



(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)



1-0053469

(51)^{2020.01} H01M 8/04

(13) B

(21) 1-2021-02049

(22) 15/04/2021

(30) 2020-074653 20/04/2020 JP

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/10/2021 403A

(73) TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA (JP)

1, Toyota-cho, Toyota-shi, Aichi-ken, 471-8571 Japan

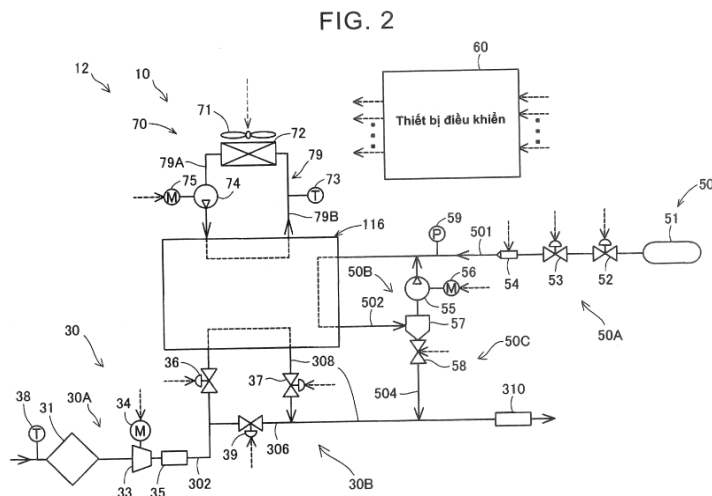
(72) Ryouichi NAMBA (JP); Masahiro ITO (JP); Manabu TAKAHASHI (JP); Tomotaka ISHIKAWA (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) HỆ THỐNG PIN NHIÊN LIỆU

(21) 1-2021-02049

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống pin nhiên liệu (10) bao gồm ngăn xếp pin nhiên liệu (116) và thiết bị điều khiển (60) để điều khiển hoạt động của hệ thống pin nhiên liệu (10) dựa trên giá trị điện áp đã đo được đo bởi cảm biến điện áp (91). Khi hệ thống pin nhiên liệu (10) được khởi động và giá trị được đo bởi cảm biến nhiệt độ (38) nhỏ hơn hoặc bằng nhiệt độ đã xác định từ trước, thiết bị điều khiển (60) tăng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu (116) cho đến khi thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước bằng cách cấp cho catot khí oxy hóa trước khi bắt đầu quét dòng điện. Thiết bị điều khiển (60) thiết lập giá trị điều khiển điện áp và giá trị điều khiển dòng điện sao cho điểm hoạt động của ngăn xếp pin nhiên liệu (116) nằm trên đường công suất cân bằng của ngăn xếp pin nhiên liệu (116) khi điểm hoạt động được chuyển tiếp trong ít nhất một phần của giai đoạn chuyển tiếp.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới lĩnh vực hệ thống pin nhiên liệu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết hệ thống pin nhiên liệu trong đó hoạt động làm nóng được thực hiện với lượng khí oxy hóa cấp tới catot được làm giảm so với lượng tương ứng trong quá trình phát điện bình thường (ví dụ, xem bằng sáng chế Nhật Bản số 6187774).

Theo kỹ thuật đã biết, khi hệ thống pin nhiên liệu thực hiện hoạt động làm nóng, dòng điện giới hạn trên và dòng điện giới hạn dưới được thiết lập, và giá trị mục tiêu dòng điện được thiết lập làm giá trị điều khiển dòng điện sao cho giá trị mục tiêu dòng điện nằm bên trong khoảng giữa dòng điện giới hạn trên và dòng điện giới hạn dưới khi giá trị mục tiêu dòng điện nằm ngoài khoảng giữa dòng điện giới hạn trên và dòng điện giới hạn dưới. Theo kỹ thuật đã biết, ngoài ra, dòng điện giới hạn trên được thiết lập bằng cách sử dụng, ở dạng chỉ số, giá trị dòng điện được giới hạn để hạn chế sự gia tăng nồng độ của hydro cần được xả ra khỏi ngăn xếp pin nhiên liệu do hydro bơm kích. Tuy nhiên, trong giai đoạn chuyển tiếp cho đến khi sự chuyển tiếp được thực hiện đối với điểm hoạt động mục tiêu được xác định bởi giá trị dòng điện mục tiêu và giá trị điện áp mục tiêu cho ngăn xếp pin nhiên liệu, khí oxy hóa có thể bị thiếu và hydro bơm kích có thể được tạo ra ở catot của các pin nhiên liệu. Khi hydro bơm kích được tạo ra trong các pin nhiên liệu, khí oxy hóa không được cấp đủ tới bề mặt của chất xúc tác của catot vì hydro bơm kích, và vì thế có khả năng cao là hydro bơm kích cũng được tạo ra sau đó. Khi hydro bơm kích được tạo ra ở catot, nồng độ của hydro trong khí xả ra từ catot có thể ở mức cao. Ngoài ra, hệ thống pin nhiên liệu có bộ pin thứ cấp để được nạp điện và phóng điện được tạo bởi ngăn xếp pin nhiên liệu. Ví dụ, hoạt động làm nóng được thực hiện khi nhiệt độ không khí bên ngoài thấp hơn điểm đông lạnh. Phạm vi cho phép của dung lượng nạp điện/phóng điện có thể bị giới hạn ở nhiệt độ thấp hơn điểm đông lạnh phụ thuộc vào kiểu của bộ pin thứ

cấp. Vì vậy, khi hoạt động làm nóng được thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn điểm đông lạnh, đôi khi khó có thể kiểm soát dung lượng nạp điện/phóng điện của bộ pin thứ cấp trong phạm vi cho phép, nghĩa là, trong phạm vi nhất định. Thuật ngữ “hydro bơm kích” đề cập tới hydro được tạo ra ở catot bởi trạng thái tái kết hợp của các ion hydro và các điện tử được dẫn từ anot do sự thiếu hụt của oxy ở catot trong hoạt động làm nóng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế có thể được thực hiện theo khía cạnh sau đây:

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất hệ thống pin nhiên liệu. Hệ thống pin nhiên liệu này bao gồm: ngăn xếp pin nhiên liệu có nhiều pin nhiên liệu xếp chồng, từng pin nhiên liệu này có anot và catot; cảm biến điện áp được làm thích ứng để đo điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu; hệ thống cấp khí oxy hóa được làm thích ứng để cấp cho catot khí oxy hóa chứa oxy; hệ thống cấp khí nhiên liệu được làm thích ứng để cấp cho anot khí nhiên liệu; cảm biến nhiệt độ được làm thích ứng để đo nhiệt độ liên quan tới hệ thống pin nhiên liệu; bộ pin thứ cấp được làm thích ứng để được nạp điện bằng nguồn điện được tạo bởi ngăn xếp pin nhiên liệu và phóng điện; và thiết bị điều khiển được làm thích ứng để điều khiển hoạt động của hệ thống pin nhiên liệu dựa trên giá trị điện áp đã đo được đo bởi cảm biến điện áp, trong đó: thiết bị điều khiển được làm thích ứng để, khi hệ thống pin nhiên liệu được khởi động và giá trị được đo bởi cảm biến nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng nhiệt độ đã xác định từ trước, tăng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu cho đến khi thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước bằng cách khiến cho hệ thống cấp khí oxy hóa vận hành và cấp cho catot khí oxy hóa trước khi bắt đầu quét dòng điện từ ngăn xếp pin nhiên liệu, và thực hiện hoạt động làm nóng trong đó nhiệt độ của ngăn xếp pin nhiên liệu được tăng bằng cách bắt đầu quét dòng điện khi giá trị điện áp đã đo thỏa mãn điều kiện điện áp; và thiết bị điều khiển được làm thích ứng để, khi thực hiện hoạt động làm nóng, thiết lập giá trị điều khiển điện áp và giá trị điều khiển dòng điện sao cho điểm hoạt động mà được xác định bởi giá trị điện áp và giá trị dòng điện của ngăn xếp pin nhiên liệu sẽ nằm trên đường công suất cân bằng của ngăn xếp pin nhiên liệu để chỉ báo công

suất được tạo ra bằng công suất được tạo ra theo yêu cầu của ngăn xếp pin nhiên liệu, khi điểm hoạt động được chuyển tiếp trong ít nhất một phần của giai đoạn chuyển tiếp tính từ khi bắt đầu quét dòng điện cho đến khi điểm hoạt động tiến đến điểm hoạt động mục tiêu được xác định bởi giá trị điện áp mục tiêu và giá trị dòng điện mục tiêu trong hoạt động làm nóng. Theo khía cạnh này, hoạt động làm nóng có thể được thực hiện sau khi oxy được cấp đủ tới catot của ngăn xếp pin nhiên liệu, bằng cách bắt đầu quét dòng điện sau khi giá trị điện áp đã đo thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước. Vì vậy, có thể giảm bớt khả năng là hydro bơm kích được tạo ra vì thiếu oxy ở catot trong hoạt động làm nóng. Hơn nữa, thiết bị điều khiển thiết lập giá trị điều khiển điện áp và giá trị điều khiển dòng điện sao cho điểm hoạt động nằm trên đường công suất cân bằng khi điểm hoạt động được chuyển tiếp trong giai đoạn chuyển tiếp, và vì thế có thể ngăn chặn độ lệch của công suất thực tế được tạo bởi ngăn xếp pin nhiên liệu so với công suất được tạo ra theo yêu cầu. Vì vậy, dung lượng nạp điện/phóng điện của bộ pin thứ cấp có thể được kiểm soát trong phạm vi nhất định. Theo khía cạnh này, như nêu trên, dung lượng nạp điện/phóng điện của bộ pin thứ cấp có thể được kiểm soát trong phạm vi nhất định trong khi giảm bớt khả năng là hydro bơm kích được tạo ra.

Theo khía cạnh như nêu trên, thiết bị điều khiển có thể được làm thích ứng để: thực hiện điều khiển dòng điện bình thường trong đó giá trị điều khiển dòng điện được tăng thành giá trị dòng điện mục tiêu theo tỷ lệ đã xác định từ trước trong giai đoạn sau chuyển mạch, của giai đoạn chuyển tiếp, từ thời điểm mà giá trị điện áp đã đo trở nên nhỏ hơn hoặc bằng giá trị điện áp chuyển mạch đã xác định từ trước cho đến thời điểm mà giá trị điện áp đã đo tiến đến giá trị điện áp mục tiêu của điểm hoạt động mục tiêu; tạm dừng điều khiển dòng điện bình thường và thực hiện điều khiển dự phòng trong đó giá trị điều khiển dòng điện được duy trì không đổi khi việc điều khiển dòng điện bình thường được thực hiện và giá trị điện áp đã đo tiến đến giá trị điện áp bắt đầu điều khiển mà nhỏ hơn giá trị điều khiển điện áp; và kết thúc điều khiển dự phòng và tiếp tục lại điều khiển dòng điện bình thường bằng cách cho phép sự thay đổi ở giá trị điều khiển dòng điện khi giá trị điện áp đã đo tiến đến giá trị điện áp cho phép mà lớn hơn hoặc

bằng giá trị điều khiển điện áp trong khi thực hiện điều khiển dự phòng. Theo khía cạnh này, trong giai đoạn sau chuyển mạch, điều khiển dòng điện bình thường được thực hiện, và vì thế việc thực hiện quét dòng điện quá mức có thể được ngăn chặn. Theo khía cạnh này, ngoài ra, sự thiếu hụt của oxy ở catot có thể được ngăn chặn bằng cách thực hiện điều khiển dự phòng khi việc điều khiển dòng điện bình thường được thực hiện và giá trị điện áp đã đo tiến đến giá trị điện áp bắt đầu điều khiển. Như vậy, sự sinh ra hydro bơm kích có thể được ngăn chặn.

Theo khía cạnh như nêu trên, cảm biến điện áp có thể được làm thích ứng để đo tổng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu; và điều kiện điện áp có thể là điều kiện sao cho giá trị của tổng điện áp ở dạng giá trị điện áp đã đo mà được đo bởi cảm biến điện áp trở nên lớn hơn giá trị điện áp chuẩn đã xác định từ trước. Theo khía cạnh này, dựa trên giá trị của tổng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu, có thể xác định xem điều kiện điện áp đã xác định từ trước có được thỏa mãn hay không.

Theo khía cạnh như nêu trên, việc cấp khí oxy hóa tới ngăn xếp pin nhiên liệu có thể được thực hiện ở phía của phần đầu thứ nhất của ngăn xếp pin nhiên liệu theo hướng xếp chồng mà theo đó các pin nhiên liệu được xếp chồng; cảm biến điện áp có thể được làm thích ứng để đo điện áp của pin nhiên liệu phía phần đầu mà là một pin nhiên liệu trong số các pin nhiên liệu, pin nhiên liệu phía phần đầu này được định vị ở phía của phần đầu thứ hai mà đối diện với phía của phần đầu thứ nhất; và điều kiện điện áp có thể là điều kiện sao cho giá trị điện áp của pin nhiên liệu phía phần đầu ở dạng giá trị điện áp đã đo mà được đo bởi cảm biến điện áp trở nên lớn hơn giá trị điện áp chuẩn phía phần đầu đã xác định từ trước. Theo khía cạnh này, sự sinh ra hydro bơm kích có thể được ngăn chặn hơn nữa bằng cách xác định xem giá trị điện áp ở phía của phần đầu thứ hai có thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước hay không, thậm chí nếu ngăn xếp pin nhiên liệu là quá dài theo hướng xếp chồng khiến cho khí oxy hóa sẽ mất thời gian đáng kể để tiến đến phía của phần đầu thứ hai. Việc cấp khí oxy hóa tới phía của phần đầu thứ hai của ngăn xếp pin nhiên liệu bị làm trễ so với phía của phần đầu thứ nhất của ngăn xếp pin nhiên liệu, và vì thế điện áp tăng ở phía của phần đầu thứ

hai do trạng thái cấp khí oxy hóa có xu hướng bị làm trễ so với phía của phần đầu thứ nhất. Vì vậy, sự sinh ra hydro bom kích có thể được ngăn chặn hơn nữa bằng cách xác định xem giá trị điện áp ở phía của phần đầu thứ hai, mà sự gia tăng điện áp trên đó có xu hướng bị làm trễ, có thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước hay không.

Sáng chế có thể được thực hiện theo nhiều hình thức khác nhau. Ngoài hệ thống pin nhiên liệu như nêu trên, sáng chế có thể được thực hiện ở dạng phương pháp điều khiển dùng cho hệ thống pin nhiên liệu, chương trình máy tính khiến cho máy tính thực hiện phương pháp điều khiển, vật ghi bất khả biến để lưu trữ chương trình máy tính, v.v..

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các dấu hiệu, ưu điểm, và ý nghĩa kỹ thuật và công nghiệp theo các phương án minh họa của sáng chế sẽ được mô tả sau đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó các số chỉ dẫn tương tự biểu thị các phần tử tương tự, và trong đó:

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc của hệ thống pin nhiên liệu;

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc chi tiết của hệ thống pin nhiên liệu;

Fig.3 là sơ đồ khái niệm thể hiện cấu trúc điện của hệ thống pin nhiên liệu;

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc bên trong của thiết bị điều khiển;

Fig.5 là đồ thị thể hiện các đặc tính nhiệt độ của bộ pin thứ cấp;

Fig.6 là lưu đồ thể hiện quy trình khởi động dùng cho hệ thống pin nhiên liệu;

Fig.7 là lưu đồ thể hiện quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động;

Fig.8 là đồ thị thứ nhất thể hiện mối tương quan giữa điện áp và dòng điện của ngăn xếp pin nhiên liệu;

Fig.9 là đồ thị thứ hai thể hiện mối tương quan giữa điện áp và dòng điện của ngăn xếp pin nhiên liệu; và

Fig.10 là lưu đồ thể hiện quy trình khởi động đối với hệ thống pin nhiên liệu (10) theo phương án thứ hai.

Mô tả chi tiết sáng chế

A. Phương án thứ nhất:

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc của hệ thống pin nhiên liệu 10. Hệ thống pin nhiên liệu 10 này được gắn trên xe điện dùng pin nhiên liệu 12, ví dụ, và được sử dụng làm thiết bị tạo ra điện năng để kích hoạt động cơ dẫn động của xe điện dùng pin nhiên liệu 12. Hệ thống pin nhiên liệu 10 bao gồm ngăn xếp pin nhiên liệu 116, hệ thống cấp/xả khí nhiên liệu 50, hệ thống cấp/xả khí oxy hóa 30, và hệ thống tuần hoàn chất làm lạnh 70.

Ngăn xếp pin nhiên liệu 116 có nhiều pin nhiên liệu 11 và hai đầu nối 110 và 120. Từng pin nhiên liệu 11 có dạng tấm, và được xếp chồng theo hướng xếp chồng SD tương ứng với chiều dày. Từng pin nhiên liệu 11 là bộ pin nhiên liệu polyme rắn được cấp khí oxy hóa và khí nhiên liệu làm các khí phản ứng để tạo ra điện năng nhờ phản ứng điện hóa giữa oxy và hydro. Theo phương án này, khí oxy hóa là không khí chứa oxy, và khí nhiên liệu là hydro. Từng pin nhiên liệu 11 là phần tử phát điện có thể tự tạo ra điện năng. Từng pin nhiên liệu 11 bao gồm cụm điện cực màng và hai tấm phân cách nằm xen giữa cụm điện cực màng. Cụm điện cực màng có màng điện phân, anot được bố trí ở một bề mặt của màng điện phân, và catot được bố trí ở bề mặt kia của màng điện phân. Phần lỗ hở (không được thể hiện trên hình vẽ) được tạo ra ở phần đầu chu vi ngoài của từng pin nhiên liệu 11 để tạo ra ống góp Mfa cho phép dẫn dòng của các khí phản ứng và các khí thải phản ứng đã đi qua các phản tạo ra điện năng. Ống góp Mfa được phân nhánh và nối với các phần tạo ra điện năng của các pin nhiên liệu 11. Ngoài ra, phần lỗ hở (không được thể hiện trên hình vẽ) được tạo ra ở phần đầu chu vi ngoài của từng pin nhiên liệu 11 để tạo ra ống góp Mfb cho phép dẫn dòng của chất làm lạnh.

Các đầu nối 110 và 120 được bố trí ở các phần đầu đối nhau của các pin nhiên liệu 11 theo hướng xếp chồng SD. Cụ thể là, đầu nối thứ nhất 110 được bố trí ở phần đầu thứ nhất của ngăn xếp pin nhiên liệu 116, và đầu nối thứ hai 120 được bố trí ở phần đầu thứ hai, mà nằm đối diện với phần đầu thứ nhất, của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Đầu nối thứ nhất 110 có các phần lỗ hở 115 được tạo ra ở dạng các lỗ xuyên để tạo ra ống góp Mfa và ống góp Mfb. Mặt khác, đầu nối thứ hai 120 không có các phần lỗ hở 115 được tạo ra ở dạng các lỗ xuyên để tạo ra ống góp Mfa và ống góp Mfb. Nghĩa là, khí nhiên liệu, khí oxy hóa, và chất làm lạnh chỉ được cấp tới và xả từ phía thứ nhất của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 theo hướng xếp chồng SD. Các pin nhiên liệu 11 nằm ở phía của phần đầu thứ hai, trong số các pin nhiên liệu 11, còn được gọi là “các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e”. Theo phương án này, các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e có pin nhiên liệu 11 nằm gần nhất với phần đầu thứ hai.

Hệ thống cấp/xả khí nhiên liệu 50 có chức năng cấp khí nhiên liệu, chức năng xả khí nhiên liệu, và chức năng tuần hoàn khí nhiên liệu. Chức năng cấp khí nhiên liệu là chức năng để cấp khí nhiên liệu tới các anot của các pin nhiên liệu 11. Chức năng xả khí nhiên liệu là chức năng để xả khí nhiên liệu đã xả từ các anot của các pin nhiên liệu 11 (còn được gọi là “khí thải nhiên liệu”) ra bên ngoài. Chức năng tuần hoàn khí nhiên liệu là chức năng để làm tuần hoàn khí nhiên liệu bên trong hệ thống pin nhiên liệu 10.

Hệ thống cấp/xả khí oxy hóa 30 có chức năng cấp khí oxy hóa để cấp khí oxy hóa tới các catot của các pin nhiên liệu 11, chức năng xả khí oxy hóa để xả khí oxy hóa xả từ các catot của các pin nhiên liệu 11 (còn được gọi là “khí thải oxy hóa”) ra bên ngoài, và chức năng đi vòng để xả khí oxy hóa đã cấp ra bên ngoài mà không qua các pin nhiên liệu 11.

Hệ thống tuần hoàn chất làm lạnh 70 làm tuần hoàn chất làm lạnh qua ngăn xếp pin nhiên liệu 116 để điều chỉnh nhiệt độ của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Các ví dụ về chất làm lạnh có dung dịch chống đông như etylen glycol và chất lỏng như nước.

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện cấu trúc chi tiết của hệ thống pin nhiên liệu 10. Trên Fig.2, các hướng của khí nhiên liệu, khí oxy hóa, và chất làm lạnh được cấp tới ngăn xếp pin nhiên liệu 116 và được xả từ ngăn xếp pin nhiên liệu 116 được biểu thị bằng các mũi tên. Hệ thống pin nhiên liệu 10 có thiết bị điều khiển 60, ngoài ngăn xếp pin nhiên liệu 116, hệ thống cấp/xả khí oxy hóa 30, hệ thống cấp/xả khí nhiên liệu 50, và hệ thống tuần hoàn chất làm lạnh 70 như đã mô tả trên đây. Thiết bị điều khiển 60 điều khiển hoạt động của hệ thống pin nhiên liệu 10. Thiết bị điều khiển 60 sẽ được mô tả chi tiết sau đây.

Hệ thống cấp/xả khí oxy hóa 30 có hệ thống cấp khí oxy hóa 30A và hệ thống xả khí oxy hóa 30B. Hệ thống cấp khí oxy hóa 30A cấp khí oxy hóa tới các catot của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Hệ thống cấp khí oxy hóa 30A có đường dẫn cấp khí oxy hóa 302, cảm biến nhiệt độ không khí bên ngoài 38 dùng làm cảm biến nhiệt độ, bộ làm sạch không khí 31, máy nén 33, động cơ 34, bộ làm mát trung gian 35, và van điều chỉnh áp suất thứ nhất 36.

Đường dẫn cấp khí oxy hóa 302 là một ống nằm phía trước ngăn xếp pin nhiên liệu 116 để nối thông giữa bên ngoài và các catot của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Cảm biến nhiệt độ không khí bên ngoài 38 đo nhiệt độ liên quan tới hệ thống pin nhiên liệu 10. Cụ thể là, cảm biến nhiệt độ không khí bên ngoài 38 đo nhiệt độ của không khí dùng làm khí oxy hóa cần nạp vào bộ làm sạch không khí 31, nghĩa là, nhiệt độ không khí bên ngoài để dùng làm nhiệt độ môi trường xung quanh. Kết quả đo nhờ cảm biến nhiệt độ không khí bên ngoài 38 được truyền tới thiết bị điều khiển 60. Bộ làm sạch không khí 31 được bố trí trong đường dẫn cấp khí oxy hóa 302 ở phía trước máy nén 33, và loại bỏ tạp chất trong khí oxy hóa cần cấp tới ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Máy nén 33 được bố trí trong đường dẫn cấp khí oxy hóa 302 ở phía trước ngăn xếp pin nhiên liệu 116, và xả không khí nén về phía các catot theo lệnh điều khiển từ thiết bị điều khiển 60. Máy nén 33 được dẫn động bởi động cơ 34 để hoạt động theo lệnh điều khiển từ thiết bị điều khiển 60. Bộ làm mát trung gian 35 được bố trí trong đường dẫn cấp khí oxy hóa 302 ở phía sau máy nén 33. Bộ làm mát trung gian 35 làm mát khí oxy hóa mà đã bị nén bởi máy nén 33 để trở nên nóng. Van điều chỉnh áp suất thứ nhất 36 là một

van điện từ hoặc van điện. Van điều chỉnh áp suất thứ nhất 36 điều chỉnh lưu lượng của khí oxy hóa được dẫn từ đường dẫn cấp khí oxy hóa 302 về phía ngăn xếp pin nhiên liệu 116 với mức độ mở của van điều chỉnh áp suất thứ nhất 36 được điều chỉnh bởi thiết bị điều khiển 60.

Hệ thống xả khí oxy hóa 30B xả khí oxy hóa đã đi qua các catot ra bên ngoài. Hệ thống xả khí oxy hóa 30B có đường dẫn xả khí oxy hóa 308, đường dẫn đi vòng 306, van điều chỉnh áp suất thứ hai 37, và van điều chỉnh áp suất thứ ba 39. Đường dẫn xả khí oxy hóa 308 là một ống để xả, ra bên ngoài, khí oxy hóa đã xả từ các catot của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 (còn được gọi là “khí thải oxy hóa”) và khí oxy hóa đã đi qua đường dẫn đi vòng 306. Van điều chỉnh áp suất thứ hai 37 là một van điện từ hoặc van điện. Van điều chỉnh áp suất thứ hai 37 điều chỉnh áp suất ngược trong đường dẫn dòng phía catot của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 với mức độ mở của van điều chỉnh áp suất thứ hai 37 được điều chỉnh bởi thiết bị điều khiển 60. Van điều chỉnh áp suất thứ hai 37 được bố trí trong đường dẫn xả khí oxy hóa 308 ở phía trước vị trí mà đường dẫn đi vòng 306 được nối với đường dẫn xả khí oxy hóa 308. Bộ giảm âm 310 được bố trí ở phần đầu phía sau của đường dẫn xả khí oxy hóa 308.

Van điều chỉnh áp suất thứ ba 39 được bố trí trong đường dẫn đi vòng 306. Van điều chỉnh áp suất thứ ba 39 là một van điện từ hoặc van điện. Van điều chỉnh áp suất thứ ba 39 này điều chỉnh lưu lượng của khí oxy hóa đi qua đường dẫn đi vòng 306 với mức độ mở của van điều chỉnh áp suất thứ ba 39 mà được điều chỉnh bởi thiết bị điều khiển 60. Đường dẫn đi vòng 306 là một ống để nối giữa đường dẫn cấp khí oxy hóa 302 và đường dẫn xả khí oxy hóa 308 không đi qua ngăn xếp pin nhiên liệu 116.

Hệ thống cấp/xả khí nhiên liệu 50 có hệ thống cấp khí nhiên liệu 50A, hệ thống tuần hoàn khí nhiên liệu 50B, và hệ thống xả khí nhiên liệu 50C.

Hệ thống cấp khí nhiên liệu 50A cấp khí nhiên liệu tới các anot của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Hệ thống cấp khí nhiên liệu 50A có thùng chứa khí nhiên liệu 51, đường dẫn cấp khí nhiên liệu 501, van mở/đóng 52, bộ điều chỉnh 53, đầu

phun 54, và cảm biến áp suất 59. Thùng chứa khí nhiên liệu 51 chứa khí hydro ở áp suất cao theo một ví dụ. Đường dẫn cấp khí nhiên liệu 501 là một ống nối với thùng chứa khí nhiên liệu 51 và ngăn xếp pin nhiên liệu 116 để cho phép khí nhiên liệu, mà được dẫn từ thùng chứa khí nhiên liệu 51 về phía ngăn xếp pin nhiên liệu 116, có thể đi qua đó. Van mở/đóng 52 cho phép khí nhiên liệu trong thùng chứa khí nhiên liệu 51 có thể đi về phía sau khi van được mở. Bộ điều chỉnh 53 điều chỉnh áp suất của khí nhiên liệu ở phía trước đầu phun 54 nhờ sự điều khiển của thiết bị điều khiển 60. Đầu phun 54 được bố trí trong đường dẫn cấp khí nhiên liệu 501 ở phía trước vị trí mà đường dẫn tuần hoàn khí nhiên liệu 502 sẽ mô tả sau được hợp nhất ở đường dẫn cấp khí nhiên liệu 501. Đầu phun 54 là một van được mở/đóng bằng điện từ theo khoảng thời gian kích hoạt và thời điểm mở van được thiết lập bởi bộ phận điều khiển 62, và điều chỉnh lượng khí nhiên liệu cần được cấp tới ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Cảm biến áp suất 59 đo áp suất bên trong (áp suất cấp của khí nhiên liệu) của đường dẫn cấp khí nhiên liệu 501 ở phía sau đầu phun 54. Kết quả đo được truyền tới thiết bị điều khiển 60.

Hệ thống tuần hoàn khí nhiên liệu 50B làm tuần hoàn khí nhiên liệu được xả từ ngăn xếp pin nhiên liệu 116 (còn được gọi là “khí thải nhiên liệu”) tới đường dẫn cấp khí nhiên liệu 501 một lần nữa. Hệ thống tuần hoàn khí nhiên liệu 50B có đường dẫn tuần hoàn khí nhiên liệu 502, bộ tách chất khí chất lỏng 57, máy bơm tuần hoàn 55, và động cơ 56. Đường dẫn tuần hoàn khí nhiên liệu 502 là một ống nối với ngăn xếp pin nhiên liệu 116 và đường dẫn cấp khí nhiên liệu 501 để cho phép khí thải nhiên liệu, mà được dẫn về phía đường dẫn cấp khí nhiên liệu 501, có thể đi qua đó. Bộ tách chất khí-chất lỏng 57 được bố trí trong đường dẫn tuần hoàn khí nhiên liệu 502, và tách nước dạng lỏng ra khỏi khí thải anot mà nước dạng lỏng được trộn trong đó. Máy bơm tuần hoàn 55 dẫn động động cơ 56 để làm tuần hoàn khí thải anot trong đường dẫn tuần hoàn khí nhiên liệu 502 về phía đường dẫn cấp khí nhiên liệu 501.

Hệ thống xả khí nhiên liệu 50C xả khí thải anot và nước dạng lỏng được tạo ra nhờ quá trình phát điện bởi ngăn xếp pin nhiên liệu 116 ra bên ngoài. Hệ thống xả khí nhiên liệu 50C có đường dẫn xả không khí/xả nước 504 và van xả

không khí/xả nước 58. Đường dẫn xả không khí/xả nước 504 là một ống để nối thông giữa cửa xả của bộ tách chất khí chất lỏng 57, mà để xả nước dạng lỏng, và bên ngoài.

Van xả không khí/xả nước 58 được bố trí trong đường dẫn xả không khí/xả nước 504, và mở và đóng đường dẫn xả không khí/xả nước 504. Các ví dụ về van xả không khí/xả nước 58 là van màng. Trong hoạt động bình thường của hệ thống pin nhiên liệu 10, thiết bị điều khiển 60 điều khiển van xả không khí/xả nước 58 để mở ở thời điểm đã xác định từ trước.

Hệ thống tuần hoàn chất làm lạnh 70 có đường dẫn tuần hoàn chất làm lạnh 79, máy bơm tuần hoàn chất làm lạnh 74, động cơ 75, bộ tản nhiệt 72, quạt tản nhiệt 71, và cảm biến nhiệt độ ngăn xếp 73.

Đường dẫn tuần hoàn chất làm lạnh 79 có đường dẫn cấp chất làm lạnh 79A và đường dẫn xả chất làm lạnh 79B. Đường dẫn cấp chất làm lạnh 79A là một ống để cấp chất làm lạnh tới ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Đường dẫn xả chất làm lạnh 79B là một ống để xả chất làm lạnh từ ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Máy bơm tuần hoàn chất làm lạnh 74 được dẫn động bởi động cơ 75 để cấp chất làm lạnh trong đường dẫn cấp chất làm lạnh 79A tới ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Quạt tản nhiệt 71 cấp không khí tới bộ tản nhiệt 72 để tản nhiệt và làm mát chất làm lạnh di chuyển bên trong bộ tản nhiệt 72. Cảm biến nhiệt độ ngăn xếp 73 đo nhiệt độ liên quan tới hệ thống pin nhiên liệu 10. Cụ thể là, cảm biến nhiệt độ ngăn xếp 73 đo nhiệt độ của chất làm lạnh trong đường dẫn xả chất làm lạnh 79B. Kết quả đo nhiệt độ của chất làm lạnh được truyền tới thiết bị điều khiển 60. Thiết bị điều khiển 60 điều khiển hoạt động của hệ thống pin nhiên liệu 10 bằng cách sử dụng nhiệt độ được đo bởi cảm biến nhiệt độ ngăn xếp 73 làm nhiệt độ của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Hệ thống tuần hoàn chất làm lạnh 70 có thể có bộ gia nhiệt để gia nhiệt chất làm lạnh. Theo cách khác, để thay thế cảm biến nhiệt độ không khí bên ngoài 38, cảm biến nhiệt độ ngăn xếp 73 có thể được sử dụng làm cảm biến nhiệt độ được mô tả trong phần Bản chất kỹ thuật của sáng chế.

Fig.3 là sơ đồ khái niệm thể hiện cấu trúc điện của hệ thống pin nhiên liệu 10. Hệ thống pin nhiên liệu 10 có bộ biến đổi một chiều/một chiều pin nhiên liệu (FDC) 95, bộ nghịch lưu một chiều/xoay chiều (DC/AC) 98, cảm biến điện áp 91, và cảm biến dòng điện 92.

Cảm biến điện áp 91 được sử dụng để đo điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Cảm biến điện áp 91 được nối với từng pin nhiên liệu 11 của ngăn xếp pin nhiên liệu 116, và đo điện áp của từng pin nhiên liệu 11. Cảm biến điện áp 91 truyền kết quả đo tới thiết bị điều khiển 60. Thu được tổng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 bằng cách tính tổng các điện áp của tất cả các pin nhiên liệu 11 được đo bởi cảm biến điện áp 91. Hệ thống pin nhiên liệu 10 có thể có cảm biến điện áp để đo các điện áp của hai đầu của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 để thay thế cảm biến điện áp 91. Trong trường hợp này, các giá trị điện áp đã đo của hai đầu được sử dụng làm tổng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Cảm biến dòng điện 92 đo giá trị của đầu ra dòng điện từ ngăn xếp pin nhiên liệu 116, và truyền kết quả đo tới thiết bị điều khiển 60.

FDC 95 là một mạch được cấu thành ở dạng bộ biến đổi một chiều/một chiều (DC/DC). FDC 95 điều khiển điện áp đầu ra của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 dựa trên giá trị điều khiển điện áp được truyền từ thiết bị điều khiển 60. FDC 95 còn điều khiển dòng điện đầu ra của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 dựa trên giá trị điều khiển dòng điện được truyền từ thiết bị điều khiển 60. Giá trị điều khiển dòng điện là giá trị ở dạng giá trị mục tiêu đối với dòng điện đầu ra của ngăn xếp pin nhiên liệu 116, và được thiết lập bởi thiết bị điều khiển 60. Thiết bị điều khiển 60 tạo ra giá trị điều khiển dòng điện bằng cách tính toán giá trị dòng điện mong muốn dựa trên công suất được tạo ra theo yêu cầu của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 theo một ví dụ.

Bộ nghịch lưu DC/AC 98 được nối với ngăn xếp pin nhiên liệu 116 và tải 255 chẳng hạn động cơ dẫn động. Bộ nghịch lưu DC/AC 98 biến đổi nguồn điện DC đưa ra từ ngăn xếp pin nhiên liệu 116 thành nguồn điện AC để được cấp tới tải 255.

Hệ thống pin nhiên liệu 10 còn có bộ pin thứ cấp 96 và bộ biến đổi một chiều/một chiều bộ pin (BDC) 97. Bộ pin thứ cấp 96 được tạo bởi bộ pin ion lithi, ví dụ, và thực hiện chức năng làm nguồn điện phụ trợ. Ngoài ra, bộ pin thứ cấp 96 cấp điện năng tới tải 255, và được nạp điện bằng nguồn điện được tạo ra hoặc được tái tạo bởi ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Nghĩa là, bộ pin thứ cấp 96 được sử dụng để được nạp điện và phóng điện được tạo bởi ngăn xếp pin nhiên liệu 116.

BDC 97 là một mạch được tạo ra có dạng bộ biến đổi DC/DC cùng với FDC 95, và điều khiển việc nạp điện và phóng điện của bộ pin thứ cấp 96 theo lệnh điều khiển từ thiết bị điều khiển 60. BDC 97 đo trạng thái nạp điện (SOC: dung lượng còn lại) của bộ pin thứ cấp 96, và truyền kết quả đo tới thiết bị điều khiển 60.

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện cấu trúc bên trong của thiết bị điều khiển 60. Thiết bị điều khiển 60 có bộ phận lưu trữ 68 cấu thành từ bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (random access memory, RAM) hoặc bộ nhớ chỉ đọc (read only memory, ROM), và bộ phận điều khiển 62. Bộ phận điều khiển 62 điều khiển hoạt động của hệ thống pin nhiên liệu 10 dựa trên giá trị điện áp đã đo V_t mà được đo bởi cảm biến điện áp 91 theo một ví dụ.

Bộ phận lưu trữ 68 lưu trữ các chương trình khác nhau sẽ được thực hiện bởi bộ phận điều khiển 62. Bộ phận điều khiển 62 thực hiện các chương trình khác nhau trong bộ phận lưu trữ 68 để thực hiện chức năng làm bộ phận điều khiển hoạt động 64 và bộ phận xác định điều kiện điện áp 66. Bộ phận điều khiển hoạt động 64 điều khiển hoạt động của hệ thống pin nhiên liệu 10 theo giá trị điện áp đã đo V_t , v.v... Bộ phận xác định điều kiện điện áp 66 thực hiện chức năng khi công tắc khởi động của hệ thống pin nhiên liệu 10 được bật để khởi động hệ thống pin nhiên liệu 10 và hoạt động làm nóng, trong đó nhiệt độ của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 được tăng nhanh chóng thông qua hoạt động hiệu suất thấp, được thực hiện. Hoạt động làm nóng được thực hiện khi giá trị đo được của cảm biến nhiệt độ không khí bên ngoài 38 biểu thị nhiệt độ thấp hơn điểm đông lạnh theo một ví dụ. Thuật ngữ “hoạt động làm nóng” đề cập tới trạng thái hoạt động trong đó nhiệt độ của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 được tăng bằng cách sử dụng nhiệt được tạo

bởi ngăn xếp pin nhiên liệu 116 sao cho nhiệt độ của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 tiến đến nhiệt độ mục tiêu (ví dụ 65°C) đã xác định từ trước là trạng thái ổn định. Trong hoạt động làm nóng, hệ số theo tỷ lệ của khí oxy hóa cần cấp tới ngăn xếp pin nhiên liệu 116 được thiết lập sao cho nhỏ hơn hệ số theo tỷ lệ ở trạng thái ổn định, và tổn hao phát điện của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 bị tăng bằng cách tăng quá áp do nồng độ oxy. Thuật ngữ “hệ số theo tỷ lệ của khí oxy hóa” nghĩa là tỷ số giữa lượng oxy được cấp thực tế và lượng oxy nhỏ nhất cần thiết để tạo ra công suất được tạo ra theo yêu cầu. Theo phương án này, hệ số theo tỷ lệ của khí oxy hóa trong hoạt động làm nóng bằng khoảng 1,0. Bộ phận xác định điều kiện điện áp 66 xác định xem điều kiện điện áp đã xác định từ trước để thực hiện hoạt động làm nóng bằng cách bắt đầu quét dòng điện, mà tương ứng với hoạt động lấy dòng điện ra từ ngăn xếp pin nhiên liệu 116, có được thỏa mãn hay không. Điều này sẽ được mô tả chi tiết sau đây.

Fig.5 là đồ thị thể hiện các đặc tính nhiệt độ của bộ pin thứ cấp 96. Điện năng có thể được nạp tới và được phóng từ các bộ pin thứ cấp như các bộ pin ion lithi bị giới hạn đáng kể khi nhiệt độ thấp hơn điểm đông lạnh, cụ thể là nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng -20°C (Celsius). Vì vậy, khi công suất điện năng được tạo bởi ngăn xếp pin nhiên liệu 116 vượt quá hoặc thấp hơn công suất được tạo ra theo yêu cầu, có khả năng là khó có thể nạp điện bộ pin thứ cấp 96 bằng công suất quá mức hoặc phóng điện để bổ sung sự thiếu hụt công suất từ bộ pin thứ cấp 96. Vì vậy, khi giá trị đo được của cảm biến nhiệt độ không khí bên ngoài 38 biểu thị nhiệt độ thấp hơn điểm đông lạnh, cụ thể là nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng -20°C , hệ thống pin nhiên liệu 10 tốt hơn là được điều khiển sao cho công suất được tạo bởi ngăn xếp pin nhiên liệu 116 không lệch đáng kể so với công suất được tạo ra theo yêu cầu.

Fig.6 là lưu đồ thể hiện quy trình khởi động dừng cho hệ thống pin nhiên liệu 10. Fig.7 là lưu đồ thể hiện quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động. Fig.8 là đồ thị thứ nhất thể hiện mối tương quan giữa điện áp (tổng điện áp) và dòng điện của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 tính từ khi bắt đầu quy trình khởi động cho đến khi tiến đến điểm hoạt động mục tiêu Pg. Fig.9 là đồ thị thứ hai thể hiện mối tương

quan giữa điện áp (tổng điện áp) và dòng điện của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 tính từ khi bắt đầu quy trình khởi động cho đến khi tiến đến điểm hoạt động mục tiêu Pg. Đường cong nét đứt được thể hiện trên Fig.8 là đường công suất cân bằng PL để nối các điểm hoạt động biểu thị công suất được tạo ra bằng công suất nhất định được tạo ra theo yêu cầu (ví dụ công suất được tạo ra theo yêu cầu ở điểm hoạt động mục tiêu Pg) của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Quy trình khởi động được biểu thị trên Fig.6 được kích hoạt khi công tắc khởi động của hệ thống pin nhiên liệu 10 được bật.

Như được thể hiện trên Fig.6, bộ phận điều khiển 62 xác định xem có yêu cầu làm nóng hay không (bước S10). Theo phương án này, bộ phận điều khiển 62 xác định rằng có yêu cầu làm nóng khi giá trị đo được của cảm biến nhiệt độ không khí bên ngoài 38 biểu thị nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng nhiệt độ đã xác định từ trước. Nhiệt độ đã xác định từ trước có thể là điểm đông lạnh, hoặc có thể là nhiệt độ, ví dụ, thấp hơn điểm đông lạnh. Khi xác định rằng không có yêu cầu làm nóng (bước S10: Sai), bộ phận điều khiển 62 kết thúc quy trình khởi động. Sau khi quy trình khởi động được kết thúc, bộ phận điều khiển 62 thực hiện quy trình phát điện bình thường trong đó ngăn xếp pin nhiên liệu 116 được khiến cho tạo ra điện năng theo yêu cầu từ tải 255 theo một ví dụ.

Khi xác định rằng có yêu cầu làm nóng (bước S10: Đúng), mặt khác, bộ phận điều khiển hoạt động 64 bắt đầu cấp khí oxy hóa, mà chứa oxy, tới catot của từng pin nhiên liệu 11 bằng cách kiểm soát hệ thống cấp/xả khí oxy hóa 30, có hệ thống cấp khí oxy hóa 30A, trước khi thực hiện hoạt động làm nóng bằng cách bắt đầu quét dòng điện (bước S20). Vì vậy, điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 được tăng cho đến khi thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước. Ngoài ra, ở bước S20, bộ phận điều khiển 62 bắt đầu cấp khí nhiên liệu ở lưu lượng đã xác định từ trước tới anot của từng pin nhiên liệu 11 bằng cách kiểm soát hệ thống cấp/xả khí nhiên liệu 50. Ngoài ra, ở bước S20, bộ phận điều khiển 62 bắt đầu làm tuần hoàn chất làm lạnh bằng cách kiểm soát hoạt động của hệ thống tuần hoàn chất làm lạnh 70.

Điều kiện điện áp đã xác định từ trước được thiết lập ở điều kiện mà trong đó sự kết hợp lại của hydro ở catot có thể được ngăn chặn với các ion hydro được dẫn từ anot tới catot của từng pin nhiên liệu 11 kết hợp với oxy có mặt ở catot khi hoạt động làm nóng được thực hiện. Nghĩa là, điều kiện điện áp đã xác định từ trước được thiết lập ở điều kiện điện áp mà trong đó có thể xác định rằng hiện có oxy đủ để được kết hợp với các ion hydro được dẫn tới catot. Theo phương án này, điều kiện điện áp đã xác định từ trước được mô tả theo tổng giá trị điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu 116, và là điều kiện sao cho giá trị điện áp đã đo (tổng giá trị điện áp đã đo) V_t mà biểu thị tổng giá trị điện áp của cảm biến điện áp 91 vượt quá giá trị điện áp chuẩn V_s đã xác định từ trước. Ví dụ, giá trị điện áp chuẩn V_s là $V_c \times L_n$. V_c là giá trị điện áp chuẩn pin của từng pin nhiên liệu 11. L_n là số lượng của các pin nhiên liệu xếp chồng 11. V_c được thiết lập bằng giá trị sao cho có thể xác định rằng đủ oxy đã được cấp tới các catot của các pin nhiên liệu 11, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 0,88 V. Giới hạn trên của V_c là giá trị mà nhờ đó có thể ngăn chặn sự suy biến của các lớp chất xúc tác của các pin nhiên liệu 11. Theo phương án này, V_c được thiết lập bằng 0,88 V.

Sau bước S20, bộ phận xác định điều kiện điện áp 66 xác định xem giá trị điện áp đã đo V_t của cảm biến điện áp 91 đã vượt quá giá trị điện áp chuẩn V_s hay chưa (bước S30). Khi giá trị điện áp đã đo V_t nhỏ hơn hoặc bằng giá trị điện áp chuẩn V_s (bước S30: Sai), bộ phận điều khiển hoạt động 64 tiếp tục quy trình ở bước S20 mà không làm gián đoạn quy trình. Mặt khác, khi giá trị điện áp đã đo V_t trở nên lớn hơn giá trị điện áp chuẩn V_s (bước S30: Đúng), bộ phận điều khiển hoạt động 64 cho phép quét dòng điện từ ngăn xếp pin nhiên liệu 116 (bước S40), và bắt đầu quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động (bước S50). Nghĩa là, việc quét dòng điện trong quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động ở bước S50 được khởi động khi việc quét dòng điện được cho phép.

Quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động là quy trình thuộc một phần của hoạt động làm nóng. Như được biểu thị bằng hướng của các mũi tên trên Fig.8, quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động là quy trình được thực hiện trong giai đoạn (giai đoạn chuyển tiếp) tính từ khi bắt đầu quét dòng điện cho đến khi điểm hoạt động

của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 tiến đến điểm hoạt động mục tiêu Pg mà được xác định bởi giá trị điện áp mục tiêu Vg và giá trị dòng điện mục tiêu Ig đối với ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Bộ phận điều khiển 62 thiết lập giá trị điều khiển điện áp và giá trị điều khiển dòng điện sao cho điểm hoạt động, mà được xác định bởi giá trị điện áp và giá trị dòng điện của ngăn xếp pin nhiên liệu 116, nằm trên đường công suất cân bằng PL để chỉ báo công suất được tạo ra bằng công suất được tạo ra theo yêu cầu của ngăn xếp pin nhiên liệu 116, khi điểm hoạt động được chuyển tiếp trong ít nhất một phần của giai đoạn chuyển tiếp. Theo phương án này, giá trị điều khiển điện áp và giá trị điều khiển dòng điện được thiết lập sao cho điểm hoạt động nằm trên đường công suất cân bằng PL khi điểm hoạt động được chuyển tiếp sau khi giá trị điện áp đã đo Vt trở nên nhỏ hơn hoặc bằng giá trị điện áp chuyển mạch Vsw trong giai đoạn chuyển tiếp. Theo một phương án khác, giá trị điều khiển điện áp và giá trị điều khiển dòng điện có thể được thiết lập sao cho điểm hoạt động nằm trên đường công suất cân bằng PL khi điểm hoạt động được chuyển tiếp trong toàn bộ giai đoạn chuyển tiếp. Sau quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động, hoạt động làm nóng được thực hiện cho đến khi tiến đến nhiệt độ mục tiêu đã xác định từ trước ở điểm hoạt động mục tiêu Pg.

Trước khi mô tả các chi tiết về quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động ở bước S50, nội dung của các quy trình cho đến trạng thái cho phép quét dòng điện ở bước S40 sẽ được mô tả có dựa vào Fig.9. Ở thời điểm t0, được xác định rằng có yêu cầu làm nóng, và việc cấp khí oxy hóa tới catot của từng pin nhiên liệu 11 được bắt đầu. Khi khí oxy hóa được cấp tới catot, tổng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 được tăng. Theo phương án này, tổng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 trở nên lớn hơn giá trị điện áp chuẩn Vs ở thời điểm t1. Vì vậy, quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động được thực hiện ở thời điểm t1. Như được thể hiện trên Fig.8, quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động là quy trình được thực hiện tính từ khi bắt đầu quét dòng điện cho đến khi tiến đến điểm hoạt động mục tiêu Pg. Trong điều khiển hoạt động làm nóng có quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động, tốc độ quay của máy nén 33 (Fig.2) tốt hơn là được duy trì không đổi sau khi tiến đến tốc độ quay mục tiêu đã xác định từ trước để ngăn chặn các dao động đáng kể của công suất được tạo ra theo yêu cầu của ngăn xếp pin nhiên liệu 116.

Vì vậy, trong điều khiển hoạt động làm nóng, mức độ mở của van điều chỉnh áp suất thứ hai 37 hoặc mức độ mở của van điều chỉnh áp suất thứ ba 39 được điều chỉnh để thay đổi lưu lượng của khí oxy hóa cần cấp tới catot sau khi máy nén 33 tiến đến tốc độ quay mục tiêu. Trong điều khiển hoạt động làm nóng theo phương án này, van điều chỉnh áp suất thứ nhất 36 được duy trì mở hoàn toàn.

Như được thể hiện trên Fig.7, bộ phận điều khiển hoạt động 64 thực hiện điều khiển điện áp thực tế trong giai đoạn trước chuyển mạch của giai đoạn chuyển tiếp (bước S52). Giai đoạn trước chuyển mạch là giai đoạn cho đến khi giá trị điện áp đã đo V_t tiến đến giá trị điện áp chuyển mạch V_{sw} . Trong điều khiển điện áp thực tế, bộ phận điều khiển hoạt động 64 thiết lập giá trị điều khiển dòng điện dựa trên công suất được tạo ra theo yêu cầu của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 và giá trị điện áp đã đo V_t của cảm biến điện áp 91 vốn là điện áp thực tế của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Cụ thể là, bộ phận điều khiển hoạt động 64 tính toán giá trị điều khiển dòng điện bằng cách lấy công suất được tạo ra theo yêu cầu chia cho giá trị điện áp đã đo V_t , và thiết lập giá trị điều khiển dòng điện. Trong điều khiển điện áp thực tế, bộ phận điều khiển hoạt động 64 thực hiện quét dòng điện bằng cách kiểm soát FDC 95 sao cho thu được giá trị điều khiển dòng điện đã tính toán.

Sau khi điều khiển điện áp thực tế được khởi động ở bước S52, bộ phận xác định điều kiện điện áp 66 xác định xem giá trị điện áp đã đo V_t có trở nên nhỏ hơn hoặc bằng giá trị điện áp chuyển mạch V_{sw} đã xác định từ trước hay không (bước S54). Bước S52 được thực hiện cho đến khi giá trị điện áp đã đo V_t trở nên nhỏ hơn hoặc bằng giá trị điện áp chuyển mạch V_{sw} . Khi giá trị điện áp đã đo V_t trở nên nhỏ hơn hoặc bằng giá trị điện áp chuyển mạch V_{sw} , bộ phận điều khiển hoạt động 64 thực hiện một điều khiển trong số điều khiển dòng điện bình thường và điều khiển dự phòng (bước S56). Nghĩa là, một điều khiển trong số điều khiển dòng điện bình thường và điều khiển dự phòng được thực hiện trong giai đoạn sau chuyển mạch, mà thuộc giai đoạn chuyển tiếp, tính từ thời điểm mà giá trị điện áp đã đo V_t trở nên nhỏ hơn hoặc bằng giá trị điện áp chuyển mạch V_{sw} cho đến thời điểm mà giá trị điện áp đã đo V_t tiến đến điểm hoạt động mục tiêu P_g .

Điều khiển dự phòng được thực hiện với điều khiển dòng điện bình thường được tạm dừng khi điều kiện nhất định được thỏa mãn trong giai đoạn sau chuyển mạch. Giá trị điện áp chuyển mạch V_{sw} được thiết lập bằng giá trị thu được bằng cách cộng giá trị điện áp bổ sung V_{ad} đã xác định từ trước vào giá trị điện áp mục tiêu V_g . Tốt hơn là, giá trị điện áp bổ sung V_{ad} được thiết lập bằng giá trị không thấp hơn giá trị điện áp mục tiêu V_g thậm chí khi trạng thái quét dòng điện quá mức được tạo ra. Theo phương án này, giá trị điện áp bổ sung V_{ad} được thiết lập bằng 66 V.

Trong điều khiển dòng điện bình thường, bộ phận điều khiển 62 tăng giá trị điều khiển dòng điện thành giá trị dòng điện mục tiêu I_g theo tỷ lệ đã xác định từ trước. Bộ phận điều khiển 62 tạm dừng điều khiển dòng điện bình thường và thực hiện điều khiển dự phòng khi giá trị điện áp đã đo V_t tiến đến giá trị điện áp bắt đầu điều khiển mà nhỏ hơn giá trị điều khiển điện áp. Trong điều khiển dự phòng, bộ phận điều khiển 62 duy trì giá trị điều khiển dòng điện không đổi bằng cách giữ giá trị điều khiển dòng điện ở thời điểm mà giá trị điện áp đã đo V_t tiến đến giá trị điện áp bắt đầu điều khiển. Vì vậy, bộ phận điều khiển 62 kết thúc điều khiển dự phòng bằng cách cho phép sự thay đổi ở giá trị điều khiển dòng điện khi giá trị điện áp đã đo V_t tiến đến giá trị điện áp cho phép, mà lớn hơn hoặc bằng giá trị điều khiển điện áp, bằng cách tăng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu 116. Giá trị điện áp bắt đầu điều khiển có thể được thiết lập sao cho việc điều khiển dự phòng được thực hiện ngay sau khi giá trị điện áp đã đo V_t giảm thấp hơn giá trị điều khiển điện áp, hoặc có thể được thiết lập sao cho nhỏ hơn giá trị điều khiển điện áp với giá trị (ví dụ, giá trị bằng 5 V) đã xác định từ trước có xét đến độ chính xác của giá trị điện áp đã đo V_t . Ngoài ra, giá trị điện áp cho phép có thể là giá trị bằng giá trị điều khiển điện áp, hoặc có thể là giá trị lớn hơn giá trị điều khiển điện áp với giá trị nhất định (ví dụ, giá trị bằng 5 V) có xét đến độ chính xác của giá trị điện áp đã đo V_t . Trong điều khiển dự phòng, bộ phận điều khiển 62 có thể tăng lưu lượng của khí oxy hóa cần cấp tới ngăn xếp pin nhiên liệu 116 bằng cách điều chỉnh mức độ mở của van điều chỉnh áp suất thứ hai 37 hoặc van điều chỉnh áp suất thứ ba 39 được thể hiện trên Fig.2. Vì vậy, điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 có thể được tăng theo cách hữu hiệu hơn. Bộ phận điều khiển 62 có thể

tiếp tục lại điều khiển dòng điện bình thường bằng cách cho phép sự thay đổi ở giá trị điều khiển dòng điện trong khi thực hiện điều khiển dự phòng.

Giả sử rằng giá trị điện áp đã đo V_t tiến đến giá trị điện áp bắt đầu điều khiển V_{cs} , mà nhỏ hơn giá trị điện áp mục tiêu V_g là giá trị điều khiển điện áp, ở thời điểm t_3 như được thể hiện trên Fig.9. Ở thời điểm t_3 , giá trị dòng điện đã đo I_t của cảm biến dòng điện 92 (Fig.3) chưa đạt đến giá trị dòng điện mục tiêu I_g . Trong trường hợp này, giá trị điện áp đã đo V_t tiến đến giá trị điện áp bắt đầu điều khiển V_{cs} ở thời điểm t_3 , và vì thế bộ phận điều khiển 62 tạm dừng điều khiển dòng điện bình thường và thực hiện điều khiển dự phòng. Nghĩa là, bộ phận điều khiển 62 duy trì giá trị điều khiển dòng điện ở giá trị không đổi I_a bằng cách giữ giá trị điều khiển dòng điện ở thời điểm t_3 .

Ở thời điểm t_4 , giá trị điện áp đã đo V_t tiến đến giá trị điện áp cho phép V_p mà lớn hơn hoặc bằng giá trị điện áp mục tiêu V_g ở dạng giá trị điều khiển điện áp, và vì thế bộ phận điều khiển 62 kết thúc việc điều khiển dự phòng và tiếp tục lại việc điều khiển dòng điện bình thường. Vì vậy, giá trị điều khiển dòng điện được tăng một lần nữa về phía điểm hoạt động mục tiêu P_g theo tỷ lệ đã xác định từ trước nhờ việc điều khiển dòng điện bình thường. Điều khiển dự phòng cũng được thực hiện theo cách tương tự trong giai đoạn từ thời điểm t_5 tới thời điểm t_6 và giai đoạn từ thời điểm t_7 tới thời điểm t_8 .

Như được thể hiện trên Fig.7, bộ phận điều khiển 62 xác định xem điểm hoạt động (giá trị dòng điện đã đo I_t và giá trị điện áp đã đo V_t) của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 đã tiến đến điểm hoạt động mục tiêu P_g hay chưa (bước S58). Bộ phận điều khiển 62 thực hiện một điều khiển trong số điều khiển dòng điện bình thường và điều khiển dự phòng cho đến khi điểm hoạt động tiến đến điểm hoạt động mục tiêu P_g . Khi điểm hoạt động tiến đến điểm hoạt động mục tiêu P_g , mặt khác, bộ phận điều khiển 62 kết thúc quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động. Theo ví dụ được thể hiện trên Fig.9, điểm hoạt động tiến đến điểm hoạt động mục tiêu P_g ở thời điểm t_9 . Sau khi quy trình chuyển tiếp điểm hoạt động được kết thúc, bộ phận điều khiển 62 thực hiện hoạt động làm nóng ở điểm hoạt động mục tiêu P_g cho đến khi ngăn xếp pin nhiên liệu 116 đạt đến nhiệt độ mục tiêu. Bộ phận

điều khiển 62 xác định xem giá trị đo được của cảm biến nhiệt độ ngăn xếp 73 (Fig.2) là nhiệt độ của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 đã tiến đến nhiệt độ mục tiêu hay chưa.

Theo phương án thứ nhất như nêu trên, hoạt động làm nóng có thể được thực hiện sau khi oxy được cấp đủ tới các catot của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 bằng cách thực hiện việc quét dòng điện sau khi giá trị điện áp đã đo V_t thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước. Vì vậy, có thể giảm bớt khả năng là hydro bom kích được tạo ra vì thiếu oxy ở catot trong hoạt động làm nóng. Bằng cách giảm bớt khả năng là hydro bom kích được tạo ra, có thể ngăn chặn trạng thái thoát hydro ra bên ngoài qua đường dẫn xả khí oxy hóa 308. Ngoài ra, bộ phận điều khiển 62 thiết lập giá trị điều khiển điện áp và giá trị điều khiển dòng điện sao cho điểm hoạt động nằm trên đường công suất cân bằng PL khi điểm hoạt động được chuyển tiếp trong giai đoạn chuyển tiếp, và vì thế độ lệch của công suất thực tế được tạo bởi ngăn xếp pin nhiên liệu 116 so với công suất được tạo ra theo yêu cầu có thể được ngăn chặn. Vì vậy, dung lượng nạp điện/phóng điện của bộ pin thứ cấp có thể được kiểm soát trong phạm vi nhất định.

Theo phương án thứ nhất như nêu trên, ngoài ra, điều khiển điện áp thực tế được thực hiện trong giai đoạn trước chuyển mạch, và vì thế sự gia tăng chênh lệch giữa công suất được tạo ra theo yêu cầu và công suất thực tế được tạo bởi ngăn xếp pin nhiên liệu 116 có thể được ngăn chặn trong khi ngăn chặn sự sinh ra hydro bom kích. Vì vậy, dung lượng nạp điện/phóng điện của bộ pin thứ cấp 96 có thể được kiểm soát hơn nữa trong phạm vi nhất định.

Theo phương án thứ nhất như nêu trên, ngoài ra, điều khiển dòng điện bình thường được thực hiện trong giai đoạn sau chuyển mạch, và vì thế việc thực hiện quét dòng điện quá mức có thể được ngăn chặn. Ngoài ra, theo phương án này, sự thiếu hụt của oxy ở catot có thể được ngăn chặn bằng cách thực hiện việc điều khiển dự phòng khi việc điều khiển dòng điện bình thường được thực hiện và giá trị điện áp đã đo V_t tiến đến giá trị điện áp bắt đầu điều khiển. Như vậy, sự sinh ra hydro bom kích có thể được ngăn chặn.

B. Phương án thứ hai

Fig.10 là lưu đồ thể hiện quy trình khởi động đối với hệ thống pin nhiên liệu 10 theo phương án thứ hai. Khác biệt so với quy trình khởi động (Fig.6) theo phương án thứ nhất như đã mô tả trên đây nằm ở bước S30a. Các bước khác là giống nhau giữa phương án thứ nhất và phương án thứ hai, và vì thế được biểu thị bằng các ký hiệu giống hệt để tránh mô tả lặp lại. Theo phương án thứ hai, điều kiện điện áp vốn đã xác định từ trước mà ở điều kiện này thì trạng thái quét dòng điện được cho phép là điều kiện sao cho giá trị điện áp đã đo của các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e trở nên lớn hơn giá trị điện áp chuẩn phía phần đầu đã xác định từ trước.

Sau bước S20, bộ phận xác định điều kiện điện áp 66 xác định xem giá trị điện áp đã đo của các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e vốn được đo bởi cảm biến điện áp 91 đã vượt quá giá trị điện áp chuẩn phía phần đầu Vce đã xác định từ trước hay chưa (bước S30a). Giá trị điện áp chuẩn phía phần đầu Vce được thiết lập bằng giá trị sao cho có thể xác định rằng lượng oxy đủ đã được cấp tới catot của các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e, ví dụ, bằng 0,8 V. Khi thực hiện xác định ở bước S30a lần lượt dựa trên các giá trị điện áp đã đo của các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e, bộ phận điều khiển 62 xác định xem các giá trị điện áp đã đo tương ứng của số lượng định trước của các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e đã trở nên lớn hơn giá trị điện áp chuẩn phía phần đầu Vce hay chưa.

Theo phương án thứ hai như nêu trên, có thể thu được các hiệu quả giống hệt khi sử dụng cấu trúc giống như theo phương án thứ nhất như nêu trên. Ví dụ, hoạt động làm nóng có thể được thực hiện sau khi oxy được cấp đủ tới các catot của ngăn xếp pin nhiên liệu 116, bằng cách thực hiện quét dòng điện sau khi giá trị điện áp đã đo của các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước. Vì vậy, có thể giảm bớt khả năng là hydro bơm kích được tạo ra vì thiếu oxy ở catot trong hoạt động làm nóng. Bằng cách giảm bớt khả năng là hydro bơm kích được tạo ra, có thể ngăn chặn trạng thái thoát hydro ra bên ngoài qua đường dẫn xả khí oxy hóa 308. Ngoài ra, sự sinh ra hydro bơm kích có thể được ngăn chặn hơn nữa bằng cách xác định xem giá trị điện áp của các

pin nhiên liệu phía phần đầu 11e nằm ở phía của phần đầu thứ hai có thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước hay không, thậm chí nếu ngăn xếp pin nhiên liệu 116 là quá dài theo hướng xếp chồng SD đến mức khiến cho khí oxy hóa sẽ mất thời gian đáng kể để tiến đến phía của phần đầu thứ hai. Nghĩa là, sự sinh ra hydro bom kích có thể được ngăn chặn hơn nữa bằng cách xác định xem giá trị điện áp đã đo của các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e có thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước hay không, điện áp của các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e được gia tăng chậm, thậm chí khi điện áp tăng do trạng thái cấp khí oxy hóa ở phía của phần đầu thứ hai của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 là chậm hơn so với ở phía của phần đầu thứ nhất của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 vì khí oxy hóa tiến đến phía của phần đầu thứ hai muộn hơn phía của phần đầu thứ nhất.

C. Các phương án khác

C-1. Phương án khác thứ nhất

Theo phương án thứ nhất như nêu trên, khí nhiên liệu, khí oxy hóa, và chất làm lạnh chỉ được cấp tới và xả từ phía của phần đầu thứ nhất của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 của hệ thống pin nhiên liệu 10. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn như vậy. Ví dụ, khí nhiên liệu, khí oxy hóa, và chất làm lạnh có thể được cấp tới phía của phần đầu thứ nhất của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 của hệ thống pin nhiên liệu 10, và xả từ phía của phần đầu thứ hai theo một ví dụ.

C-2. Phương án khác thứ hai

Bộ phận điều khiển 62 bắt đầu quét dòng điện khi tổng giá trị điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 thỏa mãn điều kiện điện áp theo phương án thứ nhất như nêu trên, và bắt đầu quét dòng điện khi giá trị điện áp của các pin nhiên liệu phía phần đầu 11e thỏa mãn điều kiện điện áp theo phương án thứ hai như nêu trên. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn như vậy. Ví dụ, việc quét dòng điện có thể được bắt đầu khi giá trị điện áp của các pin nhiên liệu 11 nằm ở phía thứ nhất của ngăn xếp pin nhiên liệu 116 hoặc giá trị điện áp của các pin nhiên liệu 11 nằm ở giữa thỏa mãn điều kiện điện áp.

C-3. Phương án khác thứ ba

Theo từng phương án như nêu trên, bộ phận điều khiển 62 thực hiện điều khiển điện áp thực tế, điều khiển dòng điện bình thường, và điều khiển dự phòng trong giai đoạn chuyển tiếp. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn như vậy. Ví dụ, bộ phận điều khiển 62 có thể không thực hiện điều khiển dự phòng, hoặc có thể thực hiện duy nhất một điều khiển trong số điều khiển điện áp thực tế và điều khiển dòng điện bình thường, trong giai đoạn chuyển tiếp. Ngoài ra, việc điều khiển để làm giảm tạm thời giá trị điều khiển dòng điện có thể được thực hiện trong giai đoạn chuyển tiếp theo một ví dụ.

C-4. Phương án khác thứ tư

Theo từng phương án như nêu trên, ở bước S10 được biểu thị trên Fig.6, bộ phận điều khiển 62 xác định rằng có yêu cầu làm nóng khi giá trị đo được của cảm biến nhiệt độ không khí bên ngoài 38 biểu thị nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng nhiệt độ đã xác định từ trước. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn như vậy. Ví dụ, bộ phận điều khiển 62 có thể xác định rằng có yêu cầu làm nóng khi giá trị đo được của cảm biến nhiệt độ gần xếp 73 biểu thị nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng nhiệt độ đã xác định từ trước.

Sáng chế không bị giới hạn ở các phương án như đã mô tả trên đây, và có thể được thực hiện theo các cấu trúc khác nhau mà không nằm ngoài phạm vi và tinh thần của sáng chế. Ví dụ, các dấu hiệu kỹ thuật theo các phương án tương ứng với các dấu hiệu kỹ thuật theo các khía cạnh được mô tả trong phần Bản chất kỹ thuật của sáng chế có thể được thay thế hoặc được kết hợp, theo cách phù hợp, để giải quyết một số hoặc toàn bộ các vấn đề như đã mô tả trên đây hoặc đạt được một số hoặc toàn bộ các hiệu quả như đã mô tả trên đây. Ngoài ra, các dấu hiệu kỹ thuật có thể được xóa bỏ, theo cách phù hợp, trừ khi các dấu hiệu kỹ thuật như vậy được mô tả là các dấu hiệu thiết yếu theo sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống pin nhiên liệu (10), hệ thống này khác biệt ở chỗ bao gồm:

ngăn xếp pin nhiên liệu (116) có nhiều pin nhiên liệu xếp chồng (11), từng pin nhiên liệu này có anot và catot;

cảm biến điện áp (91) được làm thích ứng để đo điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu (116);

hệ thống cấp khí oxy hóa (30A) được làm thích ứng để cấp cho catot khí oxy hóa chứa oxy;

hệ thống cấp khí nhiên liệu (50A) được làm thích ứng để cấp cho anot khí nhiên liệu;

cảm biến nhiệt độ (38) được làm thích ứng để đo nhiệt độ liên quan tới hệ thống pin nhiên liệu (10);

bộ pin thứ cấp (96) được làm thích ứng để được nạp điện bằng nguồn điện được tạo bởi ngăn xếp pin nhiên liệu (116) và phóng điện; và

thiết bị điều khiển (60) được làm thích ứng để điều khiển hoạt động của hệ thống pin nhiên liệu (10) dựa trên giá trị điện áp đã đo được đo bởi cảm biến điện áp (91), trong đó:

thiết bị điều khiển (60) được làm thích ứng để, khi hệ thống pin nhiên liệu (10) được khởi động và giá trị được đo bởi cảm biến nhiệt độ (38) nhỏ hơn hoặc bằng nhiệt độ đã xác định từ trước,

tăng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu (116) cho đến khi thỏa mãn điều kiện điện áp đã xác định từ trước bằng cách khiến cho hệ thống cấp khí oxy hóa (30A) vận hành và cấp cho catot khí oxy hóa trước khi bắt đầu quét dòng điện từ ngăn xếp pin nhiên liệu (116), và

thực hiện hoạt động làm nóng trong đó nhiệt độ của ngăn xếp pin nhiên liệu (116) được tăng bằng cách bắt đầu quét dòng điện khi giá trị điện áp đã đo thỏa mãn điều kiện điện áp; và

thiết bị điều khiển (60) được làm thích ứng để, khi thực hiện hoạt động làm nóng, thiết lập giá trị điều khiển điện áp và giá trị điều khiển dòng điện sao cho điểm hoạt động mà được xác định bởi giá trị điện áp và giá trị dòng điện của ngăn xếp pin nhiên liệu (116) sẽ nằm trên đường công suất cân bằng của ngăn xếp pin nhiên liệu (116) để chỉ báo công suất được tạo ra bằng công suất được tạo ra theo yêu cầu của ngăn xếp pin nhiên liệu (116), khi điểm hoạt động được chuyển tiếp trong ít nhất một phần của giai đoạn chuyển tiếp tính từ khi bắt đầu quét dòng điện cho đến khi điểm hoạt động tiến đến điểm hoạt động mục tiêu được xác định bởi giá trị điện áp mục tiêu và giá trị dòng điện mục tiêu trong hoạt động làm nóng.

2. Hệ thống pin nhiên liệu (10) theo điểm 1, trong đó thiết bị điều khiển (60) được làm thích ứng để:

thực hiện điều khiển dòng điện bình thường trong đó giá trị điều khiển dòng điện được tăng thành giá trị dòng điện mục tiêu theo tỷ lệ đã xác định từ trước trong giai đoạn sau chuyển mạch, của giai đoạn chuyển tiếp, từ thời điểm mà giá trị điện áp đã đo trở nên nhỏ hơn hoặc bằng giá trị điện áp chuyển mạch đã xác định từ trước cho đến thời điểm mà giá trị điện áp đã đo tiến đến giá trị điện áp mục tiêu của điểm hoạt động mục tiêu;

tạm dừng điều khiển dòng điện bình thường và thực hiện điều khiển dự phòng trong đó giá trị điều khiển dòng điện được duy trì không đổi khi việc điều khiển dòng điện bình thường được thực hiện và giá trị điện áp đã đo tiến đến giá trị điện áp bắt đầu điều khiển mà nhỏ hơn giá trị điều khiển điện áp; và

kết thúc điều khiển dự phòng và tiếp tục lại điều khiển dòng điện bình thường bằng cách cho phép sự thay đổi ở giá trị điều khiển dòng điện khi giá trị điện áp đã đo tiến đến giá trị điện áp cho phép mà lớn hơn hoặc bằng giá trị điều khiển điện áp trong khi thực hiện điều khiển dự phòng.

3. Hệ thống pin nhiên liệu (10) theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

cảm biến điện áp (91) được làm thích ứng để đo tổng điện áp của ngăn xếp pin nhiên liệu (116); và

điều kiện điện áp là điều kiện sao cho giá trị của tổng điện áp ở dạng giá trị điện áp đã đo mà được đo bởi cảm biến điện áp (91) trở nên lớn hơn giá trị điện áp chuẩn đã xác định từ trước.

4. Hệ thống pin nhiên liệu (10) theo điểm 1 hoặc 2, trong đó:

việc cấp khí oxy hóa tới ngăn xếp pin nhiên liệu (116) được thực hiện ở phía của phần đầu thứ nhất của ngăn xếp pin nhiên liệu (116) theo hướng xếp chồng mà theo đó các pin nhiên liệu (11) được xếp chồng;

cảm biến điện áp (91) được làm thích ứng để đo điện áp của pin nhiên liệu phía phần đầu (11e) vốn là một pin nhiên liệu trong số các pin nhiên liệu (11), pin nhiên liệu phía phần đầu (11e) này được định vị ở phía của phần đầu thứ hai mà đối diện với phía của phần đầu thứ nhất; và

điều kiện điện áp là điều kiện sao cho giá trị điện áp của pin nhiên liệu phía phần đầu (11e) ở dạng giá trị điện áp đã đo mà được đo bởi cảm biến điện áp (91) trở nên lớn hơn giá trị điện áp chuẩn phía phần đầu đã xác định từ trước.

FIG. 1

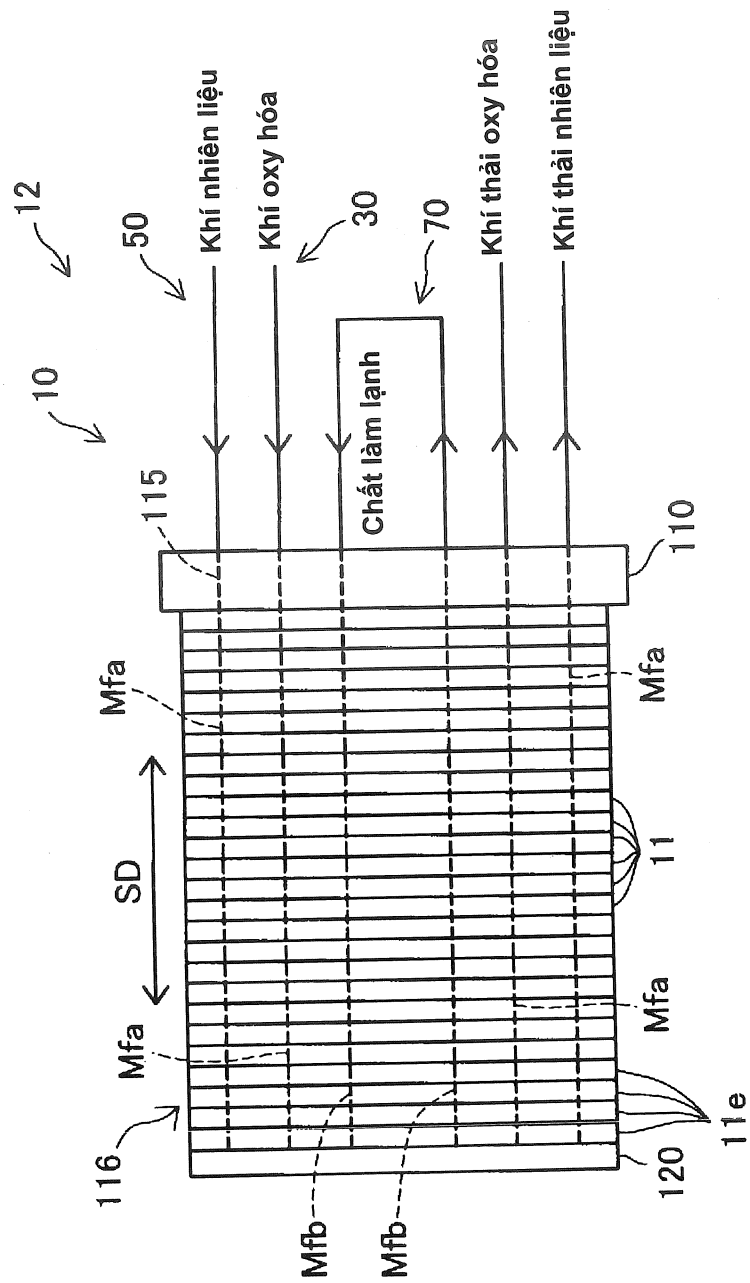


FIG. 2

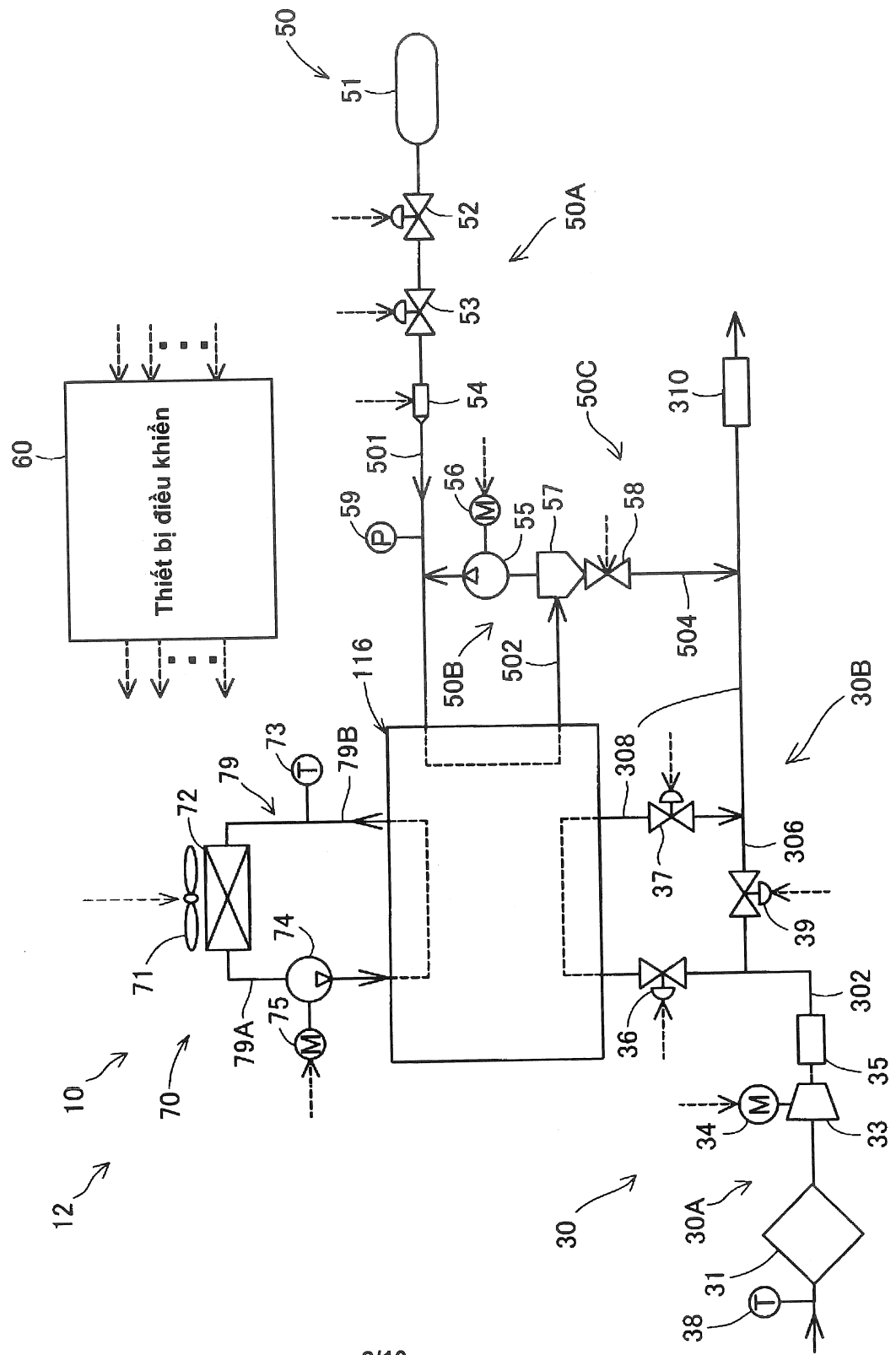


FIG. 3

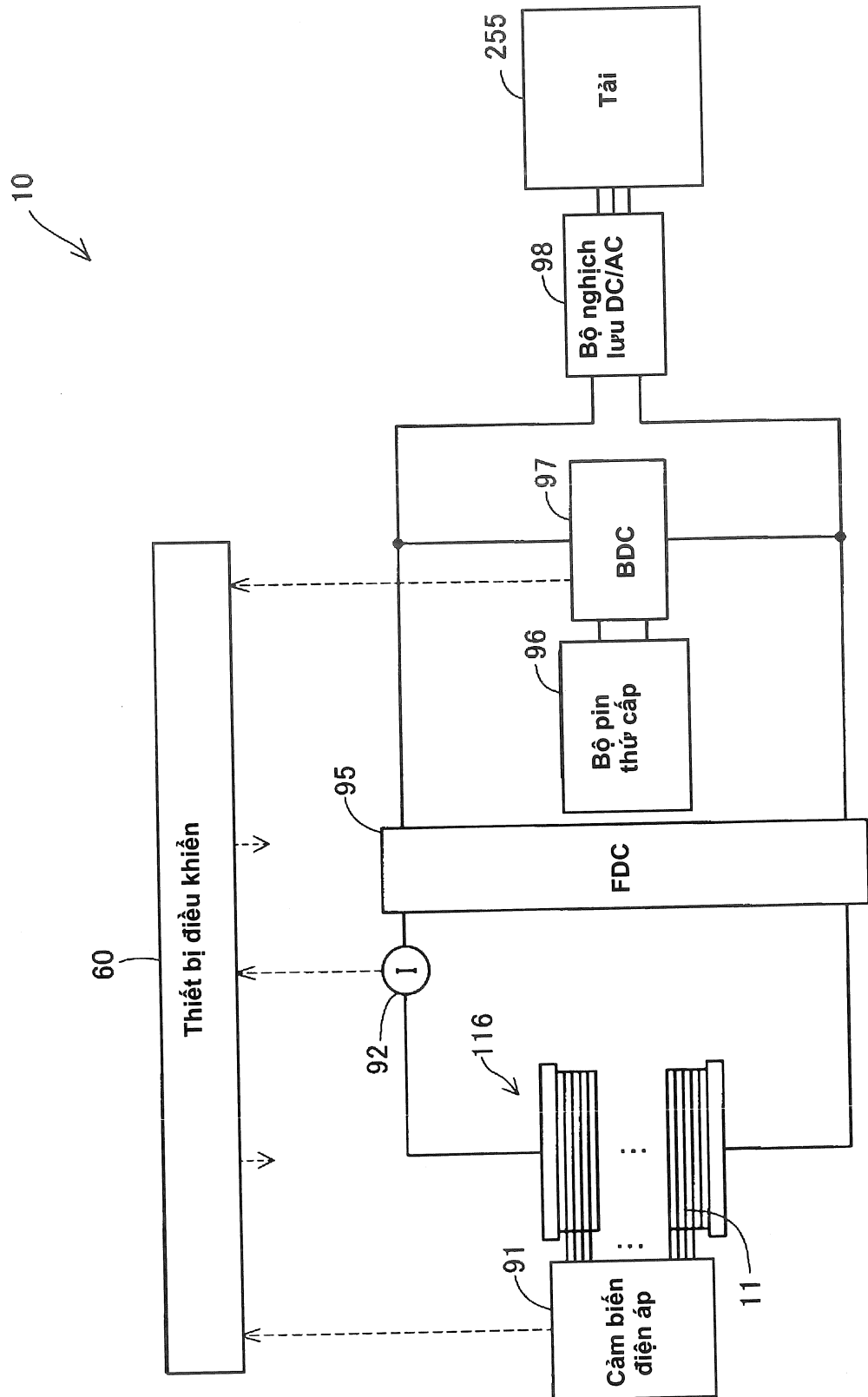


FIG. 4

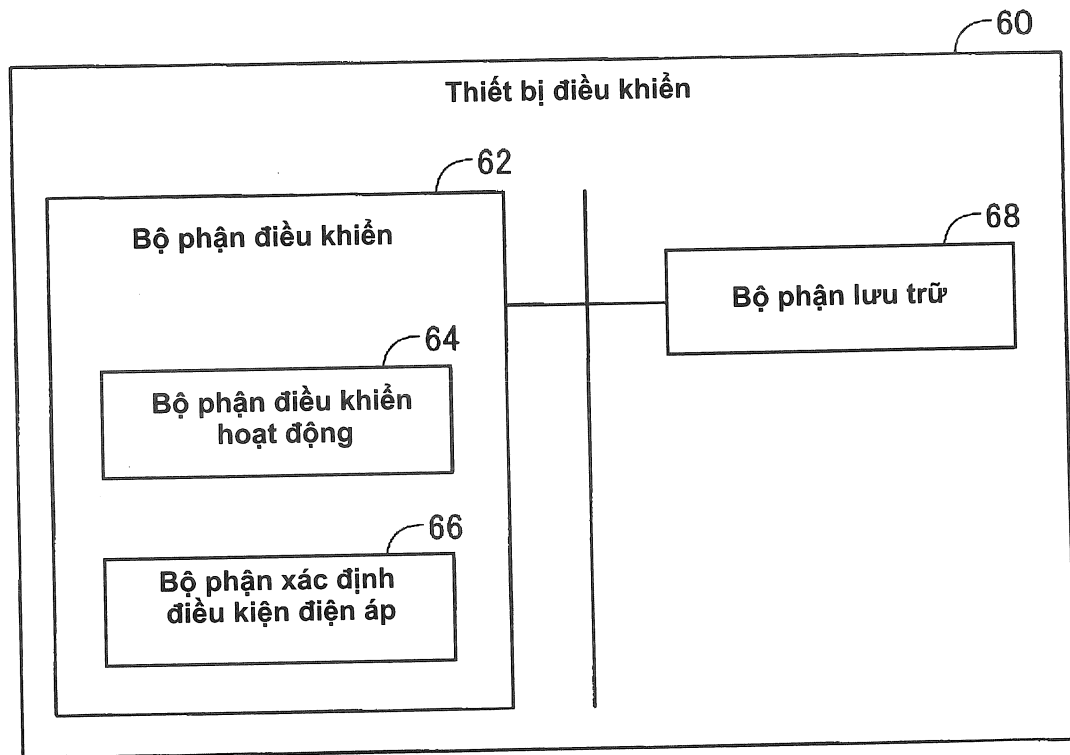


FIG. 5

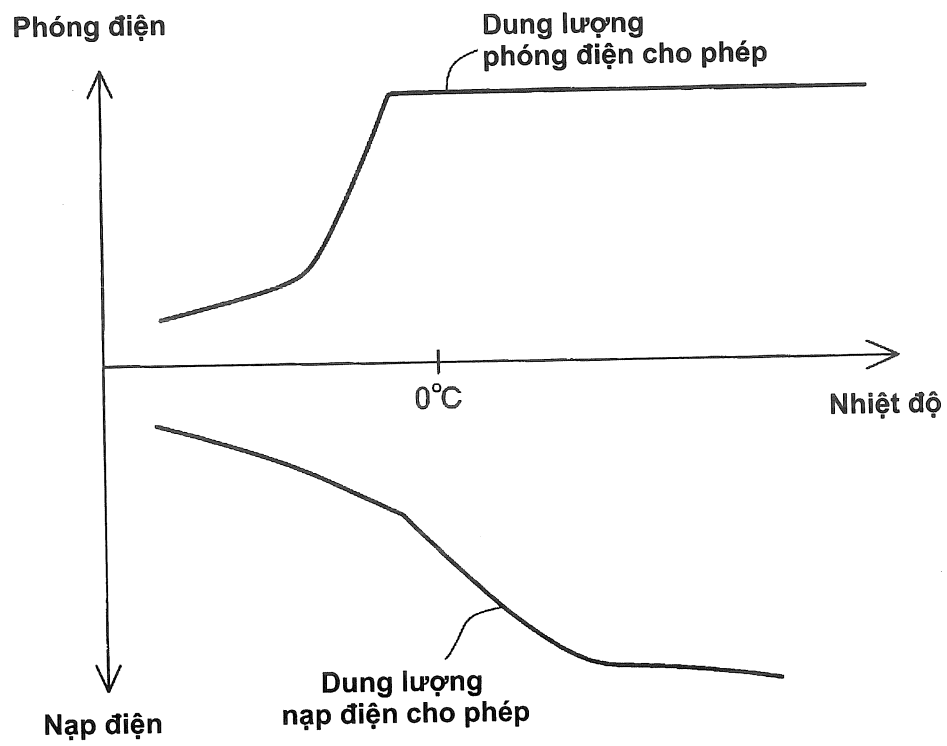


FIG. 6

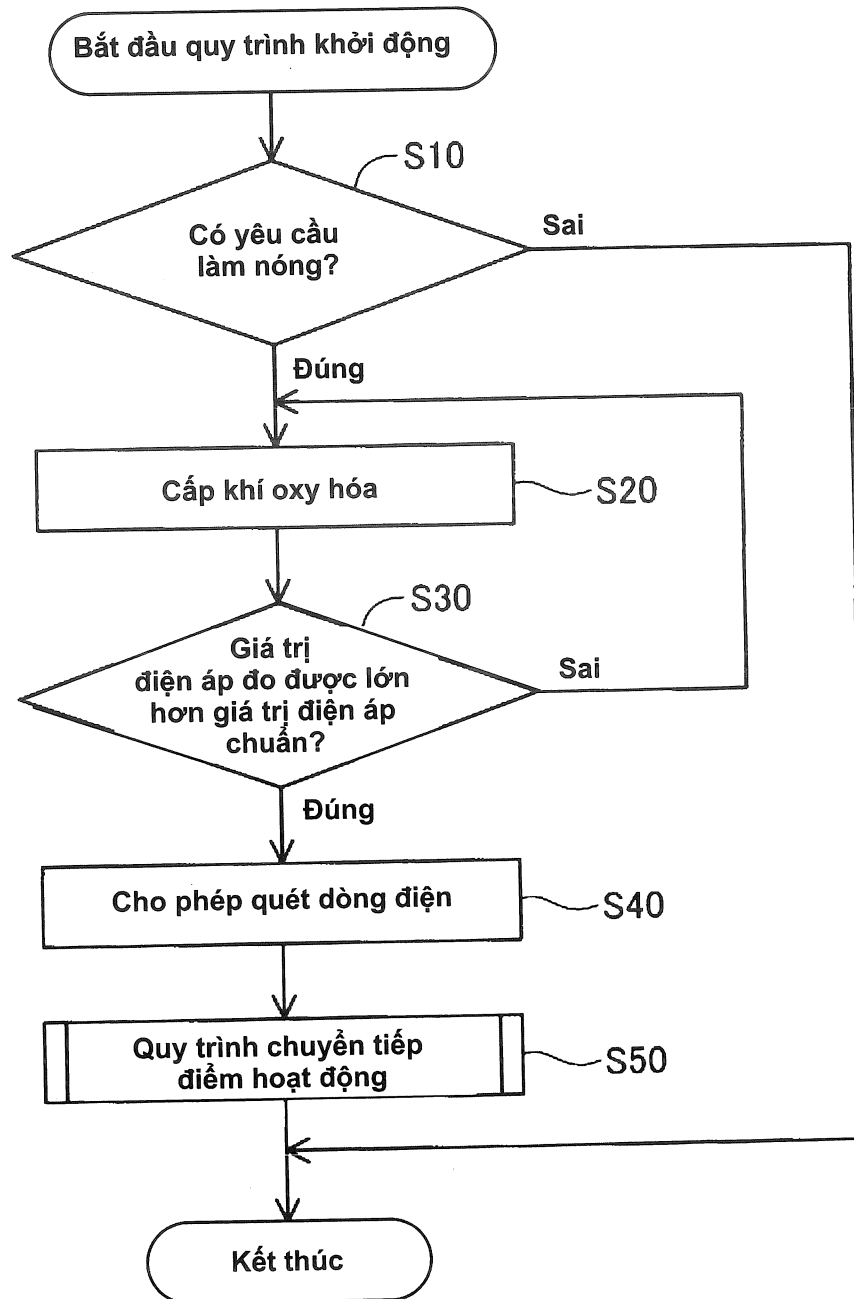


FIG. 7

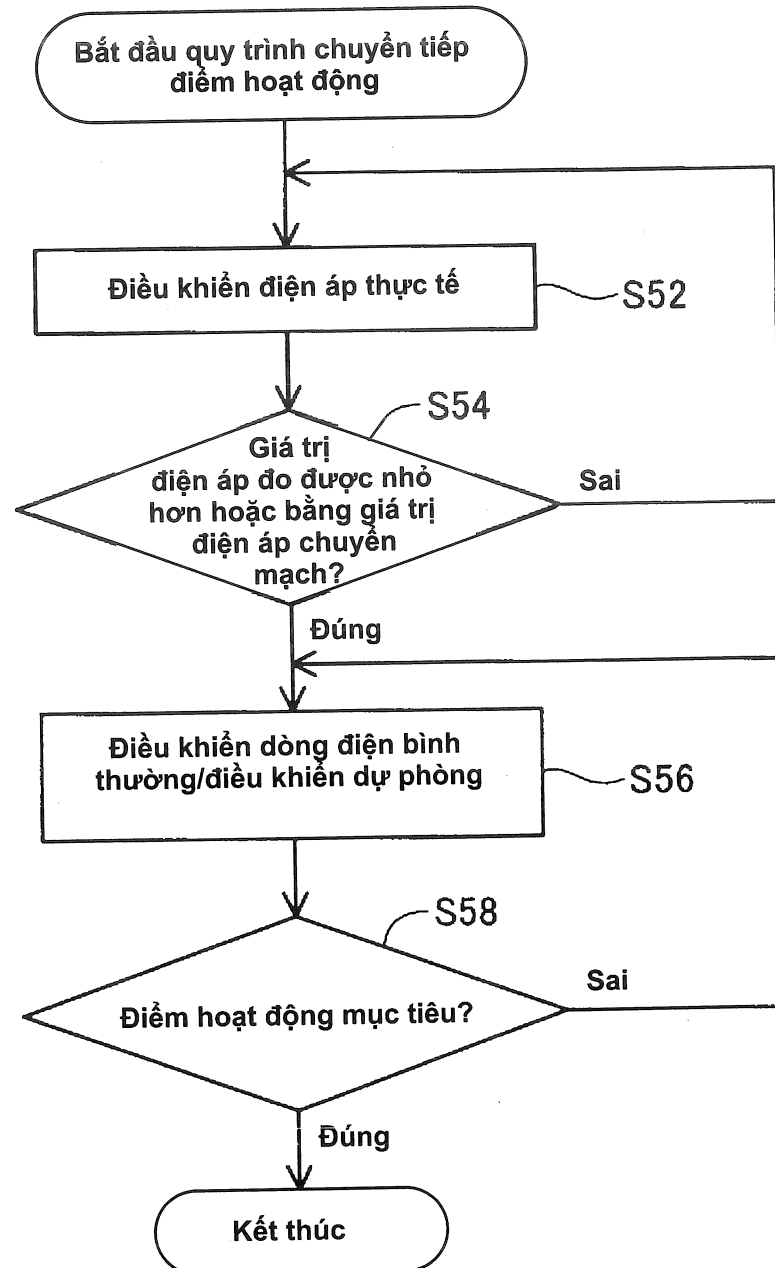


FIG. 8

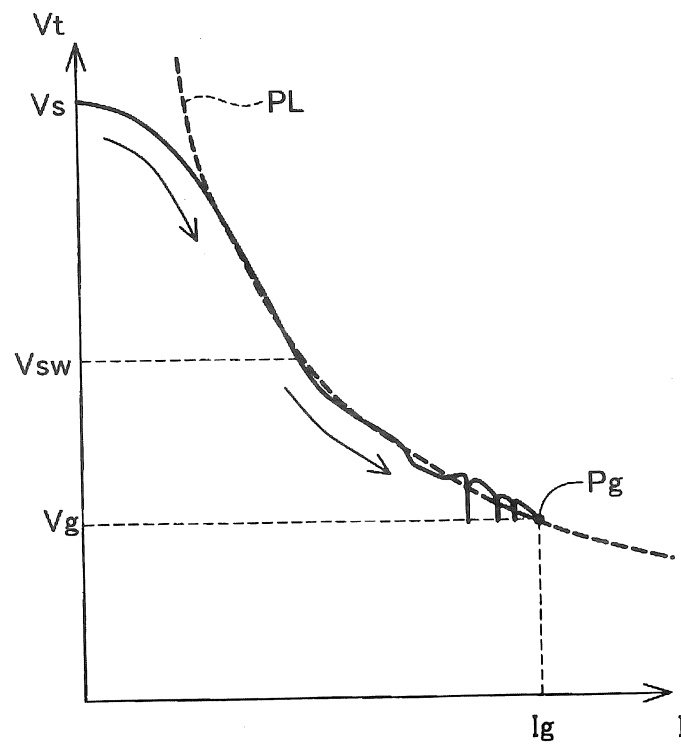


FIG. 9

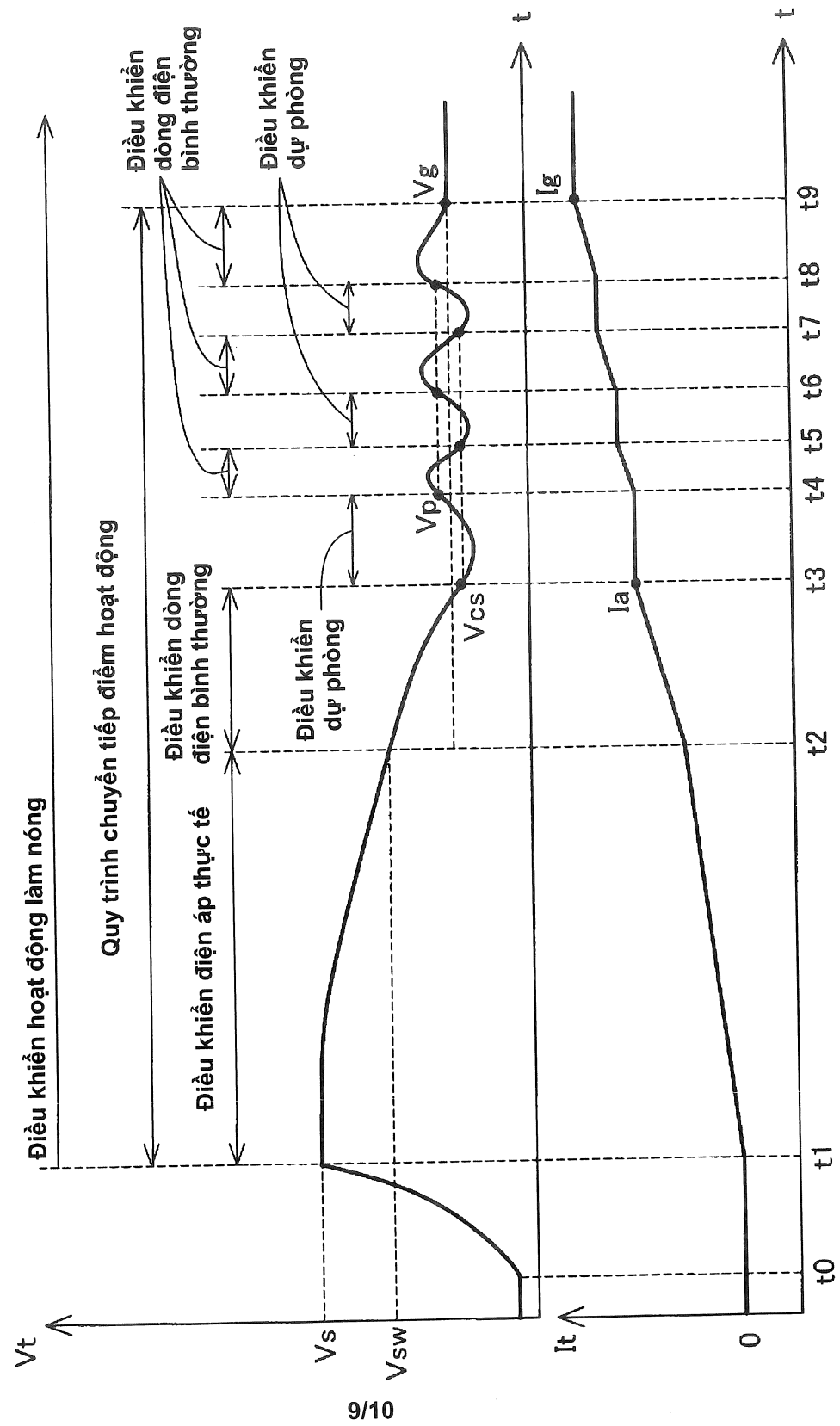


FIG. 10

