



(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) 
1-0020133

(51)⁷ **H02M 7/48**

(13) **B**

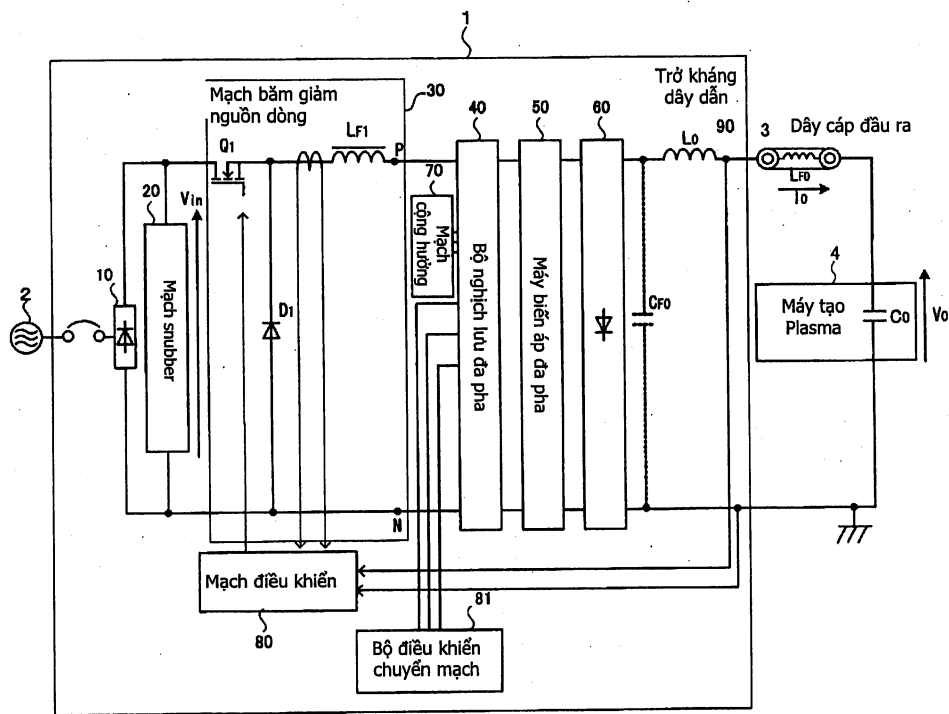
(21)	1-2014-02807	(22)	23.02.2012		
(86)	PCT/JP2012/054400	23.02.2012	(87) WO2013/125004	29.08.2013	
(45)	25.12.2018	369	(43)	25.11.2014	320
(73)	KYOSAN ELECTRIC MFG. CO., LTD. (JP)				
	29-1, Heiancho 2-chome, Tsurumi-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 230-0031, Japan				
(72)	YUZURIHARA, Itsuo (JP), ADACHI, Toshiyuki (JP), KODAMA, Shinichi (JP)				
(74)	Văn phòng luật sư Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)				

(54) **BỘ NGHỊCH LƯU NGUỒN DÒNG ĐIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN BỘ NGHỊCH LƯU NGUỒN DÒNG ĐIỆN**

(57) Sáng chế đề xuất bộ nghịch lưu nguồn dòng điện và phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này mà trong đó, khi điều khiển các phân tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này, thì sự tổn hao chuyển mạch ở phân tử chuyển mạch sẽ được ngăn chặn theo hoạt động chuyển mạch bình thường đối với hoạt động đảo chiều dòng điện, mà không cần đến bất kì hoạt động điều khiển đặc biệt nào.

Trong hoạt động đảo chiều dòng điện của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này, thì thời điểm điều khiển các phân tử chuyển mạch sẽ được điều khiển sao cho khoảng thời gian chồng nhau được tạo ra, trong đó cả phân tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phân tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện đều được đặt vào trạng thái ON, mạch cộng hưởng được điều khiển dựa trên hoạt động điều khiển của các phân tử chuyển mạch có khoảng thời gian chồng nhau này, và dòng điện cộng hưởng của mạch cộng hưởng sẽ giảm bớt sự tổn hao chuyển mạch cho hoạt động đảo chiều dòng điện của các phân tử chuyển mạch. Bằng cách điều khiển quá trình tạo ra dòng điện cộng hưởng của mạch cộng hưởng nhờ hoạt động điều khiển của các phân tử chuyển mạch có khoảng thời gian chồng nhau này, thì dòng điện cộng hưởng được tạo ra nhờ hoạt động điều khiển này sẽ làm cho dòng điện và điện áp của phân tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện bằng không khi hoạt động đảo chiều dòng điện được

thực hiện, nhờ đó giảm sự tổn hao chuyển mạch cho hoạt động đảo chiều dòng điện.



Lĩnh vực kĩ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến bộ nghịch lưu nguồn dòng điện để cung cấp dòng điện cho phụ tải, chẳng hạn phụ tải plasma, và phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này.

Tình trạng kĩ thuật của sáng chế

Một bộ nghịch lưu nguồn dòng điện sẽ bao gồm cuộn cảm DC (Direct Current - dòng điện một chiều) được nối với nguồn DC, bộ chuyển đổi để chuyển đổi điện DC từ cuộn cảm DC thành nguồn AC (Alternating Current - dòng điện xoay chiều), và bộ điều khiển để điều khiển các phần tử chuyển mạch của bộ chuyển đổi, và bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này có đặc điểm là nó hoạt động để giảm những sự dao động trở kháng của phụ tải do sự ngắn mạch của phụ tải hoặc các nguyên nhân tương tự, do bộ nghịch lưu có thể được coi như nguồn dòng khi được nhìn từ phía phụ tải. Ví dụ, trong trường hợp phụ tải là plasma, thì bộ nghịch lưu này hoạt động để duy trì plasma.

Bộ nghịch lưu nguồn dòng này có ưu điểm là cung cấp dòng điện ổn định cho phụ tải ngay cả khi phụ tải biến động như đã mô tả trên đây, nó phù hợp cho việc cung cấp điện năng cho phụ tải plasma mà trong đó trở kháng biến thiên theo các tình huống khác nhau.

Ví dụ, khi phụ tải plasma thay đổi sang tình trạng hở mạch để plasma dập tắt hồ quang, thì điện áp đối với phụ tải plasma sẽ tăng lên trong bộ nghịch lưu nguồn dòng. Sự tăng điện áp này có tác dụng thúc đẩy sự phóng plasma, từ đó tạo thuận lợi cho hoạt động phóng plasma. Ngược lại, trong trường hợp sinh ra hồ quang ở phía phụ tải và phụ tải plasma thay đổi

sang tình trạng ngắn mạch, thì bộ nghịch lưu nguồn dòng sẽ cung cấp dòng điện ổn định cho phụ tải, nhờ đó ngăn chặn việc cấp dòng điện quá mức cho phụ tải plasma. Do đó, có thể giảm sự hỏng hóc cho phụ tải plasma.

Fig.15 thể hiện một ví dụ về cấu trúc của bộ nghịch lưu nguồn dòng này. Như được thể hiện trên Fig.15, bộ nghịch lưu nguồn dòng 100 bao gồm mạch băm giảm nguồn dòng 101, mạch nghịch lưu ba pha 102, và máy biến áp ba pha 103. Mạch băm giảm nguồn dòng 101 thực hiện hoạt động cắt giảm dòng điện đối với phần tử chuyển mạch Q1, nhờ đó cắt giảm dòng DC vốn được đưa vào từ nguồn AC, và mạch chỉnh lưu (không được thể hiện trên hình vẽ) để làm phẳng dòng điện ở cuộn cảm DC LF1, và đưa dòng điện này vào mạch nghịch lưu ba pha 102.

Mạch băm giảm và băm tăng nguồn dòng cũng có thể được sử dụng thay cho mạch băm giảm nguồn dòng 101 làm mạch băm để thực hiện công việc chuyển đổi điện DC-AC.

Mạch nghịch lưu ba pha 102 điều khiển hoạt động mỗi hồ quang và dập hồ quang của các phần tử chuyển mạch Q_R , Q_S , Q_T , Q_X , Q_Y và Q_Z tại thời điểm định trước, nhờ đó gây ra sự đảo chiều dòng điện giữa các phần tử này, để cấp nguồn AC vào máy biến áp ba pha 103.

Bộ nghịch lưu nguồn dòng này có vấn đề là khi tất cả các phần tử chuyển mạch đều ngắt dòng điện, thì dòng điện từ cuộn cảm DC có thể gây ra sự quá áp đối với các phần tử chuyển mạch và làm hỏng các phần tử này. Vấn đề khác nữa là tại thời điểm đảo chiều dòng điện, thì cả dòng điện và điện áp đều sinh ra trên các phần tử chuyển mạch, và điều này có thể khiến các phần tử này bị hỏng.

Các kỹ thuật sau đây đã được biết đến để ngăn ngừa sự hỏng hóc đối với các phần tử chuyển mạch do sự ngắn mạch của phụ tải, đó là kỹ thuật dò dòng điện phụ tải để thu được khoảng thời gian có mang dòng điện, và điều khiển các phần tử chuyển mạch trong khoảng thời gian có mang dòng điện này, và kỹ thuật dò dòng điện chạy trong các phần tử chuyển mạch và điều

hiện các phần tử chuyển mạch này dựa trên dòng điện dò được (xem Tài liệu Patent 1).

Một kỹ thuật khác cũng đã được đề xuất để giải quyết vấn đề xuất hiện điện áp tăng vọt và sự tổn hao chuyển mạch do sự ngắt dòng điện, và kỹ thuật này xác định thời điểm chồng chéo dòng điện khi dòng điện ở các phần tử chuyển mạch là nguồn đảo chiều dòng điện trở nên bằng không tại điểm qua không của điện áp phụ tải, và bắt đầu đảo chiều dòng điện tại phần tử chuyển mạch là đích đảo chiều dòng điện tại thời điểm sớm hơn điểm qua không của điện áp phụ tải, nhờ thời điểm chồng chéo dòng điện xác định được (xem Tài liệu Patent 2).

Fig.16 và Fig.17 thể hiện sự tổn hao chuyển mạch tại thời điểm đảo chiều dòng điện trong quá trình hoạt động của mạch điện được thể hiện trên Fig.15. Fig.16 thể hiện trường hợp mà sự đảo chiều dòng điện được thực hiện, với trạng thái ON của phần tử chuyển mạch là nguồn đảo chiều dòng điện và của phần tử chuyển mạch là đích đảo chiều dòng điện không bị chồng lên nhau. Theo ví dụ này, phần tử chuyển mạch Q_R được giả định là nguồn đảo chiều dòng điện, phần tử chuyển mạch Q_S được giả định là đích đảo chiều dòng điện, và các tín hiệu xung cực cổng G_R và G_S lần lượt đặt các phần tử này vào trạng thái ON, (xem Fig.16A và 16B). Do mép xuống của tín hiệu xung cực cổng G_R trùng với mép lên của tín hiệu xung cực cổng G_S , nên sự đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch này được thực hiện mà không bị chồng chéo. Ở đây, như được thể hiện trên Fig.16C và Fig.16E, các hằng số thời gian của dòng điện I_{QR} và điện áp V_{QR} (điện áp giữa cực máng và cực nguồn của phần tử chuyển mạch) chạy trong phần tử chuyển mạch Q_R tại nguồn đảo chiều dòng điện, là thay đổi tại thời điểm được ngắt, do sự ảnh hưởng của điện cảm dây dẫn, điện dung ký sinh, điện cảm phụ tải, và các yếu tố tương tự. Do đó, chúng không thực hiện được hoạt động ZCS (Zero Current Switching - chuyển mạch với dòng điện bằng không) và ZVS (Zero Voltage Switching - chuyển mạch với điện áp

bằng không) tại thời điểm đảo chiều dòng điện, nên tình trạng tổn hao chuyển mạch xảy ra. Ngoài ra, điện áp tăng vọt cũng sinh ra, và điều này có thể làm hỏng phần tử chuyển mạch.

Cho dù là có khoảng thời gian chồng nhau, mà trong đó trạng thái ON của phần tử chuyển mạch là nguồn đảo chiều dòng điện và trạng thái ON của phần tử chuyển mạch là đích đảo chiều dòng điện chồng lên nhau tại thời điểm đảo chiều dòng điện, như được thể hiện trên Fig.17C và Fig.17E, thì các phần tử chuyển mạch này cũng không thực hiện được hoạt động ZCS và ZVS tại thời điểm đảo chiều dòng điện, và xảy ra sự tổn hao chuyển mạch.

Bộ nghịch lưu cộng hưởng cũng đã được biết đến dưới dạng bộ nghịch lưu chuyển mạch mềm để giảm sự tổn hao chuyển mạch.

Bộ nghịch lưu cộng hưởng này bao gồm điôt xoay tự do và tụ cộng hưởng được mắc song song với phần tử chuyển mạch, và mạch cộng hưởng bao gồm tụ cộng hưởng, điện cảm cộng hưởng, và phần tử chuyển mạch được nối với mạch cộng hưởng. Quá trình phóng điện và tích điện của tụ cộng hưởng với dòng điện cộng hưởng từ mạch cộng hưởng, và sự dẫn điện của điôt xoay tự do, cho phép đạt được ZVS (chuyển mạch với điện áp bằng không) và ZCS (chuyển mạch với dòng điện bằng không) ở phần tử chuyển mạch (ví dụ, xem Tài liệu Patent 2).

Do mạch cộng hưởng có cấu trúc mà trong đó tụ cộng hưởng được mắc song song với phần tử chuyển mạch, nên có thể gặp phải vấn đề là tụ điện này bị tăng thể tích. Để giải quyết vấn đề nêu trên, thì một giải pháp đã được đề xuất là mạch phụ, được cấu thành từ các phần tử chuyển mạch phụ, sẽ tạo thành mạch cộng hưởng (Tài liệu Patent 3).

Các tài liệu về giải pháp đã biết

Tài liệu Patent

Tài liệu Patent 1: Công bố đơn patent Nhật chưa thẩm định số 8-298777

Tài liệu Patent 2: Công bố đơn patent Nhật chưa thẩm định số 2002-325464

Tài liệu Patent 3: Công bố đơn patent Nhật chưa thẩm định số 2004-23881

Vấn đề cần khắc phục

Với bộ nghịch lưu nguồn dòng theo giải pháp đã biết, thì thời điểm điều khiển phần tử chuyển mạch được kiểm soát để ngăn ngừa sự tổn hao chuyển mạch và/hoặc sự hỏng hóc phần tử chuyển mạch. Do đó, cần phải dò dòng điện phụ tải, hoặc dòng điện trong phần tử chuyển mạch. Ngoài ra, để điều khiển phần tử chuyển mạch bằng cách dò khoảng thời gian chồng chéo dòng điện mà trong đó dòng điện của phần tử chuyển mạch tại nguồn đảo chiều dòng điện trở thành không, thì cần phải dò dòng điện phụ tải và điện áp phụ tải để dò được khoảng thời gian chồng chéo dòng điện.

Do đó, vấn đề gặp phải của các giải pháp nêu trên là cần phải có bộ dò để dò dòng điện và điện áp, ngoài ra, cũng cần phải chuẩn bị mạch điều khiển để tạo ra tín hiệu điều khiển để điều khiển phần tử chuyển mạch dựa trên dòng điện dò được và điện áp dò được, ngoài mạch điều khiển để điều khiển quá trình hoạt động bình thường của phần tử chuyển mạch ra.

Đối với bộ nghịch lưu cộng hưởng, thì vấn đề gặp phải là cần phải mắc tụ cộng hưởng song song với phần tử chuyển mạch, và còn cần phải chuẩn bị mạch điều khiển khác để tạo ra tín hiệu điều khiển cho phần tử chuyển mạch của mạch cộng hưởng, ngoài mạch điều khiển để điều khiển quá trình hoạt động bình thường của phần tử chuyển mạch ra.

Do đó, đối với bộ nghịch lưu nguồn dòng theo giải pháp đã biết, thì vấn đề gặp phải là cần phải điều khiển phần tử chuyển mạch để ngăn ngừa sự tổn hao chuyển mạch và sự hỏng hóc phần tử chuyển mạch, bên cạnh việc điều khiển hoạt động chuyển mạch vốn thường được thực hiện đối với hoạt động đảo chiều dòng điện bình thường. Điều này có nghĩa là cần phải chuẩn bị mạch điều khiển để điều khiển phần tử chuyển mạch để ngăn ngừa sự tổn hao chuyển mạch và sự hỏng hóc phần tử chuyển mạch, bên cạnh mạch điều khiển để điều khiển sự hoạt động của phần tử chuyển mạch, vốn

được thực hiện trong quá trình đảo chiều dòng điện bình thường.

Bản chất kĩ thuật của sáng chế

Một mục đích của sáng chế là khắc phục các vấn đề nêu trên của giải pháp đã biết, và trong quá trình điều khiển phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu nguồn dòng, thì sự tổn hao chuyển mạch của phần tử chuyển mạch sẽ được ngăn chặn theo hoạt động chuyển mạch bình thường đối với sự đảo chiều dòng điện, mà không cần thêm bất kì hoạt động điều khiển đặc biệt nào.

Biện pháp khắc phục vấn đề

Trong hoạt động đảo chiều dòng điện của bộ nghịch lưu nguồn dòng, khi khoảng thời gian chồng nhau lúc đảo chiều dòng điện xuất hiện để đặt cả phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện vào trạng thái ON (thông mạch), thì sáng chế đề xuất khoảng thời gian chồng nhau cố định khi đảo chiều dòng điện, trong đó, độ dài khoảng thời gian chồng nhau (độ rộng pha) là được định trước sao cho thu được thời gian chồng nhau đủ để khắc phục sự biến động dòng điện phụ tải. Ở đây, cố định có nghĩa là độ dài khoảng thời gian (độ rộng pha) của khoảng thời gian chồng nhau khi đảo chiều dòng điện là độ rộng được xác định không phụ thuộc vào sự biến động dòng điện phụ tải. Việc thiết lập khoảng thời gian chồng nhau khi đảo chiều dòng điện sẽ điều khiển thời điểm điều khiển phần tử chuyển mạch. Việc điều khiển thời điểm điều khiển trong khoảng thời gian chồng nhau khi đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch sẽ điều khiển mạch cộng hưởng, và giảm sự tổn hao chuyển mạch trong hoạt động đảo chiều dòng điện ở các phần tử chuyển mạch theo dòng điện cộng hưởng của mạch cộng hưởng.

Theo bộ nghịch lưu nguồn dòng và phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu này theo sáng chế, chỉ có thời điểm điều khiển các phần tử chuyển mạch khi đảo chiều dòng điện là được thay đổi, và ngay cả khi dòng

điện phụ tải biến động, khi sinh ra khoảng thời gian chồng nhau lúc đảo chiều dòng điện mà trong đó cả phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện đều được đặt vào trạng thái ON, thì khoảng thời gian chồng nhau lúc đảo chiều dòng điện này là được định trước để thu được đủ độ dài khoảng thời gian chồng nhau (thành phần pha), và ngoài ra, các phần tử chuyển mạch được điều khiển trong khoảng thời gian chồng nhau lúc đảo chiều dòng điện này để cho phép dòng điện cộng hưởng chạy vào mạch cộng hưởng, nhờ đó giảm sự tổn hao chuyển mạch theo dòng điện cộng hưởng này.

Nhờ sử dụng dòng điện cộng hưởng trong khoảng thời gian chồng nhau lúc đảo chiều dòng điện, thì sẽ không cần phải điều khiển phần tử chuyển mạch để ngăn ngừa sự tổn hao chuyển mạch, bên cạnh việc điều khiển hoạt động chuyển mạch vốn được thực hiện một cách bình thường đối với hoạt động đảo chiều dòng điện, không giống như bộ nghịch lưu nguồn dòng theo giải pháp đã biết, và không cần đến mạch điều khiển để ngăn ngừa sự tổn hao chuyển mạch, ngoài mạch điều khiển để điều khiển hoạt động của phần tử chuyển mạch ra, vốn được thực hiện đối với hoạt động đảo chiều dòng điện bình thường.

Sáng chế không chỉ đề xuất việc tạo ra khoảng thời gian chồng nhau mà trong đó cả phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện đều được đặt vào trạng thái ON, để giảm tổn hao chuyển mạch cho phần tử chuyển mạch. Sáng chế còn đề xuất việc điều khiển hoạt động tạo ra dòng điện cộng hưởng trong mạch cộng hưởng bằng cách điều khiển các phần tử chuyển mạch có khoảng thời gian chồng nhau này, và theo dòng điện cộng hưởng được tạo ra trong quá trình điều khiển này, thì dòng điện và điện áp của phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện sẽ bằng không khi đảo chiều dòng điện, nhờ đó giảm sự tổn hao chuyển mạch tại thời điểm đảo chiều dòng điện.

Một khía cạnh của sáng chế đề xuất bộ nghịch lưu nguồn dòng điện,

và khía cạnh khác của sáng chế đề xuất phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này.

[Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện]

Bộ nghịch lưu nguồn dòng theo sáng chế bao gồm bộ băm nguồn dòng có nguồn DC, bộ nghịch lưu đa pha để chuyển đổi đầu ra DC từ bộ băm nguồn dòng thành nguồn AC đa pha theo sự hoạt động của các phần tử chuyển mạch, bộ điều khiển để điều khiển bộ băm nguồn dòng và bộ nghịch lưu đa pha, và mạch cộng hưởng để cấp dòng điện cộng hưởng cho các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu đa pha.

Bộ điều khiển sẽ điều khiển thời điểm điều khiển phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện và phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, khi đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu đa pha này. Việc điều khiển thời điểm điều khiển các phần tử chuyển mạch sẽ cho phép tạo ra khoảng thời gian chồng nhau mà trong đó cả phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện được đặt vào trạng thái ON, và đồng thời cho phép điều khiển dòng điện cộng hưởng trong mạch cộng hưởng.

Trong khoảng thời gian chồng nhau này, dòng điện cộng hưởng của mạch cộng hưởng được cấp vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược, và dòng điện này cũng được cấp vào diốt xoay tự do theo chiều phân cực thuận, diốt này được mắc đối song song với phần tử chuyển mạch. Bằng cách cung cấp dòng điện cộng hưởng này vào phần tử chuyển mạch và diốt xoay tự do, thì sẽ đạt được dòng điện bằng không và điện áp bằng không ở phần tử chuyển mạch tại nguồn đảo chiều dòng điện trong khoảng thời gian chồng nhau, và hoạt động đảo chiều dòng điện được thực hiện trong điều kiện là dòng điện bằng không và điện áp bằng không, tại thời điểm mà phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện được chuyển từ trạng thái ON (thông) sang trạng thái OFF (ngắt).

Bộ nghịch lưu nguồn dòng và phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu

này theo sáng chế là không bị giới hạn ở bộ nghịch lưu ba pha để chuyển đổi điện DC thành điện AC ba pha, mà còn có thể được áp dụng cho bộ nghịch lưu đa pha để chuyển đổi điện DC thành điện AC đa pha tùy ý, tức là điện AC với số pha lớn hơn hoặc bằng hai.

Mạch cộng hưởng theo sáng chế được tạo cấu hình theo cách mà đầu ra của phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện được lấy làm nguồn để cung cấp dòng điện cộng hưởng, và trong khoảng thời gian chồng nhau, thì phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện được đặt vào trạng thái ON trước khi phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện được đặt vào trạng thái OFF, nhờ đó đưa dòng điện, vốn chạy theo chiều thuận vào phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện, vào mạch cộng hưởng, để tạo ra dòng điện cộng hưởng.

Mạch cộng hưởng theo sáng chế bao gồm các đầu cấp dòng điện với số lượng bằng số lượng pha của nguồn AC được chuyển đổi bởi bộ nghịch lưu đa pha. Các đầu cấp dòng điện này lần lượt được nối với các cực nối của các phần tử chuyển mạch đối nhau thành mạch cầu gồm các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu đa pha.

Khi đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu đa pha, thì dòng điện được đưa vào mạch cộng hưởng từ đầu cấp dòng điện vốn được nối với phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện, rồi sau đó dòng điện cộng hưởng được tạo ra. Dòng điện cộng hưởng được tạo ra ở mạch cộng hưởng này được cấp vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện từ đầu cấp dòng điện được nối vào đó. Dòng điện được cấp từ mạch cộng hưởng vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện sẽ được đưa vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược.

Do dòng điện cộng hưởng được đưa vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện sẽ chạy theo chiều ngược lại so với dòng điện thuận vốn chạy vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, nên

dòng điện cộng hưởng sẽ triệt tiêu dòng điện thuận này, nhờ đó làm cho dòng điện chạy trong phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện bằng không.

Ngoài ra, dòng điện cộng hưởng này cũng chạy vào điôt đảo chiều dòng điện, nhờ đó làm cho điện áp của phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện bằng không. Trạng thái dòng điện bằng không và trạng thái điện áp bằng không của phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện được duy trì trong khoảng thời gian chồng nhau, và sự chuyển trạng thái của phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, từ trạng thái ON sang trạng thái OFF, được thực hiện trong tình trạng là dòng điện bằng không và điện áp bằng không, nhờ đó thực hiện sự đảo chiều dòng điện theo ZCS và ZCS.

Mạch điện của mạch cộng hưởng theo sáng chế có thể được tạo cấu hình theo cách mà mạch nối tiếp LC được tạo ra ở mỗi giữa các cực vốn được tạo thành bởi các đầu cấp dòng điện. Mạch nối tiếp LC này nhận dòng điện thuận của phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện, khi đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu đa pha, và tạo ra dòng điện cộng hưởng, và cấp dòng điện cộng hưởng được tạo ra này cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược.

Trong trường hợp mà bộ nghịch lưu đa pha theo sáng chế biến đổi điện DC thành điện AC n pha, thì giả sử rằng ở mạch cộng hưởng, điện kháng L và điện dung C của mạch nối tiếp LC của mạch cộng hưởng thoả mãn điều kiện $(L \times C)^{1/2} > \pi/n$, để dòng điện cộng hưởng không chạy vào phần tử chuyển mạch khác, vốn được đặt vào trạng thái ON kế tiếp. Nếu bộ nghịch lưu đa pha này là mạch nghịch lưu ba pha, thì điều kiện mà điện kháng L và điện dung C của mạch nối tiếp LC cần phải thoả mãn là $(L \times C)^{1/2} > \pi/3$.

Nếu điện kháng L và điện dung C thoả mãn điều kiện này, thì thành

phần pha tương ứng với nửa bước sóng của dòng điện cộng hưởng sẽ suy giảm trước khi phần tử chuyển mạch tiếp theo được đặt vào trạng thái ON, theo đó, có thể ngăn ngừa sự ảnh hưởng của dòng điện cộng hưởng.

Ngoài ra trong trường hợp mà bộ nghịch lưu đa pha theo sáng chế chuyển đổi điện DC thành điện AC n pha, thì giả sử rằng thành phần pha θt trong khoảng thời gian chồng nhau thoả mãn điều kiện $\pi/2n > \theta t$ để ngăn chặn sự ngắn mạch giữa các phần tử chuyển mạch.

Thành phần pha θt trong khoảng thời gian chồng nhau thoả mãn điều kiện $\pi/2n > \theta t$, từ đó ngăn ngừa sự ngắn mạch giữa hai phần tử chuyển mạch, vốn nằm ở nhánh trên và nhánh dưới của nguồn DC trong mạch cầu của bộ nghịch lưu. Nếu bộ nghịch lưu đa pha này là bộ nghịch lưu ba pha, thì điều kiện mà thành phần pha θt của khoảng thời gian chồng nhau cần phải thoả mãn là $\pi/6 > \theta t$.

Giả sử rằng điều kiện để giảm dòng điện thuận về không, và để giảm dòng điện thuận vốn chạy vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện trong khoảng thời gian chồng nhau là $\sin(\theta t) > (\text{dòng điện pha của bộ nghịch lưu đa pha} / \text{giá trị đỉnh cực đại của dòng điện cộng hưởng})$.

Nếu điều kiện này được thoả mãn thì có thể giảm dòng điện thuận chạy trong phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện trong khoảng thời gian chồng nhau.

Với điều kiện $\sin(\theta t) > (\text{dòng điện pha của bộ nghịch lưu đa pha} / \text{giá trị đỉnh cực đại của dòng điện cộng hưởng})$, thì giá trị đỉnh cực đại của dòng điện cộng hưởng trong mạch cộng hưởng được đặt lớn hơn so với trị số dòng điện pha của mỗi pha của bộ nghịch lưu đa pha.

[Phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện]

Phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo sáng chế là phương pháp để biến đổi điện DC từ bộ băm nguồn dòng thành điện AC đa pha, theo sự hoạt động của các phần tử chuyển mạch trong bộ nghịch

lưu đa pha. Khi đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch trong bộ nghịch lưu đa pha này, thì thời điểm điều khiển phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện và phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện sẽ được điều khiển, nhờ đó tạo ra khoảng thời gian chồng nhau mà trong đó cả phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện và phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện đều được đặt vào trạng thái ON, và điều khiển dòng điện cộng hưởng.

Trong khoảng thời gian chồng nhau này, dòng điện cộng hưởng trong mạch cộng hưởng sẽ được cấp vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược, và điôt xoay tự do, vốn được mắc đối song song với phần tử chuyển mạch này, sẽ được cấp dòng điện cộng hưởng theo chiều phân cực thuận. Với việc cung cấp dòng điện này, thì sẽ đạt được trạng thái dòng điện bằng không và điện áp bằng không trong khoảng thời gian chồng nhau của phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, và hoạt động đảo chiều dòng điện được thực hiện trong điều kiện là dòng điện bằng không và điện áp bằng không, tại thời điểm mà phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện được chuyển từ trạng thái ON sang trạng thái OFF.

Bộ nghịch lưu đa pha này bao gồm mạch cầu của các phần tử chuyển mạch, và mạch cộng hưởng được nối với các cực nối nhau của các phần tử chuyển mạch đối nhau trong mạch cầu này. Khi đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch, thì dòng điện vào phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện sẽ được đưa vào mạch cộng hưởng để tạo ra dòng điện cộng hưởng, và trong khoảng thời gian chồng nhau, dòng điện cộng hưởng được tạo ra này sẽ được cấp vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược của nó.

Nếu bộ nghịch lưu đa pha này là bộ nghịch lưu để biến đổi điện DC thành điện AC n pha, thì điều kiện mà thành phần pha θt trong khoảng thời gian chồng nhau cần phải thoả mãn để ngăn ngừa sự ngắn mạch giữa các

phần tử chuyển mạch là $\pi/2n > \theta t$. Nếu bộ nghịch lưu đa pha này là mạch nghịch lưu ba pha, thì điều kiện mà thành phần pha θt của khoảng thời gian chồng nhau cần phải thoả mãn là $\pi/6 > \theta t$.

Điều kiện để giảm dòng điện thuận chạy trong phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện về không, trong khoảng thời gian chồng nhau, là: $\sin(\theta t) > (\text{dòng điện pha của bộ nghịch lưu đa pha} / \text{giá trị đỉnh cực đại của dòng điện cộng hưởng})$.

Nếu điều kiện này được thoả mãn thì có thể giảm dòng điện thuận chạy trong phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện về không trong khoảng thời gian chồng nhau.

Với điều kiện $\sin(\theta t) > (\text{dòng điện pha của bộ nghịch lưu đa pha} / \text{giá trị đỉnh cực đại của dòng điện cộng hưởng})$, thì giá trị đỉnh cực đại của dòng điện cộng hưởng trong mạch cộng hưởng được đặt lớn hơn so với trị số dòng điện pha của mỗi pha của bộ nghịch lưu đa pha.

Hiệu quả của sáng chế

Như đã mô tả trên đây, với bộ nghịch lưu nguồn dòng điện và phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này theo sáng chế, thì có thể ngăn ngừa sự tổn hao chuyển mạch nhờ hoạt động chuyển mạch bình thường đối với hoạt động đảo chiều dòng điện, mà không cần thêm bất kì hoạt động điều khiển đặc biệt nào, khi điều khiển các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình thể hiện ví dụ về cấu trúc của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo sáng chế;

Fig.2 là hình thể hiện ví dụ về cấu trúc khác của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo sáng chế;

Fig.3 là hình thể hiện các sơ đồ khối và các sơ đồ hoạt động của bộ nghịch

lưu nguồn dòng điện theo sáng chế;

Fig.4 là hình thể hiện biểu đồ thời gian, mô tả trạng thái đảo chiều dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo sáng chế;

Fig.5 là hình thể hiện ví dụ về cấu trúc của mạch nghịch lưu và mạch cộng hưởng theo sáng chế;

Fig.6 là hình thể hiện biểu đồ thời gian, mô tả hoạt động điều khiển các phần tử chuyển mạch theo sáng chế;

Fig.7 là hình thể hiện dòng điện cộng hưởng theo sáng chế;

Fig.8 là hình thể hiện mạch cộng hưởng theo sáng chế;

Fig.9 là hình thể hiện khoảng thời gian chồng nhau và các tình trạng của mạch cộng hưởng theo sáng chế;

Fig.10 là hình thể hiện trạng thái đảo chiều dòng điện của các phần tử chuyển mạch theo sáng chế;

Fig.11 là hình thể hiện sự hoạt động của mạch nghịch lưu và mạch cộng hưởng theo sáng chế;

Fig.12 là hình thể hiện sự hoạt động của mạch nghịch lưu và mạch cộng hưởng theo sáng chế;

Fig.13 là hình thể hiện sự hoạt động của mạch nghịch lưu và mạch cộng hưởng theo sáng chế;

Fig.14 là hình thể hiện sự hoạt động của mạch nghịch lưu và mạch cộng hưởng theo sáng chế;

Fig.15 là hình thể hiện một cấu trúc của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện;

Fig.16 là hình thể hiện sự tổn hao chuyển mạch tại thời điểm đảo chiều dòng điện trong bộ nghịch lưu này; và

Fig.17 là hình thể hiện sự tổn hao chuyển mạch tại thời điểm đảo chiều dòng điện trong bộ nghịch lưu này.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Sau đây, các phương án thực hiện sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trong phần sau đây, để mô tả bộ nghịch lưu nguồn dòng điện và phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này theo sáng chế, thì Fig.1 và Fig.2 được sử dụng để thể hiện ví dụ về cấu trúc của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này, và Fig.3 và Fig.4 được sử dụng để thể hiện ví dụ về hoạt động điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này. Mạch nghịch lưu và mạch cộng hưởng theo sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.5 đến Fig.13. Ở đây, bộ nghịch lưu ba pha được lấy làm một ví dụ về bộ nghịch lưu đa pha.

[Ví dụ về cấu trúc của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện]

Trước hết, ví dụ về cấu trúc của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo sáng chế sẽ được mô tả dựa vào Fig.1 và Fig.2.

Như được thể hiện Fig.1, bộ nghịch lưu nguồn dòng điện 1 theo sáng chế bao gồm bộ chỉnh lưu 10 để chỉnh lưu điện AC của nguồn AC 2, mạch snubber 20 để cấu thành mạch bảo vệ để dập điện áp cao sinh ra nhất thời, mạch băm giảm nguồn dòng 30 để chuyển đổi điện áp của điện DC, vốn được đưa vào từ bộ chỉnh lưu 10, thành điện áp định trước để xuất ra điện DC, bộ nghịch lưu đa pha 40 để chuyển đổi đầu ra DC của mạch băm giảm nguồn dòng 30 thành đầu ra AC đa pha, máy biến áp đa pha 50 để chuyển đổi đầu ra AC của bộ nghịch lưu đa pha 40 thành điện áp định trước, và bộ chỉnh lưu đa pha 60 để chuyển đổi điện AC của máy biến áp đa pha 50 thành điện DC.

Mạch băm giảm và băm tăng cũng có thể được sử dụng làm mạch băm để thực hiện việc chuyển đổi DC-AC, thay vì mạch băm giảm nguồn dòng 30 nêu trên.

Mạch băm giảm nguồn dòng 30 bao gồm phần tử chuyển mạch Q_1 , điôt D_1 , và cuộn cảm DC L_{F1} . Phần tử chuyển mạch Q_1 thực hiện hoạt động băm đối với điện áp DC đã được chỉnh lưu bởi bộ chỉnh lưu 10, nhờ đó thực

hiện việc giảm điện áp. Cuộn cảm DC L_{F1} sẽ làm phẳng dòng điện DC sau khi hoạt động băm đã được thực hiện, và đưa dòng điện đã được làm phẳng vào bộ nghịch lưu đa pha 40.

Mạch điều khiển 80 nhận dòng điện đã được băm của mạch băm giảm nguồn dòng 30 và trị số dò của điện áp ra từ bộ nghịch lưu nguồn dòng điện 1, và thực hiện hoạt động băm cho phần tử chuyển mạch Q_1 sao cho dòng điện vào và điện áp ra này lần lượt trở thành dòng điện định trước và điện áp ra định trước.

Fig.2 thể hiện một ví dụ về bộ nghịch lưu nguồn dòng điện 1 theo sáng chế, trong đó bao gồm cấu trúc khác của mạch băm giảm nguồn dòng 30. Mạch băm giảm nguồn dòng 30 như được thể hiện trên Fig.2 có cấu trúc mà trong đó tụ ra C_{F1} được mắc song song với đầu ra.

Cấu trúc mạch như được thể hiện trên Fig.2 bao gồm tụ ra, vốn thường không được sử dụng trong mạch băm giảm nguồn dòng. Với cấu trúc mà trong đó tụ ra C_{F1} được nối với đầu ra của mạch băm giảm nguồn dòng 30, thì tụ ra này sẽ hấp thụ điện áp tăng vọt, vốn sinh ra khi hoạt động đảo chiều dòng điện được thực hiện giữa các phần tử chuyển mạch trong bộ nghịch lưu đa pha 40, và năng lượng của điện cảm được mắc nối tiếp với mỗi phần tử chuyển mạch, nhờ đó bảo vệ các phần tử chuyển mạch.

Cần lưu ý rằng trị số của tụ ra C_{F1} được đặt sao cho độ trễ của dòng điện không có ảnh hưởng gì đến hoạt động đảo chiều dòng điện của bộ nghịch lưu, theo hằng số thời gian của tụ ra này và điện cảm dây dẫn.

Bộ nghịch lưu đa pha 40 bao gồm mạch nghịch lưu đa pha là mạch cầu của các phần tử chuyển mạch, số lượng các phần tử chuyển mạch là tùy thuộc vào số lượng pha. Ví dụ, nếu có ba pha, thì mạch nghịch lưu ba pha sẽ bao gồm sáu phần tử chuyển mạch. làm phần tử chuyển mạch, Phần tử chuyển mạch bán dẫn, chẳng hạn IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor - tranzito lưỡng cực cổng cách ly) và MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor - tranzito hiệu ứng trường dùng bán dẫn oxit kim

loại), có thể được sử dụng làm phần tử chuyển mạch. Mỗi phần tử chuyển mạch của mạch nghịch lưu đều thực hiện hoạt động chuyển mạch dựa trên tín hiệu điều khiển của bộ điều khiển chuyển mạch 81, và biến đổi điện DC thành điện AC để xuất ra điện AC.

Bộ nghịch lưu đa pha 40 bao gồm mạch cộng hưởng 70, và đưa dòng điện cộng hưởng được tạo ra trong mạch cộng hưởng 70 vào các phần tử chuyển mạch trong trạng thái đảo chiều dòng điện trong mạch nghịch lưu đa pha, và thực hiện sự đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch này trong điều kiện là dòng điện bằng không và điện áp bằng không. Mạch cộng hưởng 70 theo sáng chế tạo ra dòng điện cộng hưởng đồng bộ với hoạt động đảo chiều dòng điện của mỗi phần tử chuyển mạch trong mạch nghịch lưu đa pha, đưa dòng điện cộng hưởng này vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, và thực hiện hoạt động đảo chiều dòng điện của phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo điều kiện ZCS (chuyển mạch với dòng điện bằng không) và ZVS (chuyển mạch với điện áp bằng không).

Đầu ra AC của bộ nghịch lưu đa pha 40 được phép trở thành đầu ra cao tần bằng cách tăng tần số chuyển mạch của phần tử chuyển mạch. Khi máy tạo plasma có chức năng như phụ tải, thì bộ nghịch lưu nguồn dòng điện sẽ cấp đầu ra cao tần, ví dụ, 200 KHz cho phụ tải này. Để thu được đầu ra cao tần, thì mạch nghịch lưu đa pha sẽ thực hiện hoạt động chuyển mạch của phần tử chuyển mạch với tần số cao. Như đã được mô tả, khi phần tử chuyển mạch được chuyển mạch với tần số hoạt động cao, thì đầu ra AC sẽ bao gồm thành phần gợn sóng cao tần.

Theo một phương án ví dụ, bộ chỉnh lưu đa pha 60 bao gồm mạch lọc DC ở bộ phận ra, tương tự như mạch chỉnh lưu đa pha bình thường, để loại bỏ thành phần gợn sóng cao tần ở đầu ra AC của bộ nghịch lưu đa pha 40. Mạch lọc DC này có thể bao gồm tụ ra C_{FO} được mắc song song với đầu ra, và cuộn cảm đầu ra L_{FO} được mắc nối tiếp với đầu ra.

Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện 1 có thể được tạo cấu hình theo cách xuất ra đầu ra DC từ bộ chỉnh lưu đa pha 60, qua điện cảm dây dẫn L_0 của dây dẫn, mà không cần sử dụng mạch lọc DC nêu trên, và nối bộ nghịch lưu nguồn dòng điện 1 với máy tạo plasma 4 là phụ tải plasma thông qua cáp ra 3, từ đó cho phép sử dụng trở kháng kí sinh của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện để loại bỏ thành phần gợn sóng cao tần.

Ví dụ, điện cảm của trở kháng dây dẫn 90 giữa bộ chỉnh lưu đa pha 60 và cực ra, điện cảm L_{FO} trong cáp ra nối giữa bộ nghịch lưu nguồn dòng điện 1 và phụ tải, và điện dung điện cực C_0 của máy tạo plasma 4 trong trường hợp phụ tải plasma, có thể cấu thành mạch lọc để loại bỏ thành phần cao tần, tương tự như mạch lọc DC, nhờ đó giảm bớt thành phần gợn sóng cao tần.

Trong trường hợp mà bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này được coi như nguồn cấp công suất đối với máy tạo plasma, khi hồ quang sinh ra trong máy tạo plasma 4 ở phía phụ tải, thì có thể coi như phụ tải đã bị ngắn mạch, và năng lượng hồ quang P_c sẽ được cung cấp từ tụ ra C_{FO} của mạch lọc DC ở phía bộ nghịch lưu nguồn dòng điện.

Lúc này, năng lượng hồ quang P_c được xuất ra từ tụ ra C_{FO} có thể được biểu diễn bằng công thức (1) như sau:

$$P_c = 1/2 \times C_{FO} \times V_O^2 + 1/2 \times (L_{FO} + L_O) \times I_O^2 \dots (1)$$

Tốt hơn nếu năng lượng hồ quang P_c của máy tạo plasma 4 là nhỏ hơn hoặc bằng 1 mJ trên mỗi 1 kW công suất phát. Thông thường, điện cảm L_{FO} và L_O có trị số nhỏ, nên năng lượng $(L_{FO} + L_O) \times I_O^2$ của điện cảm L_{FO} và L_O có thể được bỏ qua so với 1 mJ/kW. Cần lưu ý rằng 1 mJ/kW biểu thị năng lượng với đơn vị là mJ trên 1 kW công suất ra, và năng lượng đối với công suất ra 100 kW thì tương ứng với 100 mJ. Do đó, trong trường hợp mà năng lượng hồ quang P_c của máy tạo plasma 4 là nhỏ hơn hoặc bằng 1 mJ, thì giá trị lớn hơn hoặc bằng giá trị C_{FO} , vốn thu được bằng cách coi P_c trong công thức (1) bằng 1 mJ, sẽ được chọn làm trị số của tụ ra C_{FO} , nhờ đó ngăn

ngừa sự ảnh hưởng lên năng lượng hồ quang P_c .

Do đó, nếu bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này có cấu trúc là sử dụng trở kháng dây dẫn hoặc trở kháng kí sinh của cáp ra hoặc dung lượng điện cực của máy tạo plasma, thay vì mạch lọc DC, thì có thể loại bỏ thành phần gợn sóng cao tần và cung cấp năng lượng hồ quang P_c , chừng nào mà dung lượng tương ứng với dung lượng xuất ra C_{FO} còn đủ lớn để cung cấp năng lượng hồ quang P_c .

Ngoài ra, thành phần gợn sóng cao tần có thuộc tính là tăng lên khi tần số hoạt động của mạch nghịch lưu đa pha bị giảm. Do đó, bằng cách làm tăng tần số hoạt động của mạch nghịch lưu đa pha, thì có thể giảm sự cần thiết đối với tụ ra C_{FO} và cuộn cảm đầu ra L_{FO} . Ngoài ra, việc tăng tần số hoạt động của mạch nghịch lưu đa pha này có thể hạn chế năng lượng bị giữ bên trong bộ nghịch lưu nguồn dòng điện 1.

[Ví dụ về hoạt động đảo chiều dòng điện trong bộ nghịch lưu nguồn dòng điện]

Tiếp theo, ví dụ về hoạt động đảo chiều dòng điện trong bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo sáng chế sẽ được mô tả dựa vào Fig.3 và Fig.4, bằng cách lấy bộ nghịch lưu ba pha làm ví dụ.

Fig.3 thể hiện các sơ đồ khối và các sơ đồ hoạt động của bộ nghịch lưu nguồn dòng điện, và Fig.4 thể hiện biểu đồ thời gian của trạng thái đảo chiều dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này. Cần lưu ý rằng trên Fig.3, trạng thái của dòng điện chạy qua các phần tử và dây nối thì được biểu diễn bằng màu sáng và màu tối, và trạng thái dẫn điện thì được thể hiện bằng màu tối, và trạng thái không dẫn điện thì được thể hiện bằng màu sáng.

Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện được thể hiện trên Fig.3 bao gồm mạch cầu có sáu phần tử chuyển mạch là Q_R , Q_S , Q_T , Q_X , Q_Y và Q_Z , phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_X được mắc nối tiếp nhau, phần

tử chuyển mạch Q_S và phần tử chuyển mạch Q_Y được mắc nối tiếp nhau, và phần tử chuyển mạch Q_T và phần tử chuyển mạch Q_Z được mắc nối tiếp nhau.

Điểm nối giữa phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_X được nối dưới dạng thành phần pha R của máy biến áp ba pha 51 thông qua điện cảm L_{m1} , điểm nối giữa phần tử chuyển mạch Q_S và phần tử chuyển mạch Q_Y được nối dưới dạng thành phần pha S của máy biến áp ba pha 51 thông qua điện cảm L_{m2} , và điểm nối giữa phần tử chuyển mạch Q_T và phần tử chuyển mạch Q_Z được nối dưới dạng thành phần pha T của máy biến áp ba pha 51 thông qua điện cảm L_{m3} .

Ngoài ra, điểm nối giữa phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_X , điểm nối giữa phần tử chuyển mạch Q_S và phần tử chuyển mạch Q_Y , và điểm nối giữa phần tử chuyển mạch Q_T và phần tử chuyển mạch Q_Z lần lượt được nối với các cực của mạch cộng hưởng, và dòng điện cộng hưởng được cung cấp từ mạch cộng hưởng này.

Biểu đồ thời gian trên Fig.4 thể hiện một ví dụ về hoạt động đảo chiều dòng điện giữa phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_S . Ở đây, phần tử chuyển mạch Q_R được giả định là phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, và phần tử chuyển mạch Q_S được giả định là phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện.

Ở bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo sáng chế, hoạt động đảo chiều dòng điện được điều khiển sao cho khoảng thời gian chồng nhau được tạo ra mà trong đó cả phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện đều được đặt ở trạng thái ON, và dòng điện cộng hưởng của mạch cộng hưởng được điều khiển đồng bộ với hoạt động đảo chiều dòng điện này, từ đó cấp dòng điện cộng hưởng cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện.

Khoảng thời gian chồng nhau mà trong đó cả phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch Q_S ở đích đảo

chiều dòng điện đều được đặt vào trạng thái ON được tạo ra, bằng cách thiết lập cho thời điểm của mép lên của tín hiệu xung cực cổng G_S (Fig.4B) của phần tử chuyển mạch Q_S , nằm trước mép xuống của tín hiệu xung cực cổng G_R (Fig.4A) của phần tử chuyển mạch Q_R , nhờ đó tín hiệu xung cực cổng G_R , vốn đặt phần tử chuyển mạch Q_R sang trạng thái ON, và tín hiệu xung cực cổng G_S (Fig.4B), vốn đặt phần tử chuyển mạch Q_S sang trạng thái ON, được phép chồng lên nhau theo thời gian. Do đó, phần tử chuyển mạch Q_S được chuyển sang trạng thái ON trước khi phần tử chuyển mạch Q_R được chuyển từ trạng thái ON sang trạng thái OFF, và trong khoảng thời gian chồng nhau, cả phần tử chuyển mạch Q_R lẫn phần tử chuyển mạch Q_S đều được đặt ở trạng thái ON.

Phần sau đây sẽ mô tả mỗi trong số các khoảng thời gian trên Fig.4, là khoảng thời gian A, khoảng thời gian B, khoảng thời gian C, và khoảng thời gian D.

(Khoảng thời gian A):

Trong khoảng thời gian A trên Fig.4, phần tử chuyển mạch Q_R ở trạng thái ON, và dòng điện I_{QR} (Fig.4C) chạy vào phần tử chuyển mạch Q_R , và dòng điện I_{QS} (Fig.4D) của phần tử chuyển mạch Q_S không chạy vào phần tử chuyển mạch này.

Fig.3A thể hiện trạng thái hoạt động và trạng thái dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong khoảng thời gian A. Dòng điện I_{QR} (Fig.4C) của phần tử chuyển mạch Q_R được cung cấp vào máy biến áp ba pha 51 dưới dạng dòng điện sơ cấp I_R ở pha R (Fig.4H), và quay trở về thông qua phần tử chuyển mạch Q_Z .

(Khoảng thời gian B):

Tín hiệu xung cực cổng G_S chuyển phần tử chuyển mạch Q_S sang trạng thái ON, và dòng điện I_{QS} (Fig.4D) bắt đầu chạy trong phần tử chuyển mạch Q_S . Lúc này, dòng điện I_{QS} của phần tử chuyển mạch Q_S tăng lên bởi hằng số thời gian theo mạch cộng hưởng 70, điện cảm L_{m1} , và điện cảm L_{m2} ,

và do đó, tại thời điểm mà phần tử chuyển mạch Q_S được chuyển sang trạng thái ON, thì hoạt động ZCS (chuyển mạch với dòng điện bằng không) được thực hiện (Fig.4D).

Đồng bộ với mép lên của phần tử chuyển mạch Q_S , dòng điện cộng hưởng cũng bắt đầu chạy vào mạch cộng hưởng 70 (Fig.4G). Dòng điện cộng hưởng này chạy theo chiều phân cực ngược vào phần tử chuyển mạch Q_R . Do dòng điện cộng hưởng này có chiều ngược lại so với dòng điện thuận I_{QR} trong phần tử chuyển mạch Q_R , nên dòng điện cộng hưởng này sẽ triệt tiêu dòng I_{QR} và làm giảm dòng điện này (Fig.4C). Số 1 được khoanh tròn trên Fig.4C và Fig.4G biểu thị các thành phần dòng điện trong mối quan hệ triệt tiêu nhau.

Fig.3B thể hiện trạng thái hoạt động và trạng thái dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong khoảng thời gian B. Dòng điện thuận của phần tử chuyển mạch Q_R bị triệt tiêu bởi dòng điện cộng hưởng, và dòng điện sơ cấp I_R (Fig.4H) theo một phần của dòng điện cộng hưởng, và dòng điện sơ cấp I_S (Fig.4H) theo phần tử chuyển mạch Q_S , được cung cấp vào máy biến áp ba pha 51, và quay trở về thông qua phần tử chuyển mạch Q_Z .

(Khoảng thời gian C):

Tại điểm kết thúc của khoảng thời gian B, dòng điện I_{QR} của phần tử chuyển mạch Q_R (Fig.4C) bị triệt tiêu bởi dòng điện cộng hưởng (Fig.4G) và trở thành dòng điện bằng không. Phần dư của dòng điện cộng hưởng bắt đầu chạy dưới dạng dòng điện điôt I_{DR} (Fig.4E) vào điôt xoay tự do D_R , vốn được mắc song song với phần tử chuyển mạch Q_R . Số 2 được khoanh tròn trên Fig.4E và Fig.4G biểu thị các thành phần dòng điện trong mối quan hệ được liên kết với nhau.

Ở phần đầu của khoảng thời gian C theo sau khoảng thời gian B, cả phần tử chuyển mạch Q_R lẫn phần tử chuyển mạch Q_S đều ở trạng thái ON. Trong khoảng thời gian này, dòng điện I_{QR} (Fig.4C) của phần tử chuyển mạch Q_R tiếp tục bị triệt tiêu bởi dòng điện cộng hưởng (Fig.4G) để duy trì

dòng điện bằng không, và dòng điện I_{Qs} (Fig.4D) của phần tử chuyển mạch Q_s tăng lên cùng với sự tăng của dòng điện cộng hưởng. Theo đó, điện áp giữa cực máng và cực nguồn V_{D-S} của phần tử chuyển mạch Q_R được giữ ở mức điện áp bằng không (Fig.4F).

Trong khoảng thời gian C, khi phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện được đặt vào trạng thái OFF tại mép xuống của tín hiệu xung cực cổng G_R , thì phần tử chuyển mạch Q_s sẽ ở trạng thái ON và phần tử chuyển mạch Q_R sẽ ở trạng thái OFF, và theo đó chúng thiết lập trạng thái ON và trạng thái OFF khác nhau. Trong trạng thái này, phần tử chuyển mạch Q_R được đặt sang trạng thái OFF và ngắt dòng điện I_{QR} , và dòng điện cộng hưởng cũng ngừng triệu tiêu. Tuy nhiên, dòng điện cộng hưởng vẫn tiếp tục chạy trong điôt xoay tự do D_R .

Do đó, dòng điện I_{QR} vốn chạy trong phần tử chuyển mạch Q_R được giữ ở trạng thái dòng điện bằng không sau khi phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện chuyển sang trạng thái OFF, tiếp sau trạng thái dòng điện bằng không được thiết lập bởi dòng điện cộng hưởng, nhờ đó mà phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện thực hiện được hoạt động ZCS (chuyển mạch với dòng điện bằng không).

Ngoài ra, dòng điện cộng hưởng này cũng chạy vào điôt xoay tự do D_R của phần tử chuyển mạch Q_R , nhờ đó mà phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện cũng thực hiện được hoạt động ZVS (chuyển mạch với điện áp bằng không). Khoảng thời gian C này kết thúc tại điểm mà dòng điện cộng hưởng này trở nên bằng không.

Fig.3C thể hiện trạng thái hoạt động và trạng thái dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong khoảng thời gian C. Dòng điện cộng hưởng triệt tiêu dòng điện thuận của phần tử chuyển mạch Q_R để thiết lập trạng thái dòng điện bằng không, và chạy vào điôt xoay tự do D_R để thiết lập trạng thái điện áp bằng không. Dòng điện sơ cấp I_R theo một phần của dòng điện cộng hưởng, và dòng điện sơ cấp I_s theo phần tử chuyển mạch Q_s , được cung cấp

vào máy biến áp ba pha 51, và quay trở về thông qua phần tử chuyển mạch Q_Z (Fig.4H).

(Khoảng thời gian D):

Tại điểm mà dòng điện cộng hưởng trở nên bằng không, thì một thành phần điện áp DC được tác động lên điện áp giữa cực máng và cực nguồn V_{QR} của phần tử chuyển mạch Q_R (Fig.4F).

Trong trạng thái hoạt động như được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, có dòng điện sơ cấp I_R trong pha R và dòng điện sơ cấp I_S trong pha S chạy giữa các phần tử chuyển mạch và máy biến áp ba pha 51. Trong khoảng thời gian A, dòng điện I_{QR} chạy dưới dạng dòng điện sơ cấp I_R , và sau khi đảo chiều dòng điện từ dòng điện sơ cấp I_R sang dòng điện sơ cấp I_S trong các khoảng thời gian B và C, thì dòng điện I_{QS} chạy dưới dạng dòng điện sơ cấp I_S trong khoảng thời gian D.

Khi đảo chiều dòng điện, trong khoảng thời gian mà cả dòng điện sơ cấp I_R lẫn dòng điện sơ cấp I_S chạy cùng nhau, thì dòng điện sơ cấp I_R có trị số bằng với dòng điện sơ cấp I_S , và bằng một nửa so với dòng điện khi một trong hai dòng điện sơ cấp này chạy. Khoảng thời gian mà trong đó cả dòng điện sơ cấp I_R và dòng điện sơ cấp I_S chạy cùng nhau thì tương ứng với khoảng thời gian C trên Fig.4H, ngoại trừ phần mà tại đó khoảng thời gian C được chuyển sang khoảng thời gian D.

Trong khoảng thời gian B trên Fig.4H, dòng điện sơ cấp I_R giảm về phía dòng điện trung gian, và dòng điện sơ cấp I_S tăng về phía dòng điện trung gian. Ngoài ra, tại phần để chuyển sang khoảng thời gian D trong khoảng thời gian C trên Fig.4H, thì dòng điện sơ cấp I_R giảm về phía dòng điện bằng không từ dòng điện trung gian, và dòng điện sơ cấp I_S tăng từ dòng điện trung gian này lên đến tổng dòng điện sơ cấp. Theo hoạt động chuyển mạch từ dòng điện I_{QR} sang dòng điện I_{QS} nêu trên, thì dòng điện sơ cấp được cung cấp liên tục mà không ngắt quãng, từ mạch băm giảm nguồn dòng vào máy biến áp ba pha 51.

Fig.3D thể hiện trạng thái hoạt động và trạng thái dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong khoảng thời gian D. Dòng điện cộng hưởng ngừng chạy, và dòng điện sơ cấp I_s theo phần tử chuyển mạch Q_s được cung cấp vào máy biến áp ba pha 51, và quay trở về thông qua phần tử chuyển mạch Q_z .

Theo hoạt động đảo chiều dòng điện nêu trên, dòng điện cộng hưởng được cung cấp từ mạch cộng hưởng cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược, trong khoảng thời gian chồng nhau, và dòng điện cộng hưởng này cũng được cung cấp cho diốt xoay tự do theo chiều phân cực thuận, diốt này được mắc đối song song với phần tử chuyển mạch này, từ đó thiết lập dòng điện bằng không và điện áp bằng không ở phần tử chuyển mạch này ở nguồn đảo chiều dòng điện trong khoảng thời gian chồng nhau, và hoạt động đảo chiều dòng điện được thực hiện trong tình trạng dòng điện bằng không và điện áp bằng không tại điểm mà phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện này chuyển từ trạng thái ON sang trạng thái OFF.

Tiếp theo, bộ nghịch lưu nguồn dòng điện và phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này theo sáng chế sẽ được mô tả.

Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện và phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này theo sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ từ Fig.5 đến Fig.11. Fig.5 là hình thể hiện ví dụ về cấu trúc của mạch nghịch lưu và mạch cộng hưởng theo sáng chế, Fig.6 là biểu đồ thời gian, mô tả hoạt động điều khiển các phần tử chuyển mạch trong mạch nghịch lưu theo sáng chế, Fig.7 thể hiện dòng điện cộng hưởng của mạch cộng hưởng theo sáng chế, Fig.8 là hình thể hiện mạch cộng hưởng theo sáng chế, Fig.9 thể hiện các tình trạng đối với khoảng thời gian chồng nhau khi điều khiển bộ nghịch lưu và mạch cộng hưởng theo sáng chế, Fig.10 thể hiện trạng thái đảo chiều dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong mạch nghịch lưu theo sáng chế, và các hình vẽ từ Fig.11 đến Fig.14 thể hiện

các hoạt động điều khiển bộ nghịch lưu theo sáng chế. Cần lưu ý rằng trên các hình vẽ từ Fig.11 đến Fig.14, trạng thái của dòng điện chạy qua các phần tử và dây nối thì được biểu diễn bằng màu sáng và màu tối, và trạng thái dẫn điện thì được thể hiện bằng màu tối, và trạng thái không dẫn điện thì được thể hiện bằng màu sáng.

Mạch cộng hưởng theo sáng chế bao gồm các mạch nối tiếp LC lần lượt giữa các cực được tạo ra bởi các đầu cấp dòng điện của mạch cộng hưởng. Mỗi mạch nối tiếp LC sẽ nhận dòng điện thuận từ phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện, khi đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch của mạch nghịch lưu, tạo ra dòng điện cộng hưởng, và cung cấp dòng điện cộng hưởng được tạo ra này cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược của nó.

Mạch nghịch lưu 41 như được thể hiện trên Fig.5A bao gồm mạch cầu có sáu phần tử chuyển mạch là Q_R , Q_S , Q_T , Q_X , Q_Y và Q_Z , và phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_X được mắc nối tiếp nhau, phần tử chuyển mạch Q_S và phần tử chuyển mạch Q_Y được mắc nối tiếp nhau, và phần tử chuyển mạch Q_T và phần tử chuyển mạch Q_Z được mắc nối tiếp nhau.

Điểm nối R giữa phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_X được nối dưới dạng thành phần pha R của máy biến áp ba pha 51 thông qua điện cảm L_{m1} , điểm nối S giữa phần tử chuyển mạch Q_S và phần tử chuyển mạch Q_Y được nối dưới dạng thành phần pha S của máy biến áp ba pha 51 thông qua điện cảm L_{m2} , và điểm nối T giữa phần tử chuyển mạch Q_T và phần tử chuyển mạch Q_Z được nối dưới dạng thành phần pha T của máy biến áp ba pha 51 thông qua điện cảm L_{m3} .

Mạch cộng hưởng 71 bao gồm ba mạch cộng hưởng, được cấu thành từ các mạch nối tiếp của tụ điện C_L và điện kháng L_C , và các đầu tương ứng của ba mạch cộng hưởng này được nối vào giữa các cực của ba đầu cấp dòng. Các cực của các đầu cấp dòng này lần lượt được nối vào điểm nối R

giữa phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_X , điểm nối S giữa phần tử chuyển mạch Q_S và phần tử chuyển mạch Q_Y , và điểm nối T giữa phần tử chuyển mạch Q_T và phần tử chuyển mạch Q_Z .

Với cấu trúc này, khi đảo chiều dòng điện giữa phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_S , thì dòng điện I_{cS} được cung cấp từ điểm nối S vào mạch cộng hưởng 71, và khi đảo chiều dòng điện giữa phần tử chuyển mạch Q_S và phần tử chuyển mạch Q_T , thì dòng điện I_{cT} được cung cấp từ điểm nối T vào mạch cộng hưởng 71, và khi đảo chiều dòng điện giữa phần tử chuyển mạch Q_T và phần tử chuyển mạch Q_R , thì dòng điện I_{cR} được cung cấp từ điểm nối R vào mạch cộng hưởng 71.

Mạch cộng hưởng 71 nhận dòng điện thuận của phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện trong số hai phần tử chuyển mạch, để thực hiện hoạt động đảo chiều dòng điện, để tạo ra dòng điện cộng hưởng. Ngoài ra, mạch cộng hưởng 71 còn cấp dòng điện cộng hưởng được tạo ra này theo chiều phân cực ngược cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện trong số hai phần tử chuyển mạch vốn thực hiện hoạt động đảo chiều dòng điện. Ví dụ, khi đảo chiều dòng điện giữa phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_S , thì mạch cộng hưởng 71 nhận dòng điện thuận của phần tử chuyển mạch Q_S ở đích đảo chiều dòng điện để tạo ra dòng điện cộng hưởng, và cấp dòng điện cộng hưởng được tạo ra này cho phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược. Mạch cộng hưởng 71 như được thể hiện trên Fig.5A được mắc hình tam giác, nhưng nó cũng có thể được mắc hình sao, như được thể hiện trên Fig.5B.

Biểu đồ thời gian như được thể hiện trên Fig.6 mô tả sự hoạt động của các phần tử chuyển mạch trong mạch nghịch lưu theo sáng chế, biểu đồ này thể hiện các tín hiệu xung cực công để điều khiển các phần tử chuyển mạch Q_R , Q_S , Q_T , Q_X , Q_Y và Q_Z . Do bộ nghịch lưu ba pha được lấy làm ví dụ ở đây, nên nếu coi một chu kì của tần số góc hoạt động ω_1 của bộ nghịch

lưu ba pha là thành phần pha 2π , thì khoảng thời gian mà phần tử chuyển mạch được chuyển sang trạng thái ON trong mỗi pha sẽ tương ứng với thành phần pha là $(2\pi/3)$. Fig.6 thể hiện một chu kì được chia thành tổng số 12 khoảng, với mỗi khoảng thành phần pha là $\pi/6$. Cần lưu ý rằng nếu tần số hoạt động của bộ nghịch lưu ba pha được giả định là f_i , thì tần số góc hoạt động ω_i sẽ được biểu diễn dưới dạng $\omega_i = 2\pi \times f_i$.

Theo sáng chế, khoảng thời gian chồng nhau θ_t được tạo ra giữa hai phần tử chuyển mạch trong mỗi quan hệ đảo chiều dòng điện với nhau, để tạo ra dòng điện cộng hưởng trong mạch cộng hưởng, sau đó cấp dòng điện cộng hưởng được tạo ra này cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, để cho phép phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện thực hiện hoạt động đảo chiều dòng điện theo ZCS (chuyển mạch với dòng điện bằng không) và ZVS (chuyển mạch với điện áp bằng không), và sau đó giảm sự tổn hao chuyển mạch tại thời điểm đảo chiều dòng điện.

(Thiết lập khoảng thời gian chồng nhau θ_t và mạch cộng hưởng)

Phần sau đây sẽ mô tả khoảng thời gian chồng nhau θ_t vốn cần thiết cho hoạt động đảo chiều dòng điện theo ZCS (chuyển mạch với dòng điện bằng không) và ZVS (chuyển mạch với điện áp bằng không).

Fig.7 là hình thể hiện mối quan hệ giữa dòng điện cộng hưởng I_{CL} đối với dòng điện sơ cấp I_R ở pha R và khoảng thời gian chồng nhau θ_t . Fig.7A là hình thể hiện dòng điện sơ cấp I_R ở pha R và dòng điện cộng hưởng I_{CL} , Fig.7B là hình thể hiện tín hiệu xung cực cổng G_R để điều khiển phần tử chuyển mạch Q_R , và Fig.7C là hình thể hiện tín hiệu xung cực cổng G_S để điều khiển phần tử chuyển mạch Q_S . Ngoài ra, Fig.8 là hình thể hiện một ví dụ về cấu trúc của mạch cộng hưởng.

Trong khoảng thời gian chồng nhau θ_t khi đảo chiều dòng điện, thì dòng điện cộng hưởng I_{CL} , vốn được tạo ra bởi mạch cộng hưởng gồm tụ điện C_L và cuộn cảm L_c mắc nối tiếp nhau, được biểu diễn bằng công thức (2) như sau, khi điện dung tương đương C_e và điện cảm tương đương L_e

được sử dụng;

$$I_{CL} = I_{\max} \times \sin \omega_n t \quad \dots (2)$$

Ở đây, trị số cực đại $I_{\max}$ của dòng điện cộng hưởng và tần số góc ω_n lần lượt được biểu diễn bằng các công thức (3) và (4) như sau:

$$I_{\max} = V_{RS} / (L_e / C_e)^{1/2} \quad \dots (3)$$

$$\omega_n = 1 / (L_e \times C_e)^{1/2} \quad \dots (4)$$

Cần lưu ý rằng V_{RS} , L_e , và C_e lần lượt là điện áp, điện cảm tương đương, và điện dung tương đương giữa cực R và cực S của mạch cộng hưởng, như được thể hiện trên Fig.8A. Fig.8B thể hiện mạch tương đương của mạch cộng hưởng khi sự đảo chiều dòng điện được thực hiện từ pha R sang pha S. Lúc này, vì dòng điện I_{CT} của pha T không chạy, nên có thể coi L_e và C_e như mạch trở kháng liên khi nhìn từ giữa pha R và pha S.

Điện cảm tương đương L_e và điện dung tương đương C_e được biểu diễn bằng các công thức (5) và (6) như sau:

$$L_e = 2/3 \times L_C \quad \dots (5)$$

$$C_e = 3/2 \times C_L \quad \dots (6)$$

Như được biểu diễn bằng các công thức từ (4) đến (6), tần số góc ω_n của mạch cộng hưởng này được xác định nhờ tụ điện C_L và cuộn cảm L_C của nó, và tần số góc này là riêng của mạch cộng hưởng này.

Như được thể hiện trên Fig.7A, thời điểm t_p khi mà dòng điện cộng hưởng I_{CL} trở thành trị số đỉnh cực đại $I_{\max}$ được biểu diễn bằng công thức (7) sau đây, theo mối quan hệ $\omega_n \times t_p = \pi/2$:

$$t_p = \pi/2 \times 1/\omega_n = \pi/2 \times (L_C \times C_L)^{1/2} \quad \dots (7)$$

Khi đảo chiều dòng điện của phần tử chuyển mạch Q ở nguồn đảo chiều dòng điện, thì dòng điện được dẫn vào điôt xoay tự do D của phần tử chuyển mạch Q, nhờ đó làm cho điện áp giữa cực máng và cực nguồn của phần tử chuyển mạch này bằng không, và thực hiện việc ZVS (chuyển mạch với điện áp bằng không). Để cung cấp dòng điện vào điôt xoay tự do D cùng với việc cung cấp thành phần dòng điện sơ cấp I_R vào máy biến áp ba pha,

thì tụ điện C_L và cuộn cảm L_C trong mạch cộng hưởng được chọn sao cho trị số đỉnh cực đại $I_{\max}$ của dòng điện cộng hưởng I_{CL} , như được biểu diễn bằng công thức (3), nằm trong các khoảng $I_{\max} > I_R$, $I_{\max} > I_S$, $I_{\max} > I_T$ ở mỗi pha.

Như được thể hiện trên Fig.7, phạm vi tối đa của khoảng thời gian chồng nhau θ_t tương ứng với thành phần nửa chu kỳ π của dòng điện cộng hưởng. Nếu khoảng thời gian chồng nhau này được đặt lớn hơn nửa chu kỳ π của dòng điện cộng hưởng, thì dòng điện cộng hưởng đã bị giảm về không tại thời điểm kết thúc khoảng thời gian chồng nhau θ_t này và phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện được chuyển sang trạng thái OFF. Do đó, không thể làm cho điốt xoay tự do của phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện dẫn điện để đạt được trạng thái điện áp bằng không.

Do đó, để thực hiện được việc ZVS (chuyển mạch với điện áp bằng không), thì khoảng thời gian chồng nhau θ_t được đặt nằm trong khoảng nửa chu kỳ π của dòng điện cộng hưởng.

Fig.9 là hình thể hiện các điều kiện để thiết lập khoảng thời gian chồng nhau θ_t , tụ điện C_L và cuộn cảm L_C của mạch cộng hưởng. Fig.9A và Fig.9B thể hiện thời điểm của các tín hiệu xung cực cổng của các phần tử chuyển mạch Q_R và Q_X trong mỗi quan hệ được mắc trong mạch cầu, Fig.9C và Fig.9D thể hiện thời điểm của các tín hiệu xung cực cổng của các phần tử chuyển mạch Q_S và Q_Y trong mỗi quan hệ được mắc trong mạch cầu, và Fig.9G và Fig.9H thể hiện thời điểm của các tín hiệu xung cực cổng của các phần tử chuyển mạch Q_T và Q_Z trong mỗi quan hệ được mắc trong mạch cầu. Ngoài ra, Fig.9E là hình thể hiện dòng điện cộng hưởng I_{CL} của mạch cộng hưởng mắc giữa phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_S , và Fig.9F thể hiện dòng điện thuận I_{QR} chạy trong phần tử chuyển mạch Q_R .

Ở bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo sáng chế, các điều kiện sau đây đã được mô tả trên đây để thực hiện hoạt động đảo chiều dòng điện và

các hoạt động chuyển mạch theo ZCS và ZVS:

(a) Trị số đỉnh cực đại $I_{\max}$ của dòng điện cộng hưởng I_{CL} nằm trong các khoảng sau đây; $I_{\max} > I_R$, $I_{\max} > I_S$, $I_{\max} > I_T$, ở các pha tương ứng; và

(b) Phạm vi tối đa của khoảng thời gian chồng nhau θt tương ứng với thành phần nửa chu kì π của dòng điện cộng hưởng.

Các điều kiện (c), (d), và (e) sau đây được cần đến đối với khoảng thời gian chồng nhau và mạch cộng hưởng. Fig.9 là hình thể hiện các điều kiện (c), (d), và (e) này bằng các kí hiệu chỉ dẫn lần lượt là A, B, và C.

(c) Điều kiện cần thiết để ngăn ngừa sự ngắn mạch giữa các phần tử chuyển mạch trong mỗi quan hệ mắc trong mạch cầu là $\pi/3 > \theta t$.

Nếu khoảng thời gian chồng nhau θt trở nên dài hơn thì sẽ xảy ra sự ngắn mạch giữa các phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_X , v.v., vốn có mối quan hệ mắc trong mạch cầu, như được biểu diễn bằng kí hiệu chỉ dẫn A trên Fig.9. Để ngăn ngừa sự ngắn mạch này giữa các phần tử chuyển mạch, thì điều kiện $\pi/3 > \theta t(\omega_I \times T_n)$ cần được thoả mãn. Cần lưu ý rằng T_n là độ dài khoảng thời gian của dòng điện cộng hưởng I_{CL} , và ω_I là tần số góc hoạt động của bộ nghịch lưu ba pha.

Cần lưu ý rằng, nếu khoảng thời gian chồng nhau này được kéo dài theo cả hai phía là phía trước và phía sau, mà trong đó mỗi phần tử chuyển mạch đều được chuyển sang trạng thái ON, với một độ dài tuỳ ý và bằng nhau trên cả hai phía theo thời gian, thì điều kiện cần thiết là mỗi lượng được kéo dài phải nhỏ hơn $\pi/6$.

(d) Điều kiện cần thiết để ngăn không cho dòng điện cộng hưởng I_{CL} có thể tạo ra dòng điện cộng hưởng tiếp theo là $(L_C \times C_L)^{1/2} < 1/(3\omega_I)$. Ở đây, ω_I là tần số góc hoạt động của mạch nghịch lưu ba pha.

Như được biểu thị bằng kí hiệu chỉ dẫn B trên Fig.9, sau khi phần tử chuyển mạch Q_S được chuyển sang trạng thái ON, thì phần tử chuyển mạch Q_X cũng được chuyển sang trạng thái ON sau một khoảng thời gian là $\pi/3$, và dòng điện cộng hưởng tiếp theo bắt đầu chạy. Do đó, dòng điện cộng

hưởng I_{CL} , vốn được tạo ra bằng cách làm thông phần tử chuyển mạch Q_S , cần phải được chấm dứt trong khoảng $\pi/3$.

Nếu gọi độ dài khoảng thời gian của dòng điện cộng hưởng I_{CL} là T_n và tần số góc hoạt động của bộ nghịch lưu ba pha là ω_I , thì điều kiện để cho dòng điện cộng hưởng I_{CL} kết thúc trong khoảng $\pi/3$ là $\omega_I \times T_n < \pi/3$.

Mặt khác, do độ dài khoảng thời gian T_n của dòng điện cộng hưởng I_{CL} trong mạch cộng hưởng tương ứng với nửa chu kỳ π , nên có mối quan hệ là $T_n = \pi/\omega_n$. Cần lưu ý rằng ω_n là tần số góc của mạch cộng hưởng.

Do đó, theo mối quan hệ nêu trên, nếu điều kiện để dòng điện cộng hưởng I_{CL} kết thúc trong khoảng $\pi/3$ là “ $\omega_I \times T_n < \pi/3$ ” được biểu diễn theo điều kiện cần thiết đối với tụ điện C_L và cuộn cảm L_C của mạch cộng hưởng, thì điều kiện này được biểu diễn dưới dạng $(L_C \times C_L)^{1/2} < 1/(3\omega_I)$.

(e) Điều kiện để dòng điện I_{QR} giảm về không trong khoảng thời gian chồng nhau θt là $\sin(\theta t) > I_{QR}/I_{max}$, như được biểu diễn bằng kí hiệu chỉ dẫn C trên Fig.9.

Để thực hiện được việc ZCS (chuyển mạch với dòng điện bằng không), thì điều cần thiết là dòng điện I_{QR} của phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện trở nên bằng không trong khoảng thời gian chồng nhau θt , và điều cần thiết nữa là dòng điện cộng hưởng I_{CL} , để giảm dòng điện I_{QR} , phải ít nhất lớn hơn dòng điện I_{QR} tại điểm cuối cùng của khoảng thời gian chồng nhau θt , và điều kiện $I_{CL} > I_{QR}$ cần phải được thỏa mãn. Theo mối quan hệ $I_{CL} = I_{max}\sin(\theta t)$, thì điều kiện này được biểu diễn dưới dạng $\sin(\theta t) > I_{QR}/I_{max}$.

Tiếp theo, một ví dụ về hoạt động đảo chiều dòng điện với bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo sáng chế sẽ được mô tả dựa vào biểu đồ thời gian trên Fig.10. Ví dụ này thể hiện hoạt động đảo chiều dòng điện giữa phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_S trong các chế độ hoạt động 4, 5, và 6 như được thể hiện trên Fig.6.

Ở đây, phần tử chuyển mạch Q_R được giả định là phần tử chuyển

mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, và phần tử chuyển mạch Q_S được giả định là phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện. Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này điều khiển hoạt động đảo chiều dòng điện để tạo ra khoảng thời gian chồng nhau mà trong đó cả phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch Q_S ở đích đảo chiều dòng điện đều được đặt ở trạng thái ON, và cho phép dòng điện thuận chạy vào mạch cộng hưởng 71, dòng điện này chạy khi phần tử chuyển mạch Q_S ở đích đảo chiều dòng điện chuyển sang trạng thái ON, nhờ đó tạo ra dòng điện cộng hưởng trong mạch cộng hưởng một cách đồng bộ với hoạt động đảo chiều dòng điện, và cấp dòng điện cộng hưởng được tạo ra này vào phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện.

Khoảng thời gian chồng nhau, mà trong đó cả phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch Q_S ở đích đảo chiều dòng điện đều ở trạng thái ON, được coi là khoảng thời gian tính từ mép lên của tín hiệu xung cực cổng G_S (Fig.10B) của phần tử chuyển mạch Q_S , cho đến mép xuống của tín hiệu xung cực cổng G_R (Fig.10A) của phần tử chuyển mạch Q_R , và khoảng thời gian mà tín hiệu xung cực cổng G_R (Fig.10A) của phần tử chuyển mạch Q_R ở trạng thái ON và khoảng thời gian mà tín hiệu xung cực cổng G_S (Fig.10B) của phần tử chuyển mạch Q_S ở trạng thái ON là chồng lên nhau theo thời gian, từ đó tạo ra khoảng thời gian chồng nhau này.

Do đó, phần tử chuyển mạch Q_S được thông (ON) trước khi phần tử chuyển mạch Q_R được chuyển từ trạng thái ON sang trạng thái OFF, và trong khoảng thời gian chồng nhau θ_t (chế độ vận hành 5), thì cả phần tử chuyển mạch Q_R và phần tử chuyển mạch Q_S đều ở trạng thái ON cùng nhau.

Sau đây, mỗi trong số khoảng thời gian A, khoảng thời gian B, khoảng thời gian C, và khoảng thời gian D trên Fig.10 sẽ được mô tả theo cách tương tự như đã được mô tả dựa vào Fig.4. Khoảng thời gian A là của

chế độ hoạt động 4, khoảng thời gian B là của một phần của chế độ hoạt động 5, khoảng thời gian C là của phần còn lại của chế độ hoạt động 5, và khoảng thời gian D là của chế độ hoạt động 6.

(Khoảng thời gian A):

Trong khoảng thời gian A như được thể hiện trên Fig.10, phần tử chuyển mạch Q_R ở trạng thái ON, và dòng điện I_{QR} chạy vào phần tử chuyển mạch Q_R , và dòng điện I_{QS} (Fig.10C) của phần tử chuyển mạch Q_S không chạy vào phần tử chuyển mạch này.

Fig.11 thể hiện trạng thái hoạt động và trạng thái dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong khoảng thời gian A. Dòng điện I_{QR} của phần tử chuyển mạch Q_R được cung cấp vào máy biến áp ba pha 51 dưới dạng dòng điện sơ cấp I_R ở pha R, và quay trở về thông qua phần tử chuyển mạch Q_Z .

(Khoảng thời gian B):

Theo tín hiệu xung cực công G_S , phần tử chuyển mạch Q_S được chuyển sang trạng thái ON, và dòng điện I_{QS} bắt đầu chạy trong phần tử chuyển mạch Q_S . Lúc này, dòng điện I_{QS} của phần tử chuyển mạch Q_S tăng lên bởi hằng số thời gian theo điện cảm L_{m2} và L_C , và do đó, tại thời điểm mà phần tử chuyển mạch Q_S được chuyển sang trạng thái ON, thì hoạt động ZCS (chuyển mạch với dòng điện bằng không) được thực hiện (Fig.10D).

Bằng cách đưa dòng điện thuận I_{QS} , vốn chạy trong phần tử chuyển mạch Q_S ở trạng thái ON, vào mạch cộng hưởng 71, thì sẽ tạo ra dòng điện cộng hưởng I_{CL} trong mạch cộng hưởng 71 (Fig.10G). Dòng điện cộng hưởng I_{CL} được tạo ra này được đưa vào phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược. Dòng điện cộng hưởng I_{CL} được đưa vào này có chiều ngược so với dòng điện thuận I_{QR} trong phần tử chuyển mạch Q_R , do đó, dòng điện cộng hưởng I_{CL} sẽ triệt tiêu dòng I_{QR} và dòng này được giảm xuống (Fig.10C). Số 1 được khoanh tròn trên Fig.10C và Fig.10G biểu thị các thành phần dòng điện trong mối quan hệ triệt tiêu nhau.

Fig.12 thể hiện trạng thái hoạt động và trạng thái dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong khoảng thời gian B. Dòng điện trong phần tử chuyển mạch Q_S được đưa vào mạch cộng hưởng 71 qua cực S, và mạch cộng hưởng gồm mạch nối tiếp của tụ điện C_L và cuộn cảm L_C tạo ra dòng điện cộng hưởng I_{CL} . Một phần của dòng điện cộng hưởng I_{CL} được cung cấp vào máy biến áp ba pha 51 dưới dạng dòng điện sơ cấp trong pha R, và phần dòng điện còn lại được cung cấp vào phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược.

Dòng điện thuận trong phần tử chuyển mạch Q_R bị triệt tiêu bởi dòng điện cộng hưởng này, và dòng điện sơ cấp I_R theo một phần của dòng điện cộng hưởng này, và dòng điện sơ cấp I_S theo phần tử chuyển mạch Q_S , được cung cấp vào máy biến áp ba pha 51, và quay trở về thông qua phần tử chuyển mạch Q_Z .

(Khoảng thời gian C):

Dòng điện I_{QR} trong phần tử chuyển mạch Q_R trở thành dòng điện bằng không. Phần dư của dòng điện cộng hưởng này chạy vào diốt xoay tự do D_R , vốn được mắc song song với phần tử chuyển mạch Q_R . Số 2 được khoanh tròn trên Fig.10E và Fig.10G biểu thị các thành phần dòng điện trong mối quan hệ được liên kết với nhau.

Theo đó, điện áp giữa cực máng và cực nguồn của phần tử chuyển mạch Q_R được giữ ở mức điện áp bằng không (Fig.10F). Trong khoảng thời gian C này, thì khoảng thời gian chồng nhau kết thúc tại mép xuống của tín hiệu xung cực cổng G_R của phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện.

Khi phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện bị ngắt, thì dòng điện I_{QR} vốn chạy trong phần tử chuyển mạch Q_R sẽ được giữ ở trạng thái dòng điện bằng không, nhờ trạng thái OFF của phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện, sau trạng thái dòng điện bằng không do dòng điện cộng hưởng gây ra. Do đó, phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn

đảo chiều dòng điện sẽ thực hiện được hoạt động ZCS (chuyển mạch với dòng điện bằng không).

Ngoài ra, dòng điện cộng hưởng này cũng chạy vào diốt xoay tự do D_R của phần tử chuyển mạch Q_R , nhờ đó mà phần tử chuyển mạch Q_R ở nguồn đảo chiều dòng điện cũng thực hiện được hoạt động ZVS (chuyển mạch với điện áp bằng không). Khoảng thời gian C này kết thúc tại thời điểm mà dòng điện cộng hưởng trở nên bằng không.

Fig.13 thể hiện trạng thái hoạt động và trạng thái dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong khoảng thời gian C. Dòng điện cộng hưởng I_{CL} triệt tiêu dòng điện thuận trong phần tử chuyển mạch Q_R để thiết lập trạng thái dòng điện bằng không, và chạy vào diốt đảo chiều dòng điện D_R để thiết lập trạng thái điện áp bằng không. Dòng điện sơ cấp I_R theo một phần của dòng điện cộng hưởng, và dòng điện sơ cấp I_S theo phần tử chuyển mạch Q_S , được cung cấp vào máy biến áp ba pha 51, và quay trở về thông qua phần tử chuyển mạch Q_Z .

(Khoảng thời gian D):

Tại thời điểm mà dòng điện cộng hưởng trở nên bằng không, thì một thành phần điện áp DC sẽ được tác động lên điện áp giữa cực máng và cực nguồn V_{QR} của phần tử chuyển mạch Q_R (Fig.10F).

Cần lưu ý rằng đối với dòng điện sơ cấp I_R trong pha R, sự đảo chiều dòng điện xảy ra trong khoảng thời gian B, dòng I_R trở nên bằng dòng I_S , lần đảo chiều dòng điện khác xảy ra tại cuối khoảng thời gian C, dòng điện I_{QR} được chuyển mạch sang dòng điện I_{QS} (Fig.10H), và dòng điện này được cung cấp vào máy biến áp ba pha 51 mà không bị ngắt quãng.

Fig.14 thể hiện trạng thái hoạt động và trạng thái dòng điện của các phần tử chuyển mạch trong khoảng thời gian D. Dòng điện cộng hưởng I_{CL} ngừng chạy, và dòng điện sơ cấp I_S theo phần tử chuyển mạch Q_S được cung cấp vào máy biến áp ba pha 51, và quay trở về phần tử chuyển mạch Q_Z .

Theo hoạt động đảo chiều dòng điện nêu trên, dòng điện cộng hưởng

của mạch cộng hưởng được cung cấp vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược, và được cung cấp theo chiều phân cực thuận vào điôt xoay tự do vốn được mắc đối song song với phần tử chuyển mạch này, nhờ đó làm cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện này có dòng điện bằng không và điện áp bằng không, và thực hiện hoạt động đảo chiều dòng điện trong tình trạng dòng điện bằng không và điện áp bằng không tại thời điểm mà phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện này được chuyển từ trạng thái ON sang trạng thái OFF.

Trong hoạt động đảo chiều dòng điện theo sáng chế, khi khoảng thời gian chồng nhau, mà trong đó các phần tử chuyển mạch đều ở trạng thái ON, được tạo ra, thì sẽ có nhiều thời điểm theo các phương án khác nhau để điều khiển phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện và phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện. Ví dụ, các phương án sau đây là khả thi; phương án đẩy sớm thời điểm chuyển mạch của phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện từ trạng thái OFF sang trạng thái ON, phương án đẩy lùi thời điểm chuyển mạch của phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện từ trạng thái ON sang trạng thái OFF, và phương án đẩy sớm thời điểm chuyển mạch của phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện từ trạng thái OFF sang trạng thái ON, cùng với việc đẩy lùi thời điểm chuyển mạch của phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện từ trạng thái ON sang trạng thái OFF, và các phương án tương tự.

Cần lưu ý rằng các phương án thực hiện và các phương án cải biến nêu trên chỉ mô tả một ví dụ về bộ nghịch lưu nguồn dòng điện và phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện này theo sáng chế, và sáng chế không bị giới hạn ở phương án nào trong số các phương án này. Các phương án này có thể được cải biến theo nhiều cách khác nhau dựa trên phạm vi của sáng chế, và các phương án cải biến này cũng nằm trong phạm vi của sáng chế.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo sáng chế có thể được áp dụng cho nguồn cấp để cung cấp điện năng cho máy tạo plasma.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện bao gồm,

bộ băm nguồn dòng bao gồm nguồn DC,

bộ nghịch lưu đa pha để chuyển đổi đầu ra DC của bộ băm nguồn dòng thành điện AC đa pha theo sự hoạt động của các phần tử chuyển mạch,

bộ điều khiển để điều khiển bộ băm nguồn dòng và bộ nghịch lưu đa pha, và

mạch cộng hưởng để cấp dòng điện cộng hưởng cho các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu đa pha, trong đó,

khi sự đảo chiều dòng điện được thực hiện giữa các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu đa pha, thì bộ điều khiển sẽ điều khiển thời điểm điều khiển phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện và phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện, vốn đảo chiều dòng điện giữa các pha, nhờ đó tạo ra khoảng thời gian chồng nhau mà trong đó phần tử chuyển mạch của pha này ở nguồn đảo chiều dòng điện và phần tử chuyển mạch của pha kia ở đích đảo chiều dòng điện được đặt vào trạng thái ON,

ở cả phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện, vốn đảo chiều dòng điện giữa các pha, tạo thành mạch kín với phần tử chuyển mạch của pha này ở nguồn đảo chiều dòng điện và phần tử chuyển mạch của pha kia ở đích đảo chiều dòng điện, và mạch cộng hưởng,

trong khoảng thời gian chồng nhau, dòng điện cộng hưởng của mạch cộng hưởng được cung cấp cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, theo chiều phân cực ngược, và dòng điện cộng hưởng này cũng được cung cấp cho điôt xoay tự do, vốn được mắc đối song song với phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, theo chiều phân cực thuận, nhờ đó thiết lập trạng thái dòng điện bằng không và điện áp bằng không cho

phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện trong khoảng thời gian chồng nhau này, và

hoạt động đảo chiều dòng điện, tại thời điểm mà phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện được chuyển từ trạng thái ON sang trạng thái OFF, được thực hiện trong tình trạng dòng điện bằng không và điện áp bằng không, trong đó bộ nghịch lưu đa pha là bộ nghịch lưu dùng để biến đổi điện DC thành điện AC n pha,

thành phần pha θt trong khoảng thời gian chồng nhau cần phải thỏa mãn $\pi/2n > \theta t$ để ngăn ngừa sự ngắn mạch giữa các phần tử chuyển mạch, và

thỏa mãn $\sin(\theta t) > (\text{dòng điện pha của bộ nghịch lưu đa pha}) / (\text{giá trị đỉnh cực đại của dòng điện cộng hưởng})$ là điều kiện để giảm dòng điện thuận chạy về không, dòng điện thuận chạy tới phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện trong khoảng thời gian chồng nhau.

2. Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo điểm 1, trong đó,

mạch cộng hưởng bao gồm các đầu cấp dòng điện, số lượng các đầu cấp dòng điện này bằng số lượng pha của nguồn AC được chuyển đổi bởi bộ nghịch lưu đa pha,

các đầu cấp dòng điện này lần lượt được nối với các cực nối của các phần tử chuyển mạch đối nhau trong mạch cầu của các phần tử chuyển mạch vốn tạo thành bộ nghịch lưu đa pha, và

tại thời điểm đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu đa pha, mạch cộng hưởng sẽ cấp dòng điện từ đầu cấp dòng điện nối với phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện, dẫn dòng điện cộng hưởng từ đầu cấp dòng và nối với phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện vào mạch kín, nhờ đó, dòng điện cộng hưởng được cấp vào phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, theo chiều phân cực ngược của phần tử chuyển mạch này.

3. Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo điểm 2, trong đó,

mạch cộng hưởng bao gồm mạch nối tiếp LC được tạo ra ở mỗi giữa các cực vốn được tạo thành bởi các đầu cấp dòng điện, và

khi đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu đa pha này, thì mạch nối tiếp LC này nhận dòng điện thuận của phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện, tạo ra dòng điện cộng hưởng, và cấp dòng điện cộng hưởng được tạo ra này cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược.

4. Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo điểm 3, trong đó,

bộ nghịch lưu đa pha là bộ nghịch lưu dùng để chuyển đổi điện DC thành điện AC n pha,

mạch cộng hưởng có điều kiện để ngăn không cho dòng điện cộng hưởng chạy vào phần tử chuyển mạch khác mà được đặt vào trạng thái ON tiếp theo, điều kiện này là điện kháng L và điện dung C của mạch nối tiếp LC của mạch cộng hưởng được biểu diễn theo tần số góc hoạt động ω_1 của bộ nghịch lưu đa pha trong n pha như sau: $(L \times C)^{1/2} < 1/(n \times \omega_1)$

5. Bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo điểm bất kì trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó,

trị số đỉnh cực đại của dòng điện cộng hưởng của mạch cộng hưởng lớn hơn trị số dòng điện pha của mỗi pha của bộ nghịch lưu đa pha.

6. Phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện để chuyển đổi đầu ra DC của bộ băm nguồn dòng thành nguồn AC đa pha, theo sự hoạt động của các phần tử chuyển mạch trong bộ nghịch lưu đa pha, phương pháp này bao gồm các bước, khi đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch của bộ nghịch lưu đa pha,

tạo ra khoảng thời gian chồng nhau mà trong đó cả phần tử chuyển mạch ở pha này của nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch của pha kia ở đích đảo chiều dòng điện đều được đặt vào trạng thái ON, bằng cách điều khiển thời điểm điều khiển phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện và phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện, vốn đảo chiều dòng điện giữa các pha,

ở cả phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện lẫn phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện, vốn đảo chiều dòng điện giữa các pha, tạo thành mạch kín với phần tử chuyển mạch của pha này ở nguồn đảo chiều dòng điện và phần tử chuyển mạch của pha kia ở đích đảo chiều dòng điện, và mạch cộng hưởng,

cấp dòng điện cộng hưởng cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược trong khoảng thời gian chồng nhau, và cũng cấp dòng điện cộng hưởng cho diôt xoay tự do vốn được mắc đối song song với phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện, theo chiều phân cực thuận, nhờ đó làm cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện có dòng điện bằng không và điện áp bằng không trong khoảng thời gian chồng nhau này, và

thực hiện hoạt động đảo chiều dòng điện trong tình trạng dòng điện bằng không và điện áp bằng không khi phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện được chuyển từ trạng thái ON sang trạng thái OFF, trong đó,

thành phần pha θt của khoảng thời gian chồng nhau cần phải thoả mãn điều kiện $\pi/2n > \theta t$ để ngăn ngừa sự ngắn mạch giữa các phần tử chuyển mạch, và cần phải thoả mãn điều kiện $\sin(\theta t) > (\text{dòng điện pha của bộ nghịch lưu đa pha/ trị số đỉnh cực đại của dòng điện cộng hưởng})$ để giảm dòng điện thuận về không, dòng điện thuận này chạy trong phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện trong khoảng thời gian chồng nhau.

7. Phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo điểm 6, trong đó,

bộ nghịch lưu đa pha bao gồm mạch cầu của các phần tử chuyển mạch, và mạch cộng hưởng được mắc giữa các cực nối của các phần tử chuyển mạch đối nhau trong mạch cầu này,

khi đảo chiều dòng điện giữa các phần tử chuyển mạch này, thì đưa dòng điện của phần tử chuyển mạch ở đích đảo chiều dòng điện vào mạch cộng hưởng, và tạo ra dòng điện cộng hưởng, và

cấp dòng điện cộng hưởng được tạo ra này cho phần tử chuyển mạch ở nguồn đảo chiều dòng điện theo chiều phân cực ngược của phần tử chuyển mạch này, trong khoảng thời gian chồng nhau.

8. Phương pháp điều khiển bộ nghịch lưu nguồn dòng điện theo điểm 6, trong đó,

trị số đỉnh cực đại của dòng điện cộng hưởng trong mạch cộng hưởng lớn hơn trị số dòng điện pha của mỗi pha của bộ nghịch lưu đa pha.

Fig. 1

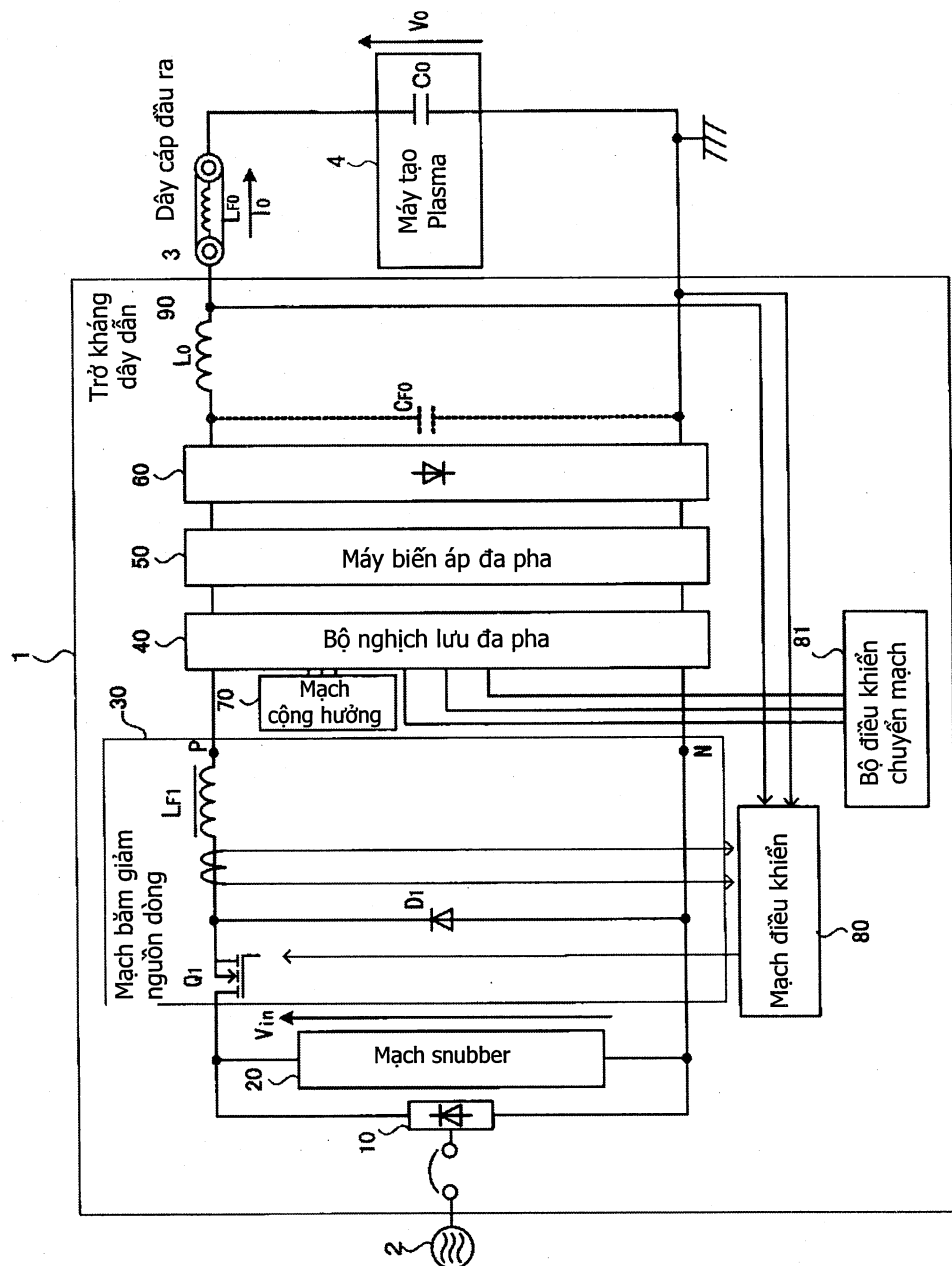


Fig. 2

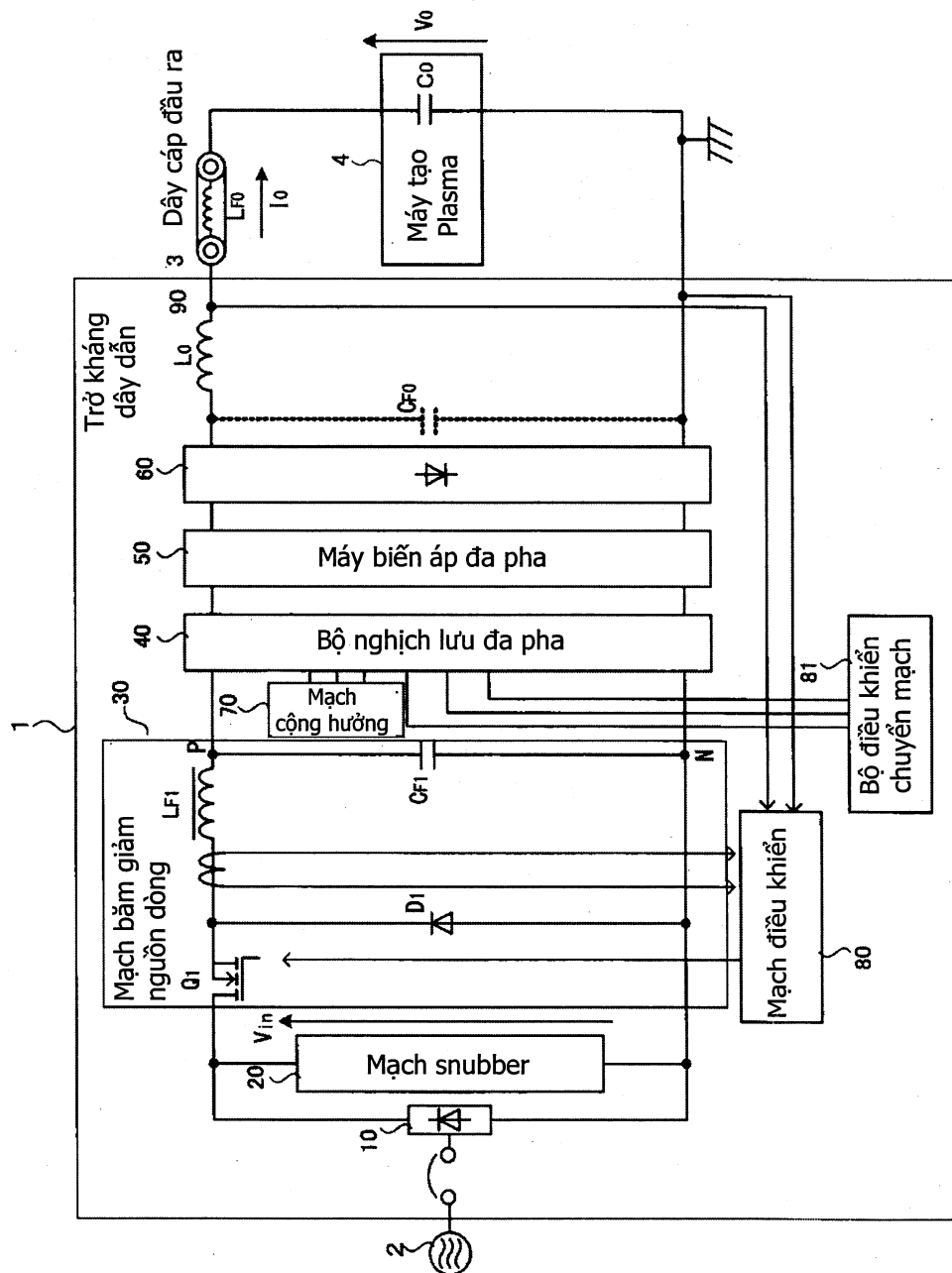


FIG. 3A Chế độ hoạt động A

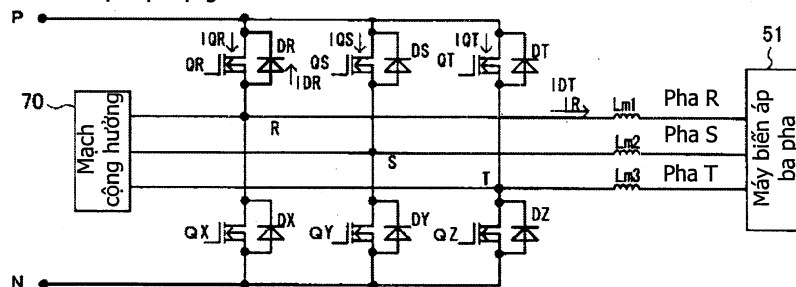


FIG. 3B Chế độ hoạt động B

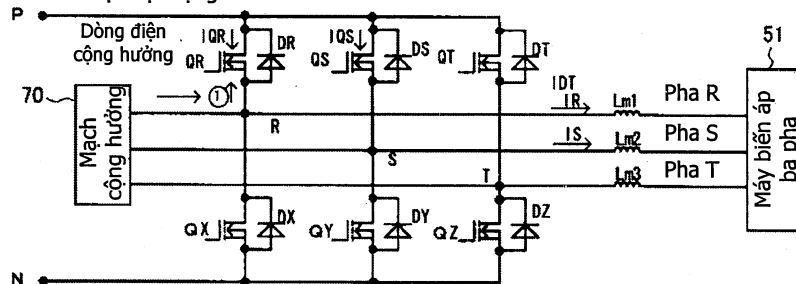


FIG. 3C Chế độ hoạt động C

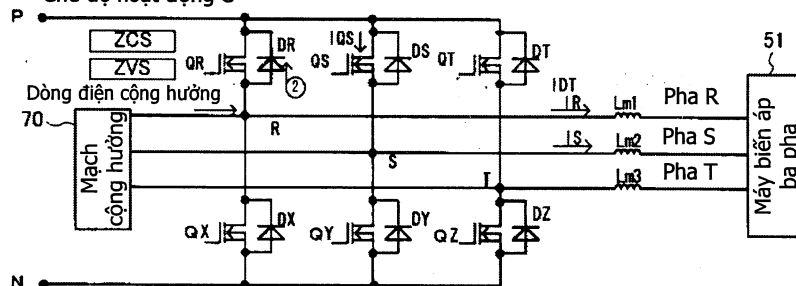
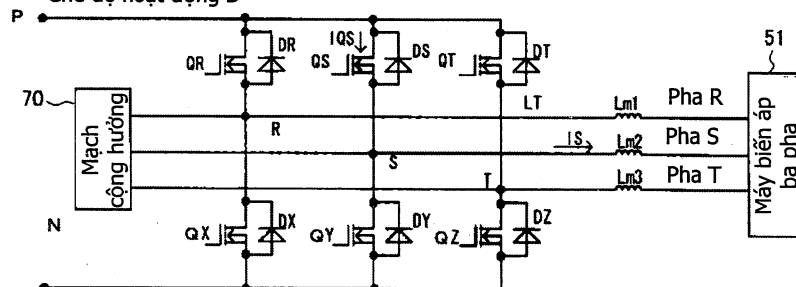


FIG. 3D Chế độ hoạt động D



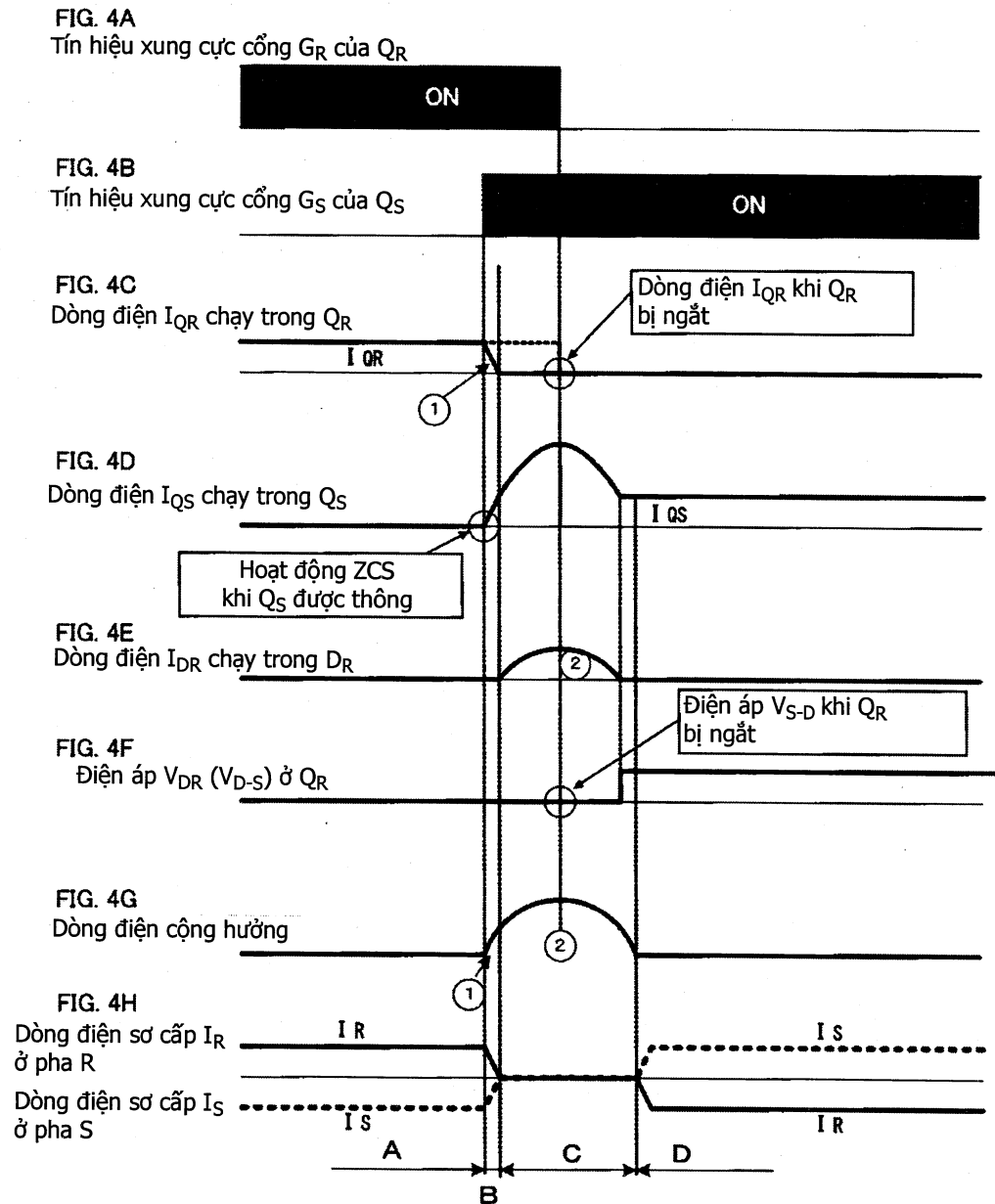


FIG. 5A

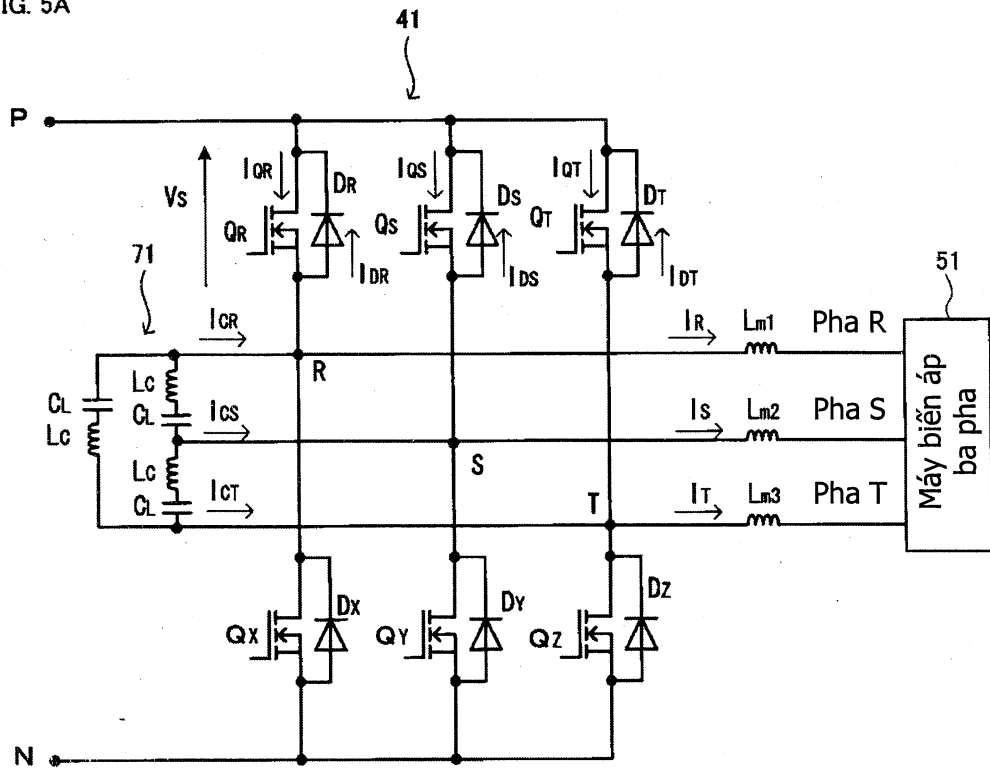
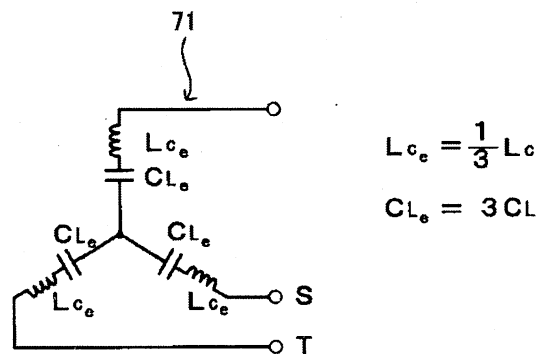


FIG. 5B



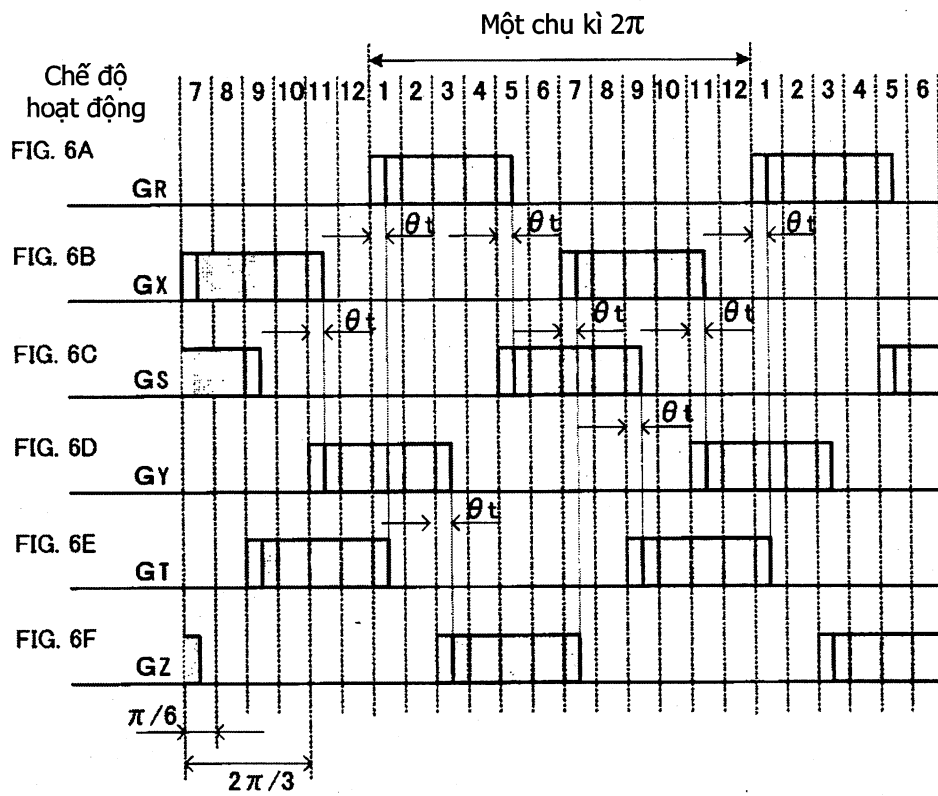
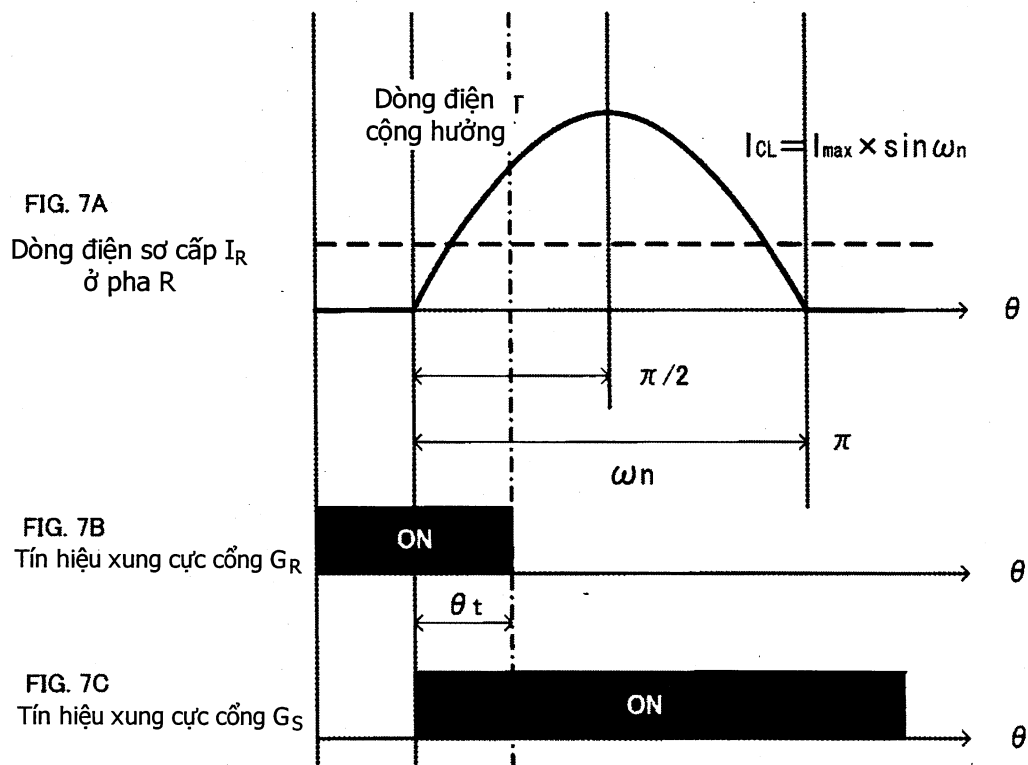


FIG.6



8/17

FIG. 8A

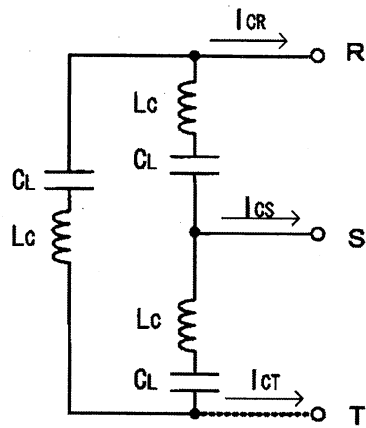
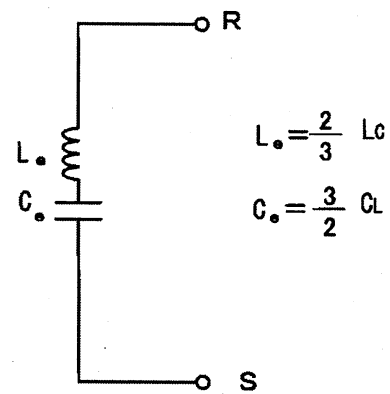
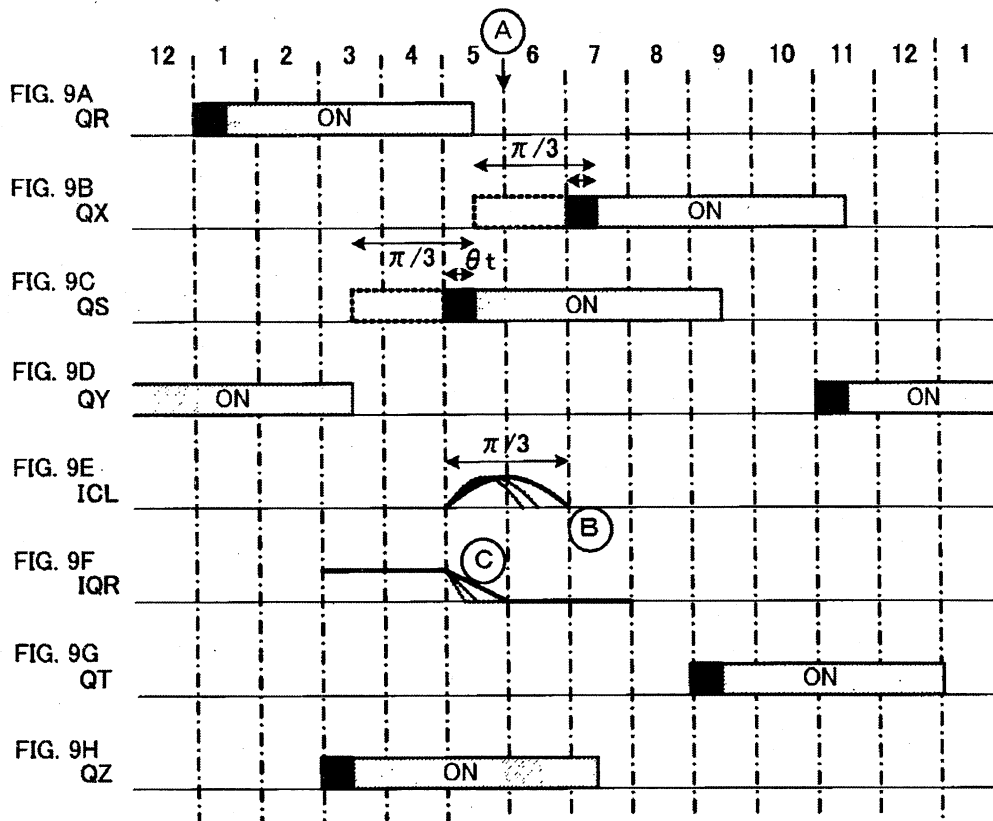


FIG. 8B





A Điều kiện để ngăn ngừa sự ngắn mạch là:

$$\pi/3 > \theta t (= \omega I \times T_n)$$

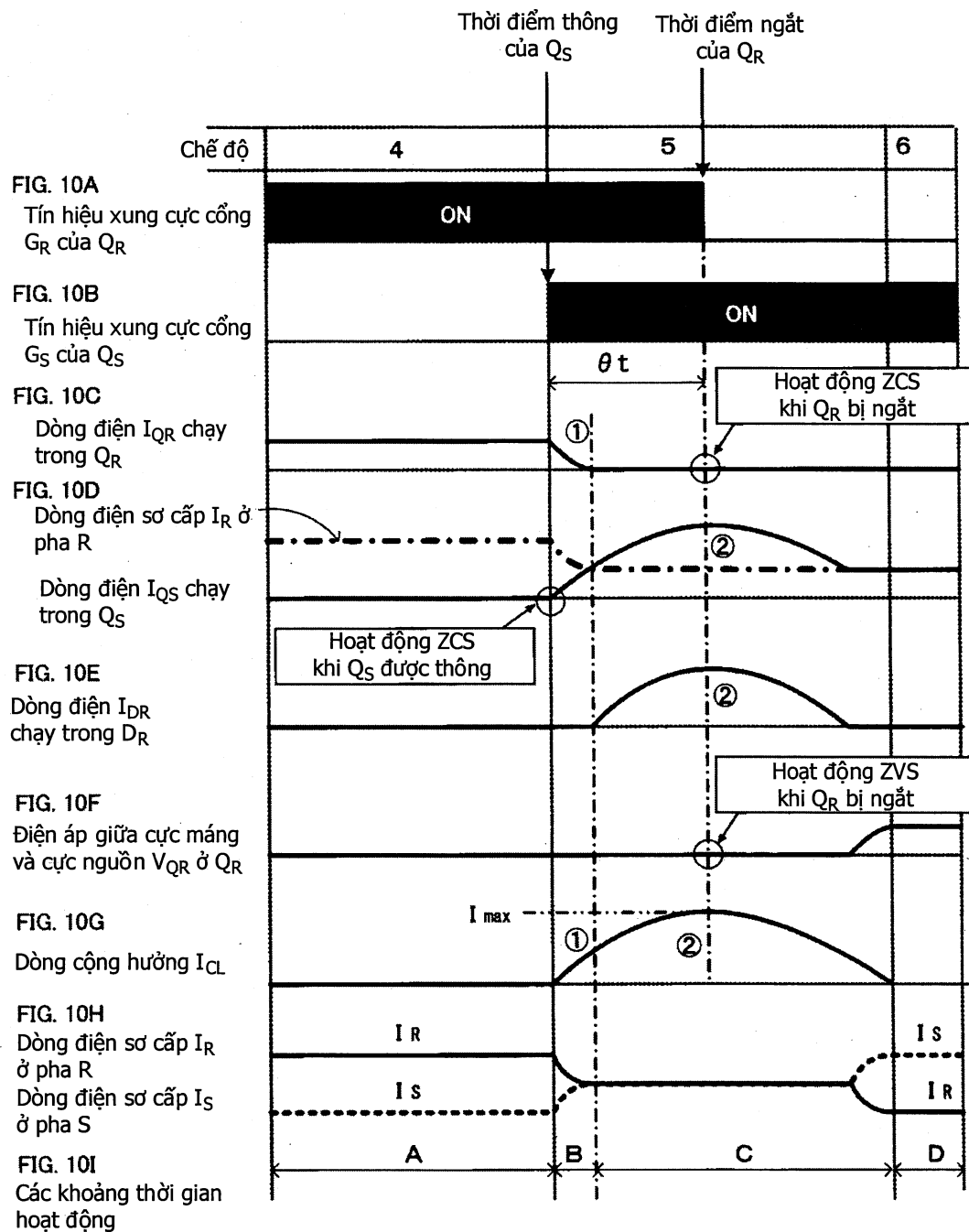
B Điều kiện để dòng điện cộng hưởng I_{CL} không liên quan đến chế độ tiếp theo là:

$$\sqrt{L_{cCL}} < 1/(3\omega I)$$

C Điều kiện để làm cho dòng I_{QR} về không trước khi hết khoảng thời gian θt là:

$$\sin(\theta t) > I_{QR}/I_{max}$$

10/17



Chế độ hoạt động A

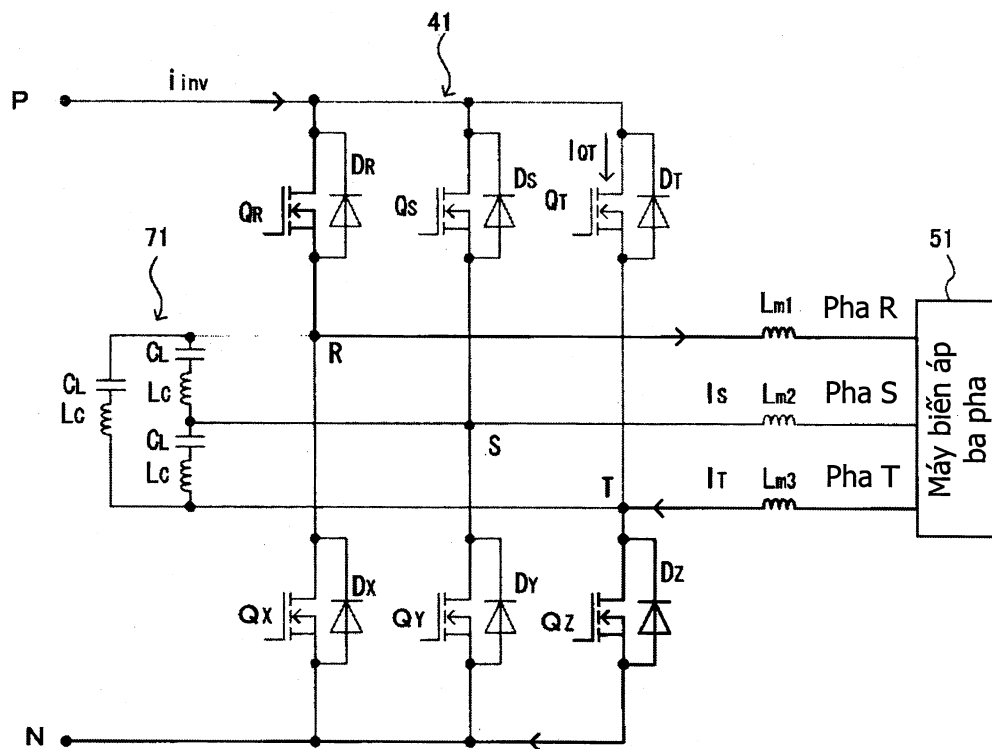


FIG. 11

Chế độ hoạt động B

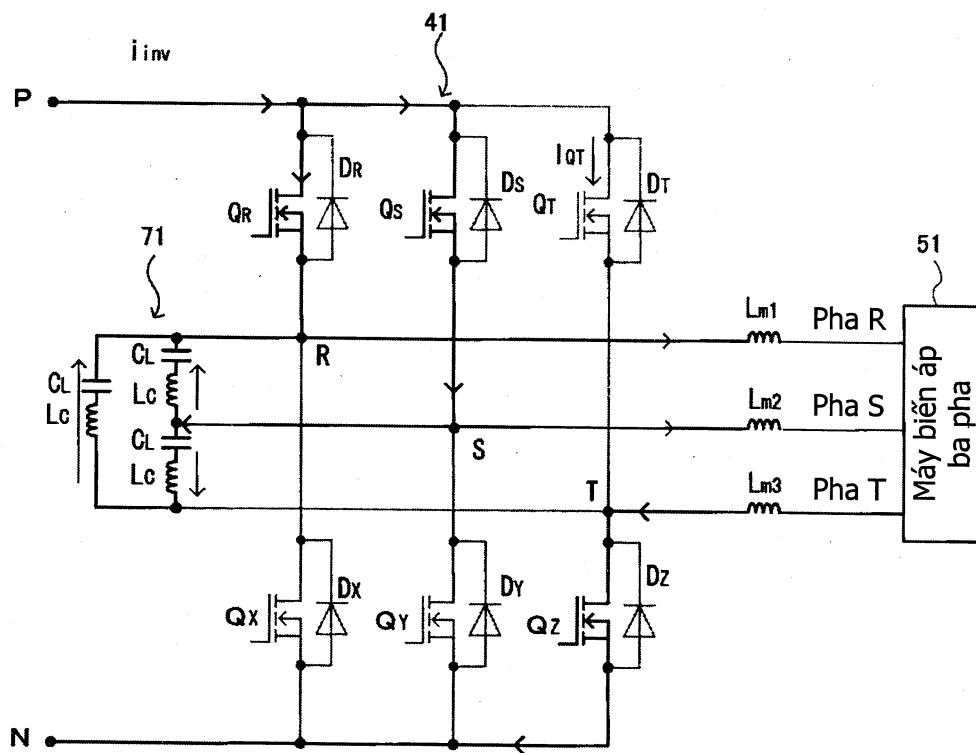


FIG. 12

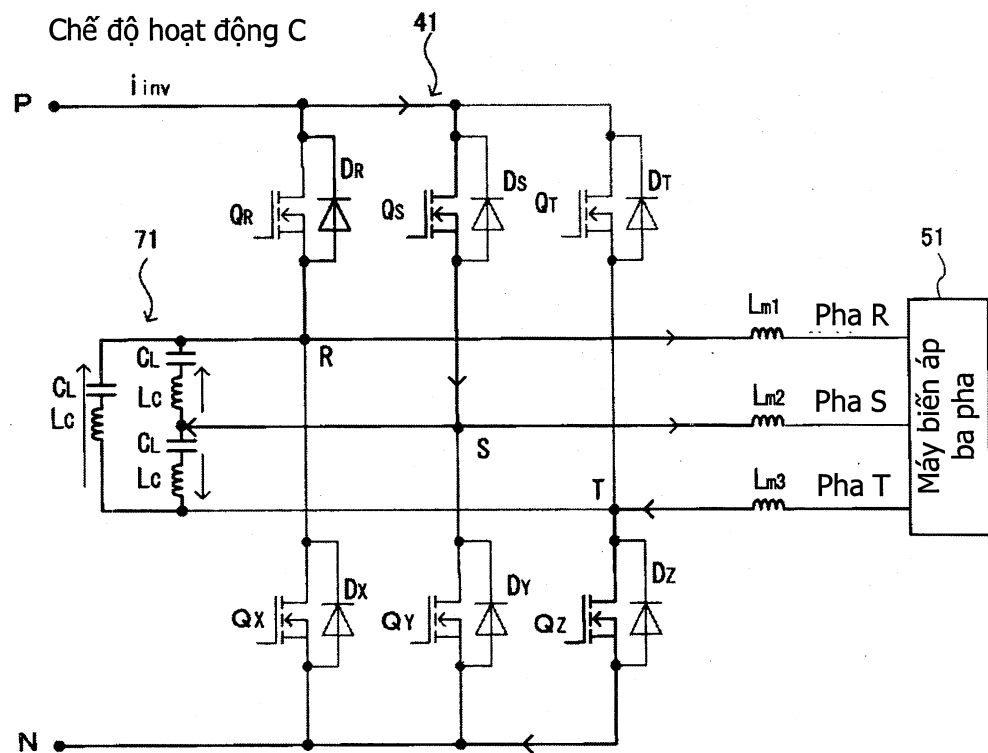


FIG. 13

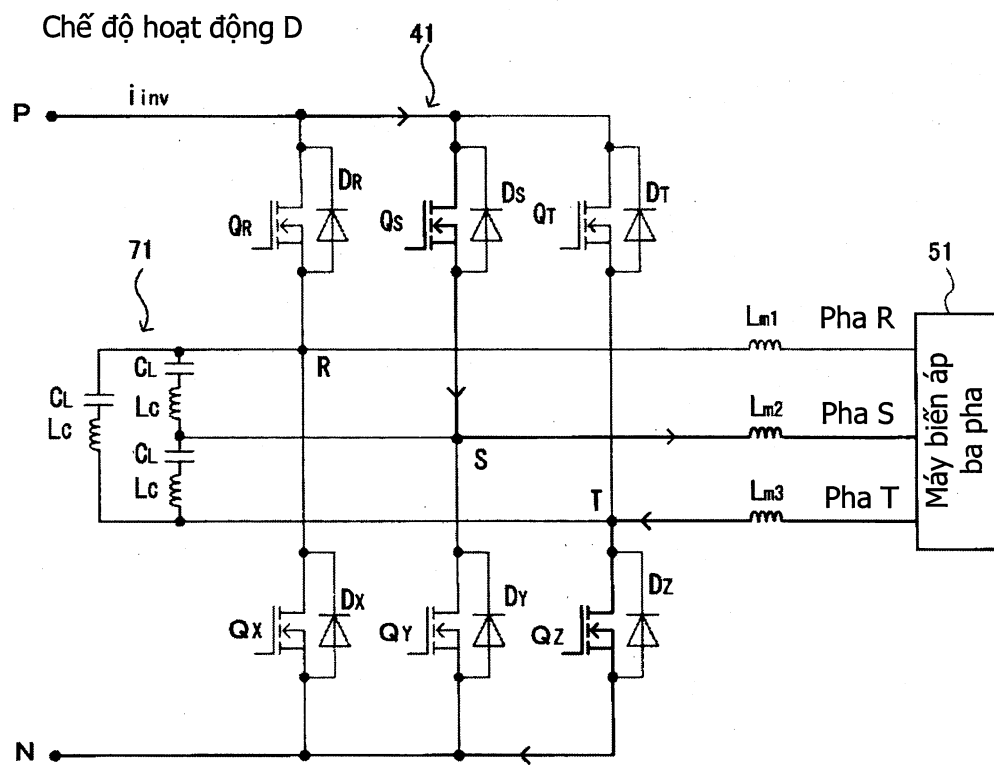


FIG. 14

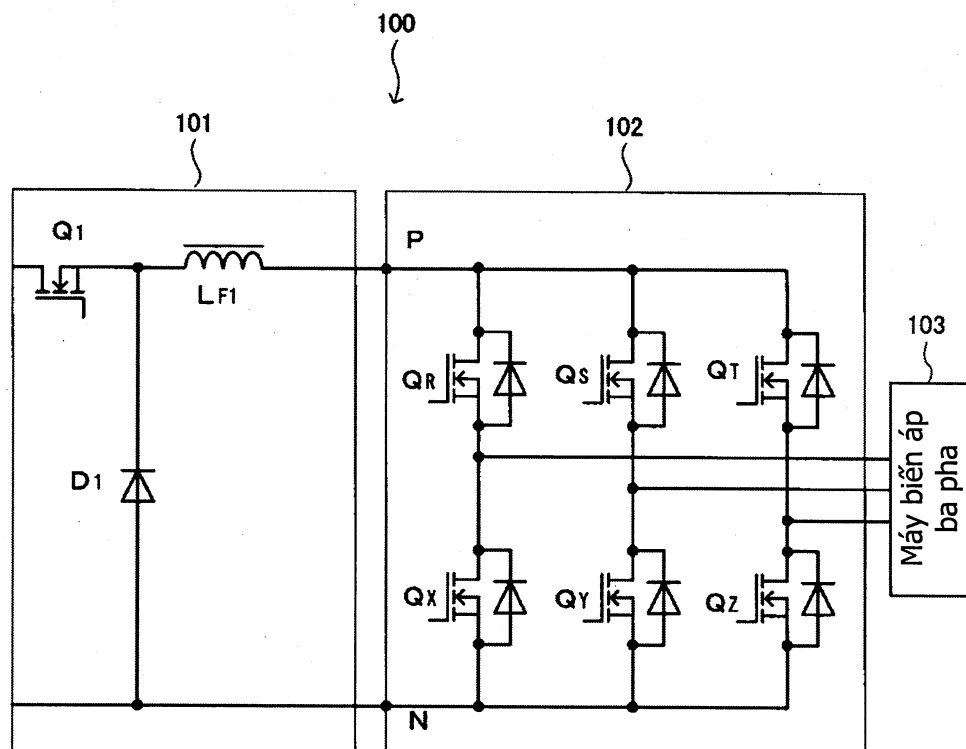


FIG. 15

