



(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



1-0047324

(51)^{2022.01} C09D 5/25; C09D 161/14; C09D 163/00; (13) B
H02K 1/04; C23C 26/00; H01F 1/18;
H01F 27/245; B32B 15/092

(21) 1-2022-08130

(22) 17/06/2021

(86) PCT/JP2021/023039 17/06/2021

(87) WO 2021/256536 A1 23/12/2021

(30) 2020-104254 17/06/2020 JP

(45) 25/06/2025 447

(43) 25/04/2023 421A

(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan

(72) Kazutoshi TAKEDA (JP); Shinsuke TAKATANI (JP); Minako FUKUCHI (JP);
Ichiro TANAKA (JP).

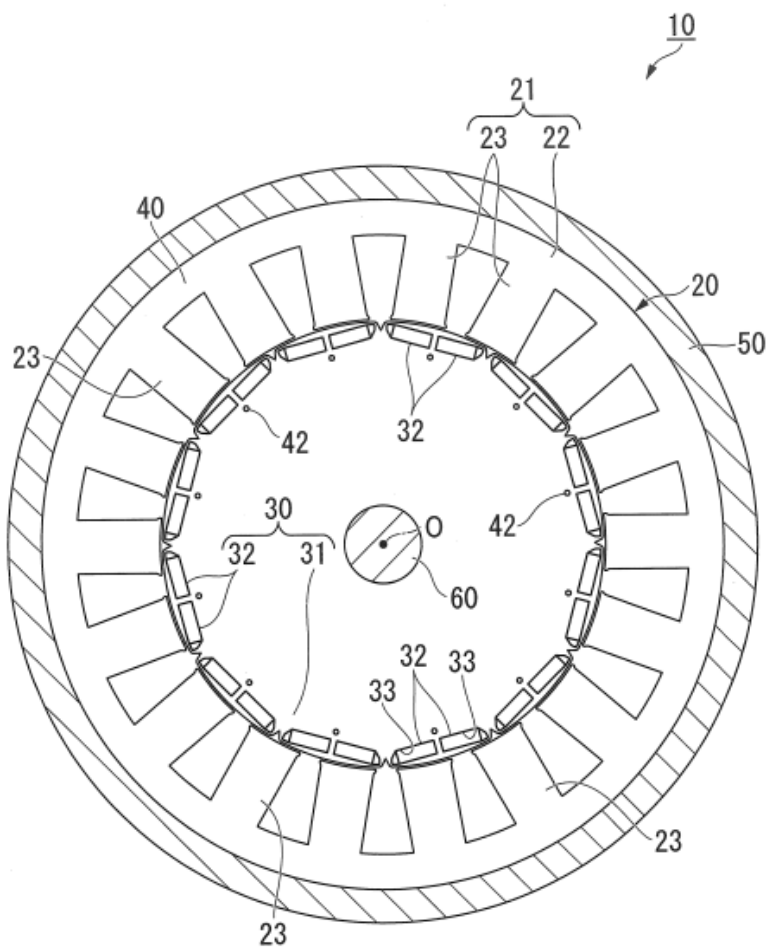
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) CHẾ PHẨM PHỦ DÙNG CHO TẤM THÉP ĐIỆN, TẤM THÉP ĐIỆN, LỖI NHIỀU
LỚP VÀ MÁY ĐIỆN QUAY

(21) 1-2022-08130

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp là tấm thép điện bao gồm lớp phủ cách điện (3) trên bề mặt của tấm thép nền (2), lớp phủ cách điện này được phủ chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện. Chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện bao gồm: nhựa epoxy; chất hóa rắn nhựa epoxy; và nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi, trong đó lượng nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi là 10 phần khối lượng đến 100 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của nhựa epoxy.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện, tấm thép điện, lõi nhiều lớp và máy điện quay.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lõi nhiều lớp trong đó nhiều tấm thép điện được nối với nhau và được ghép lớp được biết là lõi (lõi sắt) sử dụng trong máy điện quay. Xâm hoặc hàn được biết là phương pháp để nối các tấm thép điện với nhau. Tuy nhiên, trong quá trình xâm hoặc hàn, đặc tính từ (tổn hao sắt của lõi) của các tấm thép điện có khả năng xấu đi do biến dạng nhiệt hoặc biến dạng cơ học trong quá trình gia công.

Phương pháp gắn các tấm thép điện với nhau mà trên đó các lớp phủ cách điện có khả năng bám dính được tạo ra trên các bề mặt của chúng (tài liệu sáng chế 1) được biết là phương pháp nối khác với xâm và hàn, chẳng hạn. Do việc gắn bằng cách sử dụng lớp phủ cách điện không tạo ra biến dạng cơ học hoặc biến dạng nhiệt, nó có tổn hao sắt của lõi tốt hơn so với trong quá trình hàn. Các nhựa epoxy có sự thay đổi thể tích nhỏ và có độ bền nhiệt, độ bền dầu, và độ bền hóa học tốt và là các keo tốt để liên kết các tấm thép điện với nhau (các tài liệu sáng chế 2 và 3).

Danh mục tài liệu viện dẫn

Các tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1

Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần thứ nhất số 2017-011863

Tài liệu sáng chế 2

Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa thẩm định, công bố lần thứ nhất số 2000-173816

Tài liệu sáng chế 3

Công bố đơn quốc tế số WO2004/070080

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Trong những năm gần đây, để đáp ứng yêu cầu cải thiện hơn nữa hiệu suất của động cơ, cần giảm hơn nữa tổn hao sắt của lõi. Việc làm mỏng các tấm thép điện là hiệu quả để làm giảm tổn hao sắt của lõi. Tuy nhiên, do môđun đàn hồi khi kéo của tấm thép giảm đi khi độ dày màng giảm đi, sự biến dạng ứng suất gây ra sự xấu đi của tổn hao sắt cần không được tác dụng vào tấm thép. Do nhựa epoxy có độ bền nhiệt tốt nhưng cứng và có độ dai thấp, ứng suất biến dạng được tác dụng vào tấm thép do sự hóa rắn của nhựa epoxy trong khi gắn. Do đó, việc làm mỏng tấm thép gây ra sự xấu đi của tổn hao sắt.

Ngoài ra, trong các động cơ dẫn động hoặc tương tự của xe điện, nhiệt độ tăng lên trong quá trình lái xe, nên cần độ bền nhiệt cao hơn.

Để làm kỹ thuật cải thiện độ bền nhiệt, đã có phương pháp đưa nhựa phenol vào. Tuy nhiên, các nhựa có độ bền nhiệt tốt là cứng ở nhiệt độ thường và ứng suất lớn tác dụng vào lõi nhiều lớp, nên đặc tính từ xấu đi. Mặt khác, các nhựa có độ cứng thích hợp gần nhiệt độ bình thường trở nên mềm ở nhiệt độ cao, và do đó có độ bền nhiệt kém. Từ các điều này, khó đạt được cả đặc tính từ tốt và độ bền nhiệt tốt mà có thể duy trì cường độ bám dính đủ ngay cả khi tiếp xúc với nhiệt độ cao trong quá trình lái xe.

Mục đích của sáng chế là đề xuất chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện mà có thể đạt được cả đặc tính từ của lõi nhiều lớp và độ bền nhiệt mà có thể duy trì độ bền bám dính giữa các tấm thép điện ngay cả ở nhiệt độ cao trong quá trình lái xe, và tấm thép điện, lõi nhiều lớp, và máy điện quay sử dụng chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện này.

Cách thức giải quyết vấn đề

Sáng chế có các khía cạnh sau đây.

[1] Chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm: nhựa epoxy; chất hóa rắn nhựa epoxy; và nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi, trong đó lượng nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi là 10 phần khối lượng đến 100 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của nhựa epoxy.

[2] Trong chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện theo mục [1] nêu trên, trọng lượng phân tử trung bình khối của phần chất đàn hồi của nhựa phenol được cải biến bằng chất

đàn hồi có thể là 2000 đến 200000.

[3] Trong chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện theo mục [1] hoặc [2] nêu trên, tỷ lệ co khi hóa rắn có thể bằng hoặc nhỏ hơn 15%.

[4] Tấm thép điện theo một khía cạnh của sáng chế có lớp phủ cách điện chứa chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3] nêu trên trên bề mặt.

[5] Lõi nhiều lớp theo một khía cạnh của sáng chế, trong đó nhiều tấm thép điện theo mục [4] nêu trên được ghép lớp và được làm cho gắn với nhau.

[6] Máy điện quay theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm: lõi nhiều lớp theo mục [5] nêu trên.

Các hiệu quả của sáng chế

Theo các khía cạnh được mô tả ở trên của sáng chế, có thể tạo ra chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện mà có thể đạt được cả đặc tính từ của lõi nhiều lớp và độ bền nhiệt mà có thể duy trì độ bền bám dính giữa các tấm thép điện ngay cả ở nhiệt độ cao trong quá trình lái xe, và tấm thép điện, lõi nhiều lớp, và máy điện quay sử dụng chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang của máy điện quay bao gồm lõi nhiều lớp theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.2 là hình chiếu cạnh của lõi nhiều lớp được thể hiện trên Fig.1,

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt ngang được cắt theo đường A-A của Fig.2.

Fig.4 là hình chiếu bằng của vật liệu để tạo thành lõi nhiều lớp được thể hiện trên Fig.1.

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt ngang được cắt theo đường B-B của Fig.4.

Fig.6 là hình vẽ phóng to của phần C của Fig.5.

Fig.7 là hình chiếu cạnh của thiết bị sản xuất được sử dụng để sản xuất lõi nhiều lớp được thể hiện trên Fig.1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, lõi nhiều lớp theo một phương án của sáng chế, máy điện quay bao gồm lõi nhiều lớp này, và vật liệu tạo thành lõi nhiều lớp này sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ. Theo phương án này, động cơ điện, cụ thể là động cơ điện AC, cụ thể hơn là động cơ điện đồng bộ, và còn cụ thể hơn là động cơ điện từ trường nam châm vĩnh cửu sẽ được mô tả làm ví dụ về máy điện quay. Loại động cơ điện này được chọn thích hợp cho xe điện, chẳng hạn.

Ngoài ra, giá trị giới hạn dưới và giá trị giới hạn trên được bao gồm trong khoảng giới hạn bằng số được mô tả dưới đây với từ “đến” ở giữa. Giá trị bằng số được biểu diễn bằng “nhỏ hơn” hoặc “lớn hơn” không được bao gồm trong khoảng bằng số này.

Máy điện quay 10

Như được thể hiện trên Fig.1, máy điện quay 10 bao gồm stato 20, rôto 30, vỏ 50, và trục quay 60. Stato 20 và rôto 30 được chứa trong vỏ 50.

Stato 20 được cố định trong vỏ 50.

Theo phương án này, kiểu rôto trong được chọn cho máy điện quay 10 trong đó rôto 30 được đặt bên trong theo hướng kính của stato 20. Tuy nhiên, kiểu rôto ngoài có thể được chọn cho máy điện quay 10 trong đó rôto 30 được đặt bên ngoài stato 20. Ngoài ra, theo phương án này, máy điện quay 10 là động cơ AC ba pha 12 cực 18 khe. Tuy nhiên, số cực, số khe, số pha, và tương tự có thể được thay đổi thích hợp.

Máy điện quay 10 có thể quay ở tốc độ quay 1000 vòng/phút bằng cách đặt dòng điện kích thích có giá trị hiệu dụng là 10 A và tần số 100 Hz cho mỗi pha, chẳng hạn.

Stato 20 bao gồm lõi được ghép lớp bằng keo dính cho stato (sau đây, được gọi là lõi stato) 21 và cuộn dây không được thể hiện trên hình vẽ.

Lõi stato 21 bao gồm phần sau lõi hình tròn 22 và các phần răng 23. Sau đây, hướng trục tâm O của lõi stato 21 (hoặc phần sau lõi 22) được gọi là hướng trục, hướng kính (hướng vuông góc với trục tâm O) của lõi stato 21 (hoặc phần sau lõi 22) được gọi là hướng kính, và hướng chu vi (hướng quay quanh trục tâm O) của lõi stato 21 (hoặc phần sau lõi 22) được gọi là hướng chu vi.

Phần sau lõi 22 được tạo ra ở dạng hình khuyên trong hình chiếu bằng của stato 20

khi nhìn theo hướng trục.

Các phần răng 23 nhô ra từ chu vi bên trong của phần sau lõi 22 về phía bên trong theo hướng kính (về phía trục tâm O của phần sau lõi 22 dọc theo hướng kính). Các phần răng 23 được bố trí ở các khoảng cách góc bằng nhau theo hướng chu vi. Theo phương án này, 18 phần răng 23 được bố trí ở mỗi 20 độ của góc ở tâm quanh trục tâm O. Các phần răng 23 được tạo ra có hình dạng giống nhau và kích thước giống nhau. Do đó, các phần răng 23 có kích thước độ dày giống nhau.

Cuộn dây được quấn quanh phần răng 23. Cuộn dây có thể được quấn đồng tâm hoặc phân tán.

Rôto 30 được đặt bên trong theo hướng kính của stato 20 (lõi stato 21). Rôto 30 bao gồm lõi rôto 31 và các nam châm vĩnh cửu 32.

Lõi rôto 31 được tạo ra ở dạng hình tròn (hình khuyên) được đặt đồng trục với stato 20. Trục quay 60 được đặt trong lõi rôto 31. Trục quay 60 được cố định với lõi rôto 31.

Các nam châm vĩnh cửu 32 được cố định với lõi rôto 31. Theo phương án này, một bộ gồm hai nam châm vĩnh cửu 32 tạo thành một cực từ. Nhiều bộ nam châm vĩnh cửu 32 được bố trí ở các khoảng cách góc bằng nhau theo hướng chu vi. Theo phương án này, 12 bộ (tổng cộng 24) nam châm vĩnh cửu 32 được bố trí ở mỗi 30 độ của góc ở tâm quanh trục tâm O.

Theo phương án này, động cơ nam châm nhúng được chọn làm động cơ điện từ trường nam châm vĩnh cửu.

Các lỗ xuyên 33 xuyên qua lõi rôto 31 theo hướng trục được tạo ra trong lõi rôto 31. Lỗ xuyên 33 được bố trí tương ứng với sự bố trí của các nam châm vĩnh cửu 32. Mỗi nam châm vĩnh cửu 32 được cố định với lõi rôto 31 ở trạng thái trong đó nó được đặt trong lỗ xuyên tương ứng 33. Việc cố định mỗi nam châm vĩnh cửu 32 với lõi rôto 31 có thể được thực hiện, ví dụ, bằng cách gắn mặt ngoài của nam châm vĩnh cửu 32 với mặt trong của lỗ xuyên 33 bằng keo. Động cơ nam châm trên bề mặt có thể được chọn làm động cơ điện từ trường nam châm vĩnh cửu thay cho động cơ nam châm nhúng.

Cả lõi stato 21 và lõi rôto 31 là lõi nhiều lớp. Ví dụ, lõi stato 21 được tạo ra bằng

cách ghép lớp nhiều tấm thép điện 40 theo hướng ghép lớp như được thể hiện trên Fig.2.

Độ dày ghép lớp (tổng chiều dài dọc theo trục tâm O) của mỗi lõi stato 21 và lõi rôto 31 là, ví dụ, 50,0mm. Đường kính ngoài của lõi stato 21 là, ví dụ, 250,0mm. Đường kính trong của lõi stato 21 là, ví dụ, 165,0mm. Đường kính ngoài của lõi rôto 31 là, ví dụ, 163,0mm. Đường kính trong của lõi rôto 31 là, ví dụ, 30,0mm. Tuy nhiên, các giá trị này chỉ là ví dụ, và độ dày ghép lớp, đường kính ngoài, hoặc đường kính trong của lõi stato 21 và độ dày ghép lớp, đường kính ngoài, và đường kính trong của lõi rôto 31 không bị giới hạn ở các giá trị này. Ở đây, đường kính trong của lõi stato 21 là dựa trên các phần xa của phần răng 23 trong lõi stato 21. Tức là, đường kính trong của lõi stato 21 là đường kính của đường tròn ảo nội tiếp các phần xa của tất cả các phần răng 23.

Mỗi tấm thép điện 40 tạo thành lõi stato 21 và lõi rôto 31 được tạo ra, ví dụ, bằng cách dập vật liệu 1 như được thể hiện trên Fig.4 đến Fig.6. Vật liệu 1 là tấm thép điện mà là vật liệu nền của các tấm thép điện 40. Ví dụ về vật liệu 1 bao gồm tấm thép dạng dải hoặc tấm được cắt.

Mặc dù đang ở giữa phần giải thích của lõi nhiều lớp, vật liệu 1 sẽ được mô tả dưới đây. Theo sáng chế, tấm thép dạng dải mà là vật liệu nền của các tấm thép điện 40 đôi khi được gọi là vật liệu 1. Các tấm thép có hình dạng được sử dụng cho lõi nhiều lớp bằng cách dập vật liệu 1 đôi khi được gọi là các tấm thép điện 40.

Vật liệu 1

Vật liệu 1 được xử lý ở trạng thái trong đó nó được quấn quanh cuộn 1A được thể hiện trên Fig.7, chẳng hạn. Theo phương án này, tấm thép điện không định hướng được chọn làm vật liệu 1. Để làm tấm thép điện không định hướng, tấm thép điện không định hướng theo JIS C 2552:2014 có thể được chọn. Tuy nhiên, tấm thép điện được định hướng hạt có thể được chọn làm vật liệu 1 thay cho tấm thép điện không định hướng. Để làm tấm thép điện được định hướng hạt trong trường hợp này, tấm thép điện được định hướng hạt theo JIS C 2553:2019 có thể được chọn. Ngoài ra, dải thép kỹ thuật điện mỏng không định hướng hoặc dải thép kỹ thuật điện mỏng được định hướng hạt theo JIS C 2558:2015 có thể được chọn.

Ví dụ, các giá trị giới hạn trên và giá trị giới hạn dưới của độ dày tấm trung bình t_0 của vật liệu 1 được thiết lập như sau khi xem xét trường hợp trong đó vật liệu 1 được sử

dụng làm tấm thép điện 40.

Do vật liệu 1 trở nên mỏng hơn, chi phí sản xuất của vật liệu 1 tăng lên. Vì lý do này, khi xem xét chi phí sản xuất, giá trị giới hạn dưới của độ dày tấm trung bình t_0 của vật liệu 1 là 0,10mm, tốt hơn là 0,15mm, và tốt hơn nữa là 0,18mm.

Mặt khác, nếu vật liệu 1 là quá dày, chi phí sản xuất trở nên có lợi. Tuy nhiên, trong trường hợp trong đó vật liệu 1 được sử dụng làm tấm thép điện 40, tổn hao do dòng điện xoáy tăng lên và tổn hao sắt của lõi xấu đi. Vì lý do này, khi xem xét tổn hao sắt của lõi và chi phí sản xuất, giá trị giới hạn trên của độ dày tấm trung bình t_0 của vật liệu 1 là 0,65mm, tốt hơn là 0,35mm, và tốt hơn nữa là 0,30mm.

Ví dụ, 0,20mm có thể thỏa mãn khoảng được mô tả ở trên của độ dày tấm trung bình t_0 của vật liệu 1.

Độ dày tấm trung bình t_0 của vật liệu 1 bao gồm không chỉ độ dày của tấm thép nền 2 được mô tả dưới đây mà còn độ dày của lớp phủ cách điện 3. Ngoài ra, phương pháp đo độ dày tấm trung bình t_0 của vật liệu 1 là, ví dụ, phương pháp đo dưới đây. Ví dụ, trong trường hợp trong đó vật liệu 1 được cuộn thành dạng cuộn 1A, ít nhất một phần của vật liệu 1 được tháo cuộn thành dạng tấm phẳng. Trong vật liệu 1 được tháo cuộn thành dạng tấm phẳng, vị trí được xác định trước theo hướng dọc của vật liệu 1 (ví dụ, vị trí cách mép của vật liệu 1 theo hướng dọc một khoảng bằng 10% của tổng chiều dài của vật liệu 1) được chọn. Ở vị trí được chọn này, vật liệu 1 được chia thành năm vùng dọc theo hướng chiều rộng của nó. Độ dày tấm của vật liệu 1 được đo ở bốn vị trí mà trở thành ranh giới của năm vùng này. Giá trị trung bình của độ dày tấm ở bốn vị trí có thể được thiết lập là độ dày tấm trung bình t_0 của vật liệu 1.

Các giá trị giới hạn trên và giá trị giới hạn dưới của độ dày tấm trung bình t_0 của vật liệu 1 này có thể được chọn theo cách tự nhiên làm các giá trị giới hạn trên và giá trị giới hạn dưới của độ dày tấm trung bình t_0 của tấm thép điện 40. Phương pháp đo độ dày tấm trung bình t_0 của tấm thép điện 40 là, ví dụ, phương pháp đo dưới đây. Ví dụ, độ dày ghép lớp của lõi nhiều lớp được đo ở bốn vị trí ở các khoảng cách bằng nhau theo hướng chu vi (tức là, mỗi 90 độ quanh trục tâm O).

Mỗi độ dày ghép lớp đo được ở bốn vị trí này được chia cho số lượng tấm của các tấm thép điện 40 được ghép lớp để tính độ dày tấm cho một tấm. Giá trị trung bình của độ

dày tấm ở bốn vị trí có thể được thiết lập là độ dày tấm trung bình t_0 của tấm thép điện 40.

Như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6, vật liệu 1 bao gồm tấm thép nền 2 và lớp phủ cách điện 3.

Vật liệu 1 được tạo ra bằng cách phủ cả hai mặt của tấm thép nền dạng dải 2 bằng lớp phủ cách điện 3. Theo phương án này, phần lớn vật liệu 1 được tạo bởi tấm thép nền 2, và các lớp phủ cách điện 3 mỏng hơn tấm thép nền 2 được ghép lớp trên các mặt của tấm thép nền 2.

Thành phần hóa học của tấm thép nền 2 chứa 2,5% đến 4,5% Si theo % khối lượng như được thể hiện dưới đây. Bằng cách thiết lập thành phần hóa học nằm trong khoảng này, giới hạn chảy của vật liệu 1 (tấm thép điện 40) có thể được thiết lập ở, ví dụ, 380 MPa đến 540 MPa.

Si: 2,5% đến 4,5%

Al: 0,001% đến 3,0%

Mn: 0,05% đến 5,0%

Lượng còn lại: Fe và các tạp chất

Khi vật liệu 1 được sử dụng làm tấm thép điện 40, lớp phủ cách điện 3 có tính năng cách điện giữa các tấm thép điện 40 liên kết với nhau theo hướng ghép lớp. Ngoài ra, theo phương án này, lớp phủ cách điện 3 có khả năng bám dính và làm cho các tấm thép điện 40 liên kết với nhau theo hướng ghép lớp gắn với nhau. Lớp phủ cách điện 3 có thể có cấu trúc một lớp hoặc cấu trúc nhiều lớp. Cụ thể hơn, ví dụ, lớp phủ cách điện 3 có thể có cấu trúc một lớp có cả tính năng cách điện và khả năng bám dính hoặc có thể có cấu trúc nhiều lớp bao gồm lớp phủ cách điện nền dưới có tính năng cách điện tốt và lớp phủ cách điện nền trên có tính năng bám dính tốt. “Khả năng bám dính của lớp phủ cách điện 3” theo phương án này có nghĩa là khả năng có độ bền bám dính bằng hoặc lớn hơn giá trị được xác định trước trong điều kiện nhiệt độ được xác định trước trong sản phẩm nhiều lớp bao gồm nhiều tấm thép điện 40 được ghép lớp có các lớp phủ cách điện 3 được bố trí kẹp giữa chúng.

Theo phương án này, lớp phủ cách điện 3 phủ cho cả hai mặt của tấm thép nền 2 mà không có khoảng trống trên toàn bộ bề mặt. Tuy nhiên, lớp một phần của lớp phủ cách

điện 3 có thể không phủ cả hai mặt của tấm thép nền 2 mà không có khoảng trống bất kỳ miễn là tính năng cách điện hoặc khả năng bám dính được mô tả ở trên có thể được đảm bảo. Nói cách khác, lớp một phần của lớp phủ cách điện 3 có thể được tạo ra không liên tục trên các mặt của tấm thép nền 2. Tuy nhiên, để đảm bảo tính năng cách điện, cả hai mặt của tấm thép nền 2 cần được phủ bằng lớp phủ cách điện 3 để cho toàn bộ các mặt của tấm thép nền 2 không được bộc lộ. Cụ thể, trong trường hợp trong đó lớp phủ cách điện 3 có cấu trúc một lớp có cả tính năng cách điện và khả năng bám dính mà không có lớp phủ cách điện nền dưới có tính năng cách điện tốt, lớp phủ cách điện 3 cần được tạo ra trên toàn bộ các mặt của tấm thép nền 2 mà không có khoảng trống bất kỳ. Mặt khác, trong trường hợp trong đó lớp phủ cách điện 3 có cấu trúc nhiều lớp bao gồm lớp phủ cách điện nền dưới có tính năng cách điện tốt và lớp phủ cách điện nền trên có khả năng bám dính tốt, cả tính năng cách điện và khả năng bám dính có thể thu được không chỉ bằng cách tạo ra cả lớp phủ cách điện nền dưới và lớp phủ cách điện nền trên trên toàn bộ các mặt của tấm thép nền 2 mà không có khoảng trống bất kỳ mà còn bằng cách tạo ra lớp phủ cách điện nền dưới trên toàn bộ các mặt của tấm thép nền mà không có khoảng trống bất kỳ và tạo ra lớp phủ cách điện nền trên theo cách không liên tục.

Chế phẩm phủ tạo thành lớp phủ cách điện nền dưới là không bị giới hạn cụ thể, nhưng các chất xử lý thông thường như chất xử lý chứa axit cromic và chất xử lý chứa phosphat có thể được sử dụng, chẳng hạn.

Lớp phủ cách điện 3 có khả năng bám dính đã thu được sao cho chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện chứa nhựa epoxy, chất hóa rắn nhựa epoxy, và nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi được phủ vào đó.

Lớp phủ cách điện được tạo bởi chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện là ở trạng thái chưa hóa rắn hoặc trạng thái nửa hóa rắn (giai đoạn B) trước khi liên kết ép nhiệt trong quá trình sản xuất lõi nhiều lớp, và có khả năng bám dính khi phản ứng hóa rắn xảy ra thông qua gia nhiệt trong quá trình liên kết ép nhiệt. Chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện có thể được sử dụng để tạo ra lớp phủ cách điện có cấu trúc một lớp, hoặc có thể được sử dụng để tạo ra lớp phủ cách điện nền trên nằm trên lớp phủ cách điện nền dưới.

Để làm nhựa epoxy, nhựa epoxy thông thường có thể được sử dụng. Cụ thể, nhựa epoxy bất kỳ có hai hoặc nhiều nhóm epoxy trong phân tử có thể được sử dụng mà không

bị giới hạn cụ thể. Ví dụ về các nhựa epoxy này bao gồm nhựa epoxy loại bisphenol A, nhựa epoxy loại bisphenol F, nhựa epoxy loại phenol novolac, nhựa epoxy loại cresol novolac, nhựa epoxy loại triphenylmetan, nhựa epoxy vòng béo, nhựa epoxy loại glycidyl este, nhựa epoxy loại glycidyl amin, nhựa epoxy loại hydantoin, nhựa epoxy loại isoxyanurat, nhựa epoxy được cải biến bằng axit acrylic (epoxy acrylat), nhựa epoxy chứa phospho, và các sản phẩm hydro hóa hoặc halogenua (như nhựa epoxy brom hóa) của nó. Các nhựa epoxy có thể được sử dụng một mình hoặc tổ hợp của hai hoặc nhiều loại của chúng có thể được sử dụng.

Lượng nhựa epoxy so với tổng khối lượng của chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện là, ví dụ, tốt hơn là 30 đến 90% khối lượng, tốt hơn nữa là 40 đến 80% khối lượng, và còn tốt hơn nữa là 50 đến 70% khối lượng. Khi lượng nhựa epoxy là lớn hơn hoặc bằng giá trị giới hạn dưới được mô tả ở trên, độ bền bám dính của các tấm thép điện 40 có thể được tăng hơn nữa. Khi lượng nhựa epoxy là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị giới hạn trên được mô tả ở trên, ứng suất biến dạng của các tấm thép điện 40 có thể được ngăn chặn hơn nữa.

Chất hóa rắn tiềm ẩn thuộc loại để hóa rắn nhựa epoxy và trong đó phản ứng hóa rắn bắt đầu do gia nhiệt ở nhiệt độ được xác định trước có thể được sử dụng làm chất hóa rắn nhựa epoxy. Ví dụ về chất hóa rắn nhựa epoxy bao gồm các polyamin thơm, các anhydrit axit, các chất hóa rắn phenol, dixyandiamit, phức chất bo triflorua-amin, và các hydrazit của axit hữu cơ.

Ví dụ về polyamin thơm bao gồm meta-phenylendiamin, diaminodiphenylmetan, diaminodiphenyletan, và diaminodiphenylsulfon.

Ví dụ về anhydrit của axit bao gồm anhydrit phtalic, anhydrit hexahydrophthalic, anhydrit tetrahydrophthalic, anhydrit pyromeltic, và anhydrit pyromeltic.

Ví dụ về chất hóa rắn phenol bao gồm nhựa phenol novolac, nhựa cresol novolac, nhựa bisphenol novolac, nhựa phenol novolac được cải biến bằng triazin, và nhựa phenol resol.

Để làm chất hóa rắn nhựa epoxy, polyamin thơm, chất hóa rắn phenol, và dixyandiamit là được ưu tiên, chất hóa rắn phenol là được ưu tiên hơn, và nhựa phenol resol và nhựa phenol novolac còn được ưu tiên hơn nữa theo quan điểm dễ đạt được cả đặc tính từ và độ bền nhiệt. Chất hóa rắn nhựa epoxy có thể được sử dụng một mình hoặc tổ

hợp của hai hoặc nhiều loại của chúng có thể được sử dụng.

Giá trị giới hạn dưới của lượng chất hóa rắn nhựa epoxy trong chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 1 phần khối lượng và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 3 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của nhựa epoxy. Giá trị giới hạn trên của lượng chất hóa rắn nhựa epoxy tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 50 phần khối lượng và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 35 phần khối lượng.

Nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi là nhựa phenol thu được bằng cách ghép chất đàn hồi dẻo nhiệt có đoạn mềm và đoạn cứng. Ví dụ, nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi có thể thu được bằng cách đưa chất đàn hồi vào khi phenol được đa trùng ngưng với aldehyt. Ngoài ra, nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi cũng có thể thu được bằng cách cho chất đàn hồi phản ứng với nhựa phenol.

Nhựa phenol trong nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi có thể là nhựa phenol novolac hoặc nhựa phenol resol.

Phenol là không bị giới hạn cụ thể, và ví dụ của chúng bao gồm phenol, o-cresol, cardanol, alkylphenol (như isopropylphenol và p-isobutylphenol), bisphenol (như bisphenol A và bisphenol F), và phenol polyhydric (như resorxin). Các phenol này có thể được sử dụng một mình hoặc tổ hợp của hai hoặc nhiều loại của chúng có thể được sử dụng.

Aldehyt là không bị giới hạn cụ thể, và ví dụ của chúng bao gồm formaldehyt, paraformaldehyt, axetaldehyt, và benzaldehyt. Aldehyt có thể được sử dụng một mình hoặc tổ hợp của hai hoặc nhiều loại của chúng có thể được sử dụng.

Ví dụ về chất đàn hồi dẻo nhiệt bao gồm cao su acrylic, cao su etylen-propylen, cao su styren-butadien, cao su acrylonitril-butadien, cao su isopren, và cao su silicon. Chất đàn hồi dẻo nhiệt có thể được sử dụng một mình hoặc tổ hợp của hai hoặc nhiều loại của chúng có thể được sử dụng.

Giới hạn dưới của trọng lượng phân tử trung bình khối (M_w) của phần chất đàn hồi của nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi là 2000 đến 200000. Nếu M_w của phần chất đàn hồi là lớn hơn hoặc bằng giá trị giới hạn dưới, sự xấu đi của tổn thất sắt của lõi nhiều lớp có thể được ức chế. Nếu M_w của phần chất đàn hồi là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị giới hạn trên này, sự làm đặc chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện được phủ cho tấm

thép có thể được ngăn chặn.

Giới hạn dưới của Mw của phần chất đàn hồi tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 3000 và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 4000. Giới hạn trên của Mw của phần chất đàn hồi tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 180000 và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 160000.

Mw của phần chất đàn hồi được xác định là giá trị tương đương polystyren bằng phương pháp sắc ký thẩm gel (gel permeation chromatography, GPC) sau khi phân hủy chất đàn hồi và nhựa phenol bằng phản ứng thủy phân và tách chúng ra khỏi nhau bằng phương pháp sắc ký chất lỏng (liquid chromatography, HPLC).

Giới hạn dưới của lượng của phần chất đàn hồi trong nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 5% khối lượng và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 10% khối lượng. Nếu lượng của phần chất đàn hồi là lớn hơn hoặc bằng giá trị giới hạn dưới, tổn hao sắt của lõi là có lợi.

Giới hạn trên của lượng của phần chất đàn hồi tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 40% khối lượng và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 35% khối lượng. Nếu lượng của phần chất đàn hồi là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị giới hạn trên này, quá trình hóa rắn có thể được thực hiện ngay.

Lượng nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi trong chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện là 10 phần khối lượng đến 100 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của nhựa epoxy. Nếu lượng nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi là lớn hơn hoặc bằng giá trị giới hạn dưới, lõi nhiều lớp có đặc tính từ tốt có thể thu được. Nếu lượng nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị giới hạn trên này, lõi nhiều lớp có độ bền nhiệt tốt có thể thu được.

Giới hạn dưới của lượng nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 10 phần khối lượng và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 20 phần khối lượng. Giới hạn trên của lượng nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 80 phần khối lượng và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 70 phần khối lượng.

Chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện có thể chứa các thành phần khác với nhựa epoxy, chất hóa rắn nhựa epoxy, và nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi. Ví dụ về

các thành phần khác này bao gồm nhựa acrylic, chất thúc đẩy hóa rắn (chất xúc tác hóa rắn), chất nhũ hóa, và chất khử bọt. Theo quan điểm đảm bảo độ bền bám dính, chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện không chứa các chất độn vô cơ như silic oxit, nhôm oxit, và thủy tinh. Các thành phần khác này có thể được sử dụng một mình hoặc tổ hợp của hai hoặc nhiều loại của chúng có thể được sử dụng.

Nhựa acrylic là không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ về các monome được sử dụng cho nhựa acrylic bao gồm các axit carboxylic không no như axit acrylic và axit metacrylic, và (met)acrylat như metyl (met)acrylat, etyl (met)acrylat, n-butyl (met)acrylat, isobutyl (met)acrylat, xyclohexyl (met)acrylat, 2-ethylhexyl (met)acrylat, 2-hydroxyetyl (met)acrylat, và hydroxypropyl (met)acrylat. (Met)acrylat có nghĩa là acrylat hoặc metacrylat. Nhựa acrylic có thể được sử dụng một mình hoặc tổ hợp của hai hoặc nhiều loại của chúng có thể được sử dụng.

Nhựa acrylic có thể có đơn vị cấu trúc được tạo dẫn xuất từ các monome khác với monome acrylic. Ví dụ về các monome khác bao gồm etylen, propylen, và styren. Các monome khác có thể được sử dụng một mình hoặc tổ hợp của hai hoặc nhiều loại của chúng có thể được sử dụng.

Điểm chuyển hóa thủy tinh (điểm Tg) của nhựa acrylic là không bị giới hạn cụ thể, nhưng giới hạn dưới của nó tốt hơn là -40°C và tốt hơn nữa là -20°C . Giới hạn trên của điểm Tg của nhựa acrylic tốt hơn là 80°C và tốt hơn nữa là 50°C .

Trong trường hợp trong đó chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện chứa nhựa acrylic, lượng nhựa acrylic là không bị giới hạn cụ thể và có thể được thiết lập ở, ví dụ, 5% khối lượng đến 60% khối lượng so với tổng lượng của nhựa epoxy và nhựa acrylic. Trong trường hợp trong đó nhựa epoxy được cải biến acrylic hoặc monome acrylic được chứa, điều tương tự áp dụng cho lượng của nó.

Trong trường hợp trong đó nhựa acrylic được sử dụng, nhựa epoxy được cải biến acrylic thu được bằng cách ghép nhựa acrylic vào nhựa epoxy có thể được sử dụng. Chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện có thể chứa monome tạo thành nhựa acrylic.

Nói chung, keo nhựa epoxy có độ bền nhiệt tốt có mô đun đàn hồi khi kéo lớn gần nhiệt độ bình thường khi độ bền bám dính ở nhiệt độ cao được đảm bảo, và ứng suất được tác dụng vào tấm thép làm xấu đi đặc tính từ (tổn hao sắt của lõi). Mặt khác, trong trường

hợp chế phẩm nhựa có độ bền vừa phải gần nhiệt độ thường, độ bền nhiệt kém đi.

Theo phương án này, sự tác dụng của ứng suất vào tấm thép gần nhiệt độ bình thường được ngăn chặn bằng cách sử dụng nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi thu được bằng cách ghép chất đàn hồi dẻo nhiệt có đoạn mềm và đoạn cứng và có mô đun đàn hồi lớn, và do đó sự xấu đi của đặc tính từ (tổn hao sắt của lõi) được ngăn chặn.

Ngoài ra, do chất đàn hồi liên kết với nhựa phenol và không chảy ngay cả khi được tiếp xúc với nhiệt độ cao, độ bền bám dính trong môi trường có nhiệt độ cao cũng được đảm bảo. Theo cách này, cả đặc tính từ và độ bền nhiệt đã đạt được bằng cách sử dụng lượng cụ thể của nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi. Khó đạt được hiệu quả của sáng chế bằng cách đơn giản là đưa chất đàn hồi dẻo nhiệt vào chế phẩm mà không ghép chất đàn hồi dẻo nhiệt. Tức là, đặc tính từ tốt có thể thu được bằng cách sử dụng nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi thu được bằng cách ghép chất đàn hồi dẻo nhiệt. Trong trường hợp trong đó chất đàn hồi dẻo nhiệt mà không được ghép được sử dụng, có lo ngại là độ bền bám dính ở nhiệt độ cao có thể kém đi và trạng thái ghép lớp có thể bị biến dạng do chỉ có thành phần chất đàn hồi dẻo nhiệt chảy khi lực ép được tác dụng vào tấm thép.

Tỷ lệ co khi hóa rắn của chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 15%, tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 12%, còn tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 10%, và đặc biệt tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 8%. Nếu tỷ lệ co khi hóa rắn là thấp hơn hoặc bằng giá trị giới hạn trên này, sự tác dụng của ứng suất vào tấm thép có thể giảm đi và lõi nhiều lớp có đặc tính từ tốt có thể thu được.

Tỷ lệ co khi hóa rắn được xác định bằng phương pháp theo JIS K6941.

Lớp phủ cách điện 3 có thể được tạo ra, ví dụ, bằng cách phủ chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện cho bề mặt của tấm thép nền và thực hiện sấy và nung.

Giá trị giới hạn dưới của nhiệt độ đạt tới trong khi nung tốt hơn là bằng hoặc cao hơn 120°C và tốt hơn nữa là bằng hoặc cao hơn 140°C. Giá trị giới hạn trên của nhiệt độ đạt tới trong khi nung tốt hơn là bằng hoặc thấp hơn 200°C và tốt hơn nữa là bằng hoặc thấp hơn 180°C. Nếu nhiệt độ đạt tới là cao hơn hoặc bằng giá trị giới hạn dưới được mô tả ở trên, chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện được liên kết đủ với tấm thép điện và sự bong ra được ngăn chặn. Nếu nhiệt độ đạt tới là thấp hơn hoặc bằng giá trị giới hạn trên

được mô tả ở trên, sự hóa rắn quá của nhựa epoxy có thể được ngăn chặn và khả năng bám dính của chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện có thể được duy trì.

Giá trị giới hạn dưới của thời gian nung tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 5 giây và tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 10 giây. Giá trị giới hạn trên của thời gian nung tốt hơn là bằng hoặc nhỏ hơn 40 giây và tốt hơn nữa là bằng hoặc nhỏ hơn 30 giây. Nếu thời gian nung là lớn hơn hoặc bằng giá trị giới hạn dưới được mô tả ở trên, chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện được liên kết đủ với tấm thép điện và sự bong ra được ngăn chặn. Nếu thời gian nung là nhỏ hơn hoặc bằng giá trị giới hạn trên được mô tả ở trên, sự hóa rắn quá của nhựa epoxy có thể được ngăn chặn và khả năng bám dính của chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện có thể được duy trì.

Ví dụ, các giá trị giới hạn trên và giá trị giới hạn dưới của độ dày trung bình t1 của lớp phủ cách điện 3 có thể được thiết lập như sau khi xem xét trường hợp trong đó vật liệu 1 được sử dụng làm tấm thép điện 40.

Trong trường hợp trong đó vật liệu 1 được sử dụng làm tấm thép điện 40, độ dày trung bình t1 (độ dày của một mặt của tấm thép điện 40 (vật liệu 1)) của lớp phủ cách điện 3 được điều chỉnh sao cho tính năng cách điện và khả năng bám dính giữa các tấm thép điện 40 được ghép lớp với nhau có thể được đảm bảo.

Trong trường hợp lớp phủ cách điện 3 có cấu trúc một lớp, độ dày trung bình t1 (độ dày của một mặt của tấm thép điện 40 (vật liệu 1)) của toàn bộ lớp phủ cách điện 3 có thể được thiết lập ở, ví dụ, 1,5 μ m đến 8,0 μ m.

Trong trường hợp lớp phủ cách điện 3 có cấu trúc nhiều lớp, độ dày trung bình của lớp phủ cách điện nền dưới có thể được thiết lập ở, ví dụ, 0,3 μ m đến 2,5 μ m, và tốt hơn là 0,5 μ m đến 1,5 μ m. Độ dày trung bình của lớp phủ cách điện nền trên có thể được thiết lập ở, ví dụ, 1,5 μ m đến 8,0 μ m.

Liên quan đến phương pháp đo độ dày trung bình t1 của lớp phủ cách điện 3 trong vật liệu 1, độ dày của lớp phủ cách điện 3 ở nhiều vị trí có thể thu được bằng ý tưởng giống như của độ dày tấm trung bình t0 của vật liệu 1 và có thể được sử dụng để thu được giá trị trung bình của các độ dày này.

Các giá trị giới hạn trên và giá trị giới hạn dưới của độ dày trung bình t1 của lớp

phủ cách điện 3 của vật liệu 1 này có thể được chọn theo cách tự nhiên làm các giá trị giới hạn trên và giá trị giới hạn dưới của độ dày trung bình t_1 của lớp phủ cách điện 3 của tấm thép điện 40.

Phương pháp đo độ dày trung bình t_1 của lớp phủ cách điện 3 của tấm thép điện 40 là, ví dụ, phương pháp đo dưới đây. Ví dụ, trong số nhiều tấm thép điện tạo thành lõi nhiều lớp, tấm thép điện 40 (tấm thép điện 40 mà bề mặt của nó được bộc lộ theo hướng ghép lớp) nằm ở phía ngoài cùng theo hướng ghép lớp được chọn. Trên bề mặt của tấm thép điện 40 được chọn, vị trí được xác định trước (ví dụ, vị trí ngay giữa (trung tâm) giữa mép chu vi trong và mép chu vi ngoài trong tấm thép điện 40) theo hướng kính được chọn. Độ dày của lớp phủ cách điện 3 của tấm thép điện 40 ở vị trí được chọn được đo ở bốn vị trí ở các khoảng cách bằng nhau theo hướng chu vi (tức là, mỗi 90 độ quanh trục tâm O). Giá trị trung bình của độ dày đo được ở bốn vị trí này có thể được thiết lập là độ dày trung bình t_1 của lớp phủ cách điện 3.

Lý do mà độ dày trung bình t_1 của lớp phủ cách điện 3 được đo trong tấm thép điện 40 nằm ở phía ngoài cùng theo hướng ghép lớp theo cách này là do các lớp phủ cách điện 3 được tạo ra sao cho độ dày của các lớp phủ cách điện 3 gần như không thay đổi ở vị trí ghép lớp dọc theo hướng ghép lớp của các tấm thép điện 40.

Các tấm thép điện 40 được sản xuất bằng cách dập vật liệu 1 được mô tả ở trên, và lõi nhiều lớp (lõi stato 21 hoặc lõi rôto 31) được sản xuất bằng cách sử dụng các tấm thép điện 40.

(Phương pháp ghép lớp lõi nhiều lớp)

Sau đây, phần mô tả sẽ quay trở lại lõi nhiều lớp.

Các tấm thép điện 40 tạo thành lõi stato 21 được ghép lớp thông qua các lớp phủ cách điện 3 như được thể hiện trên Fig.3.

Các tấm thép điện 40 liên kết với nhau theo hướng ghép lớp được liên kết với nhau trên toàn bộ bề mặt bằng cách sử dụng lớp phủ cách điện 3. Nói cách khác, bề mặt (sau đây, được gọi là bề mặt thứ nhất) của tấm thép điện 40 đối diện với hướng ghép lớp là vùng có keo 41a trên toàn bộ bề mặt. Tuy nhiên, các tấm thép điện 40 liên kết với nhau theo hướng ghép lớp có thể không được liên kết với nhau trên toàn bộ bề mặt. Nói cách khác,

vùng có keo 41a và vùng không có keo (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể cùng tồn tại trên bề mặt thứ nhất của tấm thép điện 40.

Theo phương án này, các tấm thép điện ở phía tạo thành lõi rôto 31 được cố định với nhau bằng cách sử dụng xăm 42 (chốt) được thể hiện trên Fig.1. Tuy nhiên, các tấm thép điện tạo thành lõi rôto 31 cũng có thể có cấu trúc nhiều lớp được cố định bằng các lớp phủ cách điện 3 tương tự như lõi stato 21.

Ngoài ra, lõi nhiều lớp như lõi stato 21 hoặc lõi rôto 31 cũng có thể được tạo ra bằng cách được gọi là ghép lớp quay.

(Phương pháp sản xuất lõi nhiều lớp)

Lõi stato 21 được sản xuất bằng cách sử dụng thiết bị sản xuất 100 được thể hiện trên Fig.7, chẳng hạn. Sau đây, khi mô tả phương pháp sản xuất, thiết bị sản xuất lõi nhiều lớp 100 (sau đây, được gọi đơn giản là thiết bị sản xuất 100) sẽ được mô tả trước.

Trong thiết bị sản xuất 100, vật liệu 1 được dập nhiều lần bằng cách sử dụng khuôn được bố trí trên mỗi giai đoạn trong khi cấp vật liệu 1 từ cuộn 1A (thép vòng) theo hướng mũi tên F để dần dần tạo thành hình dạng của các tấm thép điện 40. Sau đó, các tấm thép điện 40 đã dập này được ghép lớp và ép trong khi tăng nhiệt độ. Kết quả là, các tấm thép điện 40 liên kết với nhau theo hướng ghép lớp được liên kết với nhau bằng cách sử dụng các lớp phủ cách điện 3 (tức là, các vị trí nằm trong vùng có keo 41a trong các lớp phủ cách điện 3 được làm cho có khả năng bám dính), và quá trình gán được hoàn thành.

Như được thể hiện trên Fig.7, thiết bị sản xuất 100 bao gồm nhiều giai đoạn của các trạm dập 110. Các trạm dập 110 có thể có hai giai đoạn hoặc ba giai đoạn hoặc nhiều giai đoạn. Mỗi giai đoạn của các trạm dập 110 bao gồm các khuôn dưới 111 được bố trí bên dưới vật liệu 1 và các khuôn trên 112 được bố trí bên trên vật liệu 1.

Thiết bị sản xuất 100 còn bao gồm trạm ghép lớp 140 ở vị trí phía sau trạm dập 110 sau cùng. Trạm ghép lớp 140 bao gồm thiết bị gia nhiệt 141, khuôn dưới để dập chu vi ngoài 142, bộ phận cách nhiệt 143, khuôn trên để dập chu vi ngoài 144, và bộ phận lò xo 145.

Thiết bị gia nhiệt 141, khuôn dưới để dập chu vi ngoài 142, và bộ phận cách nhiệt 143 được bố trí bên dưới vật liệu 1. Mặt khác, khuôn trên để dập chu vi ngoài 144 và bộ

phần lò xo 145 được bố trí bên trên vật liệu 1. Số chỉ dẫn 21 để chỉ lõi stato.

Trong thiết bị sản xuất 100 có cấu hình đã mô tả, trước hết, vật liệu 1 được cấp tuần tự từ cuộn 1A theo hướng mũi tên F của Fig.7. Sau đó, vật liệu 1 này được dập tuần tự bằng nhiều giai đoạn của các trạm dập 110. Hình dạng của tấm thép điện 40 có phần sau lõi 22 và các phần răng 23 được thể hiện trên Fig.3 được tạo ra cho vật liệu 1 thông qua quá trình gia công dập. Tuy nhiên, do vật liệu này không được dập hoàn toàn ở thời điểm này, quá trình chuyển sang bước tiếp theo theo hướng mũi tên F.

Cuối cùng, vật liệu 1 được cấp cho trạm ghép lớp 140, dập bằng khuôn trên đế dập chu vi ngoài 144, và được ghép lớp với độ chính xác cao. Trong quá trình ghép lớp này, tấm thép điện 40 nhận lực ép không đổi do bộ phận lò xo 145. Bằng cách lặp lại tuần tự quá trình dập và quá trình ghép lớp được mô tả ở trên, số lượng định trước của các tấm thép điện 40 có thể được ghép thành chồng. Ngoài ra, lõi nhiều lớp được tạo ra bằng cách ghép chồng các tấm thép điện 40 theo cách này được gia nhiệt tới, ví dụ, nhiệt độ 200°C bằng cách sử dụng thiết bị gia nhiệt 141. Bằng cách gia nhiệt này, các lớp phủ cách điện 3 của các tấm thép điện liền kề 40 được liên kết với nhau (bước gắn).

Điều kiện của bước gắn là không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, nhiệt độ gia nhiệt trong bước gắn tốt hơn là 120°C đến 250°C. Thời gian gia nhiệt trong bước gắn bị ảnh hưởng bởi kích thước của lõi nhiều lớp hoặc phương pháp gia nhiệt, nhưng là, ví dụ, 30 giây đến 120 phút. Ngoài ra, khi gắn các lớp phủ cách điện 3, sự gắn có thể được thực hiện bằng cách ép sản phẩm nhiều lớp này. Áp lực và thời gian ép khi ép sản phẩm nhiều lớp, ví dụ, tốt hơn là 2 đến 300 MPa và 30 giây đến 120 phút.

Thiết bị gia nhiệt 141 có thể không được đặt trong khuôn dưới đế dập chu vi ngoài 142. Tức là, các tấm thép điện được ghép lớp 40 có thể được lấy ra khỏi khuôn dưới đế dập chu vi ngoài 142 trước khi được liên kết với nhau trong khuôn dưới đế dập chu vi ngoài 142. Trong trường hợp này, khuôn dưới đế dập chu vi ngoài 142 có thể không có bộ phận cách nhiệt 143. Ngoài ra, trong trường hợp này, các tấm thép điện được ghép chồng 40 trước khi được liên kết với nhau có thể được kẹp và giữ từ cả hai phía theo hướng ghép lớp bằng cách sử dụng dụng cụ không được thể hiện trên hình vẽ, và sau đó được vận chuyển hoặc gia nhiệt.

Lõi stato 21 được hoàn thành thông qua mỗi bước nêu trên.

Như được mô tả ở trên, theo sáng chế, lớp phủ cách điện được tạo ra trên bề mặt của tấm thép điện sử dụng chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện trong đó nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi được kết hợp với nhựa epoxy và chất hóa rắn nhựa epoxy ở tỷ lệ cụ thể. Do đó, có thể đạt được cả đặc tính từ tốt (tổn hao sắt của lõi) của lõi nhiều lớp và độ bền nhiệt tốt mà có thể duy trì độ bền bám dính giữa các tấm thép điện ngay cả ở nhiệt độ cao trong quá trình lái xe.

Phạm vi kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở phương án này, và các cải biến khác nhau có thể được thực hiện trong phạm vi không đi chệch khỏi nội dung chính của sáng chế.

Hình dạng của lõi stato không bị giới hạn ở dạng được thể hiện trong phương án này. Cụ thể, các kích thước gồm đường kính ngoài và đường kính trong của lõi stato, độ dày ghép lớp, số khe, tỷ lệ kích thước của phần răng theo hướng chu vi với hướng kính, tỷ lệ kích thước theo hướng kính giữa phần răng và phần sau lõi, và tương tự có thể được thiết kế tùy ý theo các đặc tính của máy điện quay mong muốn.

Một bộ gồm hai nam châm vĩnh cửu 32 tạo thành một cực từ trong rôto theo phương án này, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở điều này. Ví dụ, một nam châm vĩnh cửu 32 có thể tạo thành một cực từ, hoặc ba hoặc nhiều nam châm vĩnh cửu 32 có thể tạo thành một cực từ.

Trong phương án được mô tả ở trên, động cơ điện từ trường nam châm vĩnh cửu đã được mô tả làm ví dụ về máy điện quay 10. Tuy nhiên, cấu trúc của máy điện quay 10 không bị giới hạn ở các cấu trúc được đưa ra làm các ví dụ minh họa dưới đây, và các cấu trúc khác nhau đã biết rõ mà đã được đưa ra làm ví dụ minh họa dưới đây cũng có thể được chọn.

Trong phương án được mô tả ở trên, động cơ điện từ trường nam châm vĩnh cửu đã được mô tả làm ví dụ về máy điện quay 10, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở điều này. Ví dụ, máy điện quay 10 có thể là động cơ điện từ trở hoặc động cơ điện từ trường nam châm điện (động cơ điện từ trường cuộn dây).

Trong phương án được mô tả ở trên, động cơ điện đồng bộ đã được mô tả làm ví dụ về động cơ điện AC, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở điều này. Ví dụ, máy điện quay 10 có thể là động cơ điện cảm ứng.

Trong phương án được mô tả ở trên, động cơ điện AC đã được mô tả làm ví dụ về máy điện quay 10, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở điều này. Ví dụ, máy điện quay 10 có thể là động cơ điện DC.

Trong phương án được mô tả ở trên, động cơ điện đã được mô tả làm ví dụ về máy điện quay 10, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở điều này. Ví dụ, máy điện quay 10 có thể là máy phát điện.

Ngoài ra, có thể thay thế thích hợp các bộ phận cấu thành theo phương án bằng các bộ phận cấu thành đã biết rõ trong phạm vi không đi chệch khỏi nội dung chính của sáng chế, và ví dụ cải biến được mô tả ở trên có thể được kết hợp thích hợp.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, hiệu quả của khía cạnh của sáng chế sẽ được mô tả cụ thể dựa vào các ví dụ. Tuy nhiên, điều kiện trong các ví dụ này chỉ là ví dụ về điều kiện được chọn để khẳng định hiệu quả và tính khả thi của sáng chế, và sáng chế không bị giới hạn bởi phần mô tả sau đây. Sáng chế có thể chọn các điều kiện khác nhau miễn là nội dung chính của sáng chế không bị chệch hướng và mục đích của sáng chế đạt được.

[Các nguyên liệu]

Các nguyên liệu sử dụng trong các ví dụ sẽ được thể hiện dưới đây.

(Nhựa epoxy)

E1: nhựa epoxy loại bisphenol A

E2: nhựa epoxy loại bisphenol F

E3: nhựa epoxy loại cresol novolac

(Nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi)

A1: nhựa phenol được cải biến bằng cao su acrylic (loại novolac, tỷ lệ khối lượng của phần nhựa phenol với phần chất đàn hồi=70:30, Mw của phần đàn hồi: 35000)

A2: nhựa phenol được biến tính bằng cao su styren-butadien (loại novolac, tỷ lệ khối lượng của phần nhựa phenol với phần chất đàn hồi=65:35, Mw của phần đàn hồi: 20000)

A3: nhựa phenol được cải biến bằng cao su etylen-propylen (loại novolac, tỷ lệ

khối lượng của phần nhựa phenol với phần chất đàn hồi=85:15, Mw của phần đàn hồi: 160000)

A4: nhựa phenol được cải biến bằng cao su silicon (loại novolac, tỷ lệ khối lượng của phần nhựa phenol với phần chất đàn hồi=90:10, Mw của phần đàn hồi: 3000)

(Chất hóa rắn nhựa epoxy)

H1: nhựa phenol resol

H2: nhựa phenol novolac

H3: Diaminodiphenylmetan

H4: Dixyandiamit

H5: anhydrit 4-metylhaxahydroptalic

(Chất để trộn)

M1: Nhựa acrylic (đơn vị metyl metacrylat: đơn vị styren : đơn vị 2-etylhexyl acrylat (tỷ lệ mol) = 60:30:10, nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh: 40°C)

M2: Nhựa acrylic (đơn vị metyl metacrylat: đơn vị n-butyl acrylat (tỷ lệ mol) = 70:30, nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh: 15°C)

[Đặc tính từ]

10 tấm thép điện hình chữ nhật (các lớp áo) có kích thước 55mm × 55mm được cắt ra từ mỗi dải thép kỹ thuật điện của các ví dụ, và được ghép lớp và liên kết với nhau trong điều kiện nhiệt độ tấm thép bằng 200°C, áp lực 10 MPa, và thời gian ép 1 giờ để tạo ra lõi nhiều lớp. Liên quan đến lõi nhiều lớp thu được, các đặc tính từ của các lớp áo theo hướng cán và hướng vuông góc với hướng cán được xác định bằng phương pháp xác định từ tính của lớp áo theo JIS C2556(2015), và giá trị trung bình của các giá trị này đã thu được làm đặc tính từ. Liên quan đến đặc tính từ (từ tính), “W10/400 (W/kg)” được đánh giá là tổn hao sắt. “W10/400” là tổn hao sắt khi tần số là 400 Hz và mật độ từ thông tối đa là 1,0 T.

[Độ bền bám dính]

Hai tấm thép điện hình chữ nhật (các lớp áo) có chiều rộng 30mm và chiều dài 60mm được cắt ra từ mỗi dải thép kỹ thuật điện của các ví dụ. Sau đó, chế phẩm phủ dùng

cho tấm thép điện được phủ cho bề mặt của nó, và các phần xa có chiều rộng 30mm và chiều dài 10mm được chồng lên nhau và được ép để tạo ra mẫu đo. Điều kiện ép là nhiệt độ tấm thép bằng 200°C, áp lực 10 MPa, và thời gian ép là 1 giờ.

Mẫu thu được được kéo ở tốc độ kéo 2mm/phút, và tải trọng tối đa (N) cho đến khi mẫu được bóc ra được xác định trong môi trường có nhiệt độ môi trường bằng 25°C và 150°C, và giá trị bằng số thu được bằng cách chia mỗi tải trọng tối đa (N) cho diện tích có keo được cho là độ bền bám dính (MPa).

[Tỷ lệ co khi hóa rắn]

Chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện được phủ cho bề mặt của mỗi dải thép kỹ thuật điện của các ví dụ, và tỷ lệ co khi hóa rắn được xác định. Tỷ lệ co khi hóa rắn được xác định bằng cách thay đổi độ dày lớp phủ theo JIS K 6941.

Đánh giá

Mỗi ví dụ được đánh giá theo các tiêu chí sau đây. Tổn hao sắt càng nhỏ, ứng suất biến dạng tác dụng vào mỗi tấm thép điện được ngăn chặn càng lớn. Các kết quả xác định và các kết quả đánh giá được thể hiện trong bảng 2. Trong các bảng này, các giá trị nằm ngoài phạm vi của sáng chế được gạch chân.

Các tiêu chí

“Tốt”: Độ bền bám dính ở 25°C là bằng hoặc lớn hơn 5,0 MPa, độ bền bám dính ở 150°C là bằng hoặc lớn hơn 1,0 MPa, và đặc tính từ là nhỏ hơn 12,0 W/kg.

“Kém”: Độ bền bám dính ở 25°C là nhỏ hơn 5,0 MPa, độ bền bám dính ở 150°C là nhỏ hơn 1,0 MPa, hoặc đặc tính từ là bằng hoặc lớn hơn 12,0 W/kg.

Ví dụ 1

Tấm thép điện không định hướng có độ dày tấm 0,25mm và chiều rộng 100mm và chứa 3,0% Si, 0,2% Mn, 0,5% Al, và lượng còn lại là Fe và các tạp chất theo % khối lượng được sử dụng làm tấm thép nền.

Các thành phần thể hiện trong bảng 1 được trộn với nhau để điều chế mỗi chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện. Chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện thu được được phủ cho bề mặt của tấm thép nền và nung ở 200°C trong 5 giây để thu được mỗi dải thép kỹ

thuật điện có lớp phủ cách điện có độ dày trung bình $3\mu\text{m}$.

Các ví dụ 2 đến 10 và các ví dụ so sánh 1 đến 6

Các dải thép kỹ thuật điện đã thu được theo cách giống như trong ví dụ 1 chỉ khác là thành phần và điều kiện nung của chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện được thay đổi như được thể hiện trong bảng 1.

Thành phần và điều kiện nung của các chế phẩm phủ cho tấm thép điện của các ví dụ được thể hiện trong bảng 1. Các kết quả đánh giá của đặc tính từ (từ tính) và độ bền bám dính của các ví dụ được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 1

	Nhựa epoxy		Nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi		Chất hóa rắn nhựa epoxy		Chất độn trộn		Điều kiện nung		Tỷ lệ co khi hóa rắn (%)
	Loại	Phần khối lượng	Loại	Phần khối lượng	Loại	Phần khối lượng	Loại	Phần khối lượng	Nhiệt độ đạt tới [°C]	Thời gian [giờ]	
Ví dụ 1	E1	100	A1	40	H1	5	M1	15	200	5	4,3
Ví dụ 2	E1		A1	15	H2	7	M1	15	140	30	4,1
Ví dụ 3	E1		A2	85	H1	5	M1	15	140	30	3,9
Ví dụ 4	E2		A2	65	H2	7	M2	30	160	20	4,4
Ví dụ 5	E2		A3	30	H1	5	M2	30	160	20	4,6
Ví dụ 6	E3		A3	30	H2	7	-	-	140	30	4,3
Ví dụ 7	E3		A4	75	H2	7	M1	10	140	30	4,1
Ví dụ 8	E1		A1	40	H3	3	M2	20	160	20	4,8
Ví dụ 9	E1		A2	65	H4	1	M1	15	180	10	4,6
Ví dụ 10	E1		A2	65	H5	7	M2	30	160	20	4,5
Ví dụ so sánh 1	E3		A3	<u>6</u>	H1	5	M1	15	200	5	5,7
Ví dụ so sánh 2	E3		A1	<u>3</u>	H2	7	M1	15	140	30	6,7
Ví dụ so sánh 3	E2		A3	<u>110</u>	H2	7	M1	35	140	30	4,1
Ví dụ so sánh 4	E2		A1	<u>145</u>	H1	5	M1	5	160	20	4,3
Ví dụ so sánh 5	E2		=	=	H1	5	M2	10	180	10	11,2
Ví dụ so sánh 6	E1		A1	30	=	=	M2	10	160	20	5,4

Bảng 2

	Độ bền bám dính [MPa]		Đặc tính từ [W/kg]	Đánh giá
	25°C	150°C	W10/400	
Ví dụ 1	12,0	4,0	11,1	Tốt
Ví dụ 2	11,0	3,0	11,4	Tốt
Ví dụ 3	12,0	3,0	11,3	Tốt
Ví dụ 4	13,0	4,0	11,2	Tốt
Ví dụ 5	11,0	3,0	11,4	Tốt
Ví dụ 6	13,0	4,0	11,4	Tốt
Ví dụ 7	12,0	3,0	11,1	Tốt
Ví dụ 8	10,0	1,0	11,6	Tốt
Ví dụ 9	10,0	1,0	11,7	Tốt
Ví dụ 10	9,0	1,0	11,6	Tốt
Ví dụ so sánh 1	14,0	4,0	12,8	Kém
Ví dụ so sánh 2	14,0	3,0	12,3	Kém
Ví dụ so sánh 3	11,0	0,6	11,2	Kém
Ví dụ so sánh 4	10,0	0,4	10,9	Kém
Ví dụ so sánh 5	15,0	5,0	13,8	Kém
Ví dụ so sánh 6	4,0	0,0	10,9	Kém

Như được thể hiện trong bảng 2, trong các ví dụ 1 đến 10 trong đó nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi được kết hợp với nhựa epoxy và chất hóa rắn nhựa epoxy ở tỷ lệ cụ thể, cường độ bám dính đủ có thể được đảm bảo ngay cả ở 150°C, và các ví dụ này có độ bền nhiệt tốt và đặc tính từ tốt.

Mặt khác, trong các ví dụ so sánh 1 đến 4 trong đó lượng nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi nằm ngoài phạm vi của sáng chế, Ví dụ so sánh 5 trong đó không nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi nào được chứa, và Ví dụ so sánh 6 trong đó không chất hóa rắn nhựa epoxy nào được chứa, cả độ bền nhiệt và đặc tính từ không thể đạt được.

Khả năng áp dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, cả đặc tính từ và độ bền nhiệt của lõi nhiều lớp có thể đạt được. Do đó, khả năng áp dụng công nghiệp là đáng kể.

Quyền ưu tiên được yêu cầu dựa trên đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2020-104254, nộp ngày 17.6.2020, nội dung của nó được đưa vào đây bằng cách viện dẫn.

Mô tả vắn tắt các ký hiệu chỉ dẫn

1 Vật liệu

2 Tấm thép nền

3 Lớp phủ cách điện

10 Máy điện quay

20 Stato

21 Lõi stato

40 Tấm thép điện

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện, chế phẩm này bao gồm:

nhựa epoxy;

chất hóa rắn nhựa epoxy; và

nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi,

trong đó lượng của nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi là 10 phần khối lượng đến 100 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của nhựa epoxy.

2. Chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện theo điểm 1,

trong đó trọng lượng phân tử trung bình khối của phần chất đàn hồi của nhựa phenol được cải biến bằng chất đàn hồi là 2000 đến 200000.

3. Chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó tỷ lệ co khi hóa rắn là bằng hoặc nhỏ hơn 15%.

4. Tấm thép điện, tấm thép điện này bao gồm:

lớp phủ cách điện chứa chế phẩm phủ dùng cho tấm thép điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3 trên bề mặt.

5. Lõi nhiều lớp,

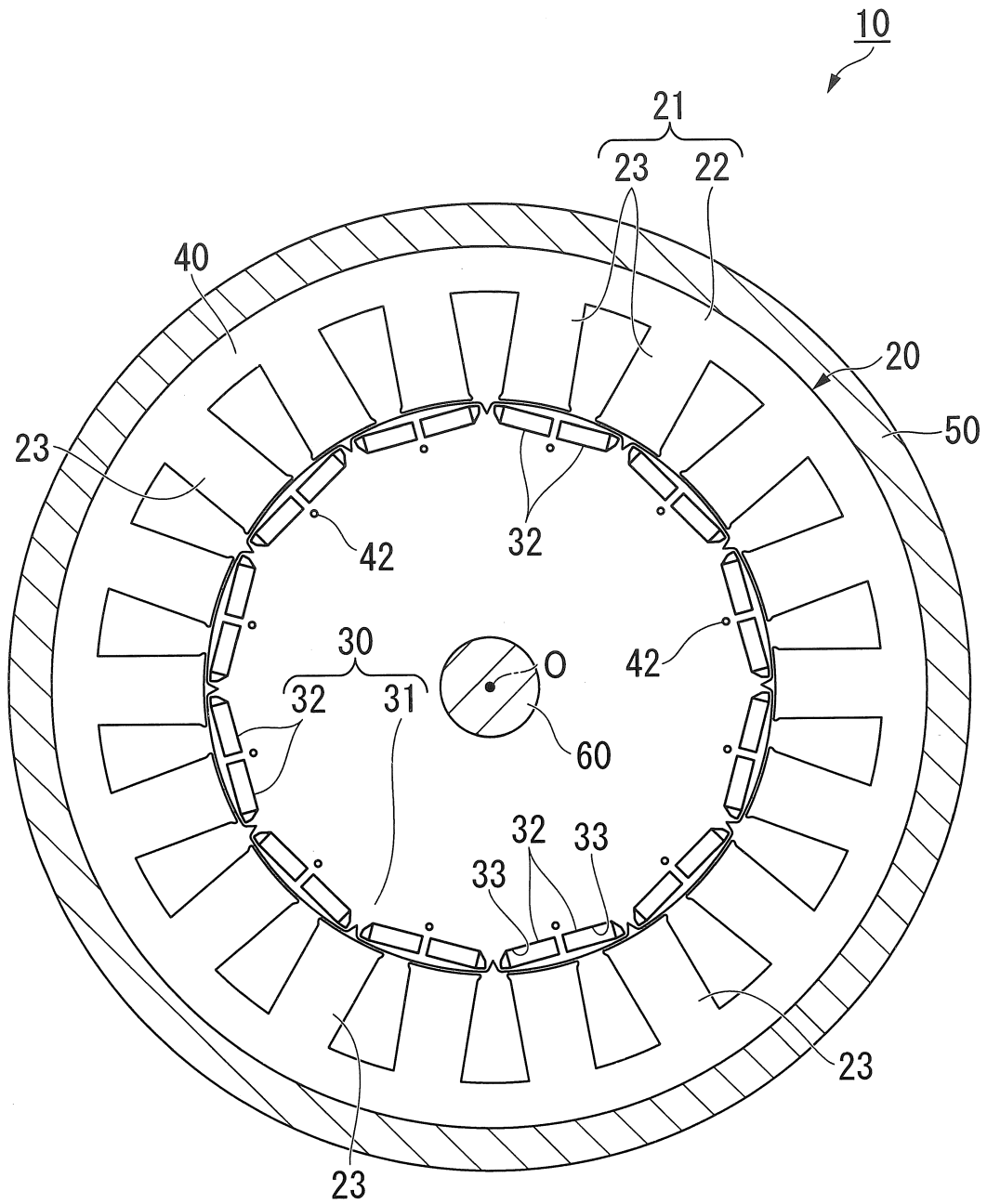
trong đó nhiều tấm thép điện theo điểm 4 được ghép lớp và được làm cho gắn với nhau.

6. Máy điện quay, máy điện quay này bao gồm:

lõi nhiều lớp theo điểm 5.

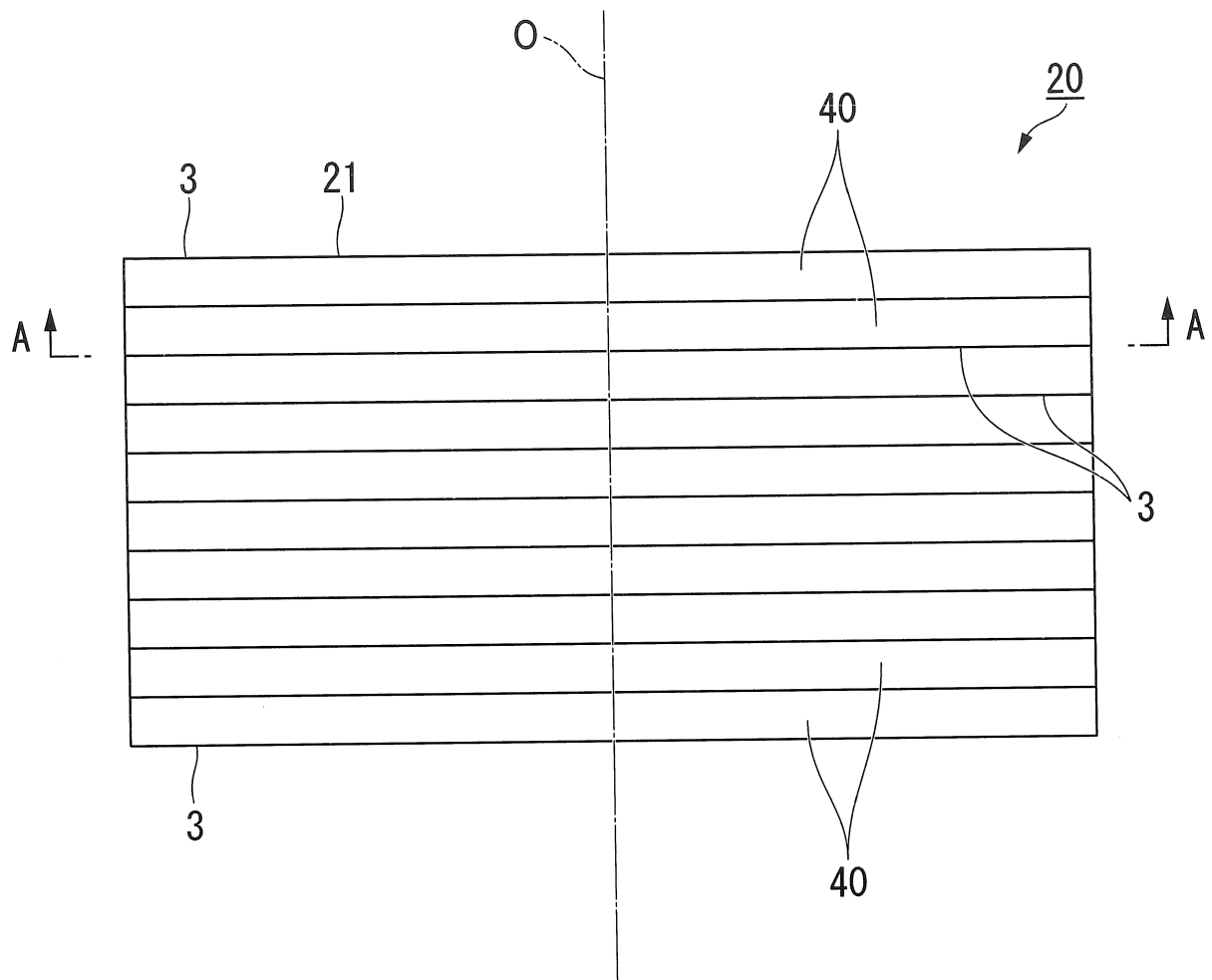
1/5

FIG. 1



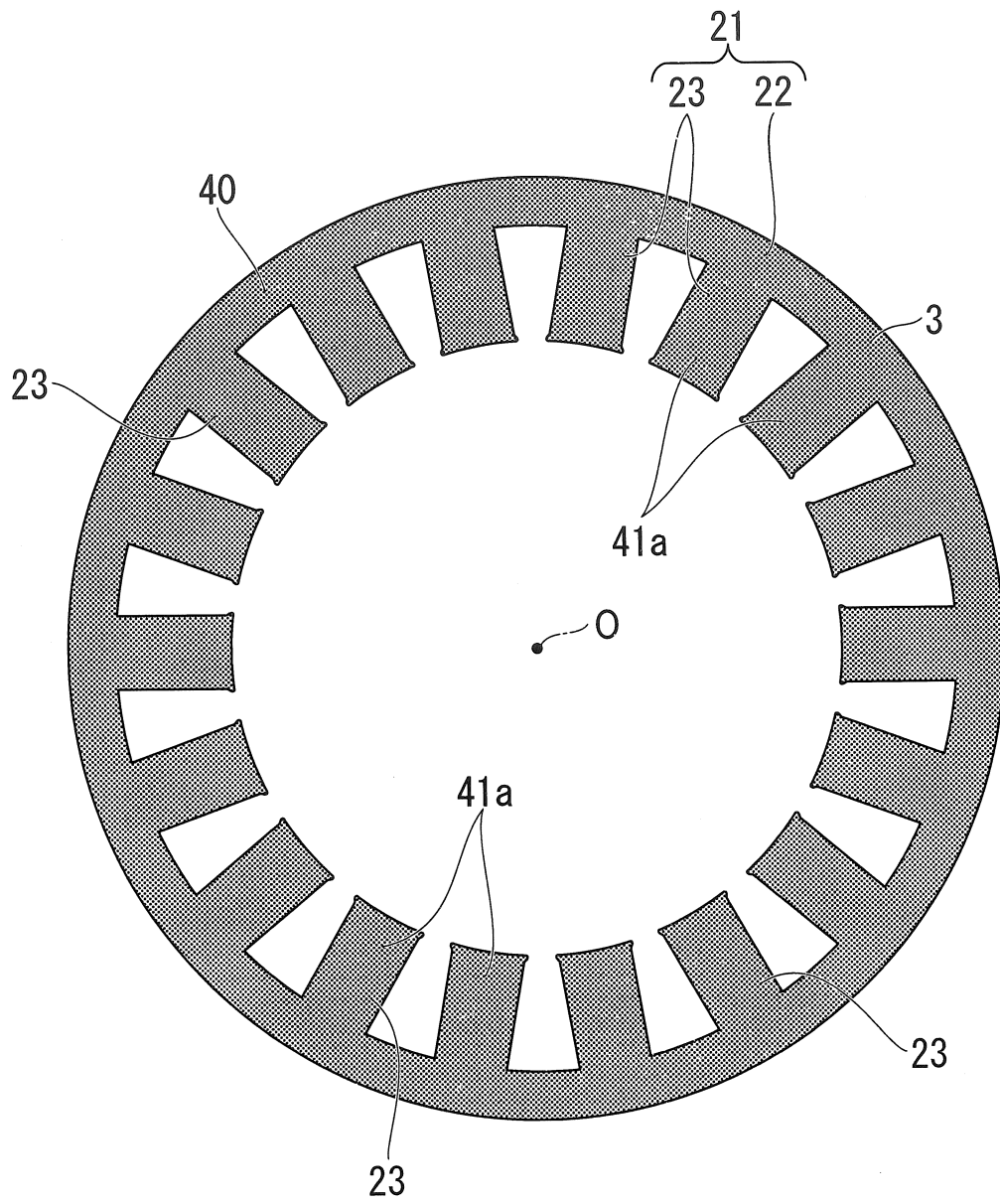
2/5

FIG. 2



3/5

FIG. 3



4/5

FIG. 4

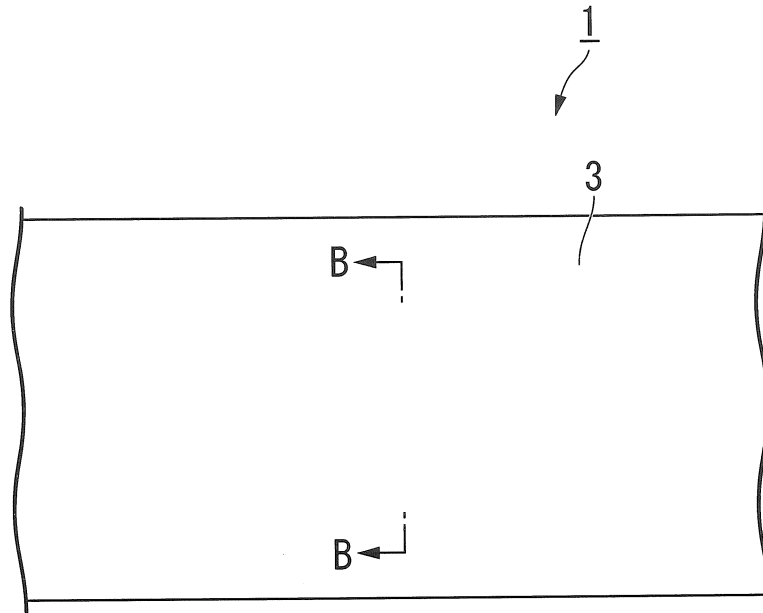
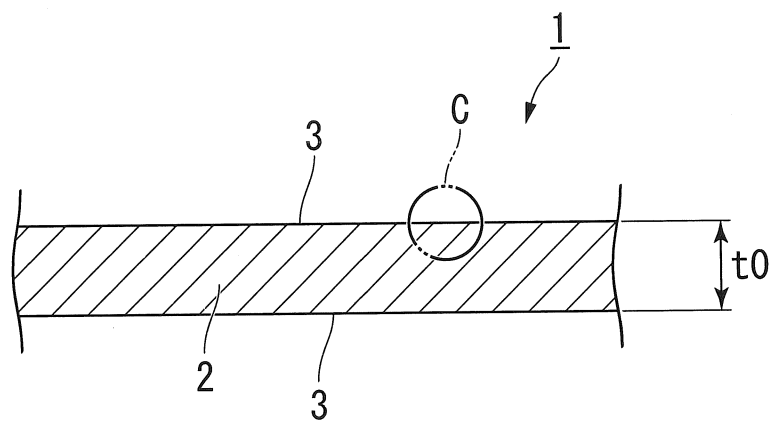


FIG. 5



5/5

FIG. 6

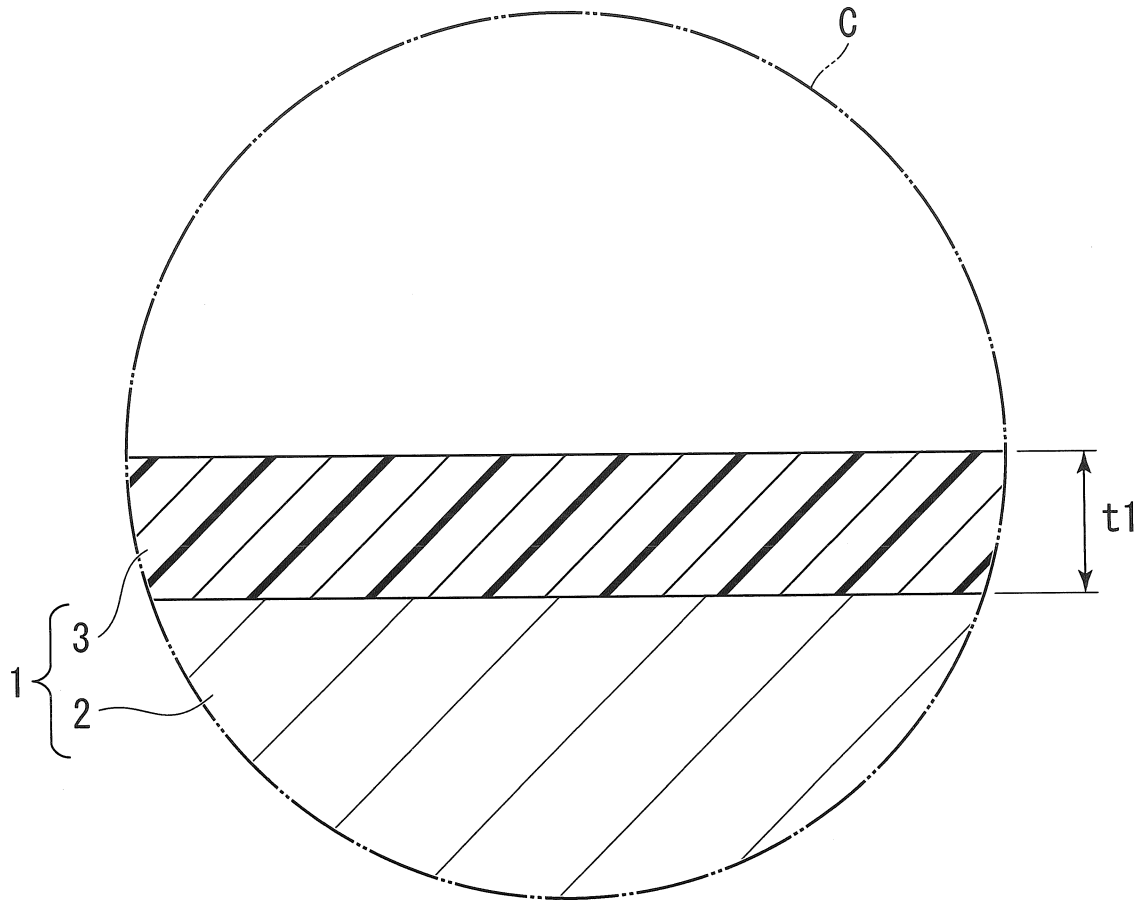


FIG. 7

