



(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



1-0045950

(51)^{2020.01} H02K 1/18; H01F 27/245; H02K 15/02; (13) B
H01F 27/24; H01F 41/02

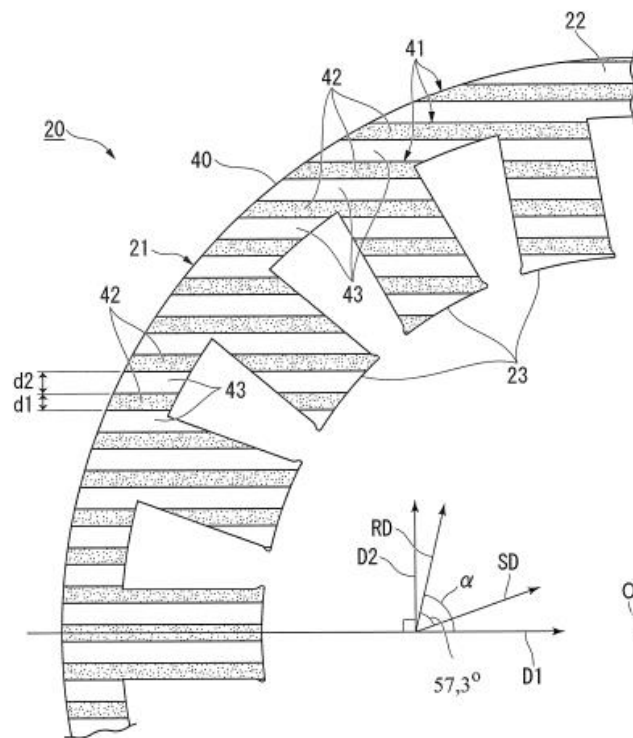
(21) 1-2021-03331 (22) 17/12/2019
(86) PCT/JP2019/049289 17/12/2019 (87) WO 2020/129938 A1 25/06/2020
(30) 2018-235856 17/12/2018 JP; 2018-235872 17/12/2018 JP; 2019-118338 26/06/2019 JP; 2019-118339 26/06/2019 JP
(45) 26/05/2025 446 (43) 25/08/2021 401A
(73) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071 Japan
(72) Rei HONMA (JP); Ryu HIRAYAMA (JP); Kazutoshi TAKEDA (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) LỖI NHIỀU LỚP, KHỎI LỖI, ĐỘNG CƠ ĐIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT KHỎI LỖI

(21) 1-2021-03331

(57) Sáng chế đề cập đến lõi nhiều lớp theo một khía cạnh của sáng chế bao gồm nhiều tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng lên nhau; và nhiều phần dính bám được cung cấp giữa các tấm thép kỹ thuật điện liền kề với nhau theo hướng xếp chồng và dính bám các tấm thép kỹ thuật điện với nhau, trong đó, khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần dính bám được tạo ra ở dạng dải kéo dài theo hướng thứ nhất, nhiều phần dính bám được sắp xếp theo hướng thứ hai trực giao với hướng thứ nhất, và góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng 30° và nhỏ hơn hoặc bằng 90° .

FIG. 4



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lõi nhiều lớp, khối lõi, động cơ điện và phương pháp sản xuất khối lõi.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong lĩnh vực kỹ thuật này, lõi nhiều lớp như được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 dưới đây đã được biết đến. Trong lõi nhiều lớp, các tấm thép kỹ thuật điện liên kết với nhau theo hướng xếp chồng được kết dính bằng các lớp kết dính.

Tài liệu trích dẫn:

Tài liệu sáng chế:

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2011-023523

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế:

Vấn cần cải thiện các tính chất từ của lõi nhiều lớp trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan.

Sáng chế đã được thực hiện dựa vào thực tiễn nêu trên và mục đích của sáng chế là cải thiện các tính chất từ của lõi nhiều lớp.

Biện pháp để giải quyết vấn đề:

Để giải quyết vấn đề nêu trên, sáng chế đề xuất các khía cạnh sau đây.

(1) Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất lõi nhiều lớp bao gồm nhiều tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng lên nhau; và nhiều phần kết dính được cung cấp giữa các tấm thép kỹ thuật điện liên kết với nhau theo hướng xếp chồng và kết dính các tấm thép kỹ thuật điện với nhau, trong đó, khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần kết dính được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất, nhiều phần kết dính được bố trí theo hướng thứ hai mà trực giao với hướng thứ nhất, và

góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng 30° và nhỏ hơn hoặc bằng 90° .

(2) Trong lõi nhiều lớp theo mục (1), góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện có thể lớn hơn hoặc bằng $52,3^\circ$.

(3) Trong lõi nhiều lớp theo mục (1) hoặc (2), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể nhỏ hơn kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

(4) Trong lõi nhiều lớp theo mục (3), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể bằng $67\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

(5) Trong lõi nhiều lớp theo mục (4), góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện có thể bằng $75^\circ \pm 5^\circ$.

(6) Trong lõi nhiều lớp theo mục (1) hoặc (2), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể lớn hơn kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

(7) Trong lõi nhiều lớp theo mục (6), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể bằng $167\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai, và góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện có thể lớn hơn hoặc bằng 85° .

(8) Trong lõi nhiều lớp theo mục (6), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể bằng $233\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai, và góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện có thể lớn hơn hoặc bằng 85° .

(9) Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất lõi nhiều lớp bao gồm nhiều tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng lên nhau; và nhiều phần kết dính được cung cấp giữa các tấm thép kỹ thuật điện liền kề với nhau theo hướng xếp chồng và kết dính các tấm thép kỹ thuật điện với nhau, trong đó, khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần kết dính được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất, nhiều phần kết dính được bố trí theo hướng thứ hai mà trực giao với hướng thứ nhất, và

kích thước chiều rộng của phần kết dính nhỏ hơn hoặc bằng 368% so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

(10) Trong lõi nhiều lớp theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (9), độ dày trung bình của các phần kết dính có thể nằm trong khoảng từ 1,0 μ m đến 3,0 μ m.

(11) Trong lõi nhiều lớp theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (10), môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E của các phần kết dính có thể nằm trong khoảng từ 1.500MPa đến 4.500MPa.

(12) Trong lõi nhiều lớp theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (11), phần kết dính có thể là chất kết dính gốc acrylic loại kết dính ở nhiệt độ phòng chứa chất kết dính gốc acrylic thế hệ thứ hai (second generation acrylic-based adhesive, SGA) được làm bằng chất kết dính gốc acrylic chứa chất đàn hồi.

(13) Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất khối lõi tạo nên lõi nhiều lớp bằng cách liên kết nhiều khối lõi ở dạng vòng tròn, bao gồm nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng lên nhau; và nhiều phần kết dính được cung cấp giữa các mảnh tấm thép kỹ thuật điện liền kề với nhau theo hướng xếp chồng và kết dính các mảnh tấm thép kỹ thuật điện này với nhau, trong đó, khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần kết dính được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất, nhiều phần kết dính được bố trí theo hướng thứ hai mà trực giao với hướng thứ nhất, và góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của mảnh tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng 45° và nhỏ hơn hoặc bằng 90°.

(14) Trong khối lõi theo mục (13), góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của mảnh tấm thép kỹ thuật điện có thể lớn hơn hoặc bằng 52,3°.

(15) Khối lõi theo mục (13) hoặc (14) có thể bao gồm phần sau lõi hình cung và phần răng nhô ra từ phần sau lõi theo hướng xuyên tâm của phần sau lõi, trong đó phần răng kéo dài theo hướng cán.

(16) Trong khối lõi theo mục bất kỳ trong số các mục từ (13) đến (15), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể nhỏ hơn kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

(17) Trong khối lõi theo mục (16), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể nhỏ hơn hoặc bằng 60% so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

(18) Trong khối lõi theo mục (17), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể nhỏ hơn hoặc bằng 43% so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

(19) Trong khối lõi theo mục (17), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể bằng $43\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai, và góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của mảnh tấm thép kỹ thuật điện có thể lớn hơn hoặc bằng 45° .

(20) Trong khối lõi theo mục (16), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể bằng $60\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai, và góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của mảnh tấm thép kỹ thuật điện có thể lớn hơn hoặc bằng 60° .

(21) Trong khối lõi theo mục bất kỳ trong số các mục từ (13) đến (15), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể lớn hơn kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

(22) Trong khối lõi theo mục (21), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể bằng $150\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai, và góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của mảnh tấm thép kỹ thuật điện có thể lớn hơn hoặc bằng 85° .

(23) Trong khối lõi theo mục bất kỳ trong số các mục từ (13) đến (22), độ dày trung bình của các phần kết dính có thể nằm trong khoảng từ $1,0\mu\text{m}$ đến $3,0\mu\text{m}$.

(24) Trong khối lõi theo mục bất kỳ trong số các mục từ (13) đến (23), mô đun đàn hồi dạng kéo trung bình E của các phần kết dính có thể nằm trong khoảng từ 1.500MPa đến 4.500MPa.

(25) Trong khối lõi theo mục bất kỳ trong số các mục từ (13) đến (24), phần kết dính có thể là chất kết dính gốc acrylic loại kết dính ở nhiệt độ phòng chứa SGA được làm bằng chất kết dính gốc acrylic chứa chất đàn hồi.

(26) Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất lõi nhiều lớp được tạo ra bằng cách liên kết nhiều khối lõi theo mục bất kỳ trong số các mục từ (13) đến (25) ở dạng vòng tròn.

(27) Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất động cơ điện bao gồm lõi nhiều lớp theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (12), và (26).

(28) Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất khối lõi, bao gồm: quy trình thứ nhất trong đó nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện được đột dập ra khỏi tấm thép kỹ thuật điện; và quy trình thứ hai trong đó nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng với các phần kết dính được cung cấp ở giữa, trong đó, trong quy trình thứ nhất, mảnh tấm thép kỹ thuật điện được đột dập ra sao cho phần răng kéo dài theo hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện, trong đó, trong quy trình thứ hai, nhiều phần kết dính được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần kết dính được bố trí theo hướng thứ hai mà trực giao với hướng thứ nhất, và nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng sao cho góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán lớn hơn hoặc bằng 45° và nhỏ hơn hoặc bằng 90° .

(29) Theo phương pháp sản xuất khối lõi theo mục (28), kích thước chiều rộng của phần kết dính có thể nhỏ hơn kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

Hiệu quả của sáng chế:

Theo sáng chế, có thể cải thiện các tính chất từ của lõi nhiều lớp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang của động cơ điện của phương án thứ nhất.

Fig.2 là hình chiếu phẳng của stato được bao gồm trong động cơ điện của phương án thứ nhất.

Fig.3 là hình chiếu đứng của stato được bao gồm trong động cơ điện của phương án thứ nhất.

Fig.4 là hình vẽ sơ lược của các tấm thép kỹ thuật điện và các phần kết dính của phương án thứ nhất.

Fig.5 là hình chiếu phẳng của động cơ điện theo phương án thứ hai.

Fig.6 là hình vẽ sơ lược của các tấm thép kỹ thuật điện và các phần kết dính của phương án thứ hai.

Fig.7 là hình vẽ sơ lược của các phần kết dính của stato của ví dụ cải biến.

Fig.8 là đồ thị thể hiện tỷ lệ của kích thước chiều rộng với kích thước khoảng cách của các phần kết dính và tổn hao do sắt đối với góc trong thử nghiệm kiểm tra thứ nhất.

Fig.9 là hình chiếu phẳng của lõi stato của mô hình tham chiếu dưới dạng đích mô phỏng đối với tổn hao do sắt trong thử nghiệm kiểm tra thứ hai và là hình chiếu phẳng thể hiện trạng thái trong đó các tấm thép kỹ thuật điện được nẹp chặt và được liên kết.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế:

Dưới đây, động cơ điện theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ. Ở đây, trong phương án theo sáng chế, để làm động cơ điện, động cơ, cụ thể là động cơ điện xoay chiều (alternating current, AC), cụ thể hơn là động cơ đồng bộ, và còn cụ thể hơn là động cơ điện nam châm vĩnh cửu sẽ được lấy làm ví dụ. Loại này của động cơ được sử dụng thích hợp cho, chẳng hạn, xe điện.

Phương án thứ nhất

Trước tiên, động cơ điện 10 của phương án thứ nhất sẽ được mô tả dựa vào Fig.1 đến Fig.4.

Như được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2, động cơ điện 10 của phương án thứ nhất 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 vào vỏ 50.

Trong động cơ điện 10 của phương án theo sáng chế, chẳng hạn, dòng điện kích thích với trị số hiệu dụng bằng 10A và tần số bằng 100Hz được đặt vào mỗi pha của stato 20, và do đó rôto 30 và trục quay 60 quay ở tốc độ quay bằng 1000 vòng/phút (round per minute, rpm).

Trong phương án theo sáng chế, động cơ rôto bên trong trong đó rôto 30 được bố trí bên trong stato 20 được sử dụng làm động cơ điện 10. Tuy nhiên, động cơ rôto bên ngoài trong đó rôto 30 được bố trí bên ngoài stato 20 có thể được sử dụng làm động cơ điện 10. Ngoài ra, trong phương án theo sáng chế, động cơ điện 10 là động cơ AC 3-pha 12-cực 18-khe. Tuy nhiên, chẳng hạn, số lượng các cực, số lượng các khe, số lượng các pha, và tương tự có thể được thay đổi thích hợp.

Stato 20 bao gồm lõi stato (lõi nhiều lớp) 21 và dây quấn (không được thể hiện trên hình vẽ).

Lõi stato 21 của phương án theo sáng chế là lõi tích hợp. Lõi stato 21 bao gồm phần sau lõi hình vòng 22 và nhiều phần răng 23. Trong phần dưới đây, hướng trục (trục trung tâm theo hướng của lõi stato 21) của lõi stato 21 (phần sau lõi 22) sẽ được dùng để chỉ hướng trục, và hướng xuyên tâm (hướng trục giao với trục trung tâm O của lõi stato 21) của lõi stato 21 (phần sau lõi 22) sẽ được dùng để chỉ hướng xuyên tâm. Hướng chu vi (hướng chu vi xung quanh trục trung tâm O của lõi stato 21) của lõi stato 21 (phần sau lõi 22) sẽ được dùng để chỉ hướng chu vi.

Phần sau lõi 22 được tạo ra ở dạng hình vành trong hình chiếu phẳng của stato 20 khi nhìn theo hướng trục.

Nhiều phần răng 23 nhô ra từ phần sau lõi 22 vào trong theo hướng xuyên tâm (về phía trục trung tâm O của phần sau lõi 22 theo hướng xuyên tâm). Nhiều phần răng 23 được bố trí cách đều nhau theo hướng chu vi. Trong phương án theo sáng chế, 18 phần răng 23 được tạo ra ở các khoảng cách bằng 20 độ của góc trung tâm được định tâm trên trục trung tâm O. Nhiều phần răng 23 được tạo ra để có hình dạng giống nhau và kích thước giống nhau.

Dây quấn được quấn xung quanh phần răng 23. Dây quấn có thể là dây quấn tập trung hoặc dây quấn phân tán.

Rôto 30 được bố trí bên trong stato 20 (lõi stato 21) theo hướng xuyên tâm. Rôto 30 bao gồm lõi rôto 31 và nhiều nam châm vĩnh cửu 32.

Lõi rôto 31 được tạo ra ở dạng vòng tròn (dạng hình vành) được bố trí đồng trục với stato 20. Trục quay 60 được bố trí trong lõi rôto 31. Trục quay 60 được cố định vào lõi rôto 31.

Nhiều nam châm vĩnh cửu 32 được cố định vào lõi rôto 31. Trong phương án theo sáng chế, một bộ gồm hai nam châm vĩnh cửu 32 tạo ra một cực từ. Nhiều bộ nam châm vĩnh cửu 32 được bố trí cách đều nhau theo hướng chu vi. Trong phương án theo sáng chế, 12 bộ (tổng cộng 24) nam châm vĩnh cửu 32 được tạo ra ở các khoảng cách bằng 30 độ của góc trung tâm được định tâm trên trục trung tâm O.

Trong phương án theo sáng chế, động cơ nam châm vĩnh cửu bên trong được sử dụng làm động cơ điện nam châm vĩnh cửu. Nhiều lỗ thông 33 xuyên qua lõi rôto 31 theo hướng trục được tạo ra trong lõi rôto 31. Nhiều lỗ thông 33 được tạo ra để tương ứng với nhiều nam châm vĩnh cửu 32. Các nam châm vĩnh cửu 32 được bố trí trong lỗ thông 33 tương ứng được cố định vào lõi rôto 31. Việc cố định mỗi nam châm vĩnh cửu 32 vào lõi rôto 31 có thể được thực hiện bằng cách, chẳng hạn, kết dính bề mặt bên ngoài của nam châm vĩnh cửu 32 và bề mặt bên trong của lỗ thông 33 bằng chất kết dính. Ở đây, động cơ nam châm vĩnh cửu bề mặt có thể được sử dụng làm động cơ điện nam châm vĩnh cửu thay vì động cơ nam châm vĩnh cửu bên trong.

Lõi nhiều lớp

Như được thể hiện trên Fig.3, lõi stato 21 là lõi nhiều lớp. Lõi stato 21 được tạo ra bằng cách xếp chồng nhiều tấm thép kỹ thuật điện 40. Nghĩa là, lõi stato 21 bao gồm nhiều tấm thép kỹ thuật điện 40 được xếp chồng theo hướng độ dày.

Ở đây, độ dày xếp chồng của lõi stato 21 bằng, chẳng hạn, 50,0mm. Đường kính ngoài của lõi stato 21 bằng, chẳng hạn, 250,0mm. Đường kính trong của lõi stato 21 bằng, chẳng hạn, 165,0mm. Tuy nhiên, các giá trị này chỉ là các ví dụ, và độ dày xếp chồng, đường kính ngoài và đường kính trong của lõi stato 21 không bị giới hạn ở các giá trị này. Ở đây, đường kính trong của lõi stato 21 dựa trên đầu mút của phần răng 23 trong lõi stato 21. Đường kính trong của lõi stato 21 là

đường kính của đường tròn ảo được vẽ nội tiếp theo các đầu mút của tất cả của các phân răng 23.

Các tấm thép kỹ thuật điện 40 tạo ra lõi stato 21 được tạo ra bằng cách, chẳng hạn, đột dập vật liệu cơ bản được định hình trên tấm thép cán. Tấm thép kỹ thuật điện đã biết có thể được sử dụng làm tấm thép kỹ thuật điện 40. Thành phần hóa học của tấm thép kỹ thuật điện 40 không bị giới hạn đặc biệt. Trong phương án theo sáng chế, tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng được sử dụng làm tấm thép kỹ thuật điện 40. Chẳng hạn, dải thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng theo JIS C 2552:2014 có thể được sử dụng làm tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng.

Tuy nhiên, tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc định hướng có thể được sử dụng làm tấm thép kỹ thuật điện 40 thay vì tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng. Chẳng hạn, dải thép kỹ thuật điện có cấu trúc định hướng theo JIS C 2553:2012 có thể được sử dụng làm tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc định hướng.

Dải thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng có giá trị tính dị hướng tối đa của tổn hao do sắt nhỏ hơn giá trị ngưỡng được xác định bởi JIS, và có sự định hướng hạt không đáng kể theo tổn hao do sắt. Tuy nhiên, do dải thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là thép cán, nó có sự định hướng hạt của tổn hao do sắt bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng được xác định bởi JIS theo hướng cán. Tương tự, dải thép kỹ thuật điện có cấu trúc định hướng có tổn hao do sắt nhỏ nhất theo hướng cán. Vì vậy, cả dải thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng và dải thép kỹ thuật điện có cấu trúc định hướng có tổn hao do sắt theo hướng cán nhỏ hơn theo các hướng khác.

Trong phương án theo sáng chế, các hướng cán của nhiều tấm thép kỹ thuật điện 40 tạo ra lõi stato 21 trùng khớp với nhau. Như được mô tả ở trên, tấm thép kỹ thuật điện 40 có tổn hao do sắt nhỏ nhất theo hướng cán. Vì vậy, lõi stato 21 có các tính chất từ tốt nhất theo hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện 40.

Để cải thiện khả năng gia công của tấm thép kỹ thuật điện và tổn hao do sắt của lõi nhiều lớp, lớp phủ cách điện được cung cấp trên cả hai mặt của tấm thép

kỹ thuật điện 40. Về chất tạo nên lớp phủ cách điện, chẳng hạn, (1) hợp chất vô cơ, (2) nhựa hữu cơ, (3) hỗn hợp của hợp chất vô cơ và nhựa hữu cơ, hoặc hỗn hợp tương tự có thể được sử dụng. Các ví dụ của các hợp chất vô cơ bao gồm (1) phức chất của dicromat và axit boric và (2) phức chất của phosphat và silic oxit. Các ví dụ của các nhựa hữu cơ bao gồm nhựa trên cơ sở epoxy, nhựa trên cơ sở acryl, nhựa trên cơ sở acrylic-styren, nhựa trên cơ sở polyeste, nhựa trên cơ sở silicon, và nhựa trên cơ sở flo.

Để bảo đảm hiệu quả cách điện giữa các tấm thép kỹ thuật điện 40 đã được xếp chồng lên nhau, độ dày của lớp phủ cách điện (độ dày trên mỗi một mặt của tấm thép kỹ thuật điện 40) tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $0,1\mu\text{m}$.

Mặt khác, khi lớp phủ cách điện trở nên dày hơn, hiệu quả cách điện bị bão hòa. Ngoài ra, khi lớp phủ cách điện trở nên dày hơn, tỷ lệ của lớp phủ cách điện trong lõi stato 21 tăng lên, và các tính chất từ của lõi stato 21 suy giảm. Vì vậy, lớp phủ cách điện tốt hơn là mỏng ở mức độ mà hiệu quả cách điện có thể được bảo đảm. Độ dày của lớp phủ cách điện (độ dày trên mỗi một mặt của tấm thép kỹ thuật điện 40) tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $0,1\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $5\mu\text{m}$, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng $0,1\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $2\mu\text{m}$.

Khi tấm thép kỹ thuật điện 40 trở nên mỏng hơn, hiệu quả cải thiện tổn hao do sắt dần dần bị bão hòa. Ngoài ra, khi tấm thép kỹ thuật điện 40 trở nên mỏng hơn, chi phí sản xuất của tấm thép kỹ thuật điện 40 tăng lên. Vì vậy, xét về hiệu quả cải thiện tổn hao do sắt và chi phí sản xuất, độ dày của tấm thép kỹ thuật điện 40 tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $0,10\text{mm}$.

Mặt khác, khi tấm thép kỹ thuật điện 40 quá dày, sẽ khó thực hiện hoạt động ép đột dập trên tấm thép kỹ thuật điện 40. Vì vậy, khi xét đến hoạt động ép đột dập trên tấm thép kỹ thuật điện 40, độ dày của tấm thép kỹ thuật điện 40 tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $0,65\text{mm}$.

Ngoài ra, khi tấm thép kỹ thuật điện 40 trở nên dày hơn, tổn hao do sắt tăng lên. Vì vậy, xét về các đặc tính tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40, độ dày của tấm thép kỹ thuật điện 40 tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $0,35\text{mm}$, và tốt hơn nữa là $0,20\text{mm}$ hoặc $0,25\text{mm}$.

Khi xét đến các điểm nêu trên, độ dày của mỗi tấm thép kỹ thuật điện 40 bằng, chẳng hạn, lớn hơn hoặc bằng 0,10mm và nhỏ hơn hoặc bằng 0,65mm, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,10mm và nhỏ hơn hoặc bằng 0,35mm, và tốt hơn nữa là 0,20mm hoặc 0,25mm. Ở đây, độ dày của tấm thép kỹ thuật điện 40 còn bao gồm độ dày của lớp phủ cách điện.

Nhiều tấm thép kỹ thuật điện 40 tạo ra lõi stato 21 được kết dính bằng các phần kết dính 41. Phần kết dính 41 là chất kết dính được cung cấp giữa các tấm thép kỹ thuật điện 40 liền kề với nhau theo hướng xếp chồng và được hóa rắn mà không bị phân chia. Về chất kết dính, chẳng hạn, chất kết dính nhiệt rắn sử dụng liên kết polyme được sử dụng. Về thành phần của chất kết dính, (1) nhựa acrylic, (2) nhựa trên cơ sở epoxy, (3) chế phẩm bao gồm nhựa acrylic và nhựa trên cơ sở epoxy, hoặc chế phẩm tương tự có thể được sử dụng. Để làm chất kết dính như vậy, ngoài chất kết dính nhiệt rắn, chất kết dính loại polyme hóa gốc có thể cũng được sử dụng. Khi xét đến hiệu suất, có thể mong muốn sử dụng chất kết dính loại hóa rắn ở nhiệt độ phòng. Chất kết dính loại hóa rắn ở nhiệt độ phòng được hóa rắn ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20°C đến 30°C. Về chất kết dính loại hóa rắn ở nhiệt độ phòng, chất kết dính gốc acrylic là được ưu tiên. Các ví dụ của các chất kết dính gốc acrylic thông thường bao gồm chất kết dính gốc acrylic thể hệ thứ hai (SGA). Chất bất kỳ trong số chất kết dính kỵ khí, chất kết dính tức thời, và chất kết dính gốc acrylic chứa chất đàn hồi có thể được sử dụng miễn là các tác dụng của sáng chế không bị suy giảm. Chất kết dính được nói tới ở đây là chất kết dính chưa được hóa rắn, và sau khi chất kết dính được hóa rắn, nó trở thành phần kết dính 41.

Môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E của phần kết dính 41 ở nhiệt độ phòng (từ 20°C đến 30°C) nằm trong khoảng từ 1.500MPa đến 4.500MPa. Khi môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E của phần kết dính 41 nhỏ hơn 1.500MPa, có vấn đề là độ cứng vững của lõi nhiều lớp giảm xuống. Vì vậy, giá trị giới hạn dưới của môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E của phần kết dính 41 bằng 1.500MPa, và tốt hơn nữa là 1800MPa. Mặt khác, khi môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E của phần kết dính 41 vượt quá 4.500MPa, có vấn đề là lớp phủ cách điện được cung cấp trên bề mặt của tấm thép kỹ thuật điện 40 bị bong ra. Vì vậy,

giá trị giới hạn trên của môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E của phần kết dính 41 là 4.500MPa, và tốt hơn nữa là 3650MPa.

Ở đây, môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E được đo bằng phương pháp cộng hưởng. Cụ thể là, môđun đàn hồi dạng kéo được đo theo JIS R 1602:1995.

Cụ thể hơn là, trước tiên, mẫu đo (không được thể hiện trên hình vẽ) được tạo ra. Mẫu này thu được bằng cách kết dính hai tấm thép kỹ thuật điện 40 bằng chất kết dính cần được đo, và hóa rắn chúng để tạo ra phần kết dính 41. Khi chất kết dính là loại nhiệt rắn, quá trình hóa rắn này được thực hiện bằng cách gia nhiệt và gia áp trong các điều kiện gia nhiệt và gia áp trong quá trình hoạt động thực tế. Mặt khác, khi chất kết dính là chất kết dính loại hóa rắn ở nhiệt độ phòng, quá trình hóa rắn được thực hiện bằng cách gia áp ở nhiệt độ phòng.

Sau đó, môđun đàn hồi dạng kéo của mẫu này được đo bằng phương pháp cộng hưởng. Phương pháp đo môđun đàn hồi dạng kéo bằng cách sử dụng phương pháp cộng hưởng được thực hiện theo JIS R 1602:1995 như được mô tả ở trên. Sau đó, sự ảnh hưởng của bản thân tấm thép kỹ thuật điện 40 được tính và loại bỏ ra khỏi môđun đàn hồi dạng kéo (mẫu được đo) của mẫu để xác định môđun đàn hồi dạng kéo của chính phần kết dính 41.

Do môđun đàn hồi dạng kéo xác định được từ mẫu theo cách này bằng giá trị trung bình của toàn bộ lõi nhiều lớp, giá trị bằng số này được coi là môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E. Thành phần được thiết lập sao cho môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E gần như giống nhau ở vị trí xếp chồng theo hướng xếp chồng và ở vị trí theo hướng chu vi xung quanh trục trung tâm của lõi nhiều lớp. Vì vậy, môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E có thể được đặt đến giá trị bằng số thu được bằng cách thực hiện phép đo trên phần kết dính 41 đã được hóa rắn ở vị trí đầu trên của lõi nhiều lớp.

Động cơ sinh ra nhiệt trong quá trình dẫn động. Vì vậy, khi điểm nóng chảy của phần kết dính 41 thấp, phần kết dính 41 nóng chảy do nhiệt được sinh ra bởi động cơ, hình dạng của vùng kết dính 42 thay đổi, và có thể không thu được hiệu quả mong muốn. Nói chung, lớp phủ cách điện (men) được cung cấp trên bề mặt của dây quấn xung quanh lõi stato 21. Nhiệt độ chịu nhiệt của lớp phủ này

bằng, chẳng hạn, khoảng 180°C . Vì vậy, động cơ thông dụng được dẫn động sao cho nhiệt độ thấp hơn hoặc bằng 180°C . Nghĩa là, động cơ có thể được gia nhiệt đến khoảng 180°C . Trong phương án theo sáng chế, điểm nóng chảy của phần kết dính 41 tốt hơn là cao hơn hoặc bằng 180°C . Ngoài ra, khi xét đến hệ số an toàn chú ý đến sự thật là có phần trong đó nhiệt độ cao cục bộ, điểm nóng chảy của phần kết dính 41 tốt hơn nữa là cao hơn hoặc bằng 200°C .

Về phương pháp kết dính, chẳng hạn, phương pháp trong đó chất kết dính được phun vào tấm thép kỹ thuật điện 40 và sự kết dính sau đó được thực hiện bằng một hoặc cả hai bước trong số gia nhiệt và ép-xếp chồng có thể được sử dụng. Ở đây, để làm phương pháp gia nhiệt, phương pháp bất kỳ, chẳng hạn, gia nhiệt trong bể có nhiệt độ cao hoặc lò điện, hoặc áp điện trực tiếp, có thể được sử dụng.

Để thu được độ kết dính bền và đủ, độ dày của phần kết dính 41 tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $1\mu\text{m}$.

Mặt khác, khi độ dày của phần kết dính 41 vượt quá $100\mu\text{m}$, lực kết dính được tối đa hóa. Ngoài ra, khi phần kết dính 41 trở nên dày hơn, hệ số không gian giảm xuống, và các tính chất từ như tổn hao do sắt của lõi nhiều lớp giảm. Vì vậy, độ dày của phần kết dính 41 tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $1\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $100\mu\text{m}$, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng $1\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $10\mu\text{m}$.

Ở đây, trong phần nêu trên, độ dày của phần kết dính 41 là độ dày trung bình của các phần kết dính 41.

Độ dày trung bình của các phần kết dính 41 tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng $1,0\mu\text{m}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $3,0\mu\text{m}$. Khi độ dày trung bình của các phần kết dính 41 nhỏ hơn $1,0\mu\text{m}$, lực bám dính đủ không thể được bảo đảm như được mô tả ở trên. Vì vậy, giá trị giới hạn dưới của độ dày trung bình của các phần kết dính 41 là $1,0\mu\text{m}$, và tốt hơn nữa là $1,2\mu\text{m}$. Mặt khác, khi độ dày trung bình của các phần kết dính 41 dày hơn $3,0\mu\text{m}$, có vấn đề là lượng biến dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40 đáng kể tăng do sự co ngót trong quá trình nhiệt rắn. Vì vậy, giá trị giới hạn trên của độ dày trung bình của các phần kết dính 41 bằng $3,0\mu\text{m}$, và tốt

hơn nữa là $2,6\mu\text{m}$.

Độ dày trung bình của các phần kết dính 41 là giá trị trung bình của toàn bộ lõi nhiều lớp. Độ dày trung bình của các phần kết dính 41 gần như giống nhau ở vị trí xếp chồng theo hướng xếp chồng và ở vị trí theo hướng chu vi xung quanh trục trung tâm của lõi nhiều lớp. Vì vậy, độ dày trung bình của các phần kết dính 41 có thể được đặt đến giá trị trung bình của các giá trị bằng số đo được ở nhiều hơn hoặc bằng 10 điểm theo hướng chu vi ở vị trí đầu trên của lõi nhiều lớp.

Ở đây, độ dày trung bình của các phần kết dính 41 có thể được điều chỉnh, chẳng hạn, bằng cách thay đổi lượng của chất kết dính được sử dụng. Ngoài ra, chẳng hạn, khi chất kết dính là loại nhiệt rắn, mô đun đàn hồi dạng kéo trung bình E của phần kết dính 41 có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi một hoặc cả hai điều kiện gia nhiệt và gia áp được áp dụng trong quá trình kết dính và loại của tác nhân hóa rắn.

Tiếp theo, mối quan hệ giữa tấm thép kỹ thuật điện 40 và phần kết dính 41 sẽ được mô tả dựa vào Fig.4.

Ở đây, trong bản mô tả này, hướng trong đó nhiều tấm thép kỹ thuật điện 40 được xếp chồng đơn giản được dùng để chỉ hướng xếp chồng. Hướng xếp chồng trùng khớp với hướng độ dày của tấm thép kỹ thuật điện 40. Ngoài ra, hướng xếp chồng trùng khớp với hướng trong đó trục trung tâm O kéo dài.

Khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần kết dính 41 được tạo ra toàn bộ ở dạng dải. Toàn bộ các bề mặt của các tấm thép kỹ thuật điện 40 liên kề với nhau theo hướng xếp chồng không hoàn toàn được kết dính với nhau. Tất cả các tấm thép kỹ thuật điện 40 này được kết dính cục bộ với nhau.

Khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần kết dính 41 được tạo ra ở dạng dải theo hướng thứ nhất D1, và các phần kết dính 41 được bố trí cách đều nhau theo hướng thứ hai D2. Nói cách khác, bề mặt của tấm thép kỹ thuật điện 40 quay về hướng xếp chồng (sau đây được gọi là bề mặt thứ nhất của tấm thép kỹ thuật điện 40) bao gồm vùng kết dính 42 trong đó phần kết dính 41 được cung cấp và vùng không kết dính 43 (vùng trống) Trong đó phần kết dính 41 không được cung cấp. Ở đây, vùng kết dính 42 của tấm thép kỹ thuật điện 40 trong đó phần kết dính

41 được cung cấp là vùng của bề mặt thứ nhất của tấm thép kỹ thuật điện 40 trong đó chất kết dính được hóa rắn mà không bị phân chia được cung cấp. Ngoài ra, vùng không kết dính 43 của tấm thép kỹ thuật điện 40 trong đó phần kết dính 41 không được cung cấp là vùng của bề mặt thứ nhất của tấm thép kỹ thuật điện 40 trong đó chất kết dính được hóa rắn mà không bị phân chia không được cung cấp. Các phần kết dính 41 được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất D1, và được bố trí cách đều nhau theo hướng thứ hai D2. Vì vậy, vùng kết dính 42 và vùng không kết dính 43 của bề mặt thứ nhất của tấm thép kỹ thuật điện 40 được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất D1, và vùng kết dính 42 và vùng không kết dính 43 được tạo ra xen kẽ theo hướng thứ hai D2.

Ở đây, hướng thứ nhất D1 là hướng trong đó phần kết dính 41 được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài, và tương ứng với hướng cạnh dài của phần kết dính 41. Ngoài ra, hướng thứ hai D2 tương ứng với hướng cạnh ngắn của phần kết dính 41 được tạo ra ở dạng dải. Ngoài ra, hướng thứ nhất D1 và hướng thứ hai D2 trực giao với nhau. Ở đây, trong phương án theo sáng chế, giả định rằng trường hợp trong đó các kích thước chiều rộng của các phần kết dính 41 và các kích thước khoảng hở giữa các phần kết dính 41 là đồng nhất.

Ngoài ra, trong bản mô tả này, “hình dạng dải” là hình dạng trong đó phần kết dính 41 kéo dài là hình dạng kéo dài theo một hướng và có nghĩa là chiều rộng lớn hơn hoặc bằng 1,5% đường kính ngoài của lõi stato 21. Khi chiều rộng của phần kết dính 41 lớn hơn hoặc bằng 1,5% đường kính ngoài của lõi stato 21, có thể bảo đảm độ kết dính đủ giữa các tấm thép kỹ thuật điện 40.

Trên Fig.4, hướng cán (rolling direction) RD của tấm thép kỹ thuật điện 40 được thể hiện. Ngoài ra, góc được tạo ra bằng hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD của tấm thép kỹ thuật điện 40 được đặt là góc α . Nói chung, các góc lớn hơn và nhỏ hơn được xác định là góc được tạo ra bởi hai hướng, và góc α là góc nhỏ hơn giữa hai góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD. Nghĩa là, trong bản mô tả này, góc α là góc lớn hơn hoặc bằng 0° và nhỏ hơn hoặc bằng 90° .

Trong phương án theo sáng chế, chất kết dính co ngót trong quá trình hóa rắn. Vì vậy, ứng suất nén được đặt vào tấm thép kỹ thuật điện 40 khi chất kết dính

được hóa rắn, và do đó sự biến dạng xảy ra ở tấm thép kỹ thuật điện 40. Khi sự biến dạng xảy ra ở tấm thép kỹ thuật điện 40, giá trị của tổn hao do sắt có thể tăng và các tính chất từ của lõi stato 21 có thể suy giảm.

Ở đây, trong bản mô tả này, sự tăng giá trị của tổn hao do sắt có thể được dùng để chỉ “sự hư hỏng vì tổn hao do sắt”.

Khi các phần kết dính 41 được tạo ra ở dạng dải, ứng suất nén được đặt vào tấm thép kỹ thuật điện 40 trở nên lớn nhất theo hướng (hướng thứ nhất D1) trong đó phần kết dính 41 kéo dài.

Tấm thép kỹ thuật điện 40 có độ cứng vững cao nhất theo hướng trục giao với hướng cán RD và không thể bị biến dạng bởi ứng suất nén. Vì vậy, khi góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD gần bằng 90° , có thể tối thiểu hóa sự biến dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40.

Ngoài ra, như được mô tả ở trên, tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40 là nhỏ nhất theo hướng cán RD. Mặt khác, khi sự biến dạng xảy ra theo hướng cán RD, sự hư hỏng vì tổn hao do sắt trở nên đáng kể nhất. Vì vậy, khi hướng thứ nhất D1 trùng khớp với hướng cán RD của tấm thép kỹ thuật điện 40 (góc $\alpha=0^\circ$), các tính chất từ của lõi stato 21 giảm đến mức tối đa. Vì vậy, khi góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD khác 0° , có thể tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40.

Trong phương án theo sáng chế, khi góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD khác 0° và gần bằng 90° , có thể tối thiểu hóa sự biến dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40 và tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40. Trong phương án theo sáng chế, góc α tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 30° và nhỏ hơn hoặc bằng 90° . Khi góc α được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 30° và hướng thứ nhất D1 cắt hướng cán ở một góc nhất định hoặc lớn hơn, có thể tối thiểu hóa sự ảnh hưởng của ứng suất nén của chất kết dính lên tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40, có thể tối thiểu hóa sự biến dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40 và do đó, có thể bảo đảm các tính chất từ đủ của lõi stato 21.

Tấm thép kỹ thuật điện 40 có tổn hao do sắt lớn nhất theo hướng nghiêng một góc đặc trưng so với hướng cán RD. Trong bản mô tả này, hướng trong đó tổn hao do sắt là lớn nhất được gọi là hướng SD đặc trưng. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng hướng SD đặc trưng của tấm thép kỹ thuật điện 40 là hướng nghiêng $57,3^\circ$ so với hướng cán RD. Ở đây, hướng SD đặc trưng trong phương án theo sáng chế là định hướng tinh thể của chỉ số Miller $\{111\}\langle 112 \rangle$ trong tinh thể lập phương có cấu trúc tinh thể của tấm thép kỹ thuật điện 40. Vì tấm thép kỹ thuật điện 40 ban đầu có tổn hao do sắt lớn theo hướng SD đặc trưng, ngay cả khi sự biến dạng xảy ra theo hướng SD đặc trưng, sự hư hỏng vì tổn hao do sắt là tương đối nhỏ. Vì vậy, khi hướng gần hướng SD đặc trưng được đặt là hướng trong đó sự biến dạng xảy ra, có thể tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của toàn bộ tấm thép kỹ thuật điện 40.

Ở đây, cấu hình trong đó sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40 được tối thiểu hóa sẽ được tổng kết. Chủ yếu có hai cấu hình sau đây trong đó sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40 do ứng suất nén của chất kết dính được tối thiểu hóa.

Cấu hình thứ nhất là cấu hình trong đó hướng thứ nhất D1 gần hơn với hướng trục giao với hướng cán RD của tấm thép kỹ thuật điện 40. Trong cấu hình này, bản thân sự biến dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40 được ngăn chặn và sự hư hỏng vì tổn hao do sắt được tối thiểu hóa. Nghĩa là, trong cấu hình thứ nhất, góc α tốt hơn là gần bằng 90° .

Cấu hình thứ hai là cấu hình trong đó hướng thứ nhất D1 gần hơn với hướng SD đặc trưng của tấm thép kỹ thuật điện 40. Trong cấu hình này, sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40 đối với sự biến dạng được tối thiểu hóa. Nghĩa là, trong cấu hình thứ hai, góc α tốt hơn là gần bằng $57,3^\circ$.

Sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40 do ứng suất nén của chất kết dính được tối thiểu hóa bằng hai cấu hình nêu trên. Vì vậy, khi góc α được đặt đến là góc giữa $57,3^\circ$ và 90° , các tác dụng của hai cấu hình nêu trên có thể được biểu hiện. Ở đây, ngay cả khi góc α thay đổi khoảng $\pm 5^\circ$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Vì vậy, góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất

D1 và hướng cán RD tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $52,3^\circ$ và nhỏ hơn hoặc bằng 90° . Ngoài ra, $57,3^\circ$ có thể được cho là khoảng 60° . Nghĩa là, trong phương án theo sáng chế, có thể nói được rằng góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 60° và nhỏ hơn hoặc bằng 90° .

Như được thể hiện trên Fig.4, nhiều phần kết dính 41 được tạo ra ở dạng dải có kích thước chiều rộng d1 theo hướng thứ hai D2 trên bề mặt thứ nhất của tấm thép kỹ thuật điện 40. Ngoài ra, khoảng hở với kích thước khoảng cách d2 được cung cấp giữa hai phần kết dính 41 liền kề với nhau theo hướng thứ hai D2. Kích thước khoảng cách d2 là kích thước chiều rộng của vùng không kết dính 43. Ở đây, kích thước chiều rộng d1 của phần kết dính 41 tương ứng với kích thước chiều rộng của vùng kết dính 42, và kích thước khoảng cách d2 giữa các phần kết dính 41 tương ứng với kích thước chiều rộng của vùng không kết dính 43.

Kích thước chiều rộng d1 của phần kết dính 41 tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 5% đường kính ngoài của lõi stato 21. Khi kích thước chiều rộng d1 được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 5% đường kính ngoài của lõi stato 21, tấm thép kỹ thuật điện 40 bị biến dạng cục bộ không đáng kể do ứng suất nén của chất kết dính, và có thể tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của các toàn bộ tấm thép kỹ thuật điện 40.

Kích thước chiều rộng d1 của phần kết dính 41 tốt hơn là nhỏ hơn kích thước khoảng cách d2 giữa các phần kết dính 41 liền kề với nhau theo hướng thứ hai D2 ($d1 < d2$). Nói cách khác, kích thước chiều rộng d1 tốt hơn là nhỏ hơn 100% kích thước khoảng cách d2. Như được mô tả ở trên, sự biến dạng xảy ra trong tấm thép kỹ thuật điện 40 do ứng suất nén của chất kết dính, và tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40 tăng lên do sự biến dạng. Theo phương án theo sáng chế, khi kích thước chiều rộng d1 nhỏ hơn kích thước khoảng cách d2, có thể tối thiểu hóa sự biến dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40 do chất kết dính và bảo đảm các tính chất từ của lõi stato 21.

Kích thước chiều rộng d1 của phần kết dính 41 tốt hơn nữa là bằng $67\% \pm 5\%$ kích thước khoảng cách d2 giữa các phần kết dính 41 liền kề với nhau. Khi kích thước chiều rộng d1 quá lớn so với kích thước khoảng cách d2, sự biến

dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40 do ứng suất nén của chất kết dính có thể tăng. Mặt khác, khi kích thước chiều rộng d_1 quá nhỏ so với kích thước khoảng cách d_2 , độ kết dính giữa các tấm thép kỹ thuật điện 40 có thể không đủ. Theo phương án theo sáng chế, khi kích thước chiều rộng d_1 được đặt đến $67\% \pm 5\%$ kích thước khoảng cách d_2 , có thể bảo đảm độ kết dính đủ giữa các tấm thép kỹ thuật điện 40, tối thiểu hóa sự biến dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40, và bảo đảm các tính chất từ của lõi stato 21.

Ngoài ra, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng $67\% \pm 5\%$ kích thước khoảng cách d_2 , góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD tốt hơn là bằng $75^\circ \pm 5^\circ$. Vì vậy, có thể tối thiểu hóa sự giảm của các tính chất từ của lõi stato 21 một cách hiệu quả hơn.

Tiếp theo, trường hợp trong đó kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính 41 lớn hơn kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính 41 liền kề với nhau ($d_1 > d_2$) sẽ được mô tả. Khi kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính 41 lớn hơn kích thước khoảng cách d_2 , có thể tăng lực kết dính giữa các tấm thép kỹ thuật điện 40.

Mặt khác, sự biến dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40 do ứng suất nén của chất kết dính có thể tăng. Vì vậy, khi kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính 41 lớn hơn kích thước khoảng cách d_2 , hướng (hướng thứ nhất D1) Trong đó phần kết dính 41 kéo dài tốt hơn là gần hơn với hướng trong đó độ cứng vững cao (hướng trục giao với hướng cán RD). Cụ thể hơn là, khi kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính 41 lớn hơn kích thước khoảng cách d_2 , góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 85° . Vì vậy, có thể tăng lực kết dính giữa các tấm thép kỹ thuật điện 40, tối thiểu hóa sự biến dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40, và bảo đảm các tính chất từ của lõi stato 21.

Trong phương án theo sáng chế, các hướng cán RD của tất cả của các tấm thép kỹ thuật điện 40 tạo ra lõi stato 21 trùng khớp với nhau. Tuy nhiên, các hướng cán RD của tất cả của các tấm thép kỹ thuật điện 40 có thể không trùng khớp với nhau. Chẳng hạn, lõi stato 21 có thể được tạo ra bằng cách xoay-xếp chồng các tấm thép kỹ thuật điện 40. Để làm ví dụ, lõi stato trong đó các tấm thép kỹ thuật

điện 40 được xoay-xếp chồng sẽ được mô tả chi tiết. Trong lõi stato được xoay-xếp chồng, lớp của một phần kết dính 41 và bộ gồm các tấm thép kỹ thuật điện 40 mà lớp này được đặt xen giữa được tập trung vào. Các hướng cán RD của bộ gồm các tấm thép kỹ thuật điện 40 mà lớp của phần kết dính 41 được đặt xen giữa là khác nhau. Trong trường hợp này, góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD của tấm thép kỹ thuật điện 40 được bố trí trên một mặt theo hướng xếp chồng nên được bao gồm trong khoảng góc được ưu tiên nêu trên, và góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD của tấm thép kỹ thuật điện 40 trên mặt còn lại theo hướng xếp chồng nên được bao gồm trong khoảng góc được ưu tiên nêu trên. Ở đây, trong lõi stato được xoay-xếp chồng, các hướng thứ nhất D1 của các lớp của các phần kết dính 41 được cung cấp giữa các tấm thép kỹ thuật điện 40 có thể khác nhau.

Trong phương án theo sáng chế, lõi rôto 31 là lõi nhiều lớp giống như lõi stato 21. Nghĩa là, lõi rôto 31 bao gồm nhiều tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng theo hướng độ dày. Trong phương án theo sáng chế, độ dày xếp chồng của lõi rôto 31 bằng độ dày xếp chồng của lõi stato 21, và bằng, chẳng hạn, 50,0mm. Đường kính ngoài của lõi rôto 31 bằng, chẳng hạn, 163,0mm. Đường kính trong của lõi rôto 31 bằng, chẳng hạn, 30,0mm. Tuy nhiên, các giá trị này chỉ là các ví dụ, và độ dày xếp chồng, đường kính ngoài, và đường kính trong của lõi rôto 31 không bị giới hạn ở các giá trị này.

Trong phương án theo sáng chế, nhiều tấm thép kỹ thuật điện tạo ra lõi rôto 31 được cố định vào với nhau bằng nêm C (chốt, tham khảo Fig.1). Tuy nhiên, nhiều tấm thép kỹ thuật điện 40 tạo ra lõi rôto 31 có thể được kết dính bởi các phần kết dính giống như lõi stato 21.

Phương án thứ hai

Tiếp theo, động cơ điện 110 của phương án thứ hai sẽ được mô tả dựa vào Fig.5 và Fig.6.

Như được thể hiện trên Fig.5, động cơ điện 110 của phương án thứ hai bao gồm rôto 30, vỏ 50, trục quay 60, và stato 120, mà giống như rôto, vỏ, trục quay và stato của phương án thứ nhất.

Stato 120 bao gồm lõi stato (lõi nhiều lớp) 121, vòng bó chặt 129, và dây quấn (không được thể hiện trên hình vẽ).

Lõi stato 121 là lõi tách. Vì vậy, lõi stato 121 bao gồm nhiều khối lõi (lõi nhiều lớp) 124. Nhiều khối lõi 124 được liên kết ở dạng vòng tròn để tạo ra lõi stato 121. Vòng bó chặt 129 được bố trí bên ngoài nhiều khối lõi 124 theo hướng xuyên tâm. Nhiều khối lõi 124 được cố định vào với nhau bằng cách được lắp vào trong vòng bó chặt 129.

Ở đây, lõi stato 121 của phương án theo sáng chế là lõi tách, và các cấu hình khác như các kích thước của các phần tương ứng là giống như các kích thước của phương án thứ nhất.

Tiếp theo, khối lõi 124 sẽ được mô tả.

Khối lõi 124 là một khía cạnh của lõi nhiều lớp. Khối lõi 124 bao gồm phần sau lõi hình cung 122 kéo dài theo hướng chu vi và phần răng 123.

Phần sau lõi 122 được tạo ra ở dạng hình cung được định tâm trên trục trung tâm O trong hình chiếu phẳng khi stato 120 được nhìn theo hướng trục.

Phần răng 123 nhô vào trong theo hướng xuyên tâm từ phần sau lõi 122 (về phía trục trung tâm O của phần sau lõi 122 theo hướng xuyên tâm). Khi nhiều khối lõi 124 được bố trí ở dạng vòng tròn theo hướng chu vi để tạo ra lõi stato 121, nhiều phần răng 123 được bố trí cách đều nhau theo hướng chu vi. Trong stato 120 của phương án theo sáng chế, 18 phần răng 123 được tạo ra ở các khoảng cách bằng 20 độ được định tâm trên trục trung tâm O. Nhiều phần răng 123 được tạo ra để có hình dạng giống nhau và kích thước giống nhau.

Dây quấn được quấn xung quanh phần răng 123. Dây quấn có thể là dây quấn tập trung hoặc dây quấn phân tán.

Khối lõi 124 được tạo ra bằng cách xếp chồng nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 được tạo ra bằng cách đột dập tấm thép kỹ thuật điện theo hướng trục. Nghĩa là, khối lõi 124 bao gồm nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 được xếp chồng lên nhau. Vì vậy, lõi stato 121 là lõi nhiều lớp. Mỗi trong số nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 có hình chữ T khi nhìn theo hướng trục.

Các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 tạo ra khối lõi 124 được tạo ra bằng cách, chẳng hạn, đột dập vật liệu cơ bản được định hình trên tấm thép cán. Các tấm thép kỹ thuật điện giống như trong phương án thứ nhất có thể được sử dụng làm các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140.

Nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 tạo ra khối lõi 124 được kết dính bằng các phần kết dính 141. Về chất kết dính tạo ra phần kết dính 141 của phương án theo sáng chế, chất kết dính giống như trong phương án thứ nhất được sử dụng.

Tiếp theo, mối quan hệ giữa các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 và phần kết dính 141 sẽ được mô tả dựa vào Fig.6. Trên Fig.6, phần kết dính 141 được làm nổi bật bằng kiểu chấm nhỏ.

Khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần kết dính 141 được tạo ra toàn bộ ở dạng dải. Các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 liên kề với nhau theo hướng xếp chồng không được kết dính hoàn toàn mà được kết dính cục bộ và được cố định với nhau.

Khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần kết dính 141 được tạo ra ở dạng dải theo hướng thứ nhất D1, và các phần kết dính 141 được bố trí cách đều nhau theo hướng thứ hai D2. Nói cách khác, bề mặt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 quay về hướng xếp chồng (sau đây được gọi là bề mặt thứ nhất của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140) bao gồm vùng kết dính 142 trong đó phần kết dính 141 được cung cấp và vùng không kết dính 143 (vùng trống) Trong đó phần kết dính 141 không được cung cấp. Ở đây, vùng kết dính 142 của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 trong đó phần kết dính 141 được cung cấp là vùng của bề mặt thứ nhất của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 trong đó chất kết dính được hóa rắn mà không bị phân chia được cung cấp. Ngoài ra, vùng không kết dính 143 của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 trong đó phần kết dính 141 không được cung cấp là vùng của bề mặt thứ nhất của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 trong đó chất kết dính được hóa rắn mà không bị phân chia không được cung cấp. Các phần kết dính 141 được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất D1, và được bố trí cách đều nhau theo hướng thứ hai D2. Vì vậy, vùng kết dính 142 và vùng không kết dính 143 của bề mặt thứ nhất của các mảnh tấm

thép kỹ thuật điện 140 được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất D1, và vùng kết dính 142 và vùng không kết dính 143 được tạo ra lần lượt theo hướng thứ hai D2.

Trong khối lõi 124 của phương án theo sáng chế, hướng cán RD của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 gần như song song với hướng trong đó phần răng 123 kéo dài. Nghĩa là, phần răng 123 kéo dài theo hướng cán RD. Các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 có tổn hao do sắt nhỏ nhất theo hướng cán RD. Vì từ thông đi qua phần răng 123 theo hướng trong đó phần răng 123 kéo dài, nếu hướng cán RD gần như song song với hướng trong đó phần răng 123 kéo dài, có thể cải thiện các tính chất từ của khối lõi 124. Ở đây, các thuật ngữ “kéo dài” và “về căn bản song song” bao gồm không chỉ “hoàn toàn song song” mà còn là “kéo dài song song trong khoảng $\pm 5^\circ$ ”. Nghĩa là, trong phương án theo sáng chế, góc được tạo ra bởi hướng trong đó phần răng 123 kéo dài và hướng cán RD nằm trong khoảng 5° .

Trên Fig.6, góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 được thể hiện. Như trong phương án nêu trên, các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 có độ cứng vững cao nhất theo hướng trục giao với hướng cán RD và có thể không bị biến dạng bởi ứng suất nén. Vì vậy, khi góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD gần bằng 90° , có thể tối thiểu hóa biến dạng của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140.

Ngoài ra, như được mô tả ở trên, tổn hao do sắt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 là nhỏ nhất theo hướng cán RD, nhưng mặt khác, khi sự biến dạng xảy ra theo hướng cán RD, sự hư hỏng vì tổn hao do sắt trở nên đáng kể nhất. Vì vậy, khi hướng thứ nhất D1 trùng khớp với hướng cán RD của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 (góc $\alpha=0^\circ$), các tính chất từ của khối lõi 124 suy giảm đến mức tối đa. Vì vậy, khi góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD khác 0° , có thể tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140.

Trong phương án theo sáng chế, khi góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD khác 0° và gần hơn với 90° , có thể tối thiểu hóa sự biến dạng

của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 và có thể tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140.

Trong phương án theo sáng chế, góc α tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 45° và nhỏ hơn hoặc bằng 90° . Khi góc α được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 45° và hướng thứ nhất D1 cắt hướng cán ở một góc nhất định hoặc lớn hơn, có thể tối thiểu hóa sự ảnh hưởng của ứng suất nén của chất kết dính lên tổn hao do sắt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140, có thể tối thiểu hóa sự biến dạng của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140, và do đó, có thể bảo đảm các tính chất từ đủ của khối lõi 124.

Vì các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 ban đầu có tổn hao do sắt lớn theo hướng SD đặc trưng, ngay cả khi sự biến dạng xảy ra theo hướng SD đặc trưng, sự hư hỏng vì tổn hao do sắt là tương đối nhỏ. Vì vậy, khi hướng gần hướng SD đặc trưng được đặt là hướng trong đó sự biến dạng xảy ra, có thể tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của toàn bộ các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140.

Ở đây, cấu hình trong đó sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 được tối thiểu hóa sẽ được tổng kết. Chủ yếu có hai cấu hình sau đây trong đó sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 do ứng suất nén của chất kết dính được tối thiểu hóa.

Cấu hình thứ nhất là cấu hình trong đó hướng thứ nhất D1 gần hơn với hướng trục giao với hướng cán RD của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140. Trong cấu hình này, bản thân sự biến dạng của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 được ngăn chặn và sự hư hỏng vì tổn hao do sắt được tối thiểu hóa. Nghĩa là, trong cấu hình thứ nhất, góc α tốt hơn là gần 90° .

Cấu hình thứ hai là cấu hình trong đó hướng thứ nhất D1 gần hơn với hướng SD đặc trưng của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140. Trong cấu hình này, sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 đối với sự biến dạng được tối thiểu hóa. Nghĩa là, trong cấu hình thứ hai, góc α tốt hơn là gần bằng $57,3^\circ$.

Sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 do ứng suất nén của chất kết dính được tối thiểu hóa bởi hai cấu hình nêu trên. Vì

vậy, khi góc α được đặt là góc giữa $57,3^\circ$ và 90° , các tác dụng của hai cấu hình nêu trên có thể được biểu hiện. Ở đây, ngay cả khi góc α thay đổi khoảng $\pm 5^\circ$, do không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt, góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $52,3^\circ$ và nhỏ hơn hoặc bằng 90° . Ngoài ra, do $57,3^\circ$ có thể được cho là khoảng 60° , có thể nói rằng trong phương án theo sáng chế góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 60° và nhỏ hơn hoặc bằng 90° .

Nhiều phần kết dính 141 được tạo ra ở dạng dải có kích thước chiều rộng d1 theo hướng thứ hai D2 trên bề mặt thứ nhất của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140. Ngoài ra, khoảng hở với kích thước khoảng cách d2 được cung cấp giữa hai phần kết dính 141 liên kề với nhau theo hướng thứ hai D2. Kích thước khoảng cách d2 là kích thước chiều rộng của vùng không kết dính 143. Ở đây, kích thước chiều rộng d1 của phần kết dính 141 tương ứng với kích thước chiều rộng của vùng kết dính 142, và kích thước khoảng cách d2 giữa các phần kết dính 141 tương ứng với kích thước chiều rộng của vùng không kết dính 143.

Kích thước chiều rộng d1 của phần kết dính 141 tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 5% đường kính ngoài của lõi stato 121. Khi kích thước chiều rộng d1 được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 5% đường kính ngoài của lõi stato 121, các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 bị biến dạng cục bộ không đáng kể do ứng suất nén của chất kết dính, và có thể tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của toàn bộ các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140.

Kích thước chiều rộng d1 của phần kết dính 141 tốt hơn là nhỏ hơn kích thước khoảng cách d2 giữa các phần kết dính 141 liên kề với nhau theo hướng thứ hai D2 ($d1 < d2$). Nói cách khác, kích thước chiều rộng d1 tốt hơn là nhỏ hơn 100% kích thước khoảng cách d2. Như được mô tả ở trên, sự biến dạng xảy ra trong các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 do ứng suất nén của chất kết dính, và tổn hao do sắt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 tăng lên do sự biến dạng. Theo phương án theo sáng chế, khi kích thước chiều rộng d1 nhỏ hơn kích thước khoảng cách d2, có thể tối thiểu hóa sự biến dạng của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 do chất kết dính và bảo đảm các tính chất từ của khối lõi 124.

Kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính 141 tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 60% kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính 141 liền kề với nhau. Vì vậy, có thể tối thiểu hóa một cách đáng tin cậy hơn sự biến dạng của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 do chất kết dính và bảo đảm các tính chất từ của khối lõi 124. Ngoài ra, đối với cùng một lý do, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính 141 còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 43% kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính 141 liền kề với nhau.

Tiếp theo, trường hợp trong đó kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính 141 lớn hơn kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính 141 liền kề với nhau ($d_1 > d_2$) sẽ được mô tả. Khi kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính 141 lớn hơn kích thước khoảng cách d_2 , có thể tăng lực kết dính giữa các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140.

Mặt khác, sự biến dạng của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 do ứng suất nén của chất kết dính có thể tăng. Vì vậy, khi kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính 141 lớn hơn kích thước khoảng cách d_2 , hướng trong đó phần kết dính 141 kéo dài (hướng thứ nhất D_1) tốt hơn là gần hơn với hướng trong đó độ cứng vững cao (hướng trục giao với hướng cán RD). Cụ thể hơn là, khi kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính 141 lớn hơn kích thước khoảng cách d_2 , góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D_1 và hướng cán RD tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 85° . Vì vậy, có thể tăng lực kết dính giữa các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140, có thể tối thiểu hóa sự biến dạng của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140, và có thể bảo đảm các tính chất từ của khối lõi 124.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất khối lõi 124 và lõi stato 121 của phương án theo sáng chế sẽ được mô tả. Phương pháp sản xuất khối lõi 124 chủ yếu bao gồm quy trình thứ nhất và quy trình thứ hai.

Trước tiên, trong quy trình thứ nhất, nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện hình chữ T 140 được đột dập ra khỏi tấm thép kỹ thuật điện đã được cán. Trong quy trình thứ nhất, các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 được đột dập ra sao cho các phần răng kéo dài theo hướng cán RD của tấm thép kỹ thuật điện.

Tiếp theo, trong quy trình thứ hai, nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 được xếp chồng với các phần kết dính 141 được cung cấp ở giữa. Trong quy trình thứ hai, nhiều phần kết dính 141 được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất D1 khi nhìn theo hướng xếp chồng. Ngoài ra, nhiều phần kết dính 141 được bố trí theo hướng thứ hai D2. Ngoài ra, nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 được xếp chồng sao cho góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD trở nên lớn hơn hoặc bằng 45° và nhỏ hơn hoặc bằng 90° . Khi phần kết dính 141 được hóa rắn, nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 được cố định vào với nhau.

Ví dụ cải biến

Tiếp theo, các phần kết dính 241 của ví dụ cải biến có thể được áp dụng cho các phương án nêu trên sẽ được mô tả dựa vào Fig.7. Ở đây, các thành phần giống nhau như trong các phương án nêu trên sẽ được biểu thị bằng các số tham chiếu giống nhau, và các phần mô tả của chúng sẽ được bỏ qua.

Như trong phương án nêu trên, nhiều phần kết dính 241 được cung cấp giữa các tấm thép kỹ thuật điện 40 (hoặc các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140) của ví dụ cải biến này. Các phần kết dính 241 được tạo ra ở dạng dải theo hướng thứ nhất D1 trên bề mặt thứ nhất của tấm thép kỹ thuật điện 40 khi nhìn theo hướng xếp chồng. Ngoài ra, nhiều phần kết dính 241 được bố trí cách đều nhau theo hướng thứ hai D2. Hai phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai D2 được bố trí để được ngăn cách bởi kích thước khoảng cách d2.

Các phần kết dính 241 của ví dụ cải biến này bao gồm nhiều phần kết dính nguyên tố 241c được bố trí theo hướng thứ nhất D1. Trong phương án theo sáng chế, các phần kết dính nguyên tố 241c là khối các chất kết dính được bố trí theo hướng thứ nhất D1 và tạo ra các phần kết dính 241. Nhiều chất kết dính có hình dạng gần như giống nhau. Các phần kết dính nguyên tố 241c liền kề với nhau theo hướng thứ nhất D1 được liên kết với nhau. Các phần kết dính nguyên tố 241c có dạng gần như hình ovan với hướng thứ nhất D1 là trục chính khi nhìn theo hướng xếp chồng. Vì vậy, cả hai đầu của các phần kết dính 241 theo hướng chiều rộng được lượn và kéo dài theo hướng thứ nhất D1. Các phần kết dính nguyên tố 241c

có thể có dạng gần như hình tròn ngoài dạng gần như hình ovan được thể hiện trong ví dụ cải biến này.

Như được thể hiện trong ví dụ cải biến này, “phần kết dính kéo dài ở dạng dải” trong bản mô tả này không nhất thiết phải tuyến tính ở cả hai đầu theo hướng chiều rộng và có thể được lượn theo hướng thứ nhất D1.

Các phần kết dính 241 kéo dài dọc theo đường trung tâm CL (center line) được định tâm trên đường trung tâm CL song song với hướng thứ nhất D1. Các phần kết dính 241 có hình dạng đối xứng được định tâm trên đường trung tâm CL.

Như được thể hiện trong ví dụ cải biến này, khi cả hai đầu của các phần kết dính 241 theo hướng chiều rộng được lượn và kéo dài, kích thước chiều rộng $d1$ của các phần kết dính 241 có thể được xác định như sau. Nghĩa là, đường ảo VL (virtual line) xấp xỉ tuyến tính cả hai đầu của các phần kết dính 241 theo hướng chiều rộng được thiết lập, và kích thước chiều rộng $d1$ của các phần kết dính 241 được xác định. Đường ảo VL kéo dài gần như song song với đường trung tâm CL. Một cặp đường ảo VL là các đường tuyến tính ảo mà được xác định sao cho diện tích của vùng được đặt xen giữa cặp đường ảo VL bằng diện tích của các phần kết dính 241 khi nhìn theo hướng xếp chồng.

Trong ví dụ cải biến này, kích thước chiều rộng $d1$ của các phần kết dính 241 là kích thước khoảng cách giữa cặp đường ảo VL theo hướng thứ hai D2. Ngoài ra, trong ví dụ cải biến này, kích thước khoảng cách $d2$ là kích thước khoảng cách giữa các đường ảo VL của các phần kết dính 241 liền kề với nhau.

Phần kết dính 241 được thể hiện trong ví dụ cải biến này có thể có các tác dụng giống như phần kết dính 41 trong phương án nêu trên. Phần kết dính 241 thuộc loại này được tạo ra bằng cách, chẳng hạn, phun chất kết dính lên nhiều điểm trên tấm thép kỹ thuật điện 40 ở dạng chấm nhỏ từ nhiều cơ cấu phân phối theo hướng thứ nhất D1 và sau đó ép tấm thép kỹ thuật điện 40 áp vào tấm thép kỹ thuật điện 40 khác, và nén chất kết dính giữa hai tấm thép kỹ thuật điện 40. Theo cách này, ngay cả khi kích thước chiều rộng của các phần kết dính 241 không đồng nhất, có thể thu được các tác dụng giống như trong phương án nêu trên.

Ở đây, phạm vi kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở các phương án nêu trên và các ví dụ cải biến của nó, và các sửa đổi khác có thể được thực hiện mà không nằm ngoài phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Trong các phương án nêu trên, trường hợp trong đó các phần kết dính được tạo ra trong toàn bộ vùng trong mặt phẳng của tấm thép kỹ thuật điện 40 hoặc mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 đã được mô tả. Tuy nhiên, các phần kết dính có thể được cung cấp một phần trong mặt phẳng của tấm thép kỹ thuật điện 40 hoặc mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140. Để làm ví dụ, các phần kết dính dạng dải có thể được cung cấp chỉ trong vùng phủ chồng phần sau lõi của tấm thép kỹ thuật điện. Ngoài ra, các phần kết dính dạng dải có thể được cung cấp chỉ trong vùng phủ chồng phần răng của tấm thép kỹ thuật điện.

Hình dạng của lõi stato không bị giới hạn ở dạng được thể hiện trong các phương án nêu trên. Cụ thể là, các kích thước của đường kính ngoài và đường kính trong của lõi stato, độ dày xếp chồng, số lượng các khe, tỷ lệ kích thước của hướng chu vi và hướng xuyên tâm của phần răng, tỷ lệ kích thước của phần răng và phần sau lõi theo hướng xuyên tâm, và tương tự có thể được thiết kế tùy ý theo các đặc tính mong muốn của động cơ điện.

Ngoài ra, trong khối lõi 124 của phương án thứ hai, phần dạng lõi có thể được cung cấp trên một phía đầu của phần sau lõi 122 theo hướng chu vi và hình dạng lõm có thể được cung cấp trên phía đầu còn lại của nó theo hướng chu vi. Trong trường hợp này, khi hình dạng lõi được đưa vào trong hình dạng lõm, có thể tối thiểu hóa độ lệch vị trí khi nhiều khối lõi 124 được liên kết theo hướng chu vi. Ngoài ra, khối lõi có thể có hai hoặc nhiều phần răng đối với một phần sau lõi. Ngoài ra, mỗi phần sau lõi và phần răng có thể là khối lõi riêng rẽ.

Trong rôto trong các phương án nêu trên, một bộ gồm hai nam châm vĩnh cửu 32 tạo ra một cực từ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Chẳng hạn, một nam châm vĩnh cửu 32 có thể tạo ra một cực từ, và ba hoặc nhiều nam châm vĩnh cửu 32 có thể tạo ra một cực từ.

Trong các phương án nêu trên, động cơ điện nam châm vĩnh cửu được lấy ví dụ làm động cơ điện, nhưng cấu trúc của động cơ điện không bị giới hạn ở đó,

như sẽ được lấy làm ví dụ dưới đây, và ngoài ra, các cấu trúc đã biết khác không được minh họa dưới đây có thể cũng được sử dụng.

Trong các phương án nêu trên, động cơ điện nam châm vĩnh cửu được lấy ví dụ làm động cơ đồng bộ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Chẳng hạn, động cơ điện có thể là động cơ từ trở hoặc động cơ trường điện từ (động cơ trường sinh ra do được quấn dây).

Trong các phương án nêu trên, động cơ đồng bộ được lấy ví dụ làm động cơ AC, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Chẳng hạn, động cơ điện có thể là động cơ cảm ứng.

Trong các phương án nêu trên, động cơ AC được lấy ví dụ làm động cơ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Chẳng hạn, động cơ điện có thể là động cơ DC.

Trong các phương án nêu trên, động cơ được lấy ví dụ làm động cơ điện, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Chẳng hạn, động cơ điện có thể là máy phát.

Trong các phương án nêu trên, trường hợp trong đó lõi nhiều lớp theo sáng chế được áp dụng cho lõi stato đã được lấy làm ví dụ, nhưng lõi nhiều lớp có thể được áp dụng cho lõi rôto. Ngoài ra, lõi nhiều lớp theo sáng chế có thể được áp dụng cho lõi nhiều lớp mà không phải là động cơ điện như máy biến thế.

Ngoài ra, các thành phần trong các phương án nêu trên có thể được thay thích hợp bằng các thành phần đã biết mà không nằm ngoài phạm vi bảo hộ của sáng chế, và các ví dụ cải biến nêu trên có thể được phối hợp một cách thích hợp.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, các thử nghiệm kiểm tra được thực hiện để kiểm tra các quá trình hoạt động và các tác dụng nêu trên. Thử nghiệm kiểm tra được thực hiện bằng cách mô phỏng sử dụng phần mềm. Để làm phần mềm, phần mềm mô phỏng trường điện từ dựa trên phương pháp phân tử hữu hạn JMAG (có sẵn trên thị trường của JSOL Corporation) được sử dụng.

Thử nghiệm kiểm tra thứ nhất

Trước tiên, để làm thử nghiệm kiểm tra thứ nhất, lõi tích hợp được lấy ví dụ trong phương án thứ nhất được kiểm tra. Là các mô hình được sử dụng để mô phỏng, các lõi stato (các lõi nhiều lớp) của mô hình số A1 đến mô hình số A22 sẽ được mô tả dưới đây được giả định. Tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho mỗi mô hình là tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng với độ dày tấm bằng 0,25mm. Hình dạng của tấm thép kỹ thuật điện là giống như được thể hiện trên Fig.2.

Trong các lõi stato của mô hình số A1 đến mô hình số A21, nhiều phần kết dính được thể hiện trên Fig.4 được cung cấp giữa các tấm thép kỹ thuật điện. Nghĩa là, trong các lõi stato của mô hình số A1 đến mô hình số A21, nhiều phần kết dính được kéo dài ở dạng dài theo hướng thứ nhất D1. Mặt khác, trong lõi stato của mô hình số A22, giữa các tấm thép kỹ thuật điện, các phần kết dính được cung cấp trên toàn bộ bề mặt thứ nhất của tấm thép kỹ thuật điện. Nghĩa là, các phần kết dính của mô hình số A22 được cung cấp trên toàn bộ bề mặt thứ nhất của tấm thép kỹ thuật điện. Lõi stato của mô hình số A22 là mô hình được chuẩn bị để xác định giá trị tham chiếu của tổn hao do sắt. Dưới đây, lõi stato của mô hình số A22 sẽ được dùng để chỉ “mô hình tham chiếu”.

Các lõi stato của mô hình số A1 đến số A7 là các mô hình của nhóm A1. Trong các mô hình của nhóm A1, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính bằng 233% so với kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính liền kề với nhau. Trong các mô hình của nhóm A1, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính bằng 7mm, và kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính bằng 3mm.

Các lõi stato của mô hình số A8 đến số A14 là các mô hình của nhóm A2. Trong các mô hình của nhóm A2, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính bằng 167% so với kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính liền kề với nhau. Trong các mô hình của nhóm A2, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính bằng 5mm, và kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính bằng 3mm.

Các lõi stato của mô hình số A15 đến số A21 là các mô hình của nhóm A3. Trong các mô hình của nhóm A3, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính bằng 67% so với kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính liền kề với

nhau. Trong các mô hình của nhóm A3, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính bằng 2mm, và kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính bằng 3mm.

Trong nhóm A1, nhóm A2 và nhóm A3, các mô hình trong đó góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD (tham khảo Fig.4) được đặt đến 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° và 90° được tạo ra.

Bảng 1 thể hiện các kết quả mô phỏng của tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện đối với mỗi mô hình. Ở đây, tổn hao do sắt của mỗi mô hình được biểu hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm dựa trên giá trị tổn hao do sắt của mô hình tham chiếu (lõi stato của mô hình số A22). Ngoài ra, bảng 1 thể hiện các kết quả của thử nghiệm thả rơi trên hình mẫu có kích thước thật trong đó các phần kết dính giống như trong mỗi mô hình được cung cấp. Trong thử nghiệm thả rơi, mỗi mô hình được thả rơi 10 lần từ độ cao 1m. Đánh giá A cho biết rằng các phần kết dính không bong ra sau khi được thả rơi 10 lần. Ngoài ra, đánh giá A- cho biết rằng các phần kết dính không bong ra sau khi được thả rơi 5 lần, nhưng bong ra ở lần thứ 10.

Bảng 1

	Mô hình số	Kích thước chiều rộng d_1 /kích thước khoảng cách d_2	Góc α [$^\circ$]	Tỷ lệ tổn hao do sắt [%]	Thử nghiệm thả rơi	Ghi chú
Nhóm A1	A1	233%	0°	96,661	A	
	A2	233%	15°	96,695	A	
	A3	233%	30°	96,593	A	
	A4	233%	45°	96,525	A	
	A5	233%	60°	96,457	A	
	A6	233%	75°	96,354	A	
	A7	233%	90°	96,252	A	
Nhóm A2	A8	167%	0°	95,843	A	
	A9	167%	15°	95,741	A	

	A10	167%	30°	95,639	A	
	A11	167%	45°	95,537	A	
	A12	167%	60°	95,434	A	
	A13	167%	75°	95,366	A	
	A14	167%	90°	95,332	A	
Nhóm A3	A15	67%	0°	92,572	A-	
	A16	67%	15°	92,504	A-	
	A17	67%	30°	92,334	A-	
	A18	67%	45°	92,266	A-	
	A19	67%	60°	92,164	A-	
	A20	67%	75°	92,095	A-	
	A21	67%	90°	92,129	A-	
	A22	-	-	100	-	Mô hình tham chiếu

So sánh các lõi stato của mô hình số A1 đến mô hình số A21, xác nhận rằng, trong mô hình thuộc nhóm bất kỳ trong số nhóm 1 đến nhóm A3, khi góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD lớn hơn hoặc bằng 30°, có thể tối thiểu hóa tổn hao do sắt. Ngoài ra, xác nhận rằng, khi góc α lớn hơn hoặc bằng 60°, có thể tối thiểu hóa hơn nữa tổn hao do sắt.

So sánh nhóm A1, nhóm A2 và nhóm A3 với nhau, tổn hao do sắt của mô hình của nhóm A3 là nhỏ nhất. Trong mô hình của nhóm A3, kích thước chiều rộng d1 bằng 67% so với kích thước khoảng cách d2. Nghĩa là, trong mô hình của nhóm A3, kích thước chiều rộng d1 nhỏ hơn kích thước khoảng cách d2. Vì vậy, cho rằng sự biến dạng của tấm thép kỹ thuật điện 40 do chất kết dính được tối thiểu hóa và có thể bảo đảm các tính chất từ của lõi stato 21. Ngoài ra, xác nhận rằng, khi kích thước chiều rộng d1 bằng 67% so với kích thước khoảng cách d2, có thể tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40. Ngay cả khi tỷ lệ của kích thước chiều rộng d1 với kích thước khoảng cách d2 được thay đổi khoảng $\pm 5\%$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Vì vậy, có thể nói được rằng, ngay cả khi kích thước chiều rộng d1 bằng $67\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách d2, có thể tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của tấm thép kỹ thuật điện 40.

So sánh các mô hình tương ứng trong nhóm A3, lõi stato của mô hình số A20 trong đó góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD bằng

75° có tổn hao do sắt nhỏ nhất. Nghĩa là, xác nhận rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng 67% so với kích thước khoảng cách d_2 , nếu góc α được đặt đến 75°, có thể tối thiểu hóa đáng kể sự hư hỏng vì tổn hao do sắt. Ở đây, ngay cả khi góc α được thay đổi khoảng $\pm 5^\circ$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Ngoài ra, ngay cả khi tỷ lệ của kích thước chiều rộng d_1 với kích thước khoảng cách d_2 được thay đổi khoảng $\pm 5\%$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Vì vậy, có thể nói được rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng $67\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách d_2 , nếu góc α được đặt đến $75^\circ \pm 5^\circ$, có thể tối thiểu hóa đáng kể sự hư hỏng vì tổn hao do sắt.

Trong mô hình của nhóm A2, kích thước chiều rộng d_1 bằng 167% so với kích thước khoảng cách d_2 . So sánh các mô hình tương ứng trong nhóm A2, lõi stato của mô hình số A14 trong đó góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD bằng 90° có tổn hao do sắt nhỏ nhất. Nghĩa là, xác nhận rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng 167% so với kích thước khoảng cách d_2 , nếu góc α được đặt đến 90°, có thể tối thiểu hóa đáng kể sự hư hỏng vì tổn hao do sắt. Như được mô tả ở trên, ngay cả khi góc α được thay đổi khoảng $\pm 5^\circ$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Ngoài ra, ngay cả khi tỷ lệ của kích thước chiều rộng d_1 với kích thước khoảng cách d_2 được thay đổi khoảng $\pm 5\%$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Vì vậy, có thể nói được rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng $167\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách d_2 , nếu góc α được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 85°, có thể tối thiểu hóa đáng kể sự hư hỏng vì tổn hao do sắt.

Trong mô hình của nhóm A1, kích thước chiều rộng d_1 bằng 233% so với kích thước khoảng cách d_2 . So sánh các mô hình tương ứng trong nhóm A1, lõi stato của mô hình số A7 trong đó góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD bằng 90° có tổn hao do sắt nhỏ nhất. Nghĩa là, xác nhận rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng 233% so với kích thước khoảng cách d_2 , nếu góc α được đặt đến 90°, có thể tối thiểu hóa đáng kể sự hư hỏng vì tổn hao do sắt. Như được mô tả ở trên, ngay cả khi góc α được thay đổi khoảng $\pm 5^\circ$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Ngoài ra, ngay cả khi tỷ lệ của kích thước chiều rộng d_1 với kích thước khoảng cách d_2 được thay đổi khoảng $\pm 5\%$, không có sự

thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Vì vậy, có thể nói được rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng $233\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách d_2 , nếu góc α được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 85° , có thể tối thiểu hóa đáng kể sự hư hỏng vì tổn hao do sắt.

Như được thể hiện trong bảng 1, các mô hình của nhóm A1 và nhóm A2 có độ bền thả rơi tốt hơn mô hình của nhóm A3. Trong các mô hình của nhóm A1 và nhóm A2, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính lớn hơn kích thước khoảng cách d_2 , và trong mô hình của nhóm A3, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính nhỏ hơn kích thước khoảng cách d_2 . Do đó, xác nhận rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính lớn hơn kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai D2, có thể tăng độ kết dính.

Tiếp theo, ngoài các mô hình gồm các số A1 đến A21 nêu trên, sự mô phỏng được thực hiện trên các mô hình trong đó kích thước chiều rộng d_1 /kích thước khoảng cách d_2 và góc α được thay đổi trong một phạm vi rộng. Cụ thể hơn là, các mô hình mô phỏng trong đó kích thước chiều rộng d_1 /kích thước khoảng cách d_2 được thay đổi đến 0%, 50%, 67%, 100%, 150%, 167%, 200%, 233%, 250%, 300%, 350%, 400%, 450%, và 500%, và góc α được thay đổi đến 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , và 90° được tạo ra, và tổn hao do sắt được tính. Ngoài ra, dựa trên các kết quả mô phỏng này, giá trị ngưỡng tại đó tổn hao do sắt được cải thiện được kiểm tra đối với mô hình tham chiếu số A22 trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan.

Fig.8 là đồ thị trong đó trục nằm ngang thể hiện kích thước chiều rộng d_1 /kích thước khoảng cách d_2 và trục thẳng đứng thể hiện góc α , và tỷ lệ tổn hao do sắt đối với mô hình tham chiếu số 22 được chỉ ra bởi vùng thang màu xám. Trên Fig.8, vùng trong đó mật độ thang màu xám thấp cho biết rằng tổn hao do sắt được cải thiện (nghĩa là, tỷ lệ tổn hao do sắt nhỏ hơn hoặc bằng 100%) so sánh với mô hình tham chiếu số A22.

Như được thể hiện trên Fig.8, khi kích thước chiều rộng d_1 /kích thước khoảng cách d_2 nhỏ hơn hoặc bằng 368%, tổn hao do sắt được cải thiện so sánh với mô hình tham chiếu số A22 trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan không tính đến góc α . Nghĩa là, xác nhận rằng kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính tốt hơn

là nhỏ hơn hoặc bằng 368% so với kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai D2. Khi kích thước chiều rộng d_1 /kích thước khoảng cách d_2 nhỏ hơn, tổn hao do cắt được cải thiện, và kích thước chiều rộng d_1 /kích thước khoảng cách d_2 tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 233%, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 167%, và còn tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 67%.

Thử nghiệm kiểm tra thứ hai

Tiếp theo, trong thử nghiệm kiểm tra thứ hai, lõi tách được lấy ví dụ trong phương án thứ hai được kiểm tra.

Để làm các mô hình được sử dụng để mô phỏng, các lõi stato (các lõi nhiều lớp) của mô hình số B1 đến mô hình số B21 sẽ được mô tả dưới đây được giả định. Các lõi stato của mô hình số B1 đến mô hình số B21 có nhiều khối lõi được liên kết theo hướng chu vi. Khối lõi của mỗi lõi stato được tạo ra từ mảnh tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng với độ dày tấm bằng 0,25mm. Hình dạng của mảnh tấm thép kỹ thuật điện là giống như được thể hiện trên Fig.6, và hướng cán RD của mảnh tấm thép kỹ thuật điện trùng hợp với hướng trong đó phần răng được kéo dài.

Trong các khối lõi của mô hình số B1 đến mô hình số B21, nhiều phần kết dính như được thể hiện trên Fig.6 được cung cấp giữa các mảnh tấm thép kỹ thuật điện. Nghĩa là, trong các khối lõi của mô hình số B1 đến mô hình số B21, nhiều phần kết dính được kéo dài ở dạng dải theo hướng thứ nhất D1.

Các lõi stato của mô hình số B1 đến số B7 là các mô hình của nhóm B1. Trong các mô hình của nhóm B1, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính bằng 150% so với kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính liền kề với nhau. Kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính của các mô hình của nhóm B1 bằng 3mm, và kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính bằng 2mm. Các lõi stato trong nhóm B1 trong đó góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD (tham khảo Fig.6) được đặt đến 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° và 90° được sử dụng làm mô hình số B1 đến số B7.

Các lõi stato của mô hình số B8 đến số B14 là các mô hình của nhóm B2. Trong các mô hình của nhóm B2, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính

bằng 60% so với kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính liền kề với nhau. Trong các mô hình của nhóm B2, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính bằng 3mm, và kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính bằng 5mm. Các lõi stato trong nhóm B2 trong đó góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD (tham khảo Fig.6) được đặt đến 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° và 90° được sử dụng làm mô hình số B8 đến số B14.

Các lõi stato của mô hình số B15 đến số B21 là các mô hình của nhóm B3. Trong các mô hình của nhóm B3, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính bằng 43% so với kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính liền kề với nhau. Trong các mô hình của nhóm B3, kích thước chiều rộng d_1 của phần kết dính bằng 3mm, và kích thước khoảng cách d_2 giữa các phần kết dính bằng 7mm. Các lõi stato trong nhóm B3 trong đó góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD (tham khảo Fig.6) được đặt đến 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° và 90° được sử dụng làm mô hình số B15 đến số B21.

Ngoài ra, để làm đích so sánh, như được thể hiện trên Fig.9, tổn hao do sắt của lõi stato 121X của mô hình số B22 trong đó nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng 140 được nẹp chặt trong tất cả các lớp được xác định. Lõi stato 121X của mô hình số B22 là mô hình được chuẩn bị để so sánh tổn hao do sắt giữa cấu hình thông thường và sáng chế. Dưới đây, lõi stato của mô hình số B22 sẽ được gọi là “mô hình tham chiếu”. Lõi stato 121X của mô hình tham chiếu có nhiều khối lõi 124X. Trong lõi stato 121X của mô hình tham chiếu, độ dày tấm của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 bằng 0,25mm, và hướng cán RD của mảnh tấm thép kỹ thuật điện trùng hợp với hướng trong đó phần răng được kéo dài. Trong khối lõi của lõi stato 121X của mô hình tham chiếu, nẹp thứ nhất C1 được cung cấp trong phần sau lõi 122 và hai nẹp thứ hai C2 được cung cấp trong phần răng 123 được cung cấp. Nẹp thứ nhất C1 được bố trí ở trung tâm của phần sau lõi 122 theo hướng chu vi. Hai nẹp thứ hai C2 được bố trí theo hướng xuyên tâm ở trung tâm của phần răng 123 theo hướng chu vi. Tỷ lệ của diện tích của nẹp C1 và C2 trong bề mặt thứ nhất của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 bằng khoảng 3,2%.

Bảng 2 thể hiện các kết quả mô phỏng của tổn hao do sắt của mảnh tấm thép kỹ thuật điện đối với mỗi mô hình. Ngoài ra, bảng 2 thể hiện các kết quả thu được bằng cách thực hiện thử nghiệm thả rơi trên các mô hình trong đó các phần kết dính giống như các phần kết dính của mỗi mô hình được cung cấp. Thử nghiệm thả rơi được thực hiện theo cùng một quy trình như trong thử nghiệm kiểm tra thứ nhất nêu trên. Ngoài ra, các tiêu chuẩn đánh giá đối với thử nghiệm thả rơi trong thử nghiệm này là giống như trong thử nghiệm kiểm tra thứ nhất.

Ở đây, mức kim hãm tổn hao do sắt R_t được thể hiện trong bảng 2 là giá trị thu được bằng cách chia mức chênh lệch giữa tổn hao do sắt của mỗi mô hình và tổn hao do sắt của mô hình tham chiếu (lỗi stato của mô hình số B22) cho tổn hao do sắt của mô hình tham chiếu và được biểu hiện dưới dạng tỷ lệ phần trăm. Nghĩa là, mức kim hãm tổn hao do sắt trong bảng được biểu hiện bằng công thức (1) sau đây khi tổn hao do sắt của mỗi mô hình được đặt là W và tổn hao do sắt của mô hình tham chiếu được đặt là W_{org} .

Công thức toán học 1

$$R_t = \frac{W - W_{org}}{W_{org}} \times 100 \quad [\%] \quad (1)$$

Bảng 2

	Mô hình số	Kích thước chiều rộng d1/kích thước khoảng cách d2	Góc α [°]	Mức kim hãm tổn hao do sắt R_t [%]	Thử nghiệm thả rơi	Ghi chú
Nhóm B1	B1	150%	0°	-6,9	A	
	B2	150%	15°	-7,2	A	
	B3	150%	30°	-7,5	A	
	B4	150%	45°	-7,9	A	
	B5	150%	60°	-8,0	A	
	B6	150%	75°	-7,8	A	
	B7	150%	90°	-8,3	A	
Nhóm B2	B8	60%	0°	-7,5	A-	
	B9	60%	15°	-7,8	A-	
	B10	60%	30°	-7,8	A-	

	B11	60%	45°	-7,9	A-	
	B12	60%	60°	-8,1	A-	
	B13	60%	75°	-8,3	A-	
	B14	60%	90°	-8,5	A-	
Nhóm B3	B15	43%	0°	-7,5	A-	
	B16	43%	15°	-7,7	A-	
	B17	43%	30°	-8,0	A-	
	B18	43%	45°	-8,2	A-	
	B19	43%	60°	-8,2	A-	
	B20	43%	75°	-8,6	A-	
	B21	43%	90°	-8,9	A-	
	B22	-	-	0	-	Mô hình tham chiếu

So sánh các lõi stato của mô hình số B1 đến mô hình số B21, xác nhận rằng, trong mô hình thuộc nhóm bất kỳ trong số nhóm 1 đến nhóm B3, khi góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD lớn hơn hoặc bằng 45°, có thể tối thiểu hóa đủ tổn hao do sắt (mức kìm hãm tổn hao do sắt R_t nhỏ hơn hoặc bằng -7,8%). Ngoài ra, xác nhận rằng, khi góc α lớn hơn hoặc bằng 60°, có thể tối thiểu hóa hơn nữa tổn hao do sắt (mức kìm hãm tổn hao do sắt R_t nhỏ hơn hoặc bằng -7,9%).

So sánh nhóm B1, nhóm B2 và nhóm B3 với nhau, tổn hao do sắt của mô hình của nhóm B2 nhỏ hơn tổn hao do sắt của mô hình của nhóm B1, và ngoài ra, tổn hao do sắt của mô hình của nhóm B3 là nhỏ nhất. Trong các mô hình của nhóm B2 và nhóm B3, kích thước chiều rộng d_1 nhỏ hơn kích thước khoảng cách d_2 . Vì vậy, cho rằng sự biến dạng của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 do chất kết dính được tối thiểu hóa và có thể bảo đảm các tính chất từ của lõi stato 121. Trong mô hình của nhóm B2, kích thước chiều rộng d_1 bằng 60% so với kích thước khoảng cách d_2 , và trong mô hình của nhóm B3, kích thước chiều rộng d_1 bằng 43% so với kích thước khoảng cách d_2 . Nghĩa là, trong mô hình của nhóm B3, tỷ lệ của kích thước chiều rộng d_1 với kích thước khoảng cách d_2 nhỏ hơn tỷ lệ này của mô hình của nhóm B2. Xác nhận rằng có thể tối thiểu hóa sự hư hỏng vì tổn hao do sắt của các mảnh tấm thép kỹ thuật điện 140 một cách hiệu quả hơn trong mô hình của nhóm B3 so với mô hình của nhóm B2. Nghĩa là, theo thử nghiệm kiểm tra này, xác nhận rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 nhỏ hơn hoặc

bằng 60% so với kích thước khoảng cách d_2 , có thể tối thiểu hóa tổn hao do sắt, và khi kích thước chiều rộng d_1 nhỏ hơn hoặc bằng 43% so với kích thước khoảng cách d_2 , có thể tối thiểu hóa hơn nữa tổn hao do sắt.

Vì tỷ lệ của kích thước chiều rộng d_1 với kích thước khoảng cách d_2 là khác nhau đối với mỗi trong số nhóm B1, nhóm B2 và nhóm B3, các khoảng được ưu tiên của góc α là khác nhau. Mức kim hãm tổn hao do sắt R_t trong bảng 2 tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng -8% như một tiêu chuẩn.

Trong mô hình của nhóm B1, kích thước chiều rộng d_1 bằng 150% so với kích thước khoảng cách d_2 . So sánh các mô hình tương ứng trong nhóm B1, chỉ trong lõi stato của mô hình số B7 trong đó góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD được đặt đến 90° , tổn hao do sắt nhỏ hơn -8%. Nghĩa là, xác nhận rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng 150% so với kích thước khoảng cách d_2 , nếu góc α được đặt đến 90° , có thể tối thiểu hóa đáng kể và đủ sự hư hỏng vì tổn hao do sắt. Ở đây, ngay cả khi góc α được thay đổi khoảng $\pm 5^\circ$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Ngoài ra, ngay cả khi tỷ lệ của kích thước chiều rộng d_1 với kích thước khoảng cách d_2 được thay đổi khoảng $\pm 5\%$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Vì vậy, có thể nói được rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng $150\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách d_2 , nếu góc α được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 85° , có thể tối thiểu hóa đủ sự hư hỏng vì tổn hao do sắt.

Trong mô hình của nhóm B2, kích thước chiều rộng d_1 bằng 60% so với kích thước khoảng cách d_2 . So sánh các mô hình tương ứng trong nhóm B2, trong các lõi stato của mô hình số B12, 13, và 14 trong đó góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD lớn hơn hoặc bằng 60° , tổn hao do sắt nhỏ hơn -8%. Nghĩa là, xác nhận rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng 60% so với kích thước khoảng cách d_2 , nếu góc α được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 60° , có thể tối thiểu hóa đủ sự hư hỏng vì tổn hao do sắt. Như được mô tả ở trên, ngay cả khi tỷ lệ của kích thước chiều rộng d_1 với kích thước khoảng cách d_2 được thay đổi khoảng $\pm 5\%$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Vì vậy, có thể nói được rằng, khi kích thước chiều rộng d_1 bằng $60\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng

cách d2, nếu góc α được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 60° , có thể tối thiểu hóa đáng kể và đủ sự hư hỏng vì tổn hao do sắt.

Trong mô hình của nhóm B3, kích thước chiều rộng d1 bằng 43% so với kích thước khoảng cách d2. So sánh các mô hình tương ứng trong nhóm B3, trong các lõi stato của mô hình số B18, 19, 20, và 21 trong đó góc α được tạo ra bởi hướng thứ nhất D1 và hướng cán RD lớn hơn hoặc bằng 45° , tổn hao do sắt nhỏ hơn -8%. Nghĩa là, xác nhận rằng, khi kích thước chiều rộng d1 bằng 43% so với kích thước khoảng cách d2, nếu góc α được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 45° , có thể tối thiểu hóa đủ sự hư hỏng vì tổn hao do sắt. Như được mô tả ở trên, ngay cả khi tỷ lệ của kích thước chiều rộng d1 với kích thước khoảng cách d2 được thay đổi khoảng $\pm 5\%$, không có sự thay đổi đáng kể về tổn hao do sắt. Vì vậy, có thể nói được rằng, khi kích thước chiều rộng d1 bằng $43\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách d2, nếu góc α được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 60° , có thể tối thiểu hóa đáng kể và đủ sự hư hỏng vì tổn hao do sắt.

Như được thể hiện trong bảng 2, mô hình của nhóm B1 có độ bền thả rơi tốt hơn các mô hình của nhóm B2 và nhóm B3. Trong mô hình của nhóm B1, kích thước chiều rộng d1 của phần kết dính lớn hơn kích thước khoảng cách d2, và trong các mô hình của nhóm B2 và nhóm B3, kích thước chiều rộng d1 của phần kết dính nhỏ hơn kích thước khoảng cách d2. Do đó, xác nhận rằng, cũng trong lõi tách, khi kích thước chiều rộng d1 của phần kết dính lớn hơn kích thước khoảng cách d2 giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai D2, có thể tăng độ kết dính.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Theo sáng chế, có thể cải thiện các tính chất từ. Vì vậy, khả năng áp dụng công nghiệp cao.

Mô tả chi tiết các ký hiệu tham chiếu

10, 110 Động cơ điện

21, 121 Lõi stato (lõi nhiều lớp)

22, 122 Phần sau lõi

23, 123 Phần răng

40 Tấm thép kỹ thuật điện

41, 141, 241 Phần kết dính

124, 124X Khối lõi

140 Mảnh tấm thép kỹ thuật điện

D1 Hướng thứ nhất

D2 Hướng thứ hai

d1 Kích thước chiều rộng

d2 Kích thước khoảng cách

RD Hướng cán

α Góc

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Lõi nhiều lớp, lõi này bao gồm:

nhiều tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng lên nhau; và
nhiều phần kết dính được cung cấp giữa các tấm thép kỹ thuật điện liền kề với nhau theo hướng xếp chồng và kết dính các tấm thép kỹ thuật điện với nhau, trong đó, mỗi trong số các phần kết dính là chất kết dính được hóa rắn loại nhiệt rắn, loại hóa rắn ở nhiệt độ phòng hoặc loại polyme hóa gốc, khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần kết dính được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất, nhiều phần kết dính ở dạng dải được bố trí cách đều nhau theo hướng thứ hai mà trực giao với hướng thứ nhất, và góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng 30° và nhỏ hơn 90° .

2. Lõi nhiều lớp theo điểm 1,

trong đó, góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng $52,3^\circ$.

3. Lõi nhiều lớp theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính nhỏ hơn kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

4. Lõi nhiều lớp theo điểm 3,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính bằng $67\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

5. Lõi nhiều lớp theo điểm 4,

trong đó, góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện bằng $75^\circ \pm 5^\circ$.

6. Lõi nhiều lớp theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính lớn hơn kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

7. Lỗi nhiều lớp theo điểm 6,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính bằng $167\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai, và

trong đó, góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng 85° .

8. Lỗi nhiều lớp theo điểm 6,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính bằng $233\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai, và

trong đó, góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng 85° .

9. Lỗi nhiều lớp theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính nhỏ hơn hoặc bằng 368% so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

10. Lỗi nhiều lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9,

trong đó độ dày trung bình của các phần kết dính nằm trong khoảng từ $1,0\mu\text{m}$ đến $3,0\mu\text{m}$.

11. Lỗi nhiều lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10,

trong đó, mô đun đàn hồi dạng kéo trung bình E của các phần kết dính nằm trong khoảng từ 1.500MPa đến 4.500MPa .

12. Lỗi nhiều lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11,

trong đó, phần kết dính là chất kết dính gốc acrylic loại kết dính ở nhiệt độ phòng chứa chất kết dính gốc acrylic thế hệ thứ hai (second generation acrylic-based adhesive, SGA) được làm bằng chất kết dính gốc acrylic chứa chất đàn hồi.

13. Lõi nhiều lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12,

trong đó, các phần kết dính bao gồm chất kết dính loại nhiệt rắn và điểm nóng chảy của các phần kết dính này cao hơn hoặc bằng 200°C .

14. Khối lõi tạo nên lõi nhiều lớp bằng cách liên kết nhiều khối lõi ở dạng vòng tròn, khối lõi này bao gồm:

nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng lên nhau; và

nhiều phần kết dính được cung cấp giữa các mảnh tấm thép kỹ thuật điện liền kề với nhau theo hướng xếp chồng và kết dính các mảnh tấm thép kỹ thuật điện với nhau,

trong đó, mỗi trong số các phần kết dính là chất kết dính được hóa rắn loại nhiệt rắn, loại hóa rắn ở nhiệt độ phòng hoặc loại polyme hóa gốc,

khi nhìn theo hướng xếp chồng,

nhiều phần kết dính được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất,

nhiều phần kết dính ở dạng dải được bố trí cách đều nhau theo hướng thứ hai mà trực giao với hướng thứ nhất, và

góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của mảnh tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng 45° và nhỏ hơn 90° .

15. Khối lõi theo điểm 14,

trong đó, góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của mảnh tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng $52,3^{\circ}$.

16. Khối lõi theo điểm 14 hoặc 15, khối lõi này bao gồm:

phần sau lõi hình cung và phần răng nhô ra từ phần sau lõi theo hướng xuyên tâm của phần sau lõi,

trong đó, phần răng kéo dài theo hướng cán.

17. Khối lõi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 16,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính nhỏ hơn kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

18. Khối lỗi theo điểm 17,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính nhỏ hơn hoặc bằng 60% so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

19. Khối lỗi theo điểm 18,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính nhỏ hơn hoặc bằng 43% so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

20. Khối lỗi theo điểm 18,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính bằng $43\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai, và

trong đó, góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của mảnh tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng 45° .

21. Khối lỗi theo điểm 17,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính bằng $60\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai, và

trong đó, góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của mảnh tấm thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng 60° .

22. Khối lỗi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 16,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính lớn hơn kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

23. Khối lỗi theo điểm 22,

trong đó, kích thước chiều rộng của phần kết dính bằng $150\% \pm 5\%$ so với kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai, và

trong đó, góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán của mảnh tấm

thép kỹ thuật điện lớn hơn hoặc bằng 85° .

24. Khối lõi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 23,

trong đó, độ dày trung bình của các phần kết dính nằm trong khoảng từ $1,0\mu\text{m}$ đến $3,0\mu\text{m}$.

25. Khối lõi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 24,

trong đó, môđun đàn hồi dạng kéo trung bình E của các phần kết dính nằm trong khoảng từ 1.500MPa đến 4.500MPa.

26. Khối lõi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 25,

trong đó, phần kết dính là chất kết dính gốc acrylic loại kết dính ở nhiệt độ phòng chứa SGA được làm bằng chất kết dính gốc acrylic chứa chất đàn hồi.

27. Khối lõi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 26,

trong đó, các phần kết dính bao gồm chất kết dính loại nhiệt rắn và điểm nóng chảy của các phần kết dính này cao hơn hoặc bằng 200°C .

28. Lõi nhiều lớp được tạo ra bằng cách liên kết nhiều khối lõi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 27 ở dạng vòng tròn.

29. Động cơ điện, động cơ này bao gồm lõi nhiều lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, và 28.

30. Phương pháp sản xuất khối lõi, phương pháp này bao gồm:

quy trình thứ nhất trong đó nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện được đột dập ra khỏi tấm thép kỹ thuật điện; và

quy trình thứ hai trong đó nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng với các phần kết dính mà bao gồm chất kết dính loại nhiệt rắn, loại hóa rắn ở nhiệt độ phòng hoặc loại polyme hóa gốc và được cung cấp ở giữa,

trong đó, trong quy trình thứ nhất, mảnh tấm thép kỹ thuật điện được đột dập ra sao cho phần răng kéo dài theo hướng cán của tấm thép kỹ thuật điện,

trong đó, trong quy trình thứ hai, nhiều phần kết dính được tạo ra ở dạng dải mà kéo dài theo hướng thứ nhất khi nhìn theo hướng xếp chồng, nhiều phần

kết dính được bố trí cách đều nhau theo hướng thứ hai mà trực giao với hướng thứ nhất, và nhiều mảnh tấm thép kỹ thuật điện được xếp chồng sao cho góc được tạo ra bởi hướng thứ nhất và hướng cán lớn hơn hoặc bằng 45° và nhỏ hơn 90° .

31. Phương pháp sản xuất khối lõi theo điểm 30,

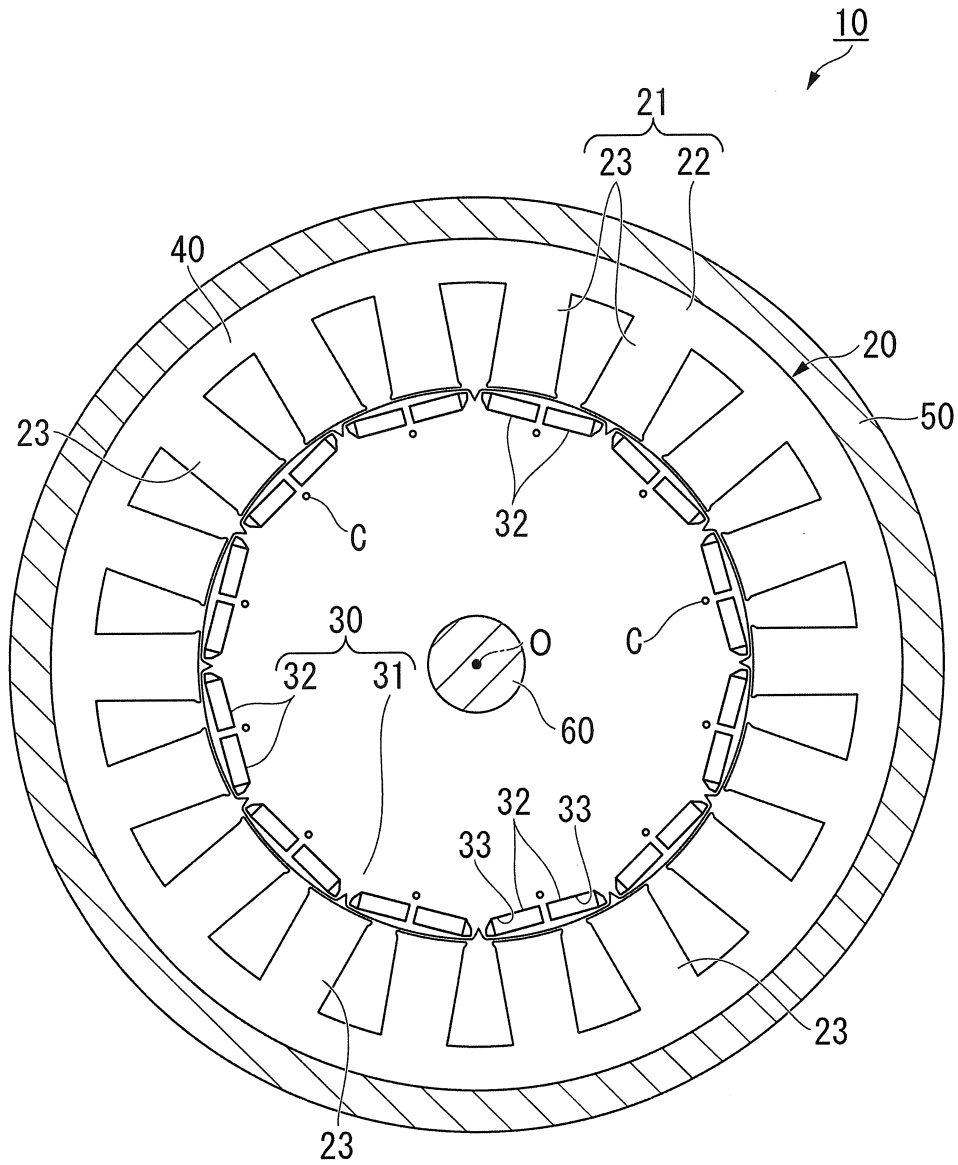
trong đó kích thước chiều rộng của phần kết dính nhỏ hơn kích thước khoảng cách giữa các phần kết dính liền kề với nhau theo hướng thứ hai.

32. Phương pháp sản xuất khối lõi theo điểm 30 hoặc 31,

trong đó, các phần kết dính bao gồm chất kết dính loại nhiệt rắn và điểm nóng chảy của các phần kết dính này cao hơn hoặc bằng 200°C .

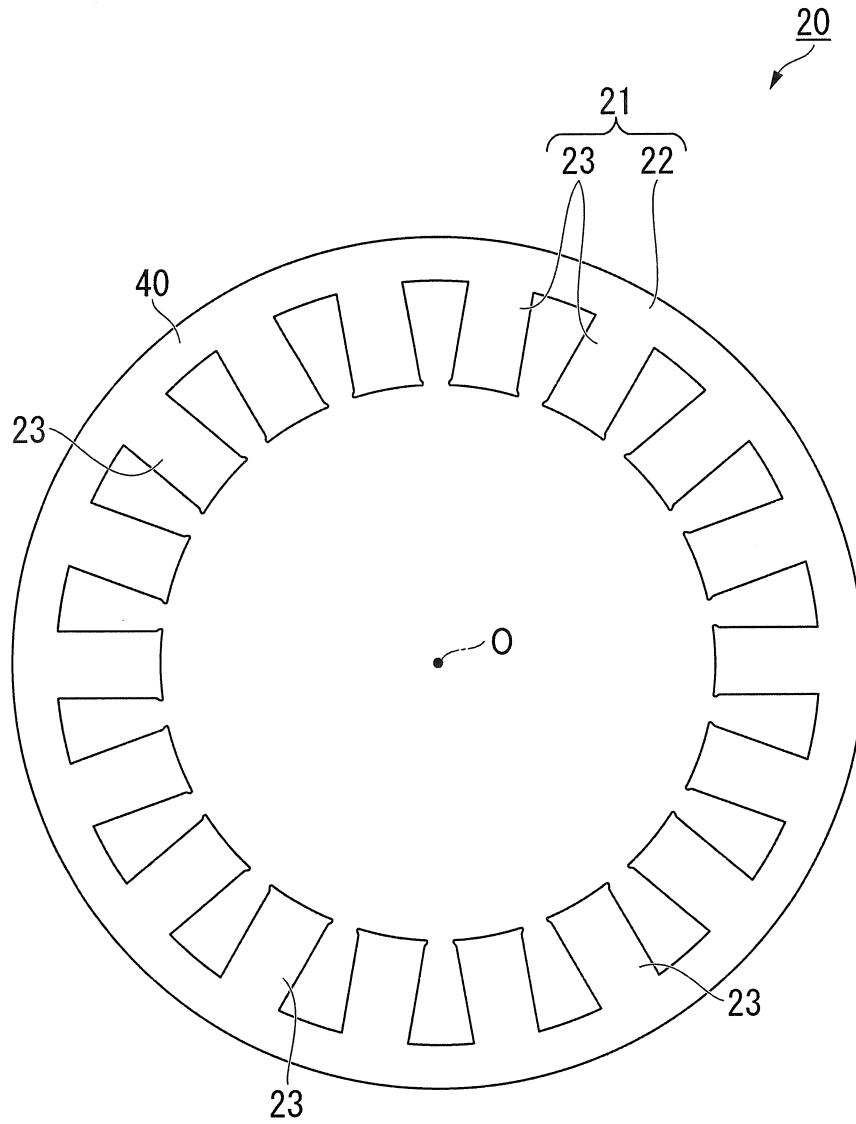
1/8

FIG. 1



2/8

FIG. 2



3/8

FIG. 3

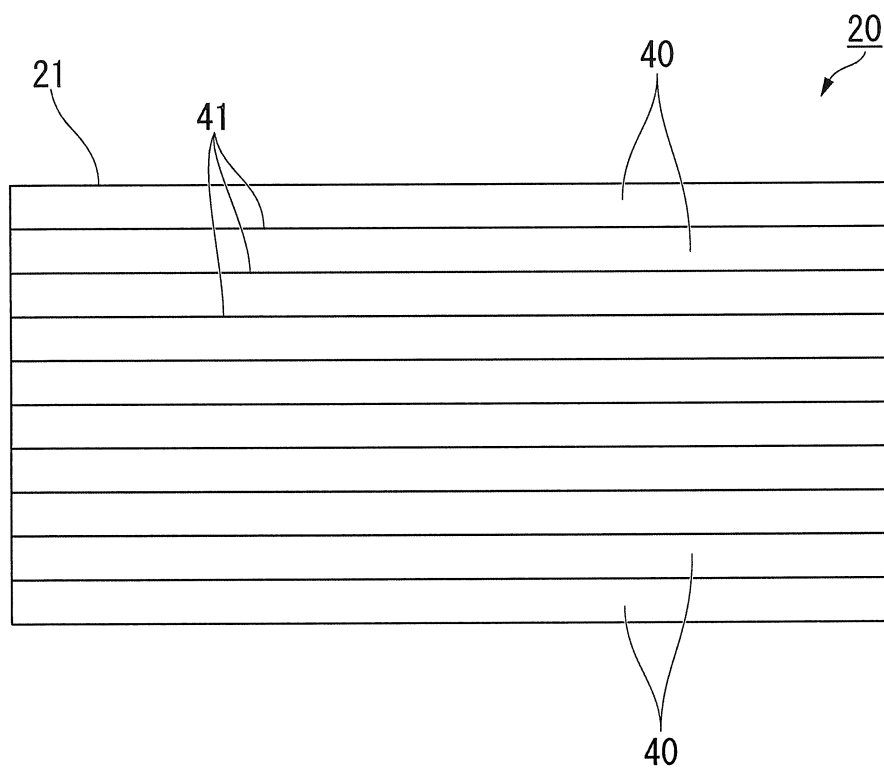


FIG. 4

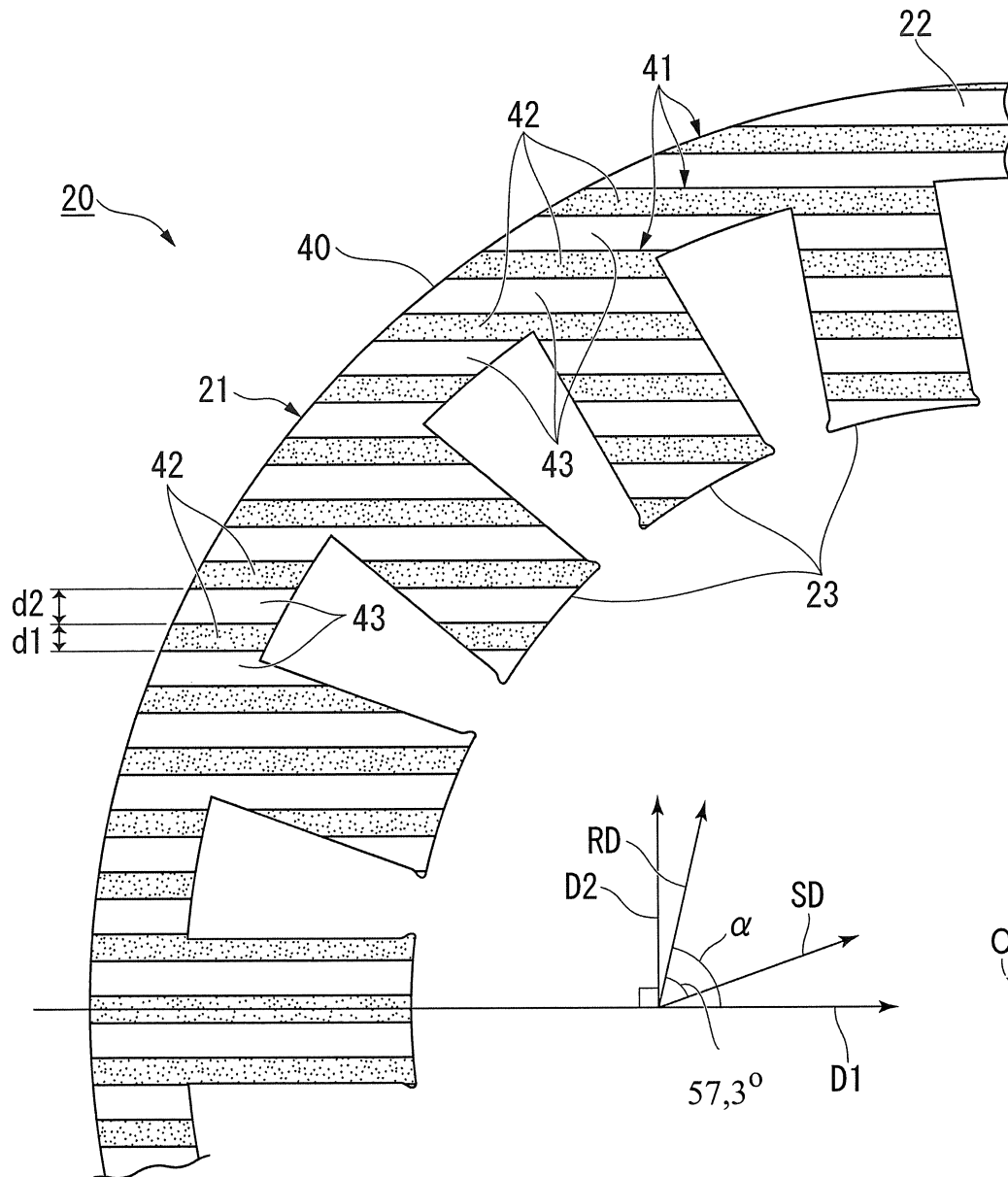
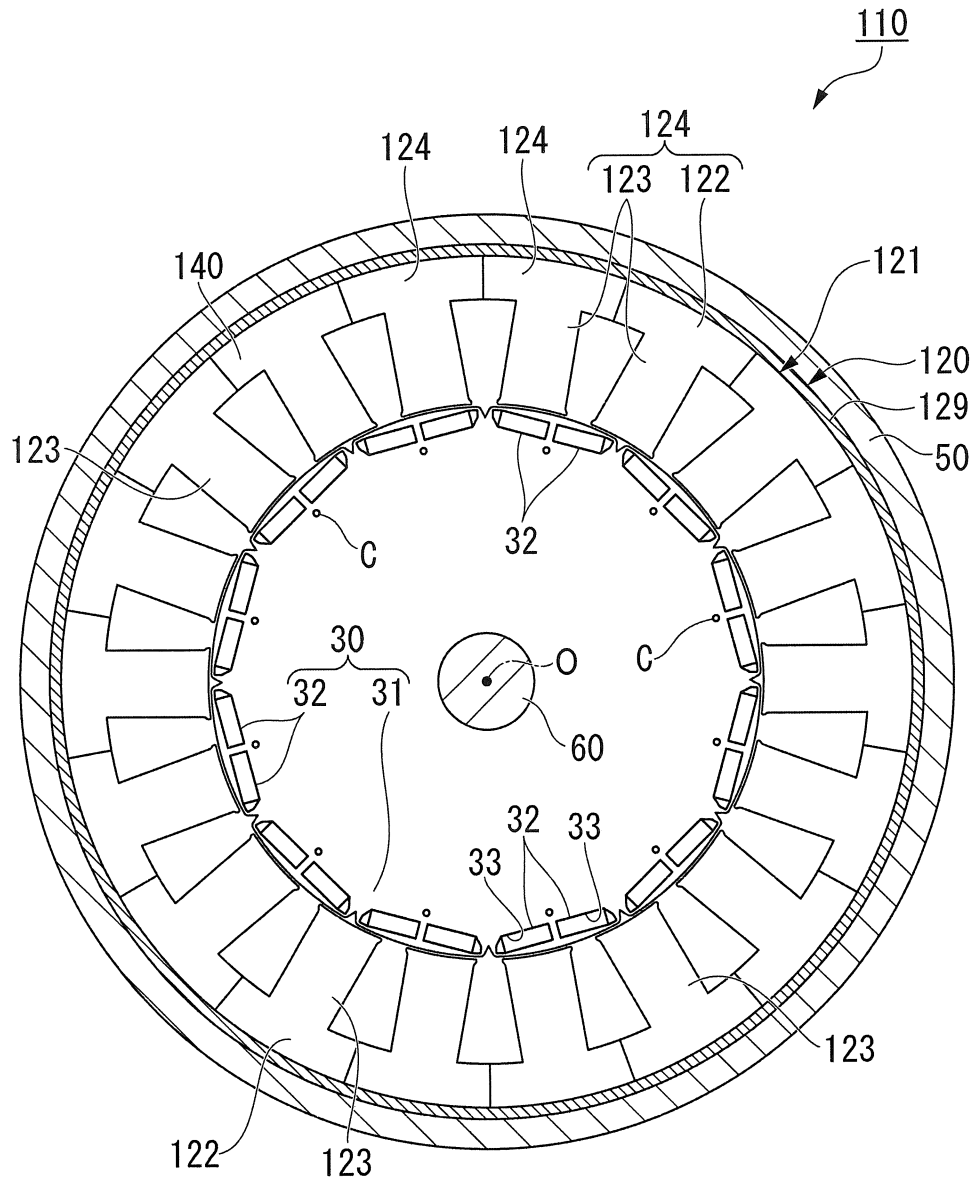
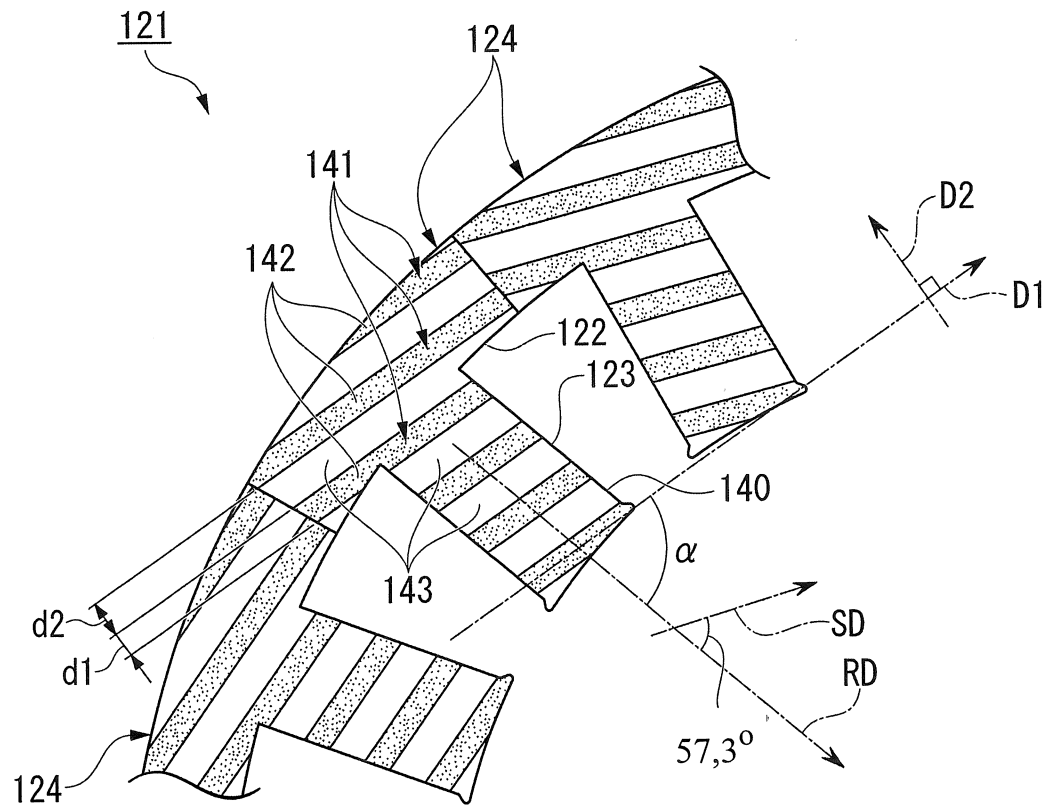


FIG. 5



6/8

FIG. 6



7/8

FIG. 7

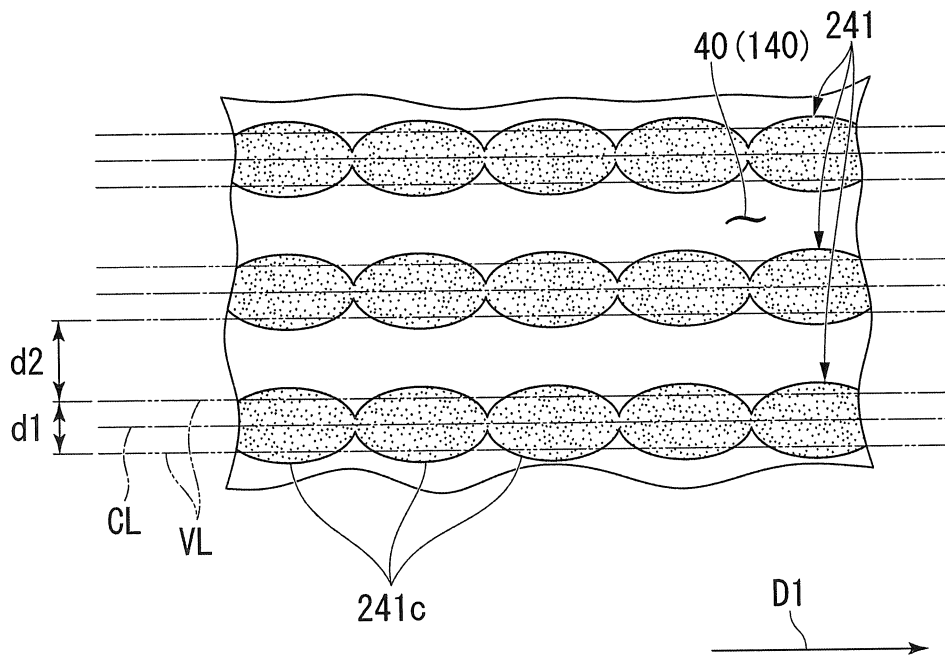
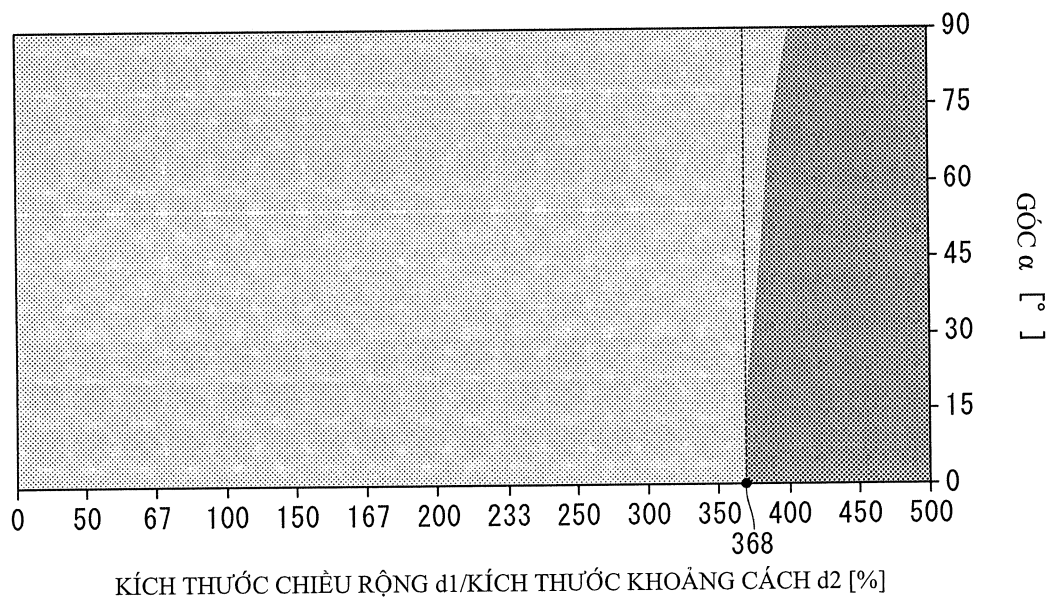


FIG. 8



8/8

FIG. 9

