



(12) **BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ**

(19) **Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)**

(11) 

CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

1-0022122

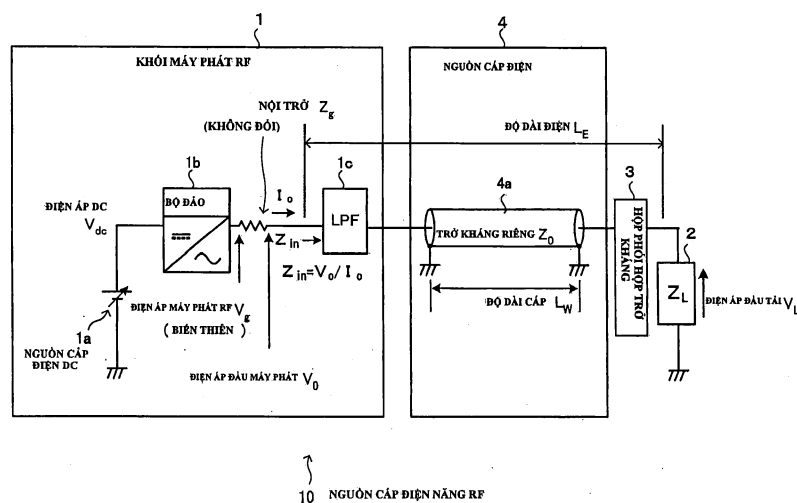
(51)⁷ **H05H 1/46, H02M 7/48**

(13) **B**

(21) 1-2015-00092 (22) 03.06.2013
 (86) PCT/JP2013/065338 03.06.2013 (87) WO2013/190986 27.12.2013
 (30) 2012-137140 18.06.2012 JP
 (45) 25.11.2019 380 (43) 27.04.2015 325
 (73) KYOSAN ELECTRIC MFG. CO., LTD. (JP)
 29-1, Heiancho 2-chome, Tsurumi-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 2300031, Japan
 (72) YUZURIHARA, Itsuo (JP), AIKAWA, Satoshi (JP), KUNITAMA, Hiroshi (JP)
 (74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) **THIẾT BỊ CẤP ĐIỆN CAO TẦN VÀ PHƯƠNG PHÁP CHỌN ĐIỆN ÁP ĐỐT CHÁY**

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị cấp điện cao tần và phương pháp chọn điện áp đốt cháy, cụ thể là đề cập đến việc tăng điện áp đầu tải và chọn điện áp đốt cháy đủ cao cho điện áp đầu tải của tải plasma để tạo sự phóng điện plasma. Khi điện năng RF (radio frequency-tần số vô tuyến) được cấp từ máy phát RF cho tải qua khối nguồn cấp điện, (a) nội trở của máy phát RF được tạo thấp hơn trở kháng riêng của khối nguồn cấp điện, và (b) điện áp đầu tải được tăng nhờ chọn độ dài điện L_E của khối nguồn cấp điện, nối giữa máy phát RF và tải để cấp điện năng RF, sao cho độ dài điện L_E có mối tương quan định trước với bước sóng cơ bản λ của AC RF. Cụ thể hơn, độ dài điện L_E của khối nguồn cấp điện được chọn theo cách sao cho, khi đầu tải, vốn là đầu vào của tải, ở trạng thái hở, độ dài điện L_E bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$, (n là số nguyên, k là $\{\pi - 2 \cos^{-1}(1/K)\}/(4\pi)$) với λ là bước sóng cơ bản của AC (alternating current-dòng điện xoay chiều) RF.



Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến thiết bị máy phát cao tần RF (radio frequency-tần số vô tuyến), cấp điện năng RF cho tải, và đến việc lựa chọn điện áp mà thiết bị máy phát RF xuất ra để tạo điện áp đầu tải định trước ở đầu tải (đầu vào ở phía tải) khi điện năng RF được cấp từ thiết bị máy phát RF cho tải. Cụ thể hơn là, khi tải là tải plasma, sáng chế đề cập đến việc lựa chọn điện áp của điện áp đốt cháy là điện áp đốt cháy khi điện năng RF được cấp cho tải plasma để tạo sự phóng điện plasma.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thiết bị xử lý plasma là thiết bị tạo sự phóng điện plasma bằng cách cấp điện năng RF cho các điện cực, được bố trí trong buồng phản ứng mà trong đó plasma được tạo ra, và thực hiện xử lý bề mặt đối với chất nền nhờ sử dụng plasma được tạo. Thiết bị xử lý plasma được sử dụng để sản xuất chất bán dẫn v.v..

Fig.11 và Fig.12 là các sơ đồ thể hiện một ví dụ về kết cấu của thiết bị xử lý plasma. Fig.11 thể hiện mạch tương đương được đơn giản hóa. Trong ví dụ về kết cấu được thể hiện trên Fig.11, thiết bị xử lý plasma 100, được tạo kết cấu nhờ nối máy phát RF 101 với các điện cực của buồng phản ứng 102 thông qua cáp dẫn 104 và hộp phối hợp trở kháng (hộp phối hợp) 103, cấp điện áp đốt cháy cho đầu tải (đầu vào ở phía tải) để tạo plasma và, sau khi tạo plasma, cấp điện năng RF cho tải plasma.

Máy phát RF 101 có thể được tạo kết cấu một cách tương đương nhờ điện áp máy phát RF 101a (V_g), nội trở 101b (Z_g), và bộ lọc thông thấp 101c (LPF).

Hộp phối hợp 103 đạt được phối hợp trở kháng giữa máy phát RF 101 và phía tải để giảm năng lượng sóng phản xạ được truyền từ phía tải đến máy phát RF. Theo cách này, hộp phối hợp 103 tăng hiệu quả cấp của điện năng RF có tần số định trước được cấp từ máy phát RF 101 tới tải.

Fig.12 là sơ đồ thể hiện ví dụ về kết cấu trong đó các điện áp máy phát RF 101a (V_g) được sử dụng. Hình vẽ thể hiện kết cấu của máy phát RF 111 chung mà trong đó các điện áp đầu ra của các điện áp máy phát RF 101a được gộp nhờ bộ kết hợp 112 và được xuất ra qua bộ lọc thông thấp 113. Ở kết cấu mạch điện được thể hiện trên Fig.12, mỗi một máy phát RF gồm điện áp máy phát RF 101a (V_g), nội trở 101b (Z_g), và bộ lọc thông thấp 101c (LPF), được nối với cáp dẫn 104 và hộp phối hợp 103 qua bộ kết hợp 112 và bộ lọc thông thấp 113.

Khi điện năng được cấp cho tải plasma, biết rằng điện áp phóng điện được giảm ở đầu tải khi bắt đầu phóng điện plasma. Do vậy, khi không cấp đủ điện áp đốt cháy, việc giảm điện áp xả đầu tải đôi khi dẫn đến việc đốt cháy plasma không ổn định. Để tạo sự ổn định đốt cháy plasma, thiết bị máy phát RF, cấp điện năng cho tải plasma, cần cấp điện áp, đủ cao dưới dạng điện áp đốt cháy để tạo plasma, cho đầu tải.

Thông thường, máy phát RF lớp C chủ yếu được dùng làm máy phát RF bởi vì, so với máy phát RF lớp A hoặc máy phát RF lớp B, máy phát RF lớp C là hiệu quả và có thể khuếch đại công suất lên công suất cao với mạch đơn giản.

Nhìn chung, khi điện năng được cấp từ thiết bị máy phát RF cho tải thông qua cáp dẫn để cấp điện, hai vấn đề dưới đây được nhận biết. Một là điện áp đầu tải phụ thuộc vào độ dài điện được xác định bởi độ dài cáp của cáp dẫn. Vấn đề còn lại là điện áp đầu tải có thể được tăng nhờ xác định độ dài điện của cáp dẫn sao cho mối tương quan định trước được thỏa mãn theo bước sóng của điện năng RF.

Các tài liệu dưới đây (công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật số 2003-178989 (điểm 9, đoạn [0032]), 2004-247401 (các điểm 1, 2, 3, đoạn [0010]), 2010-177525 (đoạn [0009], đoạn [0027])) mô tả các công nghệ thực hiện điều chỉnh trở kháng và phối hợp thành phần điều hòa cao hơn dựa trên độ dài điện L_E được xác định bởi độ dài cáp L_w của cáp dẫn 104 và bước sóng của điện năng RF.

Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật số. 2003-178989 (điểm 9, đoạn [0032]) đề xuất thiết bị CVD plasma sử dụng

cáp đồng trục có chiều dài thay đổi như một bộ điều chỉnh trở kháng để cấp điện nhờ giảm điện năng sóng phản xạ với máy phát RF.

Vấn đề đã biết khác là sóng đứng được tạo từ sóng tiến và sóng phản xạ, vốn là các thành phần điều hòa cao hơn được trộn trên đường truyền, do sự phối hợp sai giữa các thành phần điều hòa cao hơn trong điện năng RF. Sóng đứng này làm thay đổi các đặc tính tạo và phân bố plasma một cách không xác định và, kết quả là, giảm khả năng tái tạo quy trình và độ ổn định ở plasma. Để giải quyết vấn đề này, các thiết bị xử lý plasma dưới đây được đề xuất. Ở một thiết bị xử lý plasma, chiều dài của đường truyền ngắn hơn $\lambda/2$ hoặc $3\lambda/4$ bước sóng λ của các phần điều hòa cao hơn thứ ba của điện năng RF (Xem công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật số 2004-247401 (các điểm 1, 2, 3, đoạn [0010])). Ở thiết bị xử lý plasma khác, độ dài cáp được định trước theo điều kiện quy trình sao cho mức thành phần điều hòa cao hơn của công suất sóng phản xạ sẽ bằng hoặc thấp hơn mức sóng cơ bản (xem công bố đơn số 2010-177525 (đoạn [0009], đoạn [0027])).

Như mô tả trên đây, đôi khi cần tăng điện áp đầu tải khi điện được cấp từ máy phát RF. Chẳng hạn, khi chất tải một tải plasma, cần cấp điện áp, đủ cao để tạo plasma, đến đầu tải để khiến tải, ban đầu ở trạng thái không phóng điện plasma, bắt đầu phóng điện plasma và đi vào trạng thái phóng điện plasma.

Như được mô tả trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế, vấn đề đã biết là điện áp phóng điện giảm khi bắt đầu phóng điện ở tải plasma. Ngoài ra, kỹ thuật đã biết là điện áp đầu tải được tăng lên bằng cách thay đổi độ dài điện được xác định nhờ thay đổi độ dài cáp của cáp dẫn. Do vậy, để cấp điện áp, đủ cao để tạo plasma, cho đầu tải, việc áp dụng kỹ thuật mà được cho là phải tăng điện áp đầu tải bằng cách thay đổi độ dài cáp của cáp dẫn.

Tuy nhiên, khi kỹ thuật, mà làm tăng điện áp đầu tải bằng cách thay đổi độ dài điện được xác định bởi độ dài cáp của cáp dẫn, được áp dụng cho thiết bị máy phát RF lớp C thường được sử dụng, thì có các vấn đề được mô tả dưới đây: một vấn đề là sự giới hạn ở điện áp đầu tải và vấn đề còn

lại là sự tự dao động của thiết bị máy phát RF. Các vấn đề này gây khó khăn cho việc cấp điện áp, đủ cao để tạo plasma, đến đầu tải. Do những vấn đề này, nên điện áp cao không thể được cấp cho đầu tải nhờ áp dụng công nghệ tăng điện áp đầu tải bằng cách thay đổi độ dài cáp của cáp dẫn.

[Giới hạn ở điện áp đầu tải]

Vấn đề với thiết bị máy phát RF đã biết là điện áp đầu tải bị giới hạn ở điện áp bằng hoặc thấp hơn điện áp máy phát. Do điện áp đầu tải bị giới hạn ở điện áp bằng hoặc thấp hơn điện áp máy phát bởi các đặc trưng của phương pháp khuếch đại, nên máy phát RF lớp C không thể tạo điện áp đốt cháy đủ cao để đốt cháy plasma, do vậy giới hạn hiệu năng đốt cháy plasma.

Fig.13 là sơ đồ thể hiện mạch tương đương của máy phát RF lớp C 101 được thể hiện trên Fig.11. Máy phát RF lớp C, làm cho dụng cụ khuếch đại công suất của mạch bộ khuếch đại lớp C hoạt động như là bộ sụt áp, khiến công suất thay đổi nhờ thay đổi tương đương nội trở Z_g .

Nhìn chung, để tăng tối đa điện năng được cấp cho tải ở thời gian đầu ra danh định có nội trở Z_g của máy phát RF 101 được phối hợp với trở kháng tải Z_{in} hiển thị từ máy phát RF 101, nội trở Z_g của máy phát RF lớp C thường được chọn bằng trở kháng tải Z_{in} .

Chẳng hạn, khi trở kháng của trở kháng tải Z_L bằng 50 ôm và trở kháng riêng Z_0 của cáp cũng bằng 50 ôm, trở kháng tải Z_{in} sẽ bằng 50 ôm. Do vậy, nội trở Z_g của máy phát RF lớp C được chọn là 50 ôm ở thời điểm đầu ra danh định của máy phát RF.

Nguồn cấp P_L cho trở kháng tải Z_L được tăng tối đa khi $Z_{in}=Z_L$ có thể được suy ra, chẳng hạn, từ biểu thức dưới đây.

Nguồn cấp điện P_L cho trở kháng tải Z_L được biểu thị bởi biểu thức (1) dưới đây.

$$P_L = \{ V_g / (Z_g + Z_L) \}^2 \times Z_L \quad \dots (1)$$

Để tăng tối đa nguồn cấp điện P_L , điều kiện mà trong đó trị số được tạo bằng cách lấy vi phân biểu thức (1) với trở kháng tải Z_L , (dP_L/dZ_L) , bằng “0” phải được thỏa mãn.

$$(dP_L / dZ_L) = V_g^2 \times \{ 1 / (Z_g + Z_L)^2 - 2Z_L / (Z_g + Z_L)^3 \} = 0 \quad \dots (2)$$

$$Z_g = Z_L \quad \dots (3)$$

Biểu thức (3) trên đây biểu thị nguồn cấp điện P_L được tăng tối đa khi nội trở Z_g phù hợp với trở kháng tải Z_L .

Do vậy, khi trở kháng tải Z_L được giả sử cho tải mà ở đó tỷ lệ sóng đứng-điện áp (VSWR- voltage-standing-wave-ratio) là vô cùng, trị số cao nhất của điện áp đầu tải V_L , được xuất ra bởi máy phát RF lớp C, bị giới hạn ở điện áp máy phát RF V_g .

Chẳng hạn, khi tải là tải danh định $Z_L=50$ ôm, điện áp đầu tải V_L , vốn có thể được xuất ra bởi máy phát RF lớp C, bằng $V_g/2$ được tạo bằng cách chia áp điện áp V_g máy phát RF cho nội trở Z_g và điện trở tải Z_L . Điện áp này trở thành điện áp danh định. Khi tải ở trạng thái hở, điện áp đầu tải V_L mà có thể được xuất ra bởi máy phát RF lớp C là điện áp máy phát RF V_g . Trong trường hợp này, điện áp đầu tải có thể được tăng nhiều nhất là gấp đôi điện áp danh định ($V_g/2$).

Do vậy, điện áp, cao hơn điện áp máy phát RF V_g , không thể được tạo như điện áp đầu tải mà vận hành như điện áp đốt cháy để khiến tải plasma, vốn ở trạng thái không phóng điện plasma, bắt đầu phóng điện plasma.

Như được mô tả trên đây, khi nội trở Z_g của thiết bị máy phát RF và trở kháng tải Z_{in} được phối hợp, điện áp đầu là không đổi bất kể độ dài cáp. Thậm chí khi độ dài điện được thay đổi bằng cách thay đổi độ dài cáp, điện áp đầu bị giới hạn ở điện áp bằng hoặc thấp hơn điện áp máy phát. Điều này có nghĩa là điện áp cao không thể được cấp cho đầu tải.

Không tài liệu trích dẫn nào trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế bộc lộ điện áp đầu tải được tăng lên nhờ làm thay đổi độ dài cáp.

(Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật số. 2003-178989 (điểm 9, đoạn [0032])): Cáp dẫn được mô tả trong phần công bố đơn đóng vai trò như bộ điều chỉnh trở kháng, vốn làm giảm công suất sóng phản xạ và tăng hiệu quả cấp điện năng, nhờ khiến độ dài cáp của cáp đồng trục biến thiên, nhưng công bố này không bộc lộ bất kỳ

nội dung gì về điện áp đầu tải.

(Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật số 2004-247401 (các điểm 1, 2, 3, đoạn [0010])): Cấp dẫn được mô tả trong công bố là, để ngăn không cho các thành phần điều hòa cao hơn của máy phát RF tạo sóng đứng trên đường truyền, độ dài của đường truyền được tạo ngắn hơn $\lambda/2$ hoặc $3\lambda/4$ bước sóng λ của thành phần điều hòa thứ ba cao hơn của điện năng RF để ngăn không cho đầu tải trở thành đầu ngắn hoặc đầu hở, nhưng công bố đơn này không bộc lộ bất kỳ điều gì về điện áp đầu tải.

(Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật số 2010-177525 (đoạn [0009], đoạn [0027])): Cấp dẫn được mô tả trong công bố đơn là cấp dẫn mà độ dài cấp được định trước theo điều kiện quy trình sao cho mức sóng điều hòa cao hơn của công suất sóng phản xạ sẽ bằng hoặc thấp hơn mức sóng cơ bản, nhưng công bố đơn này không bộc lộ bất kỳ điều gì về điện áp đầu tải.

Như mô tả trên đây, các công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật số 2003-178989 (điểm 9, đoạn [0032]), 2004-247401 (các điểm 1, 2, 3, đoạn [0010]), 2010-177525 (đoạn [0009], đoạn [0027]) mô tả các công nghệ giảm công suất sóng phản xạ nhờ sử dụng cấp dẫn nhưng không mô tả bất kỳ điều gì về việc tăng điện áp đầu tải đến điện áp đốt cháy đủ cao để tạo plasma. Ngoài ra, tất cả tài liệu này mô tả các công nghệ cấp điện năng để duy trì một cách ổn định plasma đã được tạo ra. Do vậy, khi plasma chưa được tạo ra, vấn đề là các công nghệ được mô tả trong phần tài liệu trên đây không thể áp dụng để chọn điện áp đốt cháy cần được cấp cho đầu tải để tạo plasma.

[Sự tự dao động của máy phát RF lớp C]

Vấn đề với máy phát RF lớp C, thường được sử dụng làm máy phát RF, là trạng thái tự dao động bất thường được tạo ra trong quá trình thay đổi trạng thái từ trạng thái không phóng điện đến trạng thái phóng điện plasma có phối hợp trở kháng. Sự tự dao động, nếu được tạo ra, dẫn đến tổn thất phối hợp trở kháng, sinh ra vấn đề là điện áp đầu tải bị giới hạn ở

điện áp máy phát hoặc thấp hơn.

Máy phát RF lớp C, sử dụng bộ khuếch đại lớp C để khuếch đại công suất, sinh ra sự tự dao động khi công suất sóng phản xạ cho phép bị vượt quá. Sự tự dao động, khi được sinh ra trong máy phát RF, khiến máy phát RF dao động ở tần số khác với tần số yêu cầu dự tính cho máy phát RF. Điều này ngăn không cho hộp phối hợp trở kháng thực hiện vận hành bình thường ở tần số định trước, với kết quả là sự đốt cháy plasma trở nên khó khăn và plasma đã tạo trở nên không ổn định, chẳng hạn, xuất hiện plasma chập chờn.

Để tránh hiện tượng tự dao động, công suất sóng tiến đôi khi bị sụt giảm sao cho công suất sóng phản xạ sẽ bằng hoặc thấp hơn công suất sóng phản xạ cho phép. Chẳng hạn, công suất sóng phản xạ cho phép không gây tự dao động được xác định, và công suất sóng phản xạ cho phép này (chẳng hạn, 20% công suất sóng tiến danh định), được thiết lập như là mức sụt giảm. Khi công suất sóng phản xạ vượt quá mức sụt giảm, sự vận hành sụt giảm được thực hiện để giới hạn công suất sóng tiến. Khi công suất sóng phản xạ vượt quá mức sụt giảm và, do, hoạt động bảo vệ sụt giảm được bắt đầu theo cách này, công suất sóng tiến được giảm và, do vậy, sẽ khó đốt cháy plasma.

Việc sụt giảm công suất sóng tiến để giới hạn công suất của nó sẽ làm giảm hiện tượng tự dao động nhưng, thay vào đó, ngăn không cho cấp đủ điện cho tải. Điều này làm giảm khả năng đốt cháy plasma và khiến plasma không ổn định như khi xảy ra hiện tượng tự dao động.

Vấn đề với máy phát RF lớp C là dung sai cho công suất sóng phản xạ là thấp và hiện tượng tự dao động dễ xảy ra được tạo bởi đặc tính khuếch đại của bộ khuếch đại lớp C mô tả sau.

Dụng cụ khuếch đại công suất của bộ khuếch đại lớp C sử dụng vùng hoạt động (vùng tuyến tính). Do vậy, khi công suất sóng phản xạ được hồi tiếp thông qua trở kháng phản hồi từ cực máng đến cực cổng của dụng cụ khuếch đại công suất, sự tự dao động sẽ xảy ra nếu dao động tự nhiên chồng lên công suất sóng phản xạ này được khuếch đại trong vùng hoạt động và, kết quả là, điều kiện tự dao động được thỏa mãn.

Ngoài ra, khi tỷ số sóng đứng điện áp là lớn đối với độ dài điện vốn được xác định bởi độ dài cáp và hằng số mạch phối hợp và, đồng thời, khi độ dài điện phù hợp với điện dung hồi tiếp của dụng cụ khuếch đại công suất của bộ khuếch đại lớp C và điều kiện tự dao động được thỏa mãn như trong trường hợp mô tả trên đây, dụng cụ khuếch đại công suất của bộ khuếch đại lớp C sẽ cộng hưởng ở tần số riêng phối hợp này và hiện tượng tự dao động vẫn tiếp tục.

Do vậy, thậm chí nếu công nghệ được áp dụng cho thiết bị máy phát RF đã biết để tăng điện áp đầu tải thông qua việc điều chỉnh độ dài điện bằng cách thay đổi độ dài cáp của cáp dẫn mà nhờ đó điện được cấp cho tải, thì không thể cấp điện áp đốt cháy, đủ cao để tạo phóng điện plasma.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là giải quyết vấn đề đã biết mô tả trên đây. Cụ thể hơn, mục đích của sáng chế là tăng điện áp đầu tải trong quá trình cấp điện năng RF mà trong đó điện năng RF được cấp cho tải và cấp điện áp đốt cháy, đủ cao để tạo phóng điện plasma, cho đầu tải của tải plasma.

Khi điện năng RF được cấp từ máy phát RF cho tải thông qua khối nguồn cấp điện, sáng chế:

- (a) làm cho nội trở của máy phát RF thấp hơn trở kháng riêng của khối nguồn cấp điện, và
- (b) lựa chọn độ dài điện của khối nguồn cấp điện, nối giữa máy phát RF và tải để cấp điện năng RF, sao cho độ dài điện có mối quan hệ định trước với bước sóng cơ bản λ của dòng xoay chiều (AC-Alternating Current) RF. Kết cấu mô tả trên đây ít nhất khiến điện áp đầu tải cao hơn điện áp máy phát RF tỷ lệ thuận với điện áp của nguồn cấp điện DC của thiết bị máy phát RF.

Ở các kết cấu (a) và (b) mô tả trên đây, máy phát RF có nội trở thấp hơn mô tả trong phần (a) có thể được thực thi nhờ sử dụng máy phát RF biến đổi DC của nguồn cấp điện dòng một chiều (DC-Direct Current) thành AC RF nhờ hoạt động chuyển mạch có hệ số vận hành không đổi (chẳng hạn, hệ số vận hành 50%). Máy phát RF này có thể là máy phát

RF lớp D nhờ sử dụng mạch khuếch đại lớp D (Lớp D: tiêu chuẩn quốc tế IEC 60268-3,4 phân loại vận hành).

Việc lựa chọn độ dài điện của khối nguồn cấp điện mô tả trong phần (b) được xác định theo cách sao cho độ dài điện L_E khi đầu tải của cáp, vốn là đầu vào của tải, ở trạng thái hở (trạng thái không phóng điện) bằng $(2n-1) \cdot \lambda/4 - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot \lambda/4 + k \cdot \lambda$ với λ là bước sóng cơ bản của dòng điện xoay chiều (Alternating Current-AC) RF. n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E mà trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu thị bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\} / (4\pi)$ ”.

Chẳng hạn, bội số K khi điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$), vốn là điện áp đốt cháy, cao hơn gấp đôi điện áp của điện áp máy phát RF V_g , bằng 2 và, trong trường hợp này, $k \cdot \lambda$ bằng “ $\lambda/12$ ”.

Do vậy, điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) có thể gấp hai hoặc cao hơn điện áp máy phát RF V_g nhờ chọn độ dài điện L_E của cáp trong khoảng mở rộng về cả hai phía của “ $(2n-1) \cdot (\lambda/4)$ ” đối với “ $\lambda/12$ ”.

Theo một ví dụ khác, bội số K khi điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$), vốn là điện áp đốt cháy, bằng hoặc cao hơn điện áp máy phát RF V_g , bằng 1 và, trong trường hợp này, $k \cdot \lambda$ bằng “ $\lambda/4$ ”.

Do vậy, điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) có thể được tạo bằng hoặc cao hơn điện áp máy phát RF V_g nhờ chọn độ dài điện L_E của cáp trong khoảng mở rộng về cả hai phía của “ $(2n-1) \cdot (\lambda/4)$ ” cho “ $\lambda/4$ ”.

Khi “ $\lambda/4$ ” được chọn làm trị số $k \cdot \lambda$, khoảng độ dài điện L_E gồm tất cả khoảng với kết quả là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) là điện áp bằng hoặc cao hơn điện áp máy phát RF V_g đối với độ dài cáp bất kỳ. Điều này biểu thị rằng, ở kết cấu được mô tả trong phần (a) mà trong đó nội trở của máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của khối nguồn cấp điện, điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) có thể được chọn điện áp bằng hoặc cao hơn điện áp máy phát RF V_g đối với độ dài cáp bất kỳ được chọn.

Độ dài điện L_E là độ dài điện từ máy phát RF đến đầu ra của hộp phối hợp trở kháng và, trên Fig.1 sẽ được mô tả sau, từ đầu vào của

LPF 1c của khối máy phát RF 1 đến đầu ra của hộp phối hợp trở kháng .

Điện áp đầu tải VL ($V_z(z=L_E)$) có thể được tăng nhờ chọn máy phát RF có nội trở Z_g thấp như được mô tả trong (a) và độ dài điện L_E của cáp của khối nguồn cấp điện như được mô tả trong (b).

Sáng chế đề cập đến khía cạnh của thiết bị cấp điện năng RF và khía cạnh của phương pháp chọn điện áp đốt cháy.

[Khía cạnh của thiết bị cấp điện năng RF]

Thiết bị cấp điện năng RF theo sáng chế gồm khối máy phát RF biến đổi dòng điện một chiều (direct current-DC) của nguồn cấp điện DC thành AC RF thông qua hoạt động chuyển mạch; và khối nguồn cấp điện được nối giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải, vốn là đầu vào của tải, để cấp AC RF cho tải.

Nội trở Z_g của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng Z_o của khối nguồn cấp điện. Độ dài điện L_E của khối nguồn cấp điện khi đầu tải ở trạng thái hở là trị số được chọn bằng $(2n-1) \cdot \lambda/4 - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot \lambda/4 + k \cdot \lambda$ với λ là bước sóng cơ bản của AC RF. n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E mà trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được chọn, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu thị bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\}/(4\pi)$ ”.

Khối máy phát RF, thiết bị cấp điện biến đổi DC của nguồn cấp điện DC thành AC RF thông qua hoạt động chuyển mạch, có thể được tạo kết cấu, chẳng hạn, bởi nguồn cấp điện DC, mạch đảo, và bộ lọc thông thấp (LPF- low pass filter).

Mạch đảo có dụng cụ khuếch đại điện năng RF thực hiện chuyển mạch thông qua tín hiệu cực của RF. Dụng cụ khuếch đại điện năng RF thực hiện thao tác chuyển mạch thông qua tín hiệu cực của RF để bật và tắt điện áp DC V_{dc} của nguồn cấp điện DC để tạo sóng hình thang, chẳng hạn, có hệ số vận hành 50%. Mạch lọc tiếp nhận sóng hình thang từ mạch đảo và xuất ra sóng hình sin.

Nội trở của khối máy phát RF có thể được biểu thị bằng trở kháng

(trở kháng khi mở mạch) được đo khi dụng cụ khuếch đại RF bật. Trở kháng được đo khi dụng cụ khuếch đại điện năng RF bật là thấp xấp xỉ khoảng vài ôm. Trở kháng này đủ thấp hơn trở kháng riêng 50 ôm của cáp đồng trục thường được sử dụng làm cáp dẫn.

Khối nguồn cấp điện nối điện giữa máy phát RF và tải và cáp RF AC, được xuất ra bởi máy phát RF, cho tải. Khối nguồn cấp điện có thể là cáp dẫn như cáp đồng trục, mạch lọc gồm tụ điện và cuộn cảm, hoặc mạch nối tiếp gồm cáp dẫn và mạch lọc. Trở kháng của khối nguồn cấp điện có thể được biểu thị bằng hằng số phân phối khi khối nguồn cấp điện là cáp dẫn, và bằng hằng số tập trung khi khối nguồn cấp điện là mạch lọc.

Độ dài điện L_E , độ dài của sóng tín hiệu được truyền qua đường truyền, được biểu thị dựa trên bước sóng λ của sóng tín hiệu được truyền qua đường truyền.

Khối nguồn cấp điện theo sáng chế có thể ở một trong các chế độ.

Chế độ thứ nhất của khối nguồn cấp điện theo sáng chế là cáp dẫn nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải.

Nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của cáp dẫn, và độ dài điện L_E của cáp dẫn khi đầu tải của tải ở trạng thái hở là chiều dài theo độ dài điện được chọn bằng $(2n-1) \cdot \lambda/4 - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot \lambda/4 + k \cdot \lambda$ với λ là bước sóng cơ bản của AC RF. n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E mà trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\}/(4\pi)$ ”.

Chế độ thứ hai của khối nguồn cấp điện theo sáng chế là mạch lọc nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải, với mạch lọc gồm tụ điện và cuộn cảm.

Nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của mạch lọc, và các trị số của tụ điện và cuộn cảm của mạch lọc được điều chỉnh sao cho độ dài điện L_E của mạch lọc khi đầu tải ở trạng thái hở là độ dài điện được chọn bằng $(2n-1) \cdot \lambda/4 - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot \lambda/4 + k \cdot \lambda$ với bước sóng cơ

bản λ của AC RF. n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\}/(4\pi)$ ”.

Chế độ thứ ba của khối nguồn cấp điện theo sáng chế là mạch nối tiếp nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải. Mạch nối tiếp gồm mạch lọc và cáp dẫn, và mạch lọc gồm tụ điện và cuộn cảm.

Nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của khối nguồn cấp điện, và độ dài điện L_E của mạch nối tiếp, gồm mạch lọc và cáp dẫn, khi đầu tải ở trạng thái hở là độ dài điện L_E được chọn bằng $(2n-1) \cdot \lambda/4 - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot \lambda/4 + k \cdot \lambda$. n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\}/(4\pi)$ ”.

[Khía cạnh của phương pháp chọn điện áp đốt cháy]

Phương pháp chọn điện áp đốt cháy theo sáng chế là phương pháp lựa chọn điện áp đốt cháy khiến cho tải plasma tạo ra sự phóng điện plasma ở đầu tải là đầu vào của tải plasma.

Khi khối máy phát RF cấp AC RF cho tải plasma qua khối nguồn cấp điện, máy phát RF biến đổi DC của nguồn cấp điện DC thành AC RF thông qua hoạt động chuyển mạch để làm cho nội trở của máy phát RF thấp hơn trở kháng riêng của khối nguồn cấp điện.

Khi tải plasma ở trạng thái không phóng điện điện, khối nguồn cấp điện điều chỉnh độ dài cáp L_w của khối nguồn cấp điện khi đầu tải của tải plasma ở trạng thái hở sao cho độ dài điện L_E bằng $(2n-1) \cdot \lambda/4 - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot \lambda/4 + k \cdot \lambda$ với λ là bước sóng cơ bản của AC RF, và chọn điện áp của đầu tải của tải plasma, được xác định bởi độ dài điện L_E , như là điện áp đốt cháy. n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E mà trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng

K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\}/(4\pi)$ ”.

Như ở khía cạnh của thiết bị cấp điện RF, khối nguồn cấp điện theo sáng chế ở một trong các chế độ.

Chế độ thứ nhất của khối nguồn cấp điện theo sáng chế là cáp dẫn nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải plasma. Nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của cáp dẫn, độ dài điện L_E của độ dài cáp L_w của cáp dẫn khi đầu tải của tải plasma ở trạng thái hở là độ dài được chọn bằng $(2n-1) \cdot \lambda/4 - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot \lambda/4 + k \cdot \lambda$ với λ là bước sóng cơ bản của AC RF, và điện áp của đầu tải của tải plasma, được xác định bởi độ dài cáp, được chọn là điện áp đốt cháy. n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\}/(4\pi)$ ”.

Chế độ thứ hai của khối nguồn cấp điện theo sáng chế là mạch lọc nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải plasma, với mạch lọc gồm tụ điện và cuộn cảm. Nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của mạch lọc, các trị số của tụ điện và cuộn cảm của mạch lọc được điều chỉnh sao cho độ dài điện L_E của mạch lọc khi đầu tải của tải plasma ở trạng thái hở được chọn là $(2n-1) \cdot \lambda/4 - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot \lambda/4 + k \cdot \lambda$ với λ là bước sóng cơ bản của AC RF, và điện áp của đầu tải của tải plasma, được xác định bởi mạch lọc, được chọn là điện áp đốt cháy. n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\}/(4\pi)$ ”.

Chế độ thứ ba của khối nguồn cấp điện theo sáng chế là mạch nối tiếp, gồm mạch lọc và cáp dẫn, nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải plasma. Mạch lọc gồm mạch tụ điện và mạch cuộn cảm.

Nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của khối nguồn cấp điện, độ dài của cáp dẫn và các trị số của tụ điện và cuộn

phản ứng của mạch lọc trong mạch nối tiếp được điều chỉnh sao cho độ dài điện L_E khi đầu tải của tải plasma ở trạng thái hở được chọn là $(2n-1) \cdot \lambda/4 - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot \lambda/4 + k \cdot \lambda$ với λ là bước sóng cơ bản của AC RF, và điện áp của đầu tải của tải plasma, được xác định bởi mạch nối tiếp, được chọn là điện áp đốt cháy. n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\}/(4\pi)$ ”.

Theo sáng chế, máy phát RF, như máy phát RF lớp D, được sử dụng để chuyển đổi DC của nguồn cấp điện DC thành AC RF thông qua thao tác chuyển mạch.

Máy phát RF này, khuếch đại công suất sử dụng vùng bão hòa của dụng cụ khuếch đại điện năng RF, tránh các tác động của dao động tự nhiên của sóng phản xạ được hồi tiếp từ phía tải thông qua điện dung hồi tiếp, do vậy ngăn ngừa việc tạo hiện tượng tự dao động.

Do việc tạo hiện tượng tự dao động được giảm, nên máy phát RF cho phép 100% công suất sóng phản xạ hoặc cao hơn trong khi làm suy giảm công suất cho phép của dụng cụ khuếch đại điện năng RF. Ở máy tạo RF lớp C, chống suy giảm được tạo ra bằng cách chọn công suất sóng phản xạ bằng khoảng 20% công suất sóng tiến danh định như là mức suy giảm. Việc chống suy giảm này bao gồm vấn đề như tạo plasma không ổn định. Ngược lại, máy phát RF theo sáng chế, không tạo chống suy giảm mà cho phép 100% công suất sóng phản xạ hoặc cao hơn, ngăn ngừa việc không đốt cháy plasma và vận hành không ổn định do giảm công suất sóng tiến gây ra.

Máy phát RF theo sáng chế không bố trí bảo vệ sụt giảm cho, mà cho phép, 100% công suất sóng phản xạ hoặc cao hơn như mô tả trên đây do hoạt động đốt cháy plasma (hoạt động đốt cháy) thường được thực hiện trong khoảng thời gian ngắn. Tuy nhiên, trong trường hợp mà ở đó 100% công suất sóng phản xạ hoặc cao hơn vẫn tiếp tục trong thời gian dài vì lý do nào đó, chống suy giảm có thể được đề tạo để bảo vệ chống

lại nhiệt.

Trong quá trình cấp điện năng RF mà trong đó điện năng RF được cấp cho tải, thiết bị cấp điện RF và phương pháp chọn điện áp đốt cháy theo sáng chế có thể tăng điện áp đầu tải như mô tả trên đây. Khi tải là tải plasma, điện áp đốt cháy, đủ cao để tạo ra sự phóng điện plasma, có thể được chọn bằng điện áp đầu tải của tải plasma.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ thể hiện một ví dụ kết cấu của thiết bị cấp điện năng RF theo sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ thể hiện một ví dụ kết cấu của mạch khuếch đại điện năng RF được bố trí trong thiết bị máy phát RF theo sáng chế;

Fig.3 là sơ đồ thể hiện các tín hiệu của mạch khuếch đại điện năng RF;

Fig.4 là sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa độ dài điện của khối nguồn cấp điện và điện áp đầu tải theo sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ thể hiện lựa chọn độ dài điện của khối nguồn cấp điện theo sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa độ dài điện L_E và điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) theo sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa độ dài điện L_E và K lần điện áp máy phát RF $|V_g|$ theo sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ thể hiện một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ thể hiện hoạt động đốt cháy theo sáng chế và hoạt động suy giảm ở kết cấu đã biết;

Fig.10 là sơ đồ thể hiện hoạt động đốt cháy lại của tải plasma;

Fig.11 là sơ đồ thể hiện một ví dụ kết cấu của thiết bị xử lý plasma;

Fig.12 là sơ đồ thể hiện một ví dụ kết cấu của thiết bị xử lý plasma;

và

Fig.13 là sơ đồ thể hiện mạch tương đương của máy phát RF lớp C.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Các phương án thực hiện theo sáng chế được mô tả chi tiết dưới đây có dựa vào các hình vẽ. Phần dưới đây mô tả thiết bị cấp điện năng RF và phương pháp chọn điện áp đốt cháy theo sáng chế. Ví dụ về kết cấu của thiết bị cấp điện năng RF được mô tả có dựa vào Fig.1, ví dụ của một kết cấu của mạch khuếch đại điện năng RF được bố trí trong thiết bị máy phát RF theo sáng chế được mô tả có dựa vào Fig.2, các tín hiệu của mạch khuếch đại điện năng RF được mô tả có dựa vào Fig.3, mối tương quan giữa độ dài điện của khối nguồn cấp điện và điện áp đầu tải được mô tả có dựa vào Fig.4, một ví dụ về việc lựa chọn độ dài điện của khối nguồn cấp điện theo sáng chế được mô tả có dựa vào Fig.5, mối tương quan giữa độ dài điện L_E và điện áp đầu tải ($V_Z(z=L_E)$) được mô tả có dựa vào Fig.6, mối tương quan giữa độ dài điện L_E và K lần điện áp máy phát RF $|V_g|$ được mô tả có dựa vào Fig.7, một phương án thực hiện sáng chế được mô tả có dựa vào Fig.8, hoạt động đốt cháy và chống suy giảm ở kết cấu đã biết được mô tả có dựa vào Fig.9, và hoạt động đốt cháy lại được mô tả có dựa vào Fig.10.

[Ví dụ về kết cấu của thiết bị cấp điện năng RF]

Trước hết, một ví dụ về kết cấu của thiết bị cấp điện năng RF theo sáng chế được mô tả có dựa vào Fig.1.

Thiết bị cấp điện năng RF 10 theo sáng chế, được thể hiện trên Fig.1, cấp điện năng RF, được tạo bởi khối máy phát RF 1, đến tải 2 thông qua khối nguồn cấp điện 4 và hộp phối hợp trở kháng (hộp phối hợp) 3. Tải 2 có thể là tải plasma. Tải plasma được tạo nhờ tạo plasma bằng cách đặt các điện cực ngược trong bộ phản ứng và cấp điện năng RF giữa các điện cực ngược. Trên Fig.1, các kết cấu của bộ phản ứng và các điện cực không được thể hiện trong tải 2.

Hộp phối hợp trở kháng 3 thực hiện phối hợp trở kháng giữa phía khối máy phát RF 1 và phía tải 2 để giảm các sóng phản xạ được gửi từ phía tải 2 đến khối máy phát RF 1, nhờ đó tăng cấp điện năng RF từ khối máy phát RF 1 đến tải 2.

Khối nguồn cấp điện 4 được nối giữa khối máy phát RF 1 và hộp phối hợp trở kháng 3 và, thông qua khối nguồn cấp điện 4, điện năng RF được cấp từ khối máy phát RF 1 đến tải 2. Khối nguồn cấp điện 4 là một trong ba bộ phận sau: cáp dẫn như cáp đồng trục, mạch lọc gồm mạch tụ điện và mạch cuộn cảm, và mạch nối tiếp gồm cáp dẫn và mạch lọc.

Khối máy phát RF 1 là thiết bị cấp điện thực hiện chuyển mạch để chuyển đổi điện áp DC V_{dc} của nguồn cấp điện DC 1a thành dòng điện xoay chiều RF. Chẳng hạn, khối máy phát RF 1 được tạo kết cấu bởi nguồn cấp điện DC 1a, mạch đảo 1b, và mạch lọc 1c như bộ lọc thông thấp (LPF).

Mạch đảo 1b có dụng cụ khuếch đại điện năng RF (không được thể hiện trên hình vẽ) thực hiện hoạt động chuyển mạch thông qua tín hiệu cực cổng RF (không được thể hiện trên hình vẽ). Dụng cụ khuếch đại điện năng RF thực hiện hoạt động chuyển mạch qua tín hiệu cực cổng RF để bật và tắt điện áp DC V_{dc} của nguồn cấp điện DC 1a để tạo sóng hình thang, chẳng hạn, với hệ số vận hành 50%. Mạch lọc 1c tiếp nhận sóng hình thang từ mạch đảo 1b và xuất ra sóng hình sin.

Fig.2 thể hiện một ví dụ về kết cấu của mạch khuếch đại điện năng RF đặt trong máy phát RF. Fig.3 là sơ đồ thể hiện tín hiệu cực cổng RF dẫn động và điều khiển mạch khuếch đại điện năng RF, đầu ra RF, và công suất sóng tiến đến, và công suất sóng phản xạ từ, tải plasma.

Trong mạch khuếch đại điện năng RF 120 được thể hiện trên Fig.2, các tranzito hiệu ứng trường oxit kim loại-bán dẫn từ 120a đến 120d có kết cấu cầu nối. Điểm nối giữa tranzito hiệu ứng trường oxit kim loại-bán dẫn 120a được mắc nối tiếp và tranzito hiệu ứng trường oxit kim loại-bán dẫn 120b và điểm nối giữa tranzito hiệu ứng trường oxit kim loại-bán dẫn 120c được mắc nối tiếp và tranzito hiệu ứng trường oxit kim loại-bán dẫn 120d được nối bởi biến áp chính 120e. Đầu ra của biến áp chính 120e, thu được thông qua bộ lọc 120f, được xuất ra như là đầu ra RF. Các tranzito hiệu ứng trường oxit kim loại-bán dẫn từ 120a đến 120d được kích hoạt và điều khiển bởi các tín hiệu cực cổng RF A, A*, B, và B* (xem Fig.3A, Fig.3B).

Các tín hiệu cực cổng RF A và A* (trên Fig.2, ký hiệu “-” được thể hiện bên trên chữ A biểu thị tín hiệu đảo), là các tín hiệu để kích hoạt và điều khiển mạch nối tiếp của tranzito hiệu ứng trường oxit kim loại-bán dẫn 120a và tranzito hiệu ứng trường oxit kim loại-bán dẫn 120b, ở pha đảo. Các tín hiệu cực cổng RF B và B* (trên Fig.2, ký hiệu “-” được thể hiện bên trên chữ B để biểu thị tín hiệu đảo), là các tín hiệu kích hoạt và điều khiển mạch nối tiếp của tranzito hiệu ứng trường oxit kim loại-bán dẫn 120c và tranzito hiệu ứng trường oxit kim loại-bán dẫn 120d, ở pha đảo. Tín hiệu cực cổng RF A và tín hiệu cực cổng RF B ở pha đảo.

Các tín hiệu cực cổng RF A, A*, B, và B* (xem Fig.3A, Fig.3B) được điều khiển bởi tín hiệu điều khiển cổng (xem Fig.3C). Các tín hiệu cực cổng RF A, A*, B, và B* được xuất ra khi tín hiệu điều khiển cổng bật. Đầu ra RF (xem Fig.3D) được xuất ra trong quá trình này.

Fig.3E và Fig.3F thể hiện công suất sóng tiến và công suất sóng phản xạ ở tải plasma. Như được thể hiện trên Fig.3F, công suất sóng phản xạ được tạo tạm thời trên tải plasma, trên đó có lắp hộp phối hợp trở kháng, khi tín hiệu cực cổng RF (xem Fig.3A, Fig.3B) tăng, và bị tắt dần sau khi thời gian ổn định trôi qua (xem Fig.3E và Fig.3F).

Trong trường hợp máy phát RF lớp C, hiện tượng tự dao động thỉnh thoảng xuất hiện khi công suất sóng phản xạ vượt quá công suất sóng phản xạ cho phép của máy phát RF lớp C. Công suất sóng phản xạ cho phép không tạo hiện tượng tự dao động được xác định. Chẳng hạn, mức sụt giảm của công suất sóng phản xạ cho phép này được chọn bằng 20% công suất sóng tiến danh định. Trong trường hợp này, khi công suất sóng phản xạ vượt quá mức sụt giảm, thực hiện hoạt động chống suy giảm để giảm công suất sóng tiến và, do vậy, sẽ khó đốt cháy plasma.

Điện áp DC V_{dc} từ nguồn cấp điện DC 1a được chuyển đổi thành AC hình thang nhờ mạch đảo 1b theo hệ số vận hành (chẳng hạn, 50%) của tín hiệu cực cổng RF. Trong quá trình chuyển đổi AC này, trị số điện áp đỉnh có thể biến thiên dựa trên điện áp DC V_{dc} .

Điện năng RF được xuất ra từ khối máy phát RF 1 được biểu thị bởi điện áp đầu công suất V_o và dòng điện ra I_o .

Nội trở Z_g của khối máy phát RF 1 có thể được biểu thị bằng trở kháng (trở kháng khi mở mạch) được đo khi dụng cụ khuếch đại RF (không được thể hiện trên hình vẽ) bố trí trong mạch đảo 1b ở trạng thái bật. Trở kháng được đo khi dụng cụ khuếch đại điện năng RF bật là thấp khoảng vài ôm. Trở kháng này đủ thấp hơn trở kháng riêng 50 ôm của cáp đồng trục thường được dùng làm cáp dẫn và, do vậy, có thể được xử lý như trị số hằng số.

Khối nguồn cấp điện 4 có thể được tạo kết cấu không chỉ bằng cáp dẫn 4a có trở kháng riêng Z_o và độ dài cáp L_w mà còn bằng mạch lọc 4b gồm mạch tụ điện và mạch cuộn cảm hoặc bằng mạch nối tiếp của cáp dẫn 4a và mạch lọc 4b.

Fig.5 thể hiện các ví dụ kết cấu của khối nguồn cấp điện 4. Fig.5B thể hiện ví dụ mà trong đó cáp dẫn 4a được sử dụng làm khối nguồn cấp điện 4, Fig.5C thể hiện ví dụ mà trong đó mạch lọc 4b, gồm mạch tụ điện và mạch cuộn cảm, được sử dụng làm khối nguồn cấp điện 4, và Fig.5D thể hiện ví dụ mà trong đó mạch nối tiếp 4c, gồm cáp dẫn 4a và mạch lọc 4b, được sử dụng.

[Mối tương quan giữa độ dài điện của khối nguồn cấp điện và điện áp đầu tải]

Tiếp theo, như được thể hiện trên Fig.4, phần dưới đây mô tả mối tương quan giữa độ dài điện của khối nguồn cấp điện theo sáng chế và điện áp đầu tải. Fig.4 thể hiện mạch tương đương của kết cấu mạch điện của thiết bị cấp điện RF theo sáng chế được thể hiện trên Fig.1. Fig.4 thể hiện ví dụ mà trong đó cáp đồng trục, có trở kháng riêng Z_o và độ dài cáp L_w , được sử dụng làm cáp dẫn điện. Độ dài cáp L_w ở ví dụ này tương ứng với độ dài điện L_E .

Trên Fig.4, điện áp V_z ở điểm xác định Z của cáp với độ dài cáp L_w được biểu thị bởi biểu thức (4) dưới đây. Điểm xác định Z là điểm được xác định theo cách sao cho vị trí đầu của cáp ở phía khối máy phát RF 1 là $Z=0$ và vị trí đầu của cáp ở phía tải 2 là $Z = L_w =$ độ dài điện L_E .

$$V_z = A \cdot \exp(-j\beta Z) + B \cdot \exp(j\beta Z)$$

... (4)

$$\beta = 2 \pi / \lambda \quad (\lambda \text{ là bước sóng của đầu ra RF })$$

... (5)

Trong các biểu thức (4) và (5), các hằng số A và B có thể được xác định bởi các điều kiện V_g , Z_g , V_L , và I_L được thể hiện trên Fig.4. V_L là điện áp ($V_z(z=L_w)$) ở điểm Z, và I_L là dòng điện được cấp từ thiết bị cấp điện RF 10 cho tải 2. Do không cần biểu thị các hằng số A và B dưới dạng biểu thức trong mối tương quan giữa độ dài điện và điện áp đầu tải, nên phần mô tả được bỏ qua ở đây.

Khi tải Z_L ở trạng thái hở, tức là, khi $Z_L \rightarrow \infty$, điện áp V_z trong biểu thức (4) nêu trên được biểu thị bởi các biểu thức (6) và (7) dưới đây.

$$V_z = [Z_0 \cdot V_g \cdot \{ \exp(- j \beta (Z - L_E)) + \exp(j \beta \exp(Z - L_E)) \} / P]$$

... (6)

$$P = 2 \cdot Z_0 \cdot \cos(\beta \cdot L_E) + j 2 \cdot Z_g \cdot \sin(\beta \cdot L_E)$$

... (7)

Điểm Z trên cáp, nơi mà điện áp V_z đạt cực trị, có thể thu được từ trị số Z chọn trị số biểu thức (8), dưới đây, bằng "0", trong đó biểu thức (8) thu được bằng cách lấy vi phân biểu thức (6) với Z.

$$(P / (Z_0 \cdot V_g)) \cdot (d V_z / d Z) = 2 \cdot \beta \cdot \sin \beta \cdot (L_E - Z) = 0$$

... (8)

Từ biểu thức (8), điểm Z trên cáp nơi mà điện áp V_z đạt cực trị được tính toán nhờ sử dụng biểu thức dưới đây.

$$\beta \cdot (L_E - Z) = (2 \pi / \lambda) \cdot (L_E - Z) = (N - 1) \cdot \pi \quad \dots$$

(9)

Kết quả như sau.

$$Z = L_E - (\lambda / 2) \cdot (N - 1) \quad (N \text{ là số nguyên })$$

... (10)

Ở đây, như là điều kiện biên đối với điện áp V_z , điều kiện được thiết

lập trong đó điện áp đầu tải $V_L(V_z(z=L_E))$ của đầu tải của cáp có trị số điện áp cao nhất. Chẳng hạn, điều kiện biên tương ứng với trường hợp mà trong đó độ dài điện L_E của cáp là bội số lẻ của một phần tư bước sóng. Độ dài điện L_E của cáp thỏa mãn điều kiện này có thể được chọn bởi biểu thức (11) dưới đây.

$$L_E = (2n-1) \cdot (\lambda/4) \quad \dots$$

(11)

Khi độ dài cáp L_w được chọn sao cho độ dài điện L_E , tương ứng với độ dài cáp L_w , trở thành độ dài thỏa mãn biểu thức (11) trên đây, điện áp V_z ở điểm cho trước Z ($0 \leq Z \leq L_w$) trên cáp có thể thu được nhờ biểu thức dưới đây (12) nhờ thay thế biểu thức (11) trong biểu thức (10).

$$Z = (\lambda/2) \cdot (n - N + 1) - \lambda/4$$

... (12)

Lúc này, điện áp V_z ở điểm Z có thể thu được nhờ thay thế biểu thức (12) trong biểu thức (6).

Theo một ví dụ, độ dài điện L_E của cáp đối với $n=1, 2$, và 3 lần lượt bằng $\lambda/4, 3\lambda/4$, và $5\lambda/4$. Điều này biểu thị rằng, đối với cáp có độ dài cáp là độ dài điện L_E , điện áp V_z ở các vị trí $\lambda/4, 3\lambda/4$, và $5\lambda/4$ từ phía khối máy phát RF đạt trị số lớn nhất.

Chẳng hạn, do vị trí $Z = 5\lambda/4$ tương ứng với điểm ở phía tải ($Z = L_w$) của độ dài cáp L_w , $\beta \cdot L_w$ được tính toán là $\beta \cdot L_w = (2\pi/\lambda) \cdot (5 \cdot \lambda/4) = 5 \cdot \pi/2$ và P ở biểu thức (7) trở thành $(j \cdot Z_g)$. Do vậy, từ các biểu thức (6) và (7), điện áp đầu tải $V_L(V_z(z=L_E))$ thu được bởi biểu thức dưới đây (13).

$$V_L = (Z_0 \cdot V_g) / \{ (Z_0 \cdot \cos(\beta \cdot L_E) + j(Z_g \cdot \sin(\beta \cdot L_E))) \}$$

$$= -j(Z_0/Z_g) \cdot V_g \quad \dots$$

(13)

Khi đầu tải ở trạng thái hở, mối tương quan $\beta L_E = (2\pi/\lambda) \cdot L_E$ được áp dụng trong các biểu thức (6) và (7) để viết lại. Sau đó, điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) ở $Z = L_E$ được biểu thị bởi biểu thức (14) dưới đây.

$$|V_z| = (Z_0 \cdot V_g) / \{ (Z_0^2 - Z_g^2) \cdot \cos^2 \cdot (2\pi/\lambda) \cdot$$

$$L_E + Z_g^2 \}^{1/2} \dots (14)$$

Độ dài điện L_E của cáp khi điện áp đầu tải $|V_z(z=L_E)|$ bằng K lần điện áp máy phát RF $|V_g|$ có thể thu được dựa trên mối tương quan giữa điện áp đầu tải V_z và điện áp máy phát RF V_g khi $Z=L_E$.

Khi điện áp đầu tải $|(V_z(z=L_E))|$ bằng K lần điện áp máy phát RF $|V_g|$, điện áp đầu tải $|(V_z(z=L_E))|$ được biểu thị bởi biểu thức dưới đây (15).

$$|(V_z(z=L_E))| = K|V_g| \quad (K \geq 1) \dots (15)$$

Từ biểu thức (15), thu được biểu thức dưới đây.

$$(\cos^2(2\pi/\lambda)) \cdot L_E = (Z_0^2/K^2 - Z_g^2)/(Z_0^2 - Z_g^2) \dots (16)$$

Biểu thức (16) được thỏa mãn theo điều kiện $K \geq 1$.

Do " $\cos^2(2\pi/\lambda) \cdot L_E$ " được tính gần đúng bằng 1 khi $K=\infty$ trong biểu thức (16), nên bội số K có thể được tính gần đúng bởi biểu thức (17) dưới đây.

$$K = |Z_0/Z_g| \dots (17)$$

Nếu Z_g/Z_0 có thể được tính gần đúng bằng "0" trong mối quan hệ giữa trở kháng riêng Z_0 và nội trở Z_g trong biểu thức (17) trên đây, thì $\cos\{(2\pi/\lambda) \cdot L_E\}$ có thể được tính gần đúng bằng " $1/K$ ". Ở thời điểm này, từ biểu thức (17), độ dài điện L_E có thể được biểu thị bằng biểu thức tính gần đúng dưới đây trong biểu thức (18).

$$L_E \doteq \{\cos^{-1}(1/K) / (2 \cdot \pi)\} \cdot \lambda \dots (18)$$

Ở đây, sự chênh lệch $k \cdot \lambda$ giữa độ dài điện L_E , ở đó điện áp đầu tải $|(V_z(z=L_E))|$ bằng K lần điện áp máy phát RF $|V_g|$, và độ dài điện $L_E = (2n-1) \cdot \lambda/4$, ở đó điện áp đầu tải $|(V_z(z=L_E))|$ được tăng tối đa, được biểu thị bởi biểu thức (19) dưới đây.

$$k \cdot \lambda = [\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\} / (4\pi)] \cdot \lambda \dots (19)$$

Do vậy, khoảng độ dài điện L_E , thỏa mãn $|V_z| \geq K \cdot |V_g|$, được biểu thị bởi biểu thức (20) dưới đây.

$$(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda \dots (20)$$

Fig.6 thể hiện mối tương quan giữa độ dài điện L_E khi điện áp đầu

tải $|V_z(z=L_E)|$ bằng vô cùng (biểu thức (11)), độ dài điện L_E khi điện áp đầu tải $|V_z(z=L_E)|$ bằng K lần điện áp máy phát RF $|V_g|$ (biểu thức (19)), và khoảng độ dài điện L_E thỏa mãn $|V_z(z=L_E)| \geq K \cdot |V_g|$ (biểu thức (20)). Khoảng độ dài điện L_E thỏa mãn $|V_z(z=L_E)| \geq K \cdot |V_g|$ trên Fig.6 được thể hiện trong hai trường hợp sau: $|V_z(z=L_E)| = |V_g|$ khi bội số K bằng 1 và $|V_z(z=L_E)| = 2|V_g|$ khi bội số K bằng 2. Mặc dù Fig.6 thể hiện chỉ khoảng $0 - \lambda$, song điều tương tự sẽ áp dụng cho độ dài điện L_E bằng hoặc lớn hơn λ .

Như được thể hiện trên Fig.6, điện áp đầu tải $|V_z(z=L_E)|$ được tăng tối đa khi độ dài điện L_E bằng $\lambda/4$ và $3\lambda/4$, và điện áp đầu tải $|V_z(z=L_E)|$ bằng $K|V_g|$ khi độ dài điện L_E bằng $“(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda”$ và $“(2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda”$.

Bảng 1 và Fig.6 và Fig.7 thể hiện các ví dụ khi trị số K lần lượt là $K=1$; 2; 2,61 và 3,87. Lưu ý rằng các trị số của K được chọn để dễ tính toán và các trị số đó không có ý nghĩa đáng kể khi áp dụng theo sáng chế.

[Bảng 1]

K	$k \cdot \lambda$	Độ dài điện L_E	Khoảng độ dài cáp L_w	
1	$\lambda/4$ (5,53m)	$0 \leq L_E \leq \lambda/2$	$0 < 5,53\text{m} < 11,06\text{m}$	$11,06\text{m} < 16,59\text{m} < 22,12\text{m}$
2	$\lambda/12$ (1,84m)	$\lambda/6 \leq L_E \leq \lambda/3$	$3,69\text{m} < 5,53\text{m} < 7,37\text{m}$	$14,75\text{m} < 16,59\text{m} < 18,43\text{m}$
2,61	$\lambda/16$ (1,38m)	$3\lambda/16 \leq L_E \leq 5\lambda/16$	$4,1\text{m} < 5,53\text{m} < 6,91\text{m}$	$15,21\text{m} < 16,59\text{m} < 17,97\text{m}$
3,87	$\lambda/24$ (0,92m)	$5\lambda/24 \leq L_E \leq 7\lambda/24$	$4,6\text{m} < 5,53\text{m} < 6,45\text{m}$	$15,67\text{m} < 16,59\text{m} < 17,59\text{m}$

Trong trường hợp $K=1$: Khi $K=1$, $k \cdot \lambda = \lambda/4$. Khoảng độ dài điện L_E thỏa mãn $|V_z| \geq |V_g|$ là $0 \leq L_E \leq \lambda/4$ và $\lambda/4 \leq L_E \leq 2\lambda/4$.

Ở thời điểm này, khi tần số AC f bằng 13,5MHz, độ dài cáp L_w tương ứng với điện áp đầu tải cực đại $|V_z(z=L_E)|$ bằng 5,53m. Khoảng độ dài cáp L_w mà trong đó điện áp đầu tải $|V_z(z=L_E)|$ cao hơn điện áp máy phát RF $|V_g|$ là $0 \leq L_w \leq 11,06\text{m}$ và $11,06\text{m} \leq L_w \leq 22,12\text{m}$.

Trong trường hợp $K=2$: Khi $K=2$, $k \cdot \lambda = \lambda/12$. Khoảng độ dài điện L_E thỏa mãn $|V_z(z=L_E)| \geq 2|V_g|$ là $\lambda/6 \leq L_E \leq \lambda/3$ và $2\lambda/3 \leq L_E \leq 5\lambda/6$.

Ở thời điểm này, khi tần số AC f bằng 13,5MHz, độ dài cáp L_w tương

ứng với điện áp đầu tải cực đại $|V_z|$ bằng 5,53m. Khoảng độ dài cáp L_w mà trong đó điện áp đầu tải $|(V_z(z=L_E))|$ cao hơn điện áp máy phát RF $2|V_g|$ là $3,69m \leq L_w \leq 7,37m$ và $14,75m \leq L_w \leq 18,43m$.

Trong trường hợp $K=2,61$: Khi $K=2,61$, $k \cdot \lambda = \lambda/16$. Khoảng độ dài điện L_E thỏa mãn $|(V_z(z=L_E))| \geq 2,61|V_g|$ là $3\lambda/16 \leq L_E \leq 5\lambda/16$ và $11\lambda/16 \leq L_E \leq 13\lambda/16$.

Ở thời điểm này, khi tần số AC f bằng 13,5MHz, độ dài cáp L_w tương ứng với điện áp đầu tải cực đại $|(V_z(z=L_E))|$ bằng 5,53m. Khoảng độ dài cáp L_w mà trong đó điện áp đầu tải $|(V_z(z=L_E))|$ cao hơn điện áp máy phát RF $2,61|V_g|$ là $4,1m \leq L_w \leq 6,91m$ và $15,21m \leq L_w \leq 17,97m$.

Trong trường hợp $K=3,87$: Khi $K=3,87$, $k \cdot \lambda = \lambda/24$. Khoảng độ dài điện L_E thỏa mãn $|(V_z(z=L_E))| \geq 3,87|V_g|$ là $5\lambda/24 \leq L_E \leq 7\lambda/24$ và $17\lambda/24 \leq L_E \leq 19\lambda/24$.

Ở thời điểm này, khi tần số AC f bằng 13,5MHz, độ dài cáp L_w tương ứng với điện áp đầu tải cực đại $|(V_z(z=L_E))|$ bằng 5,53m. Khoảng độ dài cáp L_w mà trong đó điện áp đầu tải $|(V_z(z=L_E))|$ cao hơn điện áp máy phát RF $3,87|V_g|$ là $4,6m \leq L_w \leq 6,45m$ và $15,67m \leq L_w \leq 17,59m$.

Mặc dù nội trở Z_g mô tả trên đây là $Z_g=0$, song nội trở của máy phát RF thực có điện trở nhỏ khoảng 2 ôm do điện trở khi đóng mạch của bộ chuyển mạch bán dẫn cấu hình mạch khuếch đại RF. Thậm chí khi nội trở có điện trở nhỏ như mô tả trên đây, nội trở Z_g có thể được xem là $Z_g=0$ nếu nội trở Z_g đủ nhỏ so với trở kháng riêng Z_0 .

Chẳng hạn, khi $K=2$, biểu thức (14), biểu thị mối tương quan giữa $|(V_z(z=L_E))|$ và $K|V_g|$ khi $Z_g=0$, trở thành biểu thức (21) dưới đây.

$$|(V_z(z=L_E))| = V_g / |\cos(2\pi/\lambda) \cdot L_E| = 2V_g \quad \dots(21)$$

Mặt khác, khi $Z_g=2$ ôm và $Z_0=50$ ôm, biểu thức (14), biểu thị mối tương quan giữa $|(V_z(z=L_E))|$ và $K|V_g|$, trở thành biểu thức (22) dưới đây.

$$|(V_z(z=L_E))| = 50 \cdot V_g / \{ (50^2 - 2^2) \cdot \cos^2(2\pi/\lambda) \cdot L_E + 2^2 \}^{1/2} \\ \doteq V_g / |\cos(2\pi/\lambda) \cdot L_E| = 2V_g \quad \dots (22)$$

Do vậy, biểu thức (21) khi $Z_g=0$ xấp xỉ tương đương với biểu thức

(22) khi $Z_g=2$ ôm và $Z_o=50$ ôm.

Điện áp đầu tải $|(V_z(z=L_E))|$, thu được khi $Z_g=2$ ôm và $Z_o=50$ ôm, xấp xỉ bằng điện áp đầu tải $|(V_z(z=L_E))|$, thu được khi $Z_g=0$, có thể được xác định theo thực tế là $|(V_z(z=L_E))|$, thu được nhờ áp dụng độ dài điện $L_E=\lambda/6$, $Z_g=2$ ôm, và $Z_o=50$ ôm, thu được nhờ biểu thức (21), cho biểu thức (22), bằng $1,99V_g$.

Khi độ dài điện L_E của đường truyền của khối nguồn cấp điện (cáp đồng trục) được chọn bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4)$, bội số lẻ $\lambda/4$, ở thời điểm đầu tải ở trạng thái hở và trở kháng Z_L ở đầu tải bằng vô cùng, trở kháng Z_{in} , được nhìn từ khối máy phát RF 1 tới phía tải bằng, “0”. Việc chọn trở kháng Z_{in} bằng “0” cho phép điện, được cấp từ khối máy phát RF tới phía tải, sẽ là lớn nhất.

Do vậy, khi nội trở Z_g của máy phát RF được xem là đủ nhỏ khi so với trở kháng riêng Z_o , việc tăng trị số Z_o/Z_g , được thể hiện trong biểu thức (13), có thể làm tăng điện áp đầu tải V_z tỷ lệ thuận với trị số. Khi plasma ở trạng thái không đốt cháy trên tải plasma và trở kháng tải được xem là vô cùng, khoảng cho phép của độ dài cáp có thể được tăng đến phía cao hơn hoặc phía thấp hơn khoảng $(2n-1) \cdot (\lambda/4)$ ở đó điện áp lớn nhất $V_L(V_z(z=L_E))$ được tạo ra. Tức là, độ dài điện LE của đường truyền của khối nguồn cấp điện (cáp đồng trục) có thể được tăng tới khoảng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ để tăng điện áp đầu tải. Trong phần mô tả trên đây, n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện LE trong đó điện áp đầu tải $(V_z(z=L_E))$ bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải $(V_z(z=L_E))$ bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\} / (4\pi)$ ”.

Điều kiện đối với bước sóng cơ bản λ , thỏa mãn đối với độ dài điện LE của đường truyền, là trị số ở đó điện áp đốt cháy bằng hoặc cao hơn gấp đôi ($2V_g$) điện áp máy phát RF V_g . “ $k \cdot \lambda$ ” được thể hiện trong khoảng cho phép mô tả trên đây là một ví dụ về khoảng độ dài điện mà trong đó điện áp, cao hơn điện áp đầu tải được tạo bởi máy phát RF lớp C, có thể thu được trong đó, trong máy phát RF lớp C, nội trở Z_g của thiết bị máy phát RF được phối hợp trở kháng với trở kháng Z_{in} được xét từ máy phát

tới phía tải.

Máy phát RF, như máy phát RF lớp D, mà trong đó nội trở Z_g của máy phát RF được xem đủ thấp hơn trở kháng riêng Z_0 , có thể cấp dòng điện lớn so với máy phát RF lớp C nhờ chọn độ dài điện L_E của đường truyền của khối nguồn cấp điện (cấp đồng trực) bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$. Điều này là do điện áp V_L của điện áp đầu tải được tăng lên như được thể hiện trong biểu thức (13). Trong phần mô tả trên đây, n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E mà trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần của điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\} / (4\pi)$ ”.

Độ dài điện L_E của đường truyền của khối nguồn cấp điện có thể được chọn theo một trong ba cách sau: (1) độ dài điện L_E được chọn sao cho độ dài điện L_E dựa trên hằng số phân phối bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ theo độ dài cáp của cáp dẫn, (2) độ dài điện L_E được lựa chọn sao cho độ dài điện L_E dựa trên hằng số tập trung sẽ bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ theo các trị số của linh kiện tụ điện và linh kiện điện kháng của mạch lọc, và (3) độ dài điện L_E được chọn theo sự kết hợp của độ dài cáp và các trị số của linh kiện trong mạch lọc. Trong phần mô tả trên đây, n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E mà trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\} / (4\pi)$ ”.

Fig.5B là sơ đồ thể hiện một ví dụ về kết cấu trong đó cáp dẫn 4a được sử dụng làm khối nguồn cấp điện 4 và độ dài điện L_E được chọn bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ theo độ dài cáp. Fig.5C là sơ đồ thể hiện một ví dụ kết cấu trong đó mạch lọc 4b được sử dụng làm khối nguồn cấp điện 4 và độ dài điện L_E được chọn $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ theo các trị số của linh kiện tụ điện và linh kiện điện kháng. Fig.5D là sơ đồ thể hiện ví dụ kết cấu trong đó cáp dẫn 4a và mạch lọc 4b được sử dụng như là khối nguồn cấp điện 4 và

độ dài điện L_E được chọn là $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ theo độ dài cáp và các trị số của linh kiện tụ điện và linh kiện điện kháng. Trong phần mô tả trên đây, n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E mà trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\} / (4\pi)$ ”.

Fig.8 so sánh giữa phương án thực hiện sáng chế và máy phát RF lớp C đã biết và thể hiện điện áp đầu tải V_L khi công suất sóng phản xạ được tạo ra. Trục ngang trên Fig.8 biểu thị độ dài điện (độ dài cáp). Trong trường hợp này, điện áp đầu tải $V_L(V_z(z=L_E))$ có thể thu được nhờ thay thế $z=L_E$ trong biểu thức (4) trên đây.

Các biểu thức điều kiện trên Fig.8 được thể hiện trong Bảng 2 dưới đây.

[Bảng 2]

Điều kiện thông thường	Z_g : Hằng số Z_g được chọn sao cho đầu ra danh định 3kW được xuất ra khi $Z_L=50$ ôm V_L : Điện áp được đo nhờ sử dụng hằng số Z_g có VSWR=100:1 ($Z_L=5000$ ôm) $L_u=250$ [nH/m] $C_u=100$ [pF/m] $Z_o=50$ ôm
Điều kiện đối với mạch khuếch đại RF lớp D V_{L1}	$V_g=570$ [Vp], $Z_g=2$ ôm
Điều kiện đối với mạch khuếch đại RF lớp C V_{L2}	$V_g=1100$ [Vp], $Z_g=50$ ôm (khi chiếm tới 100% dung sai công suất sóng phản xạ)
Điều kiện đối với mạch khuếch đại RF lớp C V_{L3}	$V_g=1100$ [Vp], $Z_g=210$ ôm (khi chiếm tới 15% (450W) dung sai công suất sóng phản xạ)

Trong ví dụ này, để so sánh các điện áp đầu tải ở trạng thái không phóng điện plasma, VSWR được chọn bằng 100 ở trạng thái không phóng điện plasma.

Như điều kiện thông thường cho máy phát RF lớp D, được áp dụng cho sáng chế, và cho máy phát RF lớp C thường được sử dụng mà máy phát RF lớp D được so sánh với nó, các điều dưới đây được xem xét. Tức là, hằng số Z_g của nội trở được lựa chọn sao cho đầu ra danh định 3kw được xuất ra khi trở kháng tải $Z_L=50\Omega$. Điện áp đầu tải V_L được đo nhờ sử dụng hằng số Z_g này có điện trở tải $Z_L(V_z(z=L_E))=5000\Omega$ và với VSWR được chọn là 100:1. Lưu ý rằng VSWR=100:1 tương ứng với trạng thái trong đó phía tải hở (trạng thái hở) và trước khi plasma được đốt cháy. Trở kháng riêng Z_0 được giả sử bằng 50 Ω .

Như là điều kiện đối với máy phát RF lớp D theo sáng chế, điện áp máy phát RF V_g được chọn bằng 570[Vp] (điện áp từ đỉnh tới đáy) và nội trở Z_g được chọn là 2 Ω có điện áp đầu tải được biểu thị là V_{L1} .

Như là điều kiện đối với máy phát RF lớp C thông thường, hai ví dụ được chọn. Ở một ví dụ, điện áp máy phát RF V_g được chọn là 1100[Vp] (điện áp từ đỉnh tới đáy) và nội trở Z_g được chọn bằng 50 Ω , với điện áp đầu tải được biểu thị là V_{L2} . Ở ví dụ còn lại, điện áp máy phát RF V_g được chọn là 1100[Vp] (điện áp từ đỉnh tới đáy) và nội trở Z_g được chọn là 210 Ω có điện áp đầu tải được biểu thị là V_{L3} .

Điện áp đầu tải V_{L2} là ví dụ trong đó giả sử rằng, ở trạng thái trong đó sóng phản xạ bằng 100% và do vậy thường sinh ra sự tự dao động, 100% dung sai công suất sóng phản xạ được triển khai. Công suất đầu tải V_{L3} là ví dụ trong đó giả sử rằng việc chống suy giảm và dung sai công suất sóng phản xạ bằng 15% (tương ứng với 450W) thực hiện. Điện áp đầu tải V_{L0} là ví dụ trong đó trở kháng tải $Z_L=50\Omega$ và máy phát RF và tải được phối hợp trở kháng.

Như được thể hiện trên Fig.8, điện áp đầu tải V_{L0} là không đổi không phụ thuộc vào độ dài điện của cáp dẫn do máy phát RF và tải được phối hợp trở kháng. Điện áp đầu tải V_{L2} biểu thị dung sai công suất sóng phản xạ bằng 100% ở máy phát lớp C. Mặc dù sự tự dao động thường sinh ra khi dung sai công suất sóng phản xạ bằng 100%, điện áp đầu tải V_{L2} biểu thị rằng máy phát điện không gây tự dao động được giả sử cần được triển khai. Trong trường hợp này, điện áp sẽ gấp hai lần ($2V_{L0}$) điện áp đầu tải

V_{L0} .

Máy phát RF thực được thiết kế để có dung sai công suất sóng phản xạ cho phép nằm trong khoảng từ 15% đến 20% công suất danh định. Do vậy, điện áp đầu tải có thể được xuất ra bởi máy phát RF lớp C thường được thiết lập đến V_{L3} bởi hoạt động chống sụt giảm.

Ở máy phát RF lớp C, điện áp đầu tải là V_{L3} do nội trở Z_g được tăng lên khi máy phát RF lớp C được vận hành ở công suất thấp hơn công suất danh định. Trong trường hợp này, do dòng điện bị giới hạn bởi nội trở Z_g nên điện áp đầu tải gấp hai V_{L0} , vốn là đầu ra bởi phối hợp 50 ôm, ở mức cao nhất.

Mặt khác, do máy phát RF lớp D mà sáng chế được áp dụng cho phép 100% công suất sóng phản xạ, điện áp đầu tải là V_{L1} và điện áp đầu tải khi độ dài điện bằng $\lambda/4$ là $V_{L1}=11334[V_p]$. Việc so sánh giữa điện áp đầu tải V_{L1} và điện áp đầu tải $V_{L2}=1055[V_p]$ của máy phát RF lớp C cho thấy rằng $11334/1055$ gần bằng 10,7 lần, do vậy làm tăng điện áp đầu tải.

Khi $V_{SWR}=\infty$, điện áp đầu tải V_{L1} được tính toán từ biểu thức (13). Theo điều kiện V_{L1} được thể hiện trong Bảng 2, trị số được tính toán là $V_{L1}=(Z_o/Z_g) \cdot V_g=(50/2) \cdot 570=14,250[V_p]$.

Nhờ áp dụng sáng chế cho tải plasma, độ dài của cáp dẫn được chọn sao cho độ dài điện L_E khi đầu tải ở trạng thái hở bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ (n là số nguyên) với bước sóng cơ bản λ của AC RF. Độ dài của cáp dẫn, nếu được chọn theo cách này, cho phép cấp điện áp cao tới đầu tải trước khi plasma được đốt cháy, khiến dễ dàng đốt cháy tải plasma. Khoảng độ dài điện L_E này được chọn là $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ (n là số nguyên) mà trong đó V_{L1} có điện áp cao hơn V_{L3} trên Fig.8. Trong phần mô tả trên đây, n là số nguyên, $k \cdot \lambda$ biểu thị khoảng độ dài điện L_E mà trong đó điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng hoặc cao hơn điện áp được thiết lập, và hằng số k , nghĩa là điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) bằng K lần điện áp máy phát RF V_g , được biểu diễn bằng “ $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\} / (4\pi)$ ”.

Mặc dù nội trở Z_g chỉ được ký hiệu bởi điện trở R trong ví dụ này, song phần số ảo cũng có thể được bao gồm như trong $Z_g=R \pm jX$.

Như được thể hiện trên Fig.9, phần dưới đây mô tả hoạt động đốt cháy trong tải plasma bằng cách so sánh thao tác đốt cháy theo sáng chế với hoạt động của máy phát RF lớp C thông thường. Fig.9A đến Fig.9D và Fig.9E đến Fig.9H lần lượt thể hiện công suất sóng tiến, công suất sóng phản xạ, điện áp đầu ra máy phát, và điện áp đầu tải trong hoạt động đốt cháy của máy phát RF theo sáng chế và các hoạt động của máy phát RF lớp C thông thường. Theo các ví dụ trên Fig.9, tín hiệu điều khiển tăng ở T1 và giảm ở T2.

Theo máy phát RF lớp C thông thường, công suất sóng phản xạ tăng lên đồng thời tín hiệu điều khiển tăng và vượt quá mức giảm REF (vốn được chọn, chẳng hạn, là 15% đầu ra danh định) (xem Fig.9F). Khi công suất sóng phản xạ vượt quá mức giảm, việc chống sụt giảm được bắt đầu và điện áp đầu ra máy phát và công suất sóng tiến bị giới hạn (xem Fig.9G, Fig.9E). Khi công suất sóng tiến bị giới hạn, điện áp đầu tải không đạt điện áp cần để đốt cháy plasma và, do vậy, không thực hiện đốt cháy (xem Fig.9H).

Mặt khác, mức giảm công suất sóng phản xạ có thể được chọn 100% đầu ra danh định theo sáng chế. Việc chọn này ngăn không cho công suất sóng phản xạ (xem Fig.9B), tăng khi tín hiệu điều khiển tăng, vượt quá mức giảm REF, và việc chống suy giảm chưa được bắt đầu. Do vậy, công suất sóng tiến (xem Fig.9A) không bị giới hạn mà duy trì điện áp đầu ra máy phát (xem Fig.9C). Do vậy, điện áp đầu tải (xem Fig.9D) đạt mức đốt cháy, và plasma được đốt cháy.

Ngoài ra, sáng chế cũng đạt được hiệu quả duy trì plasma. Hoạt động đốt cháy lại cho tải plasma được mô tả có dựa vào Fig.10. Fig.10A đến Fig.10C lần lượt thể hiện công suất sóng tiến, công suất sóng phản xạ, và điện áp đầu tải trong hoạt động đốt cháy lại theo sáng chế. Trên Fig.10, Ta biểu thị thời gian khi tín hiệu điều khiển tăng và thao tác đốt cháy được bắt đầu, Tb biểu thị thời gian khi plasma được đốt cháy và trở nên ổn định, Tc biểu thị thời gian khi việc phóng điện trở nên không ổn định, Td biểu thị thời gian khi hoạt động đốt cháy lại được bắt đầu, và Te biểu thị thời gian khi plasma được đốt cháy lại và trở nên ổn định, một cách

lần lượt.

Khi plasma chuyển từ phóng điện ổn định sang phóng điện không ổn định ở thời gian T_c , công suất sóng phản xạ được tăng lên (xem Fig.10B). Khi công suất sóng phản xạ được tăng lên, điện áp đầu tải được tăng lên, hoạt động đốt cháy lại được bắt đầu ở thời điểm T_d , và duy trì plasma được xả ổn định bắt đầu ở thời gian T_e (xem Fig.10C).

Theo sáng chế, hoạt động đốt cháy lại có thể được thực hiện nhờ chọn độ dài điện, tăng điện áp đầu tải, khi độ dài điện của cáp dẫn được chọn.

Cả mạch khuếch đại lớp D lẫn mạch khuếch đại lớp E được biết như mạch khuếch đại để thực hiện hoạt động chuyển mạch của dụng cụ khuếch đại điện cao tần RF. Bộ khuếch đại lớp E này, vốn sử dụng mạch cộng hưởng, thì thoả mãn cộng hưởng với trở kháng riêng của cáp dẫn. Điện áp, được cấp cho dụng cụ khuếch đại điện cao tần RF nhờ công suất sóng phản xạ được tạo ở thời điểm cộng hưởng, vượt quá bốn đến mười lần công suất máy phát và, do vậy, có khả năng là điện áp có thể làm hỏng dụng cụ khuếch đại điện cao tần RF.

Do vậy, nếu bộ khuếch đại lớp E được sử dụng làm khối máy phát RF để thực hiện sáng chế, cần thêm kết cấu để ngăn không cho công suất sóng phản xạ làm hỏng dụng cụ khuếch đại điện cao tần RF.

Phần mô tả các phương án thực hiện và các biến thể mô tả trên đây là ví dụ của thiết bị cấp điện cao tần RF và phương pháp chọn điện áp đốt cháy theo sáng chế. Cần hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án thực hiện mà có thể được biến thể theo các cách khác nhau dựa trên bản chất của sáng chế và các biến thể này được bao gồm trong phạm vi của sáng chế.

[Khả năng ứng dụng trong công nghiệp]

Thiết bị cấp điện cao tần RF theo sáng chế có thể áp dụng như là nguồn cấp điện mà cấp điện cho thiết bị tạo plasma. Phương pháp chọn điện áp đốt cháy có thể áp dụng để lựa chọn điện áp đầu tải khi điện được cấp đến thiết bị tạo plasma.

22122

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị cấp điện cao tần RF (Radio Frequency-tần số vô tuyến) bao gồm:

khối máy phát RF biến đổi DC (Direct Current-dòng điện một chiều) của nguồn cấp điện DC thành AC (Alternating Current-dòng điện xoay chiều) RF thông qua hoạt động chuyển mạch; và

khối nguồn cấp điện được nối giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải, vốn là đầu vào của tải, để cấp AC RF cho tải, trong đó:

nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của nguồn cấp điện, và

độ dài điện (L_E) của khối nguồn cấp điện khi đầu tải ở trạng thái hở là trị số được chọn bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ (n là số nguyên, k là hằng số nằm trong khoảng từ 0 đến $\lambda/4$) với λ là bước sóng cơ bản của AC RF.

2. Thiết bị cấp điện cao tần RF theo điểm 1, trong đó:

khối nguồn cấp điện là cáp dẫn nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải,

nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của cáp dẫn, và

độ dài điện L_E của độ dài cáp của cáp dẫn khi đầu tải của tải ở trạng thái hở là chiều dài theo độ dài điện được chọn bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ (n là số nguyên, k là hằng số nằm trong khoảng từ 0 đến $\lambda/4$) với λ là bước sóng cơ bản của AC RF.

3. Thiết bị cấp điện cao tần RF theo điểm 1, trong đó:

khối nguồn cấp điện là mạch lọc nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải, mạch lọc là mạch cộng hưởng nối tiếp của tụ điện và cuộn cảm,

nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của mạch lọc, và

độ dài điện L_E của mạch lọc khi đầu tải ở trạng thái hở là độ dài điện được chọn bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ (n là số nguyên, k

là hằng số nằm trong khoảng từ 0 đến $\lambda/4$) với λ là bước sóng cơ bản của AC RF.

4. Thiết bị cấp điện cao tần RF theo điểm 1, trong đó:

khối nguồn cấp điện là mạch nối tiếp nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải, mạch nối tiếp gồm mạch lọc và cáp dẫn, mạch lọc là mạch gồm tụ điện và cuộn cảm,

nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của mạch nối tiếp, và

độ dài điện L_E của mạch nối tiếp khi đầu tải ở trạng thái hở là độ dài điện được chọn bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ (n là số nguyên, k là hằng số nằm trong khoảng từ 0 đến $\lambda/4$) với λ là bước sóng cơ bản của AC RF.

5. Thiết bị cấp điện cao tần RF theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó:

hằng số k bằng $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\} / (4\pi)$ và là hằng số xác định khoảng độ dài điện L_E khiến điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) gấp K lần điện áp máy phát RF V_g .

6. Phương pháp chọn điện áp đốt cháy mà khiến tải plasma tạo sự phóng điện plasma ở đầu tải vốn là đầu vào của tải plasma, phương pháp chọn điện áp đốt cháy được thực hiện khi khối máy phát RF cấp RF AC cho tải plasma qua khối nguồn cấp điện, phương pháp chọn điện áp đốt cháy bao gồm các bước:

chuyển đổi, nhờ khối máy phát RF, DC của nguồn cấp điện DC thành AC RF thông qua hoạt động chuyển mạch để làm cho nội trở của khối máy phát RF thấp hơn trở kháng riêng của khối nguồn cấp điện;

chọn độ dài điện L_E của khối nguồn cấp điện khi đầu tải của tải plasma ở trạng thái hở bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ (n là số nguyên, k là hằng số nằm trong khoảng từ 0 đến $\lambda/4$) với bước sóng cơ bản λ của AC RF khi tải plasma ở trạng thái không xả điện; và

chọn điện áp của đầu tải của tải plasma, được xác định bởi độ dài điện L_E , làm điện áp đốt cháy.

7. Phương pháp chọn điện áp đốt cháy theo điểm 6, trong đó:

khối nguồn cấp điện là cáp dẫn nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải plasma,

nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của cáp dẫn, độ dài điện L_E của độ dài cáp của cáp dẫn khi đầu tải của tải plasma ở trạng thái hở là độ dài được chọn bằng $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ (n là số nguyên, k là hằng số nằm trong khoảng từ 0 đến $\lambda/4$) với λ là bước sóng cơ bản của AC RF, và

điện áp đầu tải của tải plasma, được xác định bởi độ dài cáp, được chọn là điện áp đốt cháy.

8. Phương pháp chọn điện áp đốt cháy theo điểm 6, trong đó:

khối nguồn cấp điện là mạch lọc nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải plasma, mạch lọc là mạch gồm tụ điện và cuộn cảm,

nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của mạch lọc,

các trị số của tụ điện và cuộn cảm của mạch lọc được điều chỉnh sao cho độ dài điện L_E khi đầu tải của tải plasma ở trạng thái hở được chọn là $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ (n là số nguyên, k là hằng số nằm trong khoảng từ 0 đến $\lambda/4$) với λ là bước sóng cơ bản của AC RF, và

điện áp đầu tải của tải plasma, được xác định bởi mạch lọc, được chọn là điện áp đốt cháy.

9. Phương pháp chọn điện áp đốt cháy theo điểm 6, trong đó:

khối nguồn cấp điện là mạch nối tiếp nối điện giữa đầu ra của khối máy phát RF và đầu tải của tải plasma, mạch nối tiếp gồm mạch lọc và cáp dẫn, mạch lọc là mạch gồm tụ điện và cuộn cảm,

nội trở của khối máy phát RF là thấp hơn trở kháng riêng của mạch

nối tiếp,

trong mạch nối tiếp, chiều dài của cáp dẫn và các trị số của tụ điện và cuộn cảm của mạch lọc được điều chỉnh sao cho độ dài điện L_E khi đầu tải của tải plasma ở trạng thái hở được chọn $(2n-1) \cdot (\lambda/4) - k \cdot \lambda \leq L_E \leq (2n-1) \cdot (\lambda/4) + k \cdot \lambda$ (n là số nguyên, k là hằng số nằm trong khoảng từ 0 đến $\lambda/4$) với λ là bước sóng cơ bản của AC RF, và

điện áp đầu tải của tải plasma, được xác định bởi mạch nối tiếp, được chọn là điện áp đốt cháy.

10. Phương pháp chọn điện áp đốt cháy theo theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 9, trong đó:

hằng số k bằng $\{\pi - 2 \cdot \cos^{-1}(1/K)\} / (4\pi)$ và là hằng số xác định khoảng độ dài điện L_E khiến điện áp đầu tải ($V_z(z=L_E)$) gấp K lần của điện áp của máy phát RF V_g .

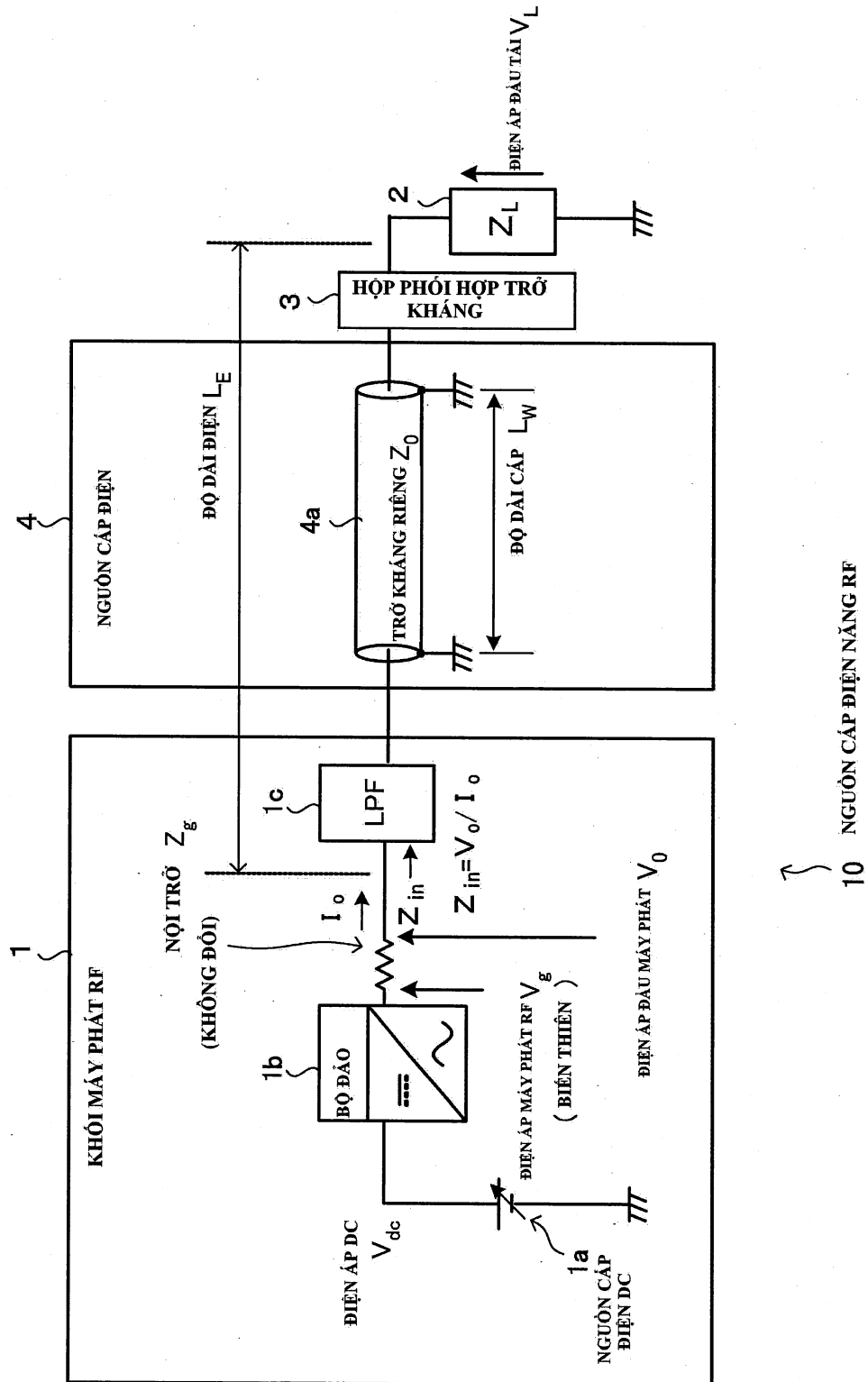


Fig.1

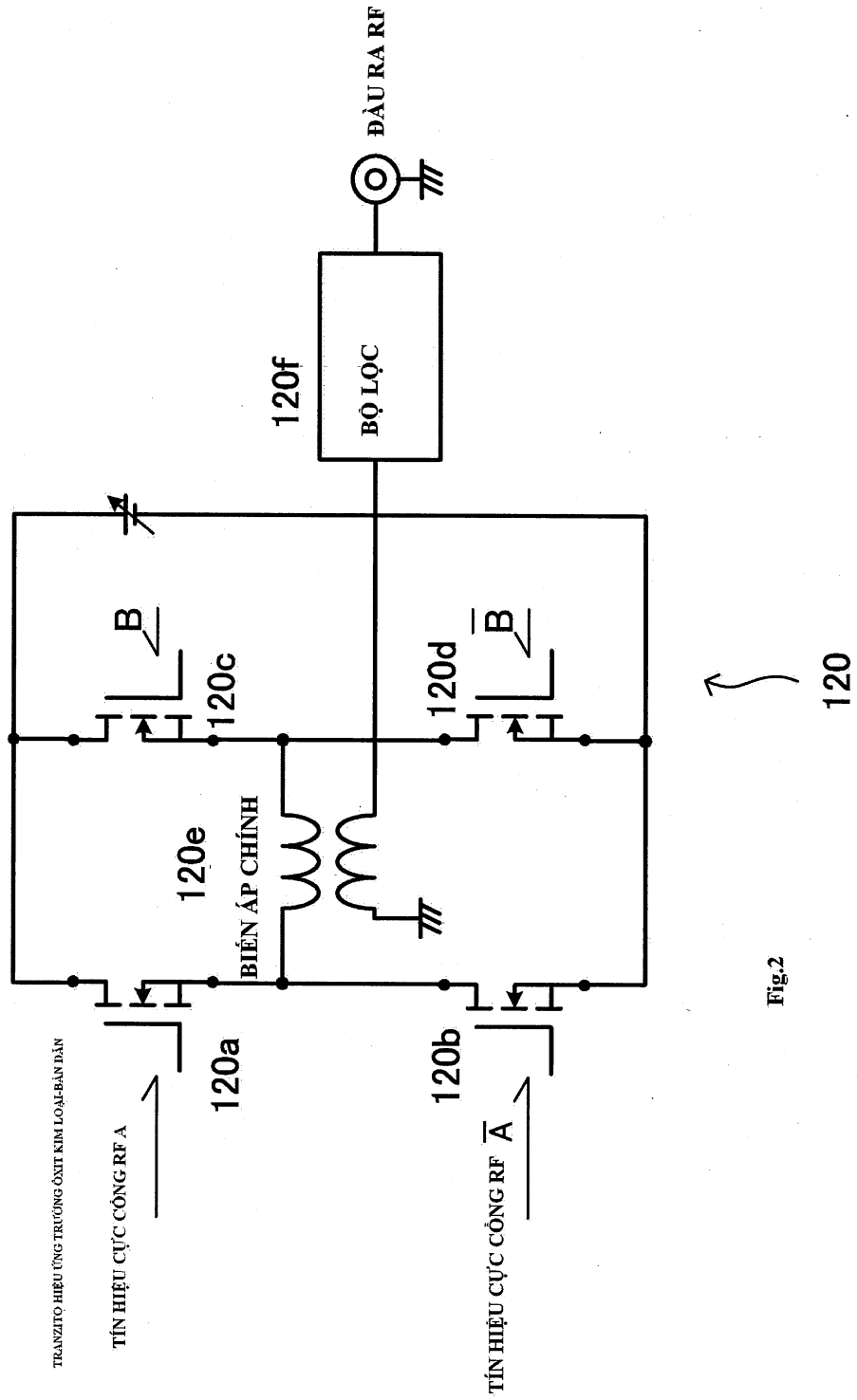


Fig.2

Fig.3A

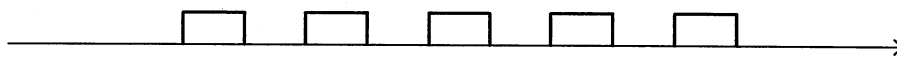
TÍN HIỆU CỰC CÔNG RF $A, \bar{B}$ 

Fig.3B

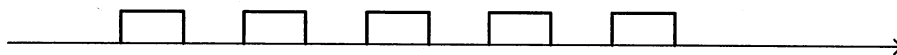
TÍN HIỆU CỰC CÔNG RF $\bar{A}, B$ 

Fig.3C

TÍN HIỆU ĐIỀU KHIỂN CỰC CÔNG

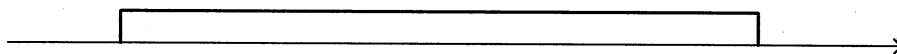


Fig.3D

ĐẦU RA RF

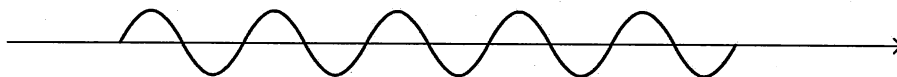


Fig.3E

CÔNG SUẤT SÓNG TIỀN

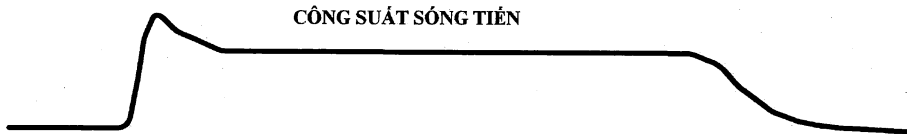


Fig.3F

CÔNG SUẤT SÓNG PHẢN XẠ



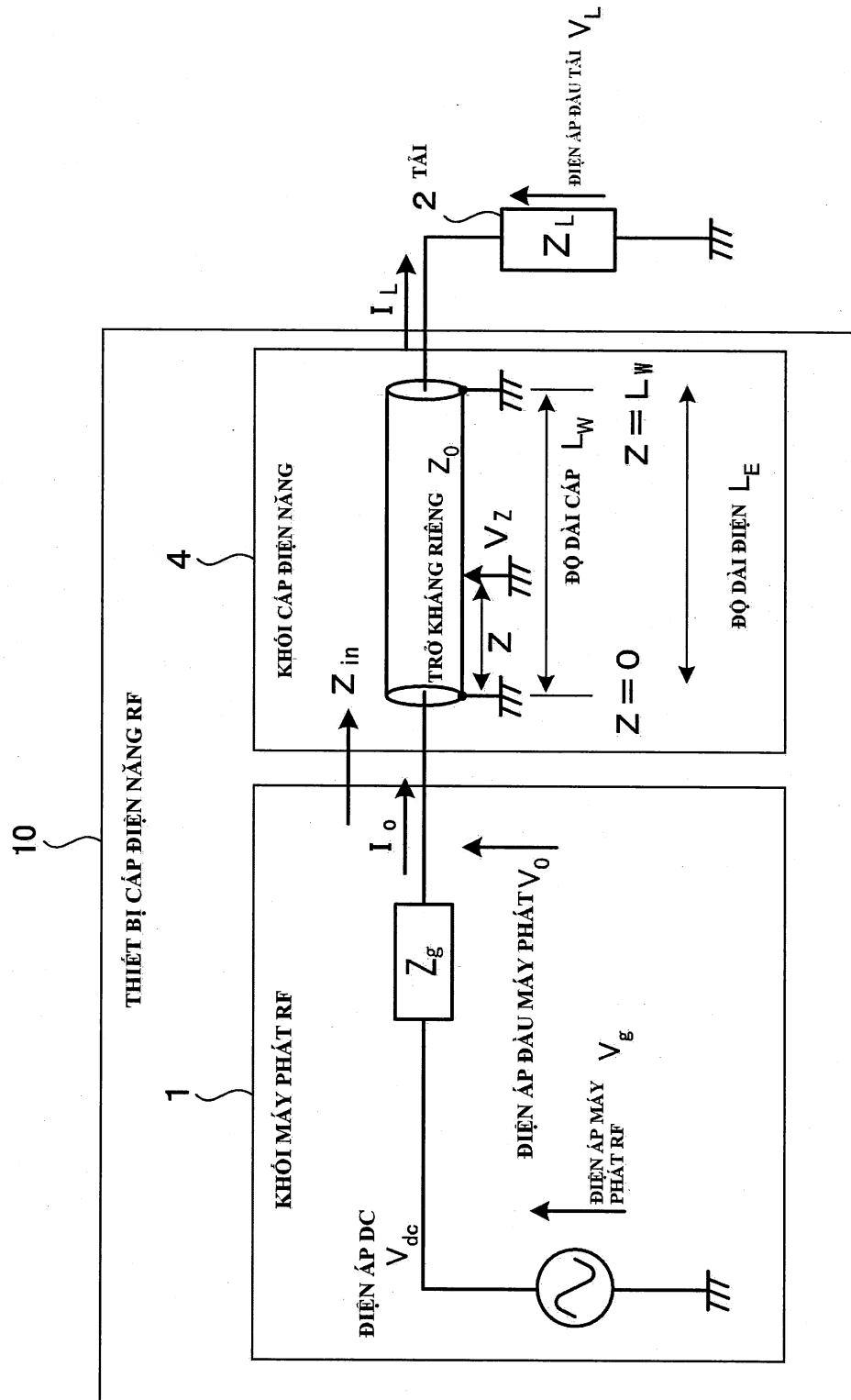


Fig.4

Fig.5A

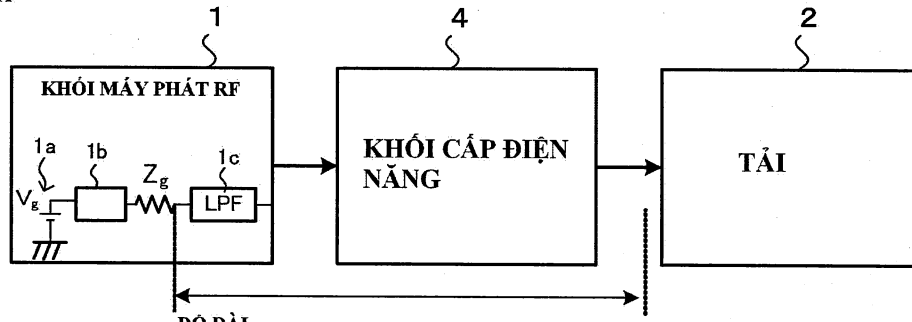


Fig.5B

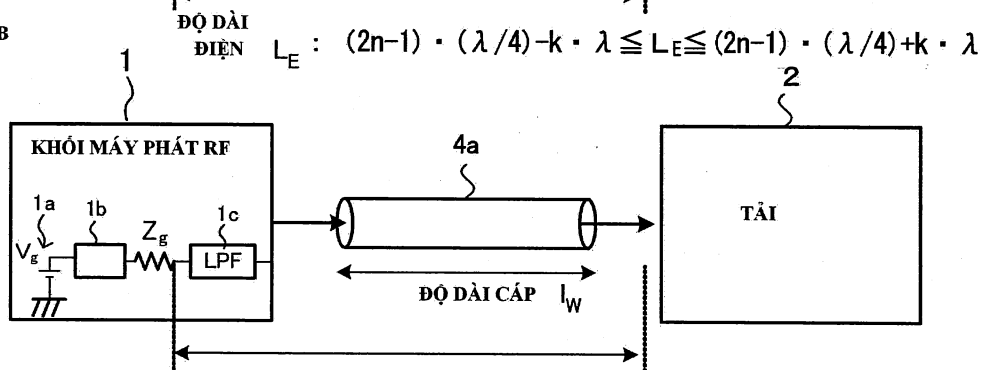


Fig.5C

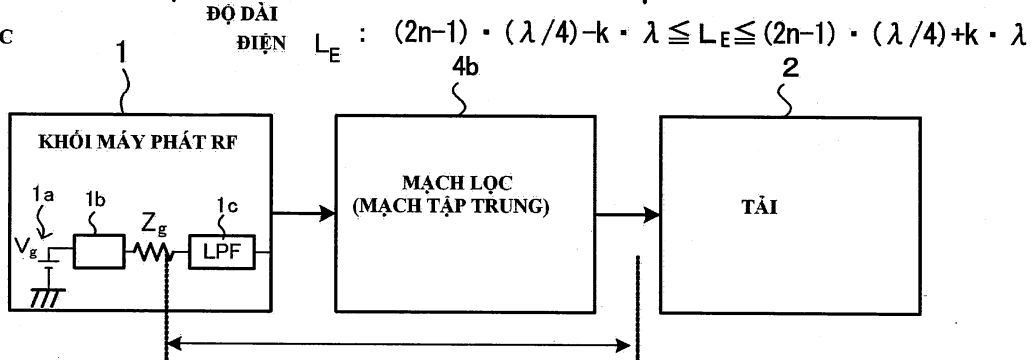
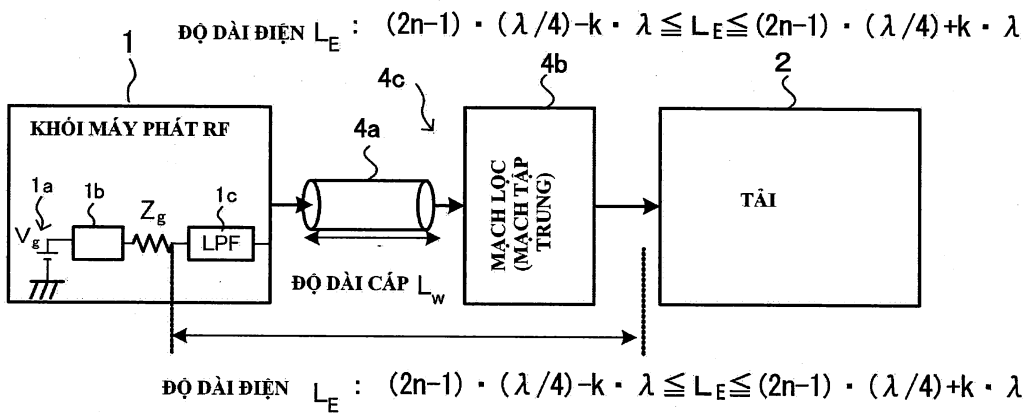


Fig.5D



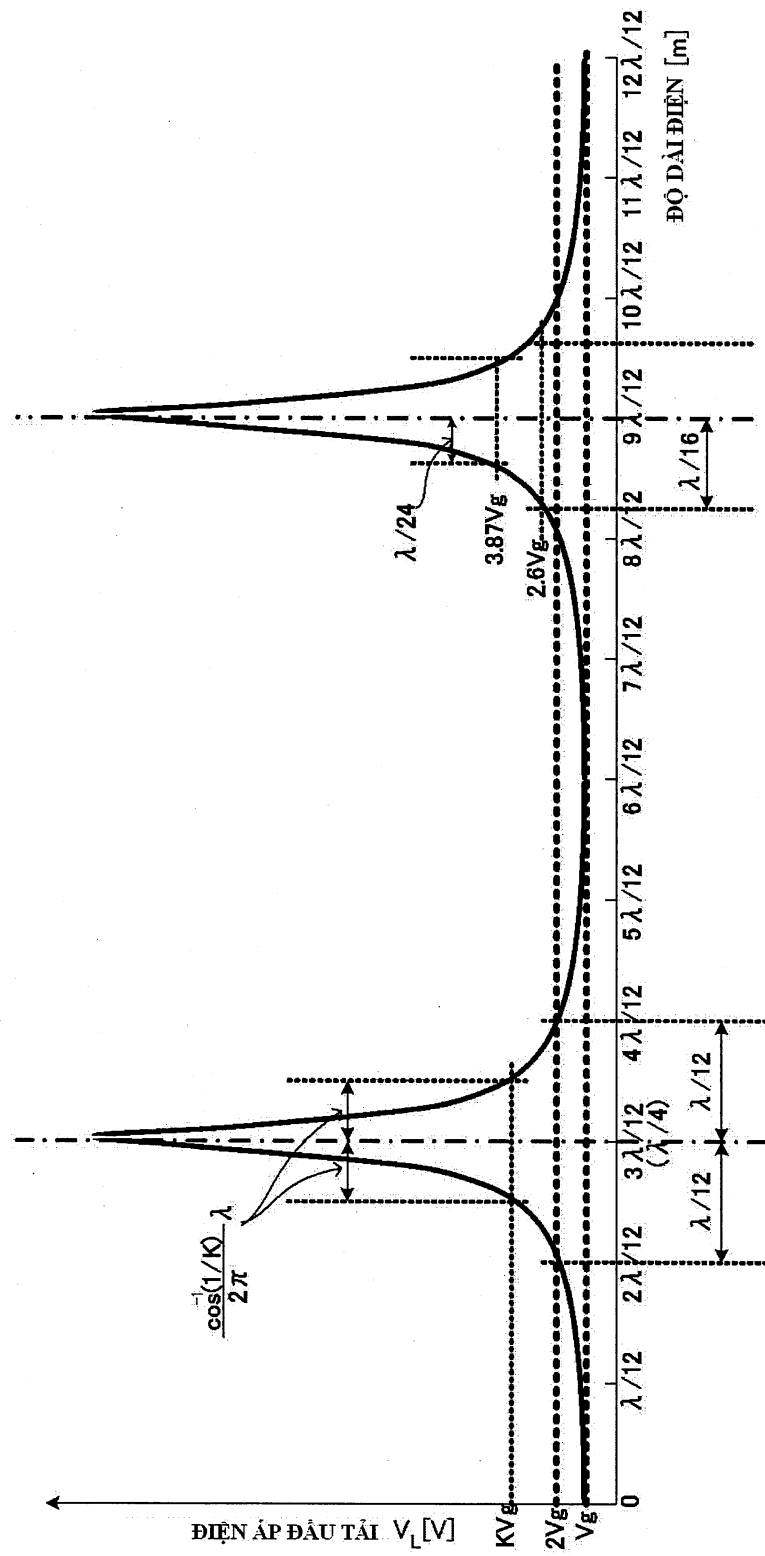


Fig.6

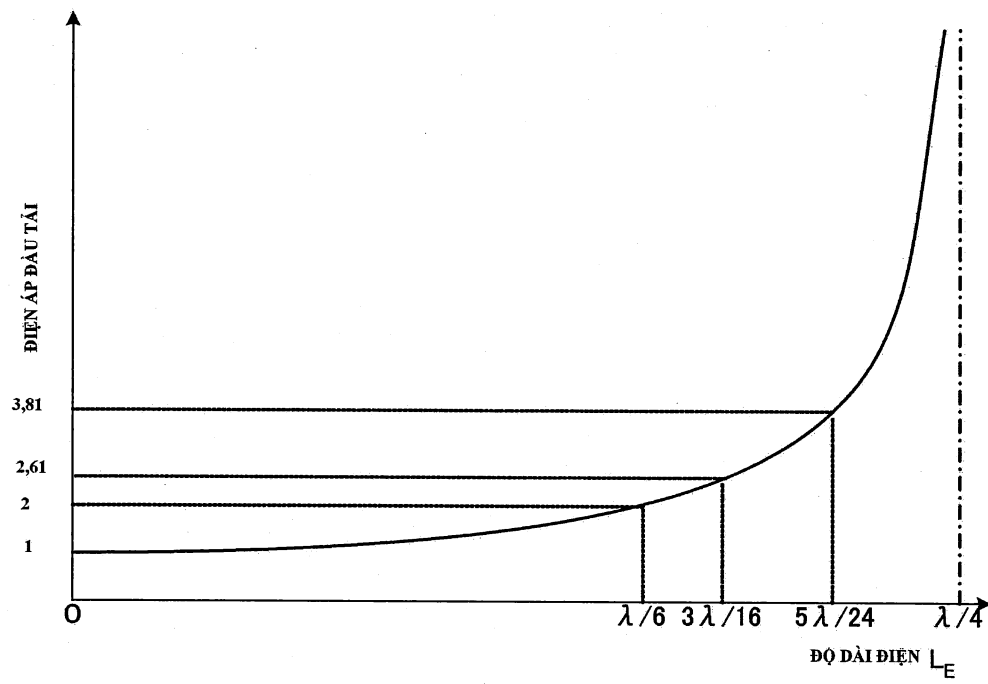


Fig.7

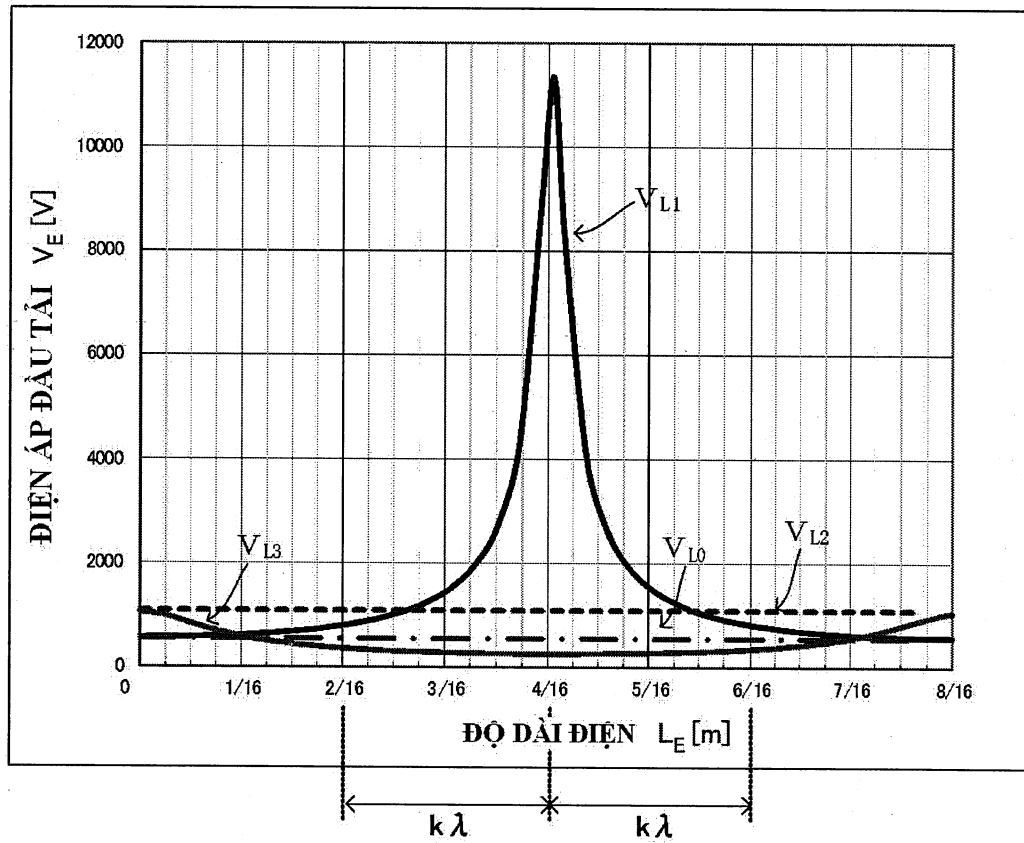


Fig.8

Fig.9A
CÔNG SUẤT SÓNG TIỀN

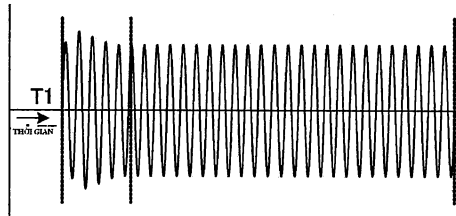


Fig.9E
CÔNG SUẤT SÓNG TIỀN

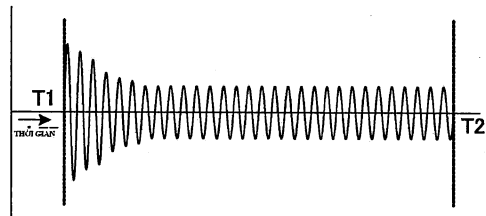


Fig.9B
CÔNG SUẤT SÓNG PHẢN XẠ **MỨC SUY GIẢM PHẢN XẠ (110% CÔNG SUẤT DANH ĐỊNH)**

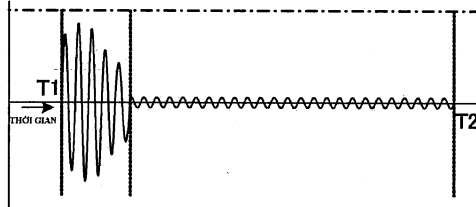


Fig.9F
CÔNG SUẤT SÓNG PHẢN XẠ

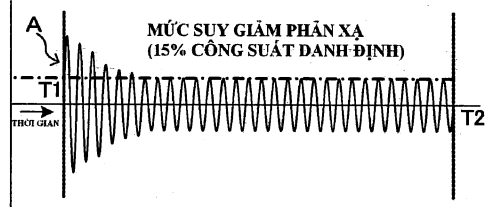


Fig.9C
ĐIỆN ÁP ĐẦU RA MÁY PHÁT

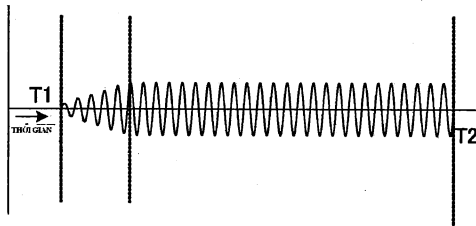


Fig.9G
ĐIỆN ÁP ĐẦU RA MÁY PHÁT

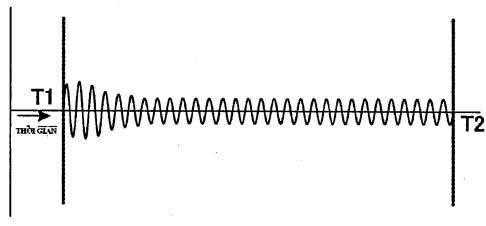
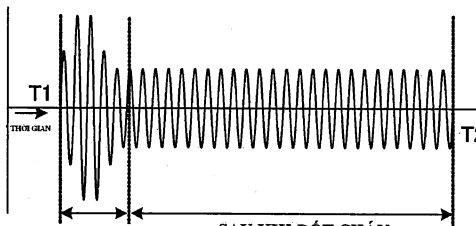


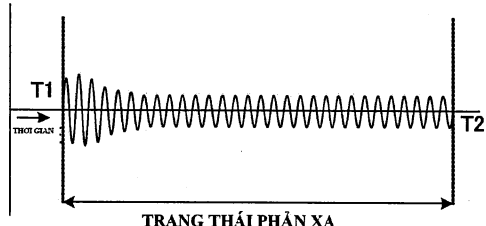
Fig.9D
ĐIỆN ÁP ĐẦU TẢI



TRẠNG THÁI PHẢN XẠ TRƯỚC KHI ĐÓT CHÁY

SAU KHI ĐÓT CHÁY

Fig.9H
ĐIỆN ÁP ĐẦU TẢI



TRẠNG THÁI PHẢN XẠ TRƯỚC KHI ĐÓT CHÁY

Fig.10A
CÔNG SUẤT SÓNG TIẾN

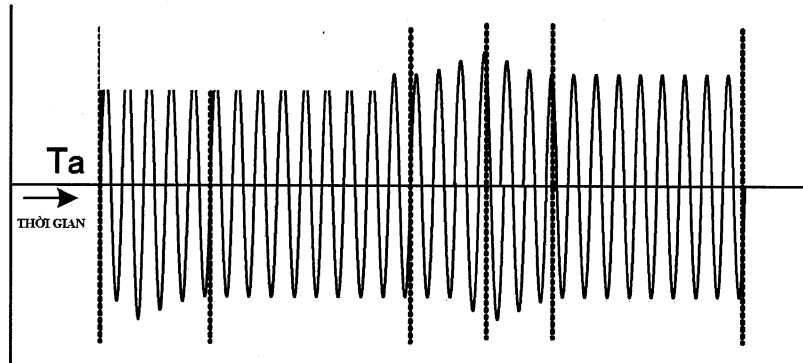


Fig.10B
CÔNG SUẤT SÓNG PHẢN XẠ

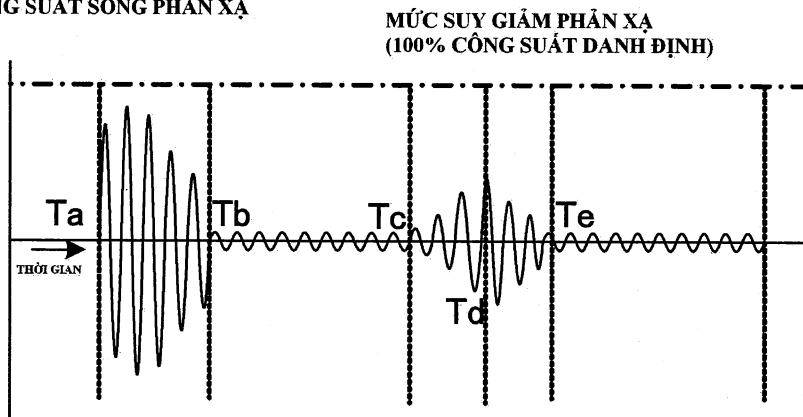
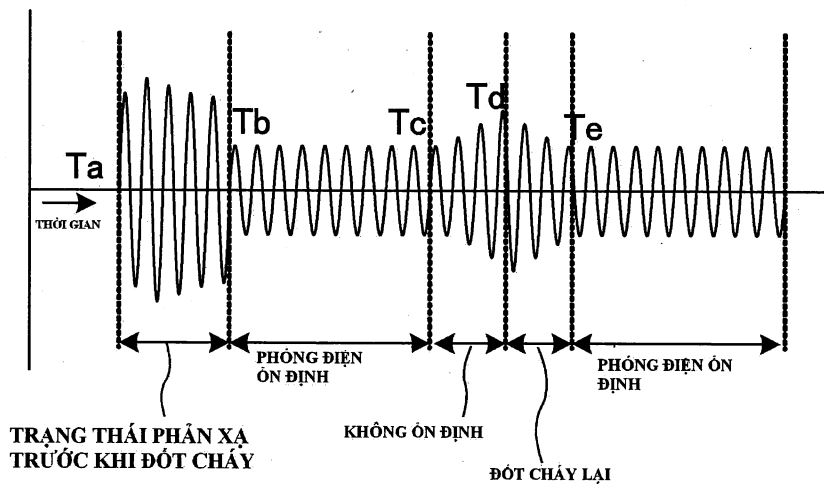


Fig.10C
ĐIỆN ÁP ĐẦU TẢI



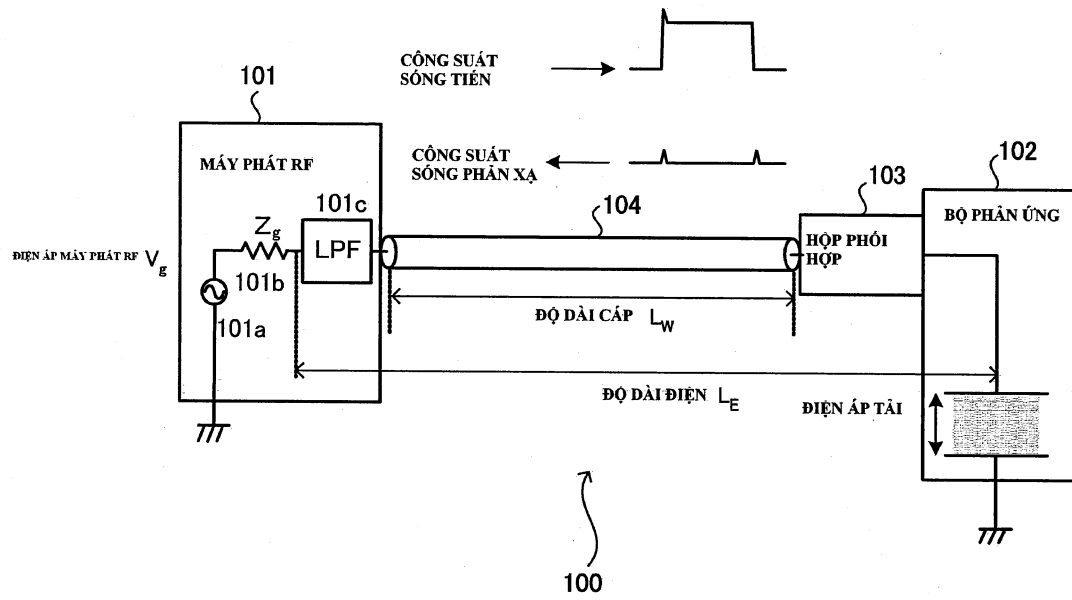
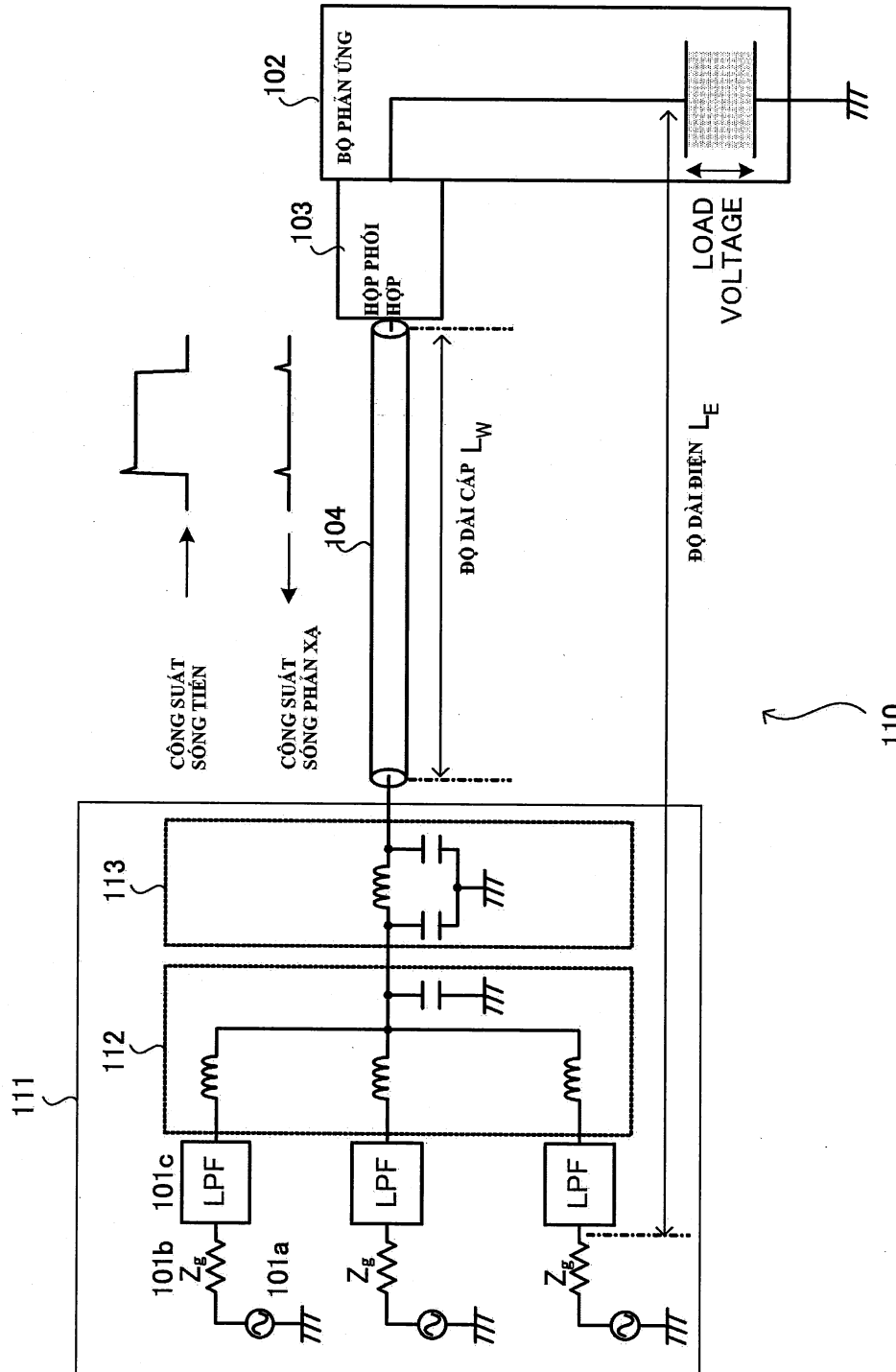


FIG. 11



110

Fig.12

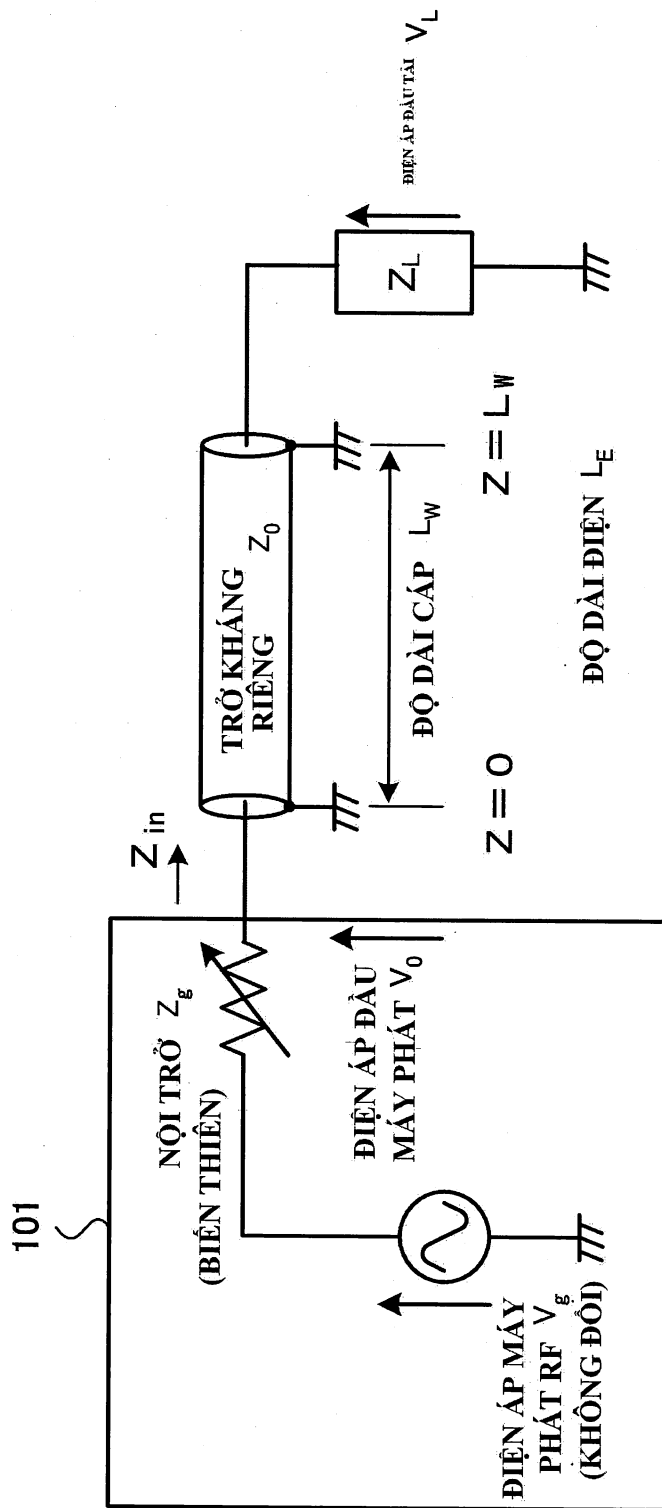


Fig.13