



(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

1-0022663

(51)⁷ **G03G 15/20, H05B 6/14, 6/36, 6/40**

(13) **B**

(21) 1-2015-00163

(22) 13.06.2013

(86) PCT/JP2013/066901 13.06.2013

(87) WO2013/191229 27.12.2013

(30) 2012-137892 19.06.2012 JP

2013-122216 10.06.2013 JP

(45) 27.01.2020 382

(43) 27.04.2015 325

(73) **CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)**

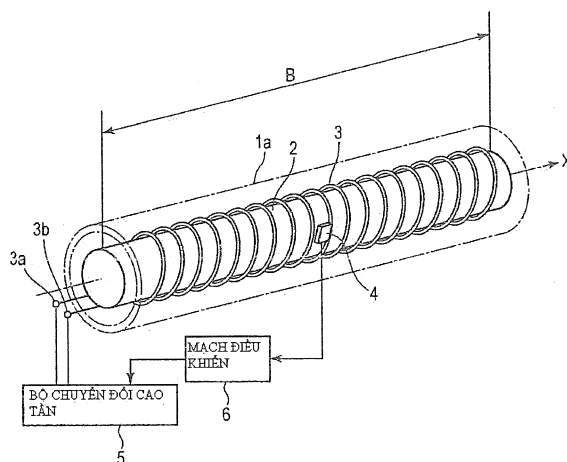
30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku, Tokyo, 1468501, Japan

(72) **Yuki Nishizawa (JP), Hiroshi Mano (JP), Minoru Hayasaki (JP), Aoji Isono (JP), Akira Kuroda (JP), Toshio Miyamoto (JP), Michio Uchida (JP), Seiji Uchiyama (JP)**

(74) **Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)**

(54) **CƠ CẤU CỐ ĐỊNH**

(57) Sáng chế đề cập đến cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi, cơ cấu này bao gồm: chi tiết quay gồm lớp dẫn điện; cuộn dây mà có phân dạng xoắn và nằm trong bên trong của chi tiết quay; và lõi nằm trong phân dạng xoắn; với từ trở của lõi, có vùng từ một đầu đến đầu kia của vùng truyền lớn nhất của ảnh trên chất liệu ghi theo hướng đường sinh, bằng hoặc nhỏ hơn 30% từ trở kết hợp được tạo từ từ trở của lớp dẫn điện và từ trở của vùng giữa lớp dẫn điện và lõi.



Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến cơ cấu cố định được lắp trong thiết bị tạo ảnh như máy sao chép hệ thống chụp ảnh điện, máy in, hoặc máy tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhìn chung, cơ cấu cố định được lắp trong thiết bị tạo ảnh như máy sao chép hệ thống chụp ảnh điện, máy in, hoặc máy tương tự, được tạo kết cấu để gia nhiệt chất liệu ghi ở đó ảnh mực chưa cố định được mang để cố định ảnh mực này trên chất liệu ghi trong khi vận chuyển chất liệu ghi bởi phần kẹp tạo từ chi tiết quay gia nhiệt và con lăn ép tiếp xúc với nó.

Những năm gần đây, đã phát triển và đưa vào thực tế cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng điện từ nhờ đó lớp dẫn điện của chi tiết quay gia nhiệt có thể được gia nhiệt trực tiếp. Cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng điện từ có ưu điểm là thời gian nóng lên ngắn.

Với các cơ cấu cố định được bộc lộ trong các công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản các số 2000-81806, 2004-341164 và 9-102385, theo dòng xoáy được cảm ứng trong lớp dẫn điện của chi tiết quay gia nhiệt với từ trường được tạo từ bộ phận tạo từ trường, lớp dẫn điện được gia nhiệt. Với các cơ cấu cố định này, kim loại từ tính dễ dàng đi qua từ thông như sắt hoặc niken hoặc kim loại tương tự mà chiều dày của nó trong khoảng từ 200 μ m đến 1mm, hoặc hợp kim chủ yếu được làm từ các chất này được sử dụng làm lớp dẫn điện của chi tiết quay gia nhiệt.

Đồng thời, để cố làm giảm thời gian nóng lên cơ cấu cố định, nhiệt dung của chi tiết quay gia nhiệt cần được giảm, và do đó, có ưu điểm là

chiều dày của lớp dẫn điện của chi tiết quay gia nhiệt nhỏ. Tuy nhiên, với các cơ cấu cố định được bộc lộ trong các tài liệu được đề cập ở trên, việc giảm chiều dày của chi tiết quay gia nhiệt được giảm, dẫn đến làm giảm hiệu suất nhiệt. Ngoài ra, đối với các cơ cấu cố định được bộc lộ trong các tài liệu được nêu trên, thậm chí trong trường hợp sử dụng vật liệu mà độ thấm tương đối của nó là thấp, hiệu suất nhiệt sẽ giảm. Do vậy, với các cơ cấu cố định được bộc lộ trong các tài liệu nêu trên, vật liệu dày có độ thấm tương đối cao phải được lựa chọn làm vật liệu chi tiết quay gia nhiệt.

Do đó, các cơ cấu cố định được bộc lộ trong các tài liệu nêu trên có vấn đề ở chỗ vật liệu được sử dụng làm lớp dẫn điện của chi tiết quay gia nhiệt bị hạn chế ở vật liệu có độ thấm tương đối cao, và các hạn chế nằm ở chi phí, phương pháp xử lý vật liệu, và kết cấu thiết bị.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến cơ cấu cố định trong đó các hạn chế về chiều dày và vật liệu của lớp dẫn điện sẽ nhỏ và lớp dẫn điện có thể được gia nhiệt với hiệu suất cao.

Theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế, cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi ở đó ảnh được tạo, gồm: chi tiết quay hình trụ gồm lớp dẫn điện; cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều mà gia nhiệt cảm ứng điện từ cho lớp dẫn điện, có phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị gần như song song với hướng đường sinh của chi tiết quay; và lõi được tạo kết cấu để cảm ứng đường lực từ của từ trường xoay chiều, nằm trong phần dạng xoắn; với từ trở của lõi, có phạm vi từ một đầu đến đầu kia của vùng truyền lớn nhất của ảnh trên chất liệu ghi theo hướng đường sinh, bằng hoặc nhỏ hơn 30% từ trở kết hợp được tạo từ từ trở lớp dẫn điện và từ trở của vùng giữa lớp dẫn điện và lõi.

Theo phương án thực hiện thứ hai của sáng chế, cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi ở đó ảnh được tạo, gồm: chi tiết quay hình trụ gồm lớp dẫn điện; cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều mà gia nhiệt cảm ứng điện từ cho lớp dẫn điện, có phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị gần như song song với hướng đường sinh của chi tiết quay; và lõi được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ của từ trường xoay chiều, có dạng ở đó vòng khép kín không được tạo bên ngoài chi tiết quay và nằm trong phần dạng xoắn; với 70% hoặc hơn các đường lực từ được xuất ra từ một đầu theo hướng đường sinh của lõi vượt qua bên ngoài của lớp dẫn điện và trở về đầu kia của lõi.

Theo phương án thực hiện thứ ba của sáng chế, cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi ở đó ảnh được tạo, gồm: chi tiết quay hình trụ gồm lớp dẫn điện; cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều mà gia nhiệt cảm ứng điện từ cho lớp dẫn điện, có phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị gần như song song với hướng đường sinh của chi tiết quay; và lõi được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ của từ trường xoay chiều, nằm trong phần dạng xoắn; với độ thấm tương đối của lớp dẫn điện và độ thấm tương đối của chi tiết trong phạm vi giữa lớp dẫn điện và lõi, trong phạm vi từ một đầu đến đầu kia của vùng truyền lớn nhất của ảnh trên chất liệu ghi theo hướng đường sinh, nhỏ hơn 1,1; và trong đó cơ cấu cố định thỏa mãn biểu thức quan hệ (1) dưới đây với mặt cắt vuông góc với hướng đường sinh xuyên qua diện tích này: $0,06 \times \mu_c \times S_c \geq S_s + S_a$ (1) ở đó S_s biểu thị diện tích mặt cắt của lớp dẫn điện, S_a biểu thị diện tích mặt cắt của vùng giữa lớp dẫn điện và lõi, S_c biểu thị diện tích mặt cắt của lõi, và μ_c biểu thị độ thấm tương đối của lõi.

Theo phương án thực hiện thứ tư của sáng chế, cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi ở đó ảnh được tạo, gồm: chi tiết quay hình trụ gồm lớp dẫn điện; cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều mà gia nhiệt cảm ứng điện từ cho lớp dẫn điện, có phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị gần như song song với hướng đường sinh của chi tiết quay; và lõi được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ của từ trường xoay chiều, nằm trong phần dạng xoắn; với lớp dẫn điện được tạo từ vật liệu không từ tính, và lõi có hình dạng ở đó vòng khép kín không được tạo ngoài chi tiết quay.

Theo phương án thực hiện thứ năm của sáng chế, cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi ở đó ảnh được tạo, cơ cấu này bao gồm: chi tiết quay hình trụ gồm lớp dẫn điện; cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều mà gia nhiệt cảm ứng điện từ cho lớp dẫn điện, có phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị gần như song song với hướng đường sinh của chi tiết quay; và lõi được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ của từ trường xoay chiều, nằm trong phần dạng xoắn; với lớp dẫn điện được tạo từ vật liệu không từ tính, và chiều dày của lớp dẫn điện bằng hoặc mỏng hơn $75\mu\text{m}$.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình phối cảnh của màng cố định, lõi từ, và cuộn dây.

Fig.2 là sơ đồ kết cấu của thiết bị tạo ảnh theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ dạng lược đồ mặt cắt của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế.

Fig.4A là hình vẽ dạng lược đồ của từ trường ở lân cận cuộn dây điện từ.

Fig.4B là hình vẽ dạng lược đồ sự phân bố mật độ từ thông ở đường trục tâm cuộn dây điện từ.

Fig.5A là hình vẽ dạng lược đồ của từ trường ở lân cận cuộn dây điện từ và lõi từ.

Fig.5B là hình vẽ dạng lược đồ sự phân bố mật độ từ thông ở đường trục tâm cuộn dây điện từ.

Fig.6A là hình vẽ dạng lược đồ vùng lân cận phần đầu của lõi từ của cuộn dây điện từ.

Fig.6B là hình vẽ dạng lược đồ sự phân bố mật độ từ thông ở trục giữa cuộn dây điện từ.

Fig.7A là hình vẽ dạng lược đồ của dạng cuộn dây và từ trường.

Fig.7B là hình vẽ dạng lược đồ của vùng nơi từ thông xuyên qua mạch được ổn định.

Fig.8A là hình vẽ dạng lược đồ của dạng cuộn dây và từ trường.

Fig.8B là hình vẽ dạng lược đồ của vùng ở đó từ thông được ổn định.

Fig.9A là sơ đồ minh họa ví dụ về các đường lực từ làm hỏng mục đích theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế.

Fig.9B là sơ đồ minh họa ví dụ về các đường lực từ làm hỏng mục đích theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế.

Fig.9C là sơ đồ minh họa ví dụ về các đường lực từ làm hỏng mục đích theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế.

Fig.10A là hình vẽ dạng lược đồ của kết cấu ở đó đặt cuộn dây hình ống có độ dài hữu hạn.

Fig.10B là hình vẽ mặt cắt và hình chiếu cạnh của kết cấu.

Fig.11A là sơ đồ mạch từ tương đương của khoảng trống gồm lõi, cuộn dây, và thân hình trụ trên đơn vị độ dài.

Fig.11B là sơ đồ mạch từ tương đương của kết cấu theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế.

Fig.12 là hình vẽ dạng lược đồ của lõi từ và khoảng hở.

Fig.13A là hình vẽ mặt cắt dạng lược đồ của dòng điện và từ trường trong chi tiết quay hình trụ.

Fig.13B là hình phối cảnh theo hướng chiều dọc của chi tiết quay hình trụ.

Fig.14A là sơ đồ minh họa sự biến đổi từ dòng điện cao tần của cuộn dây kích thích sang dòng điện chu vi ống nối.

Fig.14B là mạch tương đương của cuộn dây kích thích và ống nối.

Fig.15A là hình vẽ dạng lược đồ giải thích liên quan đến hiệu suất mạch.

Fig.15B là hình vẽ dạng lược đồ giải thích liên quan đến hiệu suất mạch.

Fig.15C là hình vẽ dạng lược đồ giải thích liên quan đến hiệu suất mạch.

Fig.16 là hình vẽ dạng lược đồ của thiết bị thử nghiệm được sử dụng cho các thử nghiệm đo hiệu suất biến đổi công suất.

Fig.17 là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa tỷ lệ các đường lực từ phía ngoài chi tiết quay hình trụ và hiệu suất biến đổi.

Fig.18A là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa hiệu suất biến đổi và tần số với kết cấu theo phương án thực hiện thứ nhất.

Fig.18B là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa hiệu suất biến đổi và chiều dày với kết cấu theo phương án thực hiện thứ nhất.

Fig.19 là hình vẽ dạng lược đồ của cơ cấu cố định ở thời điểm lõi từ được phân chia.

Fig.20 là hình vẽ dạng lược đồ của các đường lực từ ở thời điểm lõi từ được phân chia.

Fig.21 là sơ đồ minh họa các kết quả đo hiệu năng chuyển đổi công suất với các kết cấu theo phương án thực hiện thứ nhất và ví dụ đối chứng 1.

Fig.22 là sơ đồ minh họa các kết quả đo hiệu năng chuyển đổi công

suất với các kết cấu theo phương án thực hiện thứ hai và ví dụ đối chứng 2.

Fig.23 là sơ đồ minh họa kết cấu của cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng dùng làm ví dụ đối chứng 2.

Fig.24 là hình vẽ dạng lược đồ của từ trường trong cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng dùng làm ví dụ đối chứng 2.

Fig.25A là hình vẽ mặt cắt dạng lược đồ của từ trường trong cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng dùng làm ví dụ đối chứng 3.

Fig.25B là hình vẽ mặt cắt dạng sơ đồ được phóng to của từ trường trong cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng dùng làm ví dụ đối chứng 3.

Fig.26 là sơ đồ minh họa các kết quả đo hiệu năng chuyển đổi công suất với các kết cấu theo phương án thực hiện thứ ba và ví dụ đối chứng 3.

Fig.27 là hình vẽ mặt cắt theo hướng chiều dọc của lõi từ và cuộn dây theo ví dụ đối chứng 4.

Fig.28 là hình vẽ dạng lược đồ của từ trường trong cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng dùng làm ví dụ đối chứng 4.

Fig.29A là sơ đồ giải thích hướng của dòng xoáy trong cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng dùng làm ví dụ đối chứng 4.

Fig.29B là sơ đồ giải thích hướng của dòng xoáy trong cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng dùng làm ví dụ đối chứng 4.

Fig.29C là sơ đồ giải thích hướng của dòng xoáy trong cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng dùng làm ví dụ đối chứng 4.

Fig.30 là sơ đồ minh họa các kết quả đo hiệu năng chuyển đổi công suất với các kết cấu của phương án thực hiện thứ tư và ví dụ đối chứng 4.

Fig.31 là sơ đồ giải thích của dòng xoáy $E//$.

Fig.32 là sơ đồ giải thích của dòng xoáy $E\perp$.

Fig.33A là sơ đồ minh họa hình dạng của lõi từ theo phương án thực hiện khác của sáng chế.

Fig.33B là sơ đồ minh họa hình dạng của lõi từ theo phương án thực hiện khác của sáng chế.

Fig.34 là sơ đồ minh họa cơ cấu cố định lõi không khí.

Fig.35 là sơ đồ minh họa lõi từ trong trường hợp tạo đường từ kín.

Fig.36 là hình vẽ dạng lược đồ kết cấu mặt cắt của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ năm.

Fig.37 là mạch tương đương của đường từ của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ năm.

Fig.38 là hình vẽ dạng lược đồ mô tả hình dạng đường lực từ và giảm lượng nhiệt.

Fig.39 là sơ đồ kết cấu dạng lược đồ của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ sáu.

Fig.40A là hình vẽ mặt cắt của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ sáu. và

Fig.40B là hình vẽ mặt cắt của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ sáu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án thực hiện thứ nhất

(1) Ví dụ về thiết bị tạo ảnh

Sau đây, một phương án thực hiện sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ. Fig.2 là sơ đồ kết cấu của thiết bị tạo ảnh 100 theo phương án thực hiện sáng chế. Thiết bị tạo ảnh 100 theo phương án thực hiện sáng chế là máy in tia laze sử dụng quá trình chụp ảnh điện. Số chỉ dẫn 101 ký hiệu chi tiết cảm quang chụp ảnh điện kiểu trống quay (sau đây, được gọi là trống cảm quang) dùng làm chi tiết mang ảnh, và được dẫn động bằng cách quay với vận tốc theo chu vi định trước. Trống cảm quang 101 được nạp điện đều với độ phân cực định trước và điện thế định trước nhờ con lăn nạp 102 trong quá trình quay. Số chỉ dẫn 103 ký hiệu

bộ phận quét tia laze dùng làm khối lộ sáng. Máy quét 103 xuất ra tia laze L được điều biến theo dữ liệu ảnh sẽ được đưa vào từ thiết bị bên ngoài như máy quét ảnh không được minh họa hoặc máy tính hoặc máy tương tự, và làm lộ sáng mặt tích điện của trống cảm quang 101 bằng cách quét. Theo việc lộ sáng quét này, sự tích điện trên bề mặt của trống cảm quang 101 được loại bỏ, ảnh ẩn tĩnh điện theo dữ liệu ảnh được tạo trên bề mặt của trống cảm quang 101. Số chỉ dẫn 104 ký hiệu bộ phận hiện ảnh, mực được cấp từ con lăn hiện ảnh 104a đến bề mặt trống cảm quang 101, và ảnh ẩn tĩnh điện được tạo dưới dạng ảnh mực. Số chỉ dẫn 105 ký hiệu ngăn cấp giấy đựng chất liệu ghi P được nạp trong đó. Con lăn cấp giấy 106 được dẫn động dựa trên tín hiệu khởi động cấp giấy, và chất liệu ghi P trong ngăn cấp giấy 105 được cấp bằng cách được tách mỗi lần một tờ. Chất liệu ghi P được đưa vào phần truyền 108T được tạo gồm trống cảm quang 101 và con lăn truyền 108 thông qua con lăn ghi 107 ở thời điểm định trước. Cụ thể là, ở thời điểm khi phần đầu trước của ảnh mực trên trống cảm quang 101 tới vào phần truyền 108T, việc vận chuyển chất liệu ghi P được điều khiển bởi con lăn cân chỉnh 107 sao cho phần đầu trước của chất liệu ghi P đến phần truyền 108T. Trong khi chất liệu ghi P dẫn vào phần truyền 108T được vận chuyển đến phần truyền 108T này, thiên áp truyền được cấp cho con lăn truyền 108 bởi nguồn cấp thiên áp truyền không được minh họa trên hình vẽ. Thiên áp truyền có cực tính đối của mực được cấp cho con lăn truyền 108, và do đó, ảnh mực ở phía bề mặt của trống cảm quang 101 được truyền đến bề mặt của chất liệu ghi P ở phần truyền 108T. Chất liệu ghi P nơi mà ảnh mực được truyền ở phần truyền 108T được tách ra khỏi bề mặt của trống cảm quang 101 và được xử lý cố định ở cơ cấu cố định A thông qua phần dẫn hướng vận chuyển 109. Cơ cấu cố định A sẽ được mô tả sau. Mặt khác, bề mặt của trống cảm quang 101 sau khi chất liệu ghi được tách ra khỏi trống cảm quang 101 được làm sạch ở bộ phận làm sạch 110, và được sử dụng lặp lại cho

hoạt động tạo ảnh. Chất liệu ghi P đi qua cơ cấu cố định A được xả trên khay xuất giấy 112 từ cửa xuất giấy 111.

(2) Cơ cấu cố định

2-1. Kết cấu dạng lược đồ

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt dạng lược đồ của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế. Cơ cấu cố định A gồm màng cố định dùng làm chi tiết quay gia nhiệt dạng trụ, phần dẫn hướng màng 9 (phần dẫn đai) dùng làm chi tiết tạo phần kẹp tiếp xúc với mặt trong của màng cố định 1, và con lăn ép 7 dùng làm chi tiết đối. Con lăn ép 7 tạo phần kẹp N dọc theo chi tiết tạo phần kẹp thông qua màng cố định 1. Chất liệu ghi P nơi ảnh mực T được mang được gia nhiệt trong khi được truyền bởi phần kẹp N để cố định ảnh mực T trên chất liệu ghi P.

Chi tiết tạo phần kẹp 9 được ép tỳ vào con lăn ép 7 kẹp xen màng cố định 1 giữa chúng nhờ lực ép có áp lực tổng cũng nằm trong khoảng từ 50N đến 100N (khoảng 5kgf đến khoảng 10kgf) nhờ sử dụng khối mang không được minh họa trên hình vẽ và khối ép. Con lăn ép 7 được dẫn động bằng cách quay theo chiều mũi tên nhờ sử dụng nguồn dẫn động không được minh họa trên hình vẽ, lực quay tác động lên màng cố định 1 theo lực ma sát ở phần kẹp N, và màng cố định 1 được dẫn động bởi con lăn ép 7 để quay. Chi tiết tạo phần kẹp 9 cũng có chức năng dùng làm phần dẫn hướng màng được tạo kết cấu để dẫn hướng mặt trong của màng cố định 1, và được tạo kết cấu từ polyphenylen sulfua (PPS) vốn là nhựa chịu nhiệt, hoặc loại tương tự.

Màng cố định 1 (đai cố định) gồm lớp dẫn điện 1a (lớp nền) làm bằng kim loại có đường kính (đường kính ngoài) nằm trong khoảng từ 10mm đến 100mm, lớp đàn hồi 1b được tạo ở phía ngoài lớp dẫn điện 1a, và lớp bề mặt 1c (lớp tách) được tạo ở phía ngoài của lớp đàn hồi 1b. Sau đây, lớp dẫn điện 1a sẽ được gọi là “chi tiết quay hình trụ” hoặc “chi tiết hình

trụ”. Màng cố định 1 có độ đàn hồi.

Theo phương án thực hiện thứ nhất, nhôm có độ thấm tương đối 1,0, và chiều dày $20\mu\text{m}$ được sử dụng làm chi tiết quay hình trụ 1a. Đồng (Cu) hoặc Ag (bạc) vốn là chi tiết không từ tính có thể được sử dụng, hoặc thép không gỉ austenit (SUS) có thể được sử dụng làm vật liệu của chi tiết quay hình trụ 1a. Như là một trong các dấu hiệu theo phương án thực hiện sáng chế, cần thấy rằng có nhiều tùy chọn vật liệu được sử dụng làm chi tiết quay hình trụ 1a. Do vậy, có ưu điểm là trong đó vật liệu có khả năng gia công cao, hoặc vật liệu chi phí thấp có thể được sử dụng.

Chiều dày của chi tiết quay hình trụ 1a bằng hoặc mỏng hơn $75\mu\text{m}$, và tốt hơn là bằng hoặc mỏng hơn $50\mu\text{m}$. Đây là do mong muốn tạo độ đàn hồi thích hợp cho chi tiết quay hình trụ 1a, và cũng để giảm lượng nhiệt của nó. Đường kính nhỏ có ưu điểm là giảm lượng nhiệt. Nhờ giảm chiều dày xuống $75\mu\text{m}$ hoặc tốt hơn là bằng hoặc mỏng hơn $50\mu\text{m}$, ưu điểm khác là cải thiện đặc tính đàn hồi. Màng cố định 1 được dẫn động bằng cách quay ở trạng thái được ép bởi chi tiết tạo phân kẹp 9 và con lăn ép 7. Màng cố định 1 bị ép và biến dạng ở phần kẹp N và tiếp nhận ứng suất cho mỗi một vòng quay của nó. Thậm chí nếu việc uốn lặp lại được tác động liên tục lên màng cố định 1 cho đến tuổi thọ bền mỏi của cơ cấu cố định, thì lớp dẫn điện 1a làm bằng kim loại của màng cố định 1 phải được thiết kế sao cho không gây đứt gãy do mỏi. Khi chiều dày của lớp dẫn điện 1a được giảm, khả năng cho phép chống lại đứt gãy do mỏi của lớp dẫn điện 1a làm từ kim loại được cải thiện đáng kể. Đây là do, khi lớp dẫn điện 1a được ép và biến dạng theo hình dạng của bề mặt cong của chi tiết tạo phân kẹp 9, nếu lớp dẫn điện 1a càng mỏng, thì nội ứng suất tác động lên lớp dẫn điện 1a càng giảm. Nhìn chung, khi chiều dày của lớp kim loại được sử dụng cho màng cố định đạt bằng hoặc mỏng hơn $50\mu\text{m}$, hiệu quả này được đánh dấu, và để thu được khả năng cho phép đủ chống

lại việc hỏng do môi. Theo các lý do nêu trên, để giảm tối đa lượng nhiệt, và cải thiện khả năng cho phép chống lại việc hỏng do môi, điều quan trọng là sử dụng lớp dẫn điện 1a sao cho hạn chế chiều dày của nó xuống 50 μ m hoặc mỏng hơn. Phương án thực hiện sáng chế có ưu điểm trong đó chiều dày của lớp dẫn điện 1a có thể được hạn chế xuống 50 μ m hoặc mỏng hơn thậm chí với cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng điện từ.

Lớp đàn hồi 1b được tạo từ cao su silic có độ cứng 20 độ (theo tiêu chuẩn công nghiệp Nhật JIS-A, 1kg được chất tải), và có chiều dày trong khoảng từ 0,1mm đến 0,3mm. Ngoài ra, ống nhựa flocacbon có chiều dày trong khoảng từ 10 μ m đến 50 μ m được phủ trên lớp đàn hồi 1b như là lớp bề mặt 1c (lớp tách). Lõi từ 2 được đưa vào phần rỗng của màng cố định 1 theo hướng đường sinh của màng cố định 1. Cuộn dây kích thích 3 được quấn quanh chu vi ngoài của lõi từ 2 của nó.

2-2. Lõi từ

Fig.1 là hình phối cảnh của chi tiết quay hình trụ 1a (lớp dẫn điện), lõi từ 2, và cuộn dây kích thích 3. Lõi từ 2 có dạng trụ, và nằm gần như ở tâm của màng cố định 1 nhờ khối cố định không được minh họa trên hình vẽ. Lõi từ 2 có vai trò tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ (từ thông) của từ trường xoay chiều được tạo ở cuộn dây kích thích 3 vào trong chi tiết quay hình trụ 1a (vùng nằm giữa chi tiết quay hình trụ 1a và lõi từ 2) và tạo đường (đường từ) cho đường từ trường. Mong muốn là vật liệu của lõi từ 2 này là sắt từ được làm từ ôxit hoặc vật liệu hợp kim có tổn hao do trễ thấp và độ thấm từ tính cao, chẳng hạn, như ferit thiêu kết, nhựa ferit, hợp kim vô định hình, hợp kim vĩnh cửu và v.v.. Cụ thể là, trong trường hợp cấp dòng điện xoay chiều cao tần có dải tần trong khoảng từ 21kHz đến 100kHz cho cuộn dây kích thích, mong muốn là ferit thiêu kết có độ tổn hao nhỏ trong dòng điện xoay chiều cao tần. Mong muốn tăng diện tích mặt cắt của lõi từ 2 càng lớn càng tốt trong khoảng cắt giữ được

trong phần rỗng của chi tiết quay hình trụ 1a. Theo phương án thực hiện sáng chế, chẳng hạn đường kính của lõi từ nằm trong khoảng từ 5mm đến 40mm, và chiều dài theo hướng chiều dọc nằm trong khoảng từ 230mm đến 300mm. Lưu ý rằng hình dạng của lõi từ 2 không bị hạn chế ở dạng hình trụ, và có thể là hình lăng trụ. Việc bố trí cũng có thể được thực hiện trong đó lõi từ được phân chia thành nhiều hơn một theo hướng chiều dọc, và khoảng hở được tạo giữa các lõi, nhưng trong trường hợp này, mong muốn là khoảng hở giữa các lõi từ đã phân chia được tạo kết cấu càng nhỏ càng tốt theo lý do được mô tả sau.

2-3. Cuộn dây kích thích

Cuộn dây kích thích 3 được tạo bằng cách quấn vật liệu dây đồng (dây dẫn đơn) có đường kính nằm trong khoảng từ 1mm đến 2mm được bọc imit polyamit chịu nhiệt quanh lõi từ 2 theo dạng xoắn với khoảng từ 10 vòng đến 100 vòng. Theo phương án thực hiện sáng chế, chẳng hạn số vòng của cuộn dây kích thích 3 là 18 vòng. Cuộn dây kích thích 3 được quấn quanh lõi từ 2 theo hướng vuông góc với hướng đường sinh của màng cố định 1, và do đó, trong trường hợp cấp dòng điện cao tần cho cuộn dây kích thích này, từ trường xoay chiều có thể được tạo theo hướng song song với hướng đường sinh của màng cố định 1.

Lưu ý rằng cuộn dây kích thích 3 không cần phải được quấn quanh lõi từ 2. Mong muốn là cuộn dây kích thích 3 có phần dạng xoắn, phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay hình trụ sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn của nó nằm song song với hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ, và lõi từ nằm trong phần dạng xoắn. Chẳng hạn, việc bố trí có thể được thực hiện trong đó lõi cuộn dây mà cuộn dây kích thích 3 được quấn theo dạng xoắn trên đó được lắp trong chi tiết quay hình trụ, và lõi từ 2 nằm trong lõi cuộn dây của nó.

Ngoài ra, từ khía cạnh sinh nhiệt, khi đường trục xoắn và hướng

đường sinh của chi tiết quay hình trụ song song, hiệu suất nhiệt trở thành cao nhất. Tuy nhiên, trong trường hợp mà sự song song của đường trục xoắn với hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ được dịch chuyển, “lượng từ thông xuyên mạch song song” sẽ hơi giảm, và hiệu suất nhiệt của nó giảm, nhưng trong trường hợp mà lượng dịch chuyển chỉ là nghiêng vài độ, thì thực tế là hoàn toàn không có vấn đề nào.

2-4. Khối điều khiển nhiệt độ

Chi tiết dò nhiệt độ 4 trên Fig.1 được bố trí để dò nhiệt độ bề mặt của màng cố định 1. Theo phương án thực hiện sáng chế, nhiệt điện trở kiểu không tiếp xúc được sử dụng làm chi tiết dò nhiệt độ 4. Bộ biến đổi cao tần 5 cấp dòng điện cao tần cho cuộn dây kích thích 3 qua các phần tiếp xúc cấp điện 3a và 3b. Lưu ý rằng tần số sử dụng của việc gia nhiệt cảm ứng điện từ được xác định trong khoảng từ 20,05kHz đến 100kHz bởi các quy định thực thi luật vô tuyến ở Nhật Bản. Tốt hơn là, tần số này cũng chọn thấp với chi phí bộ phận cấu thành của nguồn điện, và do đó, theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế, việc điều khiển biến điệu tần số được thực hiện trong dải từ 21kHz đến 40kHz quanh giới hạn dưới của dải tần số sẵn có. Mạch điều khiển 6 điều khiển bộ biến đổi cao tần 5 dựa vào nhiệt độ dò được bởi chi tiết dò nhiệt độ 4. Do vậy, thực hiện sự điều khiển sao cho màng cố định 1 được gia nhiệt cảm ứng điện từ, và nhiệt độ của bề mặt trở thành nhiệt độ đích định trước (trong khoảng từ 150°C đến 200°C).

(3) Nguyên lý sinh nhiệt

3-1. Dạng của đường lực từ và lực điện động cảm ứng

Trước hết, hình dạng của đường lực từ sẽ được mô tả. Lưu ý rằng, trước hết, phần mô tả được thực hiện nhờ sử dụng hình dạng từ trường trong cuộn dây điện từ lõi không khí thông thường. Fig.4A là hình vẽ

dạng lược đồ của cuộn dây điện từ lõi không khí 3 dùng làm cuộn dây kích thích (để dễ nhìn, trên Fig.4A và Fig.4B, số vòng được giảm, hình dạng được đơn giản hóa), và của từ trường. Cuộn dây điện từ 3 có hình dạng với độ dài giới hạn và cũng có khoảng hở Δd , và dòng điện cao tần được cấp cho cuộn dây này. Phương của đường lực từ là thời điểm khi dòng điện tăng theo hướng mũi tên I. Với đường lực từ, các phần chính đi qua phần giữa của cuộn dây điện từ 3, và được nối ở chu vi ngoài trong khi bị rò từ khoảng hở Δd . Fig.4B minh họa sự phân bố mật độ từ thông ở đường trục tâm của cuộn dây điện từ X. Như được minh họa trên đường cong B1 của đồ thị, mật độ từ thông là cao nhất ở phần giữa 0, và là thấp ở các phần đầu cuộn dây điện từ. Nguyên nhân là do các đường rò L1 và L2 của đường lực từ từ khoảng hở Δd của cuộn dây. Từ trường theo chu vi L2 gần cuộn dây được tạo để đi quanh cuộn dây kích thích 3. Nghĩa là từ trường chu vi L2 này gần cuộn dây đi qua đường không thích hợp để gia nhiệt hiệu quả chi tiết quay hình trụ.

Fig.5A là hình vẽ dạng lược đồ tương ứng giữa dạng cuộn dây và từ trường trong trường hợp mà đường từ được tạo bằng cách đưa lõi từ 2 vào phần giữa của cuộn dây điện từ 3 có hình dạng tương tự. Theo cách tương tự như với Fig.4A và Fig.4B, đây là thời điểm khi dòng điện tăng theo hướng mũi tên I. Lõi từ 2 dùng làm chi tiết được tạo kết cấu để cảm ứng bên trong đường lực từ tạo ra ở cuộn dây điện từ 3 để tạo đường từ. Theo phương án thực hiện thứ nhất, lõi từ 2 không có độ tròn nhưng có mỗi một phần đầu theo hướng dọc. Do vậy, trong số các đường lực từ, phần lớn trở thành đường từ hở có dạng đi qua đường từ ở phần giữa cuộn dây điện từ theo cách được tập trung, và khuếch tán ở các phần đầu theo hướng chiều dọc của lõi từ 2. So với Fig.4A, các đường rò của các đường lực từ ở các khoảng hở Δd của cuộn dây giảm đáng kể, các đường lực từ xuất ra từ cả hai cực tính trở thành các đường từ hở có dạng ở đó

chúng được nối cách xa ở chu vi ngoài (đứt ở các phần đầu trên hình vẽ). Fig.5B minh họa sự phân bố mật độ từ thông ở trục giữa cuộn dây điện từ X. Với mật độ từ thông, như được minh họa ở đường cong B2 trên đồ thị, độ suy giảm mật độ từ thông sẽ giảm ở các phần đầu của cuộn dây điện từ 3 so với B1, và B2 có dạng gần như hình thang.

3-2. Lực điện động cảm ứng

Nguyên lý sinh nhiệt tuân theo định luật Faraday. Định luật Faraday là “khi thay đổi từ trường trong mạch điện, sinh ra lực điện động cảm ứng khi cấp điện cưỡng bức cho mạch, và lực điện động cảm ứng tỷ lệ với sự thay đổi theo thời gian của từ thông xuyên mạch thẳng đứng.” Xem xét trường hợp mà ở đó mạch S mà đường kính của nó lớn hơn cuộn dây và lõi từ nằm gần phần đầu của lõi từ 2 của lõi điện từ 3 được minh họa trên Fig.6A, và dòng điện xoay chiều cao tần được cấp cho cuộn dây 3. Trong trường hợp đã cấp dòng điện xoay chiều cao tần cho nó, từ trường xoay chiều (từ trường ở đó kích thước và hướng thay đổi liên tục theo thời gian) được tạo quanh cuộn dây điện từ. Ở thời điểm đó, lực điện động cảm ứng tạo ra ở mạch S, theo biểu thức (1) dưới đây, tỷ lệ với sự thay đổi theo thời gian của từ thông xuyên thẳng đứng bên trong mạch S theo định luật Faraday.

[Toán 1]

$$V = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad \dots (1)$$

V: lực điện động cảm ứng

N: số vòng của cuộn dây

$\Delta\Phi/\Delta t$: điện tích ở từ thông xuyên mạch theo phương thẳng đứng ở thời gian một phút Δt

Cụ thể, ở trạng thái trong đó dòng điện một chiều được cấp cho cuộn dây kích thích để tạo từ trường tĩnh, trong trường hợp mà nhiều thành

phần thẳng đứng của các đường lực từ đi qua mạch S, việc thay đổi thời gian ở các thành phần thẳng đứng của các đường lực từ ở thời điểm cấp dòng điện xoay chiều cao tần để tạo từ trường xoay chiều cũng tăng. Kết quả là, lực điện động cảm ứng được tạo cũng tăng, và dòng điện chảy theo hướng mà thay đổi ở từ thông của nó bị triệt tiêu. Tức là, do tạo từ trường xoay chiều, khi dòng điện chảy, sự thay đổi từ thông bị hủy bỏ, và tạo ra dạng đường lực từ khác với ở thời điểm tạo từ trường tĩnh. Ngoài ra, tần số của dòng điện xoay chiều càng cao (tức là, Δt càng nhỏ), lực điện động cảm ứng V này cũng có xu hướng tăng.

Do đó, lực điện động có thể được tạo với lượng từ thông định trước khác nhau đáng kể giữa trường hợp ở đó dòng điện xoay chiều có tần số thấp trong khoảng từ 50Hz đến 60Hz được cấp cho cuộn dây kích thích, và trường hợp ở đó dòng điện xoay chiều có tần số cao trong khoảng từ 21kHz đến 100kHz được cấp cho cuộn dây kích thích. Khi thay đổi tần số của dòng điện xoay chiều sang tần số cao, lực điện động cao có thể được tạo thậm chí với ít từ thông. Do đó, khi thay đổi tần số của dòng điện xoay chiều sang tần số cao, lượng nhiệt lớn có thể được sinh với lõi từ có diện tích mặt cắt nhỏ, và do đó, điều này có lợi trong trường hợp cố tạo ra lượng nhiệt lớn ở cơ cấu cố định nhỏ. Điều này tương tự với trường hợp ở đó máy biến thế có thể được giảm kích cỡ nhờ tăng tần số của dòng điện xoay chiều. Chẳng hạn, với máy biến thế được sử dụng cho dải tần số thấp (từ 50Hz đến 60Hz), từ thông Φ phải được tăng một lượng tương đương với Δt , và diện tích mặt cắt của lõi từ phải được tăng. Mặt khác, với máy biến thế được sử dụng cho dải tần số cao (kHz), từ thông Φ có thể được giảm một lượng tương đương với Δt , và diện tích mặt cắt của lõi từ có thể được thiết kế nhỏ.

Như kết luận của phần mô tả trên đây, dải tần số cao trong khoảng từ 21kHz đến 100kHz được sử dụng làm tần số của dòng điện xoay chiều,

và do đó, việc giảm kích cỡ của thiết bị tạo ảnh có thể được thực hiện nhờ giảm diện tích mặt cắt của lõi từ.

Để tạo lực điện động cảm ứng ở mạch S với hiệu suất cao nhờ từ trường xoay chiều, phải tạo ra được trạng thái trong đó nhiều thành phần thẳng đứng của các đường lực từ đi qua mạch S. Tuy nhiên, với từ trường xoay chiều, ảnh hưởng của trường khử từ ở thời điểm lực điện động cảm ứng được tạo ở cuộn dây, và v.v. phải được xem xét, hiện tượng trở nên phức tạp. Theo phương án thực hiện sáng chế, cơ cấu cố định sẽ được mô tả sau, nhưng để thiết kế cơ cấu cố định theo phương án thực hiện sáng chế, đối số được tăng với hình dạng của các đường lực từ ở trạng thái của từ trường tĩnh ở đó không lực điện động cảm ứng nào được tạo ra, và do đó, việc thiết kế có thể được cải tiến với mô hình vật lý đơn giản hơn. Tức là, hình dạng của các đường lực từ trong từ trường tĩnh được tối ưu hóa, nhờ đó cơ cấu cố định có thể được tạo kết cấu trong đó lực điện động cảm ứng được tạo với hiệu suất cao trong từ trường xoay chiều.

Fig.6B minh họa việc phân bố mật độ từ thông ở đường trục tâm của cuộn dây điện từ X. Khi xem xét trường hợp trong đó dòng điện một chiều được cấp cho cuộn dây để tạo từ trường tĩnh (từ trường không có thay đổi thời gian), so với từ thông khi đặt mạch S ở vị trí X1, khi mạch S nằm ở vị trí X2, từ thông xuyên thẳng đứng mạch S tăng như được minh họa trong B2. Ở vị trí X2 của nó, hầu hết các đường lực từ bị hạn chế bởi lõi từ 2 được chứa trong mạch S, và với vùng ổn định M ở hướng dương hơn trên trục X so với vị trí X2, từ thông xuyên thẳng đứng mạch được bão hòa để trở thành không đổi lớn nhất. Điều tương tự có thể được áp dụng cho phần đầu ở phía đối diện, như được minh họa trong sự phân bố từ thông trên Fig.7B, với vùng ổn định M từ vị trí X2 đến X3 ở phần đầu phía đối diện, mật độ từ thông xuyên thẳng đứng bên trong mạch S được bão hòa và ổn định. Như được minh họa trên Fig.7A, vùng ổn định M này tồn tại trong vùng gồm lõi từ 2.

Như được minh họa trên Fig.8A, đối với kết cấu các đường lực từ (từ thông) theo phương án thực hiện sáng chế, trong trường hợp tạo từ trường tĩnh, chi tiết quay hình trụ 1a được bao phủ với vùng từ X2 đến X3. Tiếp theo, hình dạng của các đường lực từ được thiết kế nơi các đường lực từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ từ một đầu (cực từ NP) đến đầu kia (cực từ SP) của lõi từ 2. Tiếp theo, ảnh trên chất liệu ghi được gia nhiệt nhờ sử dụng vùng ổn định M. Do đó, theo phương án thực hiện thứ nhất, ít nhất chiều dài theo hướng chiều dọc của lõi từ 2 để tạo đường từ phải được tạo kết cấu sao cho dài hơn vùng gia nhiệt ảnh lớn nhất ZL của chất liệu ghi P. Như là kết cấu ưu tiên khác, mong muốn là các chiều dài theo các hướng chiều dọc của cả lõi từ 2 lẫn cuộn dây kích thích 3 được tạo kết cấu để dài hơn vùng gia nhiệt ảnh lớn nhất ZL. Do vậy, ảnh mực trên chất liệu ghi P có thể được gia nhiệt đồng đều lên đến các phần đầu. Chiều dài theo hướng chiều dọc của chi tiết quay hình trụ 1a cũng phải được tạo kết cấu sao cho dài hơn vùng gia nhiệt ảnh lớn nhất ZL. Theo phương án thực hiện sáng chế, trong trường hợp tạo từ trường cuộn dây từ được minh họa trên Fig.8A, điều quan trọng là hai cực từ NP và SP nhô ở phía ngoài so với vùng gia nhiệt ảnh lớn nhất ZL. Do vậy, lượng nhiệt đồng đều có thể được sinh ra trong vùng ZL.

Lưu ý rằng vùng vận chuyển lớn nhất của chất liệu ghi có thể được sử dụng thay cho vùng gia nhiệt ảnh lớn nhất.

Theo phương án thực hiện sáng chế, mỗi một phần đầu theo hướng chiều dọc của lõi từ 2 nhô ra bên ngoài từ mặt đầu theo hướng đường sinh của màng cố định 1. Do vậy, lượng nhiệt của toàn bộ vùng theo hướng đường sinh của màng cố định 1 có thể được ổn định.

Cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng điện từ theo giải pháp kỹ thuật đã biết được thiết kế với ý đồ kỹ thuật sao cho đường lực từ được đi vào trong vật liệu làm chi tiết quay hình trụ. Mặt khác, hệ thống gia nhiệt cảm ứng điện từ theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế sẽ gia

nhiệt toàn bộ vùng chi tiết quay hình trụ ở trạng thái trong đó từ thông xuyên thẳng đứng mạch S trở thành lớn nhất, tức là, được thiết kế với ý đồ kỹ thuật sao cho các đường lực từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ.

Sau đây, ba ví dụ về hình dạng đường lực từ không thích hợp cho mục đích theo phương án thực hiện sáng chế sẽ được minh họa. Fig.9A minh họa ví dụ trong đó các đường lực từ đi qua bên trong chi tiết quay hình trụ (vùng giữa chi tiết quay hình trụ và lõi từ). Trong trường hợp này, với các đường lực từ đi qua bên trong của chi tiết quay hình trụ, các đường lực từ đi ở bên trái và các đường lực từ đi ở bên phải trên hình vẽ được trộn lẫn, và do đó, cả hai bị triệt tiêu lẫn nhau, và theo định luật Faraday, giá trị tích phân Φ giảm, hiệu suất nhiệt giảm, và do đó là không mong muốn. Hình dạng đường lực từ này gây ra trong trường hợp mà diện tích mặt cắt của lõi từ là nhỏ, trong trường hợp mà độ thấm tương đối của lõi từ là nhỏ, trong trường hợp mà lõi từ được phân chia theo hướng chiều dọc để tạo khoảng trống lớn, và trong trường hợp mà đường kính của chi tiết quay hình trụ là lớn. Fig.9B minh họa ví dụ trong đó các đường lực từ đi qua bên trong vật liệu của chi tiết quay hình trụ. Trạng thái này dễ gây ra trong trường hợp mà vật liệu của chi tiết quay hình trụ là vật liệu có độ thấm tương đối cao như niken, sắt, hoặc vật liệu tương tự.

Như là kết luận của phần mô tả trên đây, hình dạng đường lực từ không thích hợp cho mục đích của phương án thực hiện sáng chế được tạo ở các trường hợp dưới đây từ (I) đến (V), và đây là cơ cấu cố định theo giải pháp kỹ thuật đã biết trong đó nhiệt được sinh bởi nhiệt Jun do tổn hao dòng xoáy xuất hiện trong vật liệu làm chi tiết quay hình trụ.

- (I) Độ thấm tương đối của vật liệu làm chi tiết quay hình trụ là lớn
- (II) Diện tích mặt cắt của chi tiết quay hình trụ là lớn
- (III) Diện tích mặt cắt của lõi từ là nhỏ
- (IV) Độ thấm tương đối của lõi từ là nhỏ

(V) Lõi từ được phân chia theo hướng chiều dọc để tạo khoảng hở lớn

Fig.9C là trường hợp ở đó lõi từ được phân chia thành nhiều lõi theo hướng chiều dọc, và cực từ được tạo ở vị trí MP khác ngoài cả phần đầu NP lẫn SP của lõi từ. Để đạt được mục đích theo phương án thực hiện sáng chế, mong muốn nếu tạo đường từ sao cho chỉ lấy hai phần trong số NP và SP làm các cực từ, và không mong muốn nếu phân chia lõi từ thành hai hoặc nhiều hơn theo hướng chiều dọc để tạo cực từ MP. Theo lý do mô tả sau ở mục 3-3, có thể có trường hợp ở đó từ trở của toàn bộ lõi từ được tăng để ngăn không cho đường từ được tạo, và trường hợp ở đó lượng nhiệt ở lân cận phần MP cực từ giảm để ngăn không cho ảnh hưởng gia nhiệt đồng đều. Trong trường hợp phân chia lõi từ, vùng (sẽ được mô tả sau ở mục 3-6) bị hạn chế ở đó từ trở được giảm và độ dẫn từ được duy trì lớn sao cho lõi từ đủ dùng làm đường từ.

3-3. Mạch từ và độ dẫn từ

Tiếp theo là phần mô tả về chỉ dẫn thiết kế cụ thể để đạt được nguyên tắc sinh nhiệt mô tả trong mục 3-2 vốn là dấu hiệu kỹ thuật cơ bản theo phương án thực hiện sáng chế. Để đạt điều này, việc dễ dẫn từ đến hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ của các bộ phận cấu thành cơ cấu cố định phải được biểu diễn bằng hệ số hình dạng. Hệ số hình dạng của nó sử dụng “độ dẫn từ” của “mô hình mạch từ trong từ trường tĩnh”. Đầu tiên, phần mô tả về cách tư duy đối với mạch từ thông thường. Mạch kín của đường từ mà các đường lực từ chủ yếu đi qua đó sẽ được gọi là mạch từ so với mạch điện. Ở thời điểm tính toán từ thông trong mạch từ, cách này có thể được thực hiện theo phép tính dòng điện của mạch điện. Công thức cơ bản của mạch từ là tương tự như với định luật Ohm liên quan đến các mạch điện, và chẳng hạn tất cả các đường lực từ là Φ , lực điện động là V , và từ trở là R , ba tham số này có mối tương quan

$$\text{Tất cả các đường lực từ } \Phi = \text{lực điện động } V / \text{từ trở } R \dots (2)$$

(do đó, dòng điện trong mạch điện tương ứng với tất cả các đường lực từ Φ trong mạch từ, lực điện động trong mạch điện tương ứng với lực điện động V trong mạch từ, và điện trở trong mạch điện tương ứng với từ trở trong mạch từ). Tuy nhiên, để mô tả toàn diện nguyên lý, phần mô tả được thực hiện nhờ sử dụng độ dẫn từ P vốn là số nghịch đảo của từ trở R . Do đó, biểu thức (2) nêu trên được thay bằng

$$\text{Tất cả các đường lực từ } \Phi = \text{lực điện động } V \times \text{độ dẫn từ } P \dots (3)$$

Khi giả sử rằng độ dài của đường từ là B , diện tích mặt cắt của đường từ là S , và độ thấm của đường từ là μ , độ dẫn từ P này được biểu thị bằng

$$\text{độ dẫn từ } P = \text{độ thấm } \mu \times \text{đường từ diện tích mặt cắt } S / \text{chiều dài đường từ } B \dots (4)$$

Độ dẫn từ P biểu thị rằng chiều dài đường từ B càng ngắn, và diện tích mặt cắt đường từ S và độ thấm μ càng lớn, thì độ dẫn từ P càng lớn, và nhiều hơn đường lực từ Φ được tạo ở phần mà ở đó độ dẫn từ P là lớn.

Như được minh họa trên Fig.8A, việc thiết kế được thực hiện sao cho phần lớn các đường lực từ đi ra từ một đầu theo hướng chiều dọc của lõi từ trong từ trường tĩnh vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ để trở về đầu kia của lõi từ. Ở thời điểm thiết kế của nó, mong muốn là cơ cấu cố định được xem như mạch từ, và độ dẫn từ của lõi từ 2 được chọn đủ lớn, và, độ dẫn từ của chi tiết quay hình trụ và phía trong của chi tiết quay hình trụ cũng được chọn đủ nhỏ.

Trên Fig.10A và Fig.10B, chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện) sẽ được gọi là thân hình trụ. Fig.10A là kết cấu ở đó lõi từ 2 có đường kính là a_1 m và chiều dài là B m và độ thấm tương đối là μ_1 , và cuộn dây điện từ có chiều dài giới hạn ở đó cuộn dây kích thích 3 có số vòng là N lần nằm trong thân hình trụ 1a. Ở đây, thân hình trụ là chất dẫn ở đó chiều dài là B m, bán kính phía trong của thân hình trụ là a_2 m, và bán kính phía ngoài thân hình trụ là a_3 m, và độ thấm tương đối là μ_2 . Chẳng hạn độ thấm

chân không ở phía trong và phía ngoài của thân hình trụ là μ_0 H/m. Khi cấp dòng điện I A cho cuộn dây điện từ, từ thông Φ được tạo ra trên đơn vị độ dài có vị trí tùy chọn của lõi từ là $\varphi_c(x)$.

Fig.10B là hình vẽ phóng to của mặt cắt vuông góc với chiều dọc của lõi từ 2. Khi cấp dòng điện I cho cuộn dây điện từ, các mũi tên trên hình vẽ biểu thị không khí bên trong lõi từ, không khí bên trong và bên ngoài thân hình trụ, và các đường lực từ song song với chiều dọc của lõi từ đi qua thân hình trụ. Từ thông đi qua lõi từ là $\varphi_c (= \varphi_c(x))$, từ thông đi qua không khí ở phía trong thân hình trụ là φ_{a_in} , từ thông đi qua thân hình trụ là φ_{cy} , và từ thông đi qua không khí ở phía ngoài thân hình trụ là φ_{a_out} .

Fig.11A minh họa mạch từ tương đương trong khoảng trống gồm lõi, cuộn dây, và thân hình trụ trên đơn vị độ dài được minh họa trên Fig.10B. Lực điện động được tạo bởi từ thông φ_c của lõi từ là V_m , độ dẫn từ của lõi từ là P_c , độ dẫn từ trong không khí ở phía trong thân hình trụ là P_{a_in} , độ dẫn từ trong thân hình trụ là P_{cy} , và độ dẫn từ của không khí ở phía ngoài thân hình trụ là P_{a_out} . Khi độ dẫn từ P_c của lõi từ đủ lớn so với độ dẫn từ P_{a_in} trong thân hình trụ hoặc độ dẫn từ P_{cy} của thân hình trụ, quan hệ dưới đây sẽ thỏa mãn.

$$\varphi_c = \varphi_{a_in} + \varphi_{cy} + \varphi_{a_out} \dots (5)$$

Tức là, điều này có nghĩa từ thông đi qua bên trong của lõi từ nhất thiết đi qua một trong các độ dẫn từ φ_{a_in} , φ_{cy} , và φ_{a_out} và trở về lõi từ.

$$\varphi_c = P_c \cdot V_m \dots (6)$$

$$\varphi_{a_in} = P_{a_in} \cdot V_m \dots (7)$$

$$\varphi_{cy} = P_{cy} \cdot V_m \dots (8)$$

$$\varphi_{a_out} = P_{a_out} \cdot V_m \dots (9)$$

Do đó, khi thay thế biểu thức từ (6) đến (9) cho biểu thức (5), biểu thức (5) trở thành như sau.

$$\begin{aligned}
P_c \cdot V_m &= P_{a_in} \cdot V_m + P_{cy} \cdot V_m + P_{a_out} \cdot V_m \\
&= (P_{a_in} + P_{cy} + P_{a_out}) \cdot V_m \\
P_c - P_{a_in} - P_{cy} - P_{a_out} &= 0 \dots (10)
\end{aligned}$$

Trên Fig.10B, chẳng hạn diện tích mặt cắt của cuộn dây từ là Sc , diện tích mặt cắt của không khí bên trong thân hình trụ là Sa_in , và diện tích mặt cắt của thân hình trụ là Scy , độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của mỗi một vùng có thể được biểu thị bằng “độ thấm $\times$ diện tích mặt cắt” như sau, và đơn vị của nó là $H \cdot m$.

$$P_c = \mu_1 \cdot Sc = \mu_1 \cdot \pi(a_1)^2 \dots (11)$$

$$P_{a_in} = \mu_0 \cdot Sa_in = \mu_0 \cdot \pi((a_2)^2 - (a_1)^2) \dots (12)$$

$$P_{cy} = \mu_2 \cdot Scy = \mu_2 \cdot \pi \cdot ((a_3)^2 - (a_2)^2) \dots (13)$$

Ngoài ra, $P_c - P_{a_in} - P_{cy} - P_{a_out} = 0$ sẽ thỏa mãn, và do đó, độ dẫn từ trong không khí ngoài thân hình trụ có thể được biểu thị như sau.

$$\begin{aligned}
P_{a_out} &= P_c - P_{a_in} - P_{cy} \\
&= \mu_1 \cdot Sc - \mu_0 \cdot Sa_in - \mu_2 \cdot Scy \\
&= \pi \cdot \mu_1 \cdot (a_1)^2 \\
&\quad - \pi \cdot \mu_0 \cdot ((a_2)^2 - (a_1)^2) \\
&\quad - \pi \cdot \mu_2 \cdot ((a_3)^2 - (a_2)^2) \dots (14)
\end{aligned}$$

Như được minh họa từ biểu thức (5) đến biểu thức (10), từ thông đi qua mỗi một vùng tỷ lệ với độ dẫn từ của mỗi một vùng. Khi sử dụng các biểu thức từ (5) đến (10), tỷ lệ từ thông đi qua mỗi một vùng có thể được tính như với bảng 1 được mô tả sau. Lưu ý rằng, trong trường hợp mà vật liệu khác ngoài không khí có trong phần rỗng của thân hình trụ, độ dẫn từ có thể thu được từ diện tích mặt cắt và độ thấm của nó theo cùng phương pháp như với không khí trong thân hình trụ. Phần mô tả về cách tính độ dẫn từ trong trường hợp này sẽ được thực hiện sau.

Theo phương án thực hiện sáng chế, như với “hệ số hình dạng để biểu thị việc dễ dẫn từ theo hướng chiều dọc của chi tiết quay hình trụ”, “độ

dẫn từ trên đơn vị độ dài” được sử dụng. Với kết cấu theo phương án thực hiện sáng chế, bảng 1 tính toán độ dẫn từ trên đơn vị độ dài từ diện tích mặt cắt và độ thấm cho lõi từ, phần dẫn hướng màng (chi tiết tạo phần kẹp), không khí trong thân hình trụ, và thân hình trụ nhờ sử dụng các biểu thức từ (5) đến (10). Cuối cùng, độ dẫn từ của không khí ngoài thân hình trụ được tính toán nhờ sử dụng biểu thức (14). Với phép tính này, tất cả “chi tiết mà có thể được bao gồm trong thân hình trụ và dùng làm đường từ” được xem xét. Phép tính này biểu thị tỷ lệ phần trăm nào của độ dẫn từ của mỗi một phần có giá trị của độ dẫn từ của lõi từ bằng 100%. Theo đó, với việc đường từ được tạo dễ dàng ở phần nào và phần nào mà từ thông đi qua, có thể thực hiện số hóa nhờ sử dụng mạch từ.

Từ trở R (số nghịch đảo của độ dẫn từ P) có thể được sử dụng thay cho độ dẫn từ. Lưu ý rằng, trong trường hợp tranh luận việc sử dụng từ trở, từ trở chỉ là số nghịch đảo của độ dẫn từ, và do đó, từ trở R trên đơn vị độ dài có thể được biểu thị bằng “ $1/(\text{độ thấm} \times \text{diện tích mặt cắt})$ ”, và đơn vị của nó là “ $1/(H \cdot m)$ ”.

Dưới đây, các mô tả chi tiết (vật liệu và các giá trị số) của kết cấu theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế được sử dụng để số hóa sẽ được liệt kê.

Lõi từ 2: ferit (độ thấm tương đối 1800), đường kính 14mm (diện tích mặt cắt $1,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$)

Phần dẫn hướng màng: PPS (polyphenyl sulfua) (độ thấm tương đối 1), diện tích mặt cắt $1,0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

Chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện) 1a: nhôm (độ thấm tương đối 1), đường kính 24mm, chiều dày 20μm (diện tích mặt cắt $1,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$)

Lớp đàn hồi 1b của màng cố định, và lớp bề mặt 1c của màng cố định nằm ở phía ngoài so với chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện) 1a vốn là lớp phát nhiệt, và cũng không góp phần sinh nhiệt. Do đó, độ dẫn từ (hoặc từ

trở) không cần được tính toán, và với mô hình mạch từ này, lớp đàn hồi 1b của màng cố định, và lớp bề mặt 1c của màng cố định có thể được xử lý nhờ được chứa trong “không khí bên ngoài thân hình trụ”.

“Độ dẫn từ và từ trở trên đơn vị độ dài” của các chi tiết cấu thành của cơ cấu cố định được tính toán từ các kích thước trên đây và độ thẩm tương đối sẽ được tóm tắt trong bảng 1 dưới đây.

[Bảng 1]

Độ dẫn từ theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Phần dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ a_in	Thân hình trụ Cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a_out
Diện tích mặt cắt	m ²	1,5E-04	1,0E-04	2,0E-04	1,5E-03	
Độ thẩm tương đối		1800	1	1	1	
Độ thẩm	H·m	2,3E-3	1,3E-6	1,3E-6	1,3E-6	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H·m	3,5E-07	1,3E-10	2,5E-10	1,9E-12	3,5E-07
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H·m)	2,9E+06	8,0E+09	4,0E+09	5,3E+11	2,9E+06
Tỷ lệ từ thông	%	100,0%	0,0%	0,1%	0,0%	99,9%

Đối với “độ dẫn từ trên đơn vị độ dài”, phần mô tả sẽ được thực hiện với các mối tương quan tương ứng giữa sơ đồ mạch từ tương đương trên Fig.11A và các giá trị số thực. Độ dẫn từ P_c trên đơn vị độ dài của lõi từ được biểu thị như sau (bảng 1).

$$P_c = 3,5 \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}$$

Độ dẫn từ P_{a_in} trên đơn vị độ dài của vùng giữa lớp dẫn điện và lõi từ là thành phần với độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của phần dẫn hướng màng và độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của không khí trong thân hình trụ, và do đó được biểu thị như sau (xem bảng 1).

$$P_{a_in} = 1,3 \times 10^{-10} + 2,5 \times 10^{-10} \text{ H} \cdot \text{m}$$

Độ dẫn từ P_{cy} trên đơn vị độ dài của lớp dẫn điện là thân hình trụ được mô tả trong bảng 1, và được biểu thị như sau.

$$P_{cy} = 1,9 \times 10^{-12} \text{ H}\cdot\text{m}$$

Pa_{out} là không khí ngoài thân hình trụ được mô tả trong bảng 1, và được biểu thị như sau.

$$Pa_{out} = P_c - Pa_{in} - P_{cy} = 3,5 \times 10^{-7} \text{ H}\cdot\text{m}$$

Tiếp theo, phần mô tả được thực hiện liên quan đến trường hợp ở đó từ trở vốn là số nghịch đảo của độ dẫn từ. Từ trở trên đơn vị độ dài của lõi từ như sau.

$$R_c = 2,9 \times 10^6 \text{ 1/}(\text{H}\cdot\text{m})$$

Từ trở của vùng giữa lớp dẫn điện và lõi từ như sau.

$$Ra_{in} = 1 / Pa_{in} = 2,7 \times 10^9 \text{ 1/}(\text{H}\cdot\text{m})$$

Lưu ý rằng, trong trường hợp tính toán từ trở một cách trực tiếp từ từ trở R_f của phần dẫn hướng màng = $8,0 \times 10^9 \text{ 1/}(\text{H}\cdot\text{m})$ và từ trở R_a của không khí bên trong thân hình trụ = $4,0 \times 10^9 \text{ 1/}(\text{H}\cdot\text{m})$, các biểu thức của từ trở kết hợp của các mạch song song được sử dụng.

$$\frac{1}{R_{ain}} = \frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_a}$$

$$\frac{1}{R_{ain}} = \frac{R_a \times R_f}{R_a + R_f}$$

Đó là thân hình trụ mô tả trong bảng 1 tương ứng với R_{cy} , và $R_{cy} = 5,3 \times 10^{11} \text{ H}\cdot\text{m}$ đúng. Diện tích mặt cắt của không khí của vùng giữa thân hình trụ và lõi từ cũng được tính toán bằng cách trừ diện tích mặt cắt của lõi từ và diện tích mặt cắt của phần dẫn hướng màng đi diện tích mặt cắt của phần rỗng có đường kính 24mm. Nhìn chung, chuẩn của giá trị độ dẫn từ ở thời điểm sử dụng phương án thực hiện sáng chế làm cơ cấu cố định về cơ bản là như sau.

Đối với lõi từ, trong trường hợp sử dụng ferit thiêu kết, độ thấm tương đối gần như nằm trong khoảng từ 500 đến 10000, và mặt cắt trở thành

trong khoảng từ 5mm đến 20mm. Do đó, độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của lõi từ sẽ bằng từ $1,2 \times 10^{-8}$ đến $3,9 \times 10^{-6}$ H·m. Trong trường hợp sử dụng sắt từ khác, gần như nằm trong khoảng từ 100 đến 10000 có thể được chọn làm độ thấm tương đối.

Trong trường hợp sử dụng nhựa làm vật liệu phần dẫn hướng màng, độ thấm tương đối gần như bằng 1,0, và diện tích mặt cắt sẽ bằng khoảng từ 10mm^2 đến 200mm^2 . Do đó, độ dẫn từ trên đơn vị độ dài sẽ bằng từ $1,3 \times 10^{-11}$ đến $2,5 \times 10^{-10}$ H·m.

Đối với không khí bên trong thân hình trụ, độ thấm tương đối của không khí gần như bằng 1, và diện tích mặt cắt xấp xỉ trở thành độ chênh giữa diện tích mặt cắt của chi tiết quay hình trụ và diện tích mặt cắt của lõi, và do đó trở thành diện tích mặt cắt tương đương với khoảng từ 10mm đến 50mm. Do đó, độ dẫn từ trên đơn vị độ dài sẽ bằng khoảng từ $1,0 \times 10^{-11}$ đến $1,0 \times 10^{-10}$ H·m. Không khí bên trong thân hình trụ được đề cập ở đây là vùng giữa chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện) và lõi từ.

Đối với chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện), để giảm thời gian nóng lên, mong muốn nếu nhiệt dung nhỏ hơn. Do đó, mong muốn là chiều dày trong khoảng từ $1\mu\text{m}$ đến $50\mu\text{m}$, và đường kính trong khoảng từ 10mm đến 100mm. Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài trong trường hợp sử dụng niken (độ thấm tương đối 600) vốn là vật liệu từ tính làm vật liệu sẽ bằng từ $4,7 \times 10^{-12}$ H·m đến $1,2 \times 10^{-9}$ H·m. Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài trong trường hợp sử dụng vật liệu không từ tính làm vật liệu sẽ bằng từ $8,0 \times 10^{-15}$ H·m đến $2,0 \times 10^{-12}$ H·m. Khoảng trên là khoảng xấp xỉ “độ dẫn từ trên đơn vị độ dài” của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện sáng chế.

Ở đây, trong trường hợp thay thế các giá trị độ dẫn từ nêu trên bằng giá trị từ trở, các kết quả của nó sẽ như sau. Khoảng từ trở của mỗi một lõi từ, phần dẫn hướng màng, và không khí bên trong thân hình trụ là trong khoảng từ $2,5 \times 10^5$ 1/(H·m) đến $8,1 \times 10^7$ 1/(H·m), từ $4,0 \times 10^9$

$1/(H \cdot m)$ đến $8,0 \times 10^{10} \text{ } 1/(H \cdot m)$, và từ $1,0 \times 10^8 \text{ } 1/(H \cdot m)$ đến $1,0 \times 10^{10} \text{ } 1/(H \cdot m)$.

Đối với chi tiết quay hình trụ, từ trở trên đơn vị độ dài trong trường hợp sử dụng niken (độ thấm tương đối 600) vốn là vật liệu từ tính làm vật liệu sẽ bằng từ $8,3 \times 10^8 \text{ } 1/(H \cdot m)$ đến $2,1 \times 10^{11} \text{ } 1/(H \cdot m)$, và từ trở trên đơn vị độ dài trong trường hợp sử dụng vật liệu không từ tính làm vật liệu bằng khoảng từ $5,0 \times 10^{11} \text{ } 1/(H \cdot m)$ đến $1,3 \times 10^{14} \text{ } 1/(H \cdot m)$.

Khoảng trên là khoảng xấp xỉ “từ trở trên đơn vị độ dài” của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện sáng chế.

Tiếp theo, mạch từ tương đương sẽ được mô tả có dựa vào “tỷ lệ từ thông” trong bảng 1 và Fig.11B. Theo phương án thực hiện sáng chế, trên mô hình mạch từ trong từ trường tĩnh, đường ở đó 100% các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi từ đi qua bên trong lõi từ đi qua các thành phần sau. Trong số 100% các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi từ đi qua lõi từ, 0,0% đi qua phần dẫn hướng màng, 0,1% đi qua không khí bên trong thân hình trụ, 0,0% đi qua thân hình trụ, và 99,9% đi qua không khí bên ngoài thân hình trụ. Dưới đây, trạng thái này sẽ được biểu thị như là “tỷ lệ từ thông bên ngoài thân hình trụ: 99,9%”. Lưu ý rằng, mặc dù lý do sẽ được mô tả sau, song để đạt được mục đích của phương án thực hiện sáng chế, mong muốn là giá trị của “tỷ lệ các đường lực từ đi qua bên ngoài chi tiết hình trụ, trên mô hình mạch từ trong từ trường tĩnh” xấp xỉ 100% càng nhiều càng tốt.

“Tỷ lệ các đường lực từ đi qua bên ngoài chi tiết hình trụ”, ở thời điểm cấp dòng điện một chiều cho cuộn dây kích thích để tạo từ trường tĩnh, có các đường lực từ đi qua bên trong của lõi từ theo hướng đường sinh của màng và được đi ra từ một đầu theo hướng chiều dọc của lõi từ, tỷ lệ các đường lực từ đi qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ và trở về đầu kia của lõi từ.

Khi biểu thị bằng các tham số được mô tả trong các biểu thức từ (5)

đến (10), “tỷ lệ các đường lực từ đi qua bên ngoài chi tiết hình trụ” là tỷ lệ Pa_{out} với P_c ($= Pa_{out} / P_c$).

Cụ thể là, để tạo kết cấu có “tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ” cao, các kỹ thuật thiết kế dưới đây là mong muốn.

Kỹ thuật 1: Tăng độ dẫn từ của lõi từ (tăng diện tích mặt cắt của lõi từ, tăng độ thấm tương đối của vật liệu)

Kỹ thuật 2: Giảm độ dẫn từ trong thân hình trụ (giảm diện tích mặt cắt của phần không khí)

Kỹ thuật 3: Ngăn không cho chi tiết có độ dẫn từ lớn nằm trong thân hình trụ, như sắt hoặc tương tự.

Kỹ thuật 4: Giảm độ dẫn từ của thân hình trụ (giảm diện tích mặt cắt của thân hình trụ, giảm độ thấm tương đối của vật liệu được sử dụng cho thân hình trụ)

Theo kỹ thuật 4, mong muốn nếu vật liệu của thân hình trụ có độ thấm μ tương đối thấp. Ở thời điểm sử dụng vật liệu có độ thấm μ tương đối cao làm thân hình trụ, diện tích mặt cắt của thân hình trụ cần được giảm càng nhỏ càng tốt. Điều này ngược với cơ cấu cố định theo giải pháp kỹ thuật đã biết trong đó diện tích mặt cắt của thân hình trụ càng lớn, số lượng các đường lực từ xuyên thân hình trụ tăng càng nhiều, hiệu suất nhiệt sẽ càng cao. Mặc dù cũng mong muốn ngăn không cho chi tiết có độ dẫn từ lớn nằm trong thân hình trụ, song trong trường hợp mà sắt hoặc vật liệu tương tự không có tùy chọn khác ngoài được bố trí, “tỷ lệ các đường lực từ vượt qua bên ngoài chi tiết hình trụ” phải được điều khiển bằng cách giảm diện tích mặt cắt, hoặc thông số tương tự.

Lưu ý rằng cũng có thể có trường hợp ở đó lõi từ được phân chia thành hai hoặc nhiều hơn theo hướng chiều dọc, và khoảng hở được tạo giữa các lõi từ được phân chia. Trong trường hợp này, khi khoảng hở này được nạp đầy không khí hoặc môi trường có độ thấm tương đối nhỏ hơn độ thấm tương đối của lõi từ như môi trường mà độ thấm tương đối được

xem là bằng 1,0, từ trở của toàn bộ lõi từ sẽ tăng để giảm khả năng tạo đường từ. Do đó, để đạt được phương án thực hiện sáng chế, các khoảng hở của lõi từ phải được không chế chặt chẽ. Phương pháp tính toán độ dẫn từ của lõi từ trở nên phức tạp. Sau đây là phần mô tả về phương pháp tính toán độ dẫn từ của toàn bộ lõi từ trong trường hợp phân chia lõi từ thành hai hoặc nhiều hơn và sắp xếp các lõi này cách đều nhau xen kẽ khoảng hở hoặc có vật liệu không từ tính dạng tấm nằm giữa chúng. Trong trường hợp này, cần tính toán toàn bộ độ từ trở theo hướng chiều dọc, để thu được từ trở trên đơn vị độ dài bằng cách phân chia từ trở được tính theo toàn bộ chiều dài, và thu được độ dẫn từ trên đơn vị độ dài bằng cách lấy số nghịch đảo của nó.

Trước hết, sơ đồ kết cấu theo chiều dọc của lõi từ được minh họa trên Fig.12. Với các lõi từ từ c1 đến c10, diện tích mặt cắt là S_c , độ thấm là μ_c , và kích thước theo chiều dọc trên lõi từ đã phân chia là L_c , và với các khoảng hở từ g1 đến g9, diện tích mặt cắt là S_g , độ thấm là μ_g , và kích thước theo chiều dọc trên một khoảng hở là L_g . Ở thời điểm này, từ trở R_{m_all} theo toàn bộ chiều dọc được xác định bởi các biểu thức sau.

$$R_{m_all} = (R_{m_c1} + R_{m_c2} + \dots + R_{m_c10}) + (R_{m_g1} + R_{m_g2} + \dots + R_{m_g9}) \dots (15)$$

Trong trường hợp của kết cấu này, dạng và vật liệu của lõi từ và chiều rộng khoảng hở là chẵn, và do đó, nếu tổng của phép cộng R_{m_c} là ΣR_{m_c} , và tổng của phép cộng R_{m_g} là ΣR_{m_g} , thì biểu thức (15) được biểu thị như sau.

$$R_{m_all} = (\Sigma R_{m_c}) + (\Sigma R_{m_g}) \dots (16)$$

Nếu chiều dọc của lõi từ là L_c , độ thấm là μ_c , diện tích mặt cắt là S_c , chiều dọc của khoảng hở là L_g , độ thấm là μ_g , và diện tích mặt cắt là S_g ,

$$R_{m_c} = L_c / (\mu_c \cdot S_c) \dots (17)$$

$$R_{m_g} = L_g / (\mu_g \cdot S_g) \dots (18)$$

Các tham số này được thay thế cho biểu thức (16), và do đó, từ trở R_{m_all} của toàn bộ chiều dọc sẽ là

$$\begin{aligned} R_{m_all} &= (\Sigma R_{m_c}) + (\Sigma R_{m_g}) \\ &= (L_g / (\mu_c \cdot S_c)) \times 10 + (L_g / (\mu_g \cdot S_g)) \times 9 \dots (19) \end{aligned}$$

Nếu tổng của phép cộng L_c là ΣL_c , và tổng của phép cộng L_g là ΣL_g , thì từ trở R_m trên đơn vị độ dài sẽ là

$$\begin{aligned} R_m &= R_{m_all} / (\Sigma L_c + \Sigma L_g) \\ &= R_{m_all} / (L \times 10 + L_g \times 9) \dots (20) \end{aligned}$$

Độ dẫn từ P_m trên đơn vị độ dài thu được như sau.

$$\begin{aligned} P_m &= 1 / R_m = (\Sigma L_c + \Sigma L_g) / R_{m_all} \\ &= (\Sigma L_c + \Sigma L_g) / [\{\Sigma L_c / (\mu_c + S_c)\} + \{\Sigma L_g / (\mu_g + S_g)\}] \dots (21) \end{aligned}$$

ΣL_c : tổng các chiều dài của các lõi từ được phân chia

μ_c : độ thấm của lõi từ

S_c : diện tích mặt cắt của lõi từ

ΣL_g : tổng các chiều dài của các khoảng hở

μ_g : độ thấm của khoảng hở

S_g : diện tích mặt cắt của khoảng hở

Theo biểu thức (21), việc tăng khoảng hở L_g dẫn đến tăng từ trở của lõi từ (suy giảm độ dẫn từ). Để tạo kết cấu cơ cấu cố định theo phương án thực hiện sáng chế, việc thiết kế là mong muốn để giảm từ trở của lõi từ (để tăng độ dẫn từ) từ khía cạnh sinh nhiệt, và do đó, không mong muốn tạo ra các khoảng hở. Tuy nhiên, có thể có trường hợp trong đó để ngăn không cho lõi từ dễ bị gãy vỡ, lõi từ được phân chia thành hai hoặc nhiều hơn để tạo ra các khoảng hở. Trong trường hợp này, việc tạo kết cấu được thực hiện để giảm khoảng hở L_g càng nhỏ càng tốt (tốt hơn là khoảng 50 μ m hoặc nhỏ hơn), và để không lệch khỏi các điều kiện thiết kế cho độ dẫn từ và từ trở được mô tả sau, nhờ đó có thể đạt được mục đích của sáng chế.

3-4. Dòng điện hướng theo chu vi trong chi tiết quay hình trụ

Trên Fig.8A, lõi từ 2, cuộn dây kích thích 3, và chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện) 1a nằm đồng tâm từ phần giữa, và khi dòng điện tăng theo hướng mũi tên I trong cuộn dây kích thích 3, tám đường lực từ đi qua lõi từ 2 trên sơ đồ khái niệm.

Fig.13A minh họa sơ đồ khái niệm của kết cấu mặt cắt ở vị trí O trên Fig.8A. Các đường lực từ Bin đi qua đường từ được minh họa bằng các mũi tên (tám dấu x) về phía hướng sâu trên hình vẽ. Các mũi tên Bout (tám điểm chấm) về phía mặt trước trên hình vẽ biểu thị các đường lực từ quay lại bên ngoài đường từ ở thời điểm tạo từ trường tĩnh. Theo kết cấu này, số lượng đường lực từ Bin hướng về chiều sâu trên hình vẽ trong chi tiết quay hình trụ 1a là tám, và số đường lực từ Bout trở về mặt trước trên hình vẽ ra ngoài chi tiết quay hình trụ 1a cũng là tám. Ở thời điểm khi dòng điện tăng theo hướng mũi tên I trong cuộn dây kích thích 3, các đường lực từ được tạo như mũi tên (dấu x trong vòng tròn) về phía chiều sâu trên hình vẽ trong đường từ. Trong trường hợp thực sự tạo từ trường xoay chiều, lực điện động cảm ứng được tác động vào toàn bộ vùng theo hướng chu vi của chi tiết quay hình trụ 1a để triệt tiêu đường lực từ sẽ được tạo ra theo cách này, và dòng điện chảy theo hướng mũi tên J. Khi dòng điện chảy vào chi tiết quay hình trụ 1a, chi tiết quay hình trụ 1a là kim loại, và do đó, việc nung bằng nhiệt Jun được gây ra do điện trở.

Dấu hiệu quan trọng theo phương án thực hiện sáng chế chính là dòng điện J này chảy theo hướng xoay vòng của chi tiết quay hình trụ 1a. Với kết cấu theo phương án thực hiện sáng chế, các đường lực từ Bin đi qua bên trong của lõi từ trong từ trường tĩnh sẽ đi qua phần rỗng của chi tiết quay hình trụ 1a, và các đường lực từ Bout đi ra từ một đầu của lõi từ và trở về đầu kia của lõi từ sẽ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ 1a. Đây là do, trong từ trường xoay chiều, dòng điện theo hướng chu vi có

ảnh hưởng lớn đến chi tiết quay hình trụ 1a, dòng xoáy E// mà ở đó các đường lực từ như được minh họa trên Fig.31 được tạo xuyên bên trong của vật liệu của lớp dẫn điện được ngăn không tạo ra. Lưu ý rằng, sau đây, để phân biệt với “dòng xoáy” (được mô tả sau trong các ví dụ đối chứng 3 và 4) gần như được sử dụng để mô tả sự gia nhiệt cảm ứng, dòng điện chảy đều vào trong chi tiết quay hình trụ theo hướng mũi tên J (hoặc hướng ngược lại của nó) ở kết cấu theo phương án thực hiện sáng chế sẽ được gọi là “dòng điện theo hướng chu vi”. Lực điện động cảm ứng theo định luật Faraday được tạo theo hướng xoay vòng của chi tiết quay hình trụ 1a, và do đó, dòng điện theo hướng chu vi J này chảy đều vào chi tiết quay hình trụ 1a. Các đường từ trường lặp lại việc tạo/triệt tiêu và hướng thay đổi theo dòng điện cao tần, dòng điện theo hướng chu vi J lặp lại việc tạo/triệt tiêu và thay đổi hướng đồng bộ với dòng điện cao tần, và việc nung bằng nhiệt Jun bị buộc theo giá trị từ trở của toàn bộ vùng theo hướng chiều dày của vật liệu của chi tiết quay hình trụ. Fig.13B là hình phối cảnh theo chiều dọc minh họa các đường lực từ Bin đi qua đường từ của lõi từ, các đường từ trường Bout trở về từ bên ngoài đường từ, và hướng của dòng điện theo hướng chu vi J chảy vào chi tiết quay hình trụ 1a.

Ưu điểm khác là có một số hạn chế về khoảng theo phương hướng kính của chi tiết quay hình trụ giữa chi tiết quay hình trụ và cuộn dây kích thích 3. Ở đây, Fig.34 minh họa mặt cắt dọc của cơ cấu cố định trong đó không có cuộn dây từ nào, và có cuộn dây kích thích 3 có phần xoắn mà đường trục xoắn của nó song song với hướng đường sinh của thân hình trụ 1d đến phần rộng của thân hình trụ 1a. Với cơ cấu cố định này, khi từ thông L2 được tạo ở lân cận cuộn dây kích thích 3 xuyên chi tiết quay hình trụ 1a, dòng xoáy được tạo ra ở chi tiết quay hình trụ 1a, và nhiệt được sinh ra. Do đó, để khiến L2 góp phần gia nhiệt, việc tạo kết cấu phải được thực hiện để giảm khoảng Δdc giữa cuộn dây kích thích 3 và chi tiết

quay hình trụ 1d.

Tuy nhiên, trong trường hợp mà độ mềm dẻo được tạo cho chi tiết quay hình trụ nhờ làm mỏng chiều dày của chi tiết quay hình trụ 1d, màng cố định 1 bị biến dạng, và do đó, khó duy trì khoảng Δd_c giữa cuộn dây kích thích 3 và chi tiết quay hình trụ 1d trên toàn bộ chu vi với độ chính xác cao.

Mặt khác, với cơ cấu cố định theo phương án thực hiện sáng chế, dòng điện theo hướng chu vi là tỷ lệ với sự thay đổi theo thời gian của các đường lực từ xuyên phần rỗng của chi tiết quay hình trụ 1a theo hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ 1a. Trong trường hợp này, thậm chí khi các mối tương quan vị trí của cuộn dây kích thích, lõi từ, và chi tiết quay hình trụ 1a bị lệch khoảng từ vài millimet đến hàng chục millimet, lực điện động vận hành trên chi tiết quay hình trụ 1a không dễ thay đổi. Do vậy, cơ cấu cố định theo phương án thực hiện sáng chế hoàn toàn có thể dùng để gia nhiệt chi tiết quay hình trụ có độ đàn hồi như màng. Do đó, như được minh họa trên Fig.3, thậm chí khi chi tiết quay hình trụ 1a bị biến dạng theo hình elip, dòng điện theo hướng chu vi có thể được cấp hiệu quả cho chi tiết quay hình trụ 1a. Hơn nữa, các dạng mặt cắt của lõi từ 2 và cuộn dây kích thích 3 có thể là hình dạng bất kỳ (hình vuông, ngũ giác, v.v.), và do đó, độ mềm dẻo thiết kế cũng cao.

3-5. Hiệu suất biến đổi công suất

Ở thời điểm gia nhiệt chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện) của màng cố định, dòng điện xoay chiều cao tần được cấp cho cuộn dây kích thích để tạo từ trường xoay chiều. Từ trường xoay chiều này gây cảm ứng dòng điện cho chi tiết quay hình trụ. Như là mô hình vật lý, điều này tương tự như mối ghép nối từ của máy biến thế. Do vậy, ở thời điểm xem xét hiệu suất biến đổi của công suất, mạch tương đương của mối ghép nối từ của máy biến thế có thể được sử dụng. Theo từ trường xoay chiều của nó,

cuộn dây kích thích và chi tiết quay hình trụ được ghép nối từ, điện cấp cho cuộn dây kích thích được truyền đến chi tiết quay hình trụ. “Hiệu suất biến đổi công suất” được đề cập ở đây là tỷ số giữa điện được cấp cho cuộn dây kích thích có tác dụng như máy tạo từ trường, và điện tiêu thụ bởi chi tiết quay hình trụ, và trong trường hợp theo phương án thực hiện sáng chế, là tỷ số giữa công suất được cấp cho bộ biến đổi cao tần 5 đối với cuộn dây kích thích 3 được minh họa trên Fig.1, và công suất tiêu thụ dưới dạng nhiệt sinh ra ở chi tiết quay hình trụ 1a. Hiệu suất biến đổi công suất này có thể được biểu thị bằng biểu thức sau.

Hiệu suất biến đổi công suất = công suất tiêu thụ dưới dạng nhiệt ở chi tiết quay hình trụ/công suất được cấp cho cuộn dây kích thích

Các ví dụ của điện tiêu thụ bởi ngoài chi tiết quay hình trụ sau khi cấp cho cuộn dây kích thích gồm tổn hao do từ trở của cuộn dây kích thích, và tổn hao do các đặc tính từ của vật liệu lõi từ.

Fig.14A và Fig.14B minh họa các lược đồ giải thích về hiệu suất mạch điện. Trên Fig.14A, số chỉ dẫn 1a ký hiệu chi tiết quay hình trụ, số chỉ dẫn 2 ký hiệu lõi từ, và số chỉ dẫn 3 ký hiệu cuộn dây kích thích, và dòng điện theo hướng chu vi J chảy vào chi tiết quay hình trụ 1a. Fig.14B là mạch tương đương của cơ cấu cố định được minh họa trên Fig.14A.

R_1 ký hiệu lượng tổn hao của cuộn dây kích thích và lõi từ, L_1 ký hiệu điện cảm của cuộn dây kích thích cuốn quanh lõi từ, M ký hiệu độ hỗ cảm giữa dây cuốn và chi tiết quay hình trụ, L_2 ký hiệu độ tự cảm của chi tiết quay hình trụ, và R_2 ký hiệu điện trở của chi tiết quay hình trụ. Mạch tương đương khi loại bỏ chi tiết quay hình trụ được minh họa trên Fig.15A. Khi đo điện trở R_1 từ cả hai đầu của cuộn dây kích thích, và điện cảm tương đương L_1 nhờ sử dụng thiết bị như bộ phân tích trở kháng hoặc máy đo LCR, trở kháng Z_A như được nhìn từ cả hai đầu của cuộn dây kích thích được biểu thị dưới dạng

$$Z_A = R_1 + j\omega L_1 \dots (23)$$

Dòng điện chảy vào mạch này bị tổn hao một lượng R_1 . Tức là, R_1 biểu thị tổn hao do cuộn dây và lõi từ.

Mạch tương đương khi chất nạp chi tiết quay hình trụ được minh họa trên Fig.15B. Trong trường hợp điện trở R_x và L_x ở thời điểm được đo, biểu thức quan hệ sau có thể thu được bằng cách thực hiện biến đổi tương đương như được minh họa trên Fig.15C.

[Toán 2]

$$\begin{aligned} Z &= R_1 + j\omega(L_1 - M) + \frac{j\omega M(j\omega(L_2 - M) + R_2)}{j\omega M + j\omega(L_2 - M) + R_2} \\ &= R_1 + \frac{\omega^2 M^2 R_2}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2} + j(\omega(L_1 - M) + \frac{M \cdot R_2^2 + \omega^2 M L_2 (L_2 - M)}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2}) \end{aligned}$$

[Toán 3]

$$R_x = R_1 + \frac{\omega^2 M^2 R_2}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2} \quad \dots (23)$$

[Toán 4]

$$L_x = \omega(L_1 - M) + \frac{M \cdot R_2^2 + \omega^2 M L_2 (L_2 - M)}{R_2^2 + \omega^2 L_2^2} \quad \dots (24)$$

Trong đó M biểu thị độ hồ cảm giữa cuộn dây kích thích và chi tiết quay hình trụ.

Như được minh họa trên Fig.15C, khi dòng điện chảy vào R_1 là I_1 , và dòng điện chảy vào R_2 là I_2 ,

[Toán 5]

$$j\omega M(I_1 - I_2) = (R_2 + j\omega(L_2 - M))I_2 \quad \dots (25)$$

thỏa mãn, và kết quả là,

[Toán 6]

$$I_1 = \frac{R_2 + j\omega L_2}{j\omega M} I_2 \quad \dots (26)$$

thỏa mãn.

Hiệu suất được biểu thị bằng sự tiêu thụ công suất của điện trở

R_2 /(tiêu thụ công suất của điện trở R_1 + tiêu thụ công suất của điện trở R_2), và do đó,

[Toán 7]

$$\begin{aligned} \text{Hiệu suất} &= \frac{R_2 \times |I_2|^2}{R_1 \times |I_1|^2 + R_2 \times |I_2|^2} \\ &= \frac{\omega^2 M^2 R_2}{\omega^2 L_2^2 R_1 + R_1 R_2^2 + \omega^2 M^2 R_2} \dots (27) \\ &= \frac{R_x - R_1}{R_x} \end{aligned}$$

thỏa mãn, trong trường hợp đo điện trở R_1 trước khi nạp tải chi tiết quay hình trụ, và điện trở R_x sau khi nạp tải chi tiết quay hình trụ, có thể thu được hiệu suất biến đổi công suất biểu thị điện được cấp cho cuộn dây kích thích, lượng công suất được tiêu thụ dưới dạng nhiệt cần được sinh ra ở chi tiết quay hình trụ. Lưu ý rằng, với kết cấu theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế, bộ phân tích trở kháng 4294A được sản xuất bởi Agilent Technologies Inc. được sử dụng để đo hiệu suất biến đổi công suất. Đầu tiên, ở trạng thái trong đó không có chi tiết quay hình trụ, điện trở R_1 được đo từ hai đầu của dây cuộn, tiếp theo, ở trạng thái trong đó lõi từ được đưa vào trong chi tiết quay hình trụ, điện trở R_x được đo từ hai đầu của dây cuộn. Do đó, $R_1 = 103\text{m}\Omega$ và $R_x = 2,2\Omega$ thỏa mãn, hiệu suất biến đổi công suất ở thời điểm này có thể thu được bằng 95,3% bởi biểu thức (27). Sau đây, hiệu suất của cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng điện từ sẽ được đánh giá nhờ sử dụng hiệu suất biến đổi công suất.

3-6. Các điều kiện cho “tỷ lệ từ thông bên ngoài thân hình trụ”

Với cơ cấu cố định theo phương án thực hiện sáng chế, có mối tương quan giữa tỷ lệ các đường lực từ đi qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ trong từ trường tĩnh, và hiệu suất biến đổi của công suất được cấp cho cuộn dây hiện tại cần được truyền sang chi tiết quay hình trụ trong từ

trường xoay chiều (hiệu suất biến đổi công suất). Tỷ lệ các đường lực từ vượt qua bên ngoài của thân hình trụ càng tăng, hiệu suất biến đổi công suất càng cao. Lý do của nó phụ thuộc vào nguyên lý tương tự như trường hợp của máy biến thế trong đó khi số lượng các đường lực từ rò là đủ nhỏ, và số lượng đường lực từ đi qua các vòng dây sơ cấp và số đường lực từ đi qua các vòng dây thứ cấp là bằng nhau, hiệu suất biến đổi công suất trở nên cao. Tức là, số lượng đường lực từ đi qua bên trong của lõi từ, và số lượng đường lực từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ càng gần, hiệu suất biến đổi của công suất vào dòng điện theo hướng chu vi càng trở nên cao. Điều này có nghĩa là tỷ lệ các đường lực từ đi ra từ một đầu theo hướng chiều dọc của lõi từ và trở về đầu kia (các đường lực từ có hướng ngược lại các đường lực từ đi qua bên trong của lõi từ) làm triệt tiêu các đường lực từ đi qua phần rỗng của chi tiết quay hình trụ và đi qua bên trong của lõi từ là nhỏ. Tức là, như được minh họa trong mạch từ tương đương trên Fig.11B, các đường lực từ đi ra từ một đầu theo hướng chiều dọc của lõi từ và trở về đầu kia vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ (không khí bên ngoài thân hình trụ). Do đó, dấu hiệu cơ bản theo phương án thực hiện sáng chế là cảm ứng hiệu quả dòng điện cao tần được cấp cho cuộn dây kích thích như dòng điện theo hướng chu vi trong chi tiết quay hình trụ nhờ tăng tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ. Các ví dụ cụ thể gồm việc giảm các đường lực từ đi qua phần dẫn hướng màng, không khí trong thân hình trụ, và thân hình trụ.

Fig.16 là hình vẽ dạng lược đồ thiết bị thử nghiệm cần được sử dụng cho các thử nghiệm đo hiệu suất biến đổi công suất. Tấm kim loại 1S là tấm nhôm trong đó diện tích là $230\text{mm} \times 600\text{mm}$, và chiều dày là $20\mu\text{m}$, vốn tạo đường dẫn điện tương tự như với chi tiết quay hình trụ được cuộn tròn ở dạng hình trụ để bao quanh lõi từ 2 và cuộn dây kích thích 3 và được dẫn điện ở phần đường dày 1ST. Lõi từ 2 là ferit trong đó độ thấm tương đối là 1800, và mật độ từ thông bão hòa là 500mT, và có dạng hình

trụ trong đó diện tích mặt cắt là 26mm^2 , và chiều dài B là 230mm. Lõi từ 2 nằm gần như ở tâm của phần trụ của tấm nhôm 1S nhờ sử dụng khối cố định không được minh họa trên hình vẽ, đường từ được tạo trong phần trụ nhờ xuyên phần rỗng của phần trụ với chiều dài $B = 230\text{mm}$. Cuộn dây kích thích 3 được tạo nhờ quấn lõi từ 2 250 vòng theo dạng xoắn ở phần rỗng của phần trụ.

Ở đây, khi phần đầu của tấm kim loại 1S được rút theo hướng mũi tên 1SZ, đường kính 1SD của phần trụ có thể được giảm. Hiệu suất biến đổi công suất được đo nhờ sử dụng thiết bị thử nghiệm này trong khi thay đổi đường kính 1SD của phần trụ từ 191mm đến 18mm. Lưu ý rằng các kết quả tính toán tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ ở thời điểm $1\text{SD} = 191\text{mm}$ được minh họa trong bảng 2 dưới đây, và các kết quả tính toán tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ ở thời điểm $1\text{SD} = 18\text{mm}$ được minh họa trong bảng 2 dưới đây.

[Bảng 2]

Tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ khi đường kính 1SD phần trụ bằng 191 mm

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Không khí bên trong thân hình trụ a_{in}	Thân hình trụ cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a_{out}
Diện tích mặt cắt	m^2	2,6E-05	2,9E-02	1,2E-05	
Độ thâm tương đối		1800	1	1	
Độ thâm	H/m	2,3E-03	1,3E-6	1,3E-6	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H.m	5,9E-08	3,6E-08	1,5E-11	2,2E-08
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H.m)	1,7E+07	2,7E+07	6,6E+10	4,5E+07
Tỷ lệ từ thông	%	100,0%	62,0%	0,0%	38,0%

[Bảng 3]

Tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ khi đường kính 1SD phần trụ bằng 18mm

Mục	Đơn vị	Lỗi từ C	Không khí bên trong thân hình trụ a_in	Thân hình trụ Cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a_out
Diện tích mặt cắt	m ²	2,6E-05	2,2E-02	1,1E-05	
Độ thâm tương đối		1800	1	1	
Độ thâm	H/m	2,3E-3	1,3E-6	1,3E-6	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H.m	5,9E-08	2,8E-10	1,4E-12	5,9E-08
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H.m)	1,7E+07	3,6E+09	7,2E+11	1,7E+07
Tỷ lệ từ thông	%	1	0,5%	0,0%	99,5%

Với việc đo hiệu suất biến đổi công suất, trước hết, điện trở R_1 từ hai đầu của dây quấn được đo ở trạng thái trong đó không có chi tiết quay hình trụ. Tiếp theo, điện trở R_x từ hai đầu của dây quấn được đo ở trạng thái trong đó lõi từ được đưa vào phần rỗng của chi tiết quay hình trụ, và hiệu suất biến đổi công suất được đo theo biểu thức (27). Trên Fig.17, tỷ lệ (%) của các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ tương ứng với đường kính của phần trụ được lấy làm trục ngang, và hiệu suất biến đổi công suất ở tần số 21kHz được lấy làm trục dọc. Theo hình vẽ, hiệu suất biến đổi công suất tăng nhanh ở P1 và sau đó trong biểu đồ và vượt quá 70%, và hiệu suất biến đổi công suất được duy trì 70% hoặc lớn hơn trong khoảng của vùng R1 được minh họa bằng mũi tên. Hiệu suất biến đổi công suất lại tăng nhanh ở khoảng P3, và đạt 80% hoặc lớn hơn ở vùng R2. Hiệu suất biến đổi công suất duy trì trị số cao 94% hoặc lớn hơn ở vùng R3 ở P4 và sau đó. Nó phụ thuộc vào dòng điện theo hướng chu vi bắt đầu chảy hiệu quả vào thân hình trụ mà hiệu suất biến đổi công suất này bắt đầu tăng nhanh.

Hiệu suất biến đổi công suất này là tham số cực kỳ quan trọng để tạo thiết kế cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng điện từ. Chẳng hạn, trong trường hợp mà hiệu suất biến đổi công suất là 80%, 20% công suất còn lại được tạo dưới dạng nhiệt năng ở vị trí khác ngoài chi tiết quay hình trụ. Đối với vị trí tạo công suất, trong trường hợp mà chi tiết như vật liệu từ tính hoặc vật liệu tương tự nằm bên trong chi tiết quay hình trụ,

công suất được tạo trên chi tiết của nó. Tức là, khi hiệu suất biến đổi công suất là thấp, phải tiến hành đo nhiệt sinh ra ở cuộn dây kích thích và lõi từ. Mức đo của nó thay đổi đáng kể với 70% và 80% hiệu suất biến đổi công suất như là các giá trị biên theo nghiên cứu của tác giả sáng chế và các tác giả khác. Do đó, với kết cấu của các vùng R1, R2, và R3, kết cấu dùng làm cơ cấu cố định sẽ khác biệt đáng kể. Phần mô tả về ba loại điều kiện thiết kế R1, R2, và R3, và kết cấu của cơ cấu cố định không tùy thuộc vào loại bất kỳ trong số chúng. Sau đây, hiệu suất biến đổi công suất thích hợp để thiết kế cơ cấu cố định sẽ được mô tả chi tiết.

Bảng 4 dưới đây là các kết quả trong đó các kết cấu tương ứng với P1 đến P4 trên Fig.17 được thiết kế thực sự như là các cơ cấu cố định và được đánh giá.

[Bảng 4]

Các kết quả đánh giá các cơ cấu cố định từ P1 đến P4

Số	Vùng	Đường kính của phần trụ mm	Tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ %	Hiệu suất biến đổi %	Các kết quả đánh giá (Khi cơ cấu cố định có các đặc tả kỹ thuật cao)
P1	-	143,2	64,0	54,4	Công suất có thể không đủ
P2	R1	127,3	71,2	70,8	Mong muốn bỏ trí khỏi làm mát
P3	R2	63,7	91,7	83,9	Mong muốn tối ưu hóa thiết kế chịu nhiệt
P4	R3	47,7	94,7	94,7	Kết cấu tối ưu cho màng đàn hồi

Cơ cấu cố định P1

Kết cấu này là trường hợp ở đó diện tích mặt cắt của lõi từ bằng $5,75\text{mm} \times 4,5\text{mm}$, và đường kính của thân hình trụ (lớp dẫn điện) bằng 143,2mm. Hiệu suất biến đổi công suất thu được nhờ bộ phân tích trở kháng ở thời điểm này bằng 54,4%. Hiệu suất biến đổi công suất là, trong số công suất cần được cấp cho cơ cấu cố định, tham số biểu thị sự phân bố gia nhiệt phần trụ (lớp dẫn điện). Do đó, thậm chí trong trường hợp đã

thiết kế làm cơ cấu cố định có thể cấp ra tối đa 1000W, khoảng 450W bị tổn hao, và tổn hao của nó sẽ gia nhiệt cuộn dây và lõi từ. Trong trường hợp kết cấu này, thậm chí khi cấp 1000W trong vài giây ở thời điểm khởi động, nhiệt độ cuộn dây có thể vượt quá 200°C. Khi xem xét rằng nhiệt độ chịu nhiệt ở phần cách ly cuộn dây là trên 200°C, và điểm Curie của lõi từ ferit thường khoảng từ 200°C đến 250°C, rất khó với tổn hao 45% để duy trì các chi tiết như cuộn dây kích thích và v.v. bằng hoặc nhỏ hơn nhiệt độ chịu nhiệt. Ngoài ra, khi nhiệt độ của lõi từ vượt quá điểm Curie, độ tự cảm của cuộn dây đột nhiên suy giảm, và dẫn đến sự thay đổi tải.

Khoảng 45% điện được cấp cho cơ cấu cố định bị lãng phí, và do đó, để cấp công suất 900W cho thân hình trụ (ước tính 90% của 1000W), công suất khoảng 1636W phải được cấp cho nó. Nghĩa là nguồn điện cấp tiêu thụ 16,36A ở thời điểm đầu vào 100V. Trong trường hợp có giới hạn là nguồn điện cho phép có thể được cấp từ phích cắm cho nguồn điện AC dân dụng là 15A, dòng điện được cấp có thể vượt quá dòng điện cho phép. Do đó, với cơ cấu cố định P1 trong đó tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng 64%, và hiệu suất biến đổi công suất là 54,4%, điện cần cấp cho cơ cấu cố định có thể không đủ.

Cơ cấu cố định P2

Kết cấu này là trường hợp ở đó diện tích mặt cắt của lõi từ là 5,75mm × 4,5mm, và đường kính của thân hình trụ là 127,3mm. Hiệu suất biến đổi công suất thu được nhờ bộ phân tích trở kháng ở thời điểm này bằng 70,8%. Ở thời điểm này, tùy thuộc vào hoạt động in của cơ cấu cố định, lượng nhiệt lớn ổn định được sinh ở cuộn dây kích thích và v.v., và việc tăng nhiệt độ của khối cuộn dây kích thích, cụ thể là, của lõi từ có thể gặp vấn đề. Khi sử dụng cơ cấu chuyên dụng cao nhờ đó hoạt động in 60 từ trên phút có thể được thực hiện, làm cơ cấu cố định theo phương án thực hiện sáng chế, tốc độ quay của chi tiết quay hình trụ sẽ là 330mm/giây.

Do đó, có thể có trường hợp trong đó nhiệt độ bề mặt của chi tiết quay hình trụ được duy trì ở 180°C. Trong trường hợp này, có thể hiểu rằng nhiệt độ của lõi từ có thể vượt quá 240°C trong 20 giây, và vượt quá nhiệt độ của thân hình trụ (lớp dẫn điện). Nhiệt độ Curie của ferit được sử dụng làm lõi từ thường trong khoảng từ 200°C đến 250°C, và trong trường hợp mà ferit vượt quá nhiệt độ Curie, độ thấm sẽ giảm đột ngột. Khi độ thấm giảm đột ngột, điều này ngăn không cho đường từ được tạo ra trong lõi từ. Khi đường từ được ngăn không tạo ra, theo phương án thực hiện sáng chế, có thể có trường hợp trong đó dòng điện theo hướng chu vi bị cảm ứng để khiến khó sinh ra nhiệt.

Do đó, khi sử dụng cơ cấu chuyên dụng cao nói trên làm cơ cấu cố định theo điều kiện thiết kế R1, để giảm nhiệt độ của lõi ferit, mong muốn nếu bố trí khối làm mát. Như là khối làm mát, có thể được sử dụng quạt làm mát không khí, làm nguội nước, bồn nhiệt, cánh tản nhiệt, ống nhiệt, thành phần Bell Choi, hoặc tương tự. Hiển nhiên là, khối làm mát không cần được bố trí trong trường hợp mà kỹ thuật cao không được yêu cầu ở kết cấu này.

Cơ cấu cố định P3

Kết cấu này là trường hợp ở đó diện tích mặt cắt của lõi từ bằng 5,75mm × 4,5mm, và đường kính của thân hình trụ bằng 63,7mm. Hiệu suất biến đổi công suất thu được nhờ bộ phân tích trở kháng ở thời điểm này bằng 83,9%. Ở thời điểm này, lượng nhiệt ổn định được sinh ra ở cuộn dây kích thích và v.v., nhưng không vượt quá lượng nhiệt có thể được gia nhiệt nhờ truyền nhiệt và làm mát tự nhiên. Khi sử dụng thiết bị kỹ thuật cao nhờ đó có thể thực hiện hoạt động in 60 tờ trên phút, làm cơ cấu cố định theo kết cấu này, tốc độ quay của thân hình trụ làm 330mm/giây. Do đó, thậm chí với trường hợp ở đó nhiệt độ bề mặt của thân hình trụ được duy trì ở 180°C, nhiệt độ của lõi từ ferit không tăng

bằng hoặc cao hơn 220°C . Do vậy, với kết cấu này, trong trường hợp sử dụng cơ cấu cố định chuyên dụng cao, mong muốn sử dụng ferit có nhiệt độ Curie bằng hoặc cao hơn 220°C . Trong trường hợp sử dụng cơ cấu cố định theo điều kiện thiết kế R2 như là cơ cấu cố định chuyên dụng cao, mong muốn nếu tối ưu hóa thiết kế chịu nhiệt như ferit và v.v.. Theo kết cấu này, trong trường hợp mà kỹ thuật cao không được yêu cầu, thiết kế chịu nhiệt ở mức này không phải được thực hiện.

Cơ cấu cố định P4

Kết cấu này là trường hợp ở đó diện tích mặt cắt của lõi từ bằng $5,75\text{mm} \times 4,5\text{mm}$, và đường kính của thân hình trụ bằng $47,7\text{mm}$. Hiệu suất biến đổi công suất thu được nhờ bộ phân tích trở kháng ở thời điểm này bằng 94,7%. Khi sử dụng thiết bị kỹ thuật cao nhờ đó có thể thực hiện hoạt động in 60 tờ trên phút, làm cơ cấu cố định theo kết cấu này, tốc độ quay của thân hình trụ bằng $330\text{mm}/\text{giây}$, và trong trường hợp ở đó nhiệt độ bề mặt của thân hình trụ được duy trì ở 180°C , cuộn dây kích thích và v.v. không tăng bằng hoặc cao hơn 180°C . Điều này biểu thị rằng cuộn dây kích thích hầu như không sinh nhiệt. Trong trường hợp mà tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng 94,7%, và hiệu suất biến đổi công suất bằng 94,7% (điều kiện thiết kế R3), hiệu suất biến đổi công suất đủ cao, và do đó, thậm chí khi sử dụng cơ cấu cố định P4 làm cơ cấu cố định chuyên dụng cao khác, khối làm mát không cần được bố trí.

Ngoài ra, với vùng này nơi hiệu suất biến đổi công suất được ổn định có giá trị cao, thậm chí khi mối tương quan vị trí giữa chi tiết quay hình trụ và lõi từ cũng thay đổi, hiệu suất biến đổi công suất không thay đổi. Trong trường hợp mà hiệu suất biến đổi công suất không thay đổi, lượng nhiệt ổn định có thể được cấp từ chi tiết quay hình trụ. Do đó, với cơ cấu cố định sử dụng màng cố định có độ đàn hồi, việc sử dụng vùng R3 này mà ở đó hiệu suất biến đổi công suất không thay đổi sẽ tạo ưu điểm lớn.

Như được mô tả trên đây, với cơ cấu cố định được tạo kết cấu có chi tiết quay hình trụ tạo từ trường theo hướng trục của nó, và có chi tiết quay hình trụ thực hiện gia nhiệt cảm ứng điện từ, các điều kiện thiết kế thu được với tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ có thể được phân loại thành các vùng với các mũi tên R1, R2, và R3 trên Fig. 17.

R1: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 70% nhưng nhỏ hơn 90%

R2: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 90% nhưng nhỏ hơn 94%

R3: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 94%

3-7. Các dấu hiệu gia nhiệt theo “dòng điện theo hướng chu vi”

“Dòng điện theo hướng chu vi” được mô tả trong mục 3-4 xuất hiện do lực điện động cảm ứng được tạo trong mạch S trên Fig.6. Do vậy, dòng điện theo hướng chu vi phụ thuộc vào các đường lực từ chứa trong mạch S, và trị số điện trở của mạch S. Không giống “dòng xoáy E//” được mô tả sau, dòng điện theo hướng chu vi không có quan hệ với mật độ từ thông trong vật liệu. Do vậy, thậm chí chi tiết quay hình trụ làm bằng kim loại từ tính mảnh không dùng làm đường từ mỏng, hoặc thậm chí chi tiết quay hình trụ làm bằng kim loại không từ tính, có thể sinh nhiệt với hiệu suất cao. Ngoài ra, với khoảng mà giá trị điện trở không được thay đổi lớn, dòng điện theo hướng chu vi không phụ thuộc vào chiều dày của vật liệu. Fig.18A minh họa sự phụ thuộc tần số của hiệu suất biến đổi công suất trong chi tiết quay hình trụ của nhôm với chiều dày 20 μ m. Với dải tần số trong khoảng từ 20kHz đến 100kHz, hiệu suất biến đổi công suất duy trì bằng hoặc cao hơn 90%. Như với phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế, trong trường hợp sử dụng dải tần số trong khoảng từ 21kHz đến 40kHz để gia nhiệt, hiệu suất biến đổi công

suất cao được duy trì. Tiếp theo, Fig.18B minh họa, với chi tiết quay hình trụ có hình dạng tương tự, sự phụ thuộc vào chiều dày của hiệu suất biến đổi công suất ở tần số 21kHz. Vòng tròn rỗng với nét liền biểu thị các kết quả thử nghiệm niken, vòng tròn trắng với nét đứt biểu thị các kết quả thử nghiệm nhôm. Cả hai duy trì, với vùng có chiều dày từ 20μm đến 300μm, bằng hoặc cao hơn 90% ở hiệu suất biến đổi công suất, và cả hai không phụ thuộc vào chiều dày, và có thể được sử dụng làm vật liệu gia nhiệt cho cơ cấu cố định.

Do đó, với “gia nhiệt bởi dòng điện theo hướng chu vi”, so với gia nhiệt bởi tổn hao dòng xoáy theo giải pháp kỹ thuật đã biết, độ linh hoạt thiết kế cho vật liệu và chiều dày của chi tiết quay hình trụ và tần số của dòng điện xoay chiều có thể được mở rộng.

Lưu ý rằng đặc tính của cơ cấu cố định của R1 theo phương án thực hiện sáng chế là trong số các đường lực từ đi ra từ một đầu theo hướng chiều dọc của lõi từ, tỷ lệ các đường lực từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ và trở về đầu kia của lõi từ bằng hoặc cao hơn 70%. Trong số các đường lực từ đi ra từ một đầu theo hướng chiều dọc lõi từ, tỷ lệ các đường lực từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ và trở về đầu kia của lõi từ, tương đương với hoặc cao hơn 70%, là tương đương với tổng của độ dẫn từ của thân hình trụ và độ dẫn từ bên trong thân hình trụ bằng hoặc thấp hơn 30% độ dẫn từ của thân hình trụ. Do đó, một trong các kết cấu đặc trưng theo phương án thực hiện sáng chế là kết cấu trong đó, nếu độ dẫn từ của lõi từ là P_c , thì độ dẫn từ của bên trong của thân hình trụ là P_a , và độ dẫn từ của thân hình trụ là P_s , mối tương quan $0,30 \times P_c \geq P_s + P_a$ được thỏa mãn.

Cũng trong trường hợp biểu thị biểu thức quan hệ độ dẫn từ bằng cách thay thế nó bằng từ trở, thì biểu thức quan hệ độ dẫn từ sẽ như sau.

$$0,30 \times P_c \geq P_s + P_a$$

$$0,30 \times \frac{1}{R_c} \geq \frac{1}{R_s} \geq \frac{1}{R_a}$$

$$0,30 \times \frac{1}{R_c} \geq \frac{1}{R_{sa}}$$

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

trong đó từ trở kết hợp R_{sa} của R_s và R_a được tính toán như sau.

$$\frac{1}{R_{sa}} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_a}$$

$$\frac{1}{R_{sa}} = \frac{R_a \times R_s}{R_a + R_s}$$

R_c : từ trở của lõi từ

R_s : từ trở của lớp dẫn điện

R_a : từ trở của vùng giữa lớp dẫn điện và lõi từ

R_{sa} : từ trở kết hợp của R_s và R_a

Mong muốn nếu biểu thức quan hệ nêu trên được thỏa mãn ở mặt cắt theo hướng vuông góc với hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ ở toàn bộ vùng vận chuyển tối đa của chất liệu ghi của cơ cấu cố định.

Một cách tương tự, cơ cấu cố định của R2 theo phương án thực hiện sáng chế thỏa mãn các biểu thức dưới đây.

$$0,10 \times P_c \geq P_s + P_a$$

$$0,10 \times R_{sa} \geq R_c$$

Cơ cấu cố định của R3 theo phương án thực hiện sáng chế thỏa mãn các biểu thức dưới đây.

$$0,06 \times P_c \geq P_s + P_a$$

$$0,06 \times R_{sa} \geq R_c$$

3-8. Ưu điểm đối với đường từ kín

Ở đây, đề thiết kế sao cho các đường lực từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ, cũng có phương pháp tạo đường từ kín. Như được minh

họa trên Fig.35, đường từ kín được đề cập ở đây là, lõi từ 2 tạo vòng khép kín bên ngoài chi tiết quay hình trụ, và có dạng màng cố định 1 được che phủ lên một phần vòng khép kín. Tuy nhiên, khi tạo vòng khép kín nhờ sử dụng lõi từ 2c, điều này gây ra vấn đề là dẫn đến làm tăng kích thước cơ cấu. Mặt khác, theo phương án thực hiện sáng chế, thiết kế có thể được thực hiện với kết cấu của đường từ hở trong đó lõi từ không tạo vòng khép kín bên ngoài chi tiết quay hình trụ, và do đó, việc giảm kích cỡ cơ cấu có thể được thực hiện.

Ngoài ra, trong trường hợp sử dụng dải trong khoảng từ 21kHz đến 100kHz làm tần số của dòng điện xoay chiều, kết cấu của đường từ hở trong đó lõi từ không tạo vòng khép kín bên ngoài chi tiết quay hình trụ như theo phương án thực hiện sáng chế có ưu điểm khác ngoài việc giảm kích cỡ cơ cấu. Sau đây, ưu điểm này sẽ được mô tả.

Với kết cấu của đường từ kín trong đó lõi từ không tạo vòng khép kín bên ngoài chi tiết quay hình trụ, tần số thấp của dải trong khoảng từ 50Hz đến 60Hz được sử dụng làm tần số của dòng điện xoay chiều. Điều này là do khi tăng tần số của từ trường, thiết kế của cơ cấu cố định trở nên khó khăn vì những lý do dưới đây. Để có chi tiết quay hình trụ sinh nhiệt với hiệu suất cao, trong trường hợp sử dụng tần số cao của dải từ 21kHz đến 100kHz làm tần số của dòng điện xoay chiều, khi sử dụng lõi từ làm từ kim loại như tấm thép silicon làm lõi từ, tổn hao lõi sẽ tăng. Do đó, ferit thiêu kết vốn tổn hao thấp ở tần số cao là thích hợp để làm vật liệu lõi từ. Tuy nhiên, ferit thiêu kết là vật liệu thiêu kết, và do đó, đây là vật liệu yếu. Khi tạo lõi từ (đường từ kín) có ít nhất bốn kết cấu dạng chữ L được làm từ ferit thiêu kết yếu này, kích thước của cơ cấu được tăng để làm suy giảm các đặc tính lắp ráp, và cũng tăng nguy cơ cho thiết bị bị hư hại trong trường hợp va chạm bên ngoài tác động vào cơ cấu do rơi cơ cấu hoặc tương tự. Trong trường hợp lõi từ bị hư hại, và thậm chí một phần của nó bị đứt gãy, khả năng dẫn các đường lực từ bị giảm đáng kể, và

chức năng để chi tiết quay hình trụ 1 sinh nhiệt bị tổn hao. Về mặt vật lý điều này tương đương với máy biến áp có đường từ kín, khi một phần đường từ bị gián đoạn, đặc tính ban đầu không được duy trì. Ngoài ra, trong trường hợp đường từ kín ở đó lõi từ được tạo đường vòng ngoài chi tiết quay hình trụ, có thể có trường hợp trong đó để cải thiện các đặc tính lắp ráp và biến đổi được, lõi từ cần được phân chia thành nhiều phần. Mặc dù thực hiện việc mô tả trong đó mong muốn hạn chế khoảng khoảng hở giữa các lõi từ được phân chia thành 50 μ m hoặc nhỏ hơn, song khi lõi từ được phân chia, vấn đề về thiết kế như quản lý khoảng hở hoặc thông số tương tự xảy ra. Ngoài ra, rủi ro bao gồm trong đó vật lạ như bụi hoặc loại tương tự được kẹt giữa ở phần nối giữa các lõi từ được phân chia, và đặc tính bị giảm.

Mặt khác, trong trường hợp sử dụng tần số cao của dải từ 21kHz đến 100kHz làm tần số của dòng điện xoay chiều, cơ cấu cố định được tạo kết cấu gồm đường từ hở ở đó lõi từ không tạo vòng khép kín bên ngoài chi tiết quay hình trụ có các ưu điểm sau.

1. Hình dạng của lõi từ có thể được tạo kết cấu dạng thanh, và do đó, đặc tính chống va đập được cải thiện dễ dàng. Cụ thể, điều này có ưu điểm là thời điểm sử dụng ferit thiêu kết.

2. Lõi từ không cần phải bao gồm kết cấu chữ L hoặc kết cấu phân chia, và do đó, việc khống chế khoảng hở được tạo điều kiện thuận tiện.

3. Diện tích mặt cắt của lõi có thể được giảm nhờ chuyển từ trường sang tần số cao, và do đó, toàn bộ cơ cấu có thể được giảm kích thước.

(4) Các kết quả thử nghiệm đối chứng

Sau đây, phân mô tả về các kết quả thử nghiệm đối chứng giữa thiết bị tạo ảnh có kết cấu theo phương án thực hiện sáng chế, và thiết bị tạo ảnh theo giải pháp kỹ thuật đã biết.

Ví dụ đối chứng 1

Ví dụ đối chứng này có, theo phương án thực hiện thứ nhất, kết cấu trong đó độ dẫn từ của lõi từ được giảm (từ trở được tăng) nhờ phân chia lõi từ thành hai hoặc nhiều lõi từ theo hướng chiều dọc, và tạo khoảng hở giữa các lõi từ được phân chia.

Fig.19 là hình phối cảnh của lõi từ và cuộn dây theo ví dụ đối chứng 1. Lõi từ 13 là ferit trong đó độ thấm tương đối là 1800, và mật độ từ thông bão hòa là 500mT, và có dạng trụ trong đó đường kính là 5,75mm², diện tích mặt cắt là 26mm², và chiều dài là 22mm. Mười lõi từ 13 nằm cách đều nhau có kẹp xen tấm mylar có chiều dày $G = 0,7\text{mm}$ giữa chúng ở các phần chấm trên Fig.19, và toàn bộ chiều dài B của nó bằng 226,3mm. Đối với chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện), nhôm có độ thấm tương đối 1,0 đã được sử dụng theo phương án thực hiện thứ nhất. Với chi tiết quay hình trụ, chiều dày bằng 20 μm , và đường kính bằng 24mm. Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của lõi từ được tính toán bằng cách thay các tham số được biểu thị trong bảng 5 cho các biểu thức từ (15) đến (21).

Ngoài ra, khi tính toán tỷ lệ các đường lực từ đi qua mỗi một vùng, giả sử rằng độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của lõi từ bằng $1,1 \times 10^{-9} \text{ H}\cdot\text{m}$ theo phép tính toán trên, các kết quả của nó như nêu trong bảng 6 sau.

[Bảng 5]

Độ dẫn từ theo ví dụ đối chứng 1

Ví dụ đối chứng 1	Ký hiệu	Trị số	Đơn vị
Chiều dài của các lõi từ được phân chia	Lc	0,022	m
Độ thấm của lõi từ	μ_c	2,3E-03	H/m
Diện tích mặt cắt của lõi từ	Sc	2,6E-05	m ²
Từ trở của lõi từ	Rm_c	374082	1/H
Chiều dài của khoảng hở	Lg	0,0007	m
Độ thấm của khoảng hở	μ_g	1,3E-06	H/m
Diện tích mặt cắt của khoảng hở	Sg	2,6E-05	m ²
Từ trở của khoảng hở	Rm_g	2,1E+07	1/H
Từ trở của toàn bộ lõi từ	Rm_all	2,2E+08	1/H
Rm_all trên đơn vị độ dài	Rm	8,8E+08	1/(H.m)
Pm trên đơn vị độ dài	Pm	1,1E-09	H.m

[Bảng 6]

Độ dẫn từ theo ví dụ đối chứng 1

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Phản dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ a_in	Thân hình trụ cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a_out
Diện tích mặt cắt	m ²	1,5E-04	1,0E-04	3,2E-04	1,5E-06	
Độ thấm tương đối		1800	1	1	1	
Độ thấm	H/m	2,3E-3	1,3E-6	1,3E-6	1,3E-6	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H.m	1,1E-09	1,3E-10	4,0E-10	1,9E-12	7,0E-10
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H.m)	9,1E+08	8,0E+09	2,5E+09	5,3E+11	1,4E+09
Tỷ lệ từ thông	%	100,0%	11,4%	36,0%	0,2%	63,8%

Nhiều khoảng hở được tạo giữa các lõi được phân chia, và do đó, độ dẫn từ của lõi từ là nhỏ hơn so với phương án thực hiện thứ nhất. Do vậy, tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ là 63,8%, và đây là kết cấu không thỏa mãn yêu cầu thiết kế “R1: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 70%”. Với các hình dạng của các đường lực từ, các cực từ được tạo cho mỗi một lõi trong số các lõi từ 3a đến 3j như được minh họa bằng đường nét đứt trên Fig.20, một phần của nó trở

về không khí bên trong thân hình trụ như với đường lực từ L , và, ngoài ra với một phần của nó, từ thông xuyên thẳng đứng vật liệu con lăn cố định ở phần tròn màu đen như với $L1$.

Ngoài ra, độ dẫn từ của mỗi một chi tiết của cơ cấu cố định theo ví dụ đối chứng 1 cũng như sau.

$$\text{Độ dẫn từ } P_c \text{ của lõi từ} = 1,1 \times 10^{-9} \text{ H}\cdot\text{m}$$

$$\text{Độ dẫn từ } P_a \text{ trong thân hình trụ} = 1,3 \times 10^{-10} + 4,0 \times 10^{-10} \text{ H}\cdot\text{m}$$

$$\text{Độ dẫn từ } P_s \text{ của thân hình trụ} = 1,9 \times 10^{-12} \text{ H}\cdot\text{m}$$

Do đó, ví dụ đối chứng 1 không thỏa mãn biểu thức quan hệ độ dẫn từ dưới đây.

$$P_s + P_a \leq 0,30 \times P_c$$

Khi thay thế biểu thức này bằng từ trở,

$$\text{từ trở } R_c \text{ của lõi từ} = 9,1 \times 10^8 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

sẽ thỏa mãn.

Từ trở trong thân hình trụ là từ trở kết hợp của phần dẫn hướng màng R_f và không khí trong thân hình trụ R_{air} , và do đó, khi tính toán từ trở này nhờ sử dụng biểu thức dưới đây, thì

$$R_a = 1,9 \times 10^9 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

thỏa mãn.

$$\frac{1}{R_a} = \frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_{air}}$$

$$R_a = \frac{R_{air} \times R_f}{R_{air} + R_f}$$

Từ trở R_s của thân hình trụ $= 5,3 \times 10^{11} \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$, và do đó, từ trở kết hợp R_{sa} của R_s và R_a thu được như sau,

$$\frac{1}{R_{sa}} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_a}$$

$$R_{sa} = \frac{R_a \times R_s}{R_a + R_s}$$

$$R_{sa} = 1,9 \times 10^9 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

thỏa mãn.

Do đó, cơ cấu cố định theo ví dụ đối chứng 1 không thỏa mãn biểu thức từ trở sau.

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

Trong trường hợp này, có thể thấy rằng dòng điện theo hướng chu vi và dòng xoáy $E_{\perp}$ theo hướng được minh họa trên Fig.32 chảy một phần vào trong chi tiết quay hình trụ làm bằng nhôm, và cả hai dòng này góp phần gia nhiệt. Dòng xoáy $E_{\perp}$ này sẽ được mô tả. Dòng xoáy $E_{\perp}$ có dấu hiệu trong đó càng gần bề mặt của vật liệu, $E_{\perp}$ càng lớn, và càng gần với bên trong của vật liệu, $E_{\perp}$ trở nên càng nhỏ theo số mũ. Chiều sâu của nó sẽ được gọi là chiều sâu xuyên δ , và được biểu thị bằng biểu thức sau.

$$\delta = 503 \times (\rho/f\mu)^{1/2} \dots (28)$$

δ : chiều sâu xuyên m

f: tần số mạch kích thích Hz

μ : độ thấm H/m

ρ : độ từ trở Ωm

Chiều sâu xuyên δ biểu thị chiều sâu hấp thụ các sóng điện từ, và cường độ của các sóng điện từ trở thành bằng hoặc thấp hơn $1/e$ ở vị trí sâu hơn vị trí này. Chiều sâu của nó phụ thuộc vào tần số, độ thấm, và độ từ trở.

Các kết quả thử đối chứng

Fig.21 minh họa sự phụ thuộc tần số của hiệu suất biến đổi công suất ở chi tiết quay hình trụ bằng nhôm với chiều dày $20\mu m$. Những vòng tròn đen biểu thị tần số và kết quả của hiệu suất biến đổi công suất theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế, và vòng tròn trắng biểu thị tần số và kết quả của hiệu suất biến đổi công suất theo ví dụ đối chứng 1. Phương án thực hiện thứ nhất duy trì, với dải tần số nằm trong khoảng từ

20kHz đến 100kHz, hiệu suất biến đổi công suất bằng hoặc cao hơn 90%. Ví dụ đối chứng 1 là tương tự như với phương án thực hiện thứ nhất ở tần số 90kHz hoặc cao hơn, 85% ở 50kHz, 75% ở 30kHz, 60% ở 20kHz, Theo cách này, tần số càng thấp, hiệu suất biến đổi công suất càng thấp.

Nguyên nhân của nó sẽ được mô tả dưới đây. Với kết cấu theo ví dụ đối chứng 1, có thể hiểu rằng dòng điện theo hướng chu vi và dòng xoáy $E_{\perp}$ theo hướng được minh họa trên Fig.32 chảy một phần vào đó, và cả hai góp phần gia nhiệt.

Dòng xoáy $E_{\perp}$ này có sự phụ thuộc tần số như được minh họa trong biểu thức (28). Tức là, tần số càng cao, các sóng điện từ càng được hấp thụ nhiều trong nhôm, và kết quả là, hiệu suất biến đổi công suất tăng.

Theo phương án thực hiện thứ nhất, trong trường hợp sử dụng tần số trong khoảng từ 21-kHz đến 40-kHz, lượng nhiệt được sinh ở cuộn dây kích thích là đủ nhỏ so với lượng nhiệt có thể bức xạ bởi sự truyền nhiệt và làm mát tự nhiên. Trong trường hợp này, nhiệt độ của cuộn dây kích thích là nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của chi tiết quay hình trụ, và do đó, thiết kế chịu nhiệt không phải được thực hiện đối với cuộn dây và lõi từ.

Mặt khác, với ví dụ đối chứng 1, dải tần số 25kHz hoặc thấp hơn có hiệu suất biến đổi công suất bằng hoặc thấp hơn 70% là không có sẵn. Trong trường hợp này, các phép đo tăng nhiệt độ của cuộn dây phải được xem xét, hoặc vị trí mà hiệu suất biến đổi công suất khoảng 90% phải được sử dụng nhờ nâng cấp nguồn điện để tăng dải tần số đến 90kHz hoặc cao hơn.

Như mô tả trên đây, theo kết cấu của phương án thực hiện thứ nhất, thậm chí khi sử dụng nhôm vốn là kim loại không từ tính làm vật liệu của lớp dẫn điện, lớp dẫn điện có thể được gia nhiệt với hiệu suất cao mà không tăng chiều dày của lớp dẫn điện. Thậm chí trong trường hợp sử dụng tần số của dải trong khoảng từ 21kHz đến 100kHz, nhiệt có thể được tạo ra với tổn hao thấp, lõi từ không cần được tạo dưới dạng đường

từ kín, và do đó, thiết kế lõi từ được tạo điều kiện thuận tiện. Do đó, thậm chí khi đầu ra cao, toàn bộ cơ cấu có thể được thiết kế theo kiểu nhỏ gọn.

Xem xét cơ cấu cố định thỏa mãn hai điều kiện sau.

Điều kiện 1. Tất cả vật liệu của chi tiết quay hình trụ, và vật liệu của chi tiết ở vùng giữa lõi từ và chi tiết quay hình trụ là các vật liệu không từ tính có độ thấm tương đối giống như với không khí.

Điều kiện 2. Kết cấu được tạo trong đó 94% hoặc cao hơn các đường lực từ được đi ra từ một đầu của lõi từ trở về đầu kia của lõi từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ (cơ cấu cố định R3).

Nếu từ trở của lõi từ là R_c , và từ trở kết hợp của từ trở của chi tiết quay hình trụ, và từ trở của vùng giữa chi tiết quay hình trụ và lõi từ là R_{sa} , điều kiện có thể được biểu thị như sau trong đó 94,7% hoặc cao hơn các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi từ trở lại đầu kia của lõi từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ.

$$0,06 \times R_{sa} \geq R_c$$

Từ trở R_c của lõi từ được biểu thị như sau.

$$R_c = \frac{1}{\mu_c S_c}$$

μ_c : độ thấm của lõi

S_c : diện tích mặt cắt của lõi

Từ trở kết hợp R_{sa} của từ trở của chi tiết quay hình trụ, và từ trở của vùng giữa lõi từ và chi tiết quay hình trụ được biểu thị như sau.

$$R_{sa} = \frac{1}{\mu_{sa} S_{sa}}$$

μ_{sa} : độ thấm của chi tiết quay hình trụ và vùng giữa lõi từ và chi tiết quay hình trụ

S_{sa} : diện tích mặt cắt của chi tiết quay hình trụ và vùng giữa lõi từ và chi tiết quay hình trụ

Theo phần mô tả trên đây, biểu thức thỏa mãn điều kiện 94% hoặc cao

hơn các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi từ trở lại đầu kia của lõi từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ được biểu thị như sau.

$$0,06 \times \frac{1}{\mu_{sa} S_{sa}} \geq \frac{1}{\mu_c S_c}$$

$$0,06 \times \mu_c S_c \geq \mu_{sa} S_{sa}$$

Chẳng hạn độ thấm chân không là $\mu\mu_0$, và độ thấm tương đối của lõi từ là μ_c , độ thấm không khí là 1,0, và do đó, từ điều kiện 1, $\mu_{sa} = 1,0 \times \mu_0$, và $\mu_c = \mu_{c0} \times \mu_0$, và do đó, biểu thức thỏa mãn điều kiện 2 như sau.

$$0,06 \times 100 \times \mu_{c0} S_c \geq S_{sa}$$

$$0,06 \times \mu_{c0} \times S_c \geq S_{sa}$$

Theo phần mô tả nêu trên, cần thấy rằng, đối với cơ cấu cố định thỏa mãn điều kiện 1 và điều kiện 2, tổng diện tích mặt cắt của chi tiết quay hình trụ và diện tích mặt cắt của vùng giữa lõi từ và chi tiết quay hình trụ là bằng hoặc thấp hơn $(0,06 \times \mu_{c0})$ lần diện tích mặt cắt của lõi. Lưu ý rằng, điều kiện 1 không phải tương tự như với độ thấm tương đối bằng 1,0 của không khí. Trong trường hợp mà độ thấm nhỏ hơn 1,1, các biểu thức mối quan hệ nêu trên có thể được áp dụng.

Lưu ý rằng, thậm chí với kết cấu của đường từ kín có dạng ở đó lõi từ tạo vòng khép kín bên ngoài chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện) như được minh họa trên Fig.35, khi độ thấm của lõi từ là nhỏ, phương án thực hiện sáng chế có hiệu quả. Tức là, có thể có trường hợp trong đó độ thấm của lõi từ là quá thấp để gây cảm ứng các đường lực từ cho bên ngoài chi tiết quay hình trụ. Trong trường hợp này, khi từ trở của lõi từ thỏa mãn điều kiện bằng 30% hoặc thấp hơn từ trở kết hợp của từ trở của chi tiết quay hình trụ và từ trở của vùng giữa chi tiết quay hình trụ và lõi, 70% hoặc cao hơn các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi từ trở về đầu kia của lõi từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ.

Theo cách tương tự, khi từ trở của lõi từ thỏa mãn điều kiện bằng 10% hoặc thấp hơn từ trở kết hợp của từ trở của chi tiết quay hình trụ và từ trở

của vùng giữa chi tiết quay hình trụ và lõi, 90% hoặc cao hơn các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi từ trở về đầu kia của lõi từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ. Tương tự, khi từ trở của lõi từ thỏa mãn điều kiện bằng 6% hoặc thấp hơn từ trở kết hợp của từ trở của chi tiết quay hình trụ và từ trở của vùng giữa chi tiết quay hình trụ và lõi, 94% hoặc cao hơn các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi từ trở lại đầu kia của lõi từ vượt qua bên ngoài chi tiết quay hình trụ.

Phương án thực hiện thứ hai

Phương án thực hiện sáng chế này là ví dụ khác liên quan tới phương án thực hiện thứ nhất mô tả trên đây, và khác với phương án thực hiện thứ nhất ở chỗ thép không gỉ austenit (SUS304) được sử dụng làm chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện). Dưới đây, để tham khảo, các kết quả bằng cách tính tổng điện trở suất và độ thấm tương đối ở các loại kim loại khác nhau, và tính toán chiều sâu xuyên δ ở 21kHz, 40kHz, và 100kHz theo biểu thức (28).

[Bảng 7]

Chiều sâu xuyên của chi tiết quay hình trụ

	ρ : Điện trở suất $\Omega \cdot m$	Độ thấm tương đối μ	$\delta(21kHz)$ μm	$\delta(40kHz)$ μm	$\delta(100kHz)$ μm
Ag (Bạc)	1.59E-08	1	438	317	201
Cu (Đồng)	1.67E-08	1	449	325	206
Al (Nhôm)	2.75E-08	1	576	417	264
Ni (Niken)	6.84E-08	600	37	27	17
Fe (Sắt)	9.71E-08	500	48	35	22
SUS304	7.20E-07	1.02	2916	2113	1336

Theo bảng 7, SUS304 có điện trở suất cao, và độ thấm tương đối thấp, và do đó, chiều sâu xuyên δ là lớn. Tức là, SUS304 dễ dàng xuyên các sóng điện từ, và do đó, SUS304 hầu như không được dùng làm chi tiết gia nhiệt khi gia nhiệt cảm ứng. Do đó, với cơ cấu cố định hệ thống gia

hiệu suất biến đổi công suất cao. Tuy nhiên, theo phương án thực hiện sáng chế, bảng 7 cho thấy rằng có thể triển khai hiệu suất biến đổi công suất cao.

Lưu ý rằng kết cấu theo phương án thực hiện thứ hai là tương tự như kết cấu theo phương án thực hiện thứ nhất ngoại trừ SUS304 được dùng làm vật liệu chi tiết quay hình trụ. Dạng mặt cắt ngang của cơ cấu cố định cũng tương tự như với phương án thực hiện thứ nhất. Đối với lớp gia nhiệt, SUS304 có độ thấm tương đối bằng 1,0 được sử dụng, và chiều dày màng là 30 μ m, và đường kính là 24mm. Lớp đàn hồi và lớp bề mặt là giống như với phương án thực hiện thứ nhất. Lõi từ, cuộn dây kích thích, chi tiết dò nhiệt độ, và việc điều khiển nhiệt độ là tương tự như với phương án thực hiện thứ nhất.

Độ dẫn từ và từ trở của mỗi một chi tiết cấu thành của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện sáng chế sẽ được minh họa trong bảng 8 dưới đây .

[Bảng 8]

Độ dẫn từ theo phương án thực hiện thứ hai

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Phản dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ a_in	Thân hình trụ cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a_out
Dện tích mặt cắt	m ²	2,6E-05	1,0E-04	3,2E-04	2,3E-06	
Độ thấm tương đối		1800	1	1	1	
Độ thấm	H/m	2,3E-3	1,3E-06	1,3E-06	1,3E-06	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H.m	5,9E-08	1,3E-10	4,0E-10	2,9E-12	5,8E-08
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H.m)	1,7E+07	8,0E+09	2,5E+09	3,5E+11	1,7E+07
Tỷ lệ từ thông	%	100,0%	0,2%	0,7%	0,0%	99,3%

Với kết cấu này, tỷ lệ từ thông bên ngoài thân hình trụ là 99,3%, và thỏa mãn điều kiện “R3: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 94%”.

Độ dẫn từ của mỗi một chi tiết cấu thành theo phương án thực hiện thứ hai từ bảng 8 cũng như sau.

$$\text{Độ dẫn từ } P_c \text{ của lõi} = 5,9 \times 10^{-8} \text{ H}\cdot\text{m}$$

$$\text{Độ dẫn từ } P_a \text{ trong thân hình trụ} = 1,3 \times 10^{-10} + 4,0 \times 10^{-10} \text{ H}\cdot\text{m}$$

$$\text{Độ dẫn từ } P_s \text{ của thân hình trụ} = 2,9 \times 10^{-12} \text{ H}\cdot\text{m}$$

Do đó, phương án thực hiện thứ hai thỏa mãn biểu thức quan hệ độ dẫn từ sau.

$$P_s + P_a \leq 0,30 \times P_c$$

Khi thay thế biểu thức này bằng từ trở,

$$\text{từ trở } R_c \text{ của lõi từ} = 1,7 \times 10^7 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

sẽ thỏa mãn.

Từ trở trong thân hình trụ là từ trở kết hợp của từ trở của phần dẫn hướng màng R_f và không khí trong thân hình trụ R_{air} , và do đó, khi tính toán giá trị này nhờ sử dụng biểu thức dưới đây, thì

$$R_a = 1,9 \times 10^9 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

sẽ thỏa mãn.

$$\frac{1}{R_a} = \frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_{air}}$$

$$R_a = \frac{R_{air} \times R_f}{R_{air} + R_f}$$

Từ trở R_s của thân hình trụ $= 3,5 \times 10^{11} \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$, và do đó, từ trở kết hợp R_{sa} của R_s và R_a thu được như sau,

$$\frac{1}{R_{sa}} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_a}$$

$$R_{sa} = \frac{R_a \times R_s}{R_a + R_s}$$

$$R_{sa} = 1,9 \times 10^9 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

sẽ thỏa mãn.

Do đó, cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ hai thỏa mãn biểu thức từ trở dưới đây quan hệ.

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

Theo phần mô tả cơ cấu cố định trên đây, theo phương án thực hiện thứ hai thỏa mãn biểu thức quan hệ (từ trở), và do đó có thể được dùng làm cơ cấu cố định.

Ví dụ đối chứng 2

Đối với phương án thực hiện thứ hai, ví dụ đối chứng 2 có, kết cấu trong đó độ dẫn từ của lõi từ được giảm nhờ phân chia lõi từ thành hai hoặc nhiều lõi từ theo hướng chiều dọc, và tạo nhiều khoảng hở giữa các lõi từ được phân chia. Theo cách tương tự như với ví dụ đối chứng 1, lõi từ là ferit có dạng trụ trong đó đường kính là 5,4mm, diện tích mặt cắt 23mm^2 , và chiều dài B là 22mm, và mười lõi từ nằm cách đều nhau kẹp xen kẽ tấm mylar có chiều dày $G = 0,7\text{mm}$ giữa chúng. Đối với chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện) của màng cố định, theo cách tương tự như với phương án thực hiện thứ hai, SUS304 có độ thấm tương đối là 1,02 được sử dụng, và chiều dày màng là $30\mu\text{m}$, và đường kính là 24mm. Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của lõi từ có thể được tính theo cách tương tự như với ví dụ đối chứng 1, độ dẫn từ trên đơn vị độ dài là $1,1 \times 10^{-9} \text{ H} \cdot \text{m}$. Tỷ lệ các đường lực từ đi qua mỗi một vùng như với bảng sau.

[Bảng 9]

Độ dẫn từ theo ví dụ đối chứng 2

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Phân dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ a_in	Thân hình trụ cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a_out
Diện tích mặt cắt	m ²	2,6E-05	1,0E-04	3,2E-04	2,3E-06	
Độ thấm tương đối			1	1	1	
Độ thấm	H·m		1,3E-06	1,3E-06	1,3E-06	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H·m	1,1E-09	1,3E-10	4,0E-10	2,9E-12	6,9E-10
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H·m)	9,1E+08	8,0E+09	2,5E+09	3,5E+11	1,4E+09
Tỷ lệ từ thông	%	100,0%	11,4%	36,6%	0,3%	63,2%

Độ dẫn từ của lõi từ là nhỏ hơn so với phương án thực hiện thứ hai, và

do đó, tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ là 64,1%, và điều này không thỏa mãn điều kiện “R1: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 70%”.

Độ dẫn từ của mỗi một chi tiết theo ví dụ đối chứng cũng như sau.

$$\text{Độ dẫn từ } P_c \text{ của lõi từ} = 1,1 \times 10^{-9} \text{ H}\cdot\text{m}$$

$$\text{Độ dẫn từ } P_a \text{ trong thân hình trụ} = 1,3 \times 10^{-10} + 4,0 \times 10^{-10} \text{ H}\cdot\text{m}$$

$$\text{Độ dẫn từ } P_s \text{ của thân hình trụ} = 2,9 \times 10^{-12} \text{ H}\cdot\text{m}$$

Do đó, cơ cấu cố định theo ví dụ đối chứng 2 không thỏa mãn biểu thức quan hệ độ dẫn từ sau.

$$P_s + P_a \leq 0,30 \times P_c$$

Khi thay thế giá trị này bằng từ trở,

$$\text{từ trở } R_c \text{ của lõi từ} = 9,1 \times 10^8 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

Từ trở trong thân hình trụ (vùng giữa thân hình trụ và lõi từ):

$$R_a = 1,9 \times 10^9 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

Từ trở của thân hình trụ:

$$R_s = 3,5 \times 10^{11} \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

Từ trở kết hợp R_{sa} của R_s và R_a :

$$R_{sa} = 1,9 \times 10^9 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

Do đó, ví dụ đối chứng 2 không thỏa mãn biểu thức quan hệ từ trở dưới đây.

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

Trong trường hợp này, có thể hiểu rằng dòng điện theo hướng chu vi và dòng xoáy $E \perp$ theo hướng được minh họa trên Fig.32 chảy một phần vào trong chi tiết quay hình trụ làm bằng SUS304, và cả hai dòng đều góp phần gia nhiệt.

Các kết quả thử nghiệm đối chứng

Fig.22 minh họa sự phụ thuộc tần số của hiệu suất biến đổi công suất

ở chi tiết quay hình trụ SUS304 có chiều dày 30 μ m. Những vòng tròn đen biểu thị tần số và kết quả của hiệu suất biến đổi công suất theo phương án thực hiện thứ hai, và các vòng tròn trắng biểu thị tần số và kết quả của hiệu suất biến đổi công suất theo ví dụ đối chứng 2. Phương án thực hiện thứ hai duy trì, với dải tần số trong khoảng từ 20kHz đến 100kHz, hiệu suất biến đổi công suất bằng hoặc cao hơn 90%. Ví dụ đối chứng 2 là tương tự như với phương án thực hiện thứ hai ở tần số 100kHz hoặc cao hơn, 80% ở 50kHz, 70% ở 30kHz, 50% ở 20kHz, Theo cách này, tần số càng thấp, hiệu suất biến đổi công suất càng thấp.

Theo phương án thực hiện thứ hai, trong trường hợp sử dụng tần số trong khoảng từ 21-kHz đến 40-kHz, hiệu suất biến đổi công suất cao bằng 94%, và do đó, lượng nhiệt sinh ra ở cuộn dây kích thích là đủ nhỏ hơn so với lượng nhiệt có thể được bức xạ bởi sự truyền nhiệt và làm nguội tự nhiên. Trong trường hợp này, nhiệt độ của cuộn dây kích thích là nhiệt độ không đổi thấp hơn nhiệt độ của chi tiết quay hình trụ, và do đó, thiết kế chịu nhiệt không phải được thực hiện đối với cuộn dây và lõi từ.

Mặt khác, với ví dụ đối chứng 2, dải tần số 35kHz hoặc thấp hơn mà hiệu suất biến đổi công suất của nó bằng hoặc thấp hơn 70% là không có sẵn. Trong trường hợp này, các phép đo tăng nhiệt độ của cuộn dây phải được xem xét, hoặc vị trí ở đó hiệu suất biến đổi công suất khoảng 90% cần được sử dụng nhờ nâng cấp nguồn điện để tăng dải tần số lên 90kHz hoặc cao hơn.

Như mô tả trên đây, ở kết cấu theo phương án thực hiện thứ hai, cơ cấu cố định được bố trí trong đó thậm chí khi sử dụng SUS304 có độ thấm tương đối thấp làm vật liệu lớp dẫn điện, lớp dẫn điện có thể được gia nhiệt với hiệu suất cao mà không làm tăng chiều dày của lớp dẫn điện.

Phương án thực hiện thứ ba

Theo phương án thực hiện sáng chế, phần mô tả về kết cấu sử dụng

kim loại có độ thấm tương đối cao làm chi tiết quay hình trụ.

Như theo phương án thực hiện sáng chế, với kết cấu trong đó chi tiết quay hình trụ bị buộc sinh nhiệt phần lớn nhờ dòng điện theo hướng chu vi, không cần phải sử dụng kim loại có độ thấm tương đối thấp làm chi tiết quay hình trụ, và thậm chí kim loại có độ thấm tương đối cao có thể được sử dụng.

Với cơ cấu cố định hệ thống gia nhiệt cảm ứng điện từ theo giải pháp kỹ thuật đã biết, có vấn đề trong đó thậm chí khi sử dụng niken có độ thấm tương đối cao hoặc vật liệu tương tự làm chi tiết quay hình trụ, trong trường hợp giảm chiều dày của chi tiết quay hình trụ, hiệu suất biến đổi công suất được giảm. Do vậy, phương án thực hiện sáng chế cho thấy là thậm chí trong trường hợp mà chiều dày của niken là mảnh, chi tiết quay hình trụ có thể bị buộc sinh nhiệt với hiệu suất cao. Việc làm mảnh chiều dày của chi tiết quay hình trụ tạo các ưu điểm như cải thiện độ bền với việc uốn liên tục, và cải thiện các đặc tính khởi động nhanh do giảm nhiệt dung, và v.v..

Kết cấu của thiết bị tạo ảnh là tương tự như với phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế ngoại trừ niken được sử dụng làm chi tiết quay hình trụ. Theo phương án thực hiện thứ ba, niken có độ thấm tương đối của nó bằng 600 làm chi tiết quay hình trụ. Với chi tiết quay hình trụ, chiều dày bằng $75\mu\text{m}$, và đường kính bằng 24mm. Lớp đàn hồi và lớp bề mặt là tương tự như với phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế, và do đó, phần mô tả chúng sẽ được bỏ qua. Ngoài ra, cuộn dây kích thích, chi tiết dò nhiệt độ, và điều khiển nhiệt độ là tương tự như với phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế. Lõi từ 2 này là ferit trong đó độ thấm tương đối bằng 1800, mật độ từ thông bão hòa bằng 500mT, đường kính bằng 14mm, và chiều dài B bằng 230mm.

Tỷ lệ độ dẫn từ của mỗi một chi tiết cấu thành của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện sáng chế sẽ được minh họa trong bảng 10 dưới đây.

[Bảng 10]

Độ dẫn từ theo phương án thực hiện thứ ba

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Phần dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ a_in	Thân hình trụ cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a_out
Diện tích mặt cắt	m ²	1,5E-04	1,0E-04	1,9E-04	5,6E-06	
Độ thâm tương đối		1800	1	1	1	
Độ thâm	H·m	2,3E-9	1,3E-6	1,3E-6	754,0E-6	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H·m	3,5E-07	1,3E-10	2,4E-10	4,2E-09	3,4E-07
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H·m)	2,9E+06	8,0E+09	4,2E+09	2,4E+08	2,9E+06
Tỷ lệ từ thông	%	100,0%	0,0%	0,1%	1,2%	98,7%

Theo phương án thực hiện sáng chế, tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng 98,7%, và thỏa mãn điều kiện “R3: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 90%”. Niken một phần dùng làm đường từ, và do đó, tỷ lệ từ thông bên ngoài thân hình trụ được giảm khoảng 1%, nhưng thu được hiệu suất nhiệt đủ cao. Ngoài ra, độ dẫn từ của mỗi một chi tiết theo phương án thực hiện thứ ba là từ bảng 10 như sau.

Độ dẫn từ của lõi từ: $P_c = 3,5 \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}$

Độ dẫn từ trong thân hình trụ: $P_a = 1,3 \times 10^{-10} + 2,4 \times 10^{-10} \text{ H} \cdot \text{m}$

Độ dẫn từ của thân hình trụ: $P_s = 4,2 \times 10^{-9} \text{ H} \cdot \text{m}$

Do đó, cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ ba thỏa mãn biểu thức quan hệ độ dẫn từ sau.

$$P_s + P_a \leq 0,30 \times P_c$$

Lúc này, khi thay thế các biểu thức quan hệ độ dẫn từ nêu trên bằng các biểu thức quan hệ từ trở, thu được các biểu thức dưới đây.

Từ trở của lõi từ: $R_c = 2,9 \times 10^6 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$

Từ trở của vùng giữa thân hình trụ và lõi từ: $R_a = 2,7 \times 10^9 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$

Từ trở của thân hình trụ: $R_s = 2,4 \times 10^8 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$

Từ trở kết hợp của R_s và R_a : $R_{sa} = 2,2 \times 10^8 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$

Do đó, phương án thực hiện thứ ba thỏa mãn biểu thức quan hệ từ trở dưới đây.

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

Theo phần mô tả cơ cấu cố định trên đây theo phương án thực hiện thứ ba thỏa mãn các biểu thức quan hệ độ dẫn từ (các biểu thức quan hệ từ trở), và do đó có thể được sử dụng làm cơ cấu cố định.

Ví dụ đối chứng 3

Với ví dụ đối chứng 3, kết cấu sẽ được mô tả trong đó các diện tích mặt cắt của lõi từ 2 và chi tiết quay hình trụ khác với các diện tích mặt cắt của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ ba, vốn không thỏa mãn “để chọn tỷ lệ từ thông bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc cao hơn 90%”. Cụ thể là, phần mô tả về kết cấu trong đó chi tiết quay hình trụ dùng làm đường từ chính. Fig.23 là hình vẽ mặt cắt của cơ cấu cố định theo ví dụ đối chứng 3, con lăn cố định 11 được dùng làm chi tiết quay gia nhiệt cảm ứng điện từ thay cho màng cố định. Đây là kết cấu trong đó phần kẹp N được tạo bởi lực ép của con lăn cố định 11 và con lăn ép 7, chi tiết mang ảnh P và ảnh mực T được kẹp để quay theo chiều mũi tên.

Như là thân hình trụ (chi tiết quay hình trụ) 11a của con lăn cố định 11, niken (Ni) được sử dụng trong đó độ thấm tương đối là 600, chiều dày là 0,5mm, và đường kính là 60mm. Lưu ý rằng vật liệu làm thân hình trụ không bị hạn chế ở niken, và có thể là kim loại từ tính có độ thấm tương đối cao như sắt (Fe), coban (Co), hoặc kim loại tương tự.

Lõi từ 2 có dạng trụ được làm từ bộ phận liền khối không bị phân chia. Lõi từ 2 nằm trong con lăn cố định 11 nhờ sử dụng khối cố định không được minh họa trên hình vẽ, và dùng như một chi tiết cấu thành được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ (các đường lực từ) theo từ trường xoay chiều tạo ra bởi cuộn dây kích thích 3 vào con lăn cố định 11 để tạo đường (đường từ) cho các đường lực từ. Lõi từ 2 này là ferit trong đó độ

thâm tương đối là 1800, mật độ từ thông bão hòa là 500mT, đường kính là 6mm, và chiều dài B là 230mm. Các kết quả tính toán của độ dẫn từ của mỗi một chi tiết cấu thành của cơ cấu cố định theo ví dụ đối chứng 3 sẽ được tóm tắt trong bảng 11.

[Bảng 11]

Độ dẫn từ theo ví dụ đối chứng 3

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Phản dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ A_m	Thân hình trụ cy
Diện tích mặt cắt	m ²	2,0E-05	1,0E-04	2,6E-03	9,3E-05
Độ thâm tương đối		1800	1	1	600
Độ thâm	H·m	2,3E-3	1,3E-6	1,3E-6	754,0E-6
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H·m	4,4E-08	1,3E-10	3,3E-09	7,0E-08
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H·m)	2,3E+07	8,0E+09	3,0E+08	1,4E+07

Độ dẫn từ của mỗi một chi tiết cấu thành theo ví dụ đối chứng 3 từ bảng 11 như sau.

Độ dẫn từ của lõi từ: $P_c = 4,4 \times 10^{-8} \text{ H} \cdot \text{m}$

Độ dẫn từ trong thân hình trụ (vùng giữa thân hình trụ và lõi từ): $P_a = 1,3 \times 10^{-10} + 3,3 \times 10^{-9} \text{ H} \cdot \text{m}$

Độ dẫn từ của thân hình trụ: $P_s = 7,0 \times 10^{-8} \text{ H} \cdot \text{m}$

Do đó, biểu thức quan hệ độ dẫn từ dưới đây không được thỏa mãn.

$$P_s + P_a \leq 0,30 \times P_c$$

Khi thay thế các biểu thức nêu trên bằng từ trở, các biểu thức dưới đây thu được.

Từ trở của lõi từ: $R_c = 2,3 \times 10^7 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$

Từ trở trong thân hình trụ (vùng giữa thân hình trụ và lõi từ):

$$R_a = 2,9 \times 10^8 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$$

Từ trở của thân hình trụ:

$$R_s = 1,4 \times 10^7 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$$

Từ trở kết hợp của R_s và R_a :

$$R_{sa} = 1,4 \times 10^7 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

Do đó, ví dụ đối chứng 3 không thỏa mãn biểu thức quan hệ từ trở dưới đây.

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

Cơ cấu cố định theo ví dụ đối chứng 3 có kết cấu trong đó độ dẫn từ của thân hình trụ lớn hơn gấp 1,5 lần độ dẫn từ của lõi từ. Do đó, bên ngoài thân hình trụ không dùng làm đường từ, và tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ là 0%. Do đó, khi tạo các đường từ trường nhờ sử dụng kết cấu theo ví dụ đối chứng 3, đường từ chính là thân hình trụ (chi tiết quay hình trụ) 11a, và đường từ không được tạo bên ngoài thân hình trụ. Đối với hình dạng các đường lực từ trong trường hợp này, như được minh họa bằng các đường nét đứt trên Fig.24, các đường lực từ được tạo ra từ lõi từ 2 đi vào chính chi tiết quay hình trụ 11a, và trở về lõi từ 2. Các từ trường rò LB được tạo ở một số khoảng hở của cuộn dây 3, và đi vào chính chi tiết quay hình trụ 11a. Hình vẽ mặt cắt ở vị trí giữa D sẽ được minh họa trên Fig.25A. Đây là hình vẽ dạng lược đồ của các đường lực từ ở thời điểm khi dòng điện của cuộn dây 3 tăng theo hướng mũi tên I.

Các đường lực từ Bin đi qua đường từ sẽ được minh họa bằng các mũi tên (tám dấu x khoanh tròn) về phía hướng chiều sâu trong khoảng trống trên hình vẽ. Các mũi tên (tám vòng tròn đen) về phía mặt trước trong khoảng trống trên hình vẽ biểu thị các đường lực từ Bout trở về bên trong của chi tiết quay hình trụ 11a. Trong chi tiết quay hình trụ 11a, và cụ thể là, phần được biểu thị bằng XXVB, như được minh họa trên Fig.25B, nhiều dòng xoáy E// xuất hiện để tạo ra từ trường nhằm ngăn ngừa sự thay đổi từ trường được biểu thị bằng vòng tròn đen. Một cách chính xác, với dòng xoáy E//, có các phần bị triệt tiêu lẫn nhau và các phần được tăng cường lẫn nhau, và cuối cùng, tổng E1 và E2 của các dòng xoáy được biểu thị bằng mũi tên nét đứt trở nên nổi trội. Trong phần mô tả, sau đây, E1 và E2 sẽ được gọi là các dòng điện lớp mặt ngoài. Khi các dòng

điện lớp mặt ngoài E1 và E2 xuất hiện theo hướng chu vi, nhiệt Jun được sinh ra tỷ lệ thuận với điện trở lớp mặt ngoài của lớp gia nhiệt con lăn cố định 11a. Dòng điện này cũng lặp lại việc tạo/triệt tiêu và đổi hướng đồng bộ với dòng điện cao tần. Ngoài ra, tổn hao do trễ ở thời điểm tạo/triệt tiêu từ trường cũng góp phần sinh nhiệt.

Sự sinh nhiệt theo dòng xoáy E//, hoặc sinh nhiệt theo các dòng điện lớp mặt ngoài E1 và E2 là tương đương về mặt vật lý với sự sinh nhiệt được minh họa trên Fig.31, và sự sinh nhiệt theo dòng xoáy E// theo hướng này sẽ gần như được gọi là tổn hao kích thích, và là hiện tượng vật lý tương đương với hiện tượng được biểu thị bằng biểu thức dưới đây.

“Tổn hao kích thích” sẽ được mô tả. “Tổn hao kích thích” là trường hợp ở đó hướng của từ trường B// trong vật liệu 200a của chi tiết xoay sinh nhiệt cảm ứng điện từ 200 được minh họa trên Fig.31 song song với đường trục X của chi tiết quay, trong khi các đường lực từ theo hướng mũi tên B// tăng, dòng xoáy được tạo hướng triệt tiêu sự tăng của nó. Dòng xoáy này sẽ được gọi là E//. Mặt khác, trong trường hợp ở đó hướng của từ trường B// trong vật liệu 200a của chi tiết quay sinh nhiệt cảm ứng điện từ 200 được minh họa trên Fig.32 là vuông góc với đường trục X của chi tiết quay, trong khi từ thông theo hướng mũi tên B $\perp$ tăng, dòng xoáy được tạo theo hướng triệt tiêu sự tăng của nó. Dòng xoáy này sẽ được gọi là E $\perp$.

Như với ví dụ đối chứng 3, với kết cấu trong đó phần lớn các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi từ 2 đi qua bên trong của vật liệu của chi tiết quay hình trụ và trở về đầu kia của lõi từ, nhiệt được sinh ra ở chi tiết quay hình trụ chủ yếu nhờ nhiệt Jun theo dòng xoáy E//. Sinh nhiệt theo dòng xoáy E// này về cơ bản được gọi là “tổn hao kích thích”, và lượng nhiệt sinh Pe được tạo bởi dòng xoáy được biểu thị bằng biểu thức dưới đây.

$$P_e = k_e \frac{(tfB_m)^2}{\rho}$$

Pe: lượng nhiệt sinh do tổn hao dòng xoáy gây ra

t: chiều dày con lăn cố định

f: tần số

B_m: mật độ từ thông lớn nhất

ρ: điện trở suất

K_e: hằng số tỷ lệ

Như được minh họa trong biểu thức trên đây, lượng nhiệt sinh ra Pe tỷ lệ với bình phương của “B_m: mật độ từ thông lớn nhất trong vật liệu”, và do đó, mong muốn nếu chọn sắt từ như sắt, coban, niken, hoặc hợp kim của nó, làm vật liệu cấu thành. Ngược lại, khi sử dụng vật liệu từ tính yếu hoặc vật liệu không từ tính, hiệu suất nhiệt bị giảm. Lượng nhiệt sinh ra Pe tỷ lệ với bình phương của chiều dày t, và do đó, khi làm mảnh chiều dày bằng hoặc mỏng hơn 200μm, điều này gây ra vấn đề ở chỗ hiệu suất nhiệt bị giảm, và vật liệu có điện trở suất cao cũng không có lợi. Tức là, cơ cấu cố định theo ví dụ đối chứng 3 có sự phụ thuộc cao vào chiều dày của chi tiết quay hình trụ.

Thử nghiệm đối chứng

Phần mô tả về các kết quả thử nghiệm đối chứng được thực hiện xét về sự phụ thuộc vào chiều dày của chi tiết quay hình trụ theo ví dụ đối chứng 3 và phương án thực hiện thứ ba. Như là chi tiết quay hình trụ làm bằng niken cho thử nghiệm đối chứng, chi tiết trong đó đường kính bằng 60mm, và chiều dài bằng 230mm đã được sử dụng, và ba loại chiều dày (75μm, 100μm, 150μm, và 200μm) được chuẩn bị. Theo phương án thực hiện thứ ba, vật liệu có đường kính bằng 14mm, và với ví dụ đối chứng 3, vật liệu có đường kính bằng 6mm, đã được sử dụng làm lõi từ. Nguyên nhân mà các đường kính của các lõi từ khác nhau giữa phương án thực

hiện thứ ba và ví dụ đối chứng 3 là để tính vi phân trong đó ví dụ đối chứng 3 có kết cấu không thỏa mãn “R1: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 70%”, và phương án thực hiện thứ ba có kết cấu thỏa mãn “R2: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 90%”. Bảng 12 dưới đây minh họa “tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ” cho mỗi chiều dày của các chi tiết quay hình trụ theo phương án thực hiện thứ ba và ví dụ đối chứng 3. Cần thấy rằng từ bảng 12 mà tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ của chi tiết quay hình trụ theo ví dụ đối chứng 3 là rất nhạy cảm với chiều dày của chi tiết quay hình trụ và có sự phụ thuộc cao vào chiều dày, và phương án thực hiện thứ ba không nhạy cảm với chiều dày của chi tiết quay hình trụ và có sự phụ thuộc thấp vào chiều dày.

[Bảng 12]

Sự phụ thuộc vào chiều dày của chi tiết quay hình trụ

	Phương án thực hiện thứ ba	Ví dụ đối chứng 3
Đường kính lõi	14	6
Ni 75 μ m	98,7%	50,6%
Ni 100 μ m	98,3%	38,2%
Ni 150 μ m	97,5%	13,3%
Ni 200 μ m	96,7%	0,0%

Tiếp theo, phần mô tả về các kết quả trong đó lõi từ nằm trong thân hình trụ, và hiệu suất biến đổi công suất ở tần số 21kHz được đo. Đầu tiên, đo điện trở R_1 và cuộn cảm L_1 tương đương từ hai đầu của dây quấn ở trạng thái trong đó không có thân hình trụ. Tiếp theo, đo điện trở R_x và L_x từ hai đầu dây quấn ở trạng thái trong đó lõi từ được đưa vào trong thân hình trụ. Tiếp theo, hiệu suất biến đổi công suất được đo theo biểu

thức (27), và các kết quả đo được minh họa trên Fig.26.

$$\text{Hiệu suất} = (R_x - R_1) / R_x \dots (27)$$

Theo đó, với ví dụ đối chứng 3, việc giảm hiệu suất biến đổi công suất được bắt đầu khi chiều dày của chi tiết quay hình trụ đạt được bằng hoặc mỏng hơn $150\mu\text{m}$, và hiệu suất biến đổi công suất đạt đến 81% ở $75\mu\text{m}$. So với trường hợp ở đó kim loại không từ tính được sử dụng làm chi tiết quay hình trụ, hiệu suất biến đổi công suất có xu hướng tăng cụ thể khi chiều dày của chi tiết quay hình trụ là lớn hơn. Điều này là do “tổn hao kích thích” diễn ra hiệu quả vốn là hiện tượng sinh nhiệt được minh họa bằng biểu thức của lượng nhiệt được sinh ra Pe nêu trên. Tuy nhiên, “tổn hao kích thích” có xu hướng giảm tỷ lệ với bình phương của chiều dày, và do đó, hiệu suất biến đổi công suất được giảm xuống 81% ở $75\mu\text{m}$. Nhìn chung, để tạo độ đàn hồi cho thân hình trụ trong cơ cấu cố định, tốt hơn là chiều dày của chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện) bằng hoặc mỏng hơn $50\mu\text{m}$. Khi vượt quá chiều dày này, chi tiết quay hình trụ có thể có độ bền kém khi uốn cong liên tục, hoặc có thể gây hư hại cho các đặc tính khởi động nhanh do tăng nhiệt dung.

Với kết cấu theo ví dụ đối chứng 3, khi giảm chiều dày của chi tiết quay hình trụ đến bằng hoặc mỏng hơn $50\mu\text{m}$, hiệu suất biến đổi công suất của việc gia nhiệt cảm ứng điện từ sẽ bằng hoặc thấp hơn 80%. Do đó, như được mô tả trong mục 3-6, cuộn dây kích thích và sinh nhiệt v.v. , và vượt quá đáng kể lượng nhiệt mà có thể được bức xạ bởi sự truyền nhiệt và làm nguội tự nhiên. Trong trường hợp này, nhiệt độ của cuộn dây kích thích trở thành nhiệt độ cực cao khi so với chi tiết quay hình trụ, và do đó, thiết kế chịu nhiệt của cuộn dây kích thích, và các biện pháp làm mát như làm mát bằng không khí, làm mát bằng nước, hoặc làm mát tương tự là cần thiết. Ngoài ra, trong trường hợp sử dụng ferit thiêu kết làm lõi từ, việc đạt điểm Curie ở nhiệt độ khoảng 240°C có thể ngăn

không cho đường từ được tạo ra, và do đó, vật liệu có điện trở nhiệt cao hơn nhiều cần phải được chọn. Điều này dẫn đến làm tăng chi phí và tăng kích thước các chi tiết cấu thành. Khi khối cuộn dây kích thích tăng kích thước, chi tiết quay mà khối này được đưa vào trong đó cũng tăng kích thước, nhiệt dung tăng, và các đặc tính khởi động nhanh có thể bị giảm sút.

Mặt khác, với kết cấu theo phương án thực hiện thứ ba, hiệu suất biến đổi công suất vượt quá 95%, và do đó, sự sinh nhiệt sẽ được thực hiện với hiệu suất cao. Hơn nữa, chi tiết quay hình trụ có thể được tạo kết cấu bằng hoặc mỏng hơn $50\mu\text{m}$, và do đó, chi tiết này có thể được sử dụng như màng cố định có độ đàn hồi. Với chi tiết quay hình trụ theo phương án thực hiện thứ ba, nhiệt dung có thể được giảm, thiết kế chịu nhiệt và thiết kế bức xạ không cần phải được thực hiện trên cuộn dây kích thích, và do đó, toàn bộ cơ cấu cố định có thể được giảm kích thước, và các đặc tính khởi động nhanh cũng cao hơn.

Như mô tả trên đây, ở kết cấu theo phương án thực hiện thứ ba, thậm chí khi tạo lớp dẫn điện bằng vật liệu có độ thấm tương đối cao như niken, sự sinh nhiệt có thể được thực hiện trên lớp dẫn điện với hiệu suất cao mà không làm tăng chiều dày của lớp dẫn điện.

Phương án thực hiện thứ tư

Phương án thực hiện này là một biến thể của phương án thực hiện thứ ba, và khác với kết cấu theo phương án thực hiện thứ ba chỉ ở chỗ lõi từ được phân chia thành hai hoặc nhiều lõi theo hướng chiều dọc, và khoảng hở được tạo giữa các lõi được phân chia. Việc phân chia lõi từ có ưu điểm là các lõi từ đã phân chia ít bị hư hại hơn do tác động bên ngoài khi so với lõi từ có kết cấu của chi tiết cấu thành liền khối mà không phân chia lõi từ.

Chẳng hạn, khi tác động xảy ra với lõi từ theo hướng vuông góc với hướng dọc của lõi từ, lõi từ có kết cấu từ chi tiết cấu thành liền khối dễ bị

đứt gãy, nhưng các lõi từ phân chia không dễ bị đứt gãy. Các kết cấu khác là tương tự như với phương án thực hiện thứ ba, và do đó, phần mô tả sẽ được bỏ qua.

Trong số kết cấu của cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ tư, kết cấu trong đó chi tiết quay hình trụ 1a, lõi từ 3, và cuộn dây 2 được đề xuất, và lõi từ 3 được phân chia thành mười lõi có kết cấu tương tự như kết cấu theo ví dụ đối chứng 1 được minh họa trên Fig.19. Điểm khác biệt lớn giữa lõi từ 3 theo phương án thực hiện thứ tư và lõi từ theo ví dụ đối chứng 1 là chiều dài của khoảng hở giữa các lõi được phân chia. Trong khi chiều dài của khoảng hở theo ví dụ đối chứng 1 bằng 700 μ m, theo phương án thực hiện thứ tư chiều dài của khoảng hở bằng 20 μ m. Với phương án thực hiện thứ tư, tấm cách ly trong đó độ thấm tương đối bằng 1, và chiều dày G bằng 20 μ m, như polyimit hoặc tương tự được kẹp giữa các khoảng hở. Theo cách này, tấm cách ly mỏng được kẹp giữa các lõi từ của nó, nhờ đó các khoảng hở của các lõi từ đã phân chia có thể được đảm bảo. Theo phương án thực hiện thứ tư, để hạn chế việc tăng từ trở của toàn bộ lõi từ càng nhiều càng tốt, khoảng hở giữa các lõi đã phân chia được thiết kế càng nhỏ càng tốt. Với kết cấu theo phương án thực hiện thứ tư, khi thu được độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của lõi từ 3 theo phương pháp tương tự như với ví dụ đối chứng 1, các kết quả của nó như đã nêu với bảng 13 dưới đây.

Hơn nữa, các giá trị tính toán của độ dẫn từ trên đơn vị độ dài và từ trở của mỗi một chi tiết sẽ được thể hiện trong bảng 14.

[Bảng 13]

Độ dẫn từ theo phương án thực hiện thứ tư

Phương án thực hiện thứ tư	Ký hiệu	Trị số	Đơn vị
Chiều dài của lõi từ được phân chia	Lc	0,020	m
Độ thấm của lõi từ	μ c	2,3E-03	H/m

Diện tích mặt cắt của lõi từ	Sc	2,0E-04	m ²
Từ trở của lõi từ	Rm_c	4,4E+04	1/H
Chiều dài của khoảng hở	Lg	0,00002	m
Độ thấm của khoảng hở	μg	1,3E-06	H/m
Diện tích mặt cắt của khoảng hở	Sg	2,0E-04	m ²
Từ trở của khoảng hở	Rm_g	7,9E+04	1/H
Từ trở của toàn bộ lõi từ	Rm_all	1,2E+06	1/H
Rm_all trên đơn vị độ dài	Rm	5232410	1/(H·m)
Pm trên đơn vị độ dài	Pm	1,9E-07	H·m

[Bảng 14]

Độ dẫn từ theo phương án thực hiện thứ tư

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Phân dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ a_in	Thân hình trụ cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a_out
Diện tích mặt cắt	m ²	2,0E-04	1,0E-04	1,5E-04	5,6E-06	
Độ thấm tương đối			1	1	600	
Độ thấm	H/m		1,3E-6	1,3E-6	754,0E-6	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H·m	1,9E-07	1,3E-10	1,3E-10	4,3E-09	1,9E-07
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H·m)	5,2E+06	8,0E+09	5,5E+09	2,4E+08	5,4E+06
Tỷ lệ từ thông	%	100,0%	0,1%	0,1%	2,2%	97,7%

Với kết cấu theo phương án thực hiện thứ tư, tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng 97,7%, và thỏa mãn điều kiện “R2: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 90%”.

Ngoài ra, độ dẫn từ của mỗi một chi tiết theo phương án thực hiện thứ tư từ bảng 14 như sau.

Độ dẫn từ của lõi từ: $P_c = 1,9 \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}$

Độ dẫn từ trong thân hình trụ: $P_a = 1,3 \times 10^{-10} + 1,8 \times 10^{-10} \text{ H} \cdot \text{m}$

Độ dẫn từ của thân hình trụ: $P_s = 4,3 \times 10^{-9} \text{ H} \cdot \text{m}$

Do đó, phương án thực hiện thứ tư thỏa mãn biểu thức quan hệ độ dẫn

từ dưới đây.

$$P_s + P_a \leq 0,30 \times P_c$$

Khi thay thế các biểu thức nêu trên bằng từ trở, các biểu thức dưới đây thu được.

$$\text{Từ trở của lõi từ: } R_c = 5,2 \times 10^6 \text{ } 1/(\text{H} \cdot \text{m})$$

$$\text{Từ trở trong thân hình trụ: } R_a = 3,2 \times 10^9 \text{ } 1/(\text{H} \cdot \text{m})$$

$$\text{Từ trở của thân hình trụ: } R_s = 2,4 \times 10^8 \text{ } 1/(\text{H} \cdot \text{m})$$

$$\text{Từ trở kết hợp của } R_s \text{ và } R_a: R_{sa} = 2,2 \times 10^8 \text{ } 1/(\text{H} \cdot \text{m})$$

Do đó, phương án thực hiện thứ tư thỏa mãn biểu thức quan hệ từ trở dưới đây .

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

Theo phần mô tả cơ cấu cố định trên đây, theo phương án thực hiện thứ tư thỏa mãn các biểu thức quan hệ độ dẫn từ (các biểu thức quan hệ từ trở), và do đó có thể được sử dụng làm cơ cấu cố định.

Ví dụ đối chứng 4

Ví dụ đối chứng này khác với phương án thực hiện thứ tư về chiều dài của khoảng hở giữa các lõi được phân chia và thân hình trụ. Với ví dụ đối chứng 4, con lăn cố định dùng làm thân hình trụ được sử dụng (xem Fig.27). Các lõi từ được phân chia từ 22a đến 22k là ferit trong đó độ thấm tương đối bằng 1800, và mật độ từ thông bão hòa bằng 500mT, và có dạng trụ trong đó đường kính bằng 11mm, và các chiều dài của các lõi được phân chia bằng 22mm, và mười một lõi này nằm cách đều nhau $G = 0,5\text{mm}$. Với con lăn cố định dùng làm thân hình trụ, lớp tạo từ niken (độ thấm tương đối bằng 600) trong đó đường kính bằng 40mm, và chiều dày bằng 0,5mm được sử dụng làm lớp sinh nhiệt 21a. Độ dẫn từ và từ trở trên đơn vị độ dài của lõi từ 33 có thể được tính theo cách tương tự như theo phương án thực hiện thứ tư, và các kết quả tính toán như được thấy

trong bảng 15 dưới đây.

Ngoài ra, từ trở của mỗi một khoảng hở có giá trị lớn gấp vài lần so với từ trở của lõi từ. Bảng 16 cũng thể hiện các kết quả của độ dẫn từ được tính toán và từ trở trên đơn vị độ dài của mỗi một chi tiết cấu thành của cơ cấu cố định.

[Bảng 15]

Độ dẫn từ theo ví dụ đối chứng 4

Ví dụ đối chứng 4	Ký hiệu	Trị số	Đơn vị
Chiều dài của các lõi từ được phân chia	L_c	0,022	m
Độ thấm của lõi từ	μ_c	2,3E-03	H/m
Diện tích mặt cắt của lõi từ	S_c	9,5E-05	m ²
Từ trở của lõi từ	R_{m_c}	1,0E+05	1/H
Chiều dài của khoảng hở	L_g	0,0005	m
Độ thấm của khoảng hở	μ_g	1,3E-06	H/m
Diện tích mặt cắt của khoảng hở	S_g	9,5E-05	m ²
Từ trở của khoảng hở	R_{m_g}	4,2E+06	1/H
Từ trở của toàn bộ lõi từ	R_{m_all}	4,3E+07	1/H
R_{m_all} trên đơn vị độ dài	R_m	1,7E+08	1/(H·m)
P_m trên đơn vị độ dài	P_m	5,8E-09	H·m

[Bảng 16]

Độ dẫn từ theo ví dụ đối chứng 4

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Phân dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ a_in	Thân hình trụ cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a_out
Diện tích mặt cắt	m ²	9,5E-05	1,0E-04	1,0E-03	6,2E-05	
Độ thâm tương đối			1	1	600	
Độ thâm	H·m		1,3E-6	1,3E-6	754,0E-6	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H·m	5,8E-09	1,3E-10	1,3E-09	4,7E-08	-4,2E-08
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H·m)	1,7E+08	8,0E+09	8,0E+08	2,1E+07	-2,4E+07
Tỷ lệ từ thông	%	100,0%	2,2%	21,6%	803,9%	-725,4%

Với các tỷ lệ độ dẫn từ trong cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ tư, độ dẫn từ của thân hình trụ lớn gấp tám lần độ dẫn từ của lõi từ. Do đó, bên ngoài thân hình trụ không dùng làm đường từ, và tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng 0%. Do đó, các đường lực từ không vượt qua bên ngoài thân hình trụ, và gây cảm ứng cho chính thân hình trụ. Từ trở ở phần khoảng hở cũng lớn, và do đó, như với hình dạng đường lực từ được minh họa trên Fig.28, cực từ xuất hiện ở mỗi một phần khoảng hở.

Độ dẫn từ của mỗi một chi tiết cấu thành theo ví dụ đối chứng 4 từ bảng 16 như sau.

Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của lõi từ: $P_c = 5,8 \times 10^{-9} \text{ H} \cdot \text{m}$

Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài trong thân hình trụ (vùng giữa thân hình trụ và lõi từ): $P_a = 1,3 \times 10^{-10} + 1,3 \times 10^{-9} \text{ H} \cdot \text{m}$

Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của thân hình trụ: $P_s = 4,7 \times 10^{-8} \text{ H} \cdot \text{m}$

Do đó, ví dụ đối chứng 4 không thỏa mãn biểu thức quan hệ độ dẫn từ dưới đây.

$$P_s + P_a \leq 0,30 \times P_c$$

Khi thay thế các biểu thức nêu trên bằng từ trở, các biểu thức dưới đây thu được.

Từ trở trên đơn vị độ dài của lõi từ: $R_c = 1,7 \times 10^8 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$

Từ trở trên đơn vị độ dài trong thân hình trụ (vùng giữa thân hình trụ và lõi từ): $R_a = 7,2 \times 10^8 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$

Từ trở trên đơn vị độ dài của thân hình trụ: $R_s = 2,1 \times 10^7 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$

Từ trở kết hợp của R_s và R_a : $R_{sa} = 2,1 \times 10^7 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$

Do đó, ví dụ đối chứng 4 không thỏa mãn biểu thức quan hệ từ trở dưới đây.

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

Nguyên lý sinh nhiệt của kết cấu theo ví dụ đối chứng 4 sẽ được mô tả. Đầu tiên, với phần khoảng hở D1 của lõi từ 22 được minh họa trên Fig.28, dòng xoáy $E_{\perp}$ được tạo theo cách tương tự như với ví dụ đối chứng 1 bởi từ trường tác động lên thân hình trụ. Fig.29A minh họa hình vẽ mặt cắt ở khoảng D1. Đây là hình vẽ dạng lược đồ đường từ trường ở thời điểm khi dòng điện của cuộn dây 23 tăng theo hướng mũi tên I. Các đường lực từ Bin đi qua đường từ của lõi từ sẽ được minh họa bằng các mũi tên (tám vòng tròn đen) về phía hướng đằng trước trên hình vẽ. Các mũi tên (tám dấu x) về phía hướng chiều sâu trên hình vẽ biểu thị các đường lực từ Bni để trở về bên trong chi tiết quay hình trụ 21a. Trong vật liệu của chi tiết quay hình trụ 21a, và cụ thể là, phần được biểu thị bằng XXIXB, như được minh họa trên Fig.29B, nhiều dòng xoáy $E_{//}$ xuất hiện để tạo từ trường nhằm ngăn ngừa sự thay đổi từ trường Bni được biểu thị bằng dấu x trong đường tròn trắng. Với dòng xoáy $E_{//}$, một cách chính xác, có các phần triệt tiêu lẫn nhau và các phần được tăng cường lẫn nhau, và cuối cùng, tổng E_1 (nét liền) và E_2 (nét đứt) của các dòng xoáy trở thành nổi trội. Khi biểu thị điều này bằng cách sử dụng hình phối cảnh, trên Fig.29C, dòng xoáy (dòng điện lớp bề mặt) xuất hiện để triệt tiêu đường lực từ theo hướng mũi tên của đường lực từ Bni tác động vào bên trong vật liệu của chi tiết quay hình trụ, dòng điện E_1 chảy vào bề mặt ngoài, và dòng điện E_2 chảy vào phía trong. Khi các dòng điện lớp mặt ngoài E_1 và E_2 xuất hiện theo hướng chu vi, với lớp sinh nhiệt 21a của con lăn cố định, dòng điện chảy một cách tập trung vào trong phần bề mặt, và do đó,

nhật Jun được sinh tỷ lệ với điện trở lớp mặt ngoài. Dòng điện này cũng lặp lại việc tạo/triệt tiêu và thay đổi hướng đồng bộ với dòng điện cao tần. Ngoài ra, tổn hao do trễ ở thời điểm tạo/triệt tiêu từ trường cũng góp phần sinh nhiệt. Việc sinh nhiệt theo dòng xoáy $E_{//}$, hoặc sinh nhiệt theo các dòng điện lớp mặt ngoài E_1 và E_2 được biểu thị bằng biểu thức (1) theo cách tương tự như với ví dụ đối chứng 3, và giảm theo bình phương của chiều dày t .

Tiếp theo, ở D2 trên Fig.28, từ thông xuyên thẳng đứng vật liệu của con lăn cố định. Dòng xoáy trong trường hợp này xuất hiện theo hướng $E_{\perp}$ được minh họa trên Fig.32. Với ví dụ đối chứng 4, có thể hiểu rằng việc xuất hiện dòng xoáy theo hướng này cũng góp phần sinh nhiệt.

Dòng xoáy $E_{\perp}$ có dấu hiệu trong đó càng gần bề mặt của vật liệu, $E_{\perp}$ càng lớn, và càng gần bên trong của vật liệu, $E_{\perp}$ càng nhỏ theo hàm mũ. Chiều sâu của nó sẽ được gọi là chiều sâu xuyên δ , và được biểu thị bằng biểu thức dưới đây.

$$\delta = 503 \times (\rho/f\mu)^{1/2} \dots (28)$$

chiều sâu xuyên δ m

tần số của mạch kích thích f Hz

độ thấm μ H/m

độ từ trở ρ Ω m

Chiều sâu xuyên δ biểu thị chiều sâu hấp thụ các sóng điện từ, và mật độ của các sóng điện từ trở nên bằng hoặc thấp hơn $1/e$ ở vị trí sâu hơn. Ngược lại, phần lớn năng lượng được hấp thụ cho đến chiều sâu này. Chiều sâu của nó phụ thuộc vào tần số, độ thấm, và độ từ trở. Độ từ trở ρ ($\Omega \cdot m$) và độ thấm tương đối μ , và chiều sâu xuyên δ m ở mỗi một tần số của niken được minh họa như bảng dưới đây.

[Bảng 17]

Chiều sâu xuyên của niken

	ρ : Độ từ trở $\Omega \cdot m$	Độ thấm tương đối μ	$\delta(21kHz)$ μm	$\delta(40kHz)$ μm	$\delta(100kHz)$ μm
Ni (Niken)	6,84E-08	600	37	27	17

Với niken, chiều sâu xuyên bằng $37\mu m$ ở tần số 21kHz, và khi chiều dày của niken nhỏ hơn chiều dày này, các sóng điện từ xuyên niken, và lượng nhiệt được sinh theo dòng xoáy giảm mạnh. Tức là, thậm chí khi dòng xoáy $E \perp$ xuất hiện, hiệu suất sinh nhiệt bị ảnh hưởng bởi chiều dày vật liệu khoảng $40\mu m$. Do đó, trong trường hợp sử dụng kim loại từ tính làm lớp sinh nhiệt, mong muốn là chiều dày của nó lớn hơn chiều sâu xuyên.

Thử nghiệm đối chứng

Phần mô tả được thực hiện với các kết quả thử nghiệm so sánh sự phụ thuộc chiều dày của chi tiết quay hình trụ giữa phương án thực hiện thứ tư và ví dụ đối chứng 4. Chi tiết trong đó đường kính bằng 60mm, và chiều dài bằng 230mm đã được sử dụng làm chi tiết quay hình trụ làm từ niken theo ví dụ đối chứng 4, và bốn loại chiều dày ($75\mu m$, $100\mu m$, $150\mu m$, và $200\mu m$) được chuẩn bị. Phương án thực hiện thứ tư có kết cấu trong đó lõi từ được phân chia theo hướng chiều dọc, để đảm bảo khoảng hở giữa các lõi từ được phân chia, tám polyimit có chiều dày $G = 20\mu m$ được kẹp trong khoảng hở giữa các lõi từ được phân chia. Bảng 18 dưới đây minh họa, với các cơ cấu cố định theo phương án thực hiện thứ tư và ví dụ đối chứng 4, mối tương quan giữa chiều dày của chi tiết quay hình trụ và tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ. Phương án thực hiện thứ tư thỏa mãn điều kiện “R2: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 90%” không phụ thuộc vào chiều dày của chi tiết

quay hình trụ. Ví dụ đối chứng 4 là, “tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ” trong trường hợp sử dụng chi tiết quay hình trụ tương tự trên lõi có khoảng hở 0,5mm theo phương án thực hiện thứ tư, và không thỏa mãn “R1: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 70%” trong tất cả các trường hợp.

[Bảng 18]

Tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ

	Phương án thực hiện thứ tư	Ví dụ đối chứng 4
Đường kính lõi	16	4
Ni 75 μ m	97,7%	0,0%
Ni 100 μ m	96,9%	0,0%
Ni 150 μ m	95,5%	0,0%
Ni 200 μ m	94,0%	0,0%

“Tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ” theo ví dụ đối chứng 4 bằng 0% trong tất cả các trường hợp. Do đó, các đường lực từ do không dễ dàng vượt qua bên ngoài thân hình trụ, và chủ yếu đi qua con lăn. Fig.30 là các kết quả trong đó lõi từ nằm trong phần rỗng của chi tiết quay hình trụ, và hiệu suất biến đổi công suất ở tần số 21kHz được đo.

Theo đó, với cơ cấu cố định theo ví dụ đối chứng 4, việc giảm hiệu suất biến đổi công suất bắt đầu từ chiều dày niken bằng 150 μ m, và đạt 80% ở 75 μ m, và thể hiện xu hướng tương tự như với ví dụ đối chứng 3. Với kết cấu theo ví dụ đối chứng 4, trong trường hợp mà chiều dày của chi tiết quay hình trụ được chọn bằng 75 μ m hoặc mỏng hơn, hiệu suất biến đổi công suất gia nhiệt cảm ứng điện từ được giảm xuống 80% hoặc nhỏ hơn, và có kết cấu bất lợi cho các đặc tính khởi động nhanh như với ví dụ đối chứng 3. Mặt khác, với kết cấu theo phương án thực hiện thứ tư,

hiệu suất biến đổi công suất vượt quá 95%, và do đó, phương án thực hiện thứ tư có lợi cho các đặc tính khởi động nhanh với lý do tương tự như với phương án thực hiện thứ ba.

Như mô tả trên đây, ở kết cấu theo phương án thực hiện thứ tư, với thân hình trụ được tạo từ niken có độ thấm tương đối cao, thậm chí khi làm mỏng chiều dày của nó, việc sinh nhiệt có thể được thực hiện hiệu quả trên thân hình trụ, và cơ cấu cố định có ưu thế ở các đặc tính khởi động nhanh có thể được tạo ra.

Lưu ý rằng, như được minh họa trên Fig.33A và Fig.33B, trong trường hợp mà phần nhô khỏi mặt đầu của chi tiết quay hình trụ của lõi từ 2 có kết cấu để không nhô ra vùng ở bên ngoài từ mặt ảo nhô khỏi mặt chu vi trong của chi tiết quay hình trụ, theo phương hướng kính của chi tiết quay hình trụ này, điều này góp phần cải thiện các đặc tính lắp ráp.

Phương án thực hiện thứ năm

Với mục “3-3. Mạch từ và độ dẫn từ” theo phương án thực hiện thứ nhất, phần mô tả được thực hiện sao cho khi sắt hoặc vật liệu tương tự được đặt trong thân hình trụ, tỷ lệ các đường lực từ vượt qua bên ngoài của thân hình trụ phải được điều khiển. Phần mô tả được thực hiện với ví dụ cụ thể để điều khiển tỷ lệ các đường lực từ vượt qua bên ngoài thân hình trụ.

Phương án thực hiện này là biến thể của phương án thực hiện thứ hai, và khác với kết cấu của phương án thực hiện thứ hai chỉ ở chỗ trụ gia cường sắt được đặt như là chi tiết gia cường. Giá đỡ sắt có kết cấu với diện tích mặt cắt nhỏ nhất, và do đó, màng cố định và con lăn ép có thể bị ép với áp suất cao hơn, và có ưu điểm trong đó khả năng cố định có thể được cải thiện. Diện tích mặt cắt được đề cập ở đây là mặt cắt theo hướng vuông góc với hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ.

Fig.36 là hình vẽ mặt cắt dạng lược đồ của cơ cấu cố định theo

phương án thực hiện thứ năm. Cơ cấu cố định A gồm màng cố định 1 dùng làm chi tiết quay gia nhiệt dạng trụ, phần dẫn hướng màng 9 dùng làm chi tiết tạo phần kẹp tiếp xúc với mặt trong của màng cố định 1, giá đỡ kim loại 23 được tạo kết cấu để ép chi tiết tạo phần kẹp, và con lăn ép 7 dùng làm chi tiết ép. Giá đỡ kim loại 23 là sắt có độ thấm tương đối 500, và diện tích mặt cắt của nó bằng $1\text{mm} \times 30\text{mm} = 30\text{mm}^2$. Con lăn ép 7 tạo phần kẹp N dọc theo phần dẫn hướng màng 9 qua màng cố định 1. Trong khi vận chuyển chất liệu ghi P mang ảnh mực T nhờ sử dụng phần kẹp N, chất liệu ghi P được gia nhiệt để cố định ảnh mực T trên chất liệu ghi P. Con lăn ép 7 được ép tỳ vào phần dẫn hướng màng 9 nhờ lực ép trên áp lực tổng cộng trong khoảng từ 10N đến 300N (khoảng từ 10kgf đến 30kgf) nhờ sử dụng khối mang không được minh họa trên hình vẽ và khối ép. Con lăn ép 7 được dẫn động bằng cách quay theo chiều mũi tên nhờ sử dụng nguồn dẫn động không được minh họa trên hình vẽ, mômen xoắn tác động lên màng cố định 1 nhờ lực ma sát ở phần kẹp N, và màng cố định 1 được dẫn động và quay. Phần dẫn hướng màng 9 cũng có chức năng dùng làm phần dẫn hướng màng được tạo kết cấu để dẫn hướng mặt trong của màng cố định 1, và được tạo kết cấu từ polyphenylen sulfua (PPS) vốn là nhựa chịu nhiệt hoặc vật liệu tương tự. Các vật liệu và các diện tích mặt cắt của lõi từ và thân hình trụ là tương tự như với phương án thực hiện thứ hai, và do đó, khi tính toán tỷ lệ các đường lực từ đi qua mỗi một vùng, các kết quả thu được như với bảng dưới đây 19.

[Bảng 19]

Tỷ lệ các đường lực từ theo phương án thực hiện thứ năm

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Giá đỡ sắt a _{in}	Phân dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ a _{in}	Thân hình trụ cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a _{out}
Diện tích mặt cắt	m ²	2,0E-04	6,0E-05	1,0E-04	2,5E-04	1,1E-06	
Độ thâm tương đối		1800	500	1	1	1	
Độ thâm	H·m	2,3E-3	628,3E-6	1,3E-6	1,3E-6	1,3E-6	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H·m	4,5E-07	3,8E-08	1,3E-10	3,1E-10	1,4E-12	4,2E-07
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H·m)	2,2E+06	2,7E+07	8,0E+09	3,2E+09	7,0E+11	2,4E+06
Tỷ lệ từ thông	%	100,0%	8,3%	0,0%	0,1%	0,0%	91,6%

Với kết cấu theo phương án thực hiện thứ năm, tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng 91,6%, và thỏa mãn điều kiện “R1: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 70%”.

Độ dẫn từ của mỗi một chi tiết theo phương án thực hiện thứ năm từ bảng 19 như sau.

Độ dẫn từ của lõi từ: $P_c = 4,5 \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}$

Độ dẫn từ trong thân hình trụ (vùng giữa thân hình trụ và lõi từ): $P_a = 3,8 \times 10^{-8} + 1,3 \times 10^{-10} + 3,1 \times 10^{-10} \text{ H} \cdot \text{m}$

Độ dẫn từ của thân hình trụ: $P_s = 1,4 \times 10^{-12} \text{ H} \cdot \text{m}$

Do đó, phương án thực hiện thứ năm thỏa mãn biểu thức quan hệ độ dẫn từ dưới đây.

$$P_s + P_a \leq 0,30 \times P_c$$

Khi thay thế các biểu thức nêu trên bằng từ trở, các biểu thức dưới đây thu được.

$$\text{Từ trở của lõi từ: } R_c = 2,2 \times 10^6 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$$

Từ trở trong thân hình trụ là từ trở kết hợp R_a của từ trở của giá đỡ sắt R_t , phần dẫn hướng màng R_f , và không khí trong thân hình trụ R_{air} , và khi sử dụng biểu thức dưới đây,

$$\frac{1}{R_a} = \frac{1}{R_t} + \frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_{air}}$$

thì $R_a = 2,3 \times 10^9 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$ thỏa mãn.

Từ trở của thân hình trụ R_s là $R_s = 3,2 \times 10^9 \text{ 1/(H} \cdot \text{m)}$, và do đó, từ trở

kết hợp R_{sa} của R_s và R_a là $R_{sa} = 2,3 \times 10^9 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$ thỏa mãn.

Do đó, kết cấu theo phương án thực hiện thứ năm thỏa mãn biểu thức quan hệ từ trở dưới đây.

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

Theo phần mô tả cơ cấu cố định trên đây theo phương án thực hiện thứ năm thỏa mãn các biểu thức quan hệ độ dẫn từ (từ trở), và do đó có thể được sử dụng làm cơ cấu cố định.

Fig.37 minh họa mạch từ tương đương của khoảng trống gồm lõi từ, cuộn dây, thân hình trụ, và giá đỡ kim loại trên đơn vị độ dài. Cách nhìn là tương tự như với Fig.11B, và do đó, phần mô tả chi tiết của mạch từ tương đương sẽ được bỏ qua. Khi các đường lực từ đi ra từ một đầu theo hướng chiều dọc của lõi từ được tính là 100%, 8,3% của nó đi qua bên trong của giá đỡ kim loại và trở về đầu kia của lõi từ, và do đó, các đường lực từ vượt qua bên ngoài thân hình trụ giảm một lượng như vậy. Nguyên nhân này sẽ được mô tả nhờ sử dụng các hướng của các đường lực từ và định luật Faraday có dựa vào Fig.38.

Định luật Faraday là “Khi thay đổi từ trường trong mạch điện, lực điện động cảm ứng xuất hiện khi có cấp điện cho mạch, và lực điện động cảm ứng tỷ lệ với sự thay đổi thời điểm của từ thông xuyên mạch theo phương thẳng đứng.” Trong trường hợp mà mạch S nằm gần phần đầu của lõi từ 2 của cuộn dây điện từ 3 minh họa trên Fig.38, và dòng điện xoay chiều cao tần được cấp cho cuộn dây 3, theo biểu thức (2), lực điện động cảm ứng tạo ra ở mạch S, tỷ lệ với sự thay đổi thời điểm của các đường lực từ xuyên thẳng đứng bên trong mạch S theo định luật Faraday. Tức là, khi nhiều thành phần thẳng đứng B_{for} của các đường lực từ đi qua mạch S, lực điện động cảm ứng được tạo ra cũng tăng lên. Tuy nhiên, các đường lực từ đi qua bên trong giá đỡ kim loại trở thành các thành phần Bopp của các đường lực từ hướng ngược lại các thành phần thẳng đứng B_{for} của các đường lực từ trong lõi từ. Khi các thành phần Bopp của các đường

lực từ hướng ngược lại này tồn tại, “các đường lực từ xuyên thẳng đứng mạch” sẽ là hiệu số giữa Bfor và Bopp, và do đó giảm xuống. Kết quả là, có thể có trường hợp trong đó lực điện động giảm, và hiệu suất biến đổi giảm.

Do đó, trong trường hợp đặt chi tiết kim loại làm giá đỡ kim loại ở vùng giữa thân hình trụ và lõi từ, độ dẫn từ trong thân hình trụ được giảm nhờ lựa chọn vật liệu có độ thấm tương đối nhỏ như thép không gỉ austenit hoặc vật liệu tương tự để thỏa mãn các biểu thức quan hệ độ dẫn từ dưới đây. Trong trường hợp đặt chi tiết có độ thấm tương đối cao ở vùng giữa thân hình trụ và lõi từ theo yêu cầu, độ dẫn từ trong thân hình trụ được giảm (từ trở trong thân hình trụ được tăng) nhờ giảm diện tích mặt cắt của chi tiết của nó càng nhỏ càng tốt để thỏa mãn các biểu thức quan hệ độ dẫn từ dưới đây.

Ví dụ đối chứng 5

Ví dụ đối chứng này khác với phương án thực hiện thứ năm mô tả trên đây về diện tích mặt cắt của giá đỡ kim loại. Trong trường hợp mà diện tích mặt cắt lớn hơn diện tích theo phương án thực hiện thứ năm, và bằng $2,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ lớn bằng 1/4 diện tích của phương án thực hiện thứ năm, khi tính toán tỷ lệ các đường lực từ đi qua mỗi một vùng, các kết quả tính toán được thể hiện như bảng dưới đây 20.

[Bảng 20]

Tỷ lệ các đường lực từ ở ví dụ đối chứng 5

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Giá đỡ sắt a _{in}	Phản dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ a _{in}	Thân hình trụ cy	Không khí bên ngoài thân hình trụ a _{out}
Diện tích mặt cắt	m ²	2,0E-04	2,4E-04	1,0E-04	2,5E-04	1,1E-06	
Độ thấm tương đối		1800	500	1	1	1	
Độ thấm	H/m	2,3E-3	628,3E-6	1,3E-6	1,3E-6	1,3E-6	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H·m	4,5E-07	1,5E-07	1,3E-10	3,1E-10	1,4E-12	3,0E-07
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H·m)	2,2E+06	6,6E+06	8,0E+09	3,2E+09	7,0E+11	3,3E+06
Tỷ lệ từ thông	%	100,0%	33,2%	0,0%	0,1%	0,0%	66,8%

Với kết cấu theo ví dụ đối chứng 5, tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng 66,8%, và không thỏa mãn điều kiện “R1: tỷ lệ các đường lực từ bên ngoài thân hình trụ bằng hoặc lớn hơn 70%”. Ở thời điểm này, hiệu suất biến đổi công suất thu được nhờ bộ phân tích trở kháng bằng 60%.

Ngoài ra, độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của mỗi một chi tiết cấu thành của ví dụ đối chứng 5 từ bảng 20 như sau.

Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của lõi từ: $P_c = 4,5 \times 10^{-7} \text{ H}\cdot\text{m}$

Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài trong thân hình trụ (vùng giữa thân hình trụ và lõi từ):

$$P_a = 1,5 \times 10^{-7} + 1,3 \times 10^{-10} + 3,1 \times 10^{-10} \text{ H}\cdot\text{m}$$

Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài của thân hình trụ: $P_s = 1,4 \times 10^{-12} \text{ H}\cdot\text{m}$

Do đó, ví dụ đối chứng 5 không thỏa mãn biểu thức quan hệ độ dẫn từ dưới đây.

$$P_s + P_a \leq 0,30 \times P_c$$

Khi thay thế các biểu thức nêu trên bằng từ trở, các biểu thức dưới đây thu được.

$$\text{Từ trở của lõi từ: } R_c = 2,2 \times 10^6 \text{ 1/}(\text{H}\cdot\text{m})$$

Từ trở R_a trong thân hình trụ (từ trở kết hợp của từ trở của giá đỡ sắt R_t , phần dẫn hướng màng R_f , và không khí trong thân hình trụ R_{air}) là, khi tính toán giá trị này từ biểu thức dưới đây, $R_a = 6,6 \times 10^6 \text{ 1/}(\text{H}\cdot\text{m})$.

$$\frac{1}{R_a} = \frac{1}{R_t} + \frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_{air}}$$

Từ trở R_s của thân hình trụ là $R_s = 7,0 \times 10^{11} \text{ 1/}(\text{H}\cdot\text{m})$, và do đó, từ trở kết hợp R_{sa} của R_s và R_a là $R_{sa} = 6,6 \times 10^6 \text{ 1/}(\text{H}\cdot\text{m})$.

Do đó, ví dụ đối chứng 5 không thỏa mãn biểu thức quan hệ từ trở dưới đây.

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

Phương án thực hiện thứ sáu

Với các trường hợp từ phương án thực hiện thứ nhất đến phương án thực hiện thứ năm, cơ cấu cố định được xử lý trong đó các chi tiết và v.v. trong vùng ảnh lớn nhất có kết cấu mặt cắt đều theo hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ. Theo phương án thực hiện thứ sáu, phần mô tả được thực hiện với cơ cấu cố định có kết cấu mặt cắt đều theo hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ. Fig.39 là cơ cấu cố định được mô tả theo phương án thực hiện thứ sáu. Như là điểm khác với các kết cấu theo phương án thực hiện thứ nhất đến phương án thực hiện thứ năm, chi tiết dò nhiệt độ 24 được tạo trong (vùng giữa lõi từ và chi tiết quay hình trụ) chi tiết quay hình trụ. Các kết cấu khác là tương tự như với phương án thực hiện thứ hai, cơ cấu cố định gồm màng cố định 1 có lớp dẫn điện (chi tiết quay hình trụ), lõi từ 2, và chi tiết tạo phần kẹp (phần dẫn hướng màng) 9.

Nếu chiều dọc của lõi từ 2 được lấy làm hướng trục X, vùng tạo ảnh lớn nhất là khoảng từ 0 đến L_p trên trục X. Chẳng hạn, trong trường hợp thiết bị tạo ảnh trong đó vùng vận chuyển lớn nhất của chất liệu ghi được chọn là kích thước LTR 215,9mm, L_p cần được chọn là $L_p = 215,9\text{mm}$. Chi tiết dò nhiệt độ 24 có kết cấu từ vật liệu không từ tính có độ thấm tương đối bằng 1, diện tích mặt cắt theo hướng vuông góc với trục X bằng $5\text{mm} \times 5\text{mm}$, chiều dài theo hướng song song với trục X bằng 10mm. Chi tiết dò nhiệt độ 24 nằm ở vị trí từ L_1 (102,95mm) đến L_2 (112,95mm) trên trục X. Từ 0 đến L_1 trên tọa độ X sẽ được gọi là vùng 1, L_1 đến L_2 có chi tiết dò nhiệt độ 24 sẽ được gọi là vùng 2, và L_2 đến L_p sẽ được gọi là vùng 3. Kết cấu mặt cắt trong vùng 1 được minh họa trên Fig.40A, và kết cấu mặt cắt trong vùng 2 được minh họa trên Fig.40B. Như được minh họa trên Fig.40B, chi tiết dò nhiệt độ 24 được chứa trong màng cố định 1, và do đó trở thành đối tượng để tính toán từ trở. Để thực

hiện tính toán từ trở chặt chẽ, “từ trở trên đơn vị độ dài” thu được một cách riêng rẽ cho vùng 1, vùng 2, và vùng 3, việc tính toán tích phân được thực hiện theo chiều dài của mỗi một vùng, và từ trở kết hợp thu được nhờ cộng các giá trị này. Đầu tiên, từ trở trên đơn vị độ dài của mỗi một chi tiết cấu thành ở vùng 1 hoặc vùng 3 được minh họa trong bảng dưới đây 21.

[Bảng 21]

Kết cấu mặt cắt của vùng 1 hoặc 3

Mục	Đơn vị	Lõi từ C	Phản dẫn hướng màng	Không khí bên trong thân hình trụ a _{in}	Thân hình trụ cy
Diện tích mặt cắt	m ²	1,5E-04	1,0E-04	2,0E-04	1,5E-06
Độ thâm tương đối		1800	1	1	1
Độ thâm	H/m	2,3E-03	1,3E-06	1,3E-06	1,3E-06
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H·m	3,5E-07	1,3E-10	2,5E-10	1,9E-12
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H·m)	2,9E+06	8,0E+09	4,0E+09	5,3E+11

Từ trở r_{c1} trên đơn vị độ dài của lõi từ ở vùng 1 như sau.

$$r_{c1} = 2,9 \times 10^6 \text{ 1/(H·m)}$$

Từ trở r_a trên đơn vị độ dài của vùng giữa thân hình trụ và lõi từ là từ trở kết hợp của từ trở trên đơn vị độ dài của phản dẫn hướng màng r_f , và từ trở trên đơn vị độ dài của không khí trong phần trụ r_{air} . Do đó, giá trị này có thể được tính nhờ sử dụng biểu thức dưới đây.

$$\frac{1}{r_a} = \frac{1}{r_f} + \frac{1}{r_{air}}$$

Do tính toán, từ trở r_{a1} ở vùng 1, và từ trở r_{s1} ở vùng 1 là như sau.

$$r_{a1} = 2,7 \times 10^9 \text{ 1/(H·m)}$$

$$r_{s1} = 5,3 \times 10^{11} \text{ 1/(H·m)}$$

Ngoài ra, vùng 3 cũng tương tự như vùng 1, và do đó, ba loại từ trở đối với vùng 3 là như sau.

$$r_{c3} = 2,9 \times 10^6 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

$$r_{a3} = 2,7 \times 10^9 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

$$r_{s3} = 5,3 \times 10^{11} \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

Tiếp theo, từ trở trên đơn vị độ dài của mỗi một chi tiết trong vùng 2 được minh họa trên bảng dưới đây 22.

[Bảng 22]

Kết cấu mặt cắt của Vùng 2

Mục	Đơn vị	Lõi từ c	Phân dẫn hướng màng	Nhiệt điện trở	Không khí bên trong thân hình trụ a_in	Thân hình trụ cy
Diện tích mặt cắt	m ²	1,5E-04	1,0E-04	2,5E-05	1,72E-04	1,5E-06
Độ thâm trong đôi		1800	1	1	1	1
Độ thâm	H/m	2,3E-03	1,3E-06	1,3E-06	1,3E-06	1,3E-06
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài	H·m	3,5E-07	1,3E-10	3,1E-11	2,2E-10	1,9E-12
Từ trở trên đơn vị độ dài	1/(H·m)	2,9E+06	8,0E+09	3,2E+10	4,6E+09	5,3E+11

Từ trở r_{c2} trên đơn vị độ dài của mỗi một chi tiết trong vùng 2 như sau.

$$r_{c2} = 2,9 \times 10^6 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

Từ trở r_a trên đơn vị độ dài của vùng giữa thân hình trụ và lõi từ là từ trở kết hợp của từ trở trên đơn vị độ dài của phân dẫn hướng màng r_f , từ trở trên đơn vị độ dài của nhiệt điện trở r_t , và từ trở trên đơn vị độ dài của không khí trong phần trụ r_{air} . Do đó, giá trị này có thể được tính toán nhờ sử dụng biểu thức dưới đây.

$$\frac{1}{r_a} = \frac{1}{r_t} + \frac{1}{r_f} + \frac{1}{r_{air}}$$

Nhờ kết quả tính toán, từ trở r_{a2} trên đơn vị độ dài trong vùng 2, và từ

trở r_{c2} trên đơn vị độ dài trong vùng 2 là như sau.

$$r_{a2} = 2,7 \times 10^9 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

$$r_{s2} = 5,3 \times 10^{11} \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$$

Vùng 3 là hoàn toàn tương tự như vùng 1. Lưu ý rằng, với từ trở r_a trên đơn vị độ dài của vùng giữa thân hình trụ và lõi từ, nguyên nhân mà $r_{a1} = r_{a2} = r_{a3}$ sẽ được mô tả. Với việc tính toán từ trở trong vùng 2, diện tích mặt cắt của nhiệt điện trở 24 tăng, và diện tích mặt cắt của không khí trong thân hình trụ giảm. Tuy nhiên, với cả hai diện tích mặt cắt này, độ thấm tương đối bằng 1, và do đó, từ trở là tương tự bất kể có hoặc không có nhiệt điện trở 24. Tức là, trong trường hợp mà chỉ vật liệu không từ tính nằm trong vùng giữa thân hình trụ và lõi từ, thậm chí khi tính toán từ trở được xử lý tương tự như không khí, điều này là đủ đối với độ chính xác tính toán. Điều này là do trong trường hợp của vật liệu không từ tính, độ thấm tương đối trở thành giá trị xấp xỉ bằng 1. Ngược lại, trong trường hợp của vật liệu từ tính (niken, sắt, thép silicon, hoặc tương tự), mong muốn tính toán vùng mà ở đó có vật liệu từ tính và các vùng khác riêng rẽ.

Phép lấy tích phân của từ trở $R[A/Wb/(1/H)]$ dùng làm từ trở kết hợp theo hướng đường sinh của thân hình trụ có thể được tính cho từ trở r_1, r_2 , và $r_3 \text{ 1/(H}\cdot\text{m)}$ của mỗi một vùng như sau.

$$R = \int_0^{L_1} r_1 dl + \int_{L_1}^{L_2} r_2 dl + \int_{L_2}^{L_p} r_3 dl = r_1(L_1 - 0) + r_2(L_2 - L_1) + r_3(L_p - L_2)$$

Do đó, từ trở $R_c[H]$ của lõi ở một phần từ một đầu của vùng vận chuyển lớn nhất của chất liệu ghi đến đầu kia có thể được tính như sau.

$$R_c = \int_0^{L_1} r_{c1} dl + \int_{L_1}^{L_2} r_{c2} dl + \int_{L_2}^{L_p} r_{c3} dl = r_{c1}(L_1 - 0) + r_{c2}(L_2 - L_1) + r_{c3}(L_p - L_2)$$

Ngoài ra, từ trở kết hợp $R_a[H]$ của vùng giữa thân hình trụ và lõi từ ở phần từ một đầu của vùng vận chuyển lớn nhất của chất liệu ghi đến đầu kia có thể được tính như sau.

$$R_a = \int_0^{L_1} r_a 1 dl + \int_{L_1}^{L_2} r_a 2 dl + \int_{L_2}^{L_p} r_a 3 dl = r_a 1(L_1 - 0) + r_a 2(L_2 - L_1) + r_a 3(L_p - L_2)$$

Từ trở kết hợp $R_s[H]$ của thân hình trụ ở một phần từ một đầu của vùng vận chuyển lớn nhất của chất liệu ghi đến đầu kia có thể được tính như sau.

$$R_s = \int_0^{L_1} r_s 1 dl + \int_{L_1}^{L_2} r_s 2 dl + \int_{L_2}^{L_p} r_s 3 dl = r_s 1(L_1 - 0) + r_s 2(L_2 - L_1) + r_s 3(L_p - L_2)$$

Kết quả của các phép tính toán trên được thực hiện trên mỗi một vùng sẽ được minh họa trong bảng 23 dưới đây.

[Bảng 23]

Các kết quả tính toán tích phân của độ dẫn từ ở mỗi một vùng

	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3	Từ trở kết hợp
Điểm đầu tích phân mm	0	102,95	112,95	
Điểm cuối tích phân mm	102,95	112,95	215,9	
Khoảng cách mm	102,95	10	102,95	
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài pCH·m	3,5E-07	3,5E-07	3,5E-07	
Từ trở trên đơn vị độ dài rc1/(H·m)	2,9E+06	2,9E+06	2,9E+06	
Tích tích phân của từ trở rc [A/Wb(1/H)]	3,0E+08	2,9E+07	3,0E+08	6,2E+08
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài paH·m	3,7E-10	3,7E-10	3,7E-10	
Từ trở trên đơn vị độ dài ra1/(H·m)	2,7E+09	2,7E+09	2,7E+09	
Tích tích phân của từ trở	2,8E+11	2,7E+10	2,8E+11	5,8E+11

ra [A/Wb(1/H)]				
Độ dẫn từ trên đơn vị độ dài psH·m	1,9E-12	1,9E-12	1,9E-12	
Từ trở trên đơn vị độ dài rs1/(H·m)	5,3E+11	5,3E+11	5,3E+11	
Tích tích phân của từ trở rs [A/Wb(1/H)]	5,4E+13	5,3E+12	5,4E+13	1,1E+14

Từ bảng 23 trên đây, Rc, Ra, và Rs như sau .

$$R_c = 6,2 \times 10^8 [1/H]$$

$$R_a = 5,8 \times 10^{11} [1/H]$$

$$R_s = 1,1 \times 10^{14} [1/H]$$

Từ trở kết hợp Rsa của Rs và Ra có thể được tính toán với biểu thức dưới đây.

$$\frac{1}{R_{sa}} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_a}$$

$$R_{sa} = \frac{R_a \times R_s}{R_a + R_s}$$

Theo các phép tính toán trên, $R_{sa} = 5,8 \times 10^{11} [1/H]$ thu được, và do đó, biểu thức quan hệ dưới đây được thỏa mãn.

$$0,30 \times R_{sa} \geq R_c$$

Theo cách này, trong trường hợp của cơ cấu cố định có dạng mặt cắt không đều theo hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ, mong muốn là lõi từ được phân chia thành nhiều vùng theo hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ, từ trở được tính toán cho mỗi một vùng của nó, và cuối cùng, độ dẫn từ hoặc từ trở được kết hợp từ các từ trở được tính toán. Tuy nhiên, trong trường hợp mà chi tiết cần được xử lý là vật liệu không từ tính, độ thấm gần bằng độ thấm không khí, và do đó, nó có thể được tính toán như với không khí. Tiếp theo, các chi tiết cấu thành cần phải được

tính toán sẽ được mô tả. Với chi tiết cấu thành nằm trong chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện, tức là, vùng giữa chi tiết quay hình trụ và lõi từ), và ít nhất một phần có trong các vùng vận chuyển lớn nhất (từ 0 đến L_p) của chất liệu ghi, độ dẫn từ hoặc từ trở cần được tính toán. Ngược lại, đối với chi tiết nằm ngoài chi tiết quay hình trụ, độ dẫn từ hoặc từ trở không cần tính toán. Điều này là do như mô tả trên đây, lực điện động cảm ứng tỷ lệ với sự thay đổi thời điểm của các đường lực từ xuyên thẳng đứng mạch theo định luật Faraday, và không có mối quan hệ với các đường lực từ ngoài mạch. Ngoài ra, chi tiết nằm ngoài vùng vận chuyển lớn nhất của chất liệu ghi theo hướng đường sinh của chi tiết quay hình trụ không ảnh hưởng đến việc sinh nhiệt của chi tiết quay hình trụ (lớp dẫn điện), không cần phải tính toán.

Mặc dù sáng chế được mô tả theo các phương án thực hiện làm ví dụ sáng chế, nhưng cần hiểu rằng sáng chế không giới hạn ở các phương án đã mô tả. Phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây phải được hiểu theo nghĩa rộng nhất trong đó bao gồm tất cả các biến thể và các kết cấu và chức năng tương đương.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cơ cấu cố định có kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi ở đó ảnh được tạo, cơ cấu này bao gồm:

chi tiết quay hình trụ gồm lớp dẫn điện;

cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều gia nhiệt cảm ứng điện từ cho lớp dẫn điện, có phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị gần như song song với hướng đường sinh của chi tiết quay; và

lõi được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ của từ trường xoay chiều, lõi nằm trong phần dạng xoắn;

trong đó từ trở của lõi, với vùng từ một đầu đến đầu kia của vùng truyền lớn nhất của ảnh trên chất liệu ghi theo hướng đường sinh, bằng hoặc nhỏ hơn 30% từ trở kết hợp tạo ra từ trở của lớp dẫn điện và từ trở của vùng nằm giữa lớp dẫn điện và lõi.

2. Cơ cấu cố định theo điểm 1, trong đó lõi có dạng không tạo vòng khép kín bên ngoài chi tiết quay.

3. Cơ cấu cố định theo điểm 1, trong đó với vùng này, từ trở của lõi bằng hoặc nhỏ hơn 10% từ trở kết hợp.

4. Cơ cấu cố định theo điểm 1, trong đó với vùng này, từ trở của lõi bằng hoặc nhỏ hơn 6% từ trở kết hợp.

5. Cơ cấu cố định theo điểm 1, trong đó lớp dẫn điện được tạo từ ít nhất một trong số bạc, nhôm, thép không gỉ austenit, đồng.

6. Cơ cấu cố định theo điểm 1, trong đó vật liệu của lõi là ferit thiêu kết.

7. Cơ cấu cố định theo điểm 1, trong đó chiều dày của lớp dẫn điện bằng hoặc mỏng hơn $75\mu\text{m}$.

8. Cơ cấu cố định theo điểm 1, trong đó lõi nhô ra phía ngoài của chi tiết quay hơn mặt đầu của chi tiết quay theo hướng đường sinh.

9. Cơ cấu cố định theo điểm 8, trong đó một phần của lõi nhô ra phía ngoài của chi tiết quay hơn mặt đầu của chi tiết quay, với phương hướng kính của chi tiết quay, nằm ở vùng phía trong hơn mặt ảo kéo dài mặt trong của chi tiết quay theo hướng đường sinh.

10. Cơ cấu cố định theo điểm 1, trong đó tần số của dòng điện xoay chiều đi vào trong cuộn dây bằng hoặc lớn hơn 21kHz nhưng bằng hoặc nhỏ hơn 100kHz .

11. Cơ cấu cố định theo điểm 1, trong đó vùng truyền lớn nhất của ảnh có trong vùng mà lớp dẫn điện và lõi được xếp chồng theo hướng đường sinh.

12. Cơ cấu cố định theo điểm 1, trong đó chi tiết quay là màng trụ; và trong đó cơ cấu cố định có chi tiết đối được tạo kết cấu để tạo phân kẹt, mà chất liệu ghi được vận chuyển ở đó, giữa màng và chính nó.

13. Cơ cấu cố định theo điểm 12, trong đó cơ cấu cố định gồm chi tiết tạo phân kẹt được tạo kết cấu để tạo phân kẹt, tiếp xúc với mặt trong của màng, dọc theo chi tiết đối qua màng.

14. Cơ cấu cố định theo điểm 13, trong đó cơ cấu cố định gồm chi tiết gia cường được tạo kết cấu để gia cường chi tiết tạo phân kẹt, vốn kéo dài

theo hướng đường sinh, trong màng, và vật liệu làm chi tiết gia cường là thép không gỉ austenit.

15. Cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi mà ảnh được tạo trên đó, cơ cấu này bao gồm:

chi tiết quay hình trụ có lớp dẫn điện;

cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều gia nhiệt cảm ứng điện từ lớp dẫn điện, cuộn dây gồm phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị kéo dài dọc theo hướng đường sinh của chi tiết quay; và

lõi được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ của từ trường xoay chiều, có dạng mà ở đó vòng khép kín không được tạo bên ngoài chi tiết quay và nằm trong phần dạng xoắn;

trong đó 70% hoặc nhiều hơn các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi theo hướng đường sinh vượt qua bên ngoài lớp dẫn điện và trở về đầu kia của lõi.

16. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó 90% hoặc lớn hơn các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi theo hướng đường sinh vượt qua bên ngoài lớp dẫn điện và trở về đầu kia của lõi.

17. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó 94% hoặc lớn hơn các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi theo hướng đường sinh vượt qua bên ngoài lớp dẫn điện và trở về đầu kia của lõi.

18. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó lớp dẫn điện được tạo từ ít nhất một trong số bạc, nhôm, thép không gỉ austenit, đồng.

19. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó vật liệu lõi là ferit thiêu kết.
20. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó chiều dày của lớp dẫn điện bằng hoặc mỏng hơn $75\mu\text{m}$.
21. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó lõi nhô ra phía ngoài của chi tiết quay hơn mặt đầu của chi tiết quay theo hướng đường sinh.
22. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó phần lõi nhô ra phía ngoài của chi tiết quay hơn mặt đầu của chi tiết quay, với phương hướng kính của chi tiết quay, nằm ở vùng phía trong hơn mặt ảo kéo dài mặt trong của chi tiết quay theo hướng đường sinh.
23. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó tần số của dòng điện xoay chiều đi vào cuộn dây bằng hoặc lớn hơn 21kHz nhưng bằng hoặc nhỏ hơn 100 kHz.
24. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó vùng truyền lớn nhất của ảnh trên chất liệu ghi bao gồm trong vùng mà ở đó lớp dẫn điện và lõi được xếp chồng theo hướng đường sinh.
25. Cơ cấu cố định theo điểm 15,
 trong đó chi tiết quay là màng trụ; và
 trong đó cơ cấu cố định có chi tiết đối được tạo kết cấu để tạo phần kẹp, mà chất liệu ghi được vận chuyển, giữa màng và chính nó.
26. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó cơ cấu cố định gồm chi tiết tạo phần kẹp được tạo kết cấu để tạo phần kẹp, tiếp xúc với mặt trong của màng, dọc theo chi tiết đối qua màng.

27. Cơ cấu cố định theo điểm 15, trong đó cơ cấu cố định gồm chi tiết gia cường được tạo kết cấu để gia cường chi tiết tạo phần kẹp, nằm dài theo hướng đường sinh, trong màng, và vật liệu làm chi tiết gia cường là thép không gỉ austenit.

28. Cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi mà ảnh được tạo trên đó, cơ cấu này bao gồm:

chi tiết quay hình trụ gồm lớp dẫn điện;

cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều gia nhiệt cảm ứng điện từ lớp dẫn điện, có phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị gần như song song với hướng đường sinh của chi tiết quay; và

lõi được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ của từ trường xoay chiều, nằm trong phần dạng xoắn;

trong đó độ thấm tương đối của lớp dẫn điện và độ thấm tương đối của chi tiết ở vùng nằm giữa lớp dẫn điện và lõi, trong vùng từ một đầu đến đầu kia của vùng truyền lớn nhất của ảnh trên chất liệu ghi theo hướng đường sinh, nhỏ hơn 1,1; và

trong đó cơ cấu cố định thỏa mãn biểu thức quan hệ (1) dưới đây có mặt cắt vuông góc với hướng đường sinh xuyên qua diện tích này:

$$0,06 \times \mu_c \times S_c \geq S_s + S_a \quad (1)$$

trong đó S_s biểu thị diện tích mặt cắt của lớp dẫn điện, S_a biểu thị diện tích mặt cắt của vùng giữa lớp dẫn điện và lõi, S_c biểu thị diện tích mặt cắt của lõi, và μ_c biểu thị độ thấm tương đối của lõi.

29. Cơ cấu cố định theo điểm 28, trong đó lõi có dạng ở đó vòng khép kín không được tạo bên ngoài chi tiết quay.

30. Cơ cấu cố định theo điểm 28, trong đó lớp dẫn điện được tạo từ ít nhất một trong số bạc, nhôm, thép không gỉ austenit, đồng.
31. Cơ cấu cố định theo điểm 28, trong đó vật liệu lõi là ferit thiêu kết.
32. Cơ cấu cố định theo điểm 28, trong đó chiều dày của lớp dẫn điện bằng hoặc mỏng hơn $75\mu\text{m}$.
33. Cơ cấu cố định theo điểm 28, trong đó lõi nhô ra phía ngoài của chi tiết quay hơn mặt đầu của chi tiết quay theo hướng đường sinh.
34. Cơ cấu cố định theo điểm 33, trong đó phần lõi nhô ra phía ngoài của chi tiết quay hơn mặt đầu của chi tiết quay, với phương hướng kính của chi tiết quay, nằm ở vùng phía trong hơn mặt ảo kéo dài mặt trong của chi tiết quay theo hướng đường sinh.
35. Cơ cấu cố định theo điểm 28, trong đó tần số của dòng điện xoay chiều để chảy vào cuộn dây bằng hoặc lớn hơn 21kHz nhưng bằng hoặc nhỏ hơn 100kHz.
36. Cơ cấu cố định theo điểm 28, trong đó vùng truyền lớn nhất của ảnh bao gồm trong vùng ở đó lớp dẫn điện và lõi được xếp chồng theo hướng đường sinh.
37. Cơ cấu cố định theo điểm 28, trong đó chi tiết quay là màng trụ; và trong đó cơ cấu cố định có chi tiết đối được tạo kết cấu để tạo phần kẹp, mà chất liệu ghi vận chuyển ở đó, giữa màng và chính nó.
38. Cơ cấu cố định theo điểm 37, trong đó cơ cấu cố định gồm chi tiết tạo phần kẹp được tạo kết cấu để tạo phần kẹp, tiếp xúc với mặt trong của

màng, dọc theo chi tiết đối qua màng.

39. Cơ cấu cố định theo điểm 38, trong đó cơ cấu cố định gồm chi tiết gia cường được tạo kết cấu để gia cường chi tiết tạo phần kẹp, nằm dài theo hướng đường sinh, trong màng, và vật liệu làm chi tiết gia cường là thép không gỉ austenit.

40. Cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi ảnh được tạo trên đó, cơ cấu này bao gồm:

chi tiết quay hình trụ có lớp dẫn điện;

cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều gia nhiệt cảm ứng điện từ cho lớp dẫn điện, có phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị gần như song song với hướng đường sinh của chi tiết quay; và

lõi được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ của từ trường xoay chiều, nằm trong phần dạng xoắn;

trong đó lớp dẫn điện được tạo từ vật liệu không từ tính, và lõi có dạng ở đó vòng khép kín không được tạo bên ngoài chi tiết quay.

41. Cơ cấu cố định theo điểm 40, trong đó vật liệu không từ tính được tạo từ ít nhất một trong số bạc, nhôm, thép không gỉ austenit, đồng.

42. Cơ cấu cố định theo điểm 40, trong đó chi tiết quay là màng mỏng.

43. Cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi mà ảnh được tạo trên đó, cơ cấu này bao gồm:

chi tiết quay hình trụ gồm lớp dẫn điện;

cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều gia nhiệt cảm ứng điện từ cho lớp dẫn điện, có phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị gần như song song với hướng đường sinh của chi tiết quay; và

lõi được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ của từ trường xoay chiều, nằm trong phần dạng xoắn;

trong đó lớp dẫn điện được tạo từ vật liệu không từ tính, và chiều dày của lớp dẫn điện bằng hoặc mỏng hơn $75\mu\text{m}$.

44. Cơ cấu cố định theo điểm 43, trong đó chi tiết quay là màng mỏng.

45. Cơ cấu cố định theo điểm 43, trong đó lõi có dạng ở đó vòng khép kín không được tạo bên ngoài chi tiết quay.

46. Cơ cấu cố định theo điểm 43, trong đó vật liệu không từ tính được tạo từ ít nhất một trong số bạc, nhôm, thép không gỉ austenit, đồng.

47. Cơ cấu cố định được tạo kết cấu để cố định ảnh trên chất liệu ghi bằng cách gia nhiệt chất liệu ghi mà ảnh được tạo trên đó, cơ cấu này bao gồm:

chi tiết quay hình trụ gồm lớp dẫn điện;

cuộn dây được tạo kết cấu để tạo từ trường xoay chiều gia nhiệt cảm ứng điện từ cho lớp dẫn điện, cuộn dây gồm phần dạng xoắn nằm trong chi tiết quay sao cho đường trục xoắn của phần dạng xoắn được định vị gần như song song với hướng đường sinh của chi tiết quay; và

lõi được tạo kết cấu để cảm ứng các đường lực từ của từ trường xoay chiều, cuộn dây nằm trong phần dạng xoắn;

trong đó lõi có dạng trong đó vòng khép kín không được tạo bên ngoài chi tiết quay, và

trong đó chi tiết quay được gia nhiệt chính bằng dòng điện được cảm ứng bởi trường điện từ chảy quanh chu vi ở lớp dẫn điện.

48. Cơ cấu cố định theo điểm 47, trong đó lõi có dạng với các phần đầu theo chiều dọc của lõi.

49. Cơ cấu cố định theo điểm 47, trong đó từ trở của lõi, với vùng từ một đầu đến đầu kia của vùng truyền lớn nhất của ảnh trên chất liệu ghi theo hướng đường sinh, bằng hoặc nhỏ hơn 30% từ trở kết hợp tạo ra từ trở của lớp dẫn điện và từ trở của vùng nằm giữa lớp dẫn điện và lõi.

50. Cơ cấu cố định theo điểm 47, trong đó 70% hoặc nhiều hơn các đường lực từ đi ra từ một đầu của lõi theo hướng đường sinh vượt qua bên ngoài lớp dẫn điện và trở về đầu kia của lõi.

51. Cơ cấu cố định theo điểm 47, trong đó chi tiết quay là màng mỏng.

52. Cơ cấu cố định theo điểm 47, trong đó lớp dẫn điện được tạo từ ít nhất một trong số bạc, nhôm, thép không gỉ austenit, đồng.

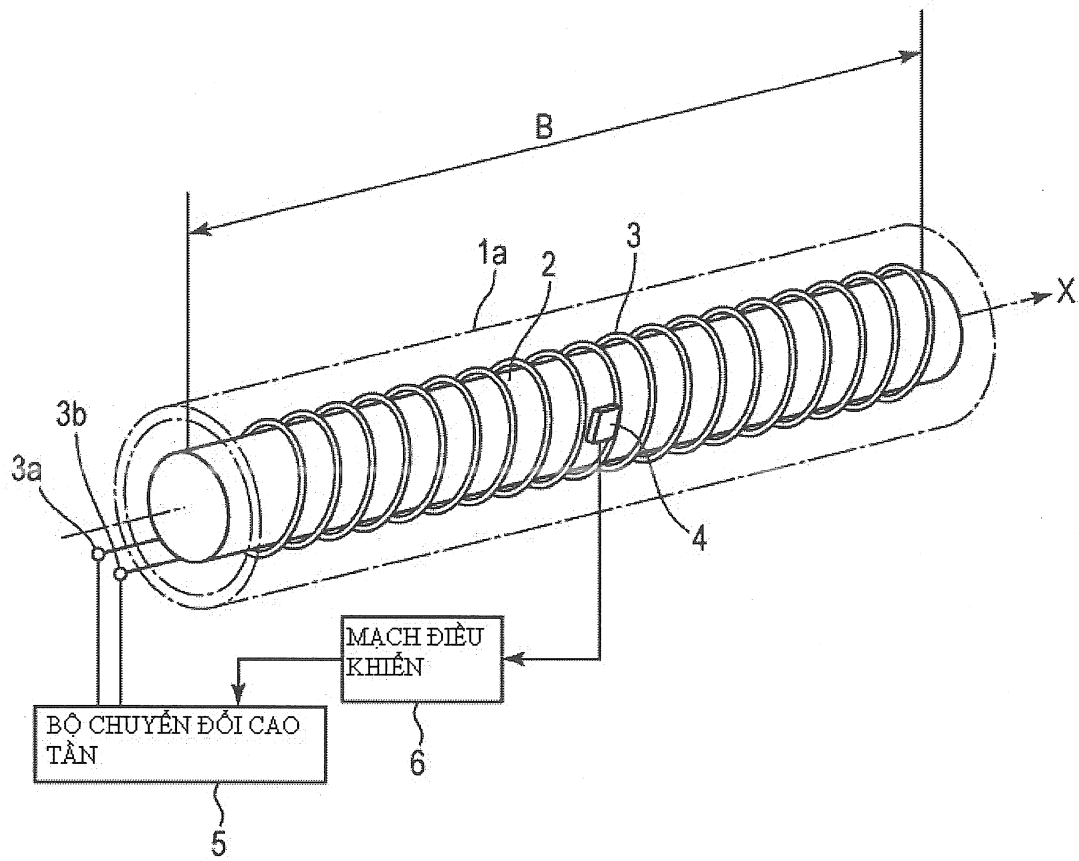


Fig.1

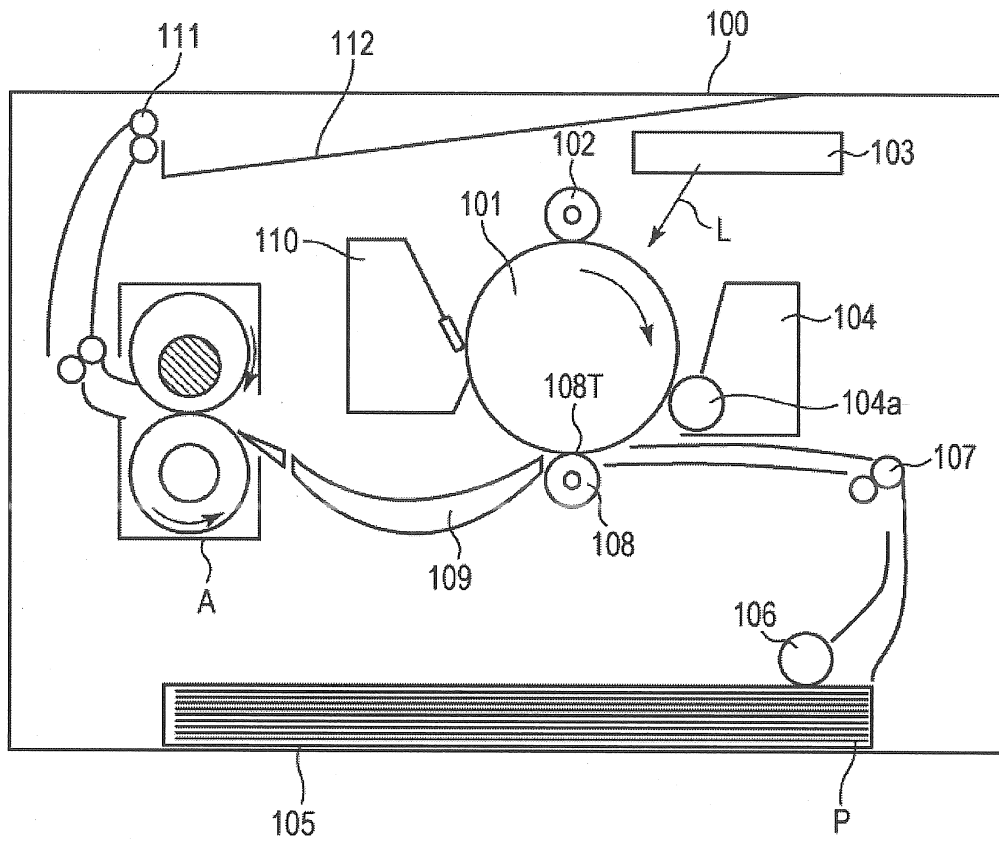


Fig.2

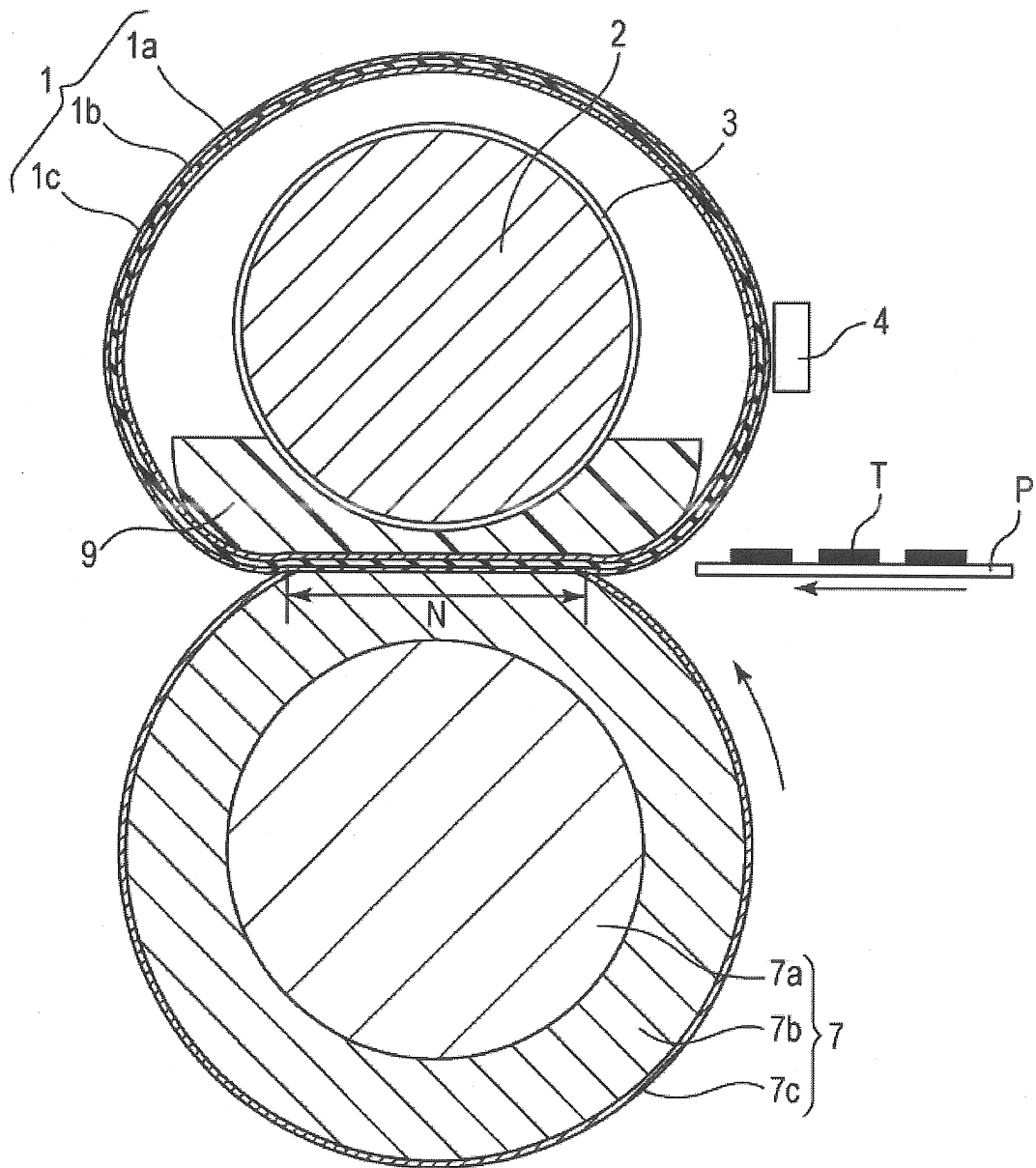


Fig.3

4/35

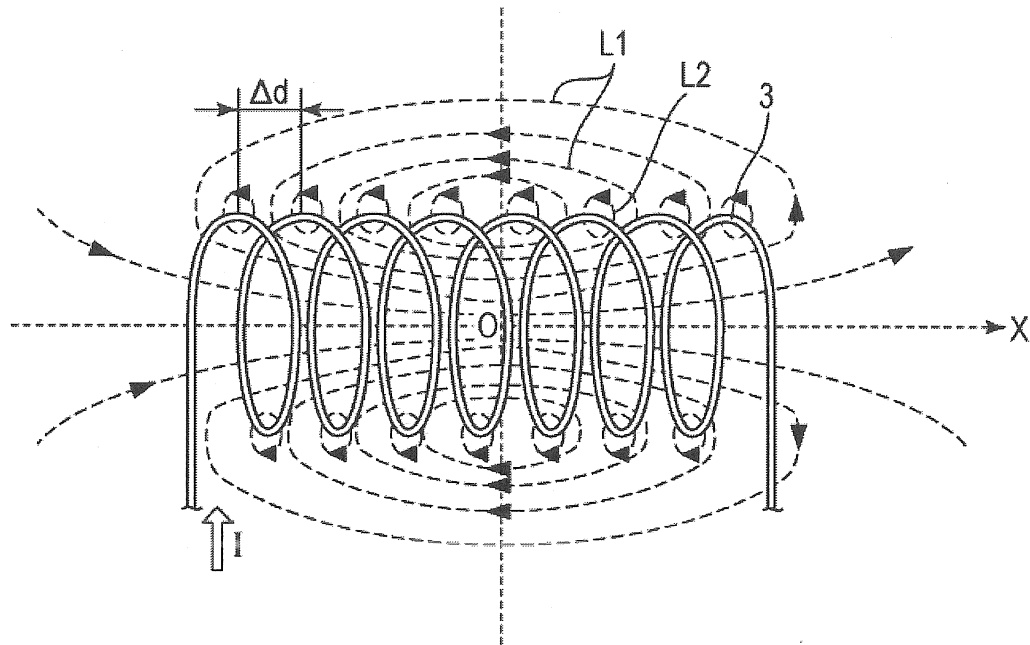


Fig.4A

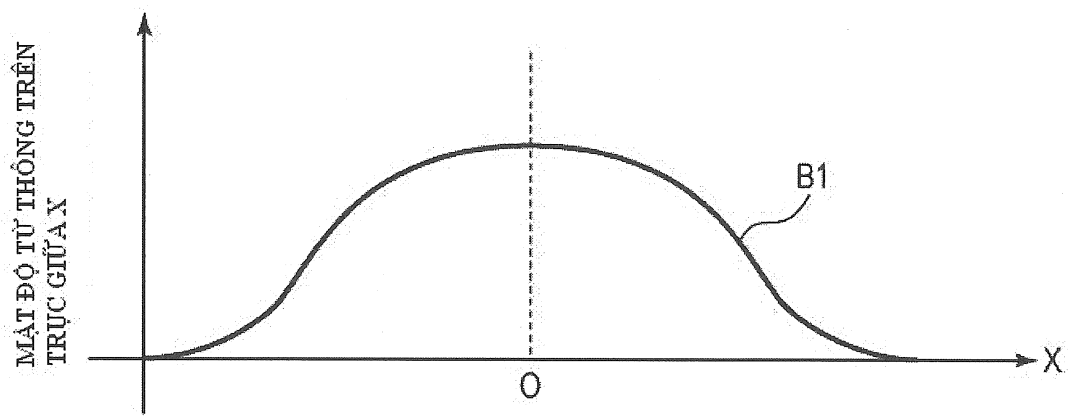


Fig.4B

5/35

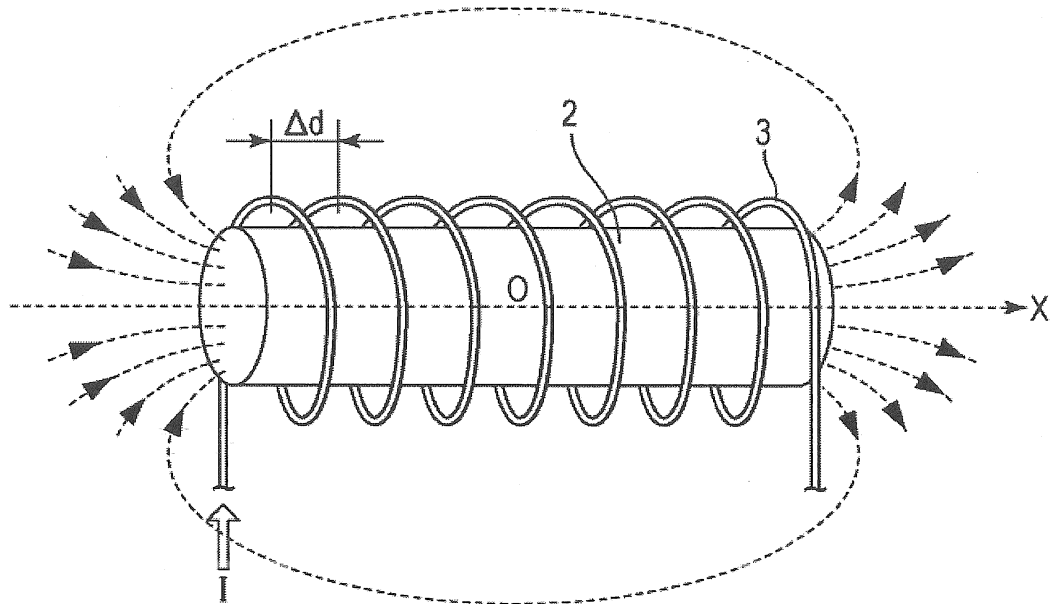


Fig.5A

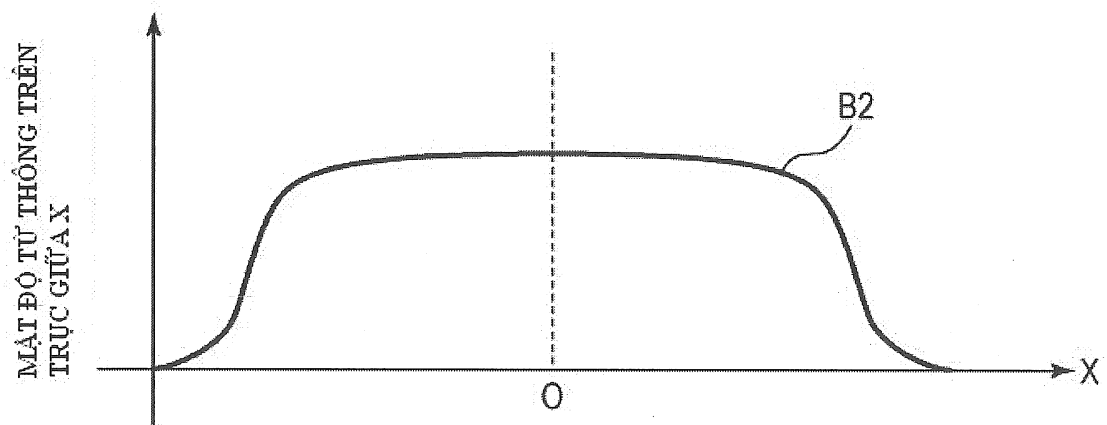


Fig.5B

6/35

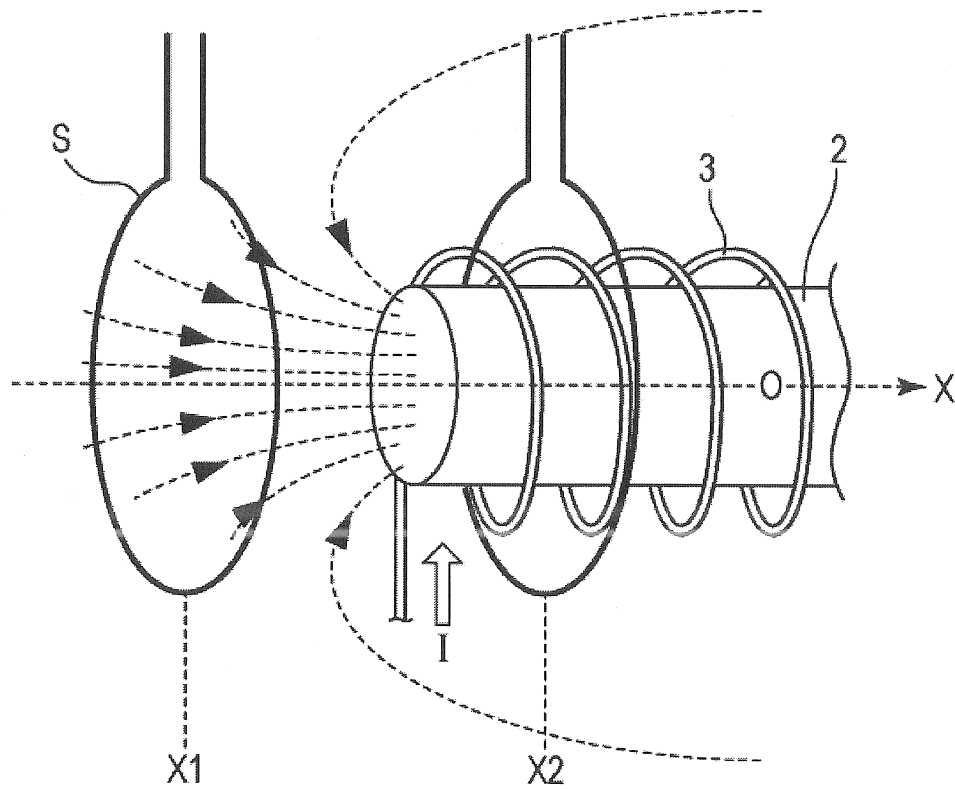


Fig. 6A

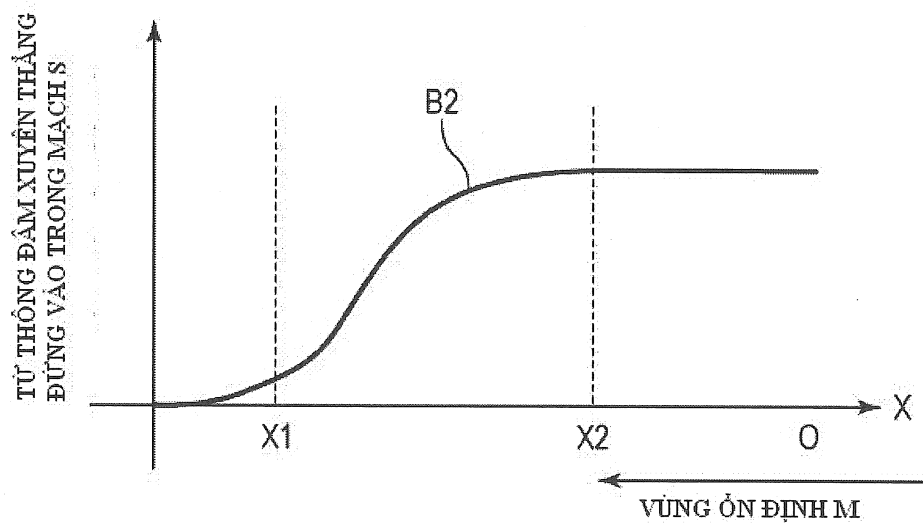


Fig. 6B

7/35

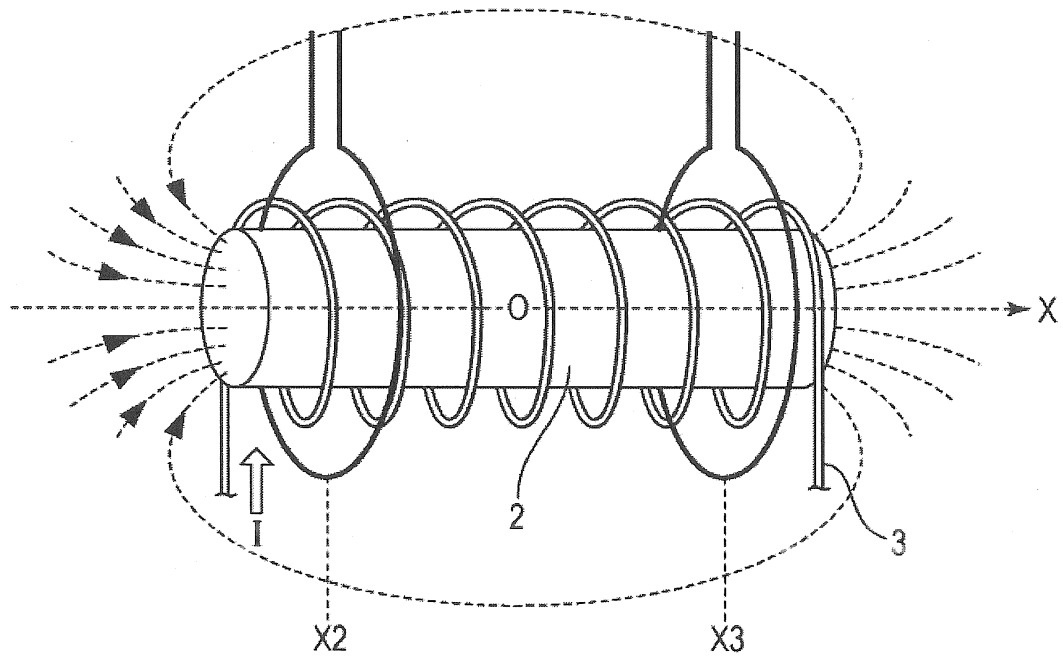


Fig. 7A

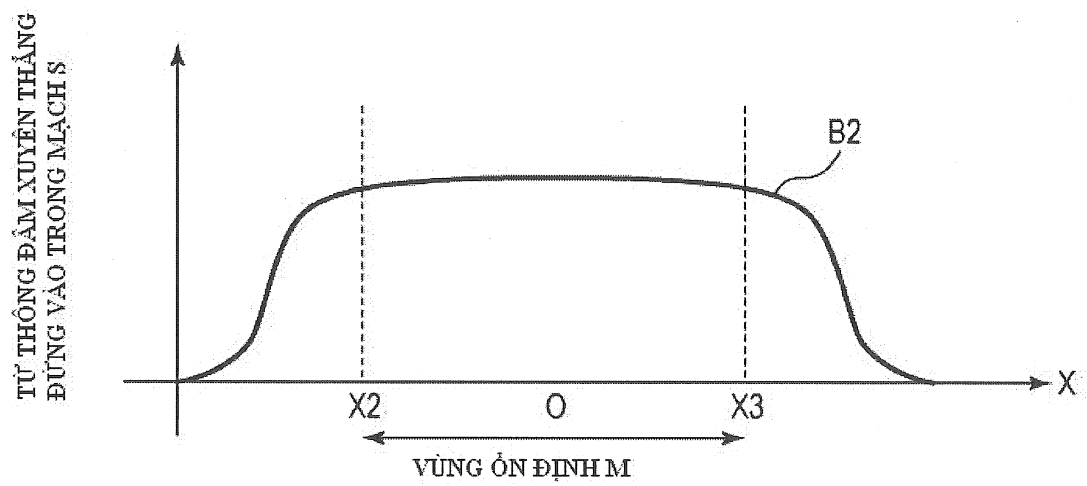


Fig. 7B

8/35

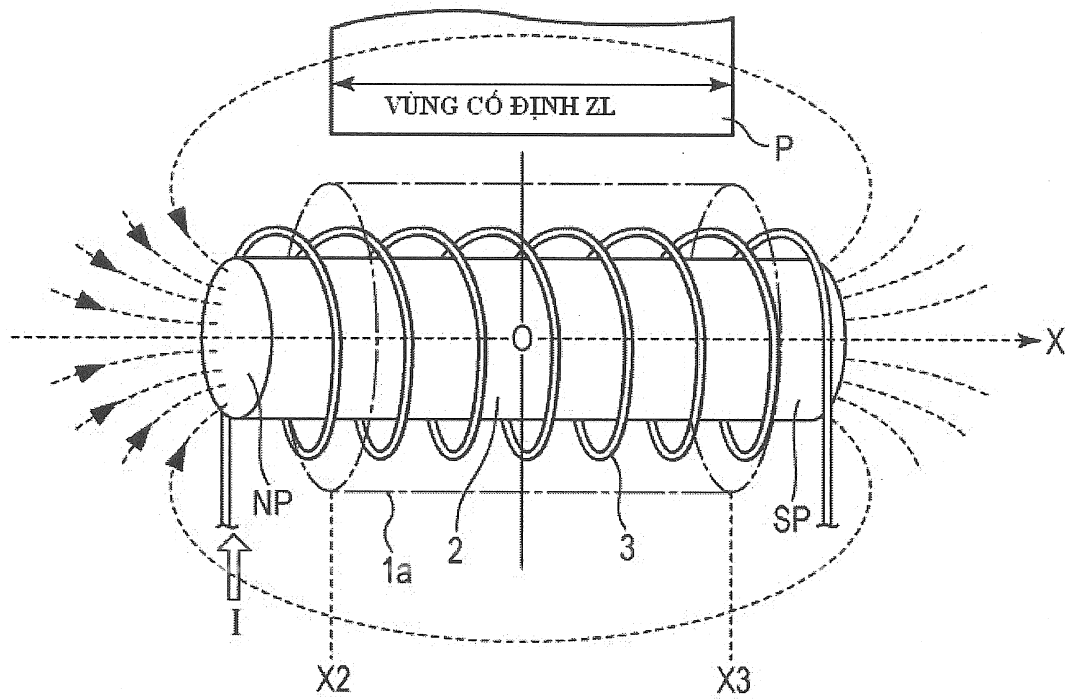


Fig. 8A

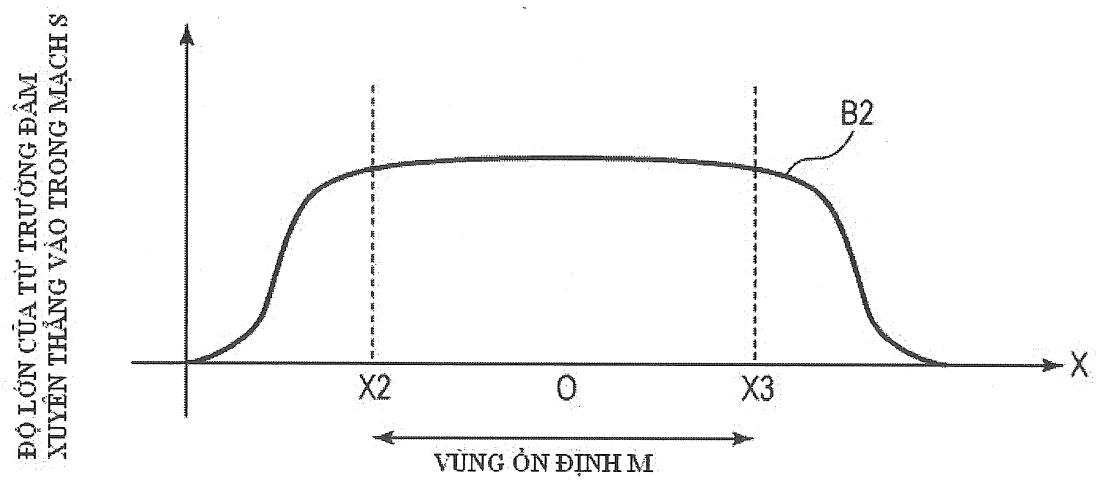


Fig. 8B

Fig.9A

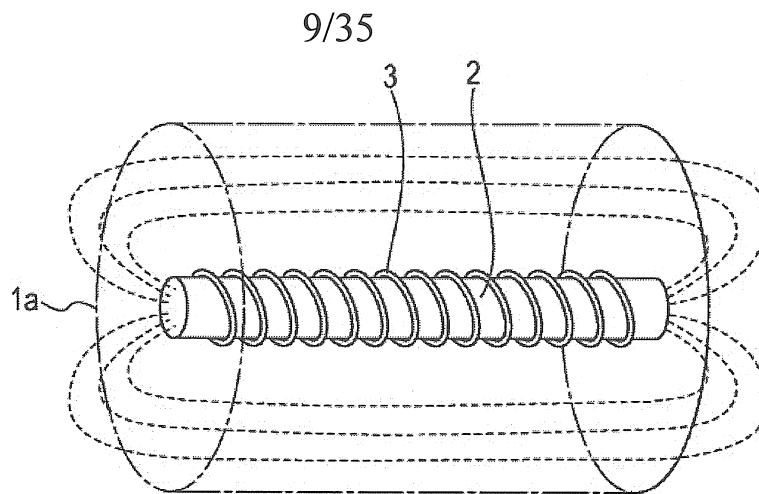


Fig.9B

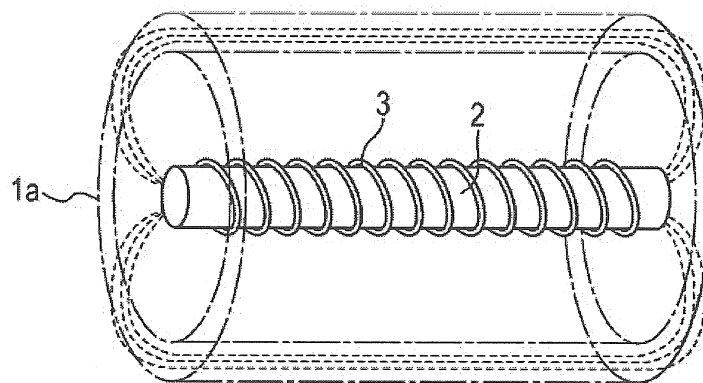
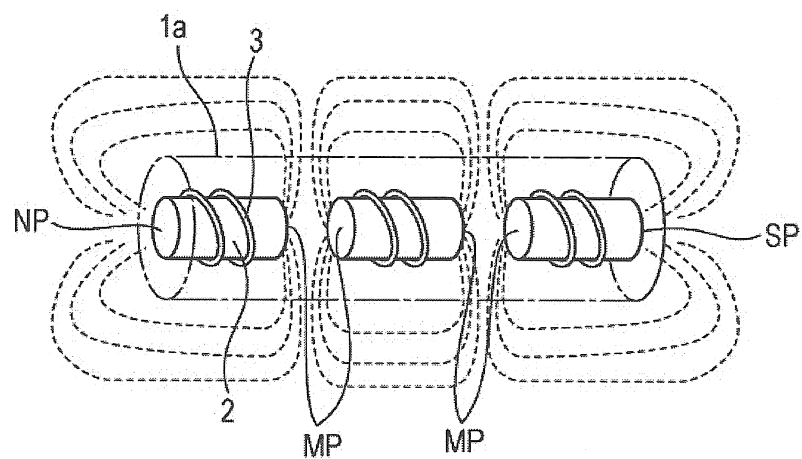


Fig.9C



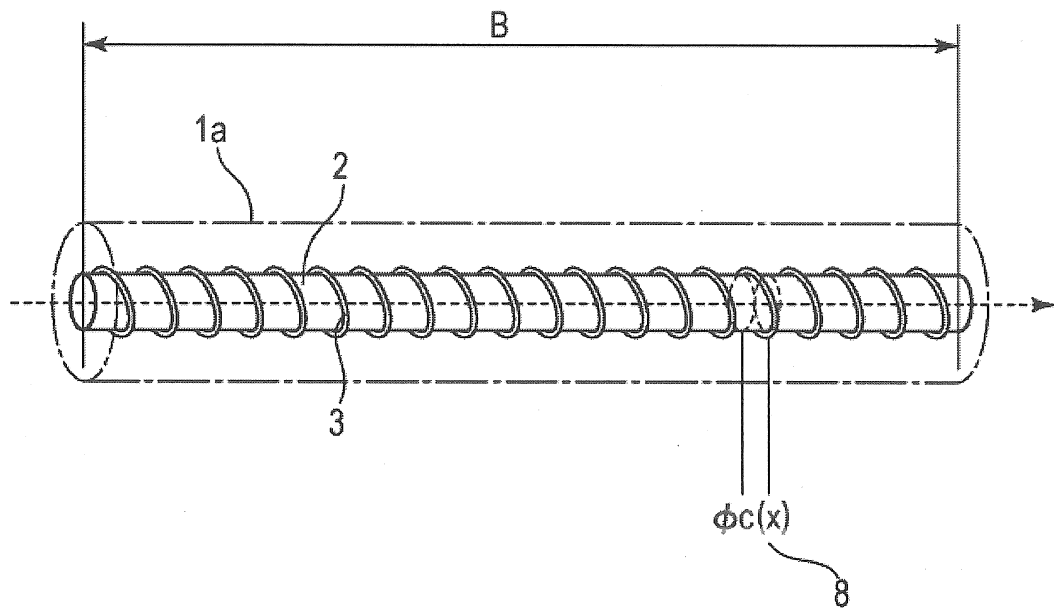


Fig.10A

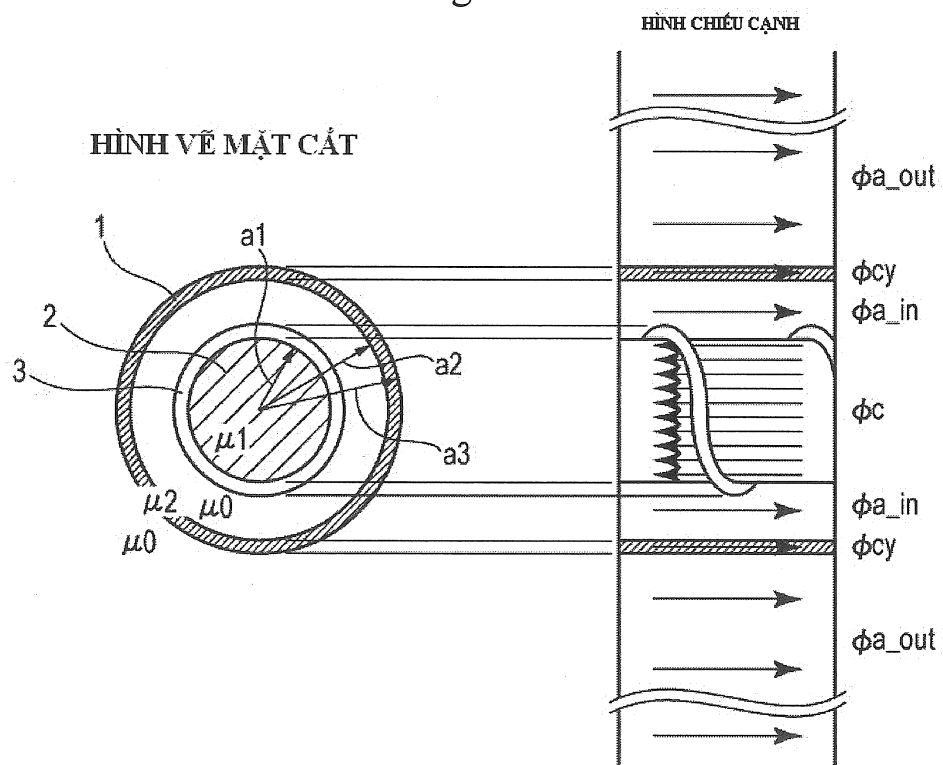
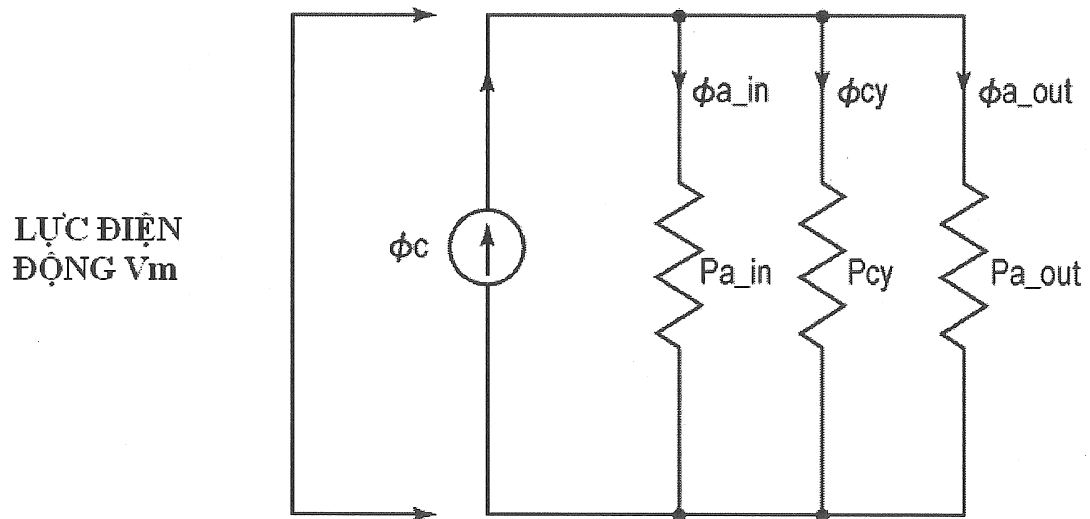


Fig.10B



$$\begin{aligned}
 P_c \cdot V_m &= \phi_c = \phi_{a_in} + \phi_{cy} + \phi_{a_out} \\
 &= P_{a_in} \cdot V_m + P_{cy} \cdot V_m + P_{a_out} \cdot V_m \\
 &= (P_{a_in} + P_{cy} + P_{a_out}) \cdot V_m \\
 \therefore P_c - P_{a_in} - P_{cy} - P_{a_out} &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_c &= \mu_1 \cdot S_1 \\
 P_{a_in} &= \mu_0 \cdot (S_2 - S_1) \\
 P_{cy} &= \mu_2 \cdot (S_3 - S_2) \\
 P_{a_out} &= P_c - P_{a_in} - P_{cy}
 \end{aligned}$$

Fig.11A

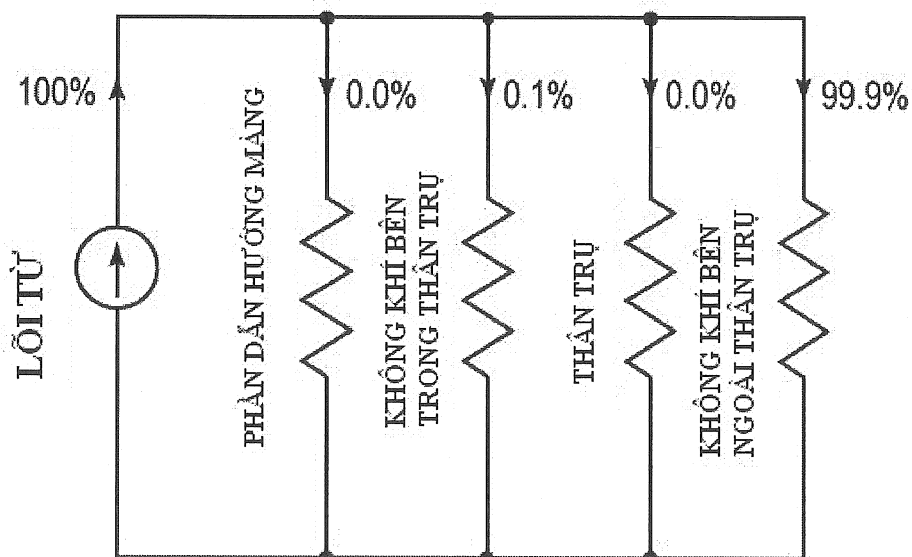


Fig.11B

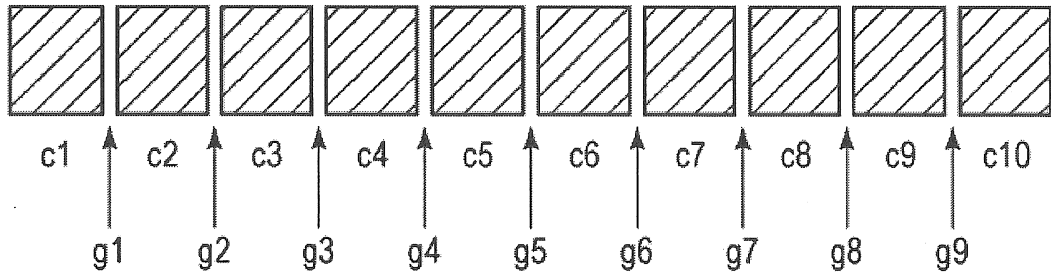


Fig.12

Fig.13A

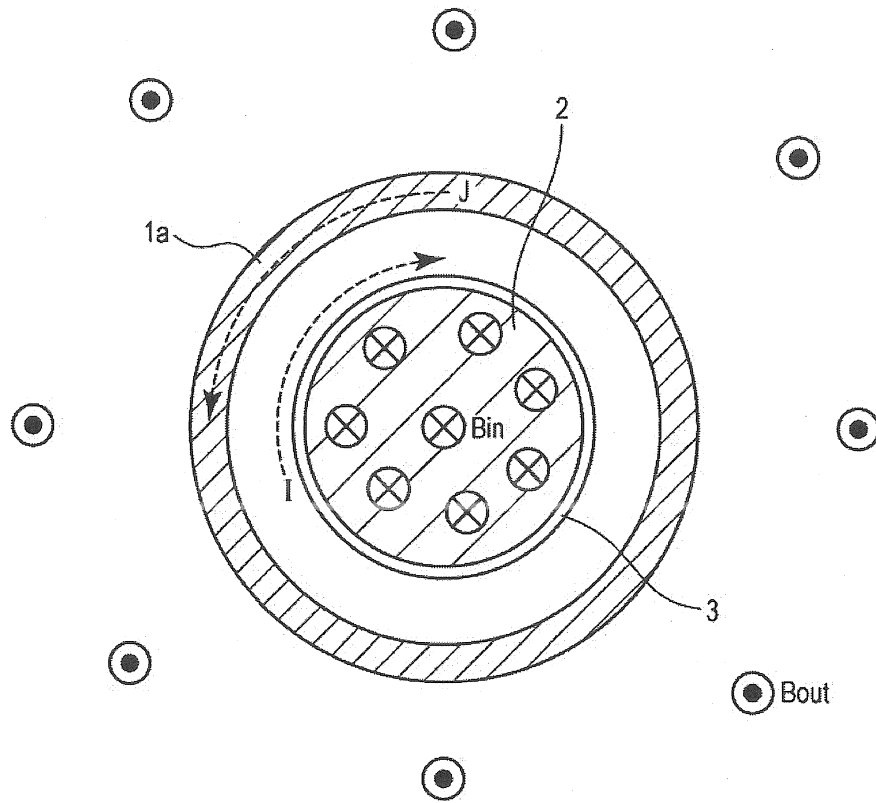
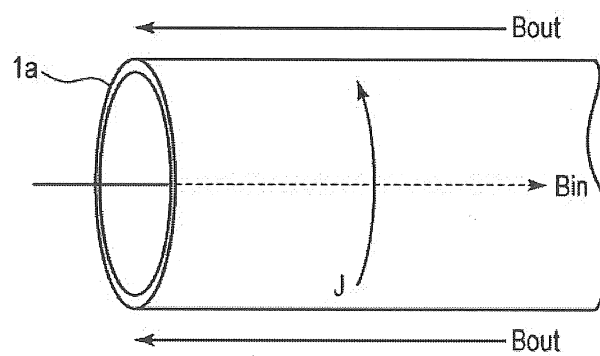


Fig.13B



14/35

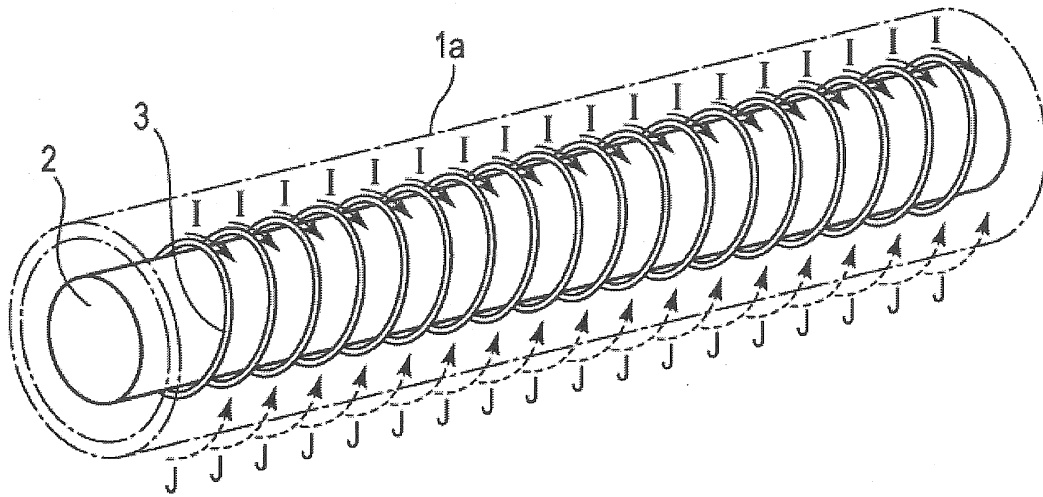


Fig. 14A

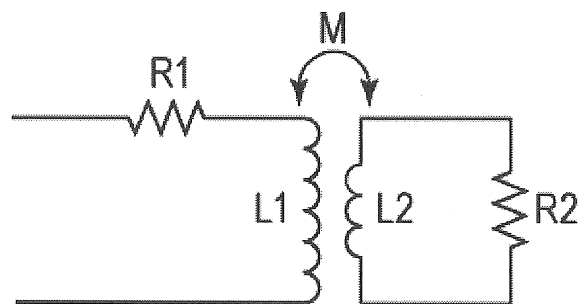
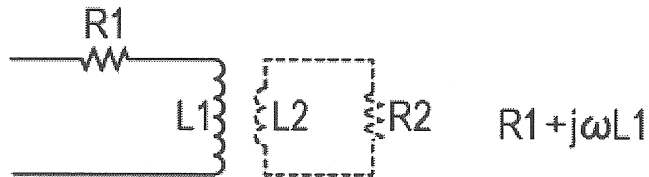


Fig. 14B

15/35



$R1$ TƯƠNG ĐƯƠNG VỚI TỔN HAO CỦA CUỘN DÂY
 $R2$ LÀ GIÁ TRỊ ĐIỆN TRỞ CỦA ỒNG DÂY

Fig.15A

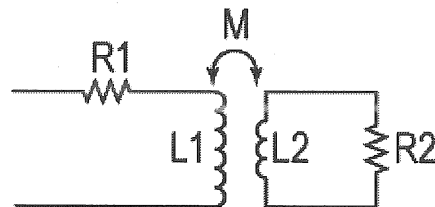
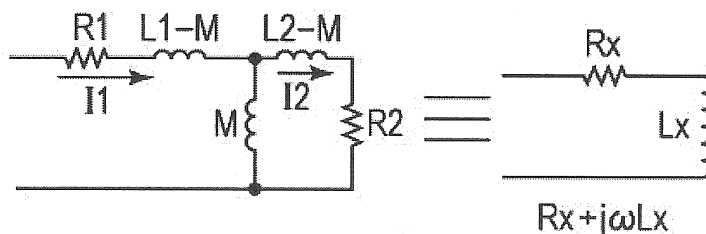


Fig.15B

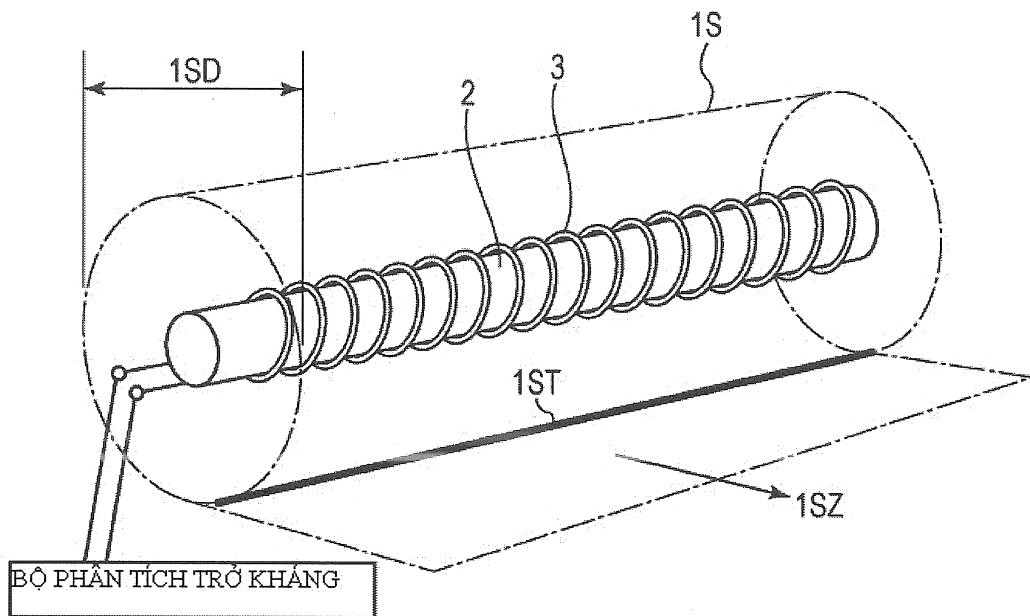


HÌNH VẼ BÊN TRÁI ĐƯỢC VIẾT LẠI Ở HÌNH VẼ
 BÊN PHẢI VỚI MẠCH TƯƠNG ĐƯƠNG.
 R_x LÀ PHẦN THỰC (TRỊ GIÁ ĐIỆN TRỞ) CỦA
 GIÁ TRỊ ĐƯỢC ĐO CỦA BỘ PHẦN TÍCH TRỞ
 KHÁNG Ở THỜI ĐIỂM ỒNG DÂY ĐƯỢC NẠP
 L_x LÀ PHẦN ẢO (TRỊ GIÁ ĐIỆN CẢM).

Fig.15C

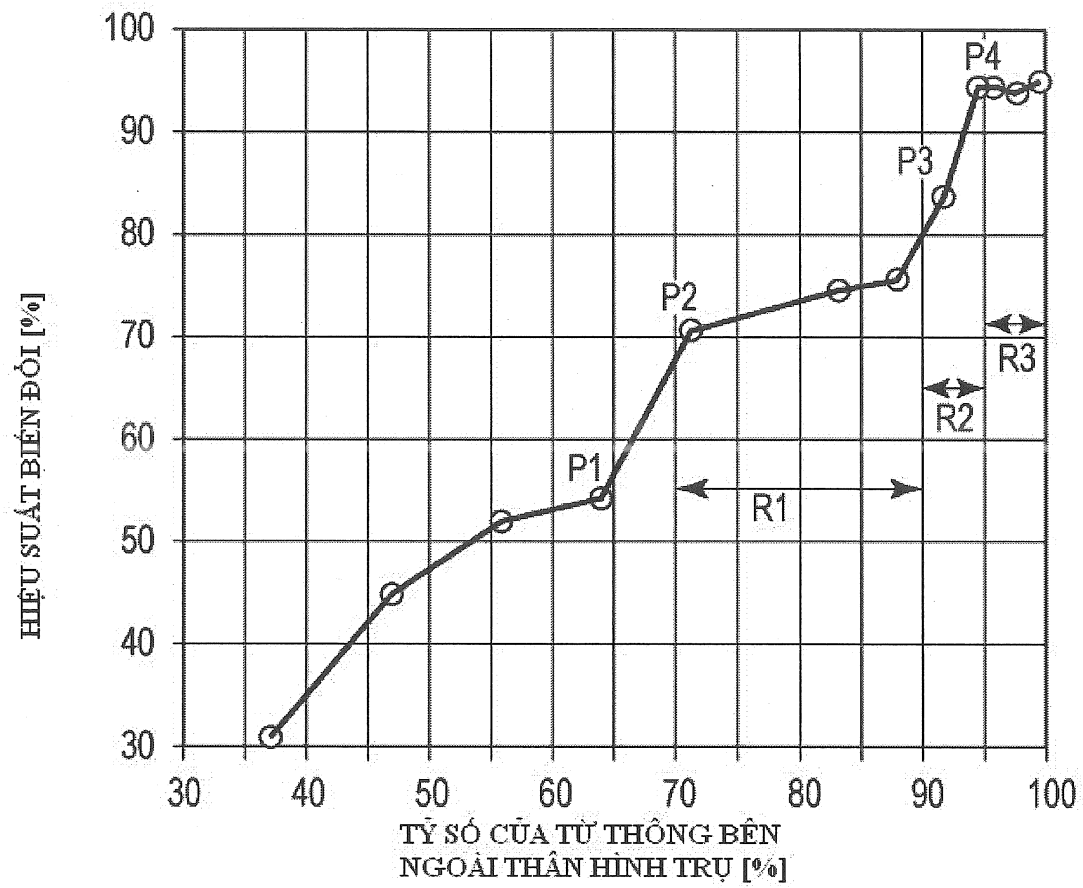
16/35

Fig.16



17/35

Fig.17



18/35

Fig.18A

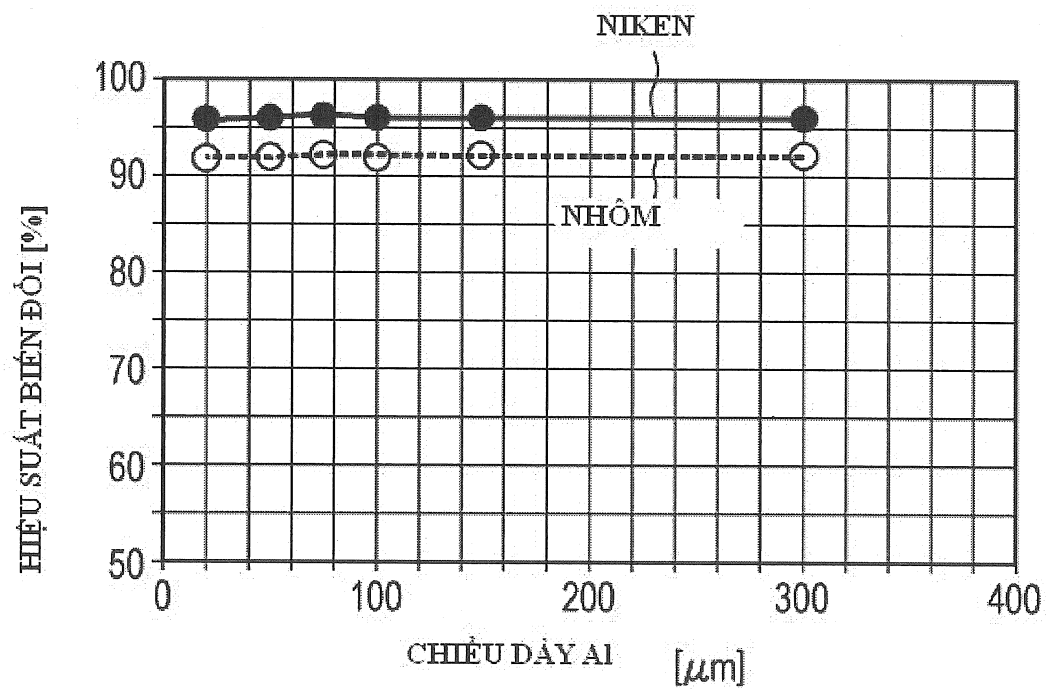
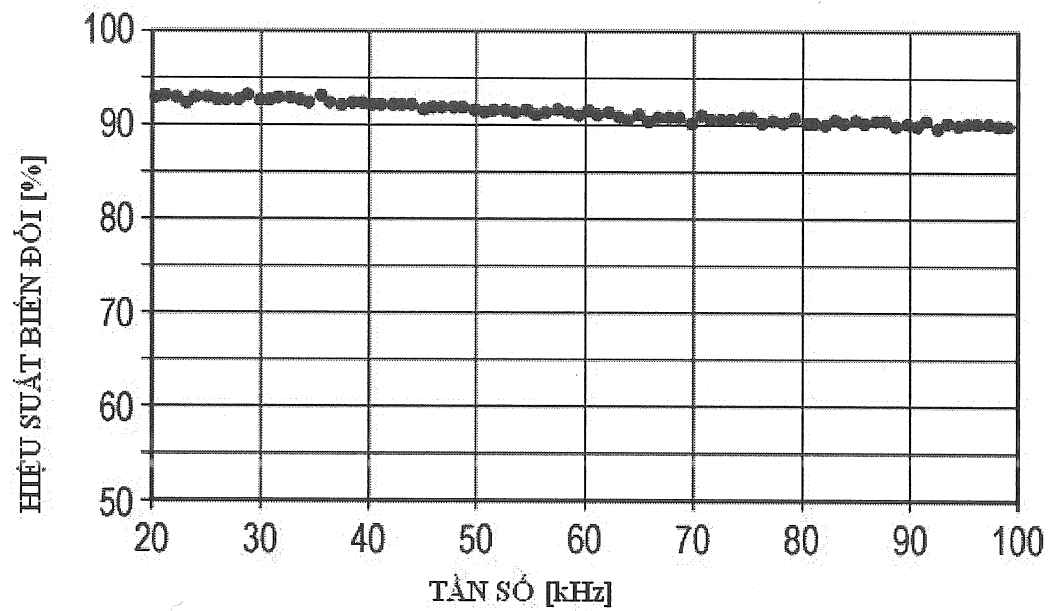
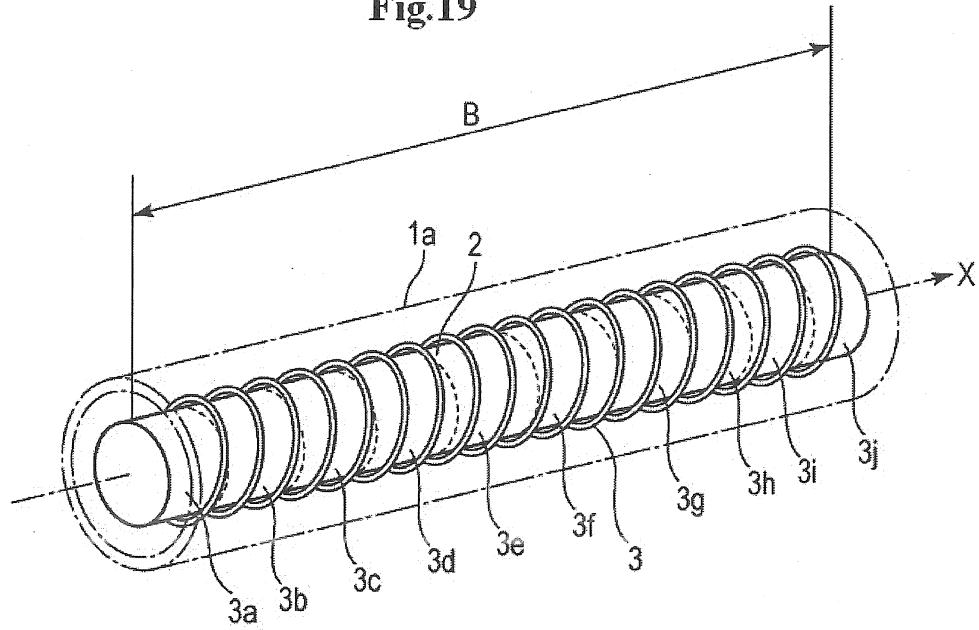
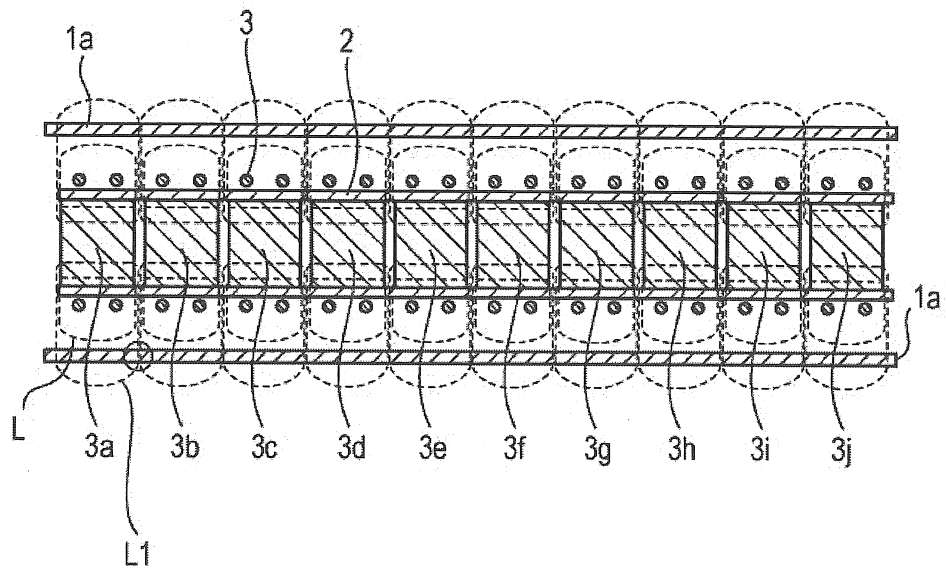


Fig.18B

19/35

Fig.19**Fig.20**

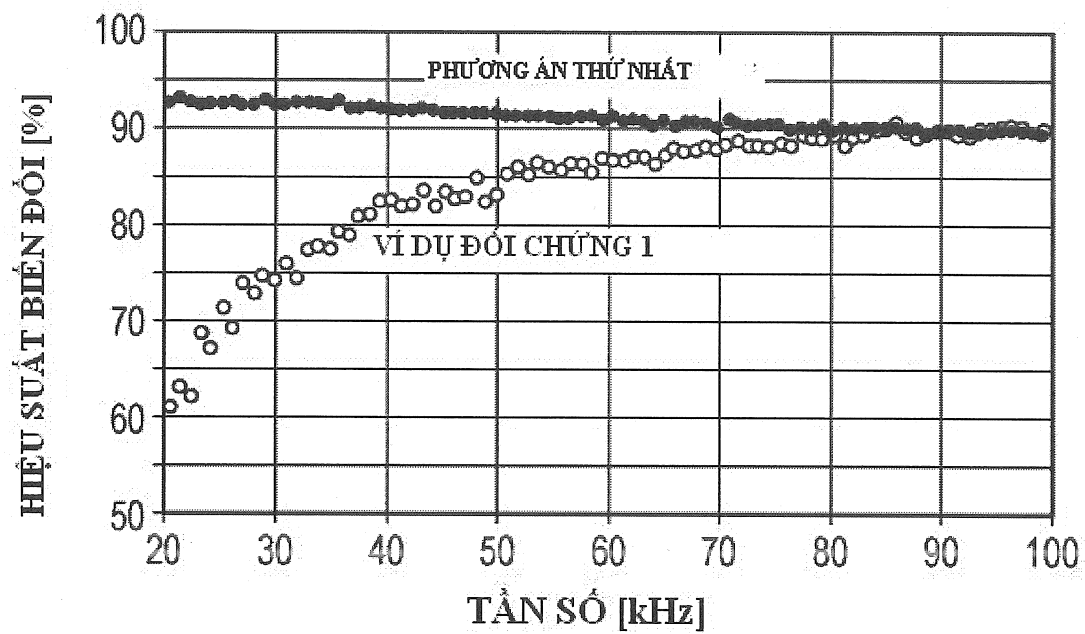


Fig.21

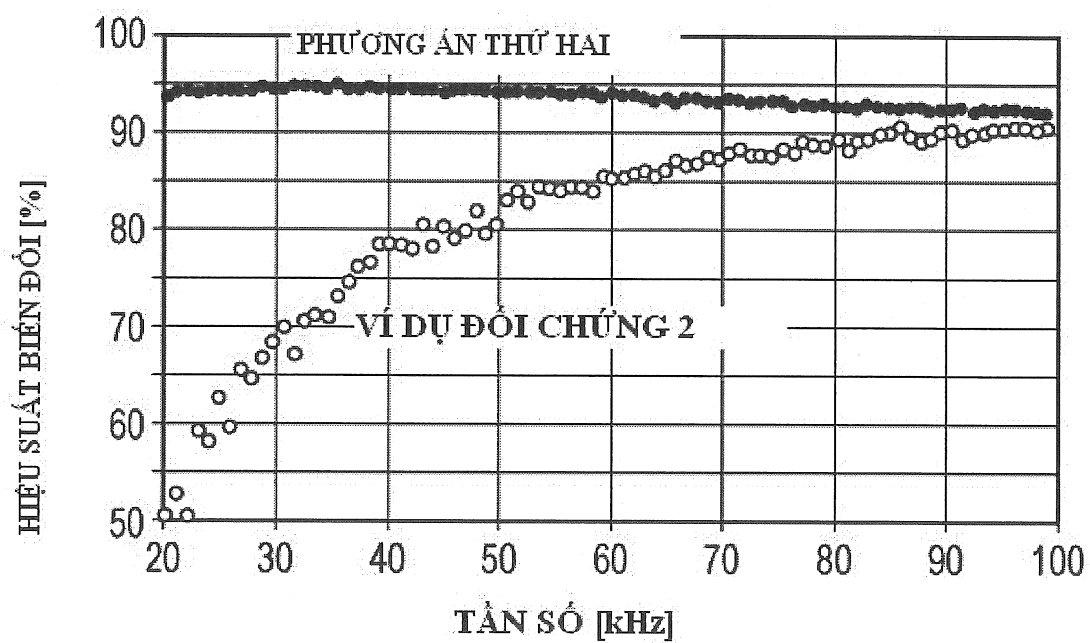


Fig.22

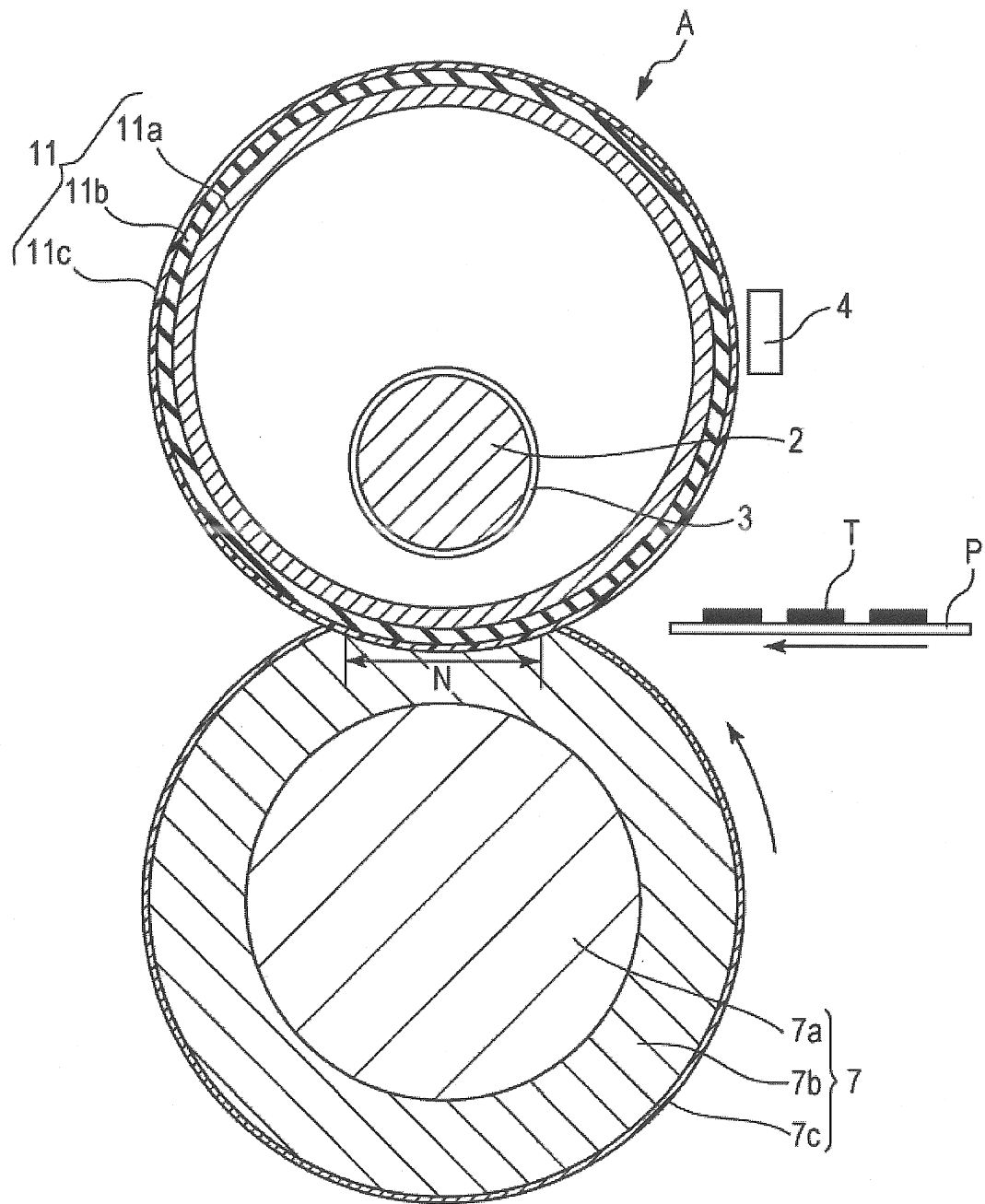


Fig.23

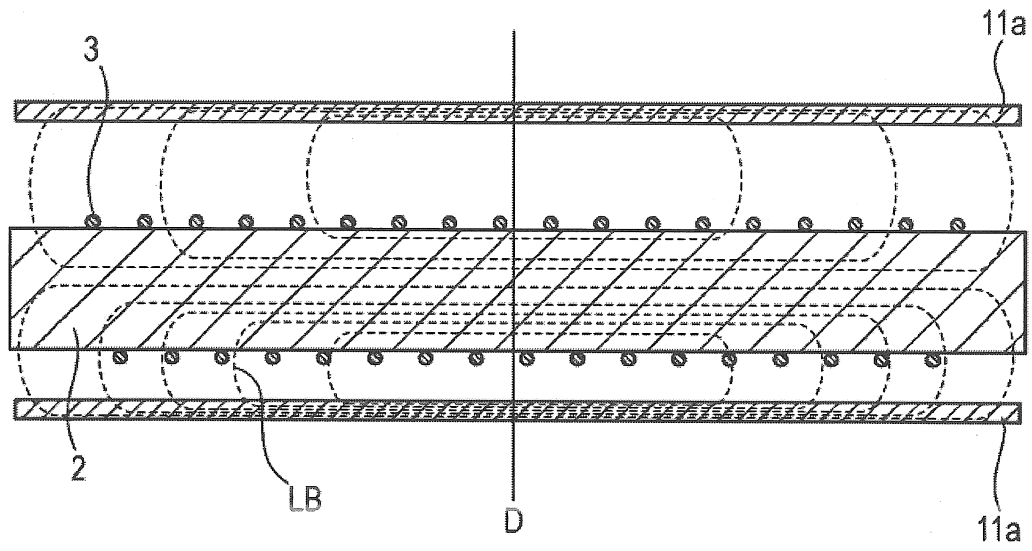
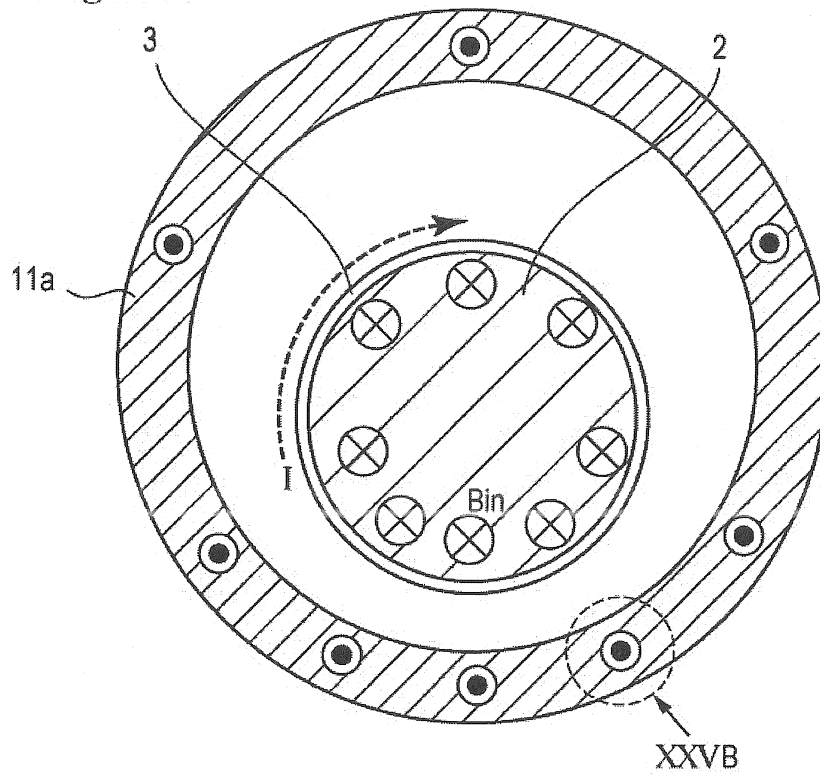
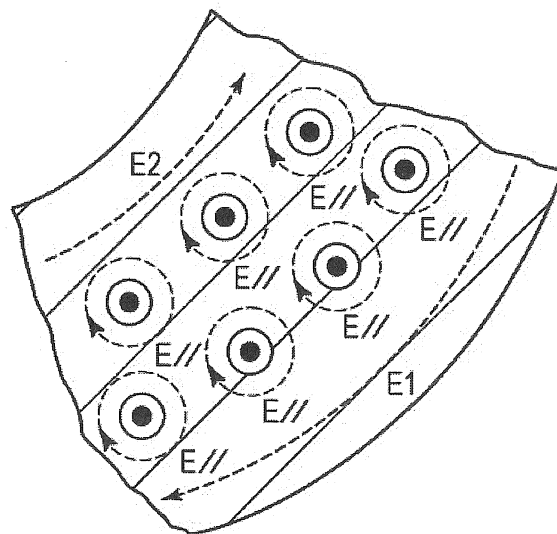
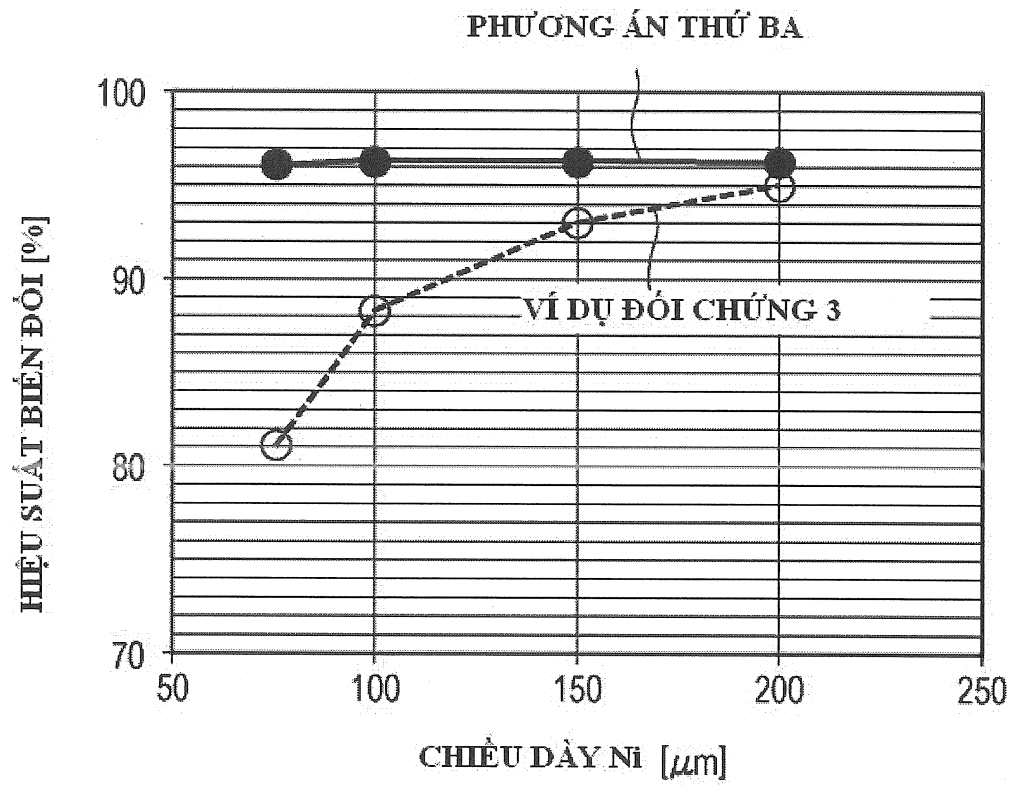


Fig.24

Fig.25A**Fig.25B**

24/35

Fig.26



25/35

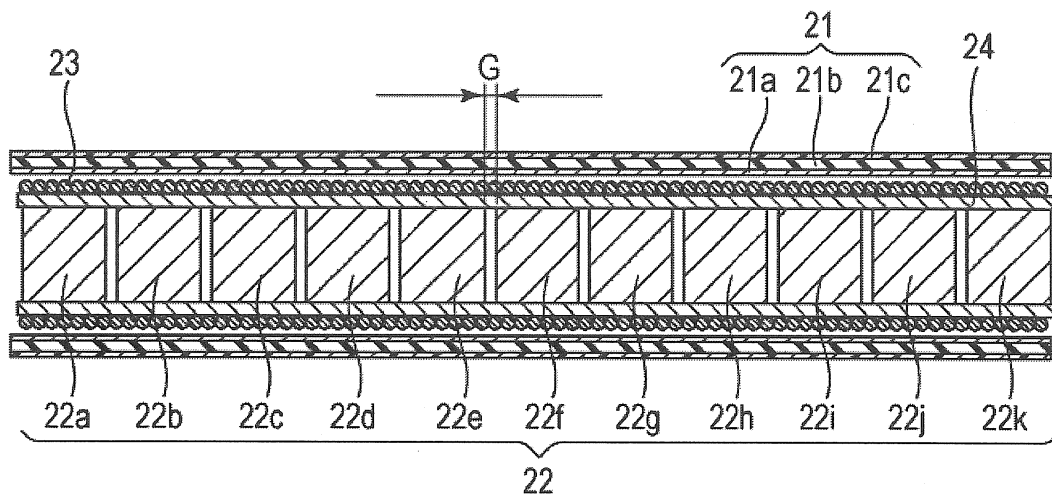


Fig.27

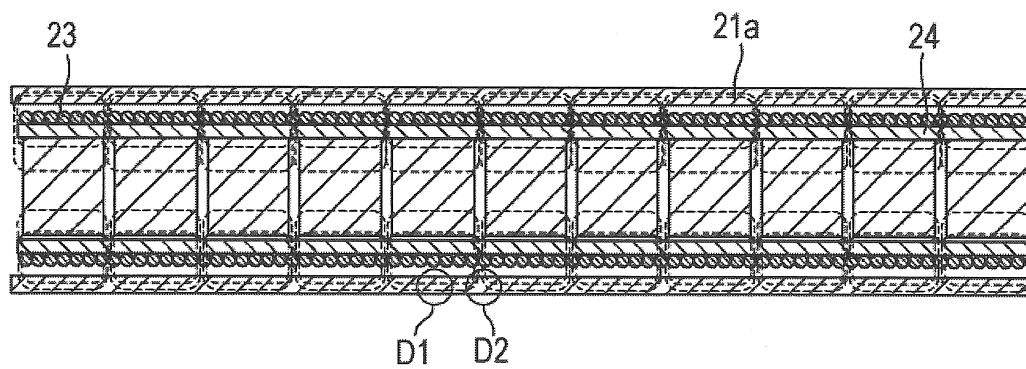


Fig.28

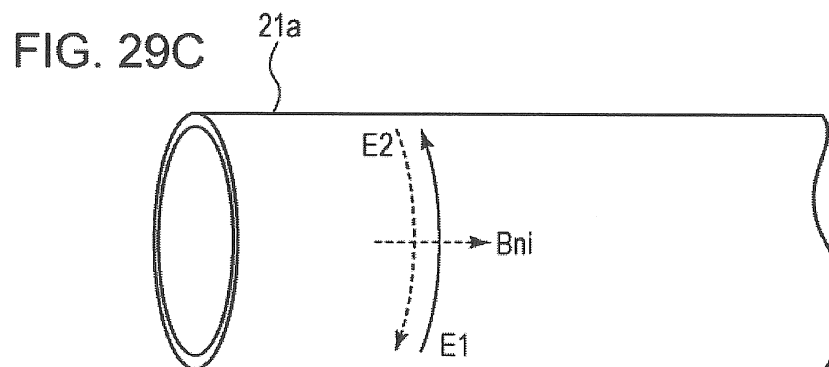
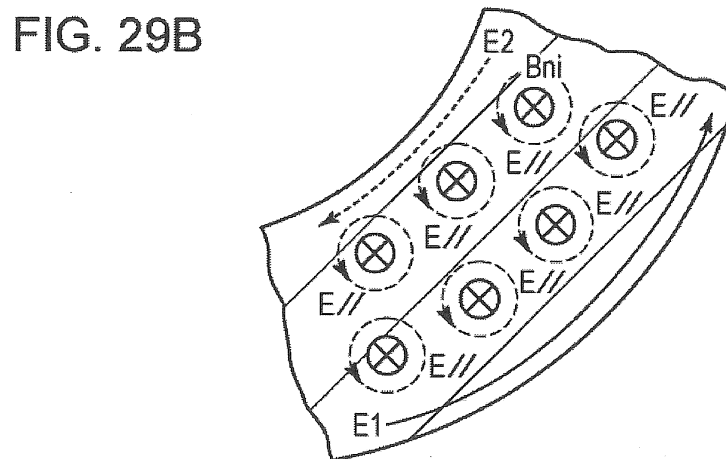
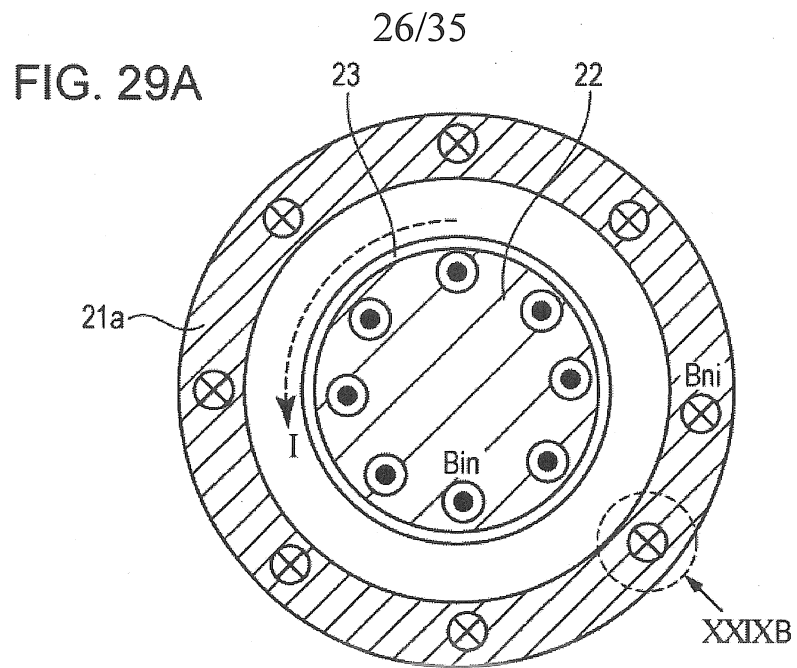
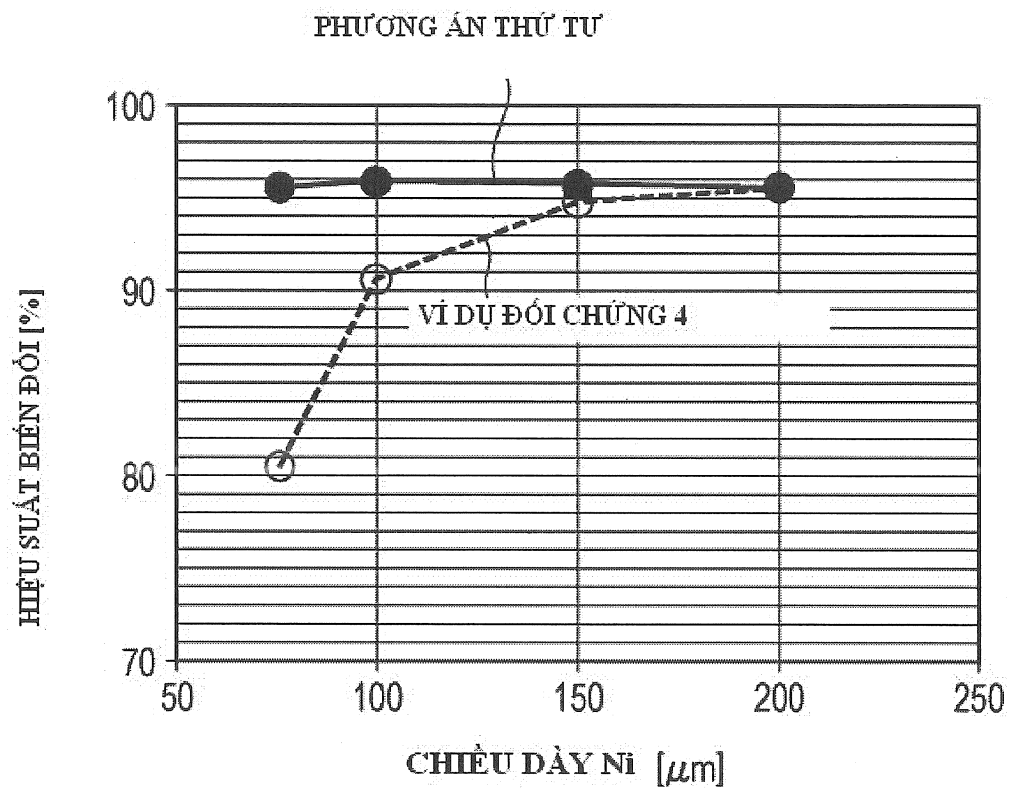


Fig.30



28/35

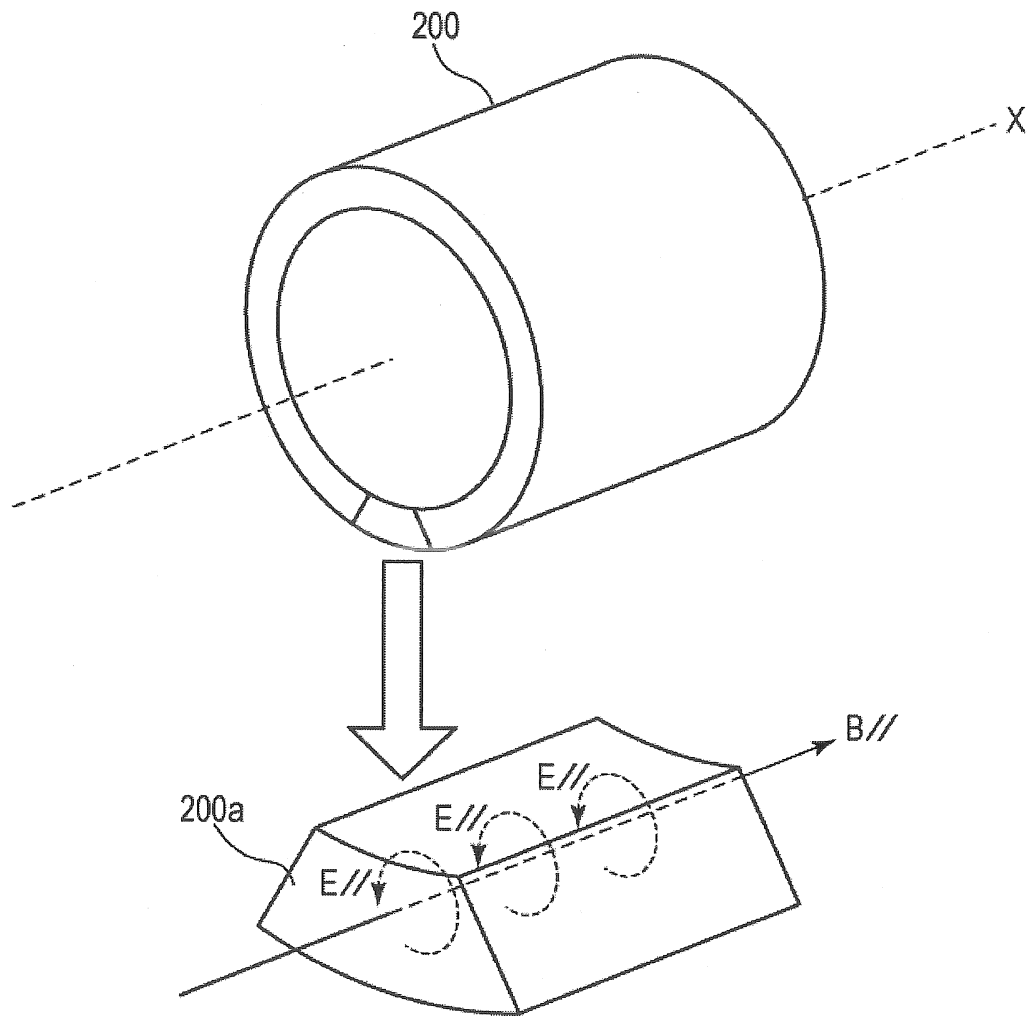


Fig.31

29/35

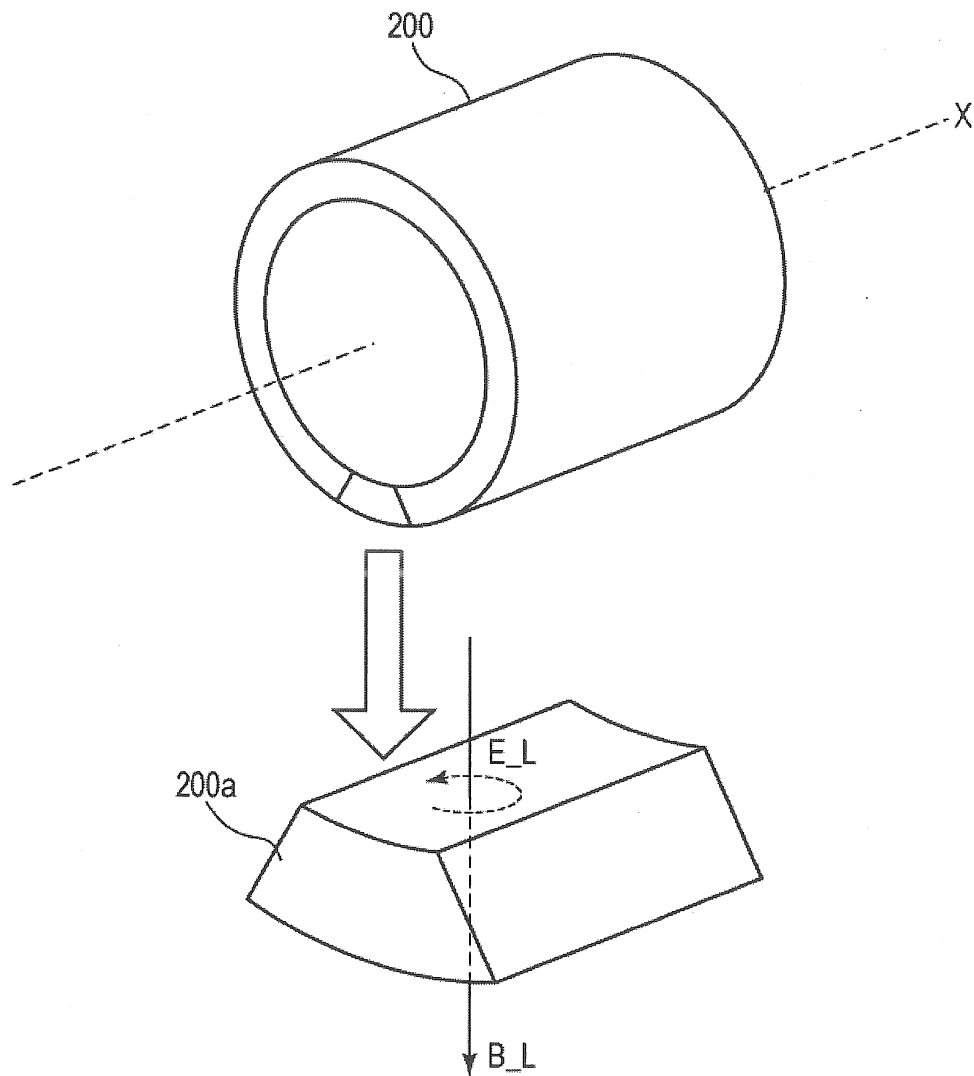


Fig.32

30/35

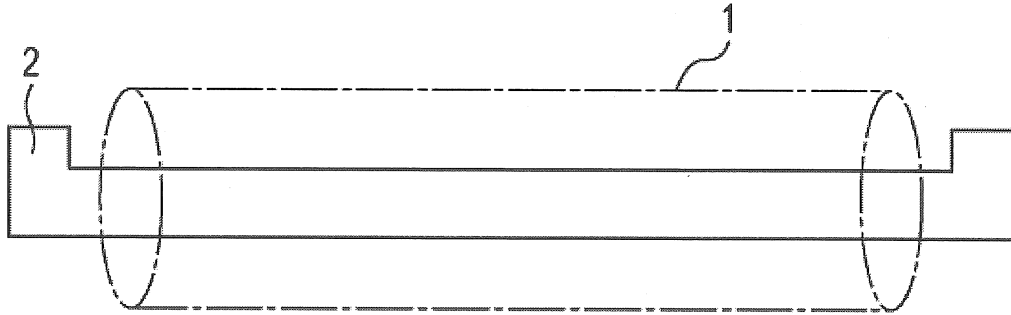


Fig.33A

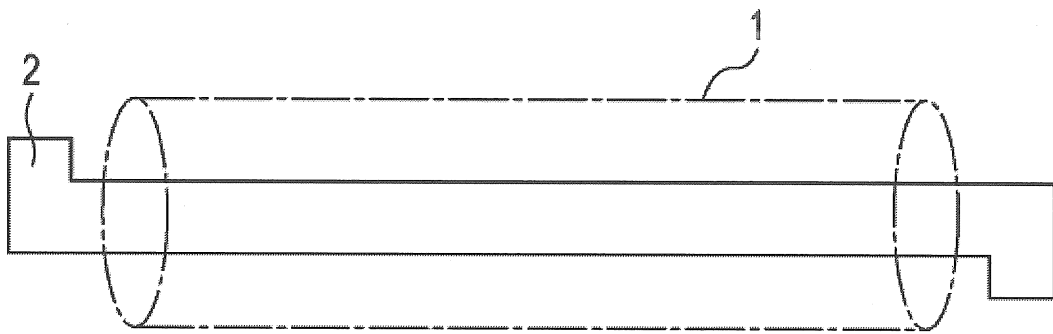


Fig.33B

31/35

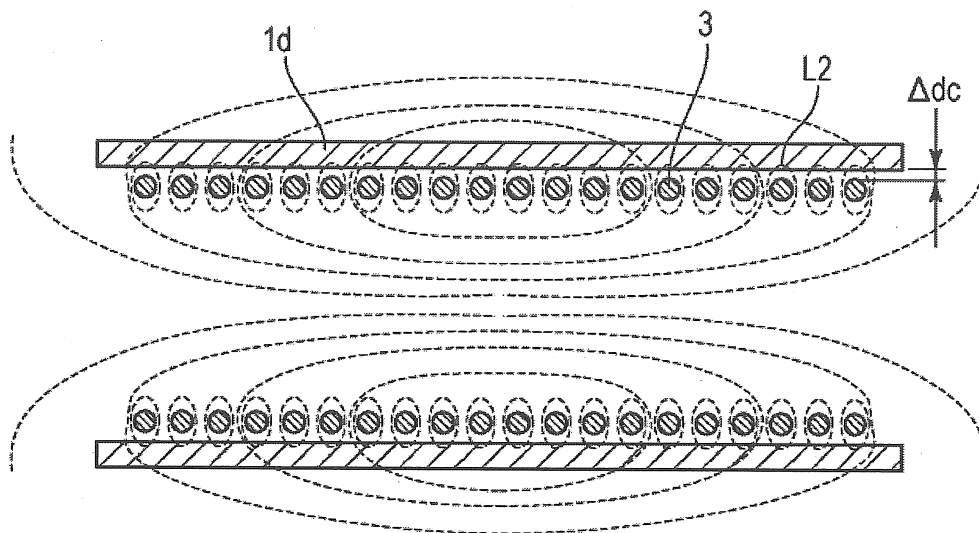


Fig.34

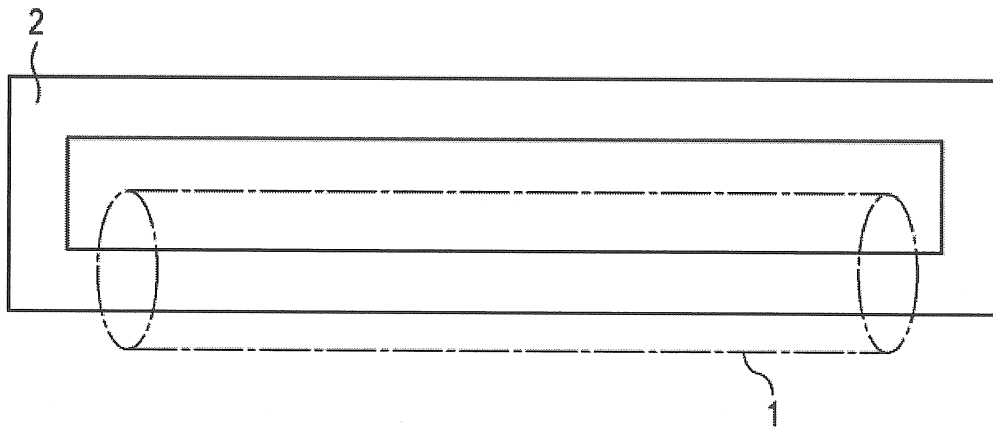


Fig.35

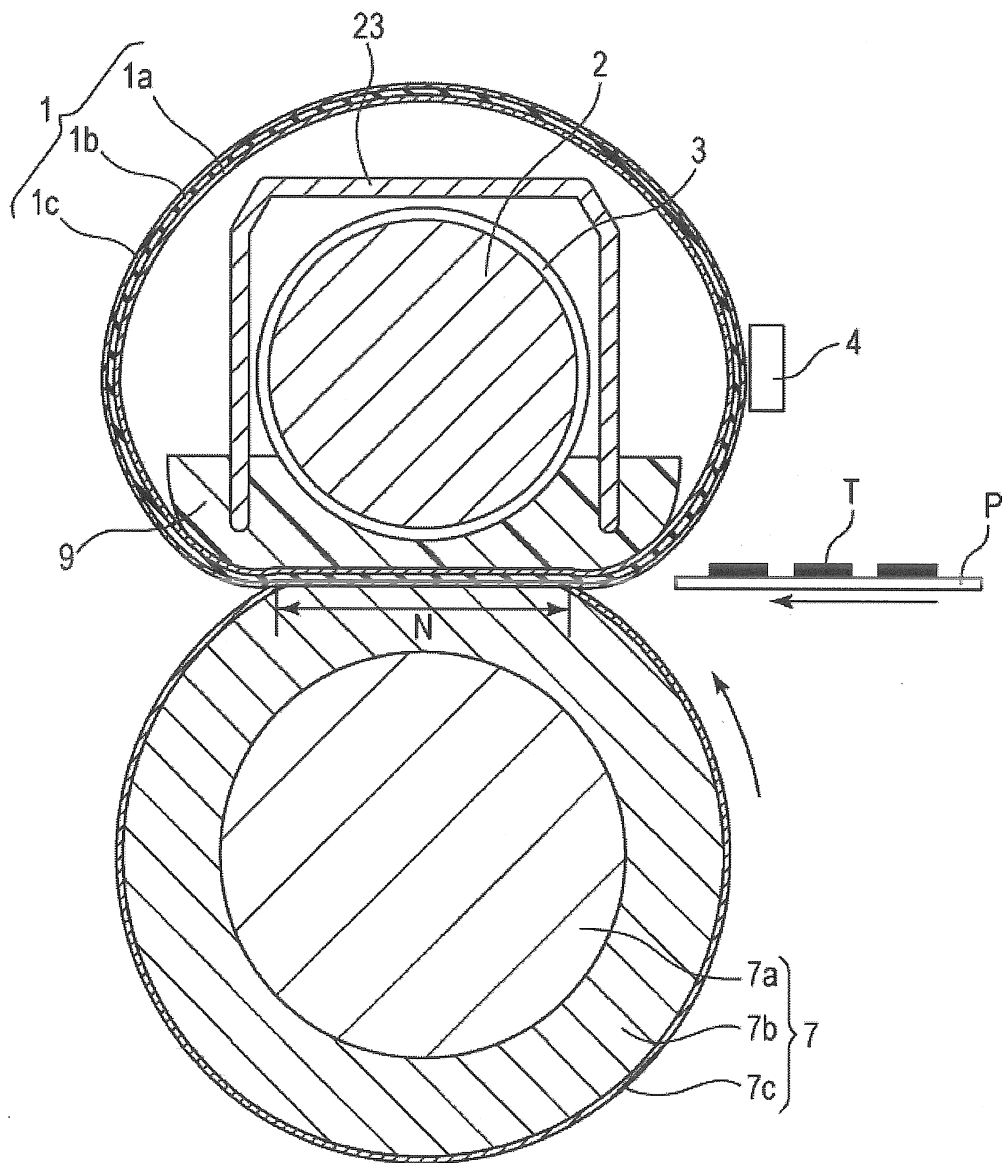


Fig.36

Fig.37

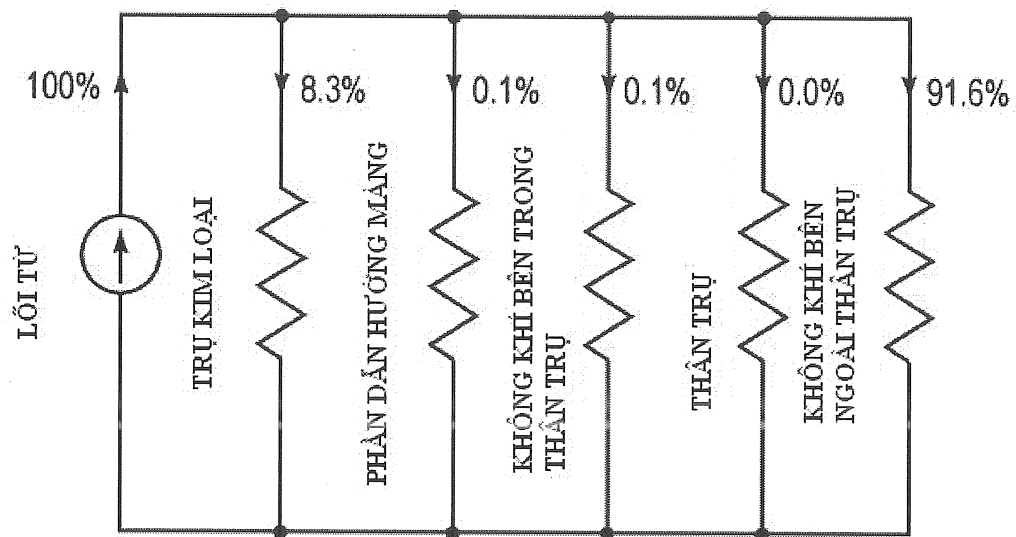


Fig.38

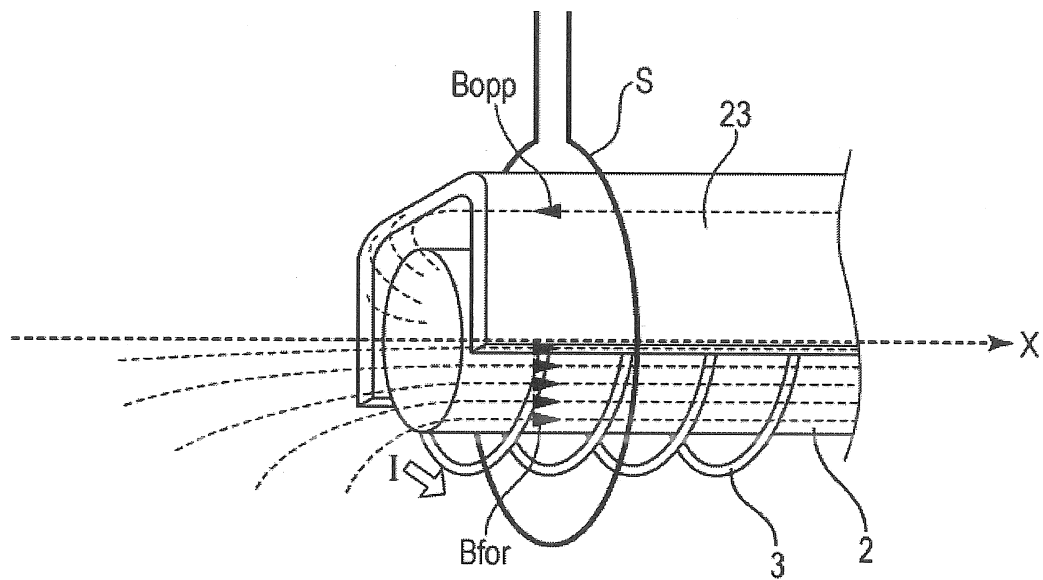


Fig.39

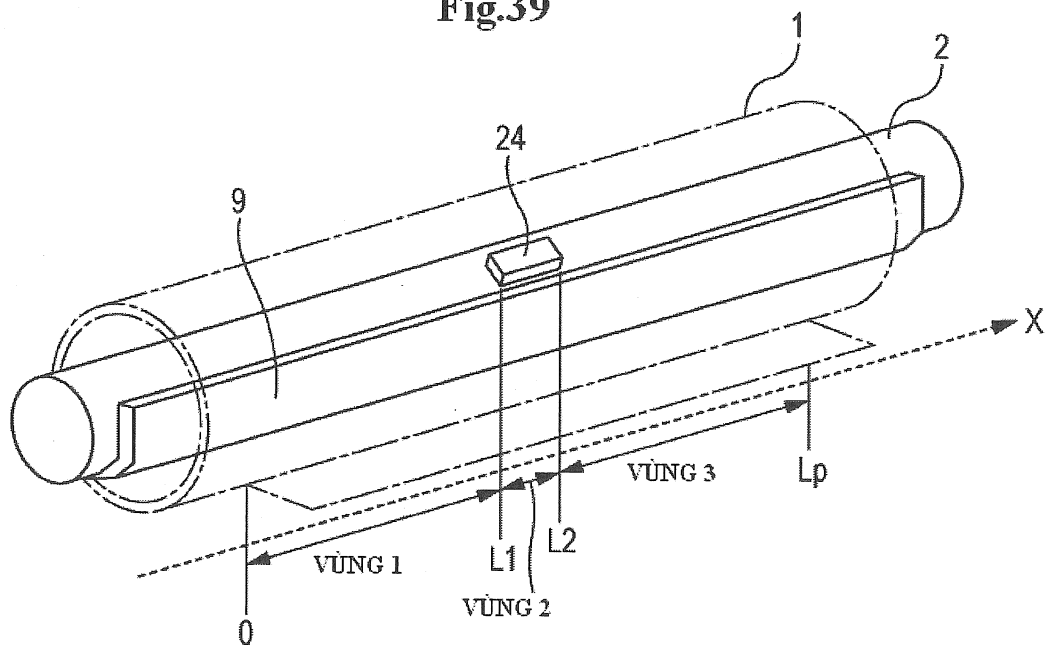


Fig.40A

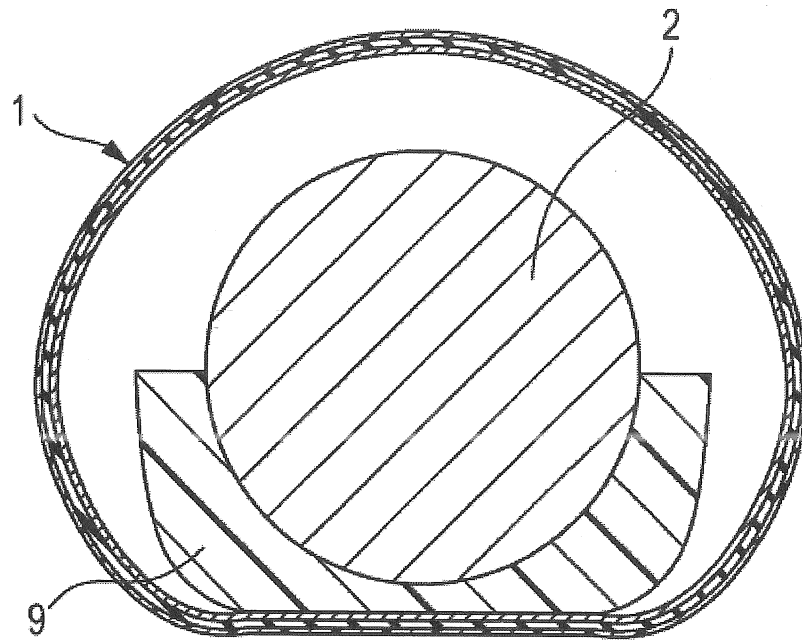


Fig.40B

