.1A - Fig.1B minh họa một phần hệ thống tính toán có bộ xử lý với thiết bị quản lý điện năng chủ động tránh tắt bộ xử lý, theo một số phương án.

Fig.2A minh họa kiến trúc cấp cao của thiết bị có bộ cảm biến dòng điện qua bộ chuyển mạch phía áp cao, và bộ dò hạ giảm điện áp được sử dụng để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án.

Fig.2B minh họa kiến trúc cấp cao của thiết bị có bộ cảm biến dòng điện qua cuộn cảm, và bộ dò hạ giảm điện áp được sử dụng để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án.

Fig.3A minh họa kiến trúc cấp cao của thiết bị có bộ cảm biến dòng điện qua bộ chuyển mạch phía áp cao, bộ dò hạ giảm điện áp và bộ kẹp được sử dụng để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án.

Fig.3B minh họa kiến trúc cấp cao của thiết bị có bộ cảm biến dòng điện qua cuộn cảm, bộ dò hạ giảm điện áp, và bộ kẹp được sử dụng để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án.

Fig.4 minh họa thiết bị để tạo ra các tín hiệu điều khiển để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án.

Fig.5 minh họa thiết bị để kẹp điện áp trên đường cấp điện được ghép nối với bộ xử lý, theo một số phương án.

Fig.6 minh họa thiết bị để nhận biết hoặc đo dòng điện thông qua cuộn cảm, theo một số phương án.

Fig.7 minh họa sơ đồ định thời và đáp ứng nhất thời của thiết bị mà không có bộ kẹp điện áp và có điện dung tải đủ lớn, theo một số phương án.

Fig.8 minh họa sơ đồ định thời và đáp ứng nhất thời của thiết bị có bộ kẹp điện áp và có điện dung tải tương đối nhỏ, theo một số phương án.

Fig.9 minh họa hệ thống tính toán với thiết bị để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một số phương án mô tả thiết bị cho sự phối hợp nhanh chóng được kết hợp của các cơ chế khác nhau trong bộ điều chỉnh điện áp (VR) và hoạt động của bộ xử lý để quản lý điện năng hiệu quả và chủ động. Trong khi các phương án được mô tả dựa vào bộ chuyển đổi DC-DC giảm áp, các phương án này không bị giới hạn ở điều này. Các dạng khác của các mạch tạo điện áp chẳng hạn như các bộ điều chỉnh độ sụt áp thấp (low dropout, LDO), bộ chuyển đổi DC-DC tăng áp và dạng tương tự có thể còn được sử dụng trong hệ thống tổng thể để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý và/hoặc toàn bộ hệ thống tính toán.

Theo một số phương án, VR đi vào giới hạn hiện tại theo chu kỳ, và tạo ra tín hiệu cho bộ xử lý mà thực hiện việc điều chỉnh đáp lại các chỉ số hiệu suất nhất định vượt quá các ngưỡng định trước (hoặc lập trình được). Ví dụ, khi dòng điện thông qua bộ chuyển mạch phía áp cao của VR tăng mức dòng điện ngưỡng giữa hai chu kỳ chuyển mạch VR (hoặc số chu kỳ khác), thì khối điều khiển điện năng (power control unit, PCU) hoặc mạch logic phù hợp khác có thể lệnh cho bộ xử lý điều chỉnh tần số hoạt động của khối điều khiển này. Theo phương án này, tỷ lệ của bộ chia của vòng khóa pha (phase locked loop, PLL) được điều chỉnh để giảm tần số hoạt động của xung nhịp được sử dụng bởi bộ xử lý mà không có PLL làm mất khóa pha. Như vậy, việc điều chỉnh nhanh trong bộ xử lý được thực hiện với độ trễ tối thiểu khi VR đi vào giới hạn dòng ở mức ứng dụng thực.

Trong một số trường hợp, điện áp trên đường cấp điện tạo ra điện năng cho bộ xử lý hạ giảm khi dòng điện (hoạt tải) của bộ xử lý vượt quá mức được dự định để thực hiện ứng dụng thực trên bộ xử lý này. Theo một số phương án, thiết bị theo dõi sự hạ giảm điện áp (voltage droop) và khi điện áp sụt xuống dưới ngưỡng nhất định, thì PCU hoặc hệ mạch quản lý điện năng thích hợp khác bất kỳ có thể gửi tín hiệu đến bộ xử lý điều chỉnh tần số hoạt động của nó để giảm tải trước khi xảy ra sự hạ giảm hoàn toàn. Theo một số phương án, sự xuất hiện của sự hạ giảm điện áp hoặc tăng đột ngột dòng điện được ước tính dựa vào việc thực hiện ứng dụng thực trên bộ xử lý. Ví dụ, việc thực hiện suy đoán các lệnh nhất định hoặc lệnh khác trong đường ống có thể tạo ra chỉ báo rằng sự hạ giảm điện áp có thể xảy ra và vì vậy bộ xử lý có thể muốn điều chỉnh tần số của nó để tránh VR có thể bị tắt và do đó tắt hệ thống xử lý.

Các tín hiệu này từ PCU hoặc các mạch quản lý điện năng đến bộ xử lý không chỉ đơn thuần là (các) cảnh báo, mà là một phần của cơ chế mà cho phép VR được thiết kế đối với định mức dòng điện thấp. Theo một số phương án, khi sự hạ giảm lớn xảy ra, thì điện dung tách rời hoặc theo cách khác là mạch kẹp hỗ trợ điện áp trên đường cấp điện trong thời gian tải vượt quá giới hạn đỉnh điện áp/dòng điện VR. Như vậy, VR có thể được thiết kế để hoạt động nhằm cung cấp điện năng cho ứng dụng thực trong khi cho phép các thời lượng ngắn đối với điện năng đỉnh của bộ xử lý. Các hiệu quả kỹ thuật khác sẽ thể hiện rõ ràng nhờ các phương án và hình vẽ khác nhau.

Trong phần mô tả sau, nhiều chi tiết được thảo luận để cung cấp phần giải thích toàn diện hơn về các phương án của sáng chế. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rõ ràng rằng các phương án của sáng chế có thể được thực hiện mà không có các chi tiết cụ thể này. Trong các trường hợp khác, các cấu trúc

và thiết bị đã biết được thể hiện dưới dạng sơ đồ khối, thay vì một cách chi tiết, để tránh làm khó hiểu các phương án của sáng chế.

Lưu ý rằng trên các hình vẽ tương ứng theo các phương án, các tín hiệu được điều khiển bằng các đường. Một số đường có thể dày hơn, để biểu thị nhiều đường dẫn tín hiệu tạo thành hơn, và/hoặc có các mũi tên ở một hoặc nhiều đầu, để biểu thị hướng luồng thông tin chính. Các chỉ báo này không nhằm làm giới hạn. Thay vào đó, các đường được sử dụng liên quan đến một hoặc nhiều phương án làm ví dụ để tạo điều kiện hiểu dễ dàng hơn về mạch hoặc khối logic. Tín hiệu được thể hiện bất kỳ, theo các nhu cầu hoặc sở thích về thiết kế, có thể thực sự bao gồm một hoặc nhiều tín hiệu mà có thể di chuyển theo một trong hai hướng và có thể được thực hiện bằng kiểu sơ đồ tín hiệu thích hợp bất kỳ.

Nói chung, thuật ngữ “thiết bị” có thể đề cập đến thiết bị theo ngữ cảnh sử dụng của thuật ngữ đó. Ví dụ, thiết bị có thể đề cập đến chồng các lớp hoặc cấu trúc, một lớp hoặc cấu trúc duy nhất, sự kết nối của các cấu trúc khác nhau có các phần tử hoạt động và/hoặc thụ động, v.v. Nói chung, thiết bị là cấu trúc ba chiều với mặt phẳng dọc theo hướng x-y và chiều cao dọc theo hướng z của hệ tọa độ Descartes x-y-z. Mặt phẳng của thiết bị có thể còn là mặt phẳng của thiết bị mà còn bao gồm thiết bị.

Trong toàn bộ bản mô tả, và theo các điểm yêu cầu bảo hộ, thuật ngữ “được nối” có nghĩa là sự kết nối trực tiếp, chẳng hạn như sự kết nối điện, cơ học hoặc từ tính giữa những thứ mà được kết nối mà không có các thiết bị trung gian bất kỳ.

Thuật ngữ “được ghép nối” có nghĩa là sự kết nối trực tiếp hoặc gián tiếp, chẳng hạn như sự kết nối điện, cơ học hoặc từ tính trực tiếp giữa các vật mà được nối hoặc kết nối gián tiếp, thông qua một hoặc nhiều thiết bị trung gian thụ động hoặc hoạt động.

Thuật ngữ “liền kề” ở đây nói chung đề cập đến vị trí của vật đang bên cạnh (ví dụ, ngay cạnh hoặc gần với một hoặc nhiều vật giữa chúng) hoặc liền kề với vật khác (ví dụ, tiếp giáp với vật này).

Thuật ngữ “mạch” hoặc “môđun” có thể đề cập đến một hoặc nhiều thành phần thụ động và/hoặc chủ động mà được bố trí để kết hợp với thành phần khác để tạo ra chức năng mong muốn.

Thuật ngữ “tín hiệu” có thể đề cập đến ít nhất một tín hiệu dòng điện, tín hiệu điện áp, tín hiệu từ tính hoặc tín hiệu dữ liệu/khoá. Ý nghĩa của “a”, “an” và “the” bao gồm các tham chiếu số nhiều. Ý nghĩa của “trong” bao gồm “trong” và “trên”.

Thuật ngữ “định tỷ lệ” nói chung đề cập đến việc chuyển đổi thiết kế (sơ đồ và bố cục) từ một công nghệ xử lý này sang công nghệ xử lý khác và sau đó được giảm

theo diện tích bố trí. Thuật ngữ “định tỷ lệ” nói chung còn đề cập đến việc thu nhỏ bộ cục và các thiết bị trong cùng nút công nghệ. Thuật ngữ “định tỷ lệ” này có thể còn đề cập đến việc điều chỉnh (ví dụ, làm chậm hoặc tăng tốc độ – nghĩa là, lần lượt là giảm tỷ lệ hoặc tăng tỷ lệ) của tần số tín hiệu liên quan đến tham số khác, ví dụ, mức cấp điện.

Các thuật ngữ “gần như”, “suýt soát”, “xấp xỉ”, “gần” và “khoảng”, nói chung đề cập đến nằm trong khoảng $\pm 10\%$ giá trị đích. Ví dụ, trừ khi có quy định khác theo ngữ cảnh rõ ràng về việc sử dụng các thuật ngữ này, các thuật ngữ “gần như bằng”, “bằng khoảng” và “xấp xỉ bằng” có nghĩa là không có nhiều hơn sự thay đổi ngẫu nhiên giữa các vật được mô tả. Trong lĩnh vực kỹ thuật này, sự thay đổi này thường không nhiều hơn $\pm 10\%$ giá trị đích định trước.

Trừ khi có quy định khác, việc sử dụng các tính từ theo thứ tự “thứ nhất”, “thứ hai” và “thứ ba”, v.v., để mô tả đối tượng chung, chỉ biểu thị rằng các trường hợp khác nhau về các đối tượng tương tự đang đề cập đến, và không nhằm ngụ ý rằng các đối tượng được mô tả như vậy phải tuân theo trình tự đã cho, hoặc theo thời gian, không gian, theo cách sắp xếp hoặc cách khác bất kỳ.

Đối với các mục đích của sáng chế, các cụm từ “A và/hoặc B” và “A hoặc B” có nghĩa là (A), (B) hoặc (A và B). Đối với các mục đích của sáng chế, cụm từ “A, B, và/hoặc C” có nghĩa là (A), (B), (C), (A và B), (A và C), (B và C) hoặc (A, B và C).

Các thuật ngữ “bên trái”, “bên phải”, “phía trước”, “phía sau”, “trên cùng”, “dưới cùng”, “trên”, “dưới” và thuật ngữ tương tự trong phần mô tả và theo các điểm yêu cầu bảo hộ, nếu có, được sử dụng để nhằm mục đích mô tả và không nhất thiết để mô tả các vị trí tương đối cố định. Ví dụ, các thuật ngữ “trên”, “dưới”, “phía trước”, “phía sau”, “trên cùng”, “dưới cùng”, “trên”, “dưới” và “nằm trên” được sử dụng ở đây đề cập đến vị trí tương đối của một thành phần, cấu trúc hoặc vật liệu so với các thành phần, cấu trúc hoặc vật liệu được tham chiếu khác trong thiết bị, trong đó các mối quan hệ vật lý này là đáng lưu ý. Các thuật ngữ này được sử dụng ở đây chỉ nhằm mục đích mô tả và chủ yếu nằm trong ngữ cảnh của trục z của thiết bị và do đó có thể liên quan đến định hướng của thiết bị.

Thuật ngữ “giữa” có thể được sử dụng theo ngữ cảnh của trục z, trục x hoặc trục y của thiết bị. Thiết bị mà nằm giữa hai thiết bị khác có thể được nối trực tiếp với một hoặc cả hai trong số các thiết bị này, hoặc thiết bị này có thể được tách rời khỏi cả hai trong số hai thiết bị khác bởi một hoặc nhiều thiết bị xen giữa.

Ở đây, thuật ngữ “đầu sau” nói chung đề cập đến phần khuôn đối diện với “đầu trước” và trong đó gói mạch tích hợp (integrated circuit, IC) ghép nối với mẫu nối khuôn

IC. Ví dụ, các lớp kim loại mức cao (ví dụ, lớp kim loại 6 và ở trên trong khuôn xếp chồng mười kim loại) và các lỗ dẫn tương ứng mà gần hơn với gói khuôn được xem là một phần đầu sau của khuôn. Ngược lại, thuật ngữ “đầu trước” nói chung đề cập đến phần khuôn mà bao gồm vùng hoạt động (ví dụ, trong đó các tranzito được sản xuất) và các lớp kim loại mức thấp và các lỗ dẫn tương ứng mà gần hơn với vùng hoạt động (ví dụ, lớp kim loại 5 và ở dưới trong ví dụ về khuôn xếp chồng mười kim loại).

Chỉ được ra rằng các bộ phận trên các hình vẽ có các số chỉ dẫn (hoặc các tên gọi) giống với các bộ phận trên hình vẽ khác bất kỳ có thể vận hành hoặc hoạt động theo cách bất kỳ tương tự với cách được mô tả, nhưng không bị giới hạn ở điều này.

Fig.1A minh họa một phần hệ thống tính toán 100 có bộ xử lý với thiết bị quản lý điện năng chủ động, theo một số phương án. Theo một số phương án, hệ thống 100 còn bao gồm bộ xử lý 101 được ghép nối với mạch tích hợp quản lý điện năng (power management integrated circuit, PMIC) 102. Bộ xử lý 101 có thể là bộ xử lý bất kỳ mà được sử dụng để chạy các ứng dụng. Ví dụ, bộ xử lý 101 có thể là khối xử lý trung tâm (central processing unit, CPU), hệ thống trên chip (system-on-chip, SOC), bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor, DSP), mạch tích hợp dùng cho ứng dụng cụ thể (application specific integrated circuit, ASIC), bộ xử lý đa khuôn (ví dụ, nhiều khuôn được nối với nhau theo từng phía và/hoặc trong ngăn xếp dọc), v.v.

Theo một số phương án, PMIC 102 nhận việc xác định điện áp từ bộ xử lý 101 và cung cấp nguồn cấp điện đầu vào cho bộ xử lý 101. Sau đó, nguồn cấp điện đầu vào này được sử dụng bởi các mạch tạo điện năng khác nhau để tạo ra các nguồn cấp điện được điều chỉnh điều khiển được. Theo một số phương án, PMIC 102 được tích hợp trong bộ xử lý 101.

Theo một số phương án, bộ xử lý 101 còn bao gồm một hoặc nhiều lõi xử lý. Ở đây, N lõi được thể hiện dưới dạng 103_{1-n} , trong đó ‘n’ là số nguyên. Theo một số phương án, mỗi lõi được ghép cặp với bộ nhớ đệm tương ứng. Ví dụ, lõi 103_1 được ghép cặp với bộ nhớ đệm 104_1 , lõi 103_2 được ghép cặp với bộ nhớ đệm 104_2 , lõi 103_{n-1} được ghép cặp với bộ nhớ đệm 104_{n-1} và lõi 103_n được ghép cặp với bộ nhớ đệm 104_n . Theo một số phương án, các lõi 103_{1-n} được ghép nối với bộ nhớ đệm chia sẻ (không được thể hiện trên hình vẽ). Theo các phương án khác nhau, mỗi lõi được ghép nối với máy phát hoặc bộ điều chỉnh điện năng được kết hợp để cung cấp điện năng điều khiển được cho lõi đó. Theo một số phương án, toàn bộ bộ xử lý 101 được cấp năng lượng bởi một hoặc nhiều bộ điều chỉnh điện năng thay vì các bộ điều chỉnh chuyên dụng trên mỗi lõi. Theo một số phương án, các khối logic chính chẳng hạn như các lõi, bộ nhớ đệm, I/O, cầu

chì, có các bộ điều chỉnh điện áp tương ứng của chúng để điều khiển điện năng cấp cho chúng.

Theo một số phương án, bộ xử lý 101 còn bao gồm khối điều khiển điện năng (PCU) 105 để quản lý mức tiêu thụ điện năng của bộ xử lý 101 theo các điều kiện hoạt động khác nhau. Ví dụ, PCU 105 theo dõi (các) nhiệt độ của các phần khác nhau của bộ xử lý 101 và hạ điện áp hoặc tần số hoạt động đáp lại nhiệt độ tăng. Theo một số phương án, bộ xử lý 101 còn bao gồm hệ mạch giới hạn 107 mà theo dõi các chỉ số hiệu suất khác nhau (ví dụ, dòng điện đầu ra, điện áp đầu ra, nhiệt độ, tần số chuyển mạch, v.v.) của các VR và sau đó phát ra một hoặc nhiều tín hiệu điều khiển để khiến các VR thay đổi hành vi của chúng để tránh việc vô tình tắt bộ xử lý 101. Theo một số phương án, những sự điều khiển từ bộ giới hạn 107 nhận được trực tiếp bởi (các) VR 106. Để không làm khó hiểu các phương án, (các) VR 106_{1-n} còn được gọi là VR 106 mà có thể đề cập đến một VR hoặc nhiều VR cùng nhau tùy thuộc vào ngữ cảnh của câu. Theo một số phương án, những sự điều khiển từ bộ giới hạn 107 được xử lý bởi PCU 105 mà sau đó cấp những sự điều khiển này cho các VR khác nhau và các phần khác của bộ xử lý 101.

Theo một số phương án, bộ giới hạn 107 và/hoặc PCU 105 giảm các giới hạn về thiết kế của (các) VR 106 đến giá trị ngưỡng của mức tiêu thụ ứng dụng, trong đó ứng dụng được thực hiện trên một hoặc nhiều lõi của bộ xử lý 101. Như vậy, bộ giới hạn 107 đảm bảo rằng giới hạn về thiết kế của (các) VR 106 không bị vượt quá khi ứng dụng thực hiện. Ví dụ, bộ giới hạn 107 có thể lệnh cho (các) VR tắt tranzito hiệu ứng trường (field effect transistor, FET) phía áp cao của VR 106 khi dòng điện được tạo ra bởi VR 106 cao hơn dòng điện ngưỡng. Một lý do khiến dòng điện tăng nhu cầu lớn hơn do tải của VR 106. Để ngăn chặn sự cố nghiêm trọng mà có thể bắt nguồn từ việc dừng đột ngột dòng cung cấp, thì hai biện pháp bổ sung được sử dụng theo các phương án khác nhau. Theo một số phương án, một hoặc nhiều lõi 104_{1-n} được điều chỉnh để giảm mức tiêu thụ điện năng hoặc nhu cầu trong thời gian ngắn. Theo một số phương án, hệ mạch điện năng thay thế được sử dụng để hỗ trợ nhu cầu về dòng điện trên ngưỡng.

Ví dụ sau được minh họa dựa vào VR 106₁ và lõi 103₁, trong đó VR là bộ chuyển đổi DC-DC giảm áp kiểu chuyển mạch được ghép nối với cuộn cảm và tụ điện tải. Tuy nhiên, ví dụ được áp dụng cho các VR, lõi khác và các kiến trúc khác trong đó VR được sử dụng để cung cấp điện năng cho khối xử lý. Theo một số phương án, hệ mạch giới hạn 107 dò dòng điện của cuộn cảm từ VR 106₁ đã vượt quá mức ngưỡng được xác định trước, và làm giới hạn dòng điện thông qua cuộn cảm bằng cách tắt tranzito phía áp cao của VR 106₁. Khi dòng điện của cuộn cảm bị giới hạn, thì VR 106₁ gửi tín hiệu điều

chỉnh nhanh qua bộ giới hạn 107 (hoặc PCU 105) đến bộ xử lý 101 để bắt đầu giảm mức tiêu thụ điện năng. Theo một số phương án, nguồn điện năng thay thế (ví dụ, VR điện áp cao hơn hiện có trên nền tảng) được sử dụng để cung cấp điện tích bổ sung mà được tiêu thụ bởi bộ xử lý 101 từ thời điểm FET cao của VR 106 được tắt cho đến khi điều chỉnh những gì xảy ra bằng cách sử dụng mạch kẹp điện áp. Như vậy, tránh được điện áp đầu ra của VR 106₁ sụt xuống dưới mức cực kỳ thấp.

Fig.1B minh họa kiến trúc 120 trong đó VR 106 nằm ở bên ngoài bộ xử lý 101 và cung cấp điện năng cho toàn bộ bộ xử lý 101 thông qua đường cấp điện Vout. Trong ví dụ này, bộ giới hạn 107 được tích hợp trong PMIC 102 cùng với VR 106. Trong khi các biên của các mạch khác nhau được thể hiện, các biên này chỉ là các ví dụ. Ví dụ, bộ giới hạn 107 có thể nằm trong biên mạch của VR 106. Trong ví dụ khác, bộ giới hạn 107 có thể nằm bên trong PCU 105. Trong một ví dụ, như được thể hiện trên Fig.1B, bộ giới hạn 107 là một phần của PMIC 102 mà còn bao gồm VR 106. Trong ví dụ này, việc nối thông giữa bộ giới hạn 107 và/hoặc PCU 105 với VR 106 qua PMIC 102. Các vị trí khác của VR 106 cũng được dự tính. Ví dụ, bộ xử lý 101 có thể có các VR trên khuôn bên trong chẳng hạn như các VR 106_{1-n} và VR bên trong 106.

Fig.2A minh họa kiến trúc cấp cao 200 của thiết bị có bộ cảm biến dòng điện qua bộ chuyển mạch phía áp cao, và bộ dò hạ giảm điện áp được sử dụng để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án. Kiến trúc 200 bao gồm VR 106₁ có bộ điều khiển VR 201 và bộ cảm biến dòng điện 202, bộ chuyển mạch phía áp cao MP1, bộ chuyển mạch phía áp thấp MN1, cuộn cảm L1, tụ điện C1 và đường cấp điện Vout. Trong khi cuộn cảm L1, tụ điện C1 và bộ cảm biến dòng điện 202 được thể hiện nằm trong biên gạch chấm của VR 106₁, thành phần bất kỳ trong số các thành phần này có thể nằm trong hoặc bên ngoài biên VR. Theo một số phương án, kiến trúc 200 còn bao gồm bộ dò hạ giảm điện áp 203 được ghép nối với bộ giới hạn 107 và lõi 103₁. Trong khi bộ dò hạ giảm 203 được minh họa bên ngoài của biên VR 106₁ và bên ngoài của lõi 103₁, thì bộ dò hạ giảm 203 có thể nằm bên trong VR 106₁ hoặc bên trong lõi 103₁. Tương tự như vậy, bộ giới hạn 107 có thể là một phần của VR 106₁ thay vì nằm bên ngoài của VR 106₁, theo một số phương án.

Theo một số phương án, bộ điều khiển VR 201 lần lượt bao gồm mạch logic và hệ mạch để điều khiển việc chuyển mạch bộ chuyển mạch phía áp thấp MN1 và bộ chuyển mạch phía áp cao MP1 qua các tín hiệu chuyển mạch sw_n và sw_p. Bộ điều khiển VR 201 theo dõi điện áp trên đường cấp điện (hoặc nút) Vout và điều chỉnh chu kỳ làm việc của tín hiệu điều biến độ rộng xung (pulse width modulation, PWM) (không được

thể hiện trên hình vẽ) mà được sử dụng để tạo ra các tín hiệu chuyển mạch swp và swp. Chu kỳ làm việc của tín hiệu PWM được điều chỉnh để cho phép điện áp Vout ở mức được dự kiến so với điện áp tham chiếu.

Theo một số phương án, bộ cảm biến dòng điện 202 được ghép nối với bộ chuyển mạch phía áp cao MP1 để nhận biết và/hoặc đo dòng điện thông qua bộ chuyển mạch phía áp cao MP1 này. Ở đây, bộ chuyển mạch phía áp cao MP1 được điều khiển bởi tín hiệu chuyển mạch swp trong khi bộ chuyển mạch phía áp thấp MN1 được điều khiển bởi tín hiệu chuyển mạch swp. Theo một số phương án, bộ cảm biến dòng điện 202 đo và nhận biết dòng điện tức thời của tranzito phía áp cao của bộ chuyển đổi giảm áp MP1. Việc đo dòng điện của tranzito phía áp cao MP1 (ví dụ, dòng điện cực máng) cũng sẽ đo dòng điện cực đại của cuộn cảm L1. Dòng điện đã đo này (ở đây còn được gọi là IccMax) sau đó được so sánh với dòng điện ngưỡng bởi bộ giới hạn 107. Khi dòng điện đã đo vượt quá mức có thể bảo hòa cuộn cảm L1 của bộ chuyển đổi giảm áp (ở đây, mức độ dòng điện mà làm bão hòa L1 được gọi là IccMax), bộ giới hạn 107 gửi tín hiệu không chế chuyển mạch đến bộ điều khiển VR 201 để khiến tranzito phía áp cao MP1 được tắt. Ví dụ, tín hiệu swp buộc phải ở mức Vin (hoặc nguồn cấp khác bất kỳ) khi tín hiệu không chế chuyển mạch được xác nhận.

Theo một số phương án, bộ cảm biến dòng điện 202 được thực hiện bằng cách sử dụng mạch gương dòng điện tranzito của bộ chuyển mạch tranzito phía áp cao MP1. Theo một số phương án, bộ điều khiển VR 201 được thực hiện bằng cách đo sự sụt điện áp (voltage drop) qua bộ chuyển mạch tranzito phía áp cao MP1 khi bộ chuyển mạch tranzito phía áp cao MP1 này được bật lên.

Các cuộn cảm có thể được làm từ vật liệu từ tính và có kích thước IccMax/Nph (trong đó Nph là số lượng pha) để tránh bão hòa. Khi độ bão hòa cuộn cảm xảy ra, thì VR 106₁ có nguy cơ bị hư hỏng cao. Trong một ví dụ, độ bão hòa cuộn cảm bằng khoảng 20A đối với cuộn cảm có chiều cao z thấp và khoảng 30A đối với cuộn cảm có chiều cao z cao. Nếu IccMax (theo kịch bản ứng dụng virút) là 60A, thì cần 3 pha cho chiều cao z thấp và 2 pha cho chiều cao z cao. Khi lỗi IccMax tăng, thì số lượng pha sẽ tăng lên và điều này làm tăng kích thước của cuộn cảm và do đó làm tăng chi phí của hệ thống tính toán. Để quản lý chi phí và tránh tắt VR 106₁, và do đó quản lý nguồn cấp điện cho lỗi xử lý 103₁, kiến trúc 200 đo dòng điện đối với VR và tắt bộ chuyển mạch tranzito phía áp cao MP1 khi dòng điện này vượt quá IccMax.

Trong một ví dụ, bộ chuyển mạch tranzito phía áp cao MP1 được tắt trong thời gian ngắn (ví dụ, một hoặc một vài xung có các chu kỳ điều biến) trong khi lỗi xử lý

103₁ hạ thấp yêu cầu về mức tiêu thụ dòng điện của nó, và khi yêu cầu đó được hạ xuống (ví dụ, bằng cách điều chỉnh tần số của lõi xử lý 103₁), thì bộ chuyển mạch tranzito phía áp cao MP1 được bật lên lại ở chế độ chuyển mạch thông thường. Theo một số phương án, khi dòng điện của cuộn cảm L1 đạt đến ngưỡng của dòng điện (ví dụ, ngưỡng của dòng điện mà có thể được chuyển an toàn bởi VR 106₁), thì bộ giới hạn 107 sẽ gửi tín hiệu điều chỉnh đến lõi xử lý 103₁ để buộc lõi xử lý 103₁ nhanh chóng giảm mức tiêu thụ dòng điện từ đường cấp điện Vout.

Giá trị ngưỡng của dòng điện (IccMax) này biểu diễn mức tiêu thụ tối đa của bộ xử lý trong quá trình thực hiện ứng dụng hoặc dòng thực trong trường hợp xấu nhất. Giá trị IccMax bao gồm dải bảo vệ bổ sung được thực hiện để đo độ chính xác của yếu tố, độ trễ của hệ thống và các yếu tố khác mà có thể ảnh hưởng đến kết quả ước lượng dòng điện. Việc tắt bộ chuyển mạch tranzito phía áp cao MP1 buộc dòng điện của cuộn cảm giảm xuống, theo một số phương án.

Theo một số phương án, kiến trúc 200 còn bao gồm bộ dò hạ giảm 203. Khi tải (ở đây là lõi xử lý 103₁) đột ngột tạo ra dòng điện lớn, thì điện áp Vout trên đường cấp điện sẽ hạ giảm. Đôi khi sự hạ giảm này nằm dưới mức an toàn và có thể khiến mạch logic của lõi xử lý 103₁ bị lỗi. Kết quả là, các đầu ra của các mạch logic khác nhau có thể bị tổn hại. Hơn nữa, sự hạ giảm điện áp trên đường cấp điện đầu ra Vout có thể khiến bộ điều khiển VR 201 khiến bộ chuyển mạch phía áp cao MP1 tạo ra nhiều dòng điện hơn cho cuộn cảm L và do đó tạo ra nhiều dòng điện (tải) cho lõi xử lý 103₁. Sự gia tăng dòng điện này có thể khiến VR 106₁ đạt đến giới hạn dòng tối đa IccMax của nó.

Theo một số phương án, bộ dò hạ giảm 203 so sánh điện áp trên Vout với ngưỡng định trước (hoặc lập trình được), và khi điện áp trên Vout vượt ngưỡng đó, thì bộ dò hạ giảm 203 tạo ra tín hiệu hạ giảm. Tín hiệu hạ giảm (ví dụ, tín hiệu logic 1) sau đó được xử lý bởi bộ giới hạn 107 mà sau đó có thể trực tiếp hoặc thông qua PCU 102 yêu cầu lõi xử lý 103₁ điều chỉnh (ví dụ, thấp hơn là tần số hoạt động, trì hoãn các lệnh năng lượng cao hoặc công suất cao, các đường dẫn điện cực công đồng hồ hiện không được sử dụng, v.v.).

Ví dụ, khi lõi xử lý 103₁ tạo ra IccMax virút, tùy thuộc vào kích thước của L1 và tụ điện C1, và còn cả bước tải; hoặc cuộn cảm L1 sẽ vượt quá IccMax của VR 106₁ hoặc Vout sẽ sụt xuống dưới mức cực kỳ thấp. Khi Vout ở mức cực kỳ thấp, thì bộ giới hạn 107 cần gửi tín hiệu điều chỉnh đến lõi xử lý 103₁ và/hoặc thực hiện việc đo bổ sung để điều khiển điện áp Vout không giảm xuống.

Fig.2B minh họa kiến trúc cấp cao 220 của thiết bị có bộ cảm biến dòng điện qua cuộn cảm, và bộ dò hạ giảm điện áp được sử dụng để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án. So với kiến trúc 200, bộ cảm biến dòng điện 202 được loại bỏ và thay vào đó bộ cảm biến dòng điện 222 được thêm vào. Theo một số phương án, cả hai bộ cảm biến dòng điện 202 và 222 đều có thể được sử dụng. Bộ cảm biến dòng điện 222 trực tiếp đo và nhận biết dòng điện của cuộn cảm L1 thay vì đo và nhận biết dòng điện cực máng của bộ chuyển mạch tranzito phía áp cao MP1. Về mặt chức năng, kiến trúc 220 hoạt động tương tự với kiến trúc 200.

Fig.3A minh họa kiến trúc cấp cao 300 của thiết bị có bộ cảm biến dòng điện qua bộ chuyển mạch tranzito phía áp cao MP1, bộ dò hạ giảm điện áp 203 và bộ kẹp 301 được sử dụng để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án. Kiến trúc 300 tương tự với kiến trúc 200 nhưng bổ sung thêm hệ mạch kẹp 301. Như được thảo luận dựa vào Fig.2A, khi bộ dò hạ giảm 203 dò sự hạ giảm trên Vout mà có thể khiến xâm phạm IccMax của VR 106₁ vì VR 106₁ có thể thử tạo ra nhiều dòng điện hơn để bù cho sự hạ giảm này, bộ giới hạn 107 (và/hoặc PCU 105) lệnh cho mạch kẹp 301 kẹp điện áp Vout của đường cấp điện đến mức an toàn. Ở cùng thời điểm, lỗi xử lý 103₁ được lệnh điều chỉnh (ví dụ, hạ thấp tần số của nó, tắt các khối logic nhất định, v.v.) để giảm nhu cầu về mức tiêu thụ dòng điện từ đường cấp điện Vout. Theo một số phương án, thời lượng kích hoạt bộ kẹp 301 là thời lượng hạ giảm được dự kiến hoặc thực tế trên đường cấp điện Vout.

Theo một số phương án, hệ mạch kẹp 301 bao gồm bộ cảm biến nhiệt độ để nhận biết nhiệt độ của bộ kẹp 301. Nếu nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ngưỡng, thì bộ chuyển mạch phía áp cao MP1 có thể được lệnh tắt để giảm mức tiêu thụ dòng điện do tải. Theo một số phương án, nếu nhiệt độ cao hơn nhiệt độ ngưỡng, thì bộ kẹp 301 có thể được tắt. Theo một số phương án, bộ kẹp 301 là bộ chuyển đổi giảm áp chuyển mạch tần số cao hoặc bộ chuyển đổi bước xuống của tụ điện được chuyển mạch.

Một khi sự hạ giảm kết thúc, bộ kẹp 301 được tắt và VR 106₁ hoạt động như bình thường. Theo một số phương án, khi bộ kẹp 301 bật lên, thì bộ điều khiển VR 201 có thể tắt bộ chuyển mạch tranzito phía áp cao MP1 để giảm nguồn cấp dòng điện cho lỗi 103₁. Theo một số phương án, bộ giới hạn 107 và/hoặc PCU 105 thiết lập mức ngưỡng tắt bộ kẹp đối với bộ kẹp 301. Mức ngưỡng này là mức ngưỡng an toàn để tắt hệ mạch kẹp 301. Theo một số phương án, mức ngưỡng cao hơn mức dò hạ giảm để thêm độ trễ khi điều khiển kẹp. Sự hiện diện của hệ mạch kẹp 301 có thể còn giảm kích thước của tụ điện tải C1.

Fig.3B minh họa kiến trúc cấp cao 320 của thiết bị có bộ cảm biến dòng điện qua cuộn cảm, bộ dò hạ giảm điện áp 203 và bộ kẹp 301 được sử dụng để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án. Kiến trúc 320 tương tự với kiến trúc 300 nhưng bổ sung thêm bộ cảm biến dòng điện 222 để trực tiếp đo hoặc nhận biết dòng điện thông qua cuộn cảm L1.

Fig.4 minh họa thiết bị 400 (ví dụ, bộ giới hạn 107) để tạo ra các tín hiệu điều khiển để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án. Theo một số phương án, thiết bị 400 còn bao gồm bộ so sánh thứ nhất 401, bộ so sánh thứ hai 402 và cực cổng logic OR 403. Theo một số phương án, bộ so sánh thứ nhất 401 so sánh điện áp đầu ra VR (ví dụ, điện áp Vout trên đường cấp điện Vout) với điện áp hoặc ngưỡng thiết lập bộ kẹp. Theo một số phương án, bộ so sánh thứ nhất 401 được loại bỏ và chức năng của nó được thay thế bằng bộ dò hạ giảm 203. Theo một số phương án, bộ so sánh thứ nhất 401 là bộ so sánh điện áp. Bộ so sánh điện áp thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng thực hiện các bộ so sánh thứ nhất hoặc thứ hai 402.

Theo một số phương án, bộ so sánh thứ hai 402 so sánh dòng điện đã nhận biết với dòng điện ngưỡng. Theo một số phương án, bộ so sánh thứ hai 402 là bộ so sánh dòng điện trái ngược với bộ so sánh điện áp. Các đầu ra của cả bộ so sánh thứ nhất và thứ hai (lần lượt là 401 và 402) lần lượt là các tín hiệu điện áp—không chế chuyển mạch và kẹp. Theo một số phương án, dòng điện đã nhận biết được biến đổi thành biểu diễn điện áp và được so sánh lại với ngưỡng mà thể hiện ngưỡng của dòng điện theo điện áp. Ở đây, các ngưỡng có thể được lập trình bởi phần mềm (ví dụ, BIOS hoặc hệ điều hành, PCU 105, v.v.) hoặc bởi phần cứng (ví dụ, cầu chì, thanh ghi, tụ điện bên ngoài, điện trở, v.v.). Theo các phương án khác nhau, khi bộ giới hạn biểu thị rằng bộ kẹp 301 cần được bật lên (ví dụ, khi bộ kẹp được bảo vệ) hoặc khi dòng điện của cuộn cảm hoặc dòng điện thông qua bộ chuyển mạch phía áp cao MP1 cao hơn ngưỡng (ví dụ, không chế chuyển mạch được bảo vệ), thì lỗi xử lý 103₁ (hoặc toàn bộ bộ xử lý 101) được lệnh để điều chỉnh.

Trong một ví dụ, khi tín hiệu kẹp được bảo vệ, thì khiến hệ mạch kẹp 301 kẹp điện áp cấp điện cho lõi 103₁. Khi tín hiệu không chế chuyển mạch được bảo vệ, thì khiến bộ chuyển mạch phía áp cao MP1 tắt. Khi bộ kẹp hoặc tín hiệu không chế chuyển mạch được bảo vệ, thì bộ xử lý 101 hoặc lõi riêng được kết hợp với VR 103₁ được điều chỉnh. Theo một số phương án, khi bộ xử lý 101 hoặc lõi 103₁ được yêu cầu điều chỉnh, thì có thể điều chỉnh hoặc sửa đổi tỷ lệ của bộ chia của PLL và hạ thấp tần số hoạt động của bộ xử lý 101 hoặc lõi 103₁.

Fig.5 minh họa thiết bị 500 để kẹp điện áp trên đường cấp điện được ghép nối với bộ xử lý, theo một số phương án. Theo một số phương án, thiết bị 500 bao gồm tranzito loại p MP2 để bật hoặc tắt chức năng kẹp theo mức logic của tín hiệu kẹp. Theo một số phương án, tranzito loại p MP2 được ghép nối tiếp với điốt 501 mà thêm sự sụt điện áp để đảm bảo Vout được duy trì ở mức độ được yêu cầu để đảm bảo chức năng kẹp chính xác. Thiết bị 500 cũng hoạt động dưới dạng sự điều chỉnh tuyến tính. Khi tranzito loại p MP2 bật lên, thì điện áp trên nút Vout được xác định bởi điốt 501. Theo một số phương án, để đảm bảo rằng thiết bị 500 không gặp phải tình trạng không ổn định nhiệt, thì chu kỳ làm việc của bộ chuyển mạch phía áp cao MP2 được điều khiển bởi bộ điều khiển VR 201. Bộ chuyển mạch phía áp cao MP2 và điốt 501 có thể tiêu phí điện năng đáng kể trong thời gian ngắn mà điện áp trên Vout đang được kẹp. Điều này có thể dẫn đến nhiệt độ cao mà còn làm tăng sự tiêu phí gây ra sự không ổn định nhiệt và cuối cùng là hỏng. Việc điều chỉnh chu kỳ làm việc của hoạt động chuyển mạch của bộ chuyển mạch phía áp cao MP2 có thể bảo vệ khỏi sự không ổn định nhiệt này. Theo một số phương án, khi kẹp 301 được kích hoạt và bật lên, thì bộ xử lý 101 hoặc lõi 103₁ được lệnh hạ thấp yêu cầu về mức tiêu thụ dòng điện của nó để giảm dòng điện của cuộn cảm và do đó giảm nhiệt độ của kẹp 301 (hoặc thiết bị 500).

Fig.6 minh họa thiết bị 600 để nhận biết hoặc đo dòng điện thông qua cuộn cảm, theo một số phương án. Theo một số phương án, thiết bị 600 bao gồm bộ cảm biến dòng điện 601 (ví dụ, bộ cảm biến 222 được ghép nối với cuộn cảm L1). Theo một số phương án, bộ cảm biến dòng điện 601 này bao gồm điện trở R1, tụ điện C2, bộ khuếch đại vi sai 602, nút lấy tổng 604 và bộ chuyển mạch phía áp cao mẫu 605. Bộ chuyển mạch phía áp cao mẫu 605 bao gồm tranzito MP1r được tạo mô hình dưới dạng nguồn và bộ chuyển mạch dòng điện, và được ghép nối với tụ điện C3. Dòng điện thông qua MP1r bắt chước dòng chòng cuộn cảm. Ở đây, dòng điện trung bình thông qua cuộn cảm L1 được xác định bởi hiệu điện thế nhìn thấy trên hai đầu vào của bộ khuếch đại 602. Các đầu vào này tạo ra hiệu điện thế trên cuộn cảm L1. Dòng điện cực đại thông qua cuộn cảm L1 là luồng dòng điện trung bình qua đường nguồn cấp điện Vout cộng với dòng điện chuyển đổi từ bộ chuyển mạch phía áp cao MP1 (được bắt chước bởi MP1r). Bằng cách kết hợp hai dòng điện này ở nút lấy tổng 604, đạt được dòng điện được nhận biết. Theo một số phương án, sự gợn sóng dòng điện của cuộn cảm L1 có thể được mô phỏng theo sự chuyển đổi điện áp bằng cách cấp nguồn điện không đổi cho tụ điện khi bộ chuyển mạch phía áp cao mẫu 605 được bật lên. Các dòng điện đã nhận biết từ các pha khác nhau của VR có thể được tổng hợp để xác định dòng điện VR tổng cộng.

Fig.7 minh họa sơ đồ định thời 700 và đáp ứng nhất thời của thiết bị mà không có kẹp điện áp và có điện dung tải đủ lớn, theo một số phương án. Đường nét gạch ngang biểu thị các ngưỡng khác nhau. Ngưỡng trên cùng là I_{ccMax} của bộ xử lý, trên đó bộ xử lý có thể thể hiện các vấn đề về độ tin cậy chẳng hạn như sự di chuyển điện. Ngưỡng thứ hai so với ngưỡng trên cùng là VR I_{ccMax} mà là nguồn cấp giới hạn dòng của VR 1061. Ngưỡng thứ ba là mức Vout trên danh nghĩa.

Tại t_0 , bộ xử lý 101 hoặc lõi 103₁ bắt đầu tạo ra nhiều dòng điện hơn. Tại t_1 , bộ xử lý hoặc lõi 103₁ được yêu cầu điều chỉnh và giảm nhu cầu về dòng điện của nó. Đồng thời, bộ chuyển mạch phía áp cao VR MP1 được tắt bởi tín hiệu khống chế chuyển mạch. Như vậy, dòng điện của cuộn cảm bắt đầu giảm sau điểm 701. Dòng điện của bộ xử lý hoặc lõi 103₁ (ví dụ, dòng điện qua đường cấp điện Vout) được giảm tại t_2 , mà cho phép tụ điện C1 cần được nạp lại.

Fig.8 minh họa sơ đồ định thời 800 và đáp ứng nhất thời của thiết bị có bộ kẹp điện áp và có điện dung tải tương đối nhỏ, theo một số phương án. Các đường nét gạch ngang tương tự với các đường nét gạch ngang của sơ đồ định thời 700 ngoài ngưỡng kẹp đang được thêm vào. Ở đây, do C1 nhỏ hơn so với C1 được sử dụng đối với sơ đồ định thời 700, nên điện áp Vout sụt xuống V_{clamp} (mức Vout cực kỳ thấp) sớm hơn như được biểu thị bởi điểm 801. Hệ mạch kẹp điện áp 301 bắt đầu tại t_1 và kết thúc tại t_4 . Dòng điện của cuộn cảm bắt đầu giảm tại t_2 sau khi bộ chuyển mạch phía áp cao MP1 được tắt bởi tín hiệu khống chế chuyển mạch. Mạch kẹp 301 bắt đầu cung cấp dòng điện để tránh việc tiếp tục phóng điện của tụ điện C1. Ở đây, bộ xử lý bắt đầu điều chỉnh dòng điện tại thời điểm t_3 , và Vout vượt ngưỡng tại thời điểm t_4 .

Fig.9 minh họa hệ thống tính toán 2400 có thiết bị để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý, theo một số phương án. Theo một số phương án, thiết bị 2400 biểu diễn thiết bị tính toán thích hợp, chẳng hạn như máy tính dạng bảng tính toán, điện thoại di động hoặc điện thoại thông minh, máy tính xách tay, máy tính để bàn, thiết bị IOT, máy chủ, thiết bị đeo được, thiết bị giải mã tín hiệu truyền hình (set-top box), đầu đọc điện tử hỗ trợ không dây hoặc thiết bị tương tự. Sẽ hiểu được rằng các thành phần nhất định được thể hiện nói chung, và không phải tất cả các thành phần của thiết bị này đều được thể hiện trong thiết bị 2400.

Trong một ví dụ, thiết bị 2400 bao gồm hệ thống trên chip (SoC) 2401. Biên làm ví dụ của SOC 2401 được minh họa bằng cách sử dụng các đường chấm, với một số thành phần làm ví dụ được minh họa để có trong SOC 2401 – tuy nhiên, SOC 2401 có thể bao gồm các thành phần thích hợp bất kỳ của thiết bị 2400.

Theo một số phương án, thiết bị 2400 bao gồm bộ xử lý 2404. Bộ xử lý 2404 này có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị vật lý, chẳng hạn như các bộ vi xử lý, bộ xử lý ứng dụng, bộ vi điều khiển, thiết bị logic lập trình được, lõi xử lý hoặc các phương tiện xử lý khác. Các hoạt động xử lý được thực hiện bởi bộ xử lý 2404 bao gồm việc thực hiện của nền tảng hoạt động hoặc hệ điều hành mà các ứng dụng và/hoặc chức năng của thiết bị được thực hiện. Các hoạt động xử lý bao gồm các hoạt động có liên quan đến nhập liệu/kết xuất (input/output, I/O) với người dùng hoặc với các thiết bị khác, các hoạt động có liên quan đến quản lý điện năng, các hoạt động có liên quan đến kết nối thiết bị tính toán 2400 với thiết bị khác và/hoặc hoạt động tương tự. Các hoạt động xử lý này có thể còn bao gồm các hoạt động có liên quan đến I/O âm thanh và/hoặc I/O hiển thị.

Theo một số phương án, bộ xử lý 2404 bao gồm nhiều lõi xử lý (còn được gọi là các lõi) 2408a, 2408b, 2408c. Mặc dù chỉ ba lõi 2408a, 2408b, 2408c được minh họa, nhưng bộ xử lý 2404 có thể bao gồm số lượng lõi xử lý thích hợp khác bất kỳ, ví dụ, hàng chục, hoặc thậm chí hàng trăm lõi xử lý. Theo một số phương án, bộ xử lý 2404 này bao gồm bộ nhớ đệm 2406. Trong một ví dụ, các phần của bộ nhớ đệm 2406 có thể được dành riêng cho các lõi 2408 riêng biệt (ví dụ, phần thứ nhất của bộ nhớ đệm 2406 được dành riêng cho lõi 2408a, phần thứ hai của bộ nhớ đệm 2406 được dành riêng cho lõi 2408b, và v.v.). Trong một ví dụ, một hoặc nhiều phần của bộ nhớ đệm 2406 có thể được chia sẻ giữa hai hoặc nhiều hơn hai lõi 2408. Bộ nhớ đệm 2406 có thể được phân chia theo các mức khác nhau, ví dụ, bộ nhớ đệm mức 1 (L1), bộ nhớ đệm mức 2 (L2), bộ nhớ đệm mức 3 (L3), v.v.

Theo một số phương án, thiết bị 2400 bao gồm các mạch kết nối 2431. Ví dụ, các mạch kết nối 2431 bao gồm các thiết bị phần cứng (ví dụ, các bộ kết nối không dây và/hoặc có dây và phần cứng truyền thông) và/hoặc các thành phần phần mềm (ví dụ, các trình điều khiển, các chồng giao thức), ví dụ, để cho phép thiết bị 2400 truyền thông với các thiết bị bên ngoài. Thiết bị 2400 này có thể tách rời khỏi các thiết bị bên ngoài, chẳng hạn như các thiết bị tính toán khác, các điểm truy cập không dây hoặc các trạm cơ sở, v.v.

Trong một ví dụ, các mạch kết nối 2431 có thể bao gồm nhiều kiểu kết nối khác nhau. Nói một cách tổng quát, các mạch kết nối 2431 có thể bao gồm các mạch kết nối di động, các mạch kết nối không dây, v.v. Các mạch kết nối di động của các mạch kết nối 2431 thường đề cập đến sự kết nối mạng di động được tạo ra bởi các sóng mang không dây, chẳng hạn như được tạo ra qua hệ thống truyền thông di động toàn cầu (global system for mobile communications, GSM) hoặc các kỹ thuật cải biến hoặc phái

sinh, đa truy cập phân chia theo mã (code division multiple access, CDMA) hoặc các kỹ thuật cải biến hoặc phân chia sinh, ghép kênh phân chia theo thời gian (time division multiplexing, TDM) hoặc các kỹ thuật cải biến hoặc phân chia sinh, hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications Systems, UMTS) của dự án đối tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project, 3GPP) hoặc các kỹ thuật cải biến hoặc phân chia sinh, hệ thống tiến hóa dài hạn (Long-Term Evolution, LTE) 3GPP hoặc các kỹ thuật cải biến hoặc phân chia sinh, hệ thống LTE nâng cao (LTE-Advanced, LTE-A) 3GPP hoặc các kỹ thuật cải biến hoặc phân chia sinh, hệ thống không dây thế hệ thứ năm (Fifth Generation, 5G) hoặc các kỹ thuật cải biến hoặc phân chia sinh, hệ thống mạng di động 5G hoặc các kỹ thuật cải biến hoặc phân chia sinh, hệ thống vô tuyến mới (New Radio, NR) 5G hoặc các kỹ thuật cải biến hoặc phân chia sinh hoặc các tiêu chuẩn dịch vụ di động khác. Các mạch kết nối không dây (hoặc giao diện không dây) của các mạch kết nối 2431 đề cập đến sự kết nối không dây mà không phải di động, và có thể bao gồm các mạng vùng cá nhân (chẳng hạn như Bluetooth, trường gần, v.v.), các mạng vùng cục bộ (chẳng hạn như Wi-Fi), và/hoặc các mạng diện rộng (chẳng hạn như WiMax), và/hoặc truyền thông không dây khác. Trong một ví dụ, các mạch kết nối 2431 có thể bao gồm giao diện mạng, chẳng hạn như giao diện có dây hoặc không dây, ví dụ, sao cho một phương án về hệ thống có thể được kết hợp vào thiết bị không dây, ví dụ, điện thoại di động hoặc thiết bị kỹ thuật số hỗ trợ cá nhân.

Theo một số phương án, thiết bị 2400 còn bao gồm trung tâm điều khiển 2432, thể hiện các thiết bị phần cứng và/hoặc các thành phần phần mềm có liên quan đến sự tương tác với một hoặc nhiều thiết bị I/O. Ví dụ, bộ xử lý 2404 có thể truyền thông với một hoặc nhiều màn hiển thị 2422, một hoặc nhiều thiết bị ngoại vi 2424, thiết bị lưu trữ 2428, một hoặc nhiều các thiết bị bên ngoài 2429 khác, v.v., qua trung tâm điều khiển 2432 này. Trung tâm điều khiển 2432 có thể là bộ chip, trung tâm điều khiển nền tảng (Platform Control Hub, PCH) và/hoặc dạng tương tự.

Ví dụ, trung tâm điều khiển 2432 minh họa một hoặc nhiều điểm kết nối đối với các thiết bị bổ sung mà kết nối với thiết bị 2400, ví dụ, thông qua đó người dùng có thể tương tác với hệ thống. Ví dụ, các thiết bị (ví dụ, các thiết bị 2429) mà có thể được lắp vào thiết bị 2400 bao gồm các thiết bị micro, loa hoặc các hệ thống âm thanh nổi, các thiết bị âm thanh, các hệ thống video hoặc các thiết bị hiển thị khác, các thiết bị bàn phím hoặc bộ phím hoặc các thiết bị I/O khác để sử dụng với các ứng dụng cụ thể chẳng hạn như các đầu đọc thẻ hoặc các thiết bị khác.

Như được đề cập ở trên, trung tâm điều khiển 2432 có thể tương tác với các thiết bị âm thanh, màn hiển thị 2422, v.v. Ví dụ, đầu vào thông qua micro hoặc thiết bị âm thanh khác có thể cung cấp đầu vào hoặc các lệnh cho một hoặc nhiều ứng dụng hoặc chức năng của thiết bị 2400. Ngoài ra, đầu ra âm thanh có thể được tạo ra thay vì, hoặc ngoài, đầu ra hiển thị. Trong ví dụ khác, nếu màn hiển thị 2422 bao gồm màn hình cảm ứng, màn hiển thị 2422 cũng hoạt động dưới dạng thiết bị nhập liệu, mà có thể ít nhất một phần được quản lý bởi trung tâm điều khiển 2432. Có thể còn có các nút hoặc bộ chuyển mạch bổ sung trên thiết bị tính toán 2400 để tạo ra các chức năng I/O được quản lý bởi trung tâm điều khiển 2432.

Theo một phương án, trung tâm điều khiển 2432 quản lý các thiết bị chẳng hạn như gia tốc kế, camera, bộ cảm biến ánh sáng hoặc bộ cảm biến môi trường khác hoặc phần cứng khác mà có thể có trong thiết bị 2400. Đầu vào có thể là một phần tương tác người dùng trực tiếp, cũng như tạo ra đầu vào môi trường cho hệ thống để ảnh hưởng đến các hoạt động của nó (chẳng hạn như lọc nhiễu, điều chỉnh các màn hiển thị để độ sáng, sử dụng đèn flash cho camera hoặc các tính năng khác).

Theo một số phương án, trung tâm điều khiển 2432 có thể ghép nối với các thiết bị khác nhau bằng cách sử dụng giao thức truyền thông thích hợp bất kỳ, ví dụ, kết nối thành phần ngoại vi nhanh (Peripheral Component Interconnect Express, PCIe), bus nối tiếp đa năng (Universal Serial Bus, USB), Thunderbolt, giao diện đa phương tiện có độ phân giải cao (High Definition Multimedia Interface, HDMI), Firewire, v.v.

Theo một số phương án, màn hiển thị 2422 biểu diễn các thành phần phần cứng (ví dụ, các thiết bị hiển thị) và phần mềm (ví dụ, các trình điều khiển) mà tạo ra màn hiển thị trực quan và/hoặc xúc giác cho người dùng để tương tác với thiết bị 2400. Màn hiển thị 2422 có thể bao gồm giao diện hiển thị, màn hình hiển thị và/hoặc thiết bị phần cứng được sử dụng để tạo ra màn hiển thị cho người dùng. Theo một số phương án, màn hiển thị 2422 bao gồm thiết bị màn hình cảm ứng (hoặc bộ đệm cảm ứng) mà tạo ra cả đầu ra và đầu vào cho người dùng. Trong một ví dụ, màn hiển thị 2422 có thể truyền thông trực tiếp với bộ xử lý 2404. Theo một số phương án và mặc dù không được minh họa trên hình vẽ, ngoài (hoặc thay vì) bộ xử lý 2404, thiết bị 2400 có thể bao gồm khối xử lý đồ họa (Graphics Processing Unit, GPU) bao gồm một hoặc nhiều lõi xử lý đồ họa, mà có thể điều khiển một hoặc nhiều khía cạnh để hiển thị các nội dung trên màn hiển thị 2422.

Trung tâm điều khiển 2432 có thể bao gồm các giao diện phần cứng và bộ kết nối, cũng như các thành phần phần mềm (ví dụ, các trình điều khiển, các chồng giao

thức) để tạo ra các kết nối ngoại vi, ví dụ, cho các thiết bị ngoại vi 2424. Sẽ hiểu được rằng thiết bị 2400 vừa có thể là thiết bị ngoại vi đối với các thiết bị tính toán khác, cũng như có các thiết bị ngoại vi được kết nối với thiết bị 2400 này. Thiết bị 2400 có thể có bộ kết nối “trạm nối” để kết nối với các thiết bị tính toán khác nhằm các mục đích chẳng hạn như quản lý nội dung (ví dụ, tải xuống và/hoặc tải lên, thay đổi, đồng bộ hóa) trên thiết bị 2400. Ngoài ra, bộ kết nối trạm nối có thể cho phép thiết bị 2400 kết nối với các phần ngoại vi nhất định mà cho phép thiết bị tính toán 2400 điều khiển đầu ra nội dung, ví dụ, đối với các hệ thống nghe nhìn hoặc hệ thống khác.

Ngoài bộ kết nối trạm nối độc quyền hoặc phần cứng kết nối độc quyền khác, thiết bị 2400 có thể tạo các kết nối ngoại vi thông qua các bộ kết nối chung hoặc dựa trên các tiêu chuẩn. Các kiểu chung có thể bao gồm bộ kết nối bus nối tiếp đa năng (USB) (mà có thể bao gồm giao diện bất kỳ trong số số lượng giao diện phần cứng khác nhau), cổng hiển thị bao gồm cổng hiển thị nhỏ (MiniDisplayPort, MDP), giao diện đa phương tiện có độ phân giải cao (High Definition Multimedia Interface, HDMI), Firewire hoặc các kiểu khác.

Theo một số phương án, các mạch kết nối 2431 có thể được ghép nối với trung tâm điều khiển 2432, ví dụ, ngoài, hoặc thay vì, được ghép nối trực tiếp với bộ xử lý 2404. Theo một số phương án, màn hiển thị 2422 có thể được ghép nối với trung tâm điều khiển 2432, ví dụ, ngoài, hoặc thay vì, được ghép nối trực tiếp với bộ xử lý 2404.

Theo một số phương án, thiết bị 2400 bao gồm bộ nhớ 2430 được ghép nối với bộ xử lý 2404 qua giao diện bộ nhớ 2434. Bộ nhớ 2430 bao gồm các thiết bị bộ nhớ để lưu trữ thông tin trong thiết bị 2400. Bộ nhớ này có thể bao gồm các thiết bị bộ nhớ không khả biến (trạng thái không thay đổi nếu điện năng đối với thiết bị bộ nhớ bị ngắt) và/hoặc khả biến (trạng thái không xác định nếu điện năng đối với thiết bị bộ nhớ bị ngắt). Bộ nhớ 2430 có thể lưu trữ dữ liệu ứng dụng, dữ liệu người dùng, âm nhạc, các bức ảnh, các tài liệu hoặc dữ liệu khác, cùng dữ liệu hệ thống (xem lâu dài hay tạm thời) có liên quan đến việc thực hiện các ứng dụng và chức năng của thiết bị 2400.

Các bộ phận theo các phương án và ví dụ khác nhau còn được tạo ra dưới dạng vật ghi đọc được bằng máy (ví dụ, bộ nhớ 2430) để lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính (ví dụ, các lệnh để thực hiện các quy trình khác bất kỳ được thảo luận ở đây). Vật ghi đọc được bằng máy (ví dụ, bộ nhớ 2430) có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, bộ nhớ chớp, đĩa quang, CD-ROM, DVD ROM, RAM, EPROM, EEPROM, thẻ từ hoặc quang, bộ nhớ đổi pha (phase change memory, PCM) hoặc các kiểu vật ghi đọc được bằng máy khác thích hợp để lưu trữ các lệnh thực thi được bằng máy tính hoặc

điện tử. Ví dụ, các phương án của sáng chế có thể được tải xuống dưới dạng chương trình máy tính (ví dụ, BIOS) mà có thể được chuyển từ máy tính từ xa (ví dụ, máy chủ) đến máy tính yêu cầu (ví dụ, máy khách) bằng các tín hiệu dữ liệu thông qua liên kết truyền thông (ví dụ, kết nối môđem hoặc mạng).

Theo một số phương án, thiết bị 2400 bao gồm các mạch đo nhiệt độ 2440, ví dụ, để đo nhiệt độ của các thành phần khác nhau của thiết bị 2400. Trong một ví dụ, các mạch đo nhiệt độ 2440 có thể được nhúng, hoặc ghép nối hoặc lắp vào các thành phần khác nhau, có các nhiệt độ cần được đo và theo dõi. Ví dụ, các mạch đo nhiệt độ 2440 có thể đo nhiệt độ của (hoặc trong) một hoặc nhiều lõi 2408a, 2408b, 2408c, bộ điều chỉnh điện áp 2414, bộ nhớ 2430, bảng mạch chính của SOC 2401, và/hoặc thành phần thích hợp bất kỳ của thiết bị 2400.

Theo một số phương án, thiết bị 2400 còn bao gồm các mạch đo điện năng 2442, ví dụ, để đo điện năng được tiêu thụ bởi một hoặc nhiều thành phần của thiết bị 2400. Trong một ví dụ, ngoài, hoặc thay vì, đo điện năng, các mạch đo điện năng 2442 có thể đo điện áp và/hoặc dòng điện. Trong một ví dụ, các mạch đo điện năng 2442 có thể được nhúng, hoặc ghép nối hoặc lắp vào các thành phần khác nhau, có mức tiêu thụ điện năng, điện áp và/hoặc dòng điện cần được đo và theo dõi. Ví dụ, các mạch đo điện năng 2442 có thể đo điện năng, dòng điện và/hoặc điện áp được cung cấp bởi một hoặc nhiều bộ điều chỉnh điện áp 2414, điện năng được cung cấp cho SOC 2401, điện năng được cung cấp cho thiết bị 2400, điện năng được tiêu thụ bởi bộ xử lý 2404 (hoặc thành phần khác bất kỳ) của thiết bị 2400, v.v.

Theo một số phương án, thiết bị 2400 còn bao gồm một hoặc nhiều mạch của bộ điều chỉnh điện áp, nói chung được gọi là bộ điều chỉnh điện áp (VR) 2414. VR 2414 tạo ra các tín hiệu ở các mức điện áp thích hợp, mà có thể được cung cấp để vận hành các thành phần thích hợp bất kỳ của thiết bị 2400. Chỉ là một ví dụ, VR 2414 được minh họa cần cung cấp các tín hiệu cho bộ xử lý 2404 của thiết bị 2400. Theo một số phương án, VR 2414 nhận một hoặc nhiều tín hiệu nhận dạng điện áp (Voltage Identification, VID), và tạo ra tín hiệu điện áp ở mức độ thích hợp, dựa vào các tín hiệu VID này.

Theo một số phương án, thiết bị 2400 bao gồm một hoặc nhiều mạch của máy phát xung nhịp, nói chung được gọi là một hoặc nhiều mạch của máy phát xung nhịp 2416. Một hoặc nhiều mạch của máy phát xung nhịp 2416 tạo ra các tín hiệu xung nhịp ở các mức độ tần số thích hợp, mà có thể được cung cấp cho các thành phần thích hợp bất kỳ của thiết bị 2400. Chỉ là một ví dụ, một hoặc nhiều mạch của máy phát xung nhịp 2416 được minh họa để cung cấp các tín hiệu xung nhịp cho bộ xử lý 2404 của thiết bị

2400. Theo một số phương án, một hoặc nhiều mạch của máy phát xung nhịp 2416 nhận một hoặc nhiều tín hiệu nhận dạng tần số (Frequency Identification, FID), và tạo ra các tín hiệu xung nhịp ở tần số thích hợp, dựa vào các tín hiệu FID này.

Theo một số phương án, thiết bị 2400 bao gồm pin 2418 cung cấp điện năng cho các thành phần khác nhau của thiết bị 2400. Chỉ là một ví dụ, pin 2418 được minh họa để cung cấp điện năng cho bộ xử lý 2404. Mặc dù không được minh họa trên các hình vẽ, thiết bị 2400 có thể bao gồm hệ mạch sạc, ví dụ, để sạc lại pin, dựa vào nguồn cấp điện dòng xoay chiều (Alternating Current, AC) nhận được từ bộ điều hợp AC.

Theo một số phương án, thiết bị 2400 còn bao gồm khối điều khiển điện năng (PCU) 2410 (còn được gọi là khối quản lý điện năng (Power Management Unit, PMU), bộ điều khiển điện năng, v.v.). Trong một ví dụ, một số phần của PCU 2410 có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều lõi xử lý 2408, và các phần này của PCU 2410 được minh họa một cách tượng trưng bằng cách sử dụng hộp có dấu chấm và được dán nhãn dưới dạng PCU 2410a. Trong một ví dụ, một số phần khác của PCU 2410 có thể được thực hiện bên ngoài các lõi xử lý 2408, và các phần này của PCU 2410 được minh họa một cách tượng trưng bằng cách sử dụng hộp có dấu chấm và được dán nhãn dưới dạng PCU 2410b. PCU 2410 có thể thực hiện các hoạt động quản lý điện năng khác nhau đối với thiết bị 2400. PCU 2410 có thể bao gồm các giao diện phần cứng, mạch phần cứng, bộ kết nối, bộ đăng ký, v.v., cũng như các thành phần phần mềm (ví dụ, các trình điều khiển, chồng giao thức), để thực hiện các hoạt động quản lý điện năng khác nhau đối với thiết bị 2400.

Theo một số phương án, thiết bị 2400 còn bao gồm mạch tích hợp quản lý điện năng (PMIC) 2412 (ví dụ, 102), ví dụ, để thực hiện các hoạt động quản lý điện năng khác nhau đối với thiết bị 2400. Trong một ví dụ, PMIC trong chip IC tách rời khỏi bộ xử lý 2404. Điều này có thể thực hiện các hoạt động quản lý điện năng khác nhau đối với thiết bị 2400. PMIC 2412 này có thể bao gồm các giao diện phần cứng, mạch phần cứng, bộ kết nối, bộ đăng ký, v.v., cũng như các thành phần phần mềm (ví dụ, các trình điều khiển, các chồng giao thức), để thực hiện các hoạt động quản lý điện năng khác nhau đối với thiết bị 2400.

Trong một ví dụ, thiết bị 2400 bao gồm một hoặc cả hai PCU 2410 (ví dụ, 105) hoặc PMIC 2412. Trong một ví dụ, bất kỳ trong số PCU 2410 hoặc PMIC 2412 có thể không có mặt trong thiết bị 2400, và do đó, các thành phần này được minh họa bằng cách sử dụng các đường chấm.

Các hoạt động quản lý điện năng khác nhau của thiết bị 2400 có thể được thực hiện bởi PCU 2410, bởi PMIC 2412, hoặc bằng cách kết hợp PCU 2410 và PMIC 2412. Ví dụ, PCU 2410 và/hoặc PMIC 2412 có thể chọn trạng thái điện năng (ví dụ, trạng thái P) đối với các thành phần khác nhau của thiết bị 2400. Ví dụ, PCU 2410 và/hoặc PMIC 2412 có thể chọn trạng thái điện năng (ví dụ, theo đặc điểm kỹ thuật của giao diện nguồn điện và cấu hình nâng cao (Advanced Configuration and Power Interface, ACPI)) đối với các thành phần khác nhau của thiết bị 2400. Chỉ là một ví dụ, PCU 2410 và/hoặc PMIC 2412 có thể khiến các thành phần khác nhau của thiết bị 2400 chuyển sang trạng thái ngủ, sang trạng thái hoạt động, sang trạng thái C thích hợp (ví dụ, trạng thái C0, hoặc trạng thái C thích hợp khác, theo đặc điểm kỹ thuật của ACPI), v.v. Trong một ví dụ, PCU 2410 và/hoặc PMIC 2412 có thể điều khiển điện áp được kết xuất bởi VR 2414 và/hoặc tần số của tín hiệu xung nhịp được kết xuất bởi một hoặc nhiều mạch của máy phát xung nhịp, ví dụ, bằng cách lần lượt kết xuất tín hiệu VID và/hoặc tín hiệu FID. Trong một ví dụ, PCU 2410 và/hoặc PMIC 2412 có thể điều khiển mức sử dụng điện năng của pin, việc sạc pin 2418, và các tính năng có liên quan đến hoạt động tiết kiệm điện năng.

Trong một ví dụ, PCU 2410 và/hoặc PMIC 2412 có thể thực hiện các hoạt động quản lý điện năng, ví dụ, ít nhất một phần dựa vào các phép đo nhận từ các mạch đo điện năng 2442, các mạch đo nhiệt độ 2440, mức độ sạc của pin 2418 và/hoặc thông tin thích hợp khác bất kỳ mà có thể được sử dụng để quản lý điện năng.

Còn được minh họa là chồng phần mềm làm ví dụ của thiết bị 2400 (mặc dù không phải tất cả các bộ phận của chồng phần mềm được minh họa). Chỉ là một ví dụ, các bộ xử lý 2404 có thể thực hiện các chương trình ứng dụng 2450, hệ điều hành 2452, một hoặc nhiều chương trình dùng cho ứng dụng cụ thể để quản lý điện năng (PM) (ví dụ, nói chung được gọi là các ứng dụng PM 2458) và/hoặc dạng tương tự. Các ứng dụng PM 2458 có thể còn được thực hiện bởi PCU 2410 và/hoặc PMIC 2412. OS 2452 có thể còn bao gồm một hoặc nhiều ứng dụng PM 2456a, 2456b, 2456c. OS 2452 có thể còn bao gồm các trình điều khiển 2454a, 2454b, 2454c khác nhau, v.v., một số trong số các trình điều khiển này có thể chỉ định để nhằm mục đích quản lý điện năng. Theo một số phương án, thiết bị 2400 có thể còn bao gồm hệ thống nhập liệu/kết xuất cơ sở (Basic Input/Output System, BIOS) 2420. BIOS 2420 có thể truyền thông với OS 2452 (ví dụ, qua một hoặc nhiều trình điều khiển 2454), truyền thông với bộ xử lý 2404, v.v.

Ví dụ, một hoặc nhiều ứng dụng PM 2458, 2456, các trình điều khiển 2454, BIOS 2420, v.v. có thể được sử dụng để thực hiện các tác vụ cụ thể để quản lý điện năng, ví

dụ, để điều khiển điện áp và/hoặc tần số của các thành phần khác nhau của thiết bị 2400, để điều khiển trạng thái khởi động, trạng thái ngủ và/hoặc trạng thái điện năng thích hợp khác bất kỳ của các thành phần khác nhau của thiết bị 2400, điều khiển mức sử dụng điện năng của pin, sạc của pin 2418, các dấu hiệu có liên quan đến hoạt động tiết kiệm điện năng, v.v.

Theo một số phương án, bộ điều chỉnh điện áp 2414 có tính năng của VR 106. Theo một số phương án, thiết bị để kết hợp nhanh chóng các cơ chế khác nhau trong VR 2414 và hoạt động của bộ xử lý để quản lý điện năng hiệu quả và chủ động. Trong khi các phương án được mô tả dựa vào bộ chuyển đổi DC-DC giảm áp đối với VR 2414, các phương án này không bị giới hạn ở điều này. Các dạng khác của các mạch tạo điện áp chẳng hạn như các bộ điều chỉnh độ sụt áp thấp (LDO), bộ chuyển đổi DC-DC tăng áp, v.v. có thể còn được sử dụng trong hệ thống tổng thể để quản lý chủ động điện năng của bộ xử lý và/hoặc toàn bộ hệ thống tính toán.

Theo một số phương án, VR 2414 đi vào trong giới hạn dòng điện theo chu kỳ, và tạo ra tín hiệu cho bộ xử lý mà thực hiện điều chỉnh đáp lại các chỉ số hiệu suất nhất định vượt quá các ngưỡng định trước (hoặc lập trình được). Ví dụ, khi dòng điện thông qua bộ chuyển mạch phía áp cao của VR 2414 tăng mức dòng điện ngưỡng giữa hai chu kỳ chuyển mạch VR (hoặc số chu kỳ khác), thì PCU 2410b hoặc mạch logic thích hợp khác có thể lệnh cho bộ xử lý điều chỉnh tần số hoạt động của nó. Theo một phương án này, tỷ lệ của bộ chia của vòng khóa pha (phase locked loop, PLL) được điều chỉnh để giảm tần số hoạt động của khóa được sử dụng bởi bộ xử lý mà không có PLL làm mất khóa pha. Như vậy, việc điều chỉnh nhanh trong bộ xử lý được thực hiện với độ trễ tối thiểu khi VR đi vào giới hạn dòng ở mức ứng dụng thực.

Trong một số trường hợp, điện áp trên đường cấp điện Vout tạo ra điện năng cho bộ xử lý hạ giảm khi dòng điện (hoạt tải) của bộ xử lý vượt quá mức được dự định đối với ứng dụng thực. Theo một số phương án, thiết bị theo dõi sự hạ giảm và khi điện áp sụt xuống dưới ngưỡng nhất định, PCU 2410b hoặc hệ mạch quản lý điện năng thích hợp khác bất kỳ có thể gửi tín hiệu đến bộ xử lý điều chỉnh tần số hoạt động của nó để giảm tải trước khi xảy ra sự hạ giảm hoàn toàn. Theo một số phương án, sự xuất hiện của hạ giảm điện áp hoặc tăng đột ngột dòng điện được ước tính dựa vào việc thực hiện ứng dụng thực trên bộ xử lý 2404. Ví dụ, việc thực hiện suy đoán các lệnh nhất định hoặc lệnh khác trong đườn ống có thể tạo ra chỉ báo rằng sự hạ giảm điện áp có thể xảy ra và vì vậy bộ xử lý có thể muốn điều chỉnh tần số của nó để tránh VR có thể bị tắt và do đó tránh tắt hệ thống xử lý.

Các tín hiệu này từ PCU 2410b hoặc các mạch quản lý điện năng đối với bộ xử lý không phải là (các) cảnh báo, mà là một phần cơ chế mà cho phép VR 2414 cần được thiết kế cho định mức dòng điện thấp. Theo một số phương án, khi sự hạ giảm lớn xảy ra điện dung tách rời hoặc theo cách khác là mạch kẹp hỗ trợ điện áp trên đường cấp điện trong thời gian tải vượt quá giới hạn cực đại của điện áp/dòng điện VR. Như vậy, VR 2414 có thể được thiết kế để hoạt động nhằm cung cấp điện năng cho ứng dụng thực trong khi cho phép các thời lượng ngắn của điện năng cực đại của bộ xử lý.

Tham chiếu trong bản mô tả theo “phương án”, “một phương án”, “một số phương án” hoặc “các phương án khác” có nghĩa là dấu hiệu, cấu trúc hoặc đặc điểm cụ thể được mô tả liên quan đến các phương án có trong ít nhất một số phương án, nhưng không nhất thiết phải là tất cả các phương án. Những sự xuất hiện khác nhau của “phương án”, “một phương án” hoặc “một số phương án” không nhất thiết dựa vào tất cả các phương án giống nhau. Nếu bản mô tả nêu thành phần, dấu hiệu, cấu trúc hoặc đặc điểm “có thể”, “có thể có”, hoặc “có thể là” được bao gồm, rằng thành phần, dấu hiệu, cấu trúc hoặc đặc điểm cụ thể không được yêu cầu cần được bao gồm. Nếu bản mô tả hoặc các điểm yêu cầu bảo hộ đề cập đến phần tử “a” hoặc “an”, mà không có nghĩa là chỉ có một trong số các phần tử này. Nếu bản mô tả hoặc các điểm yêu cầu bảo hộ đề cập đến phần tử “bổ sung”, mà không loại trừ có nhiều hơn một trong số các phần tử bổ sung này.

Hơn nữa, các dấu hiệu, cấu trúc, chức năng hoặc đặc điểm cụ thể có thể được kết hợp theo cách phù 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 kỳ nơi nào mà các dấu hiệu, cấu trúc, chức năng hoặc đặc điểm cụ thể được kết hợp với hai phương án không loại trừ lẫn nhau.

Trong khi sáng chế đã được mô tả kết hợp với các phương án cụ thể của sáng chế, nhiều thay thế, sửa đổi và biến thể của các phương án này sẽ rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật theo phần mô tả nêu trên. Các phương án của sáng chế nhằm bao hàm tất cả các thay thế, sửa đổi và biến thể này như nằm trong phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Ngoài ra, những sự kết nối điện năng/đất đã biết với các chip mạch tích hợp (IC) và các thành phần khác có thể hoặc có thể không được thể hiện trên các hình vẽ được biểu diễn, để đơn giản hóa việc minh họa và thảo luận, và sao cho không làm khó hiểu sáng chế. Hơn nữa, các cách bố trí có thể được thể hiện dưới dạng sơ đồ khối để tránh làm khó hiểu sáng chế, và còn theo quan điểm thực tế là các chi tiết cụ thể đối với

phương án thực hiện theo các cách bố trí sơ đồ khối này phụ thuộc nhiều vào nền tảng trong đó sáng chế cần được thực hiện (nghĩa là, các chi tiết cụ thể này phải nằm trong tầm hiểu biết của người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật). Trong đó các chi tiết cụ thể (ví dụ, các mạch) được nêu để mô tả các phương án làm ví dụ của sáng chế, đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật phải hiểu rõ ràng rằng sáng chế có thể được thực hiện mà không có, hoặc có các biến thể của các chi tiết cụ thể này. Do đó, phần mô tả được coi là minh họa thay vì làm giới hạn.

Các ví dụ sau được cung cấp để minh họa các phương án khác nhau. Các ví dụ này có thể phụ thuộc lẫn nhau theo cách thích hợp bất kỳ.

Ví dụ 1: Thiết bị bao gồm: máy phát cấp điện (ví dụ, VR 106₁) để tạo ra dòng điện và điện áp cho đường cấp điện (ví dụ, đường Vout); lõi xử lý (ví dụ, 103₁) được ghép nối với đường cấp điện, lõi xử lý để hoạt động với dòng điện và điện áp được tạo ra bởi máy phát cấp điện; hệ mạch thứ nhất (ví dụ, bộ cảm biến 202 hoặc 222) để theo dõi dòng điện được tạo ra bởi máy phát cấp điện; và hệ mạch thứ hai (ví dụ, bộ giới hạn 107 hoặc bộ điều khiển VR 201) để ít nhất tắt một phần máy phát cấp điện khi dòng điện được theo dõi vượt dòng điện ngưỡng (ví dụ, ngưỡng IccMax).

Ví dụ 2: Thiết bị của ví dụ 1 còn bao gồm: hệ mạch thứ ba (ví dụ, PCU 105 hoặc bộ giới hạn 107) để yêu cầu lõi xử lý giảm mức tiêu thụ dòng điện từ đường cấp điện khi hệ mạch thứ hai xác định rằng dòng điện được theo dõi vượt dòng điện ngưỡng.

Ví dụ 3: Thiết bị của ví dụ 2 còn bao gồm: hệ mạch thứ tư (ví dụ, bộ dò hạ giảm 203) để theo dõi điện áp trên đường cấp điện, trong đó hệ mạch thứ ba này yêu cầu lõi xử lý giảm một hoặc nhiều tham số hiệu suất khi hệ mạch thứ tư xác định rằng điện áp được theo dõi vượt điện áp ngưỡng.

Ví dụ 4: Thiết bị của ví dụ 3, trong đó một hoặc nhiều tham số hiệu suất bao gồm: tần số hoạt động, tốc độ quạt, mức tiêu thụ dòng điện và tỷ lệ chia.

Ví dụ 5: Thiết bị của ví dụ 3 còn bao gồm hệ mạch kẹp (ví dụ, hệ mạch 301) để kẹp điện áp trên đường cấp điện đến mức điện áp định trước khi hệ mạch thứ tư xác định rằng điện áp được theo dõi vượt điện áp ngưỡng.

Ví dụ 6: Thiết bị của ví dụ 1, trong đó máy phát cấp điện còn bao gồm bộ chuyển mạch phía áp cao (ví dụ, MP1) và bộ chuyển mạch phía áp thấp (ví dụ, MN1), trong đó bộ chuyển mạch phía áp cao được ghép nối tiếp với bộ chuyển mạch phía áp thấp, và trong đó bộ chuyển mạch phía áp cao được tắt (ví dụ, bằng cách sử dụng sự không chế chuyển mạch) bởi hệ mạch thứ hai khi dòng điện được theo dõi vượt dòng điện ngưỡng.

Ví dụ 7: Thiết bị của ví dụ 6, trong đó hệ mạch thứ hai tắt bộ chuyển mạch phía áp cao trong thời gian hạ giảm điện áp được dự kiến trên đường cấp điện.

Ví dụ 8: Thiết bị của ví dụ 6, trong đó hệ mạch thứ hai tắt bộ chuyển mạch phía áp cao trong thời gian hạ giảm điện áp trên đường cấp điện, và bật bộ chuyển mạch phía áp cao khi sự hạ giảm điện áp gần như kết thúc.

Ví dụ 9: Thiết bị của ví dụ 1, trong đó máy phát cấp điện là một trong số: bộ chuyển đổi DC-DC, bộ chuyển đổi giảm áp, bộ chuyển đổi tăng áp, bộ điều chỉnh độ sụt áp thấp (LDO), bộ điều chỉnh điện áp của tụ điện được chuyển mạch hoặc bộ chuyển đổi DC-Dc hai chiều.

Ví dụ 10: Thiết bị bao gồm: đường cấp điện (ví dụ, Vout) để nhận dòng điện và điện áp từ máy phát cấp điện; bộ xử lý được ghép nối với đường cấp điện, trong đó bộ xử lý (ví dụ, 101) hoạt động với dòng điện và điện áp được tạo ra bởi đường cấp điện; và giao diện (đầu vào của lõi xử lý 103₁) nhận yêu cầu điều chỉnh một hoặc nhiều tham số hiệu suất của bộ xử lý khi dòng điện được theo dõi thông qua đường cấp điện hoặc điện áp được theo dõi trên đường cấp điện lần lượt vượt dòng điện ngưỡng hoặc điện áp ngưỡng, trong đó dòng điện ngưỡng nằm dưới dòng điện ngưỡng đột ngột của VR, hoặc trong đó điện áp ngưỡng nằm trên điện áp ngưỡng đột ngột của bộ xử lý.

Ví dụ 11: Thiết bị của ví dụ 10, trong đó một hoặc nhiều tham số hiệu suất bao gồm: tần số hoạt động, tốc độ quạt, mức tiêu thụ dòng điện và tỷ lệ của bộ chia vòng khóa pha (phase lock loop, PLL).

Ví dụ 12: Thiết bị của ví dụ 10 còn bao gồm hệ mạch kẹp để kẹp điện áp trên đường cấp điện đến mức điện áp định trước khi điện áp được theo dõi vượt điện áp ngưỡng.

Ví dụ 13: Thiết bị của ví dụ 10, trong đó máy phát cấp điện bao gồm bộ chuyển mạch phía áp cao và bộ chuyển mạch phía áp thấp, trong đó bộ chuyển mạch phía áp cao được ghép nối tiếp với bộ chuyển mạch phía áp thấp, và trong đó bộ chuyển mạch phía áp cao này được tắt khi dòng điện được theo dõi vượt dòng điện ngưỡng.

Ví dụ 14: Thiết bị của ví dụ 10, trong đó máy phát cấp điện bao gồm bộ chuyển mạch phía áp cao và bộ chuyển mạch phía áp thấp, trong đó bộ chuyển mạch phía áp cao được ghép nối tiếp với bộ chuyển mạch phía áp thấp, và trong đó bộ chuyển mạch phía áp cao này được tắt trong thời gian hạ giảm điện áp được dự kiến trên đường cấp điện.

Ví dụ 15: Thiết bị của ví dụ 10, trong đó máy phát cấp điện bao gồm bộ chuyển mạch phía áp cao và bộ chuyển mạch phía áp thấp, trong đó bộ chuyển mạch phía áp

cao được ghép nối tiếp với bộ chuyển mạch phía áp thấp, và trong đó bộ chuyển mạch phía áp cao này được tắt trong thời gian hạ giảm điện áp trên đường cấp điện, và trong đó bộ chuyển mạch phía áp cao được bật lên lại khi sự hạ giảm điện áp gần như kết thúc.

Ví dụ 16: Thiết bị của ví dụ 10, trong đó máy phát cấp điện là một trong số: bộ chuyển đổi DC-DC, bộ chuyển đổi giảm áp, bộ chuyển đổi tăng áp, bộ điều chỉnh độ sụt áp thấp (LDO), bộ điều chỉnh điện áp của tụ điện được chuyển mạch hoặc bộ chuyển đổi DC-Dc hai chiều.

Ví dụ 17: Hệ thống bao gồm: bộ chuyển đổi DC-DC được ghép nối với cuộn cảm và tụ điện; bộ xử lý được ghép nối với bộ chuyển đổi DC-DC, bộ xử lý này bao gồm: đường cấp điện được ghép nối với cuộn cảm và tụ điện; và lõi xử lý được ghép nối với đường cấp điện, trong đó lõi xử lý hoạt động với dòng điện và điện áp được tạo ra bởi bộ chuyển đổi DC-DC; trong đó bộ chuyển đổi DC-DC này bao gồm: hệ mạch thứ nhất để theo dõi dòng điện, thông qua cuộn cảm, được tạo ra dưới dạng dòng điện cho đường cấp điện; và hệ mạch thứ hai tắt bộ chuyển mạch phía áp cao của bộ chuyển đổi DC-DC khi dòng điện được theo dõi vượt dòng điện ngưỡng; và giao diện cho phép bộ xử lý truyền thông với thiết bị khác.

Ví dụ 18: Hệ thống của ví dụ 17, trong đó bộ xử lý bao gồm hệ mạch kẹp để kẹp điện áp trên đường cấp điện đến mức điện áp định trước khi điện áp được theo dõi của đường cấp điện vượt điện áp ngưỡng.

Ví dụ 19: Hệ thống của ví dụ 17 bao gồm hệ mạch thứ ba để gửi yêu cầu đến bộ xử lý điều chỉnh một hoặc nhiều tham số hiệu suất của bộ xử lý khi dòng điện được theo dõi thông qua đường cấp điện hoặc điện áp được theo dõi trên đường cấp điện lần lượt vượt dòng điện ngưỡng hoặc điện áp ngưỡng, trong đó dòng điện ngưỡng này nằm dưới dòng điện ngưỡng đột ngột của VR, hoặc trong đó điện áp ngưỡng nằm trên điện áp ngưỡng đột ngột của bộ xử lý.

Ví dụ 20: Hệ thống của ví dụ 19, trong đó một hoặc nhiều tham số hiệu suất bao gồm: tần số hoạt động, tốc độ quạt, mức tiêu thụ dòng điện và tỷ lệ chia của vòng khóa pha (PLL).

Phần tóm tắt được cung cấp sẽ cho phép người đọc xác định bản chất và ý chính của giải pháp kỹ thuật. Phần tóm tắt được đưa ra với việc hiểu biết rằng phần này sẽ không được sử dụng để giới hạn phạm vi hoặc ý nghĩa của các điểm yêu cầu bảo hộ. Các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây được đưa vào phần mô tả chi tiết, với mỗi điểm đứng độc lập như một phương án riêng biệt.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị quản lý điện năng chủ động, thiết bị này bao gồm:

máy phát cấp điện để tạo ra dòng điện và điện áp cho đường cấp điện;

lõi xử lý được ghép nối với đường cấp điện, lõi xử lý này hoạt động với dòng điện và điện áp được tạo ra bởi máy phát cấp điện;

hệ mạch để theo dõi dòng điện được tạo ra bởi máy phát cấp điện và để tạo ra tín hiệu không chế khi dòng điện vượt quá ngưỡng hiện tại;

hệ mạch để theo dõi điện áp được tạo ra bởi máy phát cấp điện và để tạo ra tín hiệu kẹp khi điện áp sụt xuống dưới ngưỡng điện áp;

hệ mạch để nhận tín hiệu không chế và tín hiệu kẹp, gửi tín hiệu điều chỉnh đến lõi xử lý khi tín hiệu không chế biểu thị dòng điện vượt quá ngưỡng dòng điện, và gửi tín hiệu điều chỉnh đến lõi xử lý khi tín hiệu kẹp biểu thị điện áp sụt xuống dưới ngưỡng điện áp; và

hệ mạch để ít nhất tắt một phần máy phát cấp điện, đáp lại tín hiệu không chế, khi dòng điện đã theo dõi vượt quá ngưỡng dòng điện, trong đó:

máy phát cấp điện bao gồm bộ chuyển mạch phía áp cao được ghép nối tiếp với bộ chuyển mạch phía áp thấp, và cuộn cảm được ghép nối ở một phía với điểm giữa bộ chuyển mạch phía áp cao của máy phát cấp điện và bộ chuyển mạch phía áp thấp và ở phía còn lại với đường cấp điện;

hệ mạch để theo dõi dòng điện được ghép nối qua cuộn cảm và bao gồm bộ khuếch đại, bộ chuyển mạch phía áp cao mẫu và nút lấy tổng;

bộ khuếch đại bao gồm hai đầu vào để dò chênh lệch điện áp qua cuộn cảm và kết xuất dòng điện trung bình của cuộn cảm;

bộ chuyển mạch phía áp cao mẫu là để bắt chu kỳ dòng điện gợn sóng của cuộn cảm; và

nút lấy tổng là để lấy tổng dòng điện trung bình và dòng điện gợn sóng để nhận biết dòng điện được tạo ra bởi máy phát cấp điện.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó tín hiệu điều chỉnh là yêu cầu để giảm tần số hoạt động của lõi xử lý.

3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó tín hiệu điều chỉnh là yêu cầu để sửa đổi tỷ lệ chia của vòng khóa pha (phase lock loop, PLL) của lõi xử lý.

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm mạch kẹp, mạch kẹp này bao gồm điốt, mạch kẹp để kẹp điện áp trên đường cấp điện đến mức điện áp định trước được xác định bởi sự sụt điện áp của điốt khi tín hiệu kẹp biểu thị điện áp đã theo dõi vượt dưới ngưỡng điện áp.

5. Thiết bị theo điểm 4, trong đó mức điện áp định trước là dưới ngưỡng điện áp.

6. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ chuyển mạch phía áp cao của máy phát cấp điện được tắt để ít nhất tắt một phần máy phát cấp điện khi dòng điện đã theo dõi vượt ngưỡng dòng điện.

7. Thiết bị theo điểm 6, trong đó hệ mạch để ít nhất tắt một phần máy phát cấp điện để tắt bộ chuyển mạch phía áp cao của máy phát cấp điện trong thời gian hạ giảm điện áp được dự kiến trên đường cấp điện.

8. Thiết bị theo điểm 1, trong đó máy phát cấp điện bao gồm một trong số: bộ chuyển đổi DC-DC, bộ chuyển đổi giảm áp, bộ chuyển đổi tăng áp, bộ điều chỉnh độ sụt áp thấp (low dropout, LDO), bộ điều chỉnh điện áp của tụ điện được chuyển mạch hoặc bộ chuyển đổi DC-DC hai chiều.

9. Thiết bị theo điểm 1, trong đó:

hệ mạch để nhận tín hiệu khống chế và tín hiệu kẹp, và để gửi tín hiệu điều chỉnh đến lõi xử lý, bao gồm cổng logic OR;

tín hiệu khống chế và tín hiệu kẹp là các đầu vào cho cổng OR; và

tín hiệu điều chỉnh là đầu ra của cổng OR.

10. Thiết bị theo điểm 4, trong đó:

máy phát cấp điện ít nhất được tắt một phần từ khi bắt đầu đến khi kết thúc khoảng thời gian thứ nhất; và

mạch kẹp để kẹp điện áp trên đường cấp điện đến mức điện áp định trước từ khi bắt đầu đến khi kết thúc khoảng thời gian thứ hai mà khác với khoảng thời gian thứ nhất.

11. Thiết bị theo điểm 10, trong đó:

bắt đầu của khoảng thời gian thứ hai là trước khi bắt đầu khoảng thời gian thứ nhất; và

kết thúc của khoảng thời gian thứ hai là sau khi kết thúc khoảng thời gian thứ nhất.

12. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ chuyển mạch phía áp cao mẫu bao gồm nguồn điện mắc nối tiếp với bộ chuyển mạch.

13. Hệ thống quản lý điện năng chủ động, hệ thống này bao gồm:

máy phát cấp điện để tạo ra dòng điện và điện áp cho đường cấp điện, trong đó máy phát cấp điện bao gồm bộ chuyển mạch phía áp cao được ghép nối tiếp với bộ chuyển mạch phía áp thấp, bộ xử lý được ghép nối với đường cấp điện, và bộ xử lý là để hoạt động với dòng điện và điện áp được tạo ra bởi đường cấp điện;

mạch kẹp được ghép nối với đường cấp điện;

hệ mạch để theo dõi dòng điện, hệ mạch để theo dõi dòng điện là để tạo ra tín hiệu không chế cho máy phát cấp điện trong khoảng thời gian thứ nhất trong đó dòng điện vượt quá ngưỡng dòng điện;

hệ mạch để theo dõi điện áp, hệ mạch để theo dõi điện áp là để tạo ra tín hiệu kẹp cho mạch kẹp trong khoảng thời gian thứ hai trong đó điện áp sụt xuống dưới ngưỡng điện áp;

trong đó khoảng thời gian thứ nhất bắt đầu sau khi bắt đầu khoảng thời gian thứ hai và kết thúc trước khi kết thúc khoảng thời gian thứ hai; và

hệ mạch để gửi yêu cầu đến bộ xử lý để điều chỉnh một hoặc nhiều tham số hiệu suất của bộ xử lý khi dòng điện vượt quá ngưỡng dòng điện và để điều chỉnh một hoặc nhiều tham số hiệu suất của bộ xử lý khi điện áp sụt xuống dưới ngưỡng điện áp, trong đó:

khi điện áp sụt xuống dưới ngưỡng điện áp, thì hệ mạch để theo dõi điện áp là để tạo ra tín hiệu kẹp cho mạch kẹp để kẹp điện áp trên đường cấp điện đến mức điện áp định trước từ khi bắt đầu khoảng thời gian thứ hai cho đến khi kết thúc khoảng thời gian thứ hai;

sau khi bắt đầu khoảng thời gian thứ hai, dòng điện tăng dần, và sau đó vượt quá ngưỡng dòng điện; và

khi dòng điện vượt quá ngưỡng dòng điện, thì hệ mạch theo dõi dòng điện để tạo ra tín hiệu không chế cho bộ chuyển mạch phía áp cao để tắt bộ chuyển mạch phía áp cao từ khi bắt đầu khoảng thời gian thứ nhất đến khi kết thúc khoảng thời gian thứ nhất.

14. Hệ thống theo điểm 13, trong đó mạch kẹp bao gồm điốt, và mức điện áp định trước được xác định bởi sự sụt điện áp của điốt khi điện áp sụt xuống dưới ngưỡng điện áp.

15. Hệ thống theo điểm 13, trong đó mức điện áp định trước là dưới ngưỡng điện áp.

16. Hệ thống theo điểm 13, trong đó:

ngưỡng điện áp để khiến mạch kẹp điện áp trên đường cấp điện đến mức điện áp định trước là mức dò hạ giảm; và

ngưỡng điện áp để tắt mạch kẹp cao hơn so với mức dò hạ giảm.

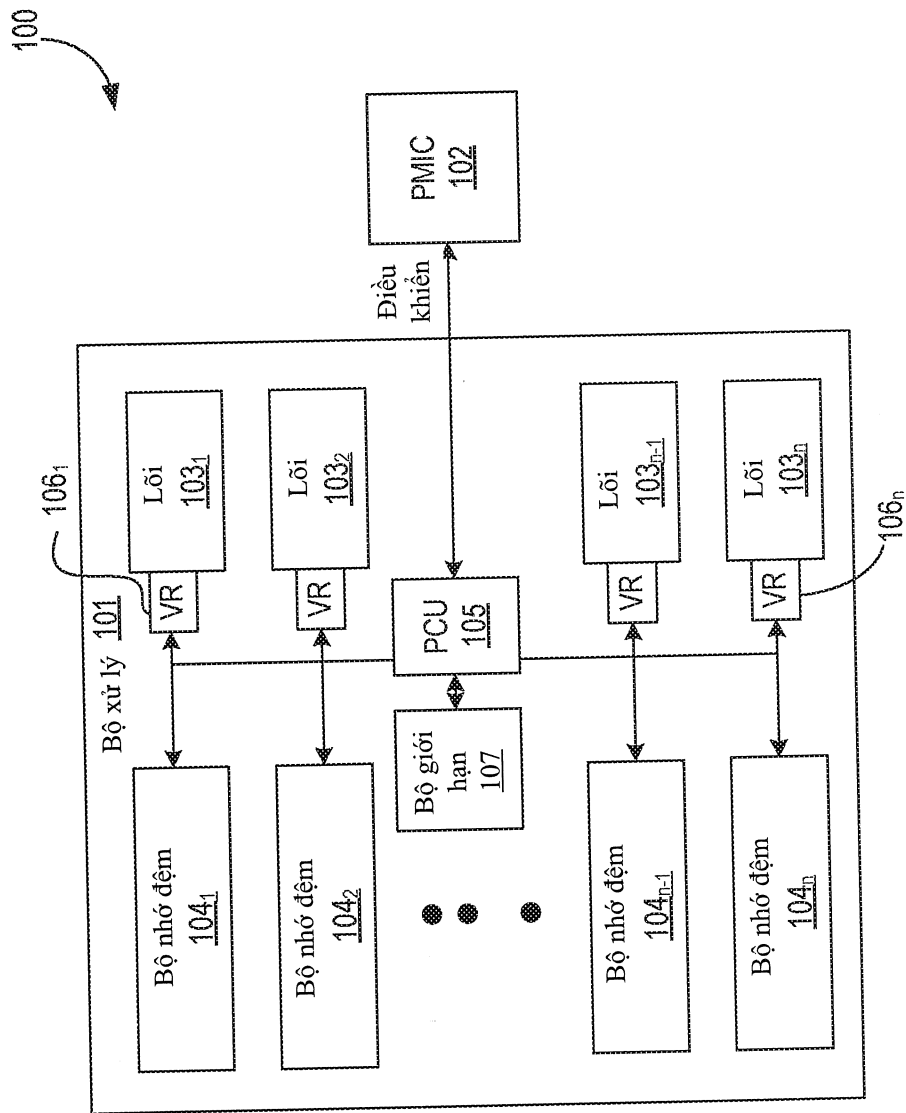


Fig. 1A

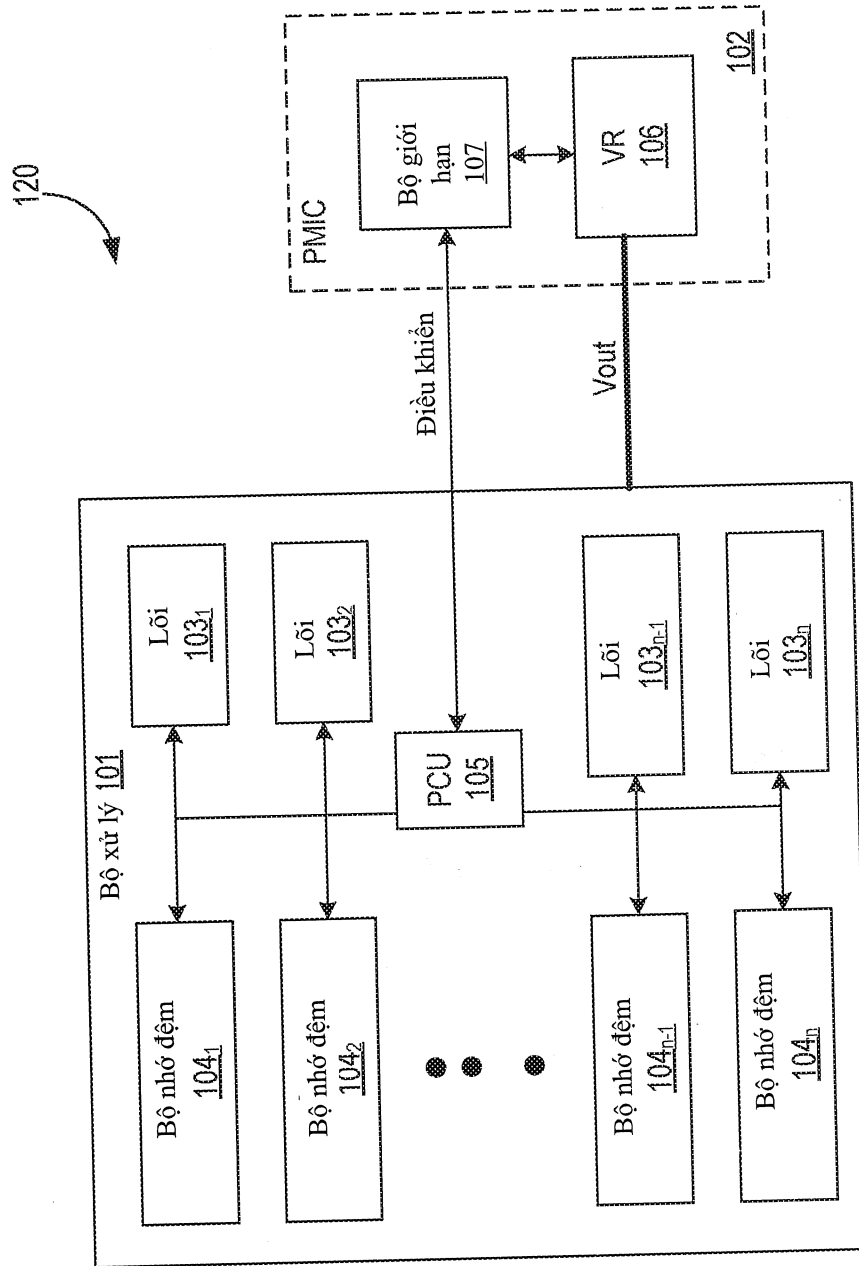
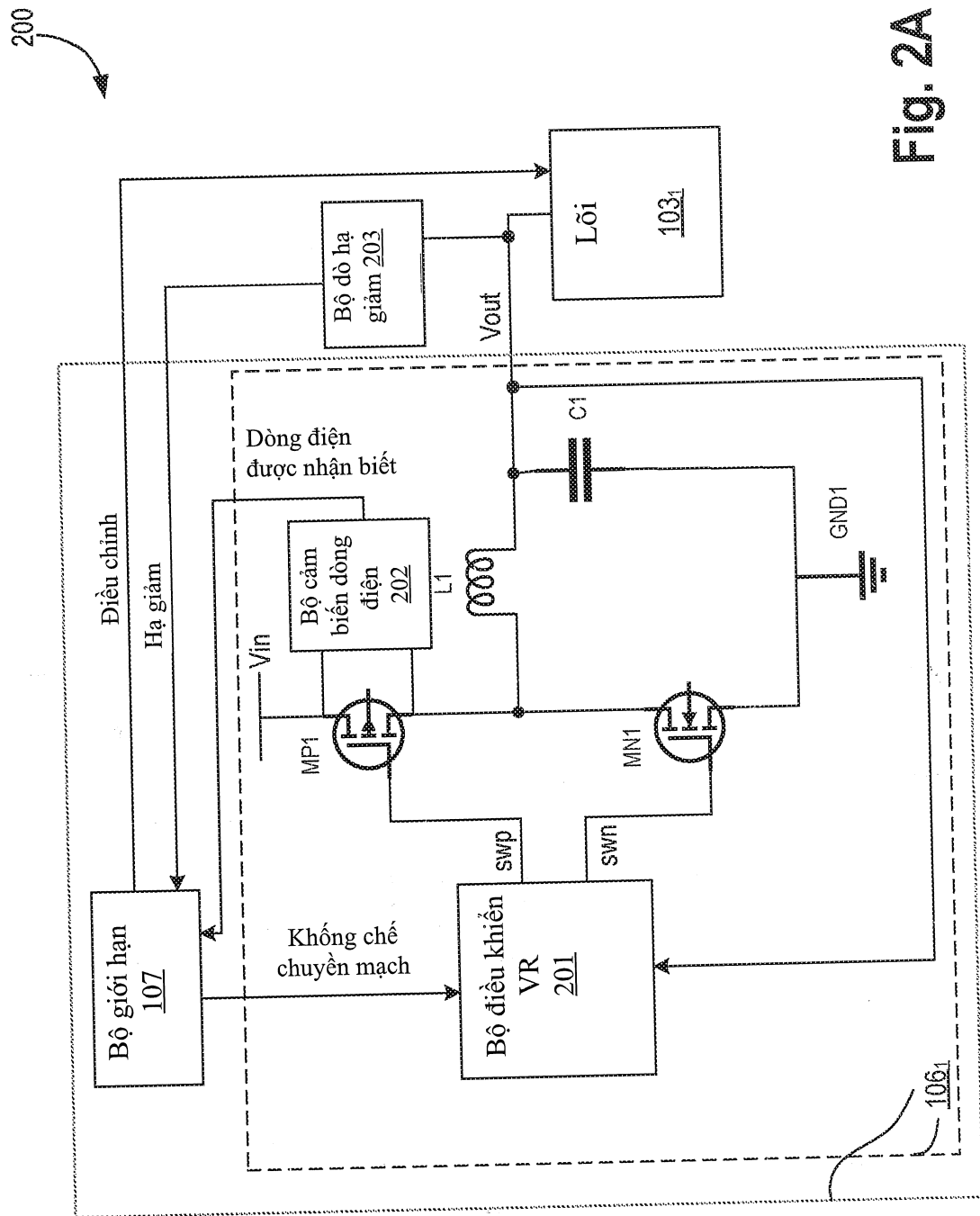
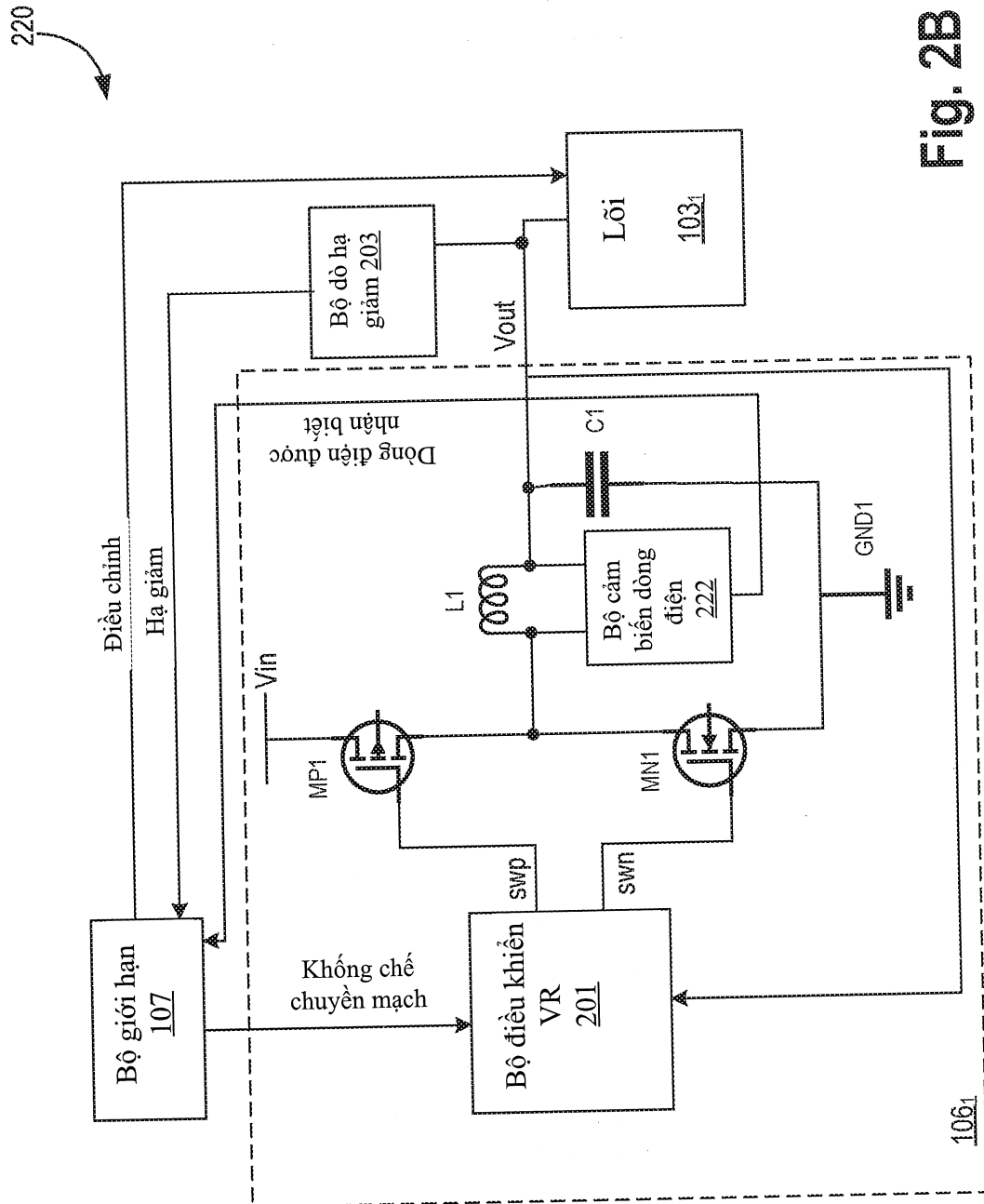


Fig. 1B





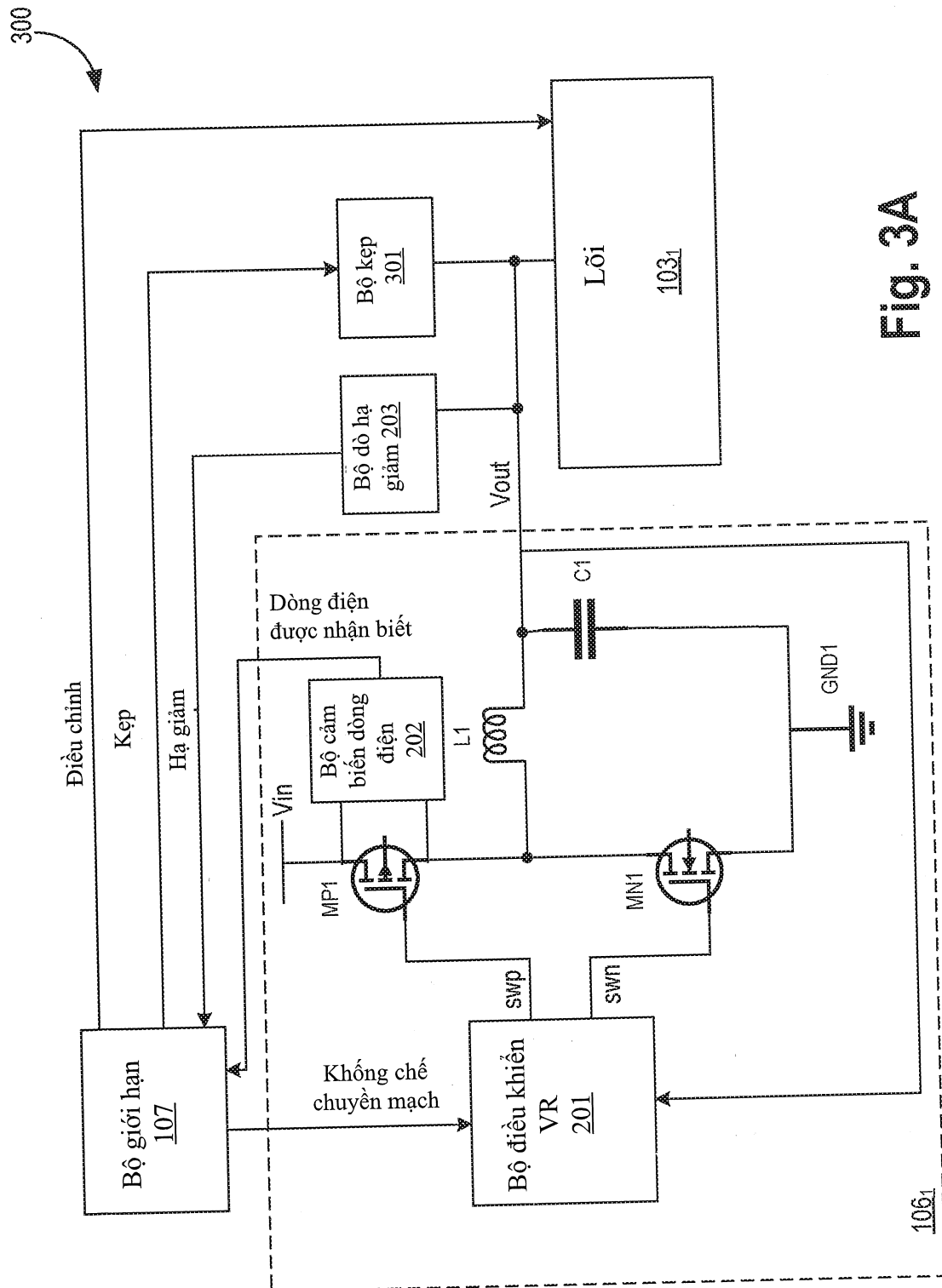
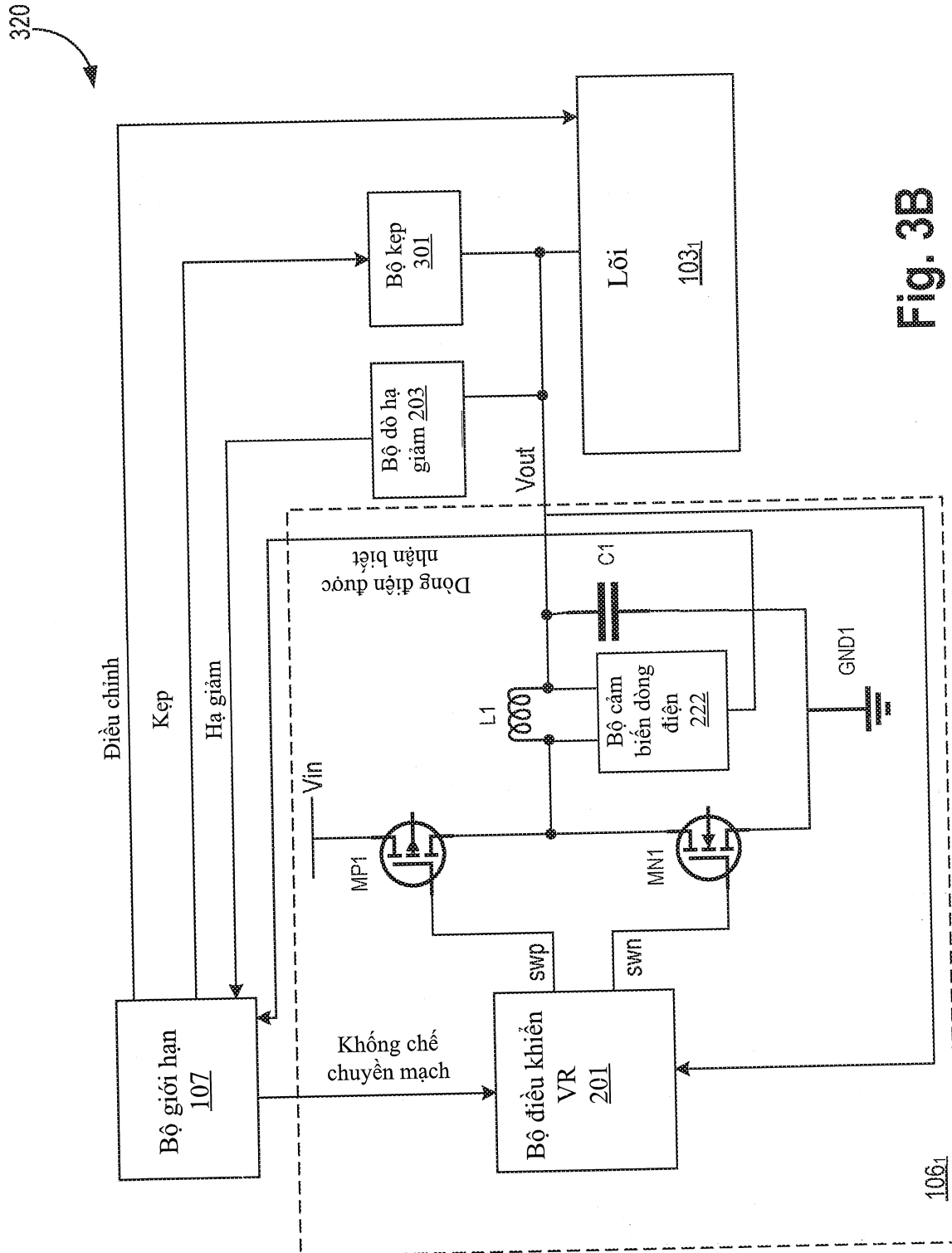


Fig. 3A



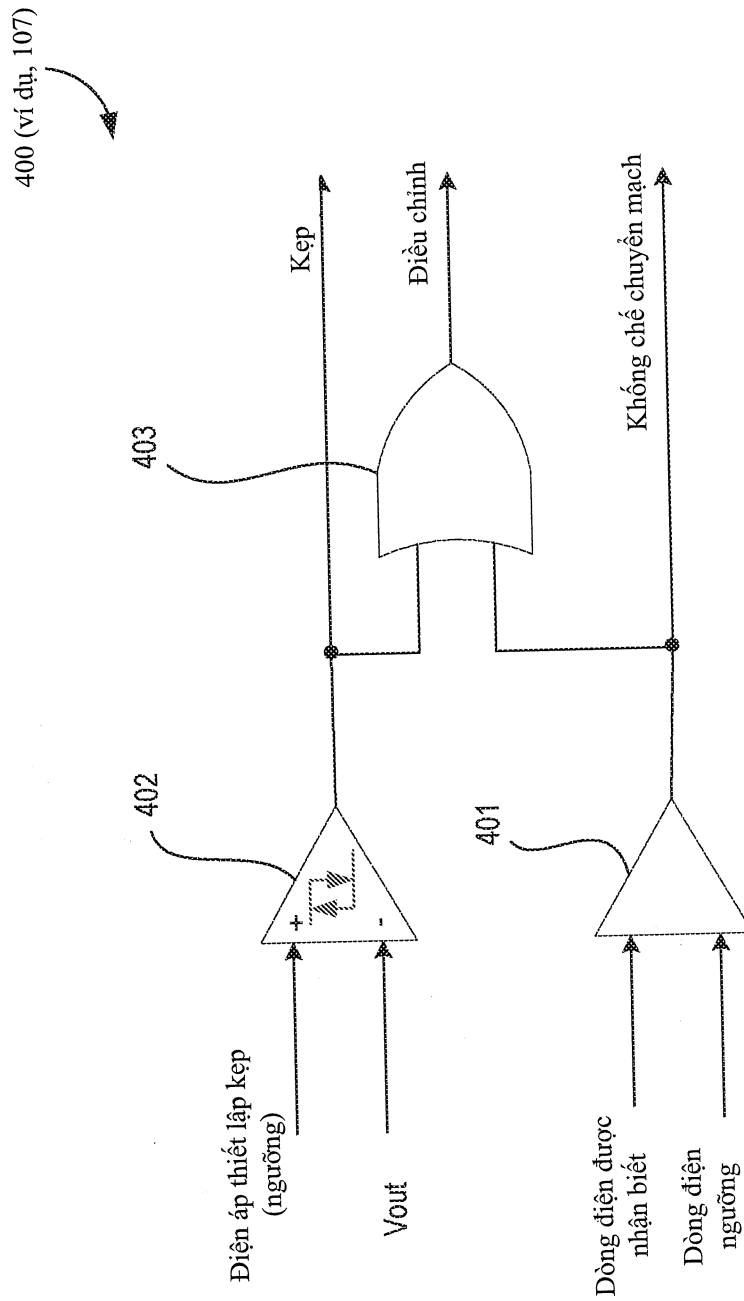


Fig. 4

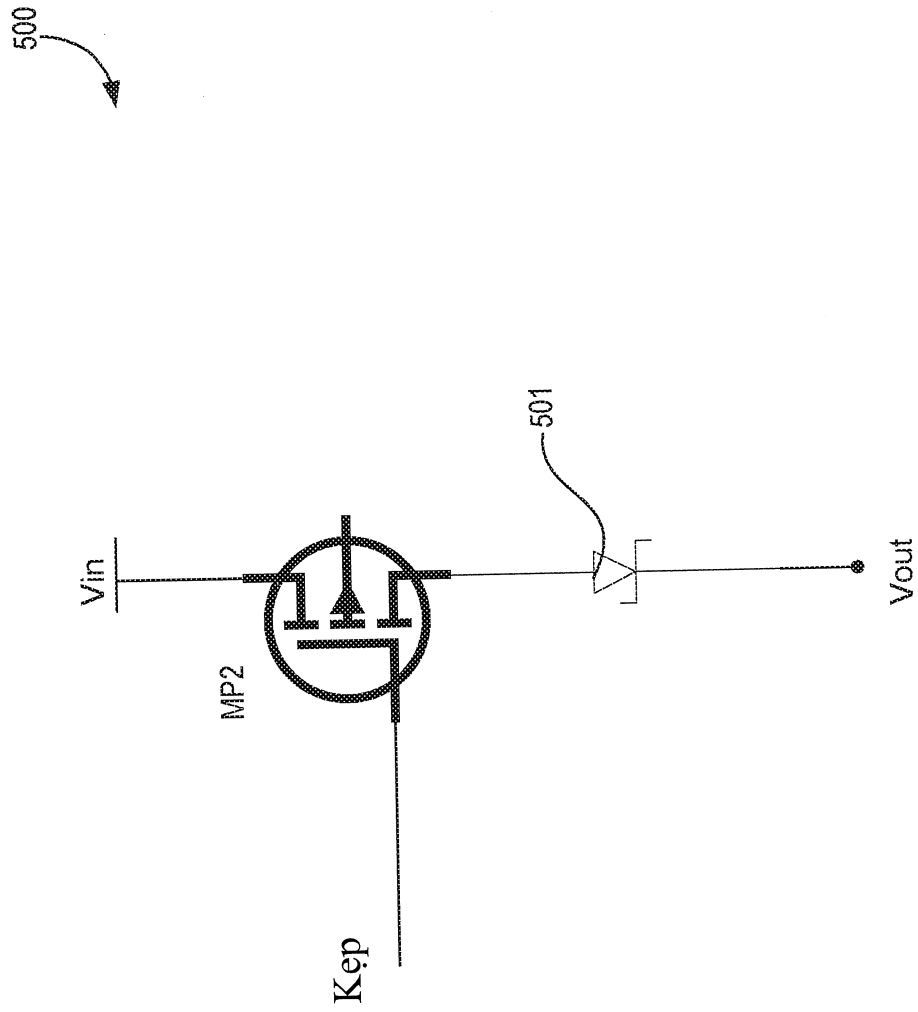


Fig. 5

9/24

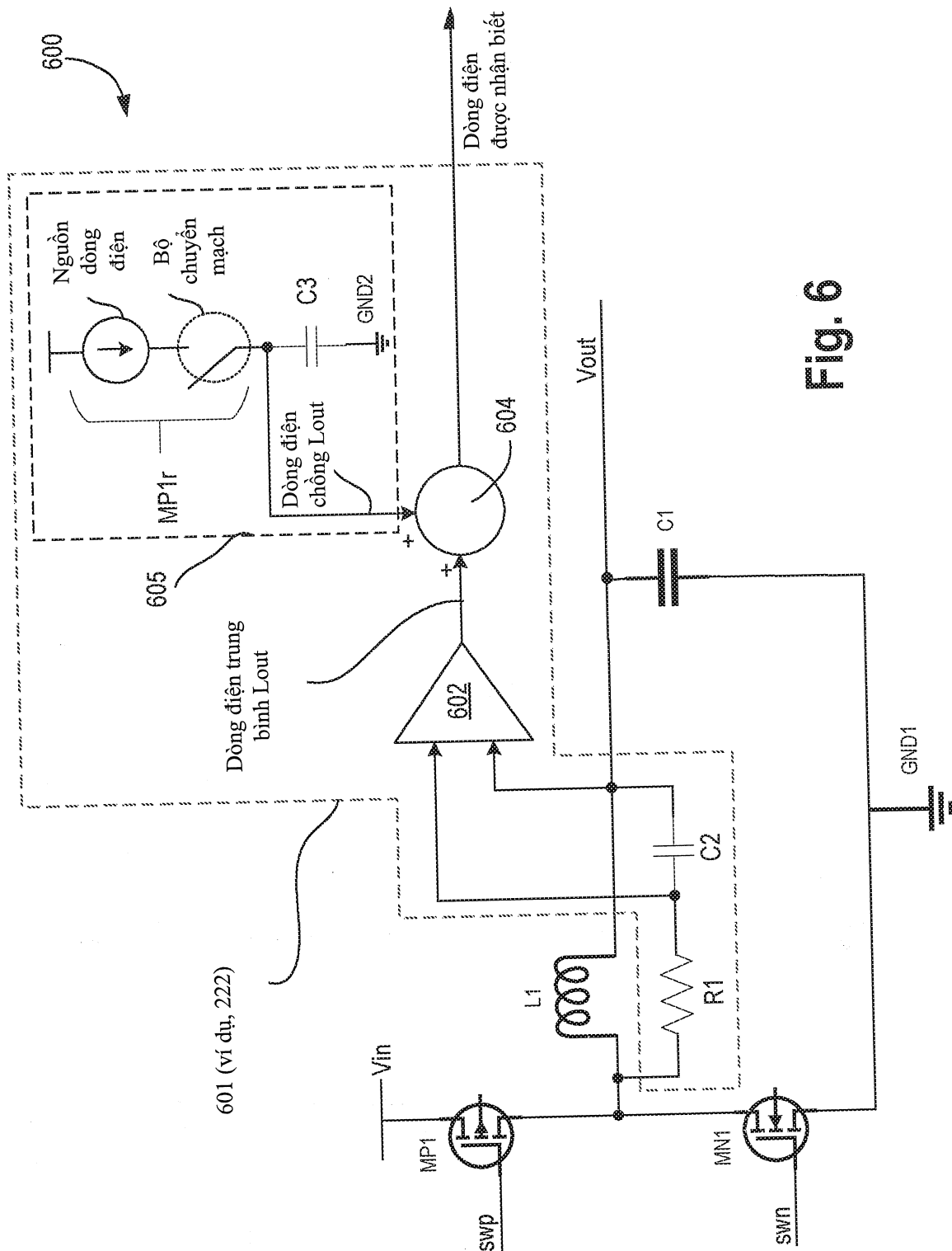


Fig. 6

10/24

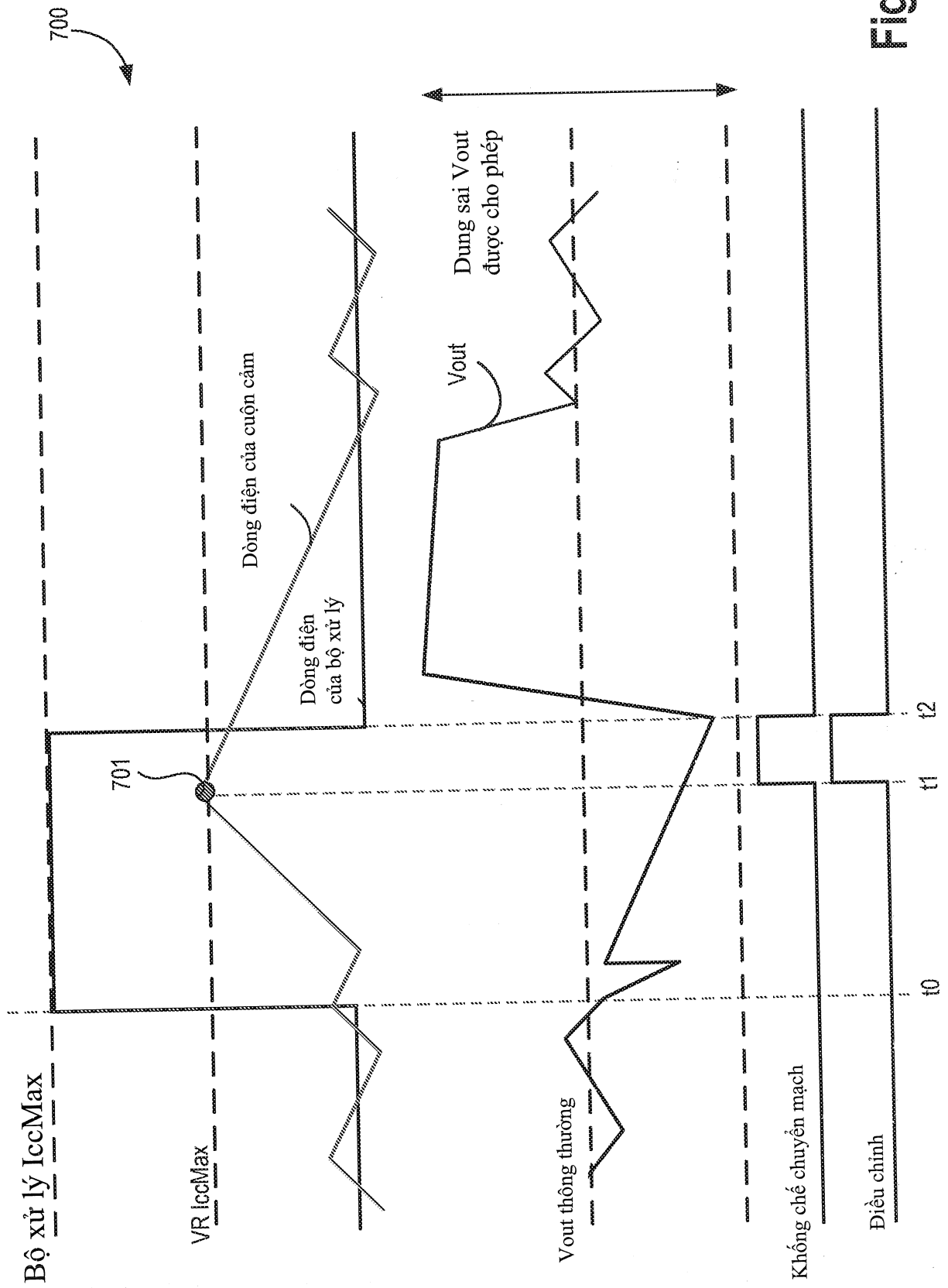


Fig. 7

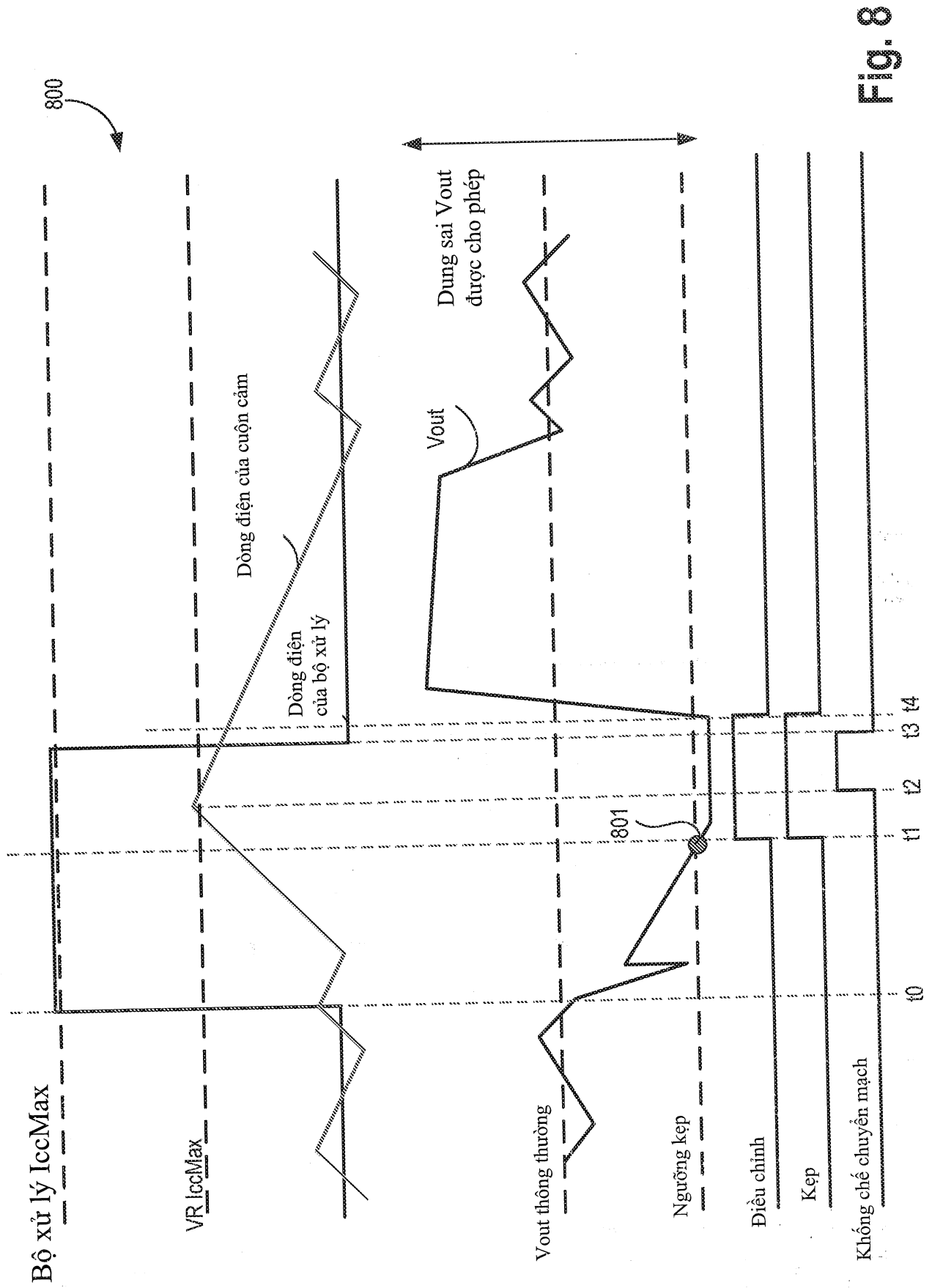


Fig. 8

12/24

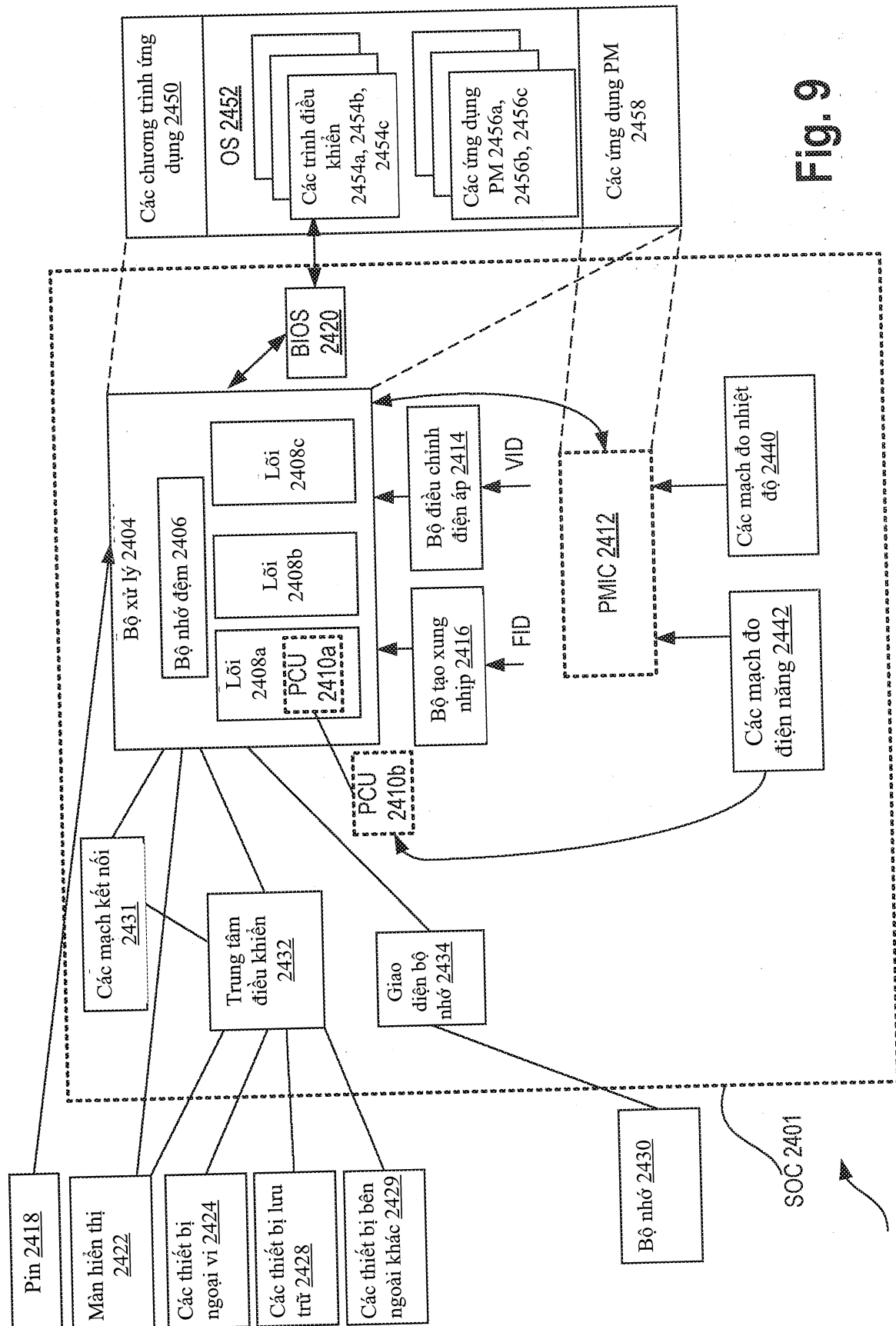


Fig. 9

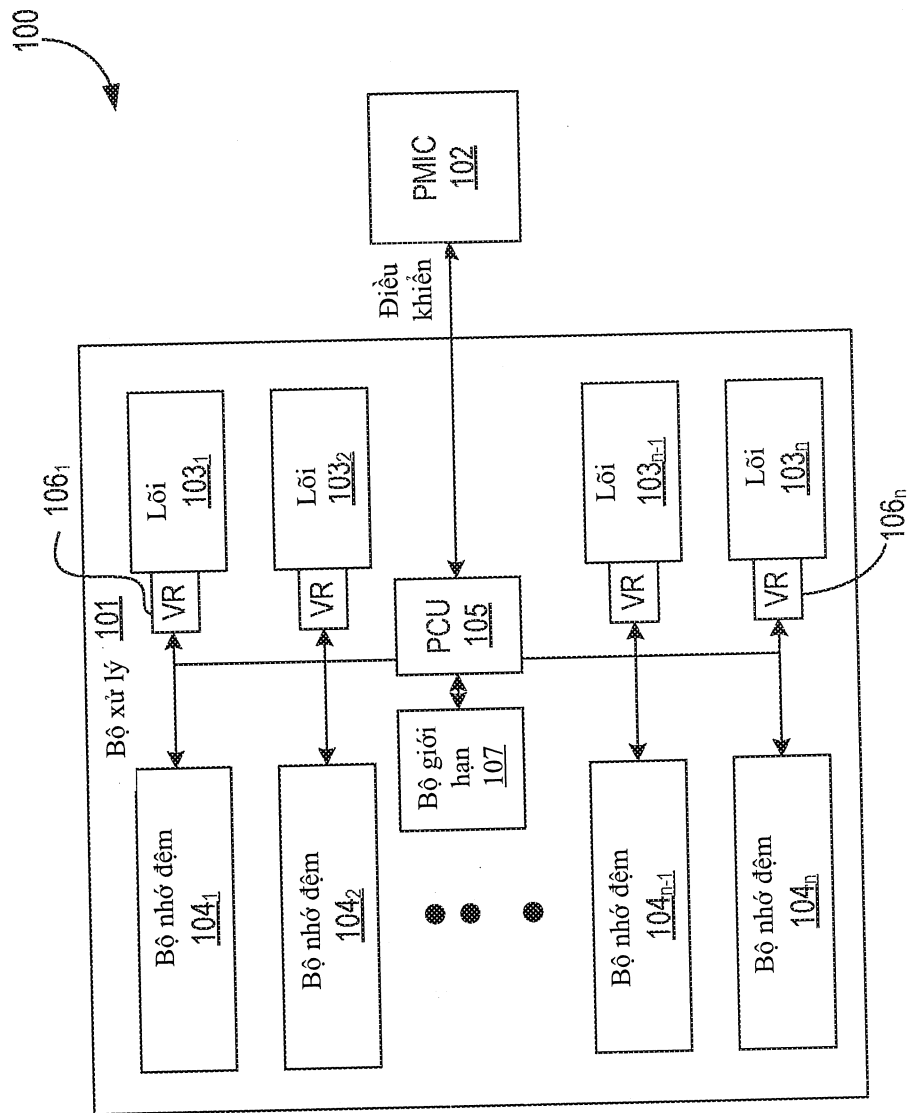


Fig. 1A

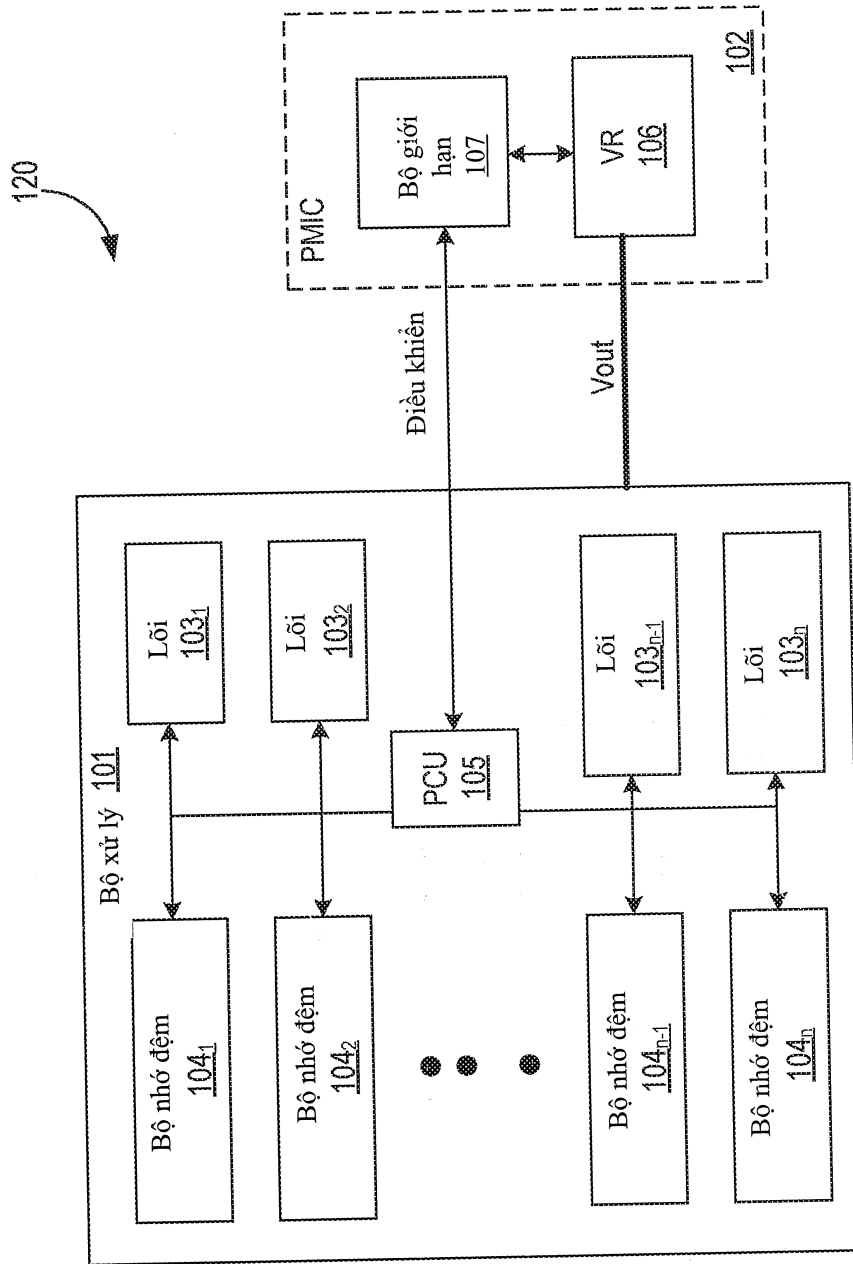


Fig. 1B

15/24

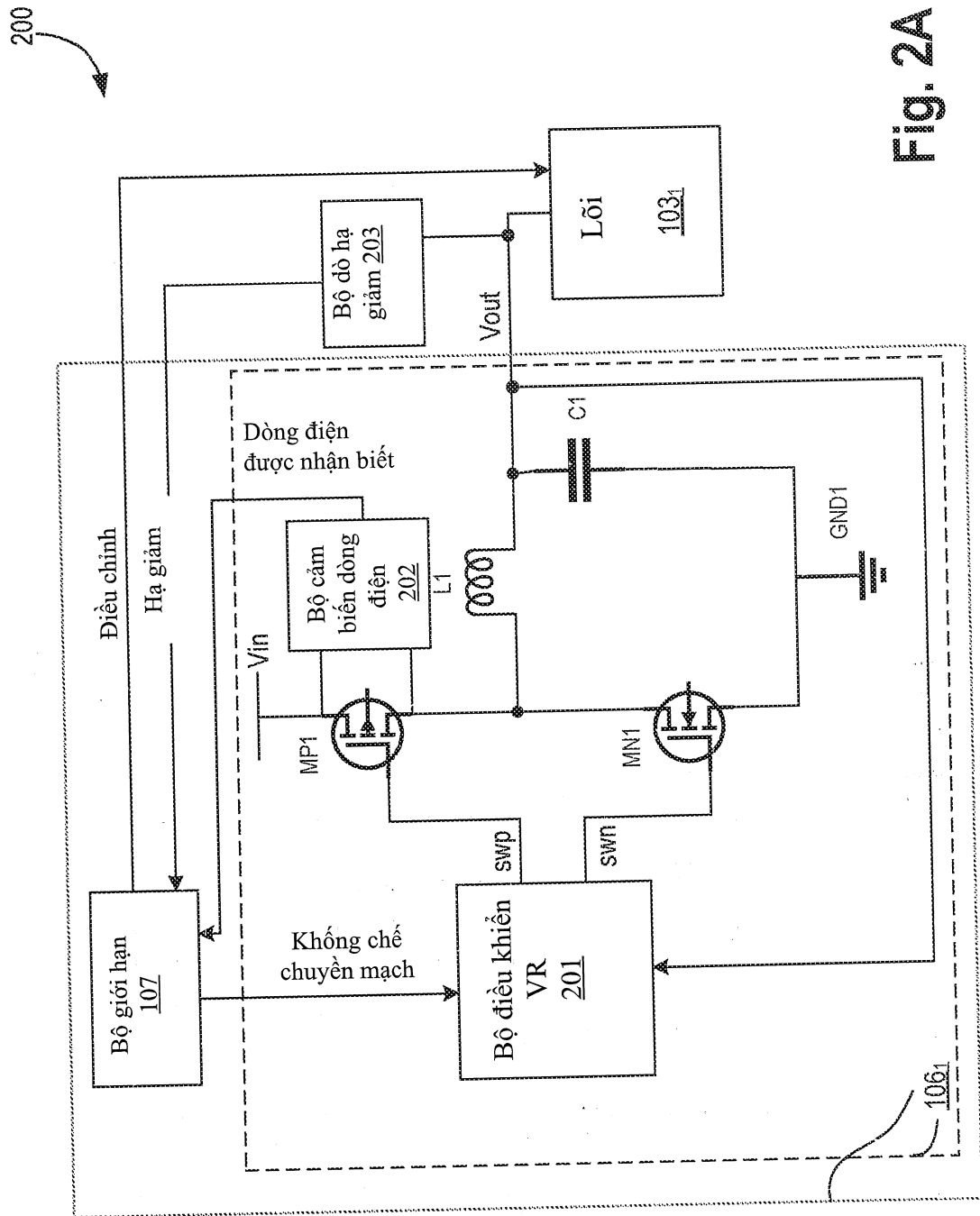
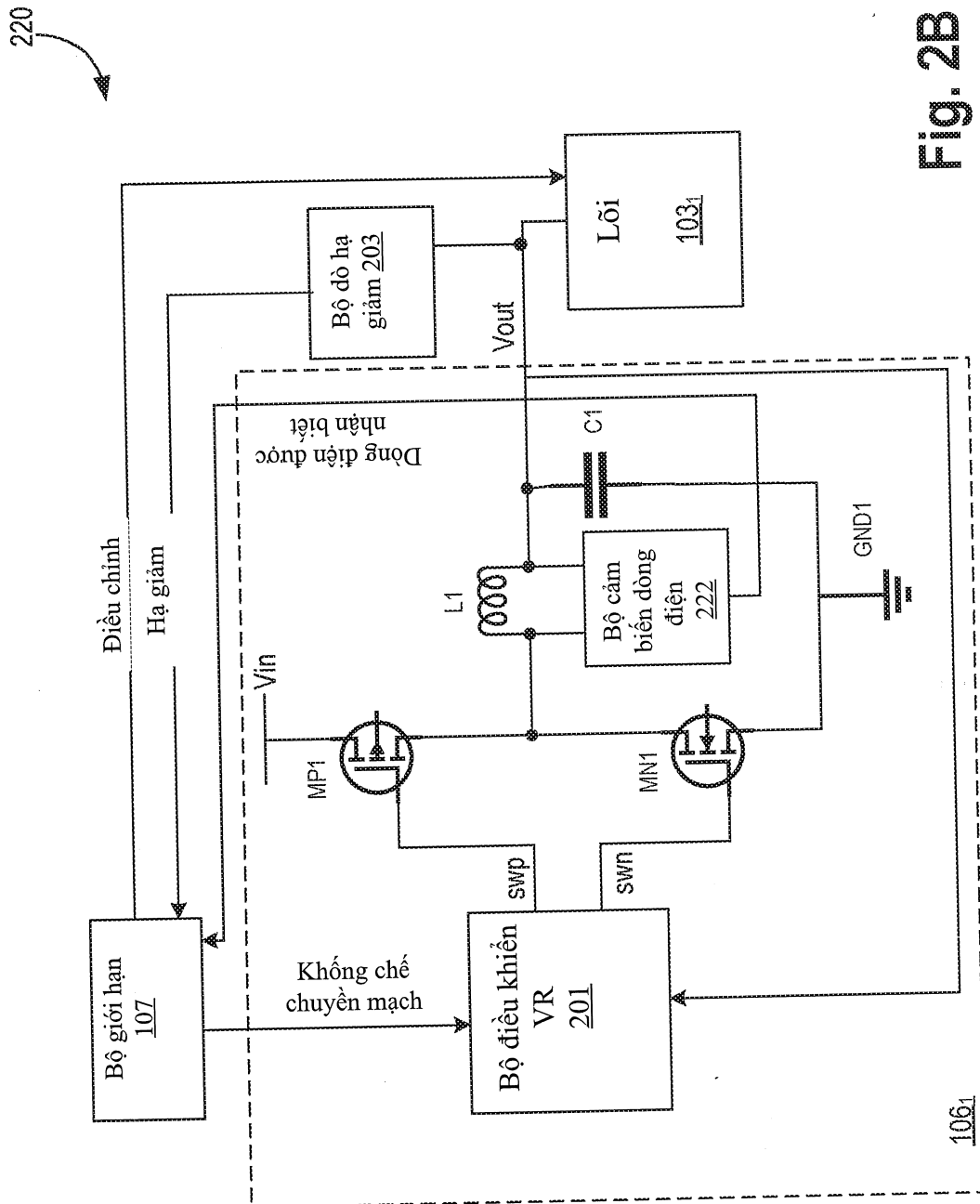


Fig. 2A



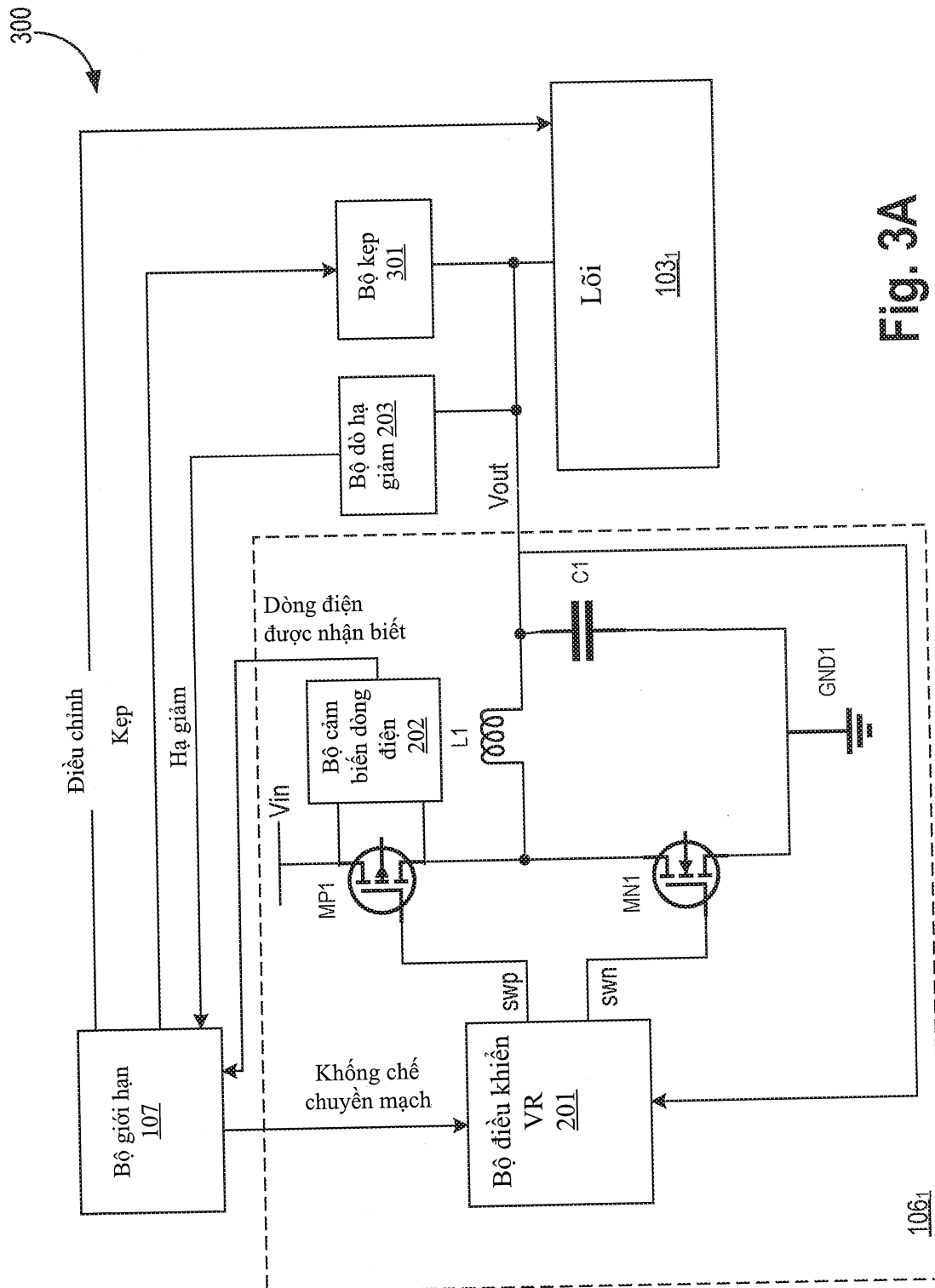
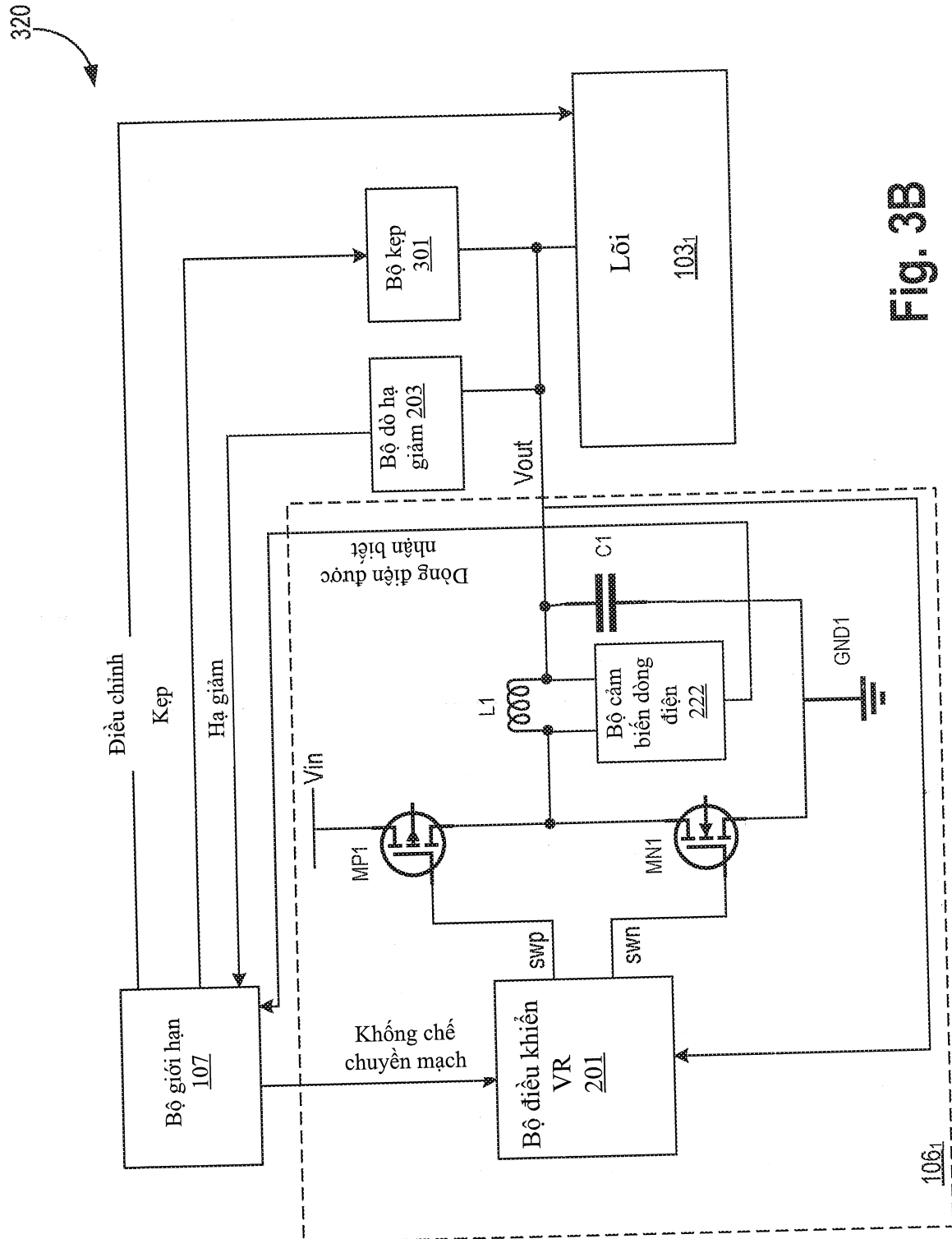


Fig. 3A



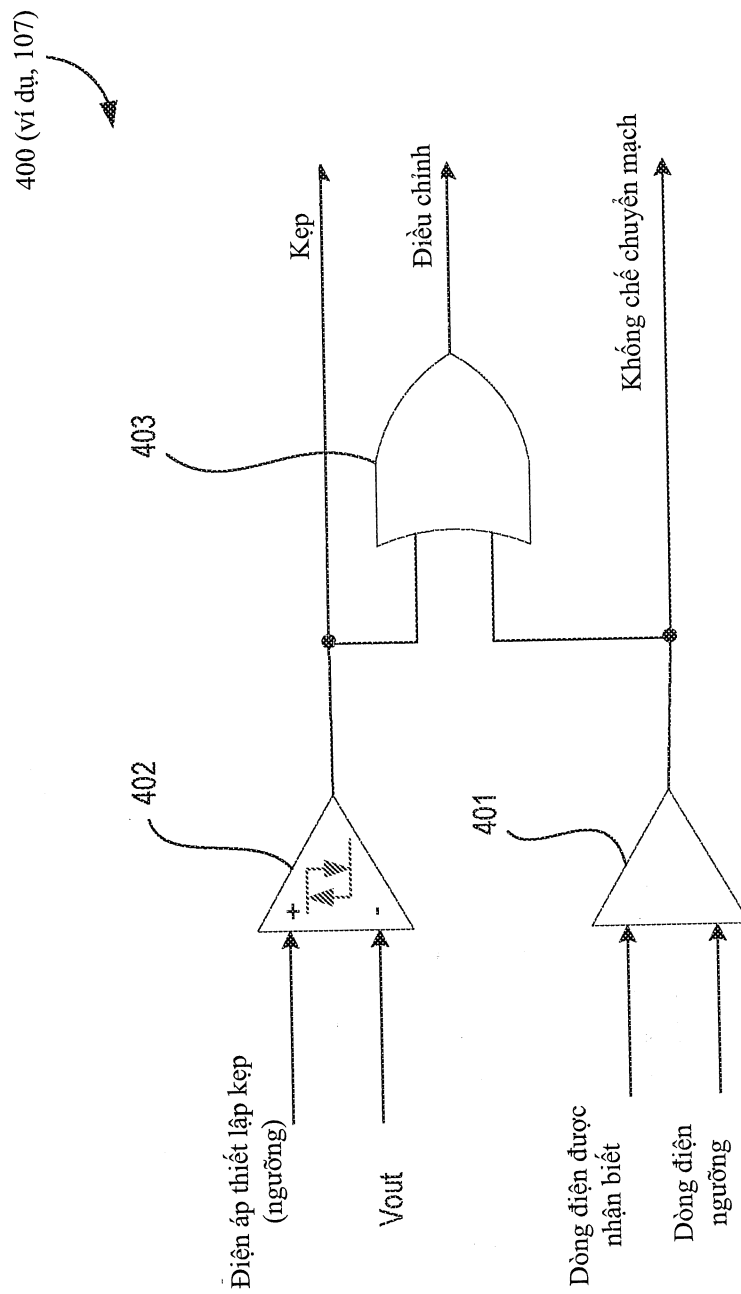


Fig. 4

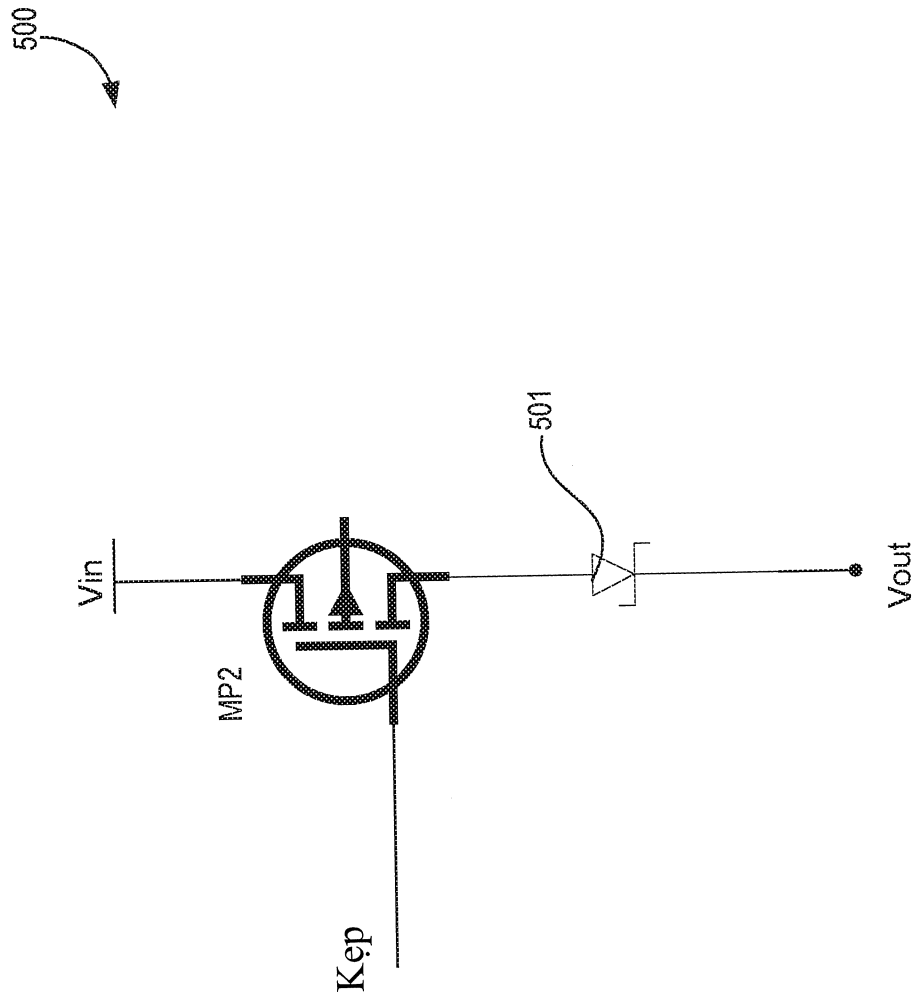


Fig. 5

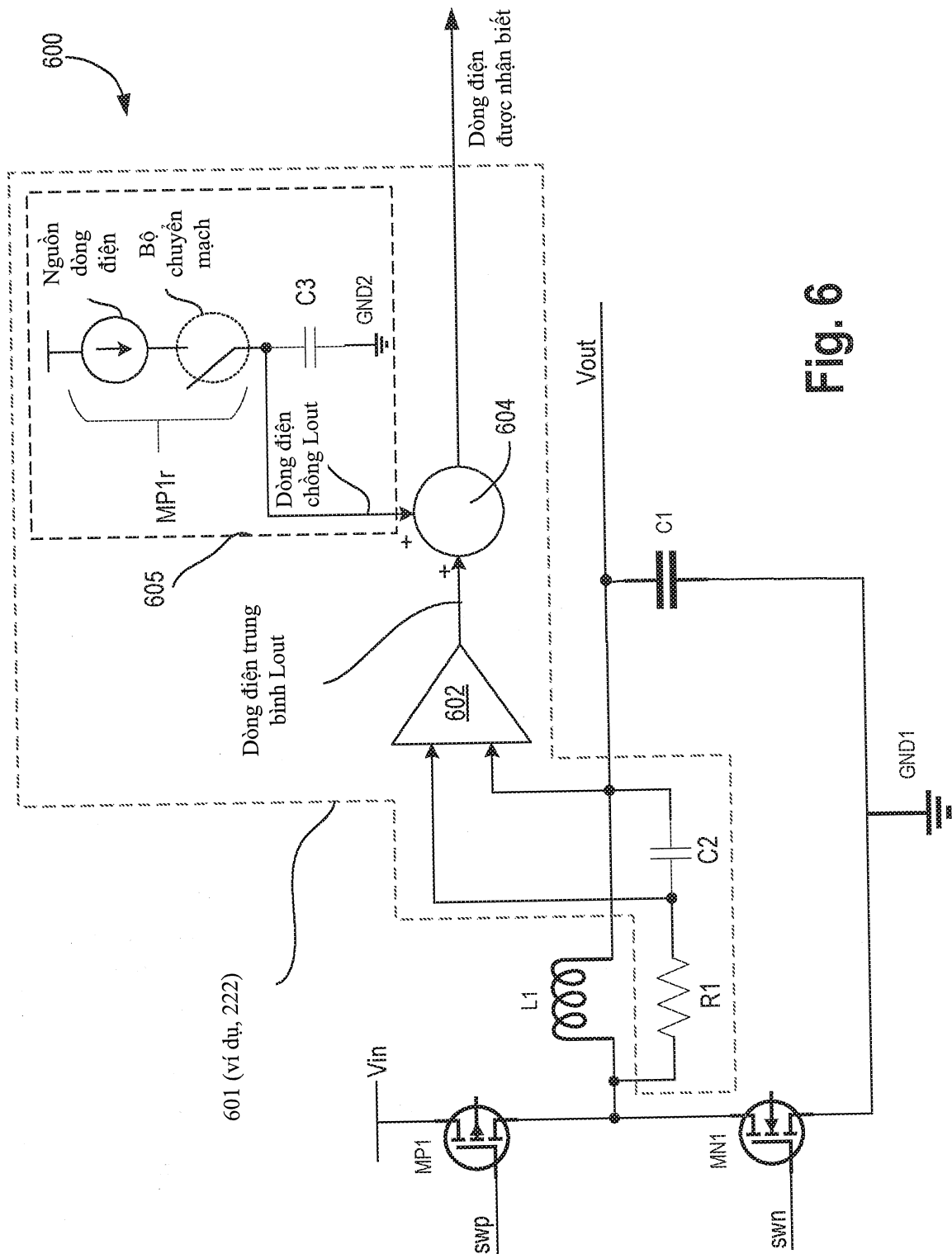


Fig. 6

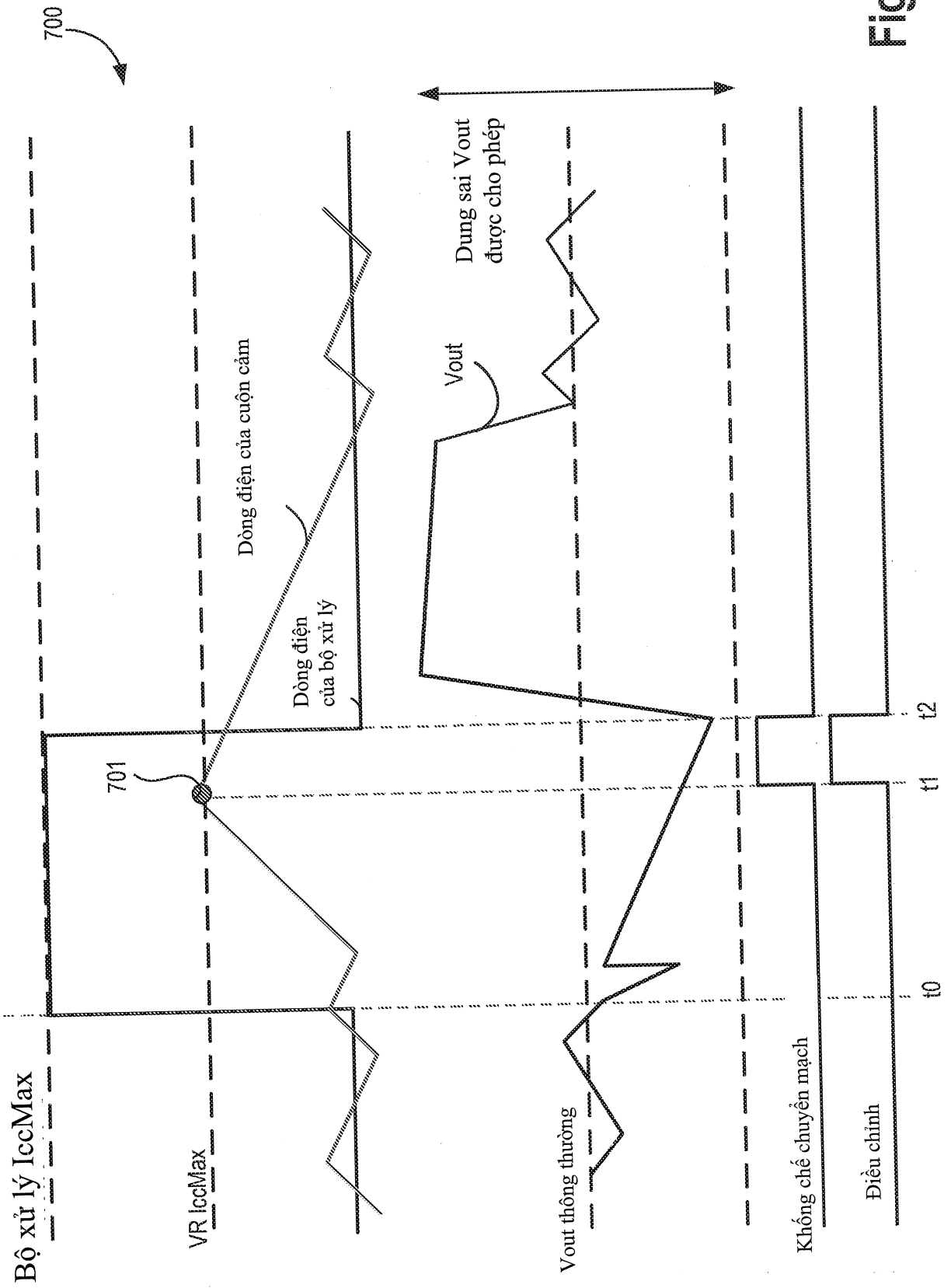
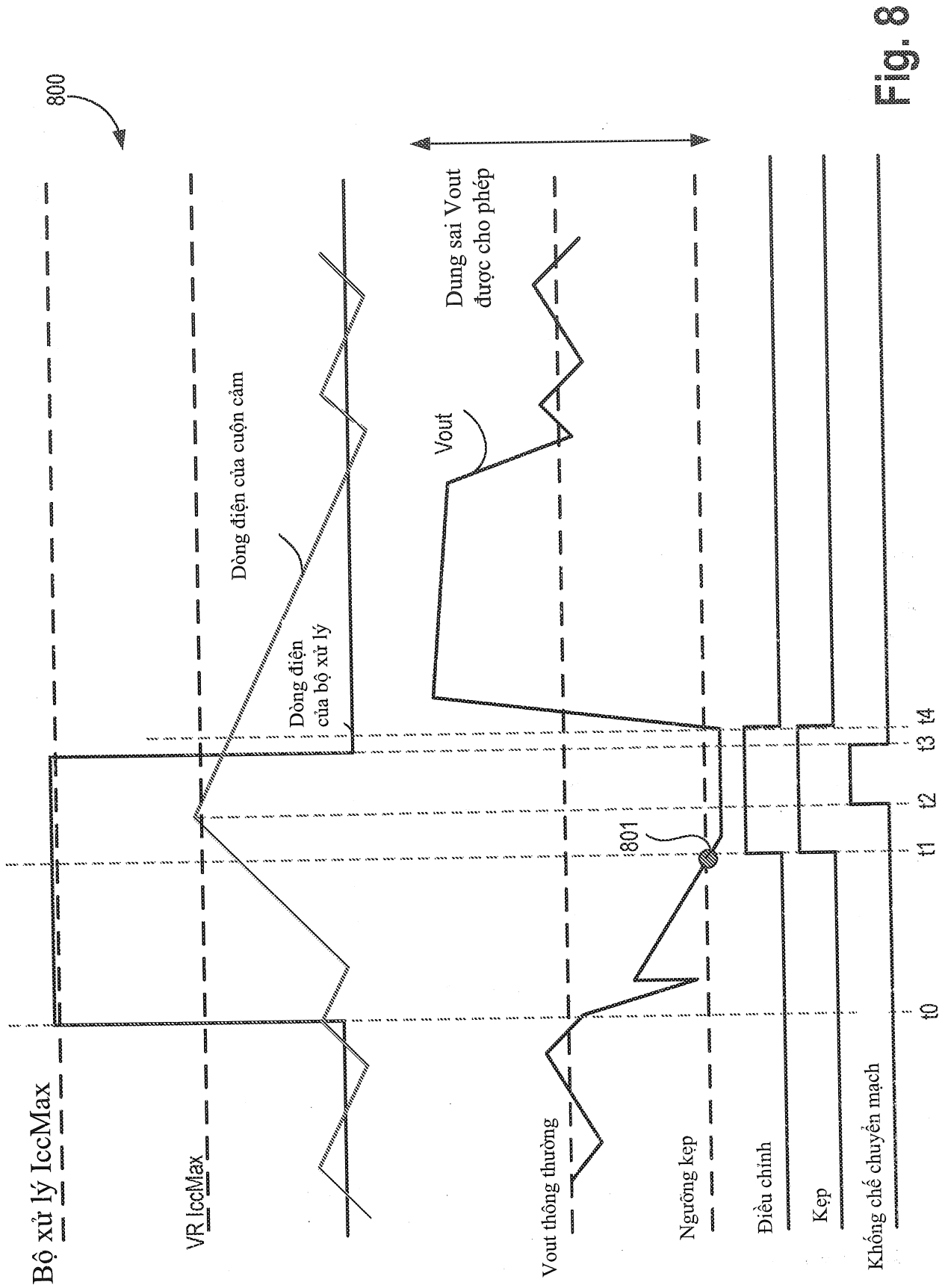


Fig. 7



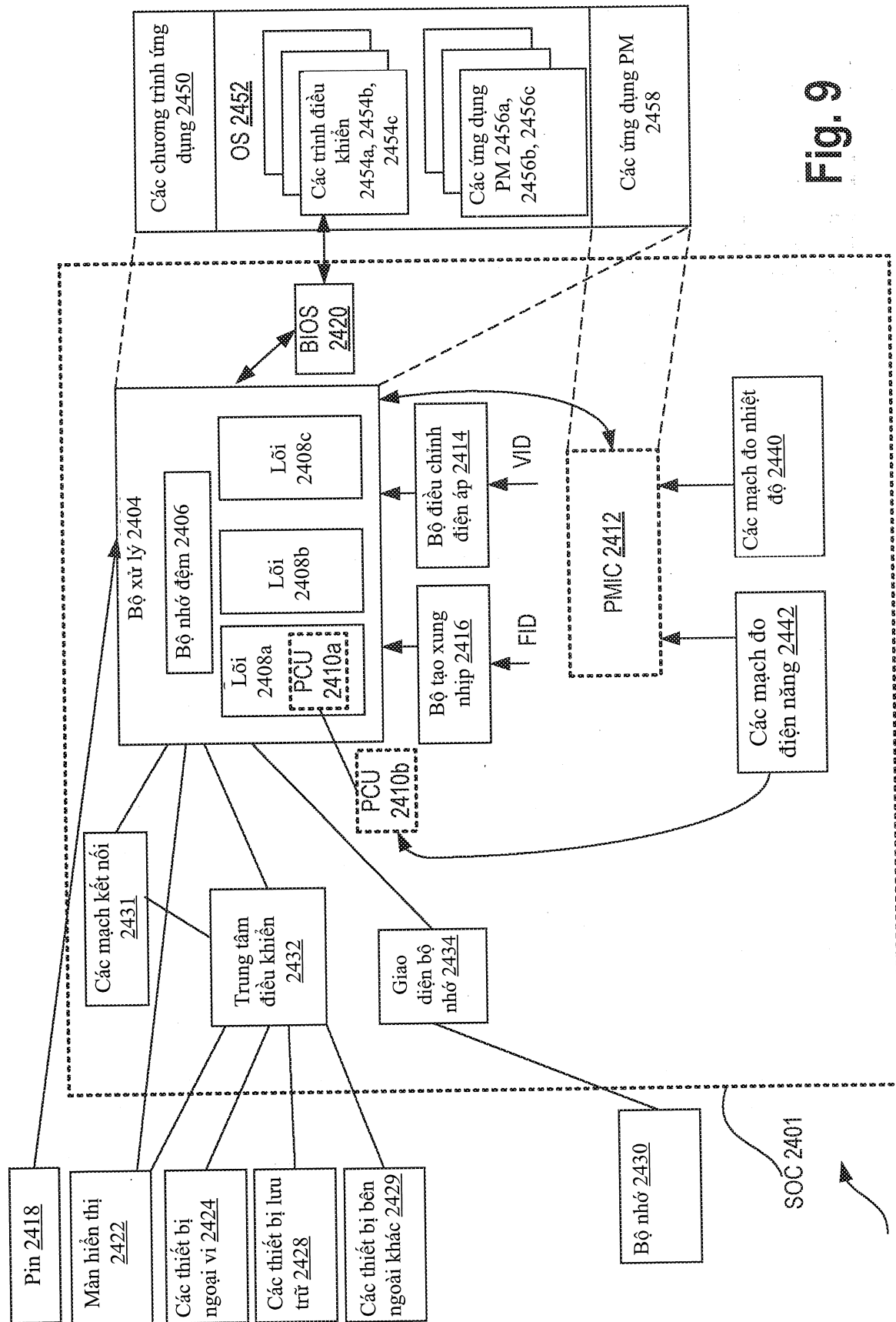


Fig. 9