



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0044926

(51)^{2020.01} C22C 38/00; H01F 41/02; H01F 27/245; (13) B
H01F 30/10; C22C 38/60; H01F 1/147

(21) 1-2022-02864

(22) 13/11/2020

(86) PCT/JP2020/042397 13/11/2020

(87) WO 2021/095837 A1 20/05/2021

(30) 2019-206674 15/11/2019 JP

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/08/2022 413A

(71) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) Ryu HIRAYAMA (JP); Tesshu MURAKAWA (JP); Miho TOMITA (JP).

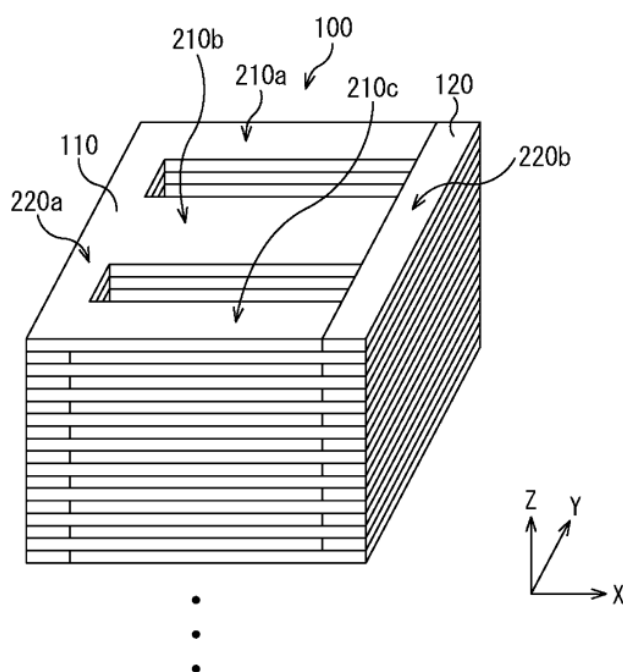
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) LỖI NHIỀU LỚP VÀ THIẾT BỊ ĐIỆN

(21) 1-2022-02864

(57) Sáng chế đề cập đến lõi nhiều lớp (100) có nhiều chân có hướng kéo dài theo hướng trục giao với hướng xếp lớp của các tấm thép kỹ thuật điện và nhiều vòng ôm có hướng kéo dài theo hướng trục giao với hướng xếp lớp của các tấm thép kỹ thuật điện và hướng kéo dài của các chân, và, ở cùng một vị trí của tấm thép kỹ thuật điện theo hướng xếp lớp, ít nhất một phần vùng của các chân và ít nhất một phần vùng của các vòng ôm được cấu hình bởi cùng một tấm thép kỹ thuật điện. Tấm thép kỹ thuật điện được bố trí sao cho hướng thứ nhất trong số các hướng dễ từ hóa của tấm thép kỹ thuật điện dọc theo hướng kéo dài của các chân và hướng thứ hai trong số các hướng dễ từ hóa của tấm thép kỹ thuật điện dọc theo hướng kéo dài của các vòng ôm.

[Fig.1]



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lõi nhiều lớp và thiết bị điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các thiết bị điện như các máy biến áp một pha, các lõi (các lõi sắt) được sử dụng. Để làm các lõi như vậy, có các lõi nhiều lớp như lõi EI, lõi EE, và lõi UI. Trong lõi nhiều lớp như vậy, các hướng trong đó từ thông chính chạy qua là hai hướng trực giao với nhau.

Khi tấm thép kỹ thuật điện tạo nên lõi nhiều lớp như vậy là tấm thép kỹ thuật điện định hướng theo thớ, hai hướng đã mô tả ở trên được làm cho khớp với hướng của trục dễ từ hóa (hướng ở góc 0° so với hướng cán) và hướng của trục khó từ hóa (hướng ở góc 90° so với hướng cán). Tấm thép kỹ thuật điện định hướng theo thớ có các đặc tính từ thuận lợi theo hướng của trục dễ từ hóa. Tuy nhiên, so với các đặc tính từ theo hướng của trục dễ từ hóa, các đặc tính từ theo hướng của trục khó từ hóa kém đi đáng kể. Do đó, tổn hao do sắt của toàn bộ lõi tăng lên hoặc tương tự, làm cho hiệu suất của lõi kém đi.

Do đó, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ lõi EI của máy biến áp nhỏ được cấu hình bằng cách sử dụng tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng mà kích thước hạt trung bình sau khi ủ tấm thép cán nóng được đặt đến lớn hơn hoặc bằng $300\mu\text{m}$, quá trình cán nguội được thực hiện ở mức giảm cán lớn hơn hoặc bằng 85% và nhỏ hơn hoặc bằng 95%, và quá trình ủ hoàn thiện được thực hiện ở nhiệt độ cao hơn hoặc bằng 700°C và thấp hơn hoặc bằng 950°C trong thời gian dài hơn hoặc bằng 10 giây và ngắn hơn hoặc bằng 1 phút. Trong tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng này, các đặc tính từ vượt trội theo các hướng ở các góc bằng 0° và 90° so với hướng cán.

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, công bố lần thứ nhất số 2004-332042

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Tuy nhiên, trong tài liệu sáng chế 1, không có nghiên cứu cụ thể nào liên quan đến trường hợp trong đó tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng được sử dụng cho thiết bị điện như máy biến áp nhỏ. Do đó, cần cải thiện các đặc tính từ trong các lõi nhiều lớp thông thường.

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

Cách thức giải quyết vấn đề

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, sáng chế sử dụng các cấu hình sau đây.

(1) Lõi nhiều lớp theo khía cạnh của sáng chế là lõi nhiều lớp có nhiều tấm thép kỹ thuật điện được xếp lớp sao cho các bề mặt tấm đối diện với nhau, trong đó mỗi trong số nhiều tấm thép kỹ thuật điện bao gồm nhiều chân và nhiều vòng ôm được bố trí theo hướng trục giao với hướng kéo dài của các chân là hướng kéo dài sao cho mạch từ kín được tạo ra trong lõi nhiều lớp khi lõi nhiều lớp được kích thích, hướng xếp lớp của tấm thép kỹ thuật điện cấu hình nhiều chân và hướng xếp lớp của tấm thép kỹ thuật điện cấu hình nhiều vòng ôm là giống như nhau, tấm thép kỹ thuật điện có thành phần hóa học chứa, theo % khối lượng, C: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%, Si: nằm trong khoảng từ 1,50% đến 4,00%, sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 1,0%, S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%, N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu, và Au: tổng cộng nằm trong khoảng từ 2,50% đến 5,00%, Sn: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, Sb: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, P: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, và một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn, và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0000% đến 0,0100%, trong đó, hàm lượng Mn (% khối lượng) được ký hiệu là [Mn], hàm lượng Ni (% khối lượng) được ký hiệu là [Ni], hàm lượng Co (% khối lượng) được ký hiệu là [Co], hàm lượng Pt (% khối lượng) được ký hiệu là [Pt], hàm lượng Pb (% khối lượng) được ký hiệu là [Pb], hàm lượng Cu (% khối lượng) được ký hiệu là [Cu], hàm lượng Au (% khối lượng) được ký hiệu là [Au], hàm lượng Si (% khối lượng) được ký hiệu là [Si], và hàm lượng sol. Al (% khối lượng) được

ký hiệu là [sol. Al], công thức (A) dưới đây được thỏa mãn, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất, khi B50 theo hướng cán được ký hiệu là B50L, B50 theo hướng có góc 90° so với hướng cán được ký hiệu là B50C, và, giữa B50 theo hai hướng trong đó góc nhỏ hơn trong số các góc so với hướng cán bằng 45° , B50 theo một hướng được ký hiệu là B50D1, và B50 theo hướng còn lại được ký hiệu là B50D2, công thức (B) và công thức (C) dưới đây được thỏa mãn, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X theo $\{100\}<011>$ lớn hơn hoặc bằng 5 và nhỏ hơn 30, và độ dày tấm nhỏ hơn hoặc bằng 0,50mm, tấm thép kỹ thuật điện được bố trí sao cho hướng bất kỳ trong số hai hướng trong đó góc nhỏ hơn trong số các góc so với hướng cán trở thành 45° dọc theo hướng bất kỳ trong số hướng kéo dài của các chân và hướng kéo dài của các vòng ôm, và hai hướng trong đó các đặc tính từ vượt trội nhất là hai hướng trong đó góc nhỏ hơn trong số các góc so với hướng cán bằng 45° .

$$([Mn] + [Ni] + [Co] + [Pt] + [Pb] + [Cu] + [Au]) - ([Si] + [sol. Al]) > 0\% \cdots (A)$$

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,7T \cdots (B)$$

$$(B50D1 + B50D2)/2 > (B50L + B50C)/2 \cdots (C)$$

Ở đây, mật độ từ thông B50 dùng để chỉ mật độ từ thông khi được kích thích bằng cường độ từ trường bằng 5000A/m.

(2) Lỗi nhiều lớp theo mục (1) nêu trên, trong đó công thức (D) dưới đây có thể được thỏa mãn.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,1 \times (B50L + B50C)/2 \cdots (D)$$

(3) Lỗi nhiều lớp theo mục (1) nêu trên, trong đó công thức (E) dưới đây có thể được thỏa mãn.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,2 \times (B50L + B50C)/2 \cdots (E)$$

(4) Lỗi nhiều lớp theo mục (1) nêu trên, trong đó công thức (F) dưới đây có thể được thỏa mãn.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,8T \cdots (F)$$

(5) Lỗi nhiều lớp theo mục (1) nêu trên có thể là lỗi EI, lỗi EE, lỗi UI, hoặc UU lỗi.

(6) Thiết bị điện theo một khía cạnh của sáng chế có lõi nhiều lớp theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (5) nêu trên và cuộn dây được bố trí để bao quanh lõi nhiều lớp.

Hiệu quả của sáng chế

Theo các khía cạnh đã mô tả ở trên của sáng chế, có thể cải thiện các đặc tính từ của các lõi nhiều lớp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện ví dụ thứ nhất của cấu hình dạng bên ngoài của lõi nhiều lớp.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện ví dụ thứ nhất của việc bố trí các tấm thép kỹ thuật điện trong mỗi lớp của lõi nhiều lớp.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện ví dụ của phương pháp cắt tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I ra khỏi dải thép kỹ thuật điện.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện ví dụ thứ nhất của cấu hình của thiết bị điện.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện ví dụ thứ hai của cấu hình dạng bên ngoài của lõi nhiều lớp.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện ví dụ thứ hai của việc bố trí tấm thép kỹ thuật điện trong mỗi lớp của lõi nhiều lớp.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện ví dụ của phương pháp cắt tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E ra khỏi dải thép kỹ thuật điện.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện ví dụ thứ ba của cấu hình dạng bên ngoài của lõi nhiều lớp.

Fig.9 là hình vẽ thể hiện ví dụ thứ ba của việc bố trí tấm thép kỹ thuật điện trong mỗi lớp của lõi nhiều lớp.

Fig.10 là hình vẽ thể hiện ví dụ của phương pháp cắt tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I ra khỏi dải thép kỹ thuật điện.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện ví dụ thứ ba của cấu hình của thiết bị điện.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện ví dụ của mối quan hệ giữa các tỷ lệ B50 và các góc từ hướng cán.

Fig.13 là hình vẽ thể hiện ví dụ của mối quan hệ giữa các tỷ lệ W15/50 và các góc so với hướng cán.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp

Trước tiên, tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp của phương án được mô tả dưới đây sẽ được mô tả.

Trước tiên, thành phần hóa học của thép được sử dụng trong tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp và phương pháp sản xuất chúng sẽ được mô tả. Trong phần mô tả sau đây, “%” là đơn vị của lượng của mỗi nguyên tố được chứa trong tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng hoặc vật liệu thép, có nghĩa là “% khối lượng” trừ khi có quy định cụ thể khác. Ngoài ra, các khoảng giới hạn bằng số được mô tả dưới đây bằng cách sử dụng từ “từ” bao gồm giá trị giới hạn dưới và giá trị giới hạn trên trong các khoảng này. Các giá trị số được biểu hiện bằng ‘lớn hơn’ hoặc ‘nhỏ hơn’ không được bao gồm trong các khoảng bằng số. Tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện hoặc vật liệu thép được sử dụng cho lõi nhiều lớp và thép có thành phần hóa học trong đó quá trình biến đổi ferit-austenit (sau đây, gọi là quá trình biến đổi α - γ) có thể xảy ra, C: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%, Si: nằm trong khoảng từ 1,50% đến 4,00%, sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 1,0%, S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%, N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%, một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu, và Au: tổng cộng nằm trong khoảng từ 2,50% đến 5,00%, Sn: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, Sb: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, P: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, và một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn, và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0000% đến 0,0100% được chứa, và phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất. Ngoài ra, các lượng của Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu, Au, Si, và sol. Al thỏa mãn các điều kiện đã được xác định trước được mô tả dưới đây. Các ví dụ của các tạp chất là các tạp chất được chứa trong nguyên liệu thô như quặng hoặc phế liệu hoặc

các tạp chất được chứa trong các bước sản xuất.

C: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%

C làm tăng tổn hao do sắt hoặc gây ra sự già hóa từ. Do đó, hàm lượng C tốt hơn là càng nhỏ càng tốt. Hiện tượng như vậy trở nên đáng kể khi hàm lượng C vượt quá 0,0100%. Do đó, hàm lượng C được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%. Sự giảm hàm lượng C cũng góp phần cải thiện đồng đều các đặc tính từ theo mọi hướng trong bề mặt tấm. Giới hạn dưới của hàm lượng C không bị giới hạn đặc biệt, nhưng tốt hơn là được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 0,0005% dựa trên chi phí của quá trình khử cacbon ở thời điểm tinh luyện.

Si: nằm trong khoảng từ 1,50% đến 4,00%

Si làm tăng điện trở để giảm tổn hao do dòng xoáy để làm giảm tổn hao do sắt hoặc làm tăng tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền để cải thiện khả năng gia công dập trên các lõi sắt. Khi hàm lượng Si nhỏ hơn 1,50%, các tác dụng tác động này có thể không thu được đủ. Do đó, hàm lượng Si được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 1,50%. Mặt khác, khi hàm lượng Si lớn hơn 4,00%, mật độ từ thông giảm xuống, khả năng gia công dập kém đi do sự tăng quá mức độ cứng, hoặc quá trình cán nguội trở nên khó khăn. Do đó, hàm lượng Si được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,00%.

sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 1,0%

sol. Al làm tăng điện trở để giảm tổn hao do dòng xoáy để làm giảm tổn hao do sắt. sol. Al cũng góp phần cải thiện độ lớn tương đối của mật độ từ thông B50 so với mật độ từ thông bão hòa. Ở đây, mật độ từ thông B50 dùng để chỉ mật độ từ thông khi được kích thích bằng cường độ từ trường bằng 5000A/m. Khi hàm lượng sol. Al nhỏ hơn 0,0001%, các tác dụng tác động này có thể không thu được đủ. Ngoài ra, Al cũng có tác dụng tăng tốc khử lưu huỳnh trong quá trình sản xuất thép. Do đó, hàm lượng sol. Al được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 0,0001%. Mặt khác, khi hàm lượng sol. Al lớn hơn 1,0%, mật độ từ thông giảm hoặc tỷ số giới hạn chảy trên giới hạn bền bị giảm xuống dẫn đến khả năng gia công dập bị kém đi. Do đó, hàm lượng sol. Al được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%.

S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%

S không phải là nguyên tố cơ bản và được chứa trong thép, chẳng hạn, dưới dạng tạp chất. S gây ra sự kết tủa của MnS mịn và do đó làm hỏng quá trình tái kết tinh và phát triển của các hạt tinh thể trong quá trình ủ. Do đó, hàm lượng S tốt hơn là càng nhỏ càng tốt. Sự tăng tổn hao do sắt và sự giảm mật độ từ thông do sự làm hỏng quá trình tái kết tinh và sự phát triển hạt tinh thể trở nên đáng kể khi hàm lượng S lớn hơn 0,0100%. Do đó, hàm lượng S được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%. Giới hạn dưới của hàm lượng S không bị giới hạn đặc biệt, nhưng tốt hơn là được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 0,0003% dựa trên chi phí của quá trình xử lý khử lưu huỳnh ở thời điểm tinh luyện.

N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%

Giống như C, N làm cho các đặc tính từ kém đi, và do đó hàm lượng N tốt hơn là càng nhỏ càng tốt. Do đó, hàm lượng N được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%. Giới hạn dưới của hàm lượng N không bị giới hạn đặc biệt, nhưng tốt hơn là được đặt đến lớn hơn hoặc bằng 0,0010% dựa trên chi phí của quá trình xử lý khử nitơ ở thời điểm tinh luyện.

Một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu, và Au: tổng cộng nằm trong khoảng từ 2,50% đến 5,00%

Vì các nguyên tố này là các nguyên tố cần thiết để tạo ra quá trình biến đổi α - γ , các nguyên tố này cần được chứa với lượng tổng cộng lớn hơn hoặc bằng 2,50%. Mặt khác, khi tổng này vượt quá 5,00%, có trường hợp chi phí tăng lên và mật độ từ thông giảm xuống. Do đó, tổng của các nguyên tố này được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 5,00%.

Ngoài ra, là điều kiện để cho phép xảy ra quá trình biến đổi α - γ , thành phần hóa học được làm cho thỏa mãn thêm các điều kiện sau đây. Nghĩa là, khi hàm lượng Mn (% khối lượng) được ký hiệu là [Mn], hàm lượng Ni (% khối lượng) được ký hiệu là [Ni], hàm lượng Co (% khối lượng) được ký hiệu là [Co], hàm lượng Pt (% khối lượng) được ký hiệu là [Pt], hàm lượng Pb (% khối lượng) được ký hiệu là [Pb], hàm lượng Cu (% khối lượng) được ký hiệu là [Cu], hàm lượng Au (% khối lượng) được ký hiệu là [Au], hàm lượng Si (% khối lượng) được ký hiệu là [Si], và hàm lượng sol. Al (% khối lượng) được ký hiệu là [sol. Al], theo % khối lượng, công thức (1) dưới đây tốt hơn là được thỏa mãn.

$$([Mn] + [Ni] + [Co] + [Pt] + [Pb] + [Cu] + [Au]) - ([Si] + [sol. Al]) > 0\% \cdots (1)$$

Trong trường hợp công thức (1) không được thỏa mãn, vì quá trình biến đổi α - γ không xảy ra, mật độ từ thông giảm xuống.

Sn: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, Sb: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, và P: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%

Sn hoặc Sb cải thiện kết cấu sau quá trình cán nguội hoặc quá trình tái kết tinh để cải thiện mật độ từ thông. Do đó, các nguyên tố này có thể được chứa nếu cần; tuy nhiên, khi được chứa quá mức, thép trở nên giòn. Do đó, cả hàm lượng Sn và hàm lượng Sb đều được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,400%. Ngoài ra, P có thể được chứa để bảo đảm độ cứng của tấm thép sau quá trình tái kết tinh; tuy nhiên, khi được chứa quá mức, sẽ làm cho thép giòn. Do đó, hàm lượng P được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,400%. Trong trường hợp truyền tác dụng bổ sung lên các đặc tính từ hoặc đặc tính tương tự như được mô tả ở trên, tốt hơn là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Sn nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400%, Sb nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400% và P nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400% được chứa.

Một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn, và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0000% đến 0,0100%

Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd phản ứng với S trong thép nóng chảy trong quá trình đúc thép nóng chảy để tạo ra chất kết tủa gồm sulfua, oxysulfua hoặc cả hai. Sau đây, Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn và Cd sẽ được gọi chung là “nguyên tố tạo chất kết tủa thô” trong một số trường hợp. Các kích thước hạt trong chất kết tủa của nguyên tố tạo chất kết tủa thô xấp xỉ từ 1 μ m đến 2 μ m, lớn hơn đáng kể các kích thước hạt (xấp xỉ 100nm) trong các chất kết tủa mịn của MnS, TiN, AlN hoặc loại tương tự. Do đó, các chất kết tủa mịn này bám dính vào chất kết tủa của nguyên tố tạo chất kết tủa thô và ít có khả năng làm hỏng quá trình tái kết tinh và phát triển của các hạt tinh thể trong khi ủ như quá trình ủ gia công. Để thu được đủ tác động tác dụng này, tổng của các nguyên tố này tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,0005%. Tuy nhiên, khi tổng của các nguyên tố này vượt quá 0,0100%, tổng lượng của sulfua, oxysulfua hoặc cả hai trở nên quá mức, và quá trình tái kết tinh và phát triển của các hạt tinh thể trong quá trình ủ gia công bị làm hỏng. Do đó, lượng của nguyên tố tạo chất kết tủa thô được đặt đến tổng cộng nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%.

Kết cấu

Tiếp theo, kết cấu của tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp sẽ được mô tả. Các chi tiết của phương pháp sản xuất sẽ được mô tả dưới đây, nhưng tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp là thành phần hóa học trong đó quá trình biến đổi α - γ có thể xảy ra và trở thành cấu trúc trong đó các hạt tinh thể $\{100\}$ đã phát triển bằng cách tinh luyện cấu trúc bằng cách làm nguội nhanh ngay sau bước cán tinh trong quá trình cán nóng. Do đó, trong tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp, cường độ theo định hướng $\{100\}<011>$ bằng từ 5 đến 30, và mật độ từ thông B50 theo hướng 45° so với hướng cán trở nên đặc biệt cao. Như đã mô tả ở trên, mật độ từ thông trở nên cao theo một hướng cụ thể, nhưng mật độ từ thông cao có thể thu được theo toàn bộ mọi hướng trên trung bình. Khi cường độ theo định hướng $\{100\}<011>$ trở nên nhỏ hơn 5, cường độ theo định hướng $\{111\}<112>$, mà làm giảm mật độ từ thông, trở nên cao, và toàn bộ mật độ từ thông giảm. Ngoài ra, trong phương pháp sản xuất trong đó cường độ theo định hướng $\{100\}<011>$ vượt quá 30, cần thiết làm cho thép cán nóng dày lên, điều này gây ra vấn đề là quá trình sản xuất trở nên khó khăn.

Cường độ theo định hướng $\{100\}<011>$ có thể được đo bằng phương pháp nhiễu xạ tia X hoặc phương pháp nhiễu xạ tán xạ ngược điện tử (electron backscatter diffraction, EBSD). Vì các góc phản xạ hoặc tương tự của tia X và chùm điện tử từ các mẫu khác nhau phụ thuộc vào sự định hướng tinh thể, các độ bền định hướng tinh thể có thể thu được từ cường độ phản xạ hoặc tương tự dựa trên mẫu định hướng ngẫu nhiên. Cường độ theo định hướng $\{100\}<011>$ của tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng mà được ưu tiên là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp bằng từ 5 đến 30 dựa vào tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X. Ở thời điểm này, các định hướng tinh thể có thể được đo bằng EBSD, và các giá trị được chuyển thành các tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X có thể được sử dụng.

Độ dày

Tiếp theo, độ dày của tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là

ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp sẽ được mô tả. Độ dày của tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp nhỏ hơn hoặc bằng 0,50mm. Khi độ dày vượt quá 0,50 mm, không thể thu được tổn hao do sắt ở tần số cao vượt trội. Do đó, độ dày được đặt đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,50mm.

Các đặc tính từ

Tiếp theo, các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp sẽ được mô tả. Ở thời điểm nghiên cứu các đặc tính từ, giá trị của B50, là mật độ từ thông của tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp, được đo. Trong tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng được sản xuất, một hướng cán và hướng cán còn lại có thể không phân biệt được. Do đó, theo phương án của sáng chế, hướng cán dùng để chỉ cả một hướng cán lẫn hướng cán còn lại. Khi giá trị của B50 (T) theo hướng cán được ký hiệu là B50L, giá trị của B50 (T) theo hướng nghiêng một góc 45° so với hướng cán được ký hiệu là B50D1, giá trị của B50 (T) theo hướng nghiêng một góc 90° so với hướng cán được ký hiệu là B50C, và giá trị của B50 (T) theo hướng nghiêng một góc 135° so với hướng cán được ký hiệu là B50D2, tính không đẳng hướng của mật độ từ thông trong đó B50D1 và B50D2 là cao nhất và B50L và B50C là thấp nhất được quan sát. (T) cho biết đơn vị của mật độ từ thông (tesla).

Ở đây, trong trường hợp xem xét, chẳng hạn, sự phân bố theo mọi hướng (0° đến 360°) của mật độ từ thông mà hướng cùng chiều kim đồng hồ (có thể ngược chiều kim đồng hồ) được coi là hướng dương, khi hướng cán được đặt đến 0° (một hướng) và 180° (hướng còn lại), B50D1 trở thành các giá trị B50 ở 45° và 225° , và B50D2 trở thành các giá trị B50 ở 135° và 315° . Tương tự, B50L trở thành các giá trị B50 ở 0° và 180° , và B50C trở thành các giá trị B50 ở 90° và 270° . Giá trị B50 ở 45° và giá trị B50 ở 225° hoàn toàn trùng khớp với nhau, và giá trị B50 ở 135° và giá trị B50 ở 315° hoàn toàn trùng khớp với nhau. Tuy nhiên, vì có trường hợp không dễ dàng làm cho các đặc tính từ giống nhau ở thời điểm sản xuất thực tế, có trường hợp B50D1 và B50D2 không hoàn toàn trùng khớp với nhau. Tương tự, có trường hợp giá trị B50 ở 0° và giá trị B50

ở 180° hoàn toàn trùng khớp với nhau, và giá trị B50 ở 90° và giá trị B50 ở 270° hoàn toàn trùng khớp với nhau, nhưng B50L và B50C không hoàn toàn trùng khớp với nhau. Trong tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp, công thức (2) và công thức (3) dưới đây được thỏa mãn bằng cách sử dụng giá trị trung bình của B50D1 và B50D2 và giá trị trung bình của B50L và B50C.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,7T \cdots (2)$$

$$(B50D1 + B50D2)/2 > (B50L + B50C)/2 \cdots (3)$$

Khi mật độ từ thông được đo như đã mô tả ở trên, giá trị trung bình của B50D1 và B50D2 trở nên lớn hơn hoặc bằng $1,7T$ như trong công thức (2), và tính không đẳng hướng cao của mật độ từ thông như trong công thức (3) được xác nhận.

Ngoài ra, ngoài việc thỏa mãn công thức (1), tính không đẳng hướng của mật độ từ thông tốt hơn là cao hơn trong công thức (3) như được thể hiện trong công thức (4) dưới đây.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,1 \times (B50L + B50C)/2 \cdots (4)$$

Ngoài ra, tính không đẳng hướng của mật độ từ thông tốt hơn là cao hơn như được thể hiện trong công thức (5) dưới đây.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,2 \times (B50L + B50C)/2 \cdots (5)$$

Ngoài ra, giá trị trung bình của B50D1 và B50D2 tốt hơn là trở nên lớn hơn hoặc bằng $1,8T$ như được thể hiện trong công thức (6) dưới đây.

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,8T \cdots (6)$$

Góc 45° đã mô tả ở trên là giá trị lý thuyết, và có trường hợp không dễ làm cho hướng cán khớp với 45° trong quá trình sản xuất thực tế. Do đó, các hướng cán không hoàn toàn khớp với 45° cũng được coi là hướng cán ở 45° . Điều này cũng đúng đối với 0° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , và 315° .

Mật độ từ thông có thể được đo từ các mẫu $55\text{mm} \times 55\text{mm}$ được cắt theo các hướng ở các góc bằng 45° , 0° , và tương tự so với hướng cán bằng cách sử dụng dụng cụ đo từ đơn tấm.

Phương pháp sản xuất

Tiếp theo, ví dụ của phương pháp sản xuất đối với tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp sẽ được mô tả. Ở thời điểm sản xuất tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp, chẳng hạn, quá trình cán nóng, quá trình cán nguội (quá trình cán nguội thứ nhất), quá trình ủ gia công (quá trình ủ thứ nhất), quá trình cán ép nhẹ (quá trình cán nguội thứ hai), quá trình ủ hoàn thiện (quá trình ủ thứ ba), quá trình ủ giảm ứng suất (quá trình ủ thứ hai), và quá trình tương tự được thực hiện.

Trước tiên, thép đã mô tả ở trên được gia nhiệt và cán nóng. Thép là, chẳng hạn, phôi tấm được sản xuất bằng quá trình đúc liên tục thông thường. Bước cán thô và cán tinh của quá trình cán nóng được thực hiện ở các nhiệt độ trong khoảng γ (cao hơn hoặc bằng nhiệt độ A_{r1}). Nghĩa là, quá trình cán nóng được thực hiện sao cho nhiệt độ kết thúc của bước cán tinh trở nên cao hơn hoặc bằng nhiệt độ A_{r1} , và nhiệt độ cuộn trở nên cao hơn 250°C và thấp hơn hoặc bằng 600°C . Do đó, thép biến đổi từ austenit thành ferit bằng cách lán nguội tiếp theo, bằng cách đó cấu trúc được tinh luyện. Khi quá trình cán nguội tiếp theo được thực hiện ở trạng thái trong đó cấu trúc đã được tinh luyện, sự tái kết tinh phòng lên (sau đây, sự phòng lên) có thể xảy ra, và có thể tạo điều kiện thuận lợi cho các hạt tinh thể $\{100\}$, mà thường khó phát triển.

Ngoài ra, ở thời điểm sản xuất tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp, ngoài ra, nhiệt độ (nhiệt độ kết thúc) khi thép đi qua hành trình cuối cùng của bước cán tinh được đặt đến cao hơn hoặc bằng nhiệt độ A_{r1} , và nhiệt độ cuộn được đặt đến cao hơn 250°C và thấp hơn hoặc bằng 600°C . Thép biến đổi từ austenit thành ferit, bằng cách đó cấu trúc tinh thể được tinh luyện. Cấu trúc tinh thể được tinh luyện như đã mô tả ở trên, bằng cách đó có thể tạo điều kiện thuận lợi xảy ra sự phòng lên nhờ quá trình cán nguội tiếp theo và quá trình ủ.

Sau đó, tấm thép cán nóng được cuộn và tẩy gỉ mà không cần được ủ, và tấm thép cán nóng được cán nguội. Trong quá trình cán nguội, mức giảm cán tốt hơn là được đặt đến từ 80% đến 95%. Ở mức giảm cán bằng nhỏ hơn 80%, sự phòng lên có thể ít

xảy ra. Ở mức giảm cán bằng lớn hơn 95%, các hạt tinh thể $\{100\}$ trở nên dễ phát triển bởi sự phòng lên tiếp theo, nhưng cần làm cho tấm thép cán nóng dày lên, việc cuộn tấm thép cán nóng trở nên khó khăn, và các quá trình hoạt động có thể trở nên khó khăn. Mức giảm cán của quá trình cán nguội tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 86%. Ở mức giảm cán của quá trình cán nguội lớn hơn hoặc bằng 86%, sự phòng lên có thể ít xảy ra.

Khi quá trình cán nguội kết thúc, tiếp theo, quá trình ủ gia công được thực hiện. Ở thời điểm sản xuất tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp, quá trình ủ gia công được thực hiện ở nhiệt độ tại đó thép không biến đổi thành austenit. Nghĩa là, nhiệt độ trong quá trình ủ gia công tốt hơn là được đặt đến thấp hơn nhiệt độ Ac_1 . Khi quá trình ủ được thực hiện như đã mô tả ở trên, sự phòng lên xảy ra, và các hạt tinh thể $\{100\}$ trở nên dễ dàng phát triển. Ngoài ra, thời gian của quá trình ủ gia công tốt hơn là được đặt đến từ 5 giây đến 60 giây.

Khi quá trình ủ gia công kết thúc, tiếp theo, quá trình cán ép nhẹ được thực hiện. Khi quá trình cán ép nhẹ và quá trình ủ được thực hiện ở trạng thái trong đó sự phòng lên xảy ra như đã mô tả ở trên, các hạt tinh thể $\{100\}$ phát triển thêm nữa từ phần tại đó sự phòng lên xảy ra dưới dạng điểm bắt đầu. Điều này là do quá trình cán ép nhẹ làm cho các biến dạng khó được tích tụ trong các hạt tinh thể $\{100\}\langle 011 \rangle$ và làm cho các biến dạng dễ được tích tụ trong các hạt tinh thể $\{111\}\langle 112 \rangle$, và, trong quá trình ủ tiếp theo, các hạt tinh thể $\{100\}\langle 011 \rangle$ bao gồm một số lượng nhỏ các biến dạng xâm nhập vào các hạt tinh thể $\{111\}\langle 112 \rangle$ bằng cách sử dụng sự chênh lệch ứng suất làm lực dẫn động. Hiện tượng xâm nhập này gây ra bởi sự chênh lệch biến dạng làm lực phát động được gọi là sự di chuyển biên gây ra do biến dạng (sau đây, được gọi là SIBM (strain-induced boundary migration)). Mức giảm cán bởi quá trình cán ép nhẹ tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5% đến 25%. Ở mức giảm cán bằng nhỏ hơn 5%, vì lượng biến dạng là quá nhỏ, SIBM không xảy ra trong quá trình ủ tiếp theo, và các hạt tinh thể $\{100\}\langle 011 \rangle$ không trở nên lớn. Mặt khác, ở mức giảm cán bằng lớn hơn 25%, lượng biến dạng trở nên quá lớn, và sự tạo mầm kết tinh lại (sau đây, được gọi là sự tạo mầm) trong đó các hạt tinh thể mới được tạo ra trong các hạt tinh thể $\{111\}\langle 112 \rangle$ xảy ra. Trong quá trình tạo mầm này, vì hầu hết tất cả các hạt mới được tạo ra là hạt tinh thể $\{111\}\langle 112 \rangle$, các đặc tính từ trở nên kém.

Sau quá trình cán ép nhẹ, quá trình ủ cuối cùng được thực hiện để giải phóng biến dạng và cải thiện khả năng gia công. Tương tự, quá trình ủ cuối cùng cũng được đặt đến nhiệt độ tại đó thép không biến đổi thành austenit, và nhiệt độ của quá trình ủ cuối cùng được đặt đến thấp hơn nhiệt độ A_{c1} . Khi quá trình ủ cuối cùng được thực hiện như đã mô tả ở trên, các hạt tinh thể $\{100\}<011>$ xâm nhập các hạt tinh thể $\{111\}<112>$, và các đặc tính từ có thể được cải thiện. Ngoài ra, ở thời điểm của quá trình ủ cuối cùng, thời gian cần thiết để nhiệt độ đạt từ 600°C đến nhiệt độ A_{c1} được đặt đến ngắn hơn hoặc bằng 1200 giây. Khi thời gian ủ này quá ngắn, hầu hết tất cả các biến dạng được gây ra bởi sự ép nhẹ còn lại, và tấm thép cong khi được dập thành hình dạng phức tạp. Mặt khác, khi thời gian ủ quá dài, các hạt tinh thể trở nên quá thô, bề mặt rỗ xuống trở nên lớn ở thời điểm dập, và độ chính xác dập trở nên kém.

Khi quá trình ủ hoàn thiện kết thúc, tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng được tạo ra hoặc tương tự để tạo ra chi tiết thép mong muốn. Ngoài ra, để loại bỏ biến dạng hoặc tương tự được tạo ra bằng cách tạo hình hoặc tương tự (chẳng hạn, dập) được thực hiện trên chi tiết thép được làm từ tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng, quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện trên chi tiết thép. Theo phương án của sáng chế, để tạo ra SIBM ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ A_{c1} và để làm thô các kích thước hạt tinh thể, nhiệt độ của quá trình ủ giảm ứng suất được đặt đến, chẳng hạn, khoảng 800°C , và thời gian của quá trình ủ giảm ứng suất được đặt đến khoảng hai giờ. Quá trình ủ giảm ứng suất làm cho có thể cải thiện các đặc tính từ.

Trong tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng (chi tiết thép) là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp, B50 cao của công thức (1) và tính không đẳng hướng vượt trội của công thức (2) có thể thu được chủ yếu bởi bước cán tinh được thực hiện ở nhiệt độ cao hơn hoặc bằng nhiệt độ A_{r1} trong bước cán nóng trong phương pháp sản xuất đã mô tả ở trên. Ngoài ra, mức giảm cán trong bước cán nguội được đặt đến khoảng 85%, bằng cách đó có thể thu được công thức (3), và, mức giảm cán trong bước cán ép nhẹ được đặt đến khoảng 10%, bằng cách đó có thể thu được tính không đẳng hướng vượt trội hơn nữa của công thức (4).

Nhiệt độ Ar1 theo phương án của sáng chế thu được từ sự thay đổi giãn nở nhiệt của thép (tấm thép) trong lúc làm nguội ở tốc độ làm nguội trung bình $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$. Ngoài ra, nhiệt độ Ac1 theo phương án của sáng chế thu được từ sự thay đổi giãn nở nhiệt của thép (tấm thép) trong lúc gia nhiệt ở tốc độ gia nhiệt trung bình $1^{\circ}\text{C}/\text{giây}$.

Chi tiết thép được làm từ tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp có thể được sản xuất như đã mô tả ở trên.

Tiếp theo, tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng là ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp sẽ được mô tả cụ thể trong lúc mô tả các ví dụ. Các ví dụ được mô tả dưới đây đơn giản là các ví dụ của tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng, và tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng không bị giới hạn ở các ví dụ sau đây.

Ví dụ thứ nhất

Thép nóng chảy được đúc, bằng cách đó tạo ra các thỏi có các thành phần được thể hiện trong bảng 1 và bảng 2 dưới đây. Ở đây, cột “vế trái của công thức” cho biết giá trị của vế trái của công thức (1) đã mô tả ở trên. Sau đó, các thỏi tạo ra được cán nóng bằng cách được gia nhiệt lên đến 1150°C và cán sao cho các độ dày tấm đạt 2,5mm. Ngoài ra, sau khi kết thúc bước cán tinh, các tấm thép cán nóng được cuộn. Các nhiệt độ (các nhiệt độ kết thúc) trong giai đoạn của hành trình cuối cùng của bước cán tinh ở thời điểm này bằng 830°C và tất cả các nhiệt độ đều cao hơn nhiệt độ Ar1. Đối với số 108 trong đó quá trình biến đổi $\gamma\text{-}\alpha$ không xảy ra, nhiệt độ kết thúc được đặt đến 850°C . Ngoài ra, về nhiệt độ cuộn, các tấm thép cán nóng được cuộn trong các điều kiện được thể hiện trong bảng 1.

Tiếp theo, các tấm thép cán nóng được tẩy gỉ để loại bỏ gỉ và được cán nguội ở các mức giảm cán sau quá trình cán nguội được thể hiện trong bảng 1. Ngoài ra, quá trình ủ được thực hiện ở 700°C trong 30 giây trong môi trường khí không oxy hóa. Tiếp theo, quá trình cán được thực hiện ở các mức giảm cán của quá trình cán nguội thứ hai (quá trình cán ép nhẹ) được thể hiện trong bảng 1.

Tiếp theo, để nghiên cứu các đặc tính từ, sau quá trình cán nguội thứ hai (quá trình cán ép nhẹ), quá trình ủ cuối cùng được thực hiện ở 800°C trong 30 giây để tạo ra

các mẫu 55mm x 55mm bằng cách cắt, sau đó, quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện ở 800°C trong hai giờ, và các mật độ từ thông B50 được đo. Để làm các mẫu đo, các mẫu 55mm x 55mm được thu thập theo hai hướng ở các góc bằng 0°C và 45°C so với hướng cán. Ngoài ra, hai loại mẫu này được đo, và mỗi trong số các mật độ từ thông B50 ở 0°, 45°, 90°, và 135° so với hướng cán được gọi là B50L, B50D1, B50C, và B50D2.

Bảng 1

Số	Thành phần (% trọng lượng)													Quá trình cán nóng		Quá trình cán nguội		Quá trình cán nguội thứ hai
	C	Si	sol-Al	S	N	Mn	Ni	Co	Pt	Pb	Cu	Au	Công thức (1)	Nhiệt độ cuộn	Độ dày tấm	Mức giảm cán	Độ dày tấm	
101	0,0008	2,52	0,010	0,0017	0,0019	3,12	---	---	---	---	---	---	0,60	500	2,5	85%	0,385	9%
102	0,0006	2,51	0,013	0,0017	0,0024	---	3,14	---	---	---	---	---	0,62	500	2,5	85%	0,385	9%
103	0,0007	2,48	0,013	0,0023	0,0017	---	---	3,07	---	---	---	---	0,57	500	2,5	85%	0,385	9%
104	0,0009	2,48	0,010	0,0023	0,0017	---	---	---	3,06	---	---	---	0,58	500	2,5	85%	0,385	9%
105	0,0008	2,48	0,010	0,0017	0,0017	---	---	---	---	3,12	---	---	0,63	500	2,5	85%	0,385	9%
106	0,0007	2,53	0,009	0,0020	0,0017	---	---	---	---	---	3,13	---	0,59	500	2,5	85%	0,385	9%
107	0,0012	2,47	0,009	0,0019	0,0022	---	---	---	---	---	---	3,06	0,58	500	2,5	85%	0,385	9%
108	0,0011	3,23	0,010	0,0020	0,0021	3,06	---	---	---	---	---	---	-0,18	500	2,5	85%	0,385	9%
109	0,0012	2,49	0,301	0,0023	0,0022	3,36	---	---	---	---	---	---	0,57	500	2,5	85%	0,385	9%
110	0,0008	2,50	0,006	0,0022	0,0022	3,09	---	---	---	---	---	---	0,58	500	4,0	90%	0,420	17%
111	0,0009	2,54	0,010	0,0020	0,0022	3,13	---	---	---	---	---	---	0,58	500	3,0	87%	0,385	9%
112	0,0010	2,49	0,006	0,0022	0,0019	3,07	---	---	---	---	---	---	0,58	500	2,5	86%	0,355	1%
113	0,0007	2,48	0,014	0,0020	0,0019	3,14	---	---	---	---	---	---	0,64	500	7,0	95%	0,385	9%
114	0,0009	2,50	0,014	0,0024	0,0019	3,12	---	---	---	---	---	---	0,60	500	2,5	89%	0,275	9%
115	0,0013	2,48	0,011	0,0021	0,0023	3,10	---	---	---	---	---	---	0,61	500	1,5	93%	0,110	9%
116	0,0012	2,49	0,601	0,0020	0,0021	3,69	---	---	---	---	---	---	0,60	700	2,8	86%	0,385	9%
117	0,0008	2,50	0,600	0,0020	0,0019	3,69	---	---	---	---	---	---	0,59	600	2,8	86%	0,385	9%
118	0,0012	2,49	0,600	0,0020	0,0020	3,71	---	---	---	---	---	---	0,61	500	2,8	86%	0,385	9%
119	0,0009	2,52	0,599	0,0018	0,0018	---	3,70	---	---	---	---	---	0,58	500	2,8	86%	0,385	9%
120	0,0011	2,47	0,599	0,0019	0,0021	---	---	3,68	---	---	---	---	0,61	500	2,8	86%	0,385	9%
121	0,0012	2,53	0,599	0,0019	0,0020	---	---	---	3,69	---	---	---	0,55	500	2,8	86%	0,385	9%
122	0,0008	2,52	0,599	0,0020	0,0021	---	---	---	---	3,73	---	---	0,60	500	2,8	86%	0,385	9%
123	0,0012	2,48	0,604	0,0021	0,0020	---	---	---	---	---	3,71	---	0,63	500	2,8	86%	0,385	9%
124	0,0012	2,48	0,598	0,0021	0,0019	---	---	---	---	---	---	3,69	0,61	500	2,8	86%	0,385	9%
125	0,0011	2,49	0,600	0,0020	0,0019	3,68	---	---	---	---	---	---	0,59	400	2,8	86%	0,385	9%
126	0,0012	2,48	0,600	0,0019	0,0020	3,70	---	---	---	---	---	---	0,62	300	2,8	86%	0,385	9%
127	0,0010	2,50	0,602	0,0020	0,0019	3,69	---	---	---	---	---	---	0,59	200	2,8	86%	0,385	9%
128	0,0011	2,52	0,900	0,0018	0,0021	4,00	---	---	---	---	---	---	0,58	500	2,8	86%	0,385	9%
129	0,0010	2,49	0,600	0,0020	0,0021	3,72	---	---	---	---	---	---	0,63	500	2,0	81%	0,385	9%
130	0,0011	2,50	0,598	0,0022	0,0021	3,72	---	---	---	---	---	---	0,62	500	1,8	79%	0,385	9%

Bảng 2

Số		Các đặc tính của tấm thép		B50(T)										Ghi chú
				B50D1	B50D2	B50L	B50C	Công thức (2)	Công thức (3)	Công thức (4)	Công thức (5)	Công thức (6)		
101	14,6	<011>	Độ dày tấm	1,809	1,812	1,558	1,550	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
102	14,9		0,35	1,814	1,809	1,563	1,553	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
103	15,2		0,35	1,809	1,814	1,563	1,547	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
104	15,1		0,35	1,807	1,814	1,564	1,547	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
105	15,3		0,35	1,813	1,807	1,558	1,548	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
106	14,8		0,35	1,814	1,808	1,556	1,547	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
107	14,6		0,35	1,807	1,807	1,559	1,547	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
108	0,3		0,35	1,548	1,551	1,633	1,583	Không thỏa mãn	Không thỏa mãn	Không thỏa mãn	Không thỏa mãn	Không thỏa mãn	Ví dụ so sánh	
109	15,4		0,35	1,792	1,787	1,548	1,554	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
110	25,1		0,35	1,846	1,851	1,538	1,532	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
111	19,8		0,35	1,818	1,817	1,547	1,540	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
112	3,1		0,35	1,684	1,678	1,586	1,587	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Ví dụ so sánh	
113	34,6		0,35	1,861	1,862	1,551	1,551	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Ví dụ so sánh	
114	20,0		0,25	1,812	1,813	1,541	1,526	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
115	19,7		0,10	1,839	1,843	1,586	1,590	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
116	7,0		0,35	1,727	1,730	1,528	1,529	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
117	12,0		0,35	1,773	1,767	1,538	1,532	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
118	15,0		0,35	1,784	1,778	1,543	1,531	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
119	14,6		0,35	1,786	1,785	1,540	1,532	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
120	14,6		0,35	1,783	1,788	1,541	1,528	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
121	15,3		0,35	1,784	1,785	1,539	1,531	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
122	14,7		0,35	1,783	1,785	1,539	1,533	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
123	15,1		0,35	1,786	1,787	1,541	1,529	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
124	15,1		0,35	1,785	1,785	1,538	1,527	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
125	12,2		0,35	1,768	1,772	1,541	1,531	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
126	11,2		0,35	1,762	1,765	1,536	1,531	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
127	6,9		0,35	1,734	1,735	1,517	1,529	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
128	15,2		0,35	1,772	1,774	1,539	1,519	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
129	10,4		0,35	1,746	1,746	1,532	1,521	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	
130	5,9		0,35	1,731	1,736	1,519	1,528	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Thỏa mãn	Không thỏa mãn	Thỏa mãn	Theo sáng chế	

Các giá trị được gạch chân trong bảng 1 và bảng 2 cho biết các điều kiện lệch khỏi phạm vi của sáng chế. Trong toàn bộ từ số 101 đến số 107, số 109 đến số 111, và số 114 đến số 130, là các ví dụ của sáng chế, các mật độ từ thông B50 là các giá trị có lợi theo cả hướng 45° và trên trung bình trên toàn bộ chu vi. Tuy nhiên, ở số 116 và số 127, vì các nhiệt độ cuộn nằm ngoài khoảng thích hợp, các mật độ từ thông B50 hơi thấp. Ở số 129 và số 130, vì các mức giảm cán của quá trình cán nguội nhỏ, các mật độ từ thông B50 hơi thấp so với số 118 trong đó các thành phần và nhiệt độ cuộn là giống nhau. Mặt khác, ở số 108, là ví dụ so sánh, vì nồng độ Si cao, giá trị của vế trái của công thức nhỏ hơn hoặc bằng 0, và thành phần đã không trải quá quá trình biến đổi α - γ , các mật độ từ thông B50 đều thấp. Ở số 112, là ví dụ so sánh, vì mức giảm cán ép nhẹ giảm, độ bền $\{100\}\langle 011 \rangle$ nhỏ hơn 5, và tất cả các mật độ từ thông B50 đều thấp. Số 113, là ví dụ so sánh, độ bền $\{100\}\langle 011 \rangle$ trở nên lớn hơn hoặc bằng 30, đi trệch khỏi sáng chế. Ở số 113, vì độ dày của thép cán nóng bằng 7mm, có hạn chế là khó khăn trong quá trình hoạt động.

Ví dụ thứ hai

Thép nóng chảy được đúc, bằng cách đó tạo ra các thỏi có các thành phần được thể hiện trong bảng 3 dưới đây. Sau đó, các thỏi tạo ra được cán nóng bằng cách được gia nhiệt lên đến 1150°C và cán sao cho các độ dày tấm đạt 2,5mm. Ngoài ra, sau khi kết thúc bước cán tinh, các tấm thép cán nóng được cuộn. Các nhiệt độ kết thúc trong giai đoạn của hành trình cuối cùng của bước cán tinh ở thời điểm này bằng 830°C và tất cả các nhiệt độ đều cao hơn nhiệt độ Ar1.

Tiếp theo, các tấm thép cán nóng được tẩy gỉ để loại bỏ gỉ và được cán nguội cho đến khi các độ dày tấm bằng 0,385mm. Ngoài ra, quá trình ủ được thực hiện trong môi trường khí không oxy hóa, và các nhiệt độ trong quá trình ủ được kiểm soát sao cho các tốc độ tái kết tinh bằng 85%. Tiếp theo, quá trình cán nguội thứ hai (quá trình cán ép nhẹ) được thực hiện cho đến khi các độ dày tấm bằng 0,35mm.

Tiếp theo, để nghiên cứu các đặc tính từ, sau quá trình cán nguội thứ hai (quá trình cán ép nhẹ), quá trình ủ cuối cùng được thực hiện ở 800°C trong 30 giây để tạo ra các mẫu 55mm x 55mm bằng cách cắt, sau đó, quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện ở 800°C trong hai giờ, và các mật độ từ thông B50 và các tổn hao do sắt W10/400 được

đo. Các mật độ từ thông B50 được đo theo thứ tự giống như trong ví dụ thứ nhất. Bất ngờ là, tổn hao do sắt W10/400 được đo dưới dạng tổn hao năng lượng (W/kg) gây ra trong mẫu khi từ trường dòng xoay chiều 400Hz được đặt vào sao cho mật độ từ thông lớn nhất bằng 1,0T. Là tổn hao do sắt, giá trị trung bình của các kết quả được đo ở 0° , 45° , 90° , và 135° so với hướng cán được sử dụng

Bảng 3

Số	Thành phần (% trọng lượng)																	Công thức (1)			
	C	Si	sol-Al	S	N	Mn	Sn	Sb	P	Mg	Ca	Sr	Ba	Ce	La	Nd	Pr		Zn	Cd	
201	0,0006	2,49	0,010	0,0022	0,0019	3,10	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	0,60	
202	0,0010	2,53	0,007	0,0022	0,0017	3,07	0,052	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	0,54	
203	0,0009	2,50	0,014	0,0019	0,0019	3,12	---	0,053	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,60	
204	0,0010	2,52	0,009	0,0018	0,0022	3,11	---	--	0,048	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,58	
205	0,0010	2,47	0,007	0,0023	0,0024	3,14	---	--	---	0,0051	---	---	---	---	---	---	---	--	---	0,66	
206	0,0007	2,48	0,009	0,0018	0,0022	3,11	---	--	---	---	0,0053	---	---	---	---	---	---	--	---	0,62	
207	0,0010	2,47	0,012	0,0019	0,0017	3,09	---	--	---	---	---	0,0051	---	---	---	---	---	--	---	0,61	
208	0,0009	2,54	0,014	0,0017	0,0016	3,12	---	--	---	---	---	---	0,0047	---	---	---	---	--	---	0,56	
209	0,0011	2,48	0,010	0,0023	0,0018	3,12	---	---	---	---	---	---	---	0,0049	---	---	---	---	---	0,63	
210	0,0008	2,50	0,011	0,0021	0,0020	3,11	---	--	---	---	---	---	---	---	0,0052	---	---	--	---	0,60	
211	0,0012	2,49	0,007	0,0017	0,0020	3,14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,0051	---	---	---	0,64	
212	0,0009	2,49	0,008	0,0020	0,0022	3,13	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,0048	--	---	0,63	
213	0,0012	2,46	0,011	0,0019	0,0016	3,07	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,0054	---	0,59	
214	0,0008	2,52	0,011	0,0021	0,0021	3,10	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	0,0052	0,57

Bảng 4

Số	Các đặc tính của tấm thép		Các đặc tính từ sau quá trình ủ ở 800°C trong hai giờ					Ghi chú
	{100}<011>	Độ dày tấm	B50D1	B50D2	B50L	B50C	Trung bình trên toàn bộ chu vi W10/400	
201	14,7	0,35	1,811	1,809	1,561	1,553	15,28	Theo sáng chế
202	15,1	0,35	1,824	1,820	1,574	1,564	15,30	Theo sáng chế
203	15,1	0,35	1,822	1,822	1,568	1,561	15,33	Theo sáng chế
204	15,4	0,35	1,818	1,821	1,567	1,559	15,32	Theo sáng chế
205	15,2	0,35	1,809	1,810	1,561	1,551	14,89	Theo sáng chế
206	14,7	0,35	1,808	1,812	1,562	1,551	14,90	Theo sáng chế
207	14,6	0,35	1,812	1,807	1,556	1,550	14,93	Theo sáng chế
208	15,3	0,35	1,813	1,809	1,557	1,549	14,91	Theo sáng chế
209	15,3	0,35	1,812	1,808	1,562	1,554	14,89	Theo sáng chế
210	14,8	0,35	1,809	1,810	1,562	1,547	14,92	Theo sáng chế
211	14,9	0,35	1,813	1,808	1,563	1,551	14,88	Theo sáng chế
212	15,2	0,35	1,813	1,810	1,563	1,548	14,91	Theo sáng chế
213	14,8	0,35	1,813	1,810	1,563	1,553	14,94	Theo sáng chế
214	15,3	0,35	1,811	1,807	1,564	1,553	14,88	Theo sáng chế

Số 201 đến số 214 đều là các ví dụ của sáng chế và tất cả đều có các đặc tính từ thuận lợi. Cụ thể, các mật độ từ thông B50 cao hơn ở số 202 đến số 204 so với ở số 201, số 205 đến số 214, và các tổn hao do sắt W10/400 thấp hơn ở số 205 đến số 214 so với ở số 201 đến số 204.

Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu cách cấu hình lõi nhiều lớp để các đặc tính của tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng như vậy có thể được sử dụng một cách hữu hiệu và phát hiện ra mỗi phương án được mô tả dưới đây.

Sau đây, các phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ. Trong phần mô tả sau đây, trừ khi được mô tả cụ thể theo cách khác, các tấm thép kỹ thuật điện dùng để chỉ tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng được mô tả trong phần (tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp). Trong phần mô tả sau đây, hướng nghiêng một góc 45° so với hướng cán và hướng nghiêng một góc 135° so với hướng cán trong phần mô tả của (tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp)

sẽ được gọi chung là hai hướng trong đó góc nhỏ hơn trong số các góc so với hướng cán bằng 45° nếu cần. Về góc 45° , cả các góc cùng chiều kim đồng hồ và các góc ngược chiều kim đồng hồ được biểu diễn dưới dạng các giá trị dương. Trong trường hợp hướng cùng chiều kim đồng hồ được biểu diễn dưới dạng hướng âm và hướng ngược chiều kim đồng hồ được biểu diễn dưới dạng hướng dương, hai hướng trong đó góc nhỏ hơn trong số các góc so với hướng cán bằng 45° là hai hướng trong đó góc so với hướng cán bằng 45° và -45° . Ngoài ra, hướng nghiêng một góc θ° so với hướng cán sẽ được gọi là hướng trong đó góc được tạo ra với hướng cán bằng θ° nếu cần. Như đã mô tả ở trên, hướng nghiêng một góc θ° so với hướng cán và hướng trong đó góc được tạo ra với hướng cán bằng θ° có cùng nghĩa. Ngoài ra, trong phần mô tả sau đây, sự thật trong đó các chiều dài, các hướng, các vị trí, và tương tự là giống nhau (trùng nhau) không chỉ có nghĩa là trường hợp trong đó các chiều dài, các hướng, các vị trí, và tương tự (hoàn toàn) giống nhau (trùng nhau), mà còn có nghĩa là trường hợp trong đó các chiều dài, các hướng, các vị trí, và tương tự (hoàn toàn) giống nhau (trùng nhau) mà không đi trệch khỏi ý chính của sáng chế (chẳng hạn, trong khoảng sai số xảy ra trong các bước sản xuất). Ngoài ra, trong mỗi hình vẽ, các tọa độ X-Y-Z cho biết các mối quan hệ định hướng trong mỗi hình vẽ. Ký hiệu tham chiếu $\bullet$ trong $\circ$ cho biết hướng từ mặt sau về phía mặt trước của tờ giấy.

Phương án thứ nhất

Trước tiên, phương án thứ nhất sẽ được mô tả. Theo phương án của sáng chế, trường hợp trong đó lõi nhiều lớp là lõi EI sẽ được mô tả làm ví dụ.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện ví dụ của cấu hình dạng bên ngoài của lõi nhiều lớp 100. Trên Fig.1, “...” được thể hiện kẻ sát theo hướng trục Z cho biết rằng thứ được thể hiện trong hình vẽ được bố trí liên tục lặp lại theo hướng âm của trục Z (điều này cũng đúng đối với các hình vẽ khác). Fig.2 là hình vẽ thể hiện ví dụ về sự bố trí của các tấm thép kỹ thuật điện trong mỗi lớp của lõi nhiều lớp 100. Fig.2(a) là hình vẽ thể hiện ví dụ về sự bố trí của các tấm thép kỹ thuật điện số lẻ từ trên xuống (tính từ phía hướng dương của trục Z). Fig.2(b) là hình vẽ thể hiện ví dụ về sự bố trí của các tấm thép kỹ thuật điện số chẵn từ trên xuống.

Trên Fig.1 và Fig.2, lõi nhiều lớp 100 có nhiều tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ

E 110 và nhiều tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120.

Lõi nhiều lớp 100 có ba chân 210a đến 210c được bố trí ở các khoảng cách theo hướng trục Y, có hướng trục X là hướng dọc (hướng kéo dài), và hai vòng ôm 220a và 220b được bố trí ở các khoảng cách theo hướng trục X, có hướng trục Y là hướng dọc (hướng kéo dài). Một trong số hai vòng ôm 220a và 220b được bố trí ở các đầu mút thứ nhất của ba chân 210a đến 210c theo hướng dọc (hướng trục X). Vòng ôm còn lại trong số hai vòng ôm 220a và 220b được bố trí ở đầu mút còn lại của ba chân 210a đến 210c theo hướng dọc (hướng trục X). Ba chân 210a đến 210c và hai vòng ôm 220a và 220b được ghép từ. Như được thể hiện trên Fig.2(a) và Fig.2(b), hình dạng của bề mặt tấm trong cùng một lớp của lõi nhiều lớp 100 thường là hình dạng trong đó chữ cái E và chữ cái I được phối hợp (hình số tám hơi vuông).

Tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 cấu hình ba chân 210a đến 210c của lõi nhiều lớp 100 và một trong số hai vòng ôm 220a và 220b của lõi nhiều lớp 100. Ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và các vòng ôm 220a và 220b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được tạo ra bằng cách cắt nguyên khối như được mô tả dưới đây, và không có ranh giới nào được mô tả dưới đây giữa chúng. Tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 cấu hình một trong số hai vòng ôm 220a và 220b của lõi nhiều lớp 100. Giữa các vòng ôm 220a và 220b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 và ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110, có ranh giới được tạo ra bằng cách phối hợp chữ cái E và chữ cái I.

Khoảng cách giữa tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được bố trí trong cùng một lớp tốt hơn là càng ngắn càng tốt. Các phần độ dày tấm của các phần đầu mút của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và các phần độ dày tấm của các vòng ôm 220a và 220b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120, được bố trí trong cùng một lớp, tốt hơn nữa là tiếp xúc với nhau.

Các hướng trong đó các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 vượt trội nhất trùng với hai hướng của hướng dọc (hướng trục X) của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và hướng dọc (hướng

trục Y) của các vòng ôm 220a và 220b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110.

Hướng trong đó các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 vượt trội nhất trùng với hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 220a và 220b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120.

Trong phần mô tả sau đây, hướng trong đó các đặc tính từ vượt trội nhất sẽ được gọi là hướng dễ từ hóa nếu cần.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện ví dụ của phương pháp cắt tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 từ tấm thép kỹ thuật điện được tháo cuộn từ trạng thái giống như cuộn dây. Trong phần mô tả sau đây, tấm thép kỹ thuật điện được tháo cuộn từ trạng thái giống như cuộn dây sẽ đơn giản được gọi là dải thép kỹ thuật điện nếu cần. Ngoài ra, trên Fig.3, để dễ mô tả, các chân 210a đến 210c và các vòng ôm 220a và 220b tương ứng với tấm thép kỹ thuật điện đã được cắt ra được thể hiện cùng nhau.

Trên Fig.3, đường ảo 310 được chỉ ra bởi đường gạch ngang dài và ngắn xen kẽ cho biết hướng cán của dải thép kỹ thuật điện (sau đây, còn được gọi là hướng cán 310). Các đường ảo 320a và 320b được chỉ ra bởi các đường nét đứt cho biết các hướng dễ từ hóa của dải thép kỹ thuật điện (sau đây, còn được gọi là các hướng dễ từ hóa 320a và 320b). Trên Fig.3, các hướng song song với đường ảo 310 đều là hướng cán của dải thép kỹ thuật điện, và các hướng song song với các đường ảo 320a và 320b đều là các hướng dễ từ hóa của dải thép kỹ thuật điện.

Như đã mô tả ở trên, hai hướng ở góc 45° so với hướng cán 310 là các hướng dễ từ hóa. Về các góc so với hướng cán 310 được đề cập đến ở đây, các góc theo hướng bất kỳ trong số hướng từ trục X về phía trục Y (hướng ngược chiều kim đồng hồ trên bề mặt tờ giấy) và hướng từ trục Y đến trục X có giá trị dương. Ngoài ra, các góc của hai hướng đều là các góc nhỏ hơn của các góc so với hướng cán.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.3, các vùng 330a và 330b cấu hình tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được cắt từ dải thép kỹ thuật điện dễ hướng dọc của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 trùng với một hướng dễ từ hóa 320a của hai hướng dễ từ hóa 320a và 320b của dải thép kỹ thuật

điện và hướng dọc của các vòng ôm 220a và 220b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 trùng với hướng dễ từ hóa còn lại 320b của hai hướng dễ từ hóa 320a và 320b của dải thép kỹ thuật điện. Trên Fig.3, các đường liền nét cho biết các vị trí cắt. Chẳng hạn, do sự ảnh hưởng của các sai số trong quá trình sản xuất, có trường hợp hướng dọc của các chân 210a đến 210c và một hướng dễ từ hóa 320a không hoàn toàn trùng khớp với nhau hoặc hướng dọc của các vòng ôm 220a và 220b và hướng dễ từ hóa còn lại 320b không hoàn toàn trùng khớp với nhau. Do đó, sự thật là các hướng dọc của các chân 210a đến 210c hoặc hướng dọc của các vòng ôm 220a và 220b và các hướng dễ từ hóa 320a và 320b trùng với nhau còn bao gồm các trường hợp trong đó hai hướng này không hoàn toàn trùng khớp với nhau (chẳng hạn, các trường hợp trong đó cả hai hướng lệch nhau một góc nhỏ hơn hoặc bằng $\pm 5^\circ$). Điều này cũng đúng đối với các biểu hiện mà hướng dọc của chân, vòng ôm, vùng, hoặc tương tự và hướng dễ từ hóa trùng với nhau trong phần mô tả sau đây.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.3, các vùng 330a và 330b cấu hình hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được cắt từ dải thép kỹ thuật điện để các phần đầu mút của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 gặp nhau. Các vùng này được cắt bằng cách sử dụng, chẳng hạn, dập trong đó khuôn được sử dụng, cắt bằng dây, hoặc tương tự.

Ngoài ra, khi các vùng 330a và 330b cấu hình hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được cắt từ dải thép kỹ thuật điện sao cho các phần đầu mút của ba chân 210a đến 210c gặp nhau, các vùng hình chữ I 340a và 340b giữa ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 cũng được cắt ra. Hướng dọc của các vùng hình chữ I 340a và 340b trùng với một hướng dễ từ hóa 320a của hai hướng dễ từ hóa 320a và 320b của dải thép kỹ thuật điện. Do đó, theo phương án của sáng chế, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được tạo ra bằng cách sử dụng các vùng hình chữ I 340a đến 340b.

Trong trường hợp các khoảng cách (theo hướng trục Y) giữa hai chân 210a và 210b và 210b và 210c liền kề với nhau của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 là giống như chiều dài theo hướng chiều rộng (hướng trục Y) của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120, quy trình điều chỉnh các chiều

dài theo hướng trục Y của các vùng hình chữ I 340a và 340b trở nên không cần thiết. Ngoài ra, trong trường hợp các chiều dài theo hướng dọc (hướng trục X) của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 là giống như chiều dài của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 theo hướng dọc (hướng trục X), có thể xác định các vùng của các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 theo hướng dọc bằng cách cắt các vùng hình chữ I 340a đến 340b ở các vị trí trung tâm theo hướng dọc (hướng trục X).

Như đã mô tả ở trên, khi các vùng giữa ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được sử dụng làm các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120, có thể giảm các vùng trong vùng của dải thép kỹ thuật điện không trở thành tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 hoặc tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120.

Các khoảng cách (theo hướng trục Y) giữa hai chân 210a và 210b và 210b và 210c liên kết với nhau của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được đặt để giống như chiều dài theo hướng chiều rộng (hướng trục Y) của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120, và các chiều dài theo hướng dọc (hướng trục X) của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được đặt để giống như chiều dài của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 theo hướng dọc (hướng trục X). Trong trường hợp này, các vùng 330a và 330b cấu hình hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được cắt từ dải thép kỹ thuật điện sao cho các phần đầu mút của ba chân 210a đến 210c gặp nhau, và các vùng hình chữ I 340a và 340b giữa ba chân 210a đến 210c được cắt ở các vị trí trung tâm theo hướng dọc (hướng trục X), bằng cách đó hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được tạo ra. Trong trường hợp này, các vùng giữa ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 có thể được sử dụng làm các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 mà không bị lãng phí.

Fig.3 thể hiện chỉ hình dáng bên ngoài trong đó hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được cắt. Tuy nhiên, khi các vùng 330a và 330b được thể hiện trên Fig.3 được cung cấp liên tục cạnh nhau, có thể cắt một số lượng lớn các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và một số lượng lớn các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 từ dải thép kỹ thuật điện. Khi các tấm thép kỹ

thuật điện kiểu chữ E 110 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được cắt như được thể hiện trên Fig.3, có thể giảm các vùng không trở thành tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 hoặc tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120, là điều được ưu tiên. Tuy nhiên, không cần phải cắt các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 như được thể hiện trên Fig.3. Chẳng hạn, trong trường hợp tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I nhô ra từ các vùng giữa hai chân 210a và 210b và 210b và 210c liền kề với nhau của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I được cắt từ vùng khác với các vùng của dải thép kỹ thuật điện.

Các lớp thu được bằng cách phối hợp (một) tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và (một) tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 thu được như đã mô tả ở trên để tạo ra hình số tám hơi vuông dưới dạng một khối được xếp chồng để các đường bao của các hình số tám hơi vuông được làm cho khớp với nhau, bằng cách đó lõi nhiều lớp 100 được cấu hình. Ở thời điểm này, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được phối hợp để các hướng trong đó các phần đầu mút của các chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được định hướng trở nên ngược nhau 180° một cách xen kẽ. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2, các phần đầu mút của các chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được định hướng về phía hướng dương của trục X trong các lớp số lẻ từ trên xuống, và các phần đầu mút của các chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được định hướng về phía hướng âm của trục X trong các lớp số chẵn từ trên xuống.

Như đã mô tả ở trên, một lớp (lớp đơn) trong đó một tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và một tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được phối hợp có thể được xếp lớp để các hướng trong đó các phần đầu mút của các chân 210a đến 210c của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được định hướng trở nên ngược nhau 180° một cách xen kẽ. Không giống như phương pháp xếp lớp đối với nhiều lớp được mô tả dưới đây, phương pháp xếp lớp này đối với lớp đơn không đòi hỏi cấu trúc để xếp lớp tấm thép kỹ thuật điện như nó vốn có mà không thay đổi sự định hướng, làm cho có thể đơn giản hóa các nhà máy sản xuất. Ngoài ra, các vật thể được xếp lớp đầu tiên trong đó nhiều lớp đã mô tả ở trên được xếp lớp với các phần đầu mút của các chân 210a đến 210c của

tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được định hướng theo cùng một hướng và các vật thể được xếp lớp thứ hai trong đó nhiều lớp đã mô tả ở trên được xếp lớp với các phần đầu mút của các chân 210a đến 210c của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được định hướng theo hướng ngược 180° có thể được xếp lớp xen kẽ. Áp dụng phương pháp xếp lớp này đối với nhiều lớp cải thiện hiệu suất của quá trình sản xuất lõi.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện ví dụ của cấu hình của thiết bị điện được cấu hình bằng cách sử dụng lõi nhiều lớp 100. Theo phương án của sáng chế, trường hợp trong đó thiết bị điện 400 là máy biến áp một pha sẽ được mô tả làm ví dụ. Fig.4 thể hiện mặt cắt ngang của lõi nhiều lớp 100 trong trường hợp được cắt ở trung tâm của các chân 210a đến 210c của lõi nhiều lớp 100 theo hướng dọc (hướng trục X) song song với hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 220a và 220b của lõi nhiều lớp 100 và hướng xếp lớp (hướng trục Z). Trên Fig.4, để dễ mô tả và diễn đạt, một phần cấu hình của thiết bị điện 400 được đơn giản hóa hoặc bỏ qua.

Trên Fig.4, thiết bị điện 400 có lõi nhiều lớp 100, cuộn sơ cấp 410, và cuộn thứ cấp 420.

Điện áp đầu vào (điện áp kích thích) được đặt vào cả hai đầu của cuộn sơ cấp 410. Điện áp đầu ra tương ứng với tỷ số vòng giữa cuộn sơ cấp 410 và cuộn thứ cấp 420 là công suất ở cả hai đầu của cuộn thứ cấp 420. Tần số kích thích của thiết bị điện 400 (tần số của dòng kích thích chạy qua cuộn sơ cấp 410) có thể là tần số thương mại hoặc tần số cao hơn tần số thương mại (chẳng hạn, tần số trong khoảng cao hơn hoặc bằng 100Hz và thấp hơn 10kHz).

Cuộn sơ cấp 410 được bố trí để bao quanh (các bề mặt bên của) chân trung tâm 210b trong số ba chân 210a đến 210c của lõi nhiều lớp 100. Cuộn sơ cấp 410 được cách điện với lõi nhiều lớp 100 và cuộn thứ cấp 420. Cuộn thứ cấp 420 được bố trí bên ngoài cuộn sơ cấp 410 để bao quanh (các bề mặt bên của) chân trung tâm trong số ba chân của lõi nhiều lớp 100. Cuộn thứ cấp 420 được cách điện với lõi nhiều lớp 100 và cuộn sơ cấp 410.

Tổng giá trị của độ dày của cuộn sơ cấp 410 và độ dày của cuộn thứ cấp 420 nhỏ hơn các khoảng cách (theo hướng trục Y) giữa hai chân 210a và 210b và 210b và 210c liền kề với nhau trong số ba chân 210a đến 210c của lõi nhiều lớp 100.

Ở thời điểm cấu hình thiết bị điện 400, trước tiên, cuộn sơ cấp 410 và cuộn thứ cấp 420 được tạo ra. Ngoài ra, cuộn sơ cấp 410 và cuộn thứ cấp 420 được bố trí như được thể hiện trên Fig.4. Cụ thể, cuộn sơ cấp 410 và cuộn thứ cấp 420 được bố trí sao cho cuộn sơ cấp 410 có mặt ở bên trong một cách tương đối, cuộn thứ cấp 420 có mặt ở bên ngoài một cách tương đối, và cuộn sơ cấp 410 và cuộn thứ cấp 420 đồng tâm với nhau.

Sau đó, các chân trung tâm 210b của các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được chèn vào trong phần rỗng của cuộn sơ cấp 410 để các hướng trong đó các phần đầu mút của các chân 210a đến 210c của các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được định hướng trở nên ngược nhau 180° một cách xen kẽ, và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được bố trí ở các phần đầu mút của các chân 210a đến 210c được cấu hình bởi các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 sao cho hình dạng của bề mặt tấm trở thành hình số tám hơi vuông trong đó chữ cái E và chữ cái I được phối hợp trong cùng một lớp. Các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được bố trí như đã mô tả ở trên, bằng cách đó lõi nhiều lớp 100 ở trạng thái trong đó cuộn sơ cấp 410 và cuộn thứ cấp 420 được bố trí trong các chân trung tâm của các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được cấu hình. Trong trường hợp như vậy, các dây điện cấu hình cuộn sơ cấp 410 và cuộn thứ cấp 420 không cần thiết phải đi qua các vùng giữa hai chân 210a và 210b và 210b và 210c liên kề với nhau trong số ba chân 210a đến 210c của lõi nhiều lớp 100 mỗi khi cuốn dây. Do đó, có thể dễ dàng cấu hình cuộn sơ cấp 410 và cuộn thứ cấp 420.

Lõi nhiều lớp 100 được cấu hình như đã mô tả ở trên được cố định bằng phương pháp đã biết. Chẳng hạn, lõi nhiều lớp 100 có thể được cố định bằng cách gắn vỏ ở trạng thái được cách điện với lõi nhiều lớp 100 để bao phủ các bề mặt bên của lõi nhiều lớp 100 (các bề mặt mà phần độ dày tấm của tấm thép kỹ thuật điện được lộ ra). Ngoài ra, các lỗ thông xuyên qua lõi nhiều lớp 100 theo hướng xếp lớp được tạo ra ở bốn phần góc của bề mặt tấm của lõi nhiều lớp 100, và các bu lông được cho đi qua các lỗ thông ở trạng thái được cách điện với lõi nhiều lớp 100 để siết chặt lõi nhiều lớp 100 bằng các bu lông này, bằng cách đó lõi nhiều lớp 100 có thể được cố định. Ngoài ra, lõi nhiều lớp 100 có thể được cố định bằng cách kết khối thành lõi nhiều lớp 100. Ngoài ra, lõi nhiều lớp 100 có thể được cố định bằng cách hàn các bề mặt bên của lõi nhiều lớp 100. Ngoài

ra, việc xử lý ngâm tẩm có thể được thực hiện trên thiết bị điện 400 bằng cách sử dụng vật liệu cách điện như vecni.

Ngoài ra, như được mô tả trong phần (tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp), quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện trên lõi nhiều lớp 100.

Như đã mô tả ở trên, theo phương án của sáng chế, tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được cấu hình để hai hướng của hướng dọc (hướng trục X) của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 220a và 220b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 320a và 320b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.1 đến Fig.3, hướng dễ từ hóa 320a hoặc 320b) và hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 220a và 220b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 320a và 320b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.1 đến Fig.3, hướng dễ từ hóa 320a). Ngoài ra, tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được phối hợp để hướng dọc của các chân 210a đến 210c trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 320a và 320b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.1 đến Fig.3, hướng dễ từ hóa 320a) và hướng dọc của các vòng ôm 220a và 220b trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 320a và 320b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.1 đến Fig.3, hướng dễ từ hóa 320a hoặc 320b), bằng cách đó cấu hình lõi nhiều lớp 100. Do đó, có thể thu được lõi nhiều lớp 100 và thiết bị điện 400 trong đó các đặc tính của tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng được mô tả trong phần (tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp) được sử dụng một cách hiệu quả.

Theo phương án của sáng chế, trường hợp trong đó các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được phối hợp sao cho các hướng trong đó các phần đầu mút của các chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được định hướng trở nên ngược nhau 180° một cách xen kẽ đã được mô tả làm ví dụ. Trong trường hợp như vậy, có thể ngăn không cho các ranh giới giữa các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 có mặt cạnh nhau theo hướng xếp lớp. Do đó, có thể giảm tổn hao do sắt

hoặc nhiều của lõi nhiều lớp 100 và tương tự, là điều được ưu tiên. Tuy nhiên, không cần phối hợp các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 như đã mô tả ở trên. Các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 có thể được phối hợp để các hướng trong đó các phần đầu mút của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 được định hướng trở nên giống nhau. Thậm chí trong trường hợp như vậy, như đã mô tả ở trên, được ưu tiên là khoảng cách giữa tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được bố trí trong cùng một lớp là ngắn, và được ưu tiên hơn nữa là các phần độ dày tấm của các phần đầu mút của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 tiếp xúc với các phần độ dày tấm của các vòng ôm 220a và 220b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được bố trí trong cùng một lớp. Tuy nhiên, để khử sự bão hòa từ của lõi nhiều lớp, có trường hợp một khoang được tạo ra hoặc vật liệu cách điện có thể được bố trí giữa các phần độ dày tấm của các phần đầu mút của ba chân 210a đến 210c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và các phần độ dày tấm của các vòng ôm 220a và 220b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 được bố trí trong cùng một lớp.

Ngoài ra, theo phương án của sáng chế, trường hợp trong đó thiết bị điện 400 là máy biến áp một pha đã được mô tả làm ví dụ. Tuy nhiên, thiết bị điện 400 không bị giới hạn ở máy biến áp một pha miễn là thiết bị điện có lõi nhiều lớp 100 và cuộn dây được bố trí để bao quanh lõi nhiều lớp 100. Chẳng hạn, thiết bị điện 400 có thể là máy biến dòng một pha, có thể là máy biến áp một pha, có thể là thiết bị phản ứng, có thể là lõi cuộn cảm, hoặc có thể là một cuộn cảm khác. Ngoài ra, nguồn điện để điều khiển thiết bị điện 400 không bị giới hạn ở nguồn điện một pha và có thể là, chẳng hạn, nguồn điện ba pha. Trong trường hợp này, trong phần mô tả ở trên, diễn đạt 'một pha' được thay bằng diễn đạt 'ba pha'. Ngoài ra, cuộn dây được cung cấp riêng lẻ cho mỗi pha. Chẳng hạn, cuộn dây có thể được bố trí để bao quanh mỗi trong số ba chân 210a đến 210c của lõi nhiều lớp 100 để tạo ra thiết bị điện loại sắt bên trong.

Phương án thứ hai

Trước tiên, phương án thứ hai sẽ được mô tả. Trong phương án thứ nhất, trường hợp trong đó lõi nhiều lớp là lõi EI đã được mô tả làm ví dụ. Ngược lại, theo phương án

hiện tại, trường hợp trong đó lõi nhiều lớp là lõi EE sẽ được mô tả làm ví dụ. Như đã mô tả ở trên, phương án hiện tại và phương án thứ nhất chủ yếu khác nhau ở tấm thép kỹ thuật điện cấu hình lõi nhiều lớp. Do đó, trong phần mô tả của phương án hiện tại, các phần giống như trong phương án thứ nhất sẽ được gán các số tham chiếu giống như các số tham chiếu trên Fig.1 đến Fig.4 và sẽ không được mô tả chi tiết.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện ví dụ của cấu hình dạng bên ngoài của lõi nhiều lớp 500. Fig.6 là hình vẽ thể hiện ví dụ về sự bố trí của các tấm thép kỹ thuật điện trong mỗi lớp của lõi nhiều lớp 500.

Trên Fig.5 và Fig.6, lõi nhiều lớp 500 có nhiều tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510.

Lõi nhiều lớp 500 có ba chân 610a đến 610c được bố trí ở các khoảng cách theo hướng trục Y, có hướng trục X là hướng dọc, và hai vòng ôm 620a và 620b được bố trí ở các khoảng cách theo hướng trục X, có hướng trục Y là hướng dọc. Một trong số hai vòng ôm 620a và 620b được bố trí ở các đầu mút thứ nhất của ba chân 610a đến 610c theo hướng dọc (hướng trục X). Vòng ôm còn lại trong số hai vòng ôm 620a và 620b được bố trí ở đầu mút còn lại của ba chân 610a đến 610c theo hướng dọc (hướng trục X). Ba chân 610a đến 610c và hai vòng ôm 620a và 620b được ghép từ. Như được thể hiện trên Fig.6, nói chung là hình dạng của bề mặt tấm trong cùng một lớp của lõi nhiều lớp 500 trở thành hình số tám hơi vuông trong đó hai chữ cái E được phối hợp.

Tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 cấu hình chia đôi của các chân theo hướng dọc (hướng trục X) của các vùng của ba chân 610a đến 610c của lõi nhiều lớp 500 và một trong số hai vòng ôm 620a và 620b của lõi nhiều lớp 500. Nghĩa là, các chiều dài theo hướng dọc của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 bằng một nửa các chiều dài theo hướng dọc của ba chân 610a đến 610c của lõi nhiều lớp 500. Ngoài ra, như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6, không có ranh giới giữa ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 và các vòng ôm 620a và 620b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110.

Ngược lại, như được thể hiện trên Fig.5, có ranh giới ở các vị trí của các phần đầu mút của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi các tấm thép kỹ thuật điện kiểu

chữ E 510. Nghĩa là, có ranh giới ở các vị trí trung tâm theo hướng dọc (hướng trục X) của các chân 610a đến 610c của lõi nhiều lớp 500. Các khoảng cách giữa các phần đầu mút của ba chân 610a đến 610c của các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được bố trí trong cùng một lớp tốt hơn là càng ngắn càng tốt. Các phần độ dày tấm của các phần đầu mút của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được bố trí trong cùng một lớp tốt hơn nữa là tiếp xúc với nhau. Tuy nhiên, để khử sự bão hòa từ của lõi nhiều lớp 500, có trường hợp một khoang được tạo ra hoặc vật liệu cách điện có thể được bố trí giữa các phần độ dày tấm của các phần đầu mút của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được bố trí trong cùng một lớp.

Các hướng dễ từ hóa của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 trùng với hai hướng của hướng dọc (hướng trục X) của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 và hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 620a và 620b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện ví dụ của phương pháp cắt tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 ra khỏi dải thép kỹ thuật điện.

Trên Fig.7, đường ảo 710 được chỉ ra bởi đường gạch ngang dài và ngắn xen kẽ cho biết hướng cán của dải thép kỹ thuật điện (sau đây, còn được gọi là hướng cán 710). Các đường ảo 720a và 720b được chỉ ra bởi các đường nét đứt cho biết các hướng dễ từ hóa của dải thép kỹ thuật điện (sau đây, còn được gọi là các hướng dễ từ hóa 720a và 720b). Trên Fig.7, các hướng song song với đường ảo 710 đều là hướng cán của dải thép kỹ thuật điện, và các hướng song song với các đường ảo 720a và 720b đều là các hướng dễ từ hóa của dải thép kỹ thuật điện. Ngoài ra, trên Fig.7, để dễ mô tả, các chân 610a đến 610c và các vòng ôm 620a và 620b tương ứng với tấm thép kỹ thuật điện đã được cắt ra được thể hiện cùng nhau.

Như đã mô tả ở trên, hai hướng ở góc 45° so với hướng cán 710 là các hướng dễ từ hóa.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.7, các vùng 730a đến 730e cấu hình tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được cắt từ dải thép kỹ thuật điện sao cho hướng dọc của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 trùng

với một hướng dễ từ hóa 720a của hai hướng dễ từ hóa 720a và 720b của dải thép kỹ thuật điện và hướng dọc của các vòng ôm 620a và 620b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 trùng với hướng dễ từ hóa còn lại 720b của hai hướng dễ từ hóa 720a và 720b của dải thép kỹ thuật điện. Trên Fig.7, các đường liền nét cho biết các vị trí cắt. Để dễ diễn đạt, trên Fig.7, phần của các vùng 730d đến 730e cấu hình tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 không được thể hiện.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.7, các vùng 730a đến 730e cấu hình tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được cắt từ dải thép kỹ thuật điện sao cho chân được định vị ở các đầu mút thứ nhất của ba chân 610a đến 610c được cấu hình tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được định vị giữa hai chân 610a và 610b hoặc 610b và 610c liền kề với nhau trong số ba chân được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 khác khác với tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 đã mô tả ở trên.

Như đã mô tả ở trên, khi các vùng giữa ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được sử dụng làm các chân ở các đầu của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 khác khác với tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 đã mô tả ở trên, có thể giảm các vùng trong vùng của dải thép kỹ thuật điện mà không trở thành tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510.

Trong trường hợp các khoảng cách (theo hướng trục Y) giữa hai chân 610a và 610b và 610b và 610c liền kề với nhau của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 là giống như các chiều rộng (các chiều dài theo hướng trục Y) của các chân 610a và 610c không được định vị ở trung tâm của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510, quy trình điều chỉnh các chiều rộng của các chân 610a và 610c không được định vị ở trung tâm của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 trở nên không cần thiết. Trong trường hợp này, các vùng giữa ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 có thể được sử dụng mà không bị lãng phí dưới dạng các chân ở các đầu của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 khác khác với tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 đã mô tả ở trên.

Fig.7 thể hiện chỉ hình dáng bên ngoài trong đó năm tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được cắt; tuy nhiên, khi các vùng 730a đến 730e được thể hiện trên Fig.7 được cung cấp liên tục cạnh nhau, có thể cắt một số lượng lớn các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 từ dải thép kỹ thuật điện. Khi các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được cắt như được thể hiện trên Fig.7, có thể giảm các vùng mà không trở thành các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510, là điều được ưu tiên. Tuy nhiên, không cần phải cắt các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 như được thể hiện trên Fig.7. Chẳng hạn, trong trường hợp các chân 610a và 610c không được định vị ở trung tâm của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E nhô ra từ các vùng giữa hai chân 610a và 610b và 610b và 610c liền kề với nhau của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E, các vùng giữa hai chân 610a và 610b và 610b và 610c liền kề với nhau của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E không được sử dụng dưới dạng tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E khác khác với tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E đã mô tả ở trên.

Các lớp thu được bằng cách phối hợp hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 thu được như đã mô tả ở trên để các phần đầu mút của các chân 610a đến 610c của các tấm thép kỹ thuật điện 510 đối diện với nhau để tạo ra hình số tám hơi vuông dưới dạng một khối được xếp chồng sao cho các đường bao của các hình số tám hơi vuông được làm cho khớp với nhau, bằng cách đó lõi nhiều lớp 500 được cấu hình.

Thiết bị điện được cấu hình bằng cách sử dụng lõi nhiều lớp 500 thu được bằng cách sử dụng lõi nhiều lớp 500 của phương án của sáng chế thay cho lõi nhiều lớp 100 trong thiết bị điện 400 của phương án thứ nhất. Tuy nhiên, theo phương án của sáng chế, khi lõi nhiều lớp 500 được cấu hình, hai bộ gồm nhiều tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được xếp chồng sao cho các đường bao được làm cho khớp với nhau được tạo ra sao cho chiều dài theo hướng xếp lớp (hướng chiều cao, hướng trục Z) trở thành giống như chiều dài của lõi nhiều lớp 500 theo hướng xếp lớp. Trong phần mô tả sau đây, hai bộ gồm nhiều tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được xếp chồng như đã mô tả ở trên sẽ được gọi là nhóm tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E nếu cần.

Như được mô tả trong phương án thứ nhất, cuộn sơ cấp 410 và cuộn thứ cấp 420 được bố trí như được thể hiện trên Fig.4, và sau đó các chân trung tâm 610b của

nhóm tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E được đưa vào trong phần rỗng của cuộn sơ cấp 410 sao cho các hướng trong đó các phần đầu mút của các chân 610a đến 610c của hai bộ gồm các nhóm tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E được định hướng để ngược nhau 180° . Trong trường hợp như vậy, hình dạng của bề mặt tấm trong cùng một lớp trở thành hình số tám hơi vuông trong đó hai chữ cái E được phối hợp.

Ngoài ra, như được mô tả trong phần (tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp), quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện trên lõi nhiều lớp 500.

Như đã mô tả ở trên, theo phương án của sáng chế, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được cấu hình sao cho hai hướng của hướng dọc (hướng trục X) của ba chân 610a đến 610c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 và hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 620a và 620b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 720a và 720b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.5 đến Fig.7, hướng dễ từ hóa 720a hoặc 720b). Ngoài ra, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510 được phối hợp sao cho hướng dọc của các chân 610a đến 610c trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 720a và 720b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.5 đến Fig.7, hướng dễ từ hóa 720a) và hướng dọc của các vòng ôm 620a và 620b trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 720a và 720b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.5 đến Fig.7, hướng dễ từ hóa 720b), bằng cách đó cấu hình lõi nhiều lớp 500. Do đó, thậm chí khi lõi nhiều lớp là lõi EE, tác dụng giống như trong trường hợp lõi nhiều lớp là lõi EI có thể được thể hiện.

Cũng theo phương án của sáng chế, nhiều ví dụ sửa đổi được mô tả trong phương án thứ nhất có thể được sử dụng.

Phương án thứ ba

Tiếp theo, phương án thứ ba sẽ được mô tả. Trong phương án thứ nhất, lõi nhiều lớp là lõi EI, và trong phương án thứ hai, trường hợp trong đó lõi nhiều lớp là lõi EE đã được mô tả làm ví dụ. Ngược lại, theo phương án của sáng chế, trường hợp trong đó lõi nhiều lớp là lõi UI sẽ được mô tả làm ví dụ. Như đã mô tả ở trên, phương án của sáng chế và các phương án thứ nhất và thứ hai chủ yếu khác nhau về tấm thép kỹ thuật điện cấu hình lõi nhiều lớp. Do đó, trong phần mô tả của phương án của sáng chế, các phần giống như trong các phương án thứ nhất và thứ hai sẽ được gán các số tham chiếu

giống như các số tham chiếu trên Fig.1 đến Fig.7 và sẽ không được mô tả chi tiết.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện ví dụ của cấu hình dạng bên ngoài của lõi nhiều lớp 800. Fig.9 là hình vẽ thể hiện ví dụ về sự bố trí của các tấm thép kỹ thuật điện trong mỗi lớp của lõi nhiều lớp 800. Fig.9(a) là hình vẽ thể hiện ví dụ về sự bố trí của các tấm thép kỹ thuật điện số lẻ từ trên xuống (tính từ phía hướng dương của trục Z). Fig.9(b) là hình vẽ thể hiện ví dụ về sự bố trí của các tấm thép kỹ thuật điện số chẵn từ trên xuống. Trên Fig.9, để dễ mô tả, các chân 810a và 810b và các vòng ôm 820a và 820b tương ứng với tấm thép kỹ thuật điện đã được cắt ra được thể hiện cùng nhau.

Trên Fig.8 và Fig.9, lõi nhiều lớp 800 có nhiều tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và nhiều tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820.

Lõi nhiều lớp 800 có hai chân 910a đến 910c được bố trí ở các khoảng cách theo hướng trục Y, có hướng trục X là hướng dọc, và hai vòng ôm 920a và 920b được bố trí ở các khoảng cách theo hướng trục X, có hướng trục Y là hướng dọc. Một trong số hai vòng ôm 920a và 920b được bố trí ở các đầu mút thứ nhất của hai chân 910a và 910b theo hướng dọc (hướng trục X). Vòng ôm còn lại trong số hai vòng ôm 920a và 920b được bố trí ở đầu mút còn lại của hai chân 910a và 910b theo hướng dọc (hướng trục X). Hai chân 910a và 910b và hai vòng ôm 920a và 920b được ghép từ. Như được thể hiện trên Fig.9(a) và Fig.9(b), hình dạng của bề mặt tấm trong cùng một lớp của lõi nhiều lớp 800 thường có hình vuông trong đó chữ cái U và chữ cái I được phối hợp.

Tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 cấu hình hai chân 910a và 910b của lõi nhiều lớp 800 và một trong số hai vòng ôm 920a và 920b của lõi nhiều lớp 800. Không có ranh giới giữa hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và các vòng ôm 920a và 920b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810. Tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 cấu hình một trong số hai vòng ôm của lõi nhiều lớp 800. Có ranh giới giữa các vòng ôm 920a và 920b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 và hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810.

Khoảng cách giữa tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 được bố trí trong cùng một lớp tốt hơn là càng ngắn càng tốt. Các phần độ dày tấm của các phần đầu mút của hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi

tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và các phần độ dày tấm của các vòng ôm 920a và 920b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820, được bố trí trong cùng một lớp, được ưu tiên hơn là tiếp xúc với nhau.

Các hướng dễ từ hóa của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 trùng với hai hướng của hướng dọc (hướng trục X) của hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 920a và 920b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810.

Hướng dễ từ hóa của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 trùng với hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 920a và 920b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820.

Fig.10 là hình vẽ thể hiện ví dụ của phương pháp cắt tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 ra khỏi dải thép kỹ thuật điện.

Trên Fig.10, đường ảo 1010 được chỉ ra bởi đường gạch ngang dài và ngắn xen kẽ cho biết hướng cán của dải thép kỹ thuật điện (sau đây, còn được gọi là hướng cán 1010). Các đường ảo 1020a và 1020b được chỉ ra bởi các đường nét đứt cho biết các hướng dễ từ hóa của dải thép kỹ thuật điện (sau đây, còn được gọi là các hướng dễ từ hóa 1020a và 1020b). Trên Fig.10, các hướng song song với đường ảo 1010 đều là hướng cán của dải thép kỹ thuật điện, và các hướng song song với các đường ảo 1020a và 1020b đều là các hướng dễ từ hóa của dải thép kỹ thuật điện.

Như đã mô tả ở trên, hai hướng ở góc 45° so với hướng cán 1010 là các hướng dễ từ hóa.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.10, các vùng 1030a và 1030b cấu hình tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được cắt từ dải thép kỹ thuật điện để hướng dọc của hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 trùng với một hướng dễ từ hóa 1020a của hai hướng dễ từ hóa 1020a và 1020b của dải thép kỹ thuật điện và hướng dọc của các vòng ôm 920a và 920b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 trùng với hướng dễ từ hóa còn lại 1020b của hai hướng dễ từ hóa 1020a và 1020b của dải thép kỹ thuật điện. Trên Fig.10, các đường liền nét cho biết các vị trí cắt.

Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.10, các vùng 1030a và 1030b cấu hình hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được cắt từ dải thép kỹ thuật điện sao cho các phần đầu mút của hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 gấp nhau.

Ngoài ra, khi các vùng 1030a và 1030b cấu hình hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được cắt từ dải thép kỹ thuật điện sao cho các phần đầu mút của hai chân 910a và 910b gấp nhau, vùng hình chữ I 1040 giữa hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 cũng được cắt ra. Hướng dọc của vùng hình chữ I 1040 trùng với một hướng dễ từ hóa 1020a của hai hướng dễ từ hóa 1020a và 1020b của dải thép kỹ thuật điện. Do đó, theo phương án của sáng chế, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 được tạo ra bằng cách sử dụng vùng hình chữ I 1040.

Trong trường hợp khoảng cách (theo hướng trục Y) của hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 gấp đôi chiều dài của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 theo hướng chiều rộng (hướng trục Y), có thể xác định vùng của các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 theo hướng chiều rộng bằng cách cắt vùng hình chữ I 1040 ở vị trí trung tâm theo hướng chiều rộng (hướng trục Y). Ngoài ra, trong trường hợp các chiều dài theo hướng dọc (hướng trục X) của hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 là giống như chiều dài của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 theo hướng dọc (hướng trục X), có thể xác định vùng của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 theo hướng dọc bằng cách cắt vùng hình chữ I 1040 ở vị trí trung tâm theo hướng dọc (hướng trục X).

Như đã mô tả ở trên, khi vùng giữa hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được sử dụng làm tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820, có thể giảm các vùng trong vùng của dải thép kỹ thuật điện không trở thành tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 hoặc tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820.

Khoảng cách (theo hướng trục Y) giữa hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được đặt đến gấp đôi chiều dài theo hướng chiều rộng (hướng trục Y) của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820, và các chiều dài theo hướng dọc (hướng trục X) của hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được đặt để giống như chiều dài của tấm thép kỹ thuật điện

kiểu chữ I 820 theo hướng dọc (hướng trục X). Trong trường hợp này, các vùng 1030a và 1030b cấu hình hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được cắt từ dải thép kỹ thuật điện sao cho các phần đầu mút của hai chân 910a và 910b gặp nhau, và vùng hình chữ I 1040 giữa hai chân 910a và 910b được cắt ở vị trí trung tâm theo hướng dọc (hướng trục X) và theo hướng chiều rộng (hướng trục Y) thành bốn mảnh, bằng cách đó hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được tạo ra, và bốn tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 được tạo ra. Trong trường hợp này, vùng giữa hai chân 910a đến 910c được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 có thể được sử dụng làm các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 mà không bị lãng phí.

Fig.10 thể hiện chỉ hình dáng bên ngoài trong đó hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được cắt và bốn tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 được cắt. Tuy nhiên, khi các vùng 1030a và 1030b được thể hiện trên Fig.10 được cung cấp liên tục cạnh nhau, có thể cắt một số lượng lớn các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và một số lượng lớn các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 từ dải thép kỹ thuật điện. Khi các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 được cắt như được thể hiện trên Fig.10, có thể giảm các vùng không trở thành tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 hoặc tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820, là điều được ưu tiên. Tuy nhiên, không cần phải cắt các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 như được thể hiện trên Fig.10. Chẳng hạn, trong trường hợp tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I nhô ra từ các vùng giữa hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I được cắt từ vùng khác với các vùng của dải thép kỹ thuật điện.

Các lớp thu được bằng cách phối hợp (một) tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và (một) tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 thu được như đã mô tả ở trên để tạo ra hình vuông nói chung được xếp chồng sao cho các đường bao của các hình vuông được làm cho khớp với nhau, bằng cách đó lõi nhiều lớp 800 được cấu hình. Ở thời điểm này, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 được phối hợp để các hướng trong đó các phần đầu mút của các chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được định hướng trở nên ngược nhau 180° một cách xen kẽ. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.8 và Fig.9, các phần đầu mút của các chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U

810 được định hướng về phía hướng dương của trục X trong các lớp số lẻ từ trên xuống, và các phần đầu mút của các chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được định hướng về phía hướng âm của trục X trong các lớp số chẵn từ trên xuống.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện ví dụ của cấu hình của thiết bị điện được cấu hình bằng cách sử dụng lõi nhiều lớp 800. Theo phương án của sáng chế, tương tự với phương án thứ nhất, trường hợp trong đó thiết bị điện 1100 là máy biến áp một pha sẽ được mô tả làm ví dụ. Fig.11 thể hiện mặt cắt ngang của lõi nhiều lớp 800 trong trường hợp được cắt ở trung tâm của các chân 910a và 910b được cấu hình bởi lõi nhiều lớp 800 theo hướng dọc (hướng trục X) song song với hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 920a và 920b được cấu hình bởi lõi nhiều lớp 800 và hướng xếp lớp (hướng trục Z). Trên Fig.11, để dễ mô tả và diễn đạt, một phần cấu hình của thiết bị điện 1100 được đơn giản hóa hoặc bỏ qua.

Trên Fig.11, thiết bị điện 1100 có lõi nhiều lớp 800, các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b, và các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b.

Các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b được mắc nối tiếp hoặc song song. Điện áp đầu vào (điện áp kích thích) được đặt vào cả hai đầu của các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b được mắc nối tiếp hoặc song song. Các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b được mắc nối tiếp hoặc song song. Điện áp đầu ra tương ứng với tỷ số vòng giữa các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b được mắc nối tiếp hoặc song song và các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b được mắc nối tiếp hoặc song song là công suất ở cả hai đầu của các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b được mắc nối tiếp hoặc song song.

Cuộn sơ cấp 1110a được bố trí để bao quanh (các bề mặt bên của) một chân 910a trong số hai chân 910a và 910b của lõi nhiều lớp 800. Cuộn sơ cấp 1110a được cách điện với lõi nhiều lớp 800 và các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b. Cuộn sơ cấp 1110b được bố trí để bao quanh (các bề mặt bên của) chân còn lại 910b của hai chân 910a đến 910b của lõi nhiều lớp 800. Cuộn sơ cấp 1110b được cách điện với lõi nhiều lớp 800 và các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b. Cuộn thứ cấp 1120a được bố trí bên ngoài cuộn sơ cấp 1110a để bao quanh (bề mặt bên của) một chân 910a trong số hai chân 910a và 910b của lõi nhiều lớp 800. Cuộn thứ cấp 1120a được cách điện với lõi nhiều lớp 800 và các

cuộn sơ cấp 1110a và 1110b. Cuộn thứ cấp 1120b được bố trí bên ngoài cuộn sơ cấp 1110b để bao quanh (bề mặt bên của) chân còn lại 910b trong số hai chân 910a và 910b của lõi nhiều lớp 800. Cuộn thứ cấp 1120b được cách điện với lõi nhiều lớp 800 và các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b.

Tổng giá trị của độ dày của các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b và các độ dày của các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b nhỏ hơn khoảng cách (theo hướng trục Y) giữa hai chân của lõi nhiều lớp 800.

Ở thời điểm cấu hình thiết bị điện 1100, trước tiên, các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b và các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b được tạo ra. Ngoài ra, các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b và các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b được bố trí như được thể hiện trên Fig.11. Cụ thể, cuộn sơ cấp 1110a và cuộn thứ cấp 1120a được bố trí để cuộn sơ cấp 1110a có mặt ở bên trong một cách tương đối, cuộn thứ cấp 1120a có mặt ở bên ngoài một cách tương đối, và cuộn sơ cấp 1110a và cuộn thứ cấp 1120a đồng tâm với nhau. Tương tự, cuộn sơ cấp 1110b và cuộn thứ cấp 1120b được bố trí để cuộn sơ cấp 1110b có mặt ở bên trong một cách tương đối, cuộn thứ cấp 1120b có mặt ở bên ngoài một cách tương đối, và cuộn sơ cấp 1110b và cuộn thứ cấp 1120b đồng tâm với nhau.

Sau đó, một hoặc các chân còn lại 910a và 910b được cấu hình bởi các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 mỗi chân được chèn lần lượt vào trong các phần rỗng của các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b tương ứng để các hướng trong đó các phần đầu mút của các chân 910a và 910b được cấu hình bởi các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được định hướng trở nên ngược nhau 180° một cách xen kẽ, và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 được bố trí ở các phần đầu mút của các chân 910a và 910b được cấu hình bởi các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 để hình dạng của bề mặt tấm trở thành hình vuông trong đó chữ cái U và chữ cái I được phối hợp trong cùng một lớp. Các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 được bố trí như đã mô tả ở trên, bằng cách đó lõi nhiều lớp 800 ở trạng thái trong đó cuộn sơ cấp 1110a, cuộn thứ cấp 1120a và cuộn sơ cấp 1110b và cuộn thứ cấp 1120b được bố trí ở một hoặc các chân còn lại tương ứng được cấu hình bởi các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được cấu hình. Trong trường hợp như vậy, không cần thiết phải cho các dây điện mà cấu hình các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b và các cuộn thứ cấp

1120a và 1120b đi qua vùng giữa hai chân 910a và 910b của lõi nhiều lớp 800 mỗi khi cuộn dây. Do đó, có thể dễ dàng cấu hình các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b và các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b.

Lõi nhiều lớp 800 có thể được cố định bằng phương pháp đã biết như được mô tả trong phương án thứ nhất. Ngoài ra, như được mô tả trong phần (tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp), quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện trên lõi nhiều lớp 800.

Như đã mô tả ở trên, theo phương án của sáng chế, tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 được cấu hình sao cho hai hướng của hướng dọc (hướng trục X) của hai chân 910a và 910b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 920a và 920b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 1020a và 1020b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.8 đến Fig.10, hướng dễ từ hóa 1020a hoặc 1020b) và hướng dọc (hướng trục Y) của các vòng ôm 920a và 920b được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 1020a và 1020b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.8 đến Fig.10, hướng dễ từ hóa 1020a). Ngoài ra, tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820 được phối hợp để hướng dọc của các chân 910a và 910b trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 1020a và 1020b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.8 đến Fig.10, hướng dễ từ hóa 1020a) và hướng dọc của các vòng ôm 920a và 920b trùng với hướng bất kỳ trong số các hướng dễ từ hóa 1020a và 1020b (trong ví dụ được thể hiện trên Fig.8 đến Fig.10, hướng dễ từ hóa 1020a hoặc 1020b), bằng cách đó cấu hình lõi nhiều lớp 800. Do đó, thậm chí khi lõi nhiều lớp là lõi UI, tác dụng giống như trong trường hợp lõi nhiều lớp là lõi EI hoặc lõi EE có thể được thể hiện.

Theo phương án của sáng chế, trường hợp trong đó các cuộn dây (các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b và các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b) được bố trí trong mỗi trong số hai chân 910a đến 910b của lõi nhiều lớp 800 đã được mô tả làm ví dụ. Tuy nhiên, không cần phải bố trí các cuộn dây trong mỗi trong số hai chân 910a đến 910b của lõi nhiều lớp 800 như đã mô tả ở trên. Chẳng hạn, các cuộn dây có thể được bố trí trong một trong

số hai chân 910a đến 910b của lõi nhiều lớp 800, và không có cuộn dây nào có thể được bố trí trên chân còn lại. Ngoài ra, thiết bị điện có thể là thiết bị điện loại vỏ bằng cách sử dụng hai lõi nhiều lớp 800. Trong trường hợp như vậy, các cuộn dây được bố trí trong các phần rỗng của hai lõi nhiều lớp 800.

Theo phương án của sáng chế, các phần góc của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 là các góc vuông (uốn cong) và không hoàn toàn là hình chữ U, nhưng hình dạng như vậy cũng được coi là hình chữ U (hình dạng có độ cong ở mỗi phần góc (được uốn) còn được coi là hình chữ U).

Ngoài ra, cũng theo phương án của sáng chế, nhiều ví dụ sửa đổi được mô tả trong các phương án thứ nhất và thứ hai có thể được sử dụng.

Cấu hình của lõi nhiều lớp không bị giới hạn ở lõi EI, lõi EE, và lõi UI được mô tả trong các phương án từ thứ nhất đến thứ ba. Lõi nhiều lớp có thể là lõi nhiều lớp bất kỳ miễn là nhiều chân và nhiều vòng ôm được cung cấp và ít nhất một phần vùng gồm nhiều chân và ít nhất một phần vùng của nhiều vòng ôm được cấu hình bằng cùng (một) tấm thép kỹ thuật điện ở cùng một vị trí theo hướng xếp lớp của các tấm thép kỹ thuật điện. Nghĩa là, lõi nhiều lớp chỉ cần được tạo thành từ tấm thép kỹ thuật điện có thể được đánh giá là có cùng các đặc tính như trường hợp trong đó ít nhất một phần của mỗi trong số chân và vòng ôm kéo dài trực giao với nhau ở mỗi vị trí theo hướng xếp lớp được cắt từ, chẳng hạn, cùng một dải thép kỹ thuật điện. Cụ thể, miễn là các điều kiện sản xuất có thể ảnh hưởng đến các đặc tính của tấm thép kỹ thuật điện như các điều kiện cán hoặc các điều kiện làm nguội được đặt trong mỗi nhà máy ở thời điểm sản xuất dải thép kỹ thuật điện là như nhau, mỗi dải thép kỹ thuật điện có thể được đánh giá là có cùng các đặc tính. Nghĩa là, trong mỗi tấm thép kỹ thuật điện, ít nhất một phần vùng gồm nhiều chân và ít nhất một phần vùng của nhiều vòng ôm được sản xuất trong cùng các điều kiện sản xuất ở cùng một vị trí (mỗi vị trí) theo hướng xếp lớp của các tấm thép kỹ thuật điện trong lõi nhiều lớp. Trong tấm thép kỹ thuật điện này, khi hướng bất kỳ trong số hai hướng trong đó các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện vượt trội nhất dọc theo hướng bất kỳ trong số hướng kéo dài của chân và hướng kéo dài của vòng ôm, lõi nhiều lớp có các đặc tính từ cải thiện được sản xuất.

Ở đây, nhiều vòng ôm được bố trí theo hướng trực giao với hướng kéo dài của

các chân dưới dạng hướng kéo dài sao cho mạch từ kín được tạo ra trong lõi nhiều lớp khi lõi nhiều lớp được kích thích. Ngoài ra, các tấm thép kỹ thuật điện được xếp lớp để các bề mặt tấm đối diện với nhau. Trong lõi nhiều lớp như vậy, không có ranh giới trong vùng được cấu hình bởi cùng một tấm thép kỹ thuật điện ở cùng một vị trí theo hướng xếp lớp của các tấm thép kỹ thuật điện (giữa ít nhất một phần vùng của các chân và ít nhất một phần vùng của các vòng ô-m), và vùng này trở thành một vùng liên tục. Ngoài ra, hướng trong đó từ thông chính chạy qua bên trong lõi nhiều lớp khi lõi nhiều lớp được kích thích bao gồm hướng kéo dài của chân và hướng kéo dài của vòng ô-m.

Chẳng hạn, theo các phương án từ thứ nhất đến thứ ba, các trường hợp trong đó, trong cùng một lớp (vị trí có hướng xếp lớp giống nhau), các bề mặt đối diện nhau của hai tấm thép kỹ thuật điện (các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510, các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810, và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820) là các bề mặt (mặt phẳng Y-Z) theo hướng trục giao với hướng dọc của chân được cấu hình bởi ít nhất một tấm thép kỹ thuật điện của hai tấm thép kỹ thuật điện đã được mô tả làm các ví dụ. Tuy nhiên, trong cùng một lớp, miễn là các bề mặt đối diện nhau của hai tấm thép kỹ thuật điện song song với nhau, các bề mặt này không nhất thiết phải là các bề mặt (mặt phẳng Y-Z) theo hướng trục giao với hướng dọc của chân được cấu hình bởi ít nhất một tấm thép kỹ thuật điện của hai tấm thép kỹ thuật điện và có thể là các bề mặt theo hướng nghiêng so với hướng đã mô tả ở trên (chẳng hạn, trên Fig.2, đường ranh giới giữa tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110 và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120 có thể nghiêng so với trục Y).

Ngoài ra, trong phương án thứ hai, trường hợp trong đó lõi EE được cấu hình bằng cách sử dụng hai bộ gồm các nhóm tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E có hình dạng và kích thước giống nhau đã được mô tả làm ví dụ. Tuy nhiên, các chiều dài của các chân của hai bộ gồm các nhóm tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E có thể khác nhau.

Ngoài ra, lõi nhiều lớp có thể là lõi UU. Trong trường hợp này, chẳng hạn, hai bộ gồm các nhóm tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U trong đó nhiều tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810 được xếp chồng để các đường bao được làm cho khớp với nhau được tạo ra, và hai bộ gồm các nhóm tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U được bố trí để

các hướng trong đó các phần đầu mút của các chân của hai bộ gồm tám thép kỹ thuật điện các nhóm được định hướng để ngược nhau 180° . Ngoài ra, trong trường hợp lõi nhiều lớp cũng là lõi UI, các chiều dài của các chân của hai bộ gồm các nhóm tám thép kỹ thuật điện có thể khác nhau như trong trường hợp trong đó lõi EE đã được mô tả.

Ngoài ra, theo các phương án từ thứ nhất đến thứ ba, các trường hợp trong đó, trong cùng một lớp (vị trí có hướng xếp lớp giống nhau), hai tám thép kỹ thuật điện (các tám thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 110, các tám thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 120, các tám thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510, các tám thép kỹ thuật điện kiểu chữ E 510, các tám thép kỹ thuật điện kiểu chữ U 810, và các tám thép kỹ thuật điện kiểu chữ I 820) được phối hợp để cấu hình các lõi nhiều lớp 100, 500, và 800 đã được mô tả làm các ví dụ. Tuy nhiên, lõi nhiều lớp có thể được tạo ra bằng cách phối hợp ba tám thép kỹ thuật điện trong cùng một lớp.

Như đã mô tả ở trên, khi lõi nhiều lớp được tạo ra bằng cách phối hợp nhiều tám thép kỹ thuật điện trong cùng một lớp, có thể dễ dàng cấu hình các cuộn dây (cuộn sơ cấp 410, cuộn thứ cấp 420, các cuộn sơ cấp 1110a và 1110b, và các cuộn thứ cấp 1120a và 1120b), là điều được ưu tiên. Tuy nhiên, không cần thiết cấu hình lõi nhiều lớp như đã mô tả ở trên. Chẳng hạn, lõi nhiều lớp có thể được cấu hình bằng cách chuẩn bị nhiều tám thép kỹ thuật điện có kích thước và hình dạng giống nhau dưới dạng (một) tám thép kỹ thuật điện có hình số tám hơi vuông hoặc hình vuông làm hình dạng của bề mặt tám và xếp chồng nhiều tám thép kỹ thuật điện để các đường bao được làm cho khớp với nhau. Trong trường hợp này, ở cùng một vị trí theo hướng xếp lớp của các tám thép kỹ thuật điện, tất cả các vùng gồm nhiều chân và nhiều vòng ôm được cấu hình bởi cùng (một) tám thép kỹ thuật điện.

Theo cách khác, khi hình dạng bên ngoài của bề mặt tám trong cùng một lớp của lõi nhiều lớp là hình số tám hơi vuông và cùng một lớp được tạo ra từ nhiều tám thép kỹ thuật điện, nhiều tám thép kỹ thuật điện mà tạo ra cùng một lớp có thể bao gồm tám thép kỹ thuật điện có hình dạng khác nhau từ tám thép kỹ thuật điện kiểu chữ E và tám thép kỹ thuật điện kiểu chữ I (chẳng hạn, cùng một lớp có thể được tạo ra từ tám thép kỹ thuật điện kiểu chữ U và tám thép kỹ thuật điện kiểu chữ T). Ngoài ra, khi hình dạng bên ngoài của bề mặt tám trong cùng một lớp của lõi nhiều lớp là hình vuông và

cùng một lớp được tạo ra từ nhiều tấm thép kỹ thuật điện, nhiều tấm thép kỹ thuật điện mà tạo ra cùng một lớp có thể bao gồm tấm thép kỹ thuật điện có hình dạng khác nhau từ tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ U và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I (chẳng hạn, cùng một lớp có thể được tạo ra từ hai tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ L). Ngoài ra, trong trường hợp cùng một lớp của lõi nhiều lớp được tạo ra từ nhiều tấm thép kỹ thuật điện, các tấm thép kỹ thuật điện này có thể không được cắt từ cùng một dải thép kỹ thuật điện. Chẳng hạn, nhiều tấm thép kỹ thuật điện được cắt ra khỏi các dải thép kỹ thuật điện (các dải thép kỹ thuật điện có các lô sản xuất khác nhau) tạo ra các cuộn khác nhau có thể tạo ra cùng một lớp. Ngoài ra, trong trường hợp như vậy, một tấm thép kỹ thuật điện tạo ra ít nhất một phần của mỗi trong số chân và vòng ôm mà kéo dài trực giao với nhau là tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng được mô tả trong phần đã mô tả ở trên (tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp), các tấm thép kỹ thuật điện khác có thể không phải là tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng được mô tả trong phần (tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp).

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, ví dụ sẽ được mô tả. Trong phần ví dụ này, lõi nhiều lớp được làm từ lõi EI bằng cách sử dụng tấm thép kỹ thuật điện được mô tả trong phần (tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp) và lõi nhiều lớp được làm từ lõi EI bằng cách sử dụng tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng đã biết được so sánh. Các độ dày của các tấm thép kỹ thuật điện đều là 0,25mm. Để làm tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng đã biết rõ, tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng có W10/400 bằng 12,8W/kg được sử dụng. W10/400 là tổn hao do sắt khi mật độ từ thông bằng 1,0T và tần số bằng 400Hz. Ngoài ra, tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng đã biết có các đặc tính từ vượt trội nhất theo hướng cán, và tính không đẳng hướng của các đặc tính từ tương đối nhỏ. Trong phần mô tả sau đây, tấm thép kỹ thuật điện có cấu trúc không định hướng đã biết sẽ được gọi là vật liệu A nếu cần. Ngoài ra, tấm thép kỹ thuật điện được mô tả trong phần (tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp), và tấm thép kỹ thuật điện được sử dụng cho lõi nhiều lớp của ví dụ theo sáng chế được gọi là vật liệu B nếu cần.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện ví dụ của mối quan hệ giữa các tỷ lệ B50 và các góc

từ hướng cán. Fig.13 là hình vẽ thể hiện ví dụ của mối quan hệ giữa các tỷ lệ W15/50 và các góc so với hướng cán. Ở đây, B50 là mật độ từ thông khi được kích thích bằng cường độ từ trường bằng 5000A/m, và W15/50 là tổn hao do sắt khi mật độ từ thông bằng 1,5T và tần số bằng 50Hz. Ở đây, mật độ từ thông và tổn hao do sắt được đo bằng phương pháp được mô tả trong JIS C 2556: 2015.

Ngoài ra, Fig.12 và Fig.13 thể hiện các giá trị được chuẩn hóa của các giá trị đo (các mật độ từ thông hoặc các tổn hao do sắt) ở mỗi góc so với hướng cán của mỗi vật liệu. Trong quy trình chuẩn hóa, giá trị trung bình ở mỗi góc so với hướng cán của vật liệu A được coi là 1,000. Để làm giá trị trung bình ở mỗi góc so với hướng cán của vật liệu A, giá trị trung bình của các giá trị đo ở tám góc 0° , $22,5^\circ$, 45° , $67,5^\circ$, 90° , $112,5^\circ$, 135° , và $157,5^\circ$ được sử dụng. Như đã mô tả ở trên, các giá trị trên trục tung của Fig.12 và Fig.13 là các giá trị tương đối (các đại lượng không thứ nguyên).

Như được thể hiện trên Fig.12, ở vật liệu B, tỷ lệ B50 là lớn nhất khi góc so với hướng cán bằng 45° , và tỷ lệ B50 trở nên nhỏ hơn khi góc so với hướng cán tiếp cận 0° và 90° .

Mặt khác, ở vật liệu A, tỷ lệ B50 trở nên nhỏ ở các góc so với hướng cán gần 45° đến 90° .

Như được thể hiện trên Fig.13, ở vật liệu B, tỷ lệ W15/50 là nhỏ nhất khi góc so với hướng cán bằng 45° , và tỷ lệ W15/50 trở nên lớn hơn khi góc so với hướng cán tiếp cận 0° và 90° .

Mặt khác, ở vật liệu A, tỷ lệ W15/50 là nhỏ nhất khi góc so với hướng cán bằng 0° và trở nên lớn hơn khi góc so với hướng cán gần 45° đến 90° .

Như đã mô tả ở trên, ở vật liệu B, các đặc tính từ vượt trội nhất theo hướng (hướng dễ từ hóa) ở góc so với hướng cán bằng 45° . Mặt khác, các đặc tính từ kém nhất theo các hướng ở các góc so với hướng cán bằng 0° và 90° (hướng cán và hướng trục giao với hướng cán).

Các đặc tính từ trong bốn vùng (nghĩa là, vùng từ 0° đến $22,5^\circ$, vùng từ $22,5^\circ$ đến 45° , vùng từ 45° đến $67,5^\circ$, và vùng từ $67,5^\circ$ đến 90°) so với hướng cán đến hướng trong đó góc nhỏ hơn trong số các góc so với hướng cán bằng 90° có, về mặt lý thuyết,

mối quan hệ đối xứng.

Về tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E của vật liệu A, hướng dọc của ba chân được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E được làm cho trùng với hướng cán. Về tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I của vật liệu A, hướng dọc của các vòng ôm được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I được làm cho trùng với hướng cán.

Về tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E của vật liệu B, như được mô tả trong phương án thứ nhất, hai hướng của hướng dọc của ba chân được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E và hướng dọc của các vòng ôm được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E được làm cho trùng với hướng bất kỳ trong số hai hướng dễ từ hóa. Cũng về tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I của vật liệu B, như được mô tả trong phương án thứ nhất, hướng dọc của các vòng ôm được cấu hình bởi tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I được làm cho trùng với hướng bất kỳ trong số hai hướng dễ từ hóa.

Các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E và kiểu chữ I của vật liệu A và các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E và kiểu chữ I của vật liệu B cũng được cắt ra khỏi các dải thép kỹ thuật điện bằng cách dập bằng khuôn. Các hình dạng và các kích thước của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E của vật liệu A và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E của vật liệu B là giống nhau. Các hình dạng và các kích thước của tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I của vật liệu A và tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I của vật liệu B là giống nhau.

Quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện trên lõi nhiều lớp trong đó các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E và kiểu chữ I của vật liệu A được xếp chồng như được mô tả trong phương án thứ nhất, và cuộn sơ cấp được bố trí trong chân trung tâm của lõi nhiều lớp. Tương tự, quá trình ủ giảm ứng suất được thực hiện trên lõi nhiều lớp trong đó các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E và kiểu chữ I của vật liệu B được xếp chồng như được mô tả trong phương án thứ nhất, và cuộn sơ cấp được bố trí trong chân trung tâm của lõi nhiều lớp.

Số lượng của các tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E và kiểu chữ I cấu hình mỗi lõi nhiều lớp là giống nhau (hình dạng và kích thước của mỗi lõi nhiều lớp là giống nhau). Ngoài ra, cuộn sơ cấp được bố trí trong mỗi lõi nhiều lớp là cuộn giống nhau.

Dòng kích thích có cùng tần số và giá trị hiệu dụng được làm cho chạy qua cả

hai đầu của cuộn sơ cấp được bố trí trong mỗi lõi nhiều lớp (nghĩa là, mỗi lõi nhiều lớp được kích thích trong các điều kiện kích thích giống nhau), và trong chân trung tâm của mỗi lõi nhiều lớp, mật độ từ thông được đo, và tổn hao do sắt được đo. Ngoài ra, dòng kích thích chạy qua cuộn sơ cấp được đo, và sinh ra tổn hao do đồng sơ cấp.

Kết quả là, tỷ lệ của tổn hao do đồng sơ cấp trong trường hợp sử dụng lõi nhiều lớp của vật liệu B với tổn hao do đồng sơ cấp trong trường hợp sử dụng lõi nhiều lớp của vật liệu A bằng 0,92. Ngoài ra, tỷ lệ của tổn hao do sắt của lõi nhiều lớp của vật liệu B với tổn hao do sắt của lõi nhiều lớp của vật liệu A bằng 0,81. Như đã mô tả ở trên, trong phần ví dụ này, có thể làm giảm tổn hao do đồng sơ cấp 8% và tổn hao do sắt 19% bằng cách sử dụng vật liệu B so với trường hợp trong đó vật liệu A được sử dụng.

Các phương án của sáng chế đã mô tả ở trên đều chỉ là các ví dụ cụ thể để thực hiện sáng chế, và phạm vi kỹ thuật của sáng chế không nên được hiểu theo cách làm giới hạn bởi các phương án này. Nghĩa là, sáng chế có thể được thực hiện dưới nhiều hình thức khác nhau mà không đi trệch khỏi ý tưởng kỹ thuật hoặc các dấu hiệu chính của sáng chế.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Theo sáng chế, có thể cải thiện các đặc tính từ của các lõi nhiều lớp. Do đó, sáng chế có khả năng áp dụng công nghiệp rất cao.

Mô tả vắn tắt các ký hiệu tham chiếu

100, 500, 800: lõi nhiều lớp

110, 510: tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ E

120, 820: tấm thép kỹ thuật điện kiểu chữ I

210a đến 210c, 610a đến 610c, 910a, và 910b: chân

220a đến 220c, 620a đến 620c, 920a và 920b: vòng ôm

310, 710, 1010: hướng cán 320a và 320b, 720a và 720b, 1020a và 1020b: hướng dễ từ hóa

400, 1100: thiết bị điện

410, 1110a, và 1110b: cuộn sơ cấp

420, 1120a, và 1120b: cuộn thứ cấp

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Lỗi nhiều lớp, lỗi này bao gồm:
 - nhiều tấm thép kỹ thuật điện được xếp lớp sao cho các bề mặt tấm đối diện với nhau, trong đó mỗi trong số nhiều tấm thép kỹ thuật điện bao gồm:
 - nhiều chân, và
 - nhiều vòng ôm được bố trí theo hướng trục giao với hướng kéo dài của các chân dưới dạng hướng kéo dài sao cho mạch từ kín được tạo ra trong lõi nhiều lớp khi lõi nhiều lớp được kích thích,
 - hướng xếp lớp của tấm thép kỹ thuật điện tạo kết cấu nhiều chân và hướng xếp lớp của tấm thép kỹ thuật điện tạo kết cấu nhiều vòng ôm là giống như nhau,
 - tấm thép kỹ thuật điện có thành phần hóa học chứa, theo % khối lượng,
 - C: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%,
 - Si: nằm trong khoảng từ 1,50% đến 4,00%,
 - sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 1,0%,
 - S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%,
 - N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%,
 - một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu, và Au: tổng cộng nằm trong khoảng từ 2,50% đến 5,00%,
 - Sn: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%,
 - Sb: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%,
 - P: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, và
 - một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn, và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0000% đến 0,0100%,
 - trong đó, khi hàm lượng Mn (% khối lượng) được ký hiệu là [Mn], hàm lượng Ni (% khối lượng) được ký hiệu là [Ni], hàm lượng Co (% khối lượng) được ký hiệu là [Co], hàm lượng Pt (% khối lượng) được ký hiệu là [Pt], hàm lượng Pb (% khối lượng) được ký hiệu là [Pb], hàm lượng Cu (% khối lượng) được ký hiệu là [Cu], hàm lượng Au (% khối lượng) được ký hiệu là [Au], hàm lượng Si (% khối lượng) được ký hiệu là [Si], và hàm lượng sol. Al (% khối lượng) được ký hiệu là [sol. Al], công thức (A) dưới đây được thỏa mãn, và
 - phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất,
 - khi B50 theo hướng cán được ký hiệu là B50L, B50 theo hướng có góc 90° so với hướng cán được ký hiệu là B50C, và, giữa B50 theo hai hướng trong đó góc nhỏ hơn trong số các góc so với hướng cán bằng 45°, B50 theo một hướng được ký hiệu là

B50D1, và B50 theo hướng còn lại được ký hiệu là B50D2, công thức (B) và công thức (D) dưới đây được thỏa mãn, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X theo $\{100\}<011>$ lớn hơn hoặc bằng 5 và nhỏ hơn 30, và độ dày tấm nhỏ hơn hoặc bằng 0,50 mm,

tấm thép kỹ thuật điện được bố trí sao cho hướng bất kỳ trong số hai hướng trong đó các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện vượt trội nhất dọc theo hướng bất kỳ trong số hướng kéo dài của các chân và hướng kéo dài của các vòng ôm, và

hai hướng trong đó các đặc tính từ vượt trội nhất là hai hướng trong đó góc nhỏ hơn trong số các góc so với hướng cán bằng 45° ,

$$([Mn] + [Ni] + [Co] + [Pt] + [Pb] + [Cu] + [Au]) - ([Si] + [sol. Al]) > 0\% \cdots (A)$$

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,7T \cdots (B)$$

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,1 \times (B50L + B50C)/2 \cdots (D).$$

2. Lõi nhiều lớp, lõi này bao gồm:

nhiều tấm thép kỹ thuật điện được xếp lớp sao cho các bề mặt tấm đối diện với nhau, trong đó mỗi trong số nhiều tấm thép kỹ thuật điện bao gồm:

nhiều chân, và

nhiều vòng ôm được bố trí theo hướng trục giao với hướng kéo dài của các chân dưới dạng hướng kéo dài sao cho mạch từ kín được tạo ra trong lõi nhiều lớp khi lõi nhiều lớp được kích thích,

hướng xếp lớp của tấm thép kỹ thuật điện tạo kết cấu nhiều chân và hướng xếp lớp của tấm thép kỹ thuật điện tạo kết cấu nhiều vòng ôm là giống như nhau,

tấm thép kỹ thuật điện có thành phần hóa học chứa, theo % khối lượng,

C: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%,

Si: nằm trong khoảng từ 1,50% đến 4,00%,

sol. Al: nằm trong khoảng từ 0,0001% đến 1,0%,

S: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%,

N: nhỏ hơn hoặc bằng 0,0100%,

một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mn, Ni, Co, Pt, Pb, Cu, và Au: tổng cộng nằm trong khoảng từ 2,50% đến 5,00%,

Sn: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%,

Sb: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%,

P: nằm trong khoảng từ 0,000% đến 0,400%, và

một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm gồm có Mg, Ca, Sr, Ba, Ce, La, Nd, Pr, Zn, và Cd: tổng cộng nằm trong khoảng từ 0,0000% đến 0,0100%,

trong đó, khi hàm lượng Mn (% khối lượng) được ký hiệu là [Mn], hàm lượng Ni

(% khối lượng) được ký hiệu là [Ni], hàm lượng Co (% khối lượng) được ký hiệu là [Co], hàm lượng Pt (% khối lượng) được ký hiệu là [Pt], hàm lượng Pb (% khối lượng) được ký hiệu là [Pb], hàm lượng Cu (% khối lượng) được ký hiệu là [Cu], hàm lượng Au (% khối lượng) được ký hiệu là [Au], hàm lượng Si (% khối lượng) được ký hiệu là [Si], và hàm lượng sol. Al (% khối lượng) được ký hiệu là [sol. Al], công thức (A) dưới đây được thỏa mãn, và

phần còn lại bao gồm Fe và các tạp chất,

khi B50 theo hướng cán được ký hiệu là B50L, B50 theo hướng có góc 90° so với hướng cán được ký hiệu là B50C, và, giữa B50 theo hai hướng trong đó góc nhỏ hơn trong số các góc so với hướng cán bằng 45° , B50 theo một hướng được ký hiệu là B50D1, và B50 theo hướng còn lại được ký hiệu là B50D2, công thức (C) và công thức (F) dưới đây được thỏa mãn, tỷ lệ cường độ ngẫu nhiên tia X theo $\{100\}<011>$ lớn hơn hoặc bằng 5 và nhỏ hơn 30, và độ dày tấm nhỏ hơn hoặc bằng 0,50 mm,

tấm thép kỹ thuật điện được bố trí sao cho hướng bất kỳ trong số hai hướng trong đó các đặc tính từ của tấm thép kỹ thuật điện vượt trội nhất dọc theo hướng bất kỳ trong số hướng kéo dài của các chân và hướng kéo dài của các vòng ôm, và

hai hướng trong đó các đặc tính từ vượt trội nhất là hai hướng trong đó góc nhỏ hơn trong số các góc so với hướng cán bằng 45° ,

$$([Mn] + [Ni] + [Co] + [Pt] + [Pb] + [Cu] + [Au]) - ([Si] + [sol. Al]) > 0\% \cdots (A)$$

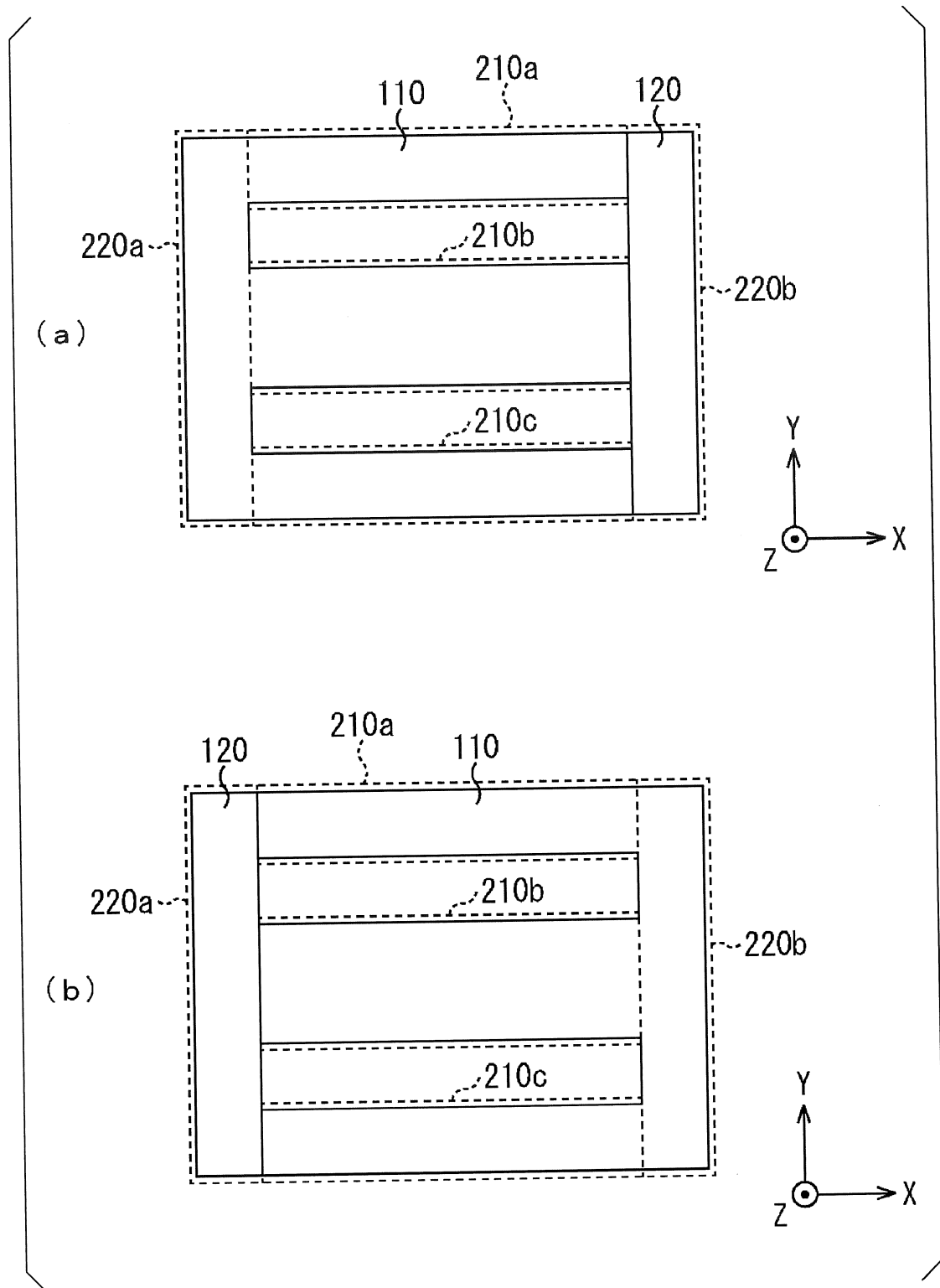
$$(B50D1 + B50D2)/2 > (B50L + B50C)/2 \cdots (C)$$

$$(B50D1 + B50D2)/2 > 1,8T \cdots (F).$$

3. Lõi nhiều lớp theo điểm 1 hoặc điểm 2,
trong đó công thức (E) dưới đây có thể được thỏa mãn,
 $(B50D1 + B50D2)/2 > 1,2 \times (B50L + B50C)/2 \cdots (E).$
4. Lõi nhiều lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3,
trong đó tấm thép kỹ thuật điện có thành phần hóa học chứa, theo % khối lượng,
Sn: nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400%, hoặc
Sb: nằm trong khoảng từ 0,020% đến 0,400%.
5. Lõi nhiều lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4,
trong đó lõi nhiều lớp là lõi EI, lõi EE, lõi UI hoặc lõi UU.
6. Thiết bị điện, thiết bị này bao gồm:
lõi nhiều lớp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5; và
cuộn dây được bố trí để bao quanh lõi nhiều lớp.

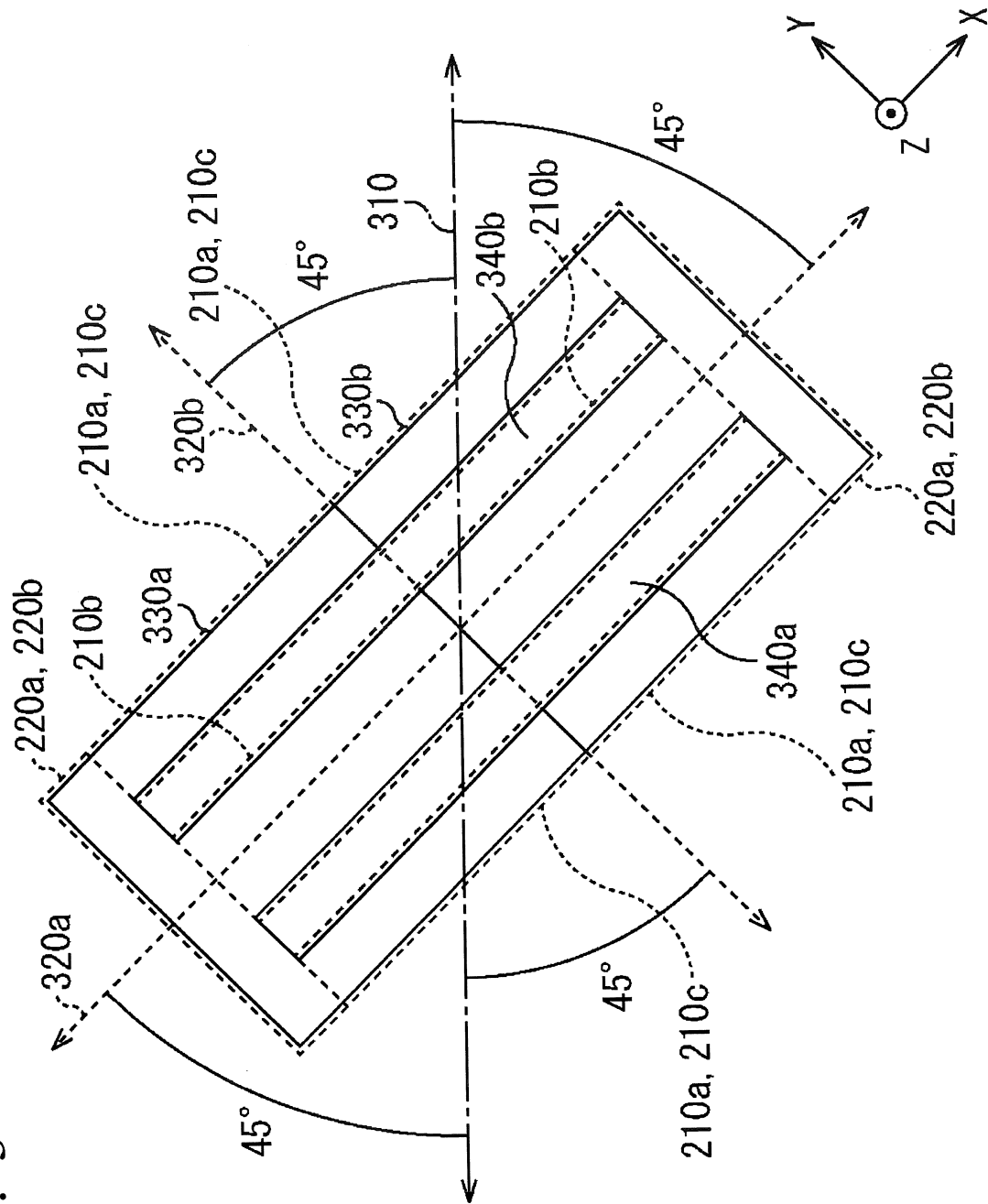
2/12

FIG. 2



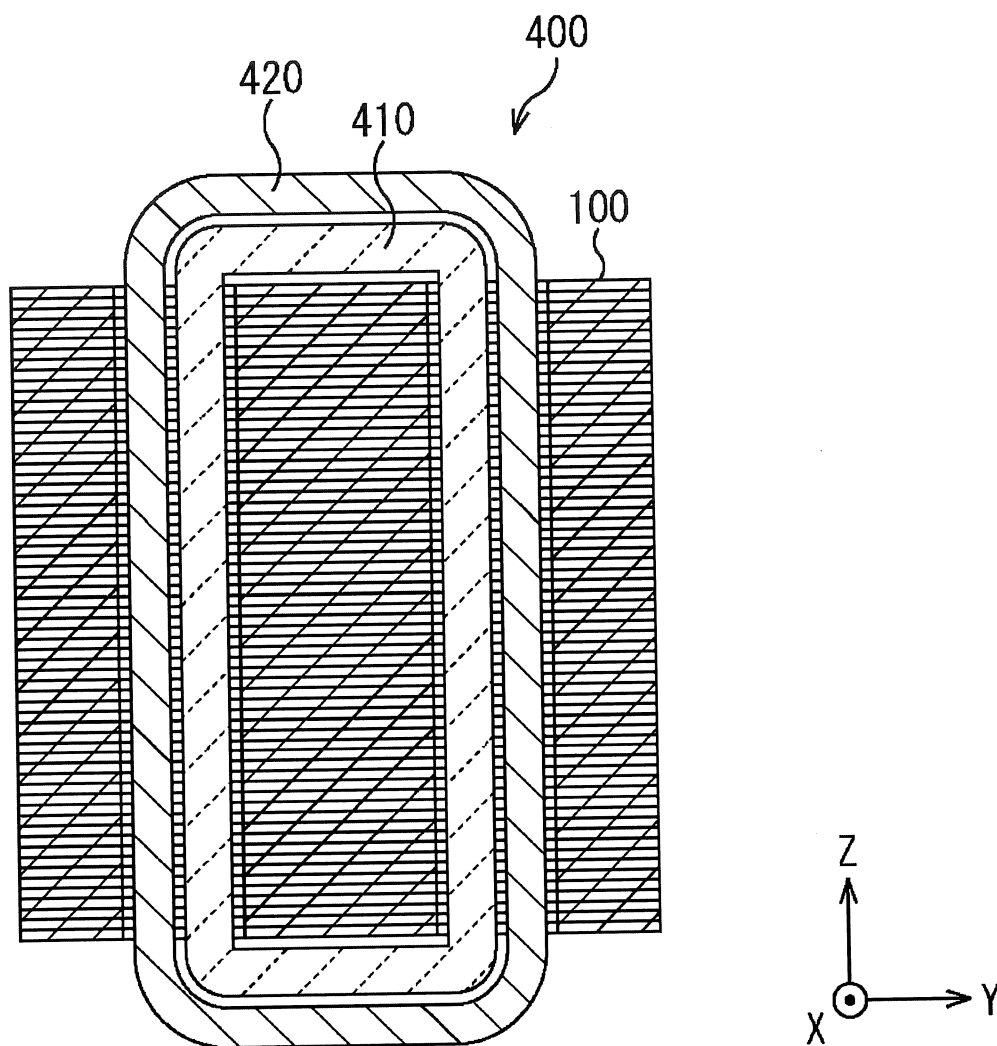
3/12

FIG. 3



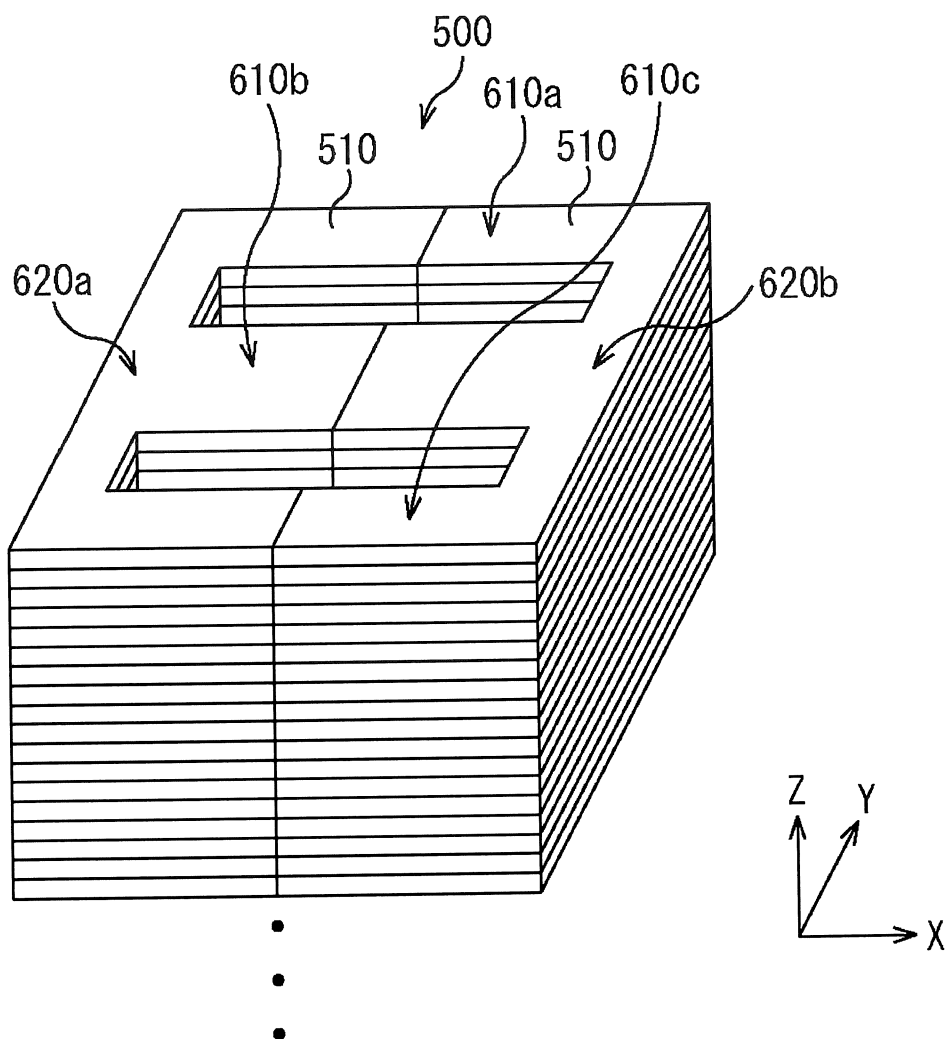
4/12

FIG. 4



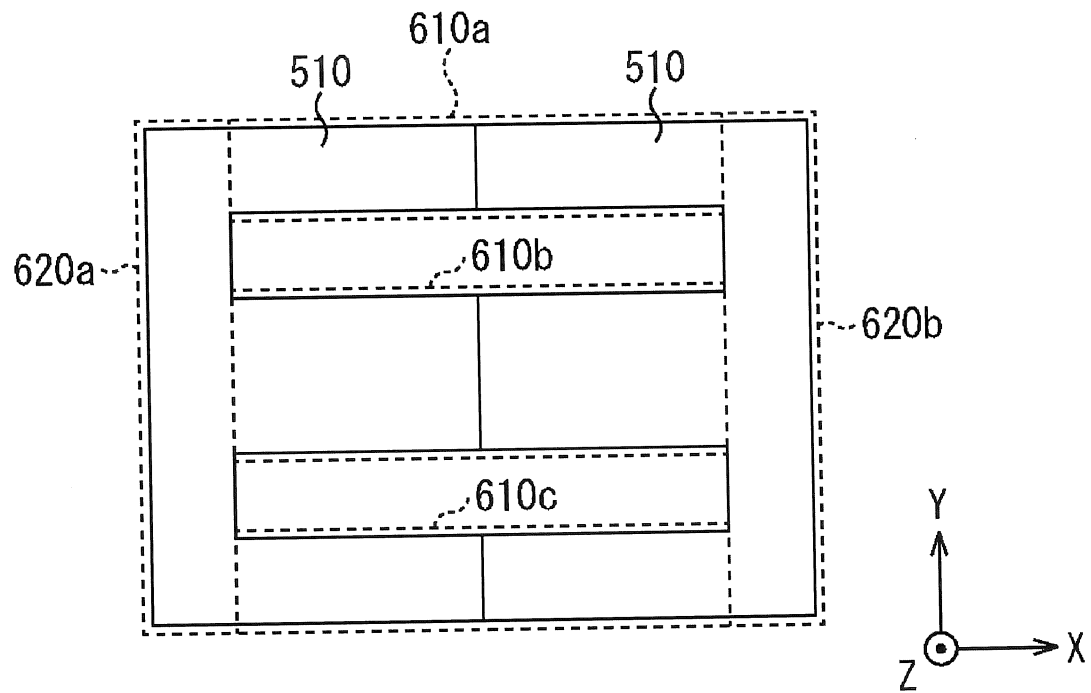
5/12

FIG. 5



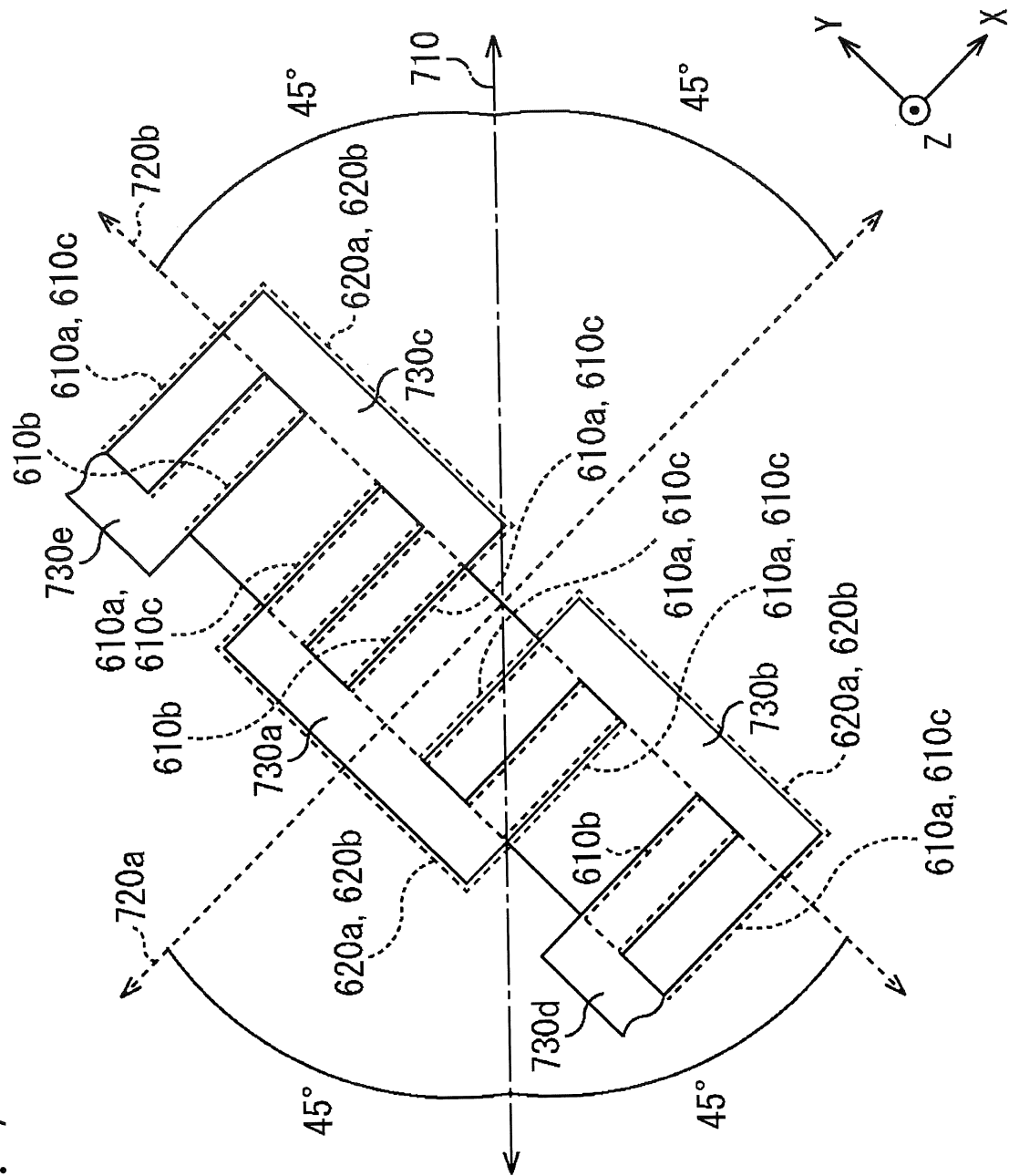
6/12

FIG. 6



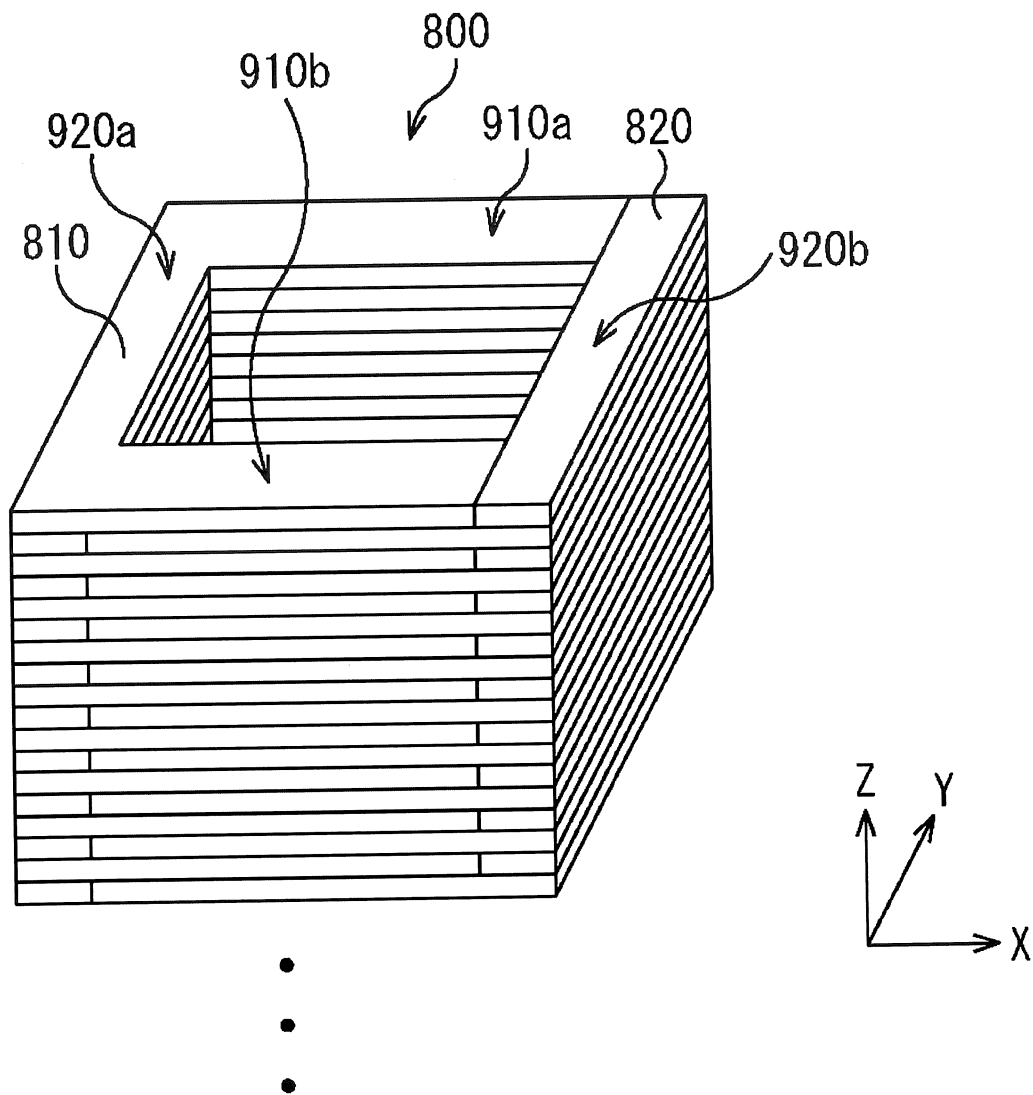
7/12

FIG. 7



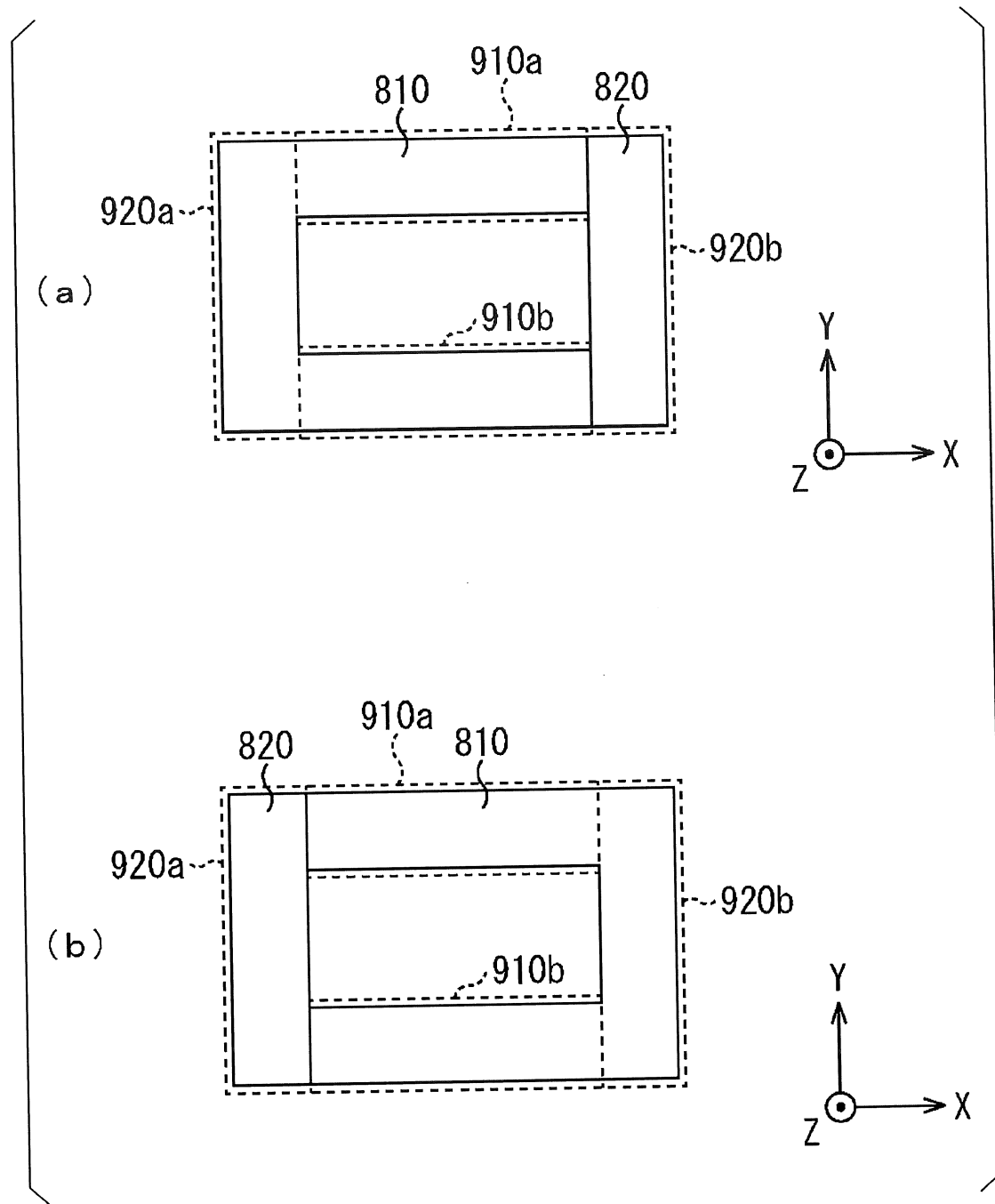
8/12

FIG. 8



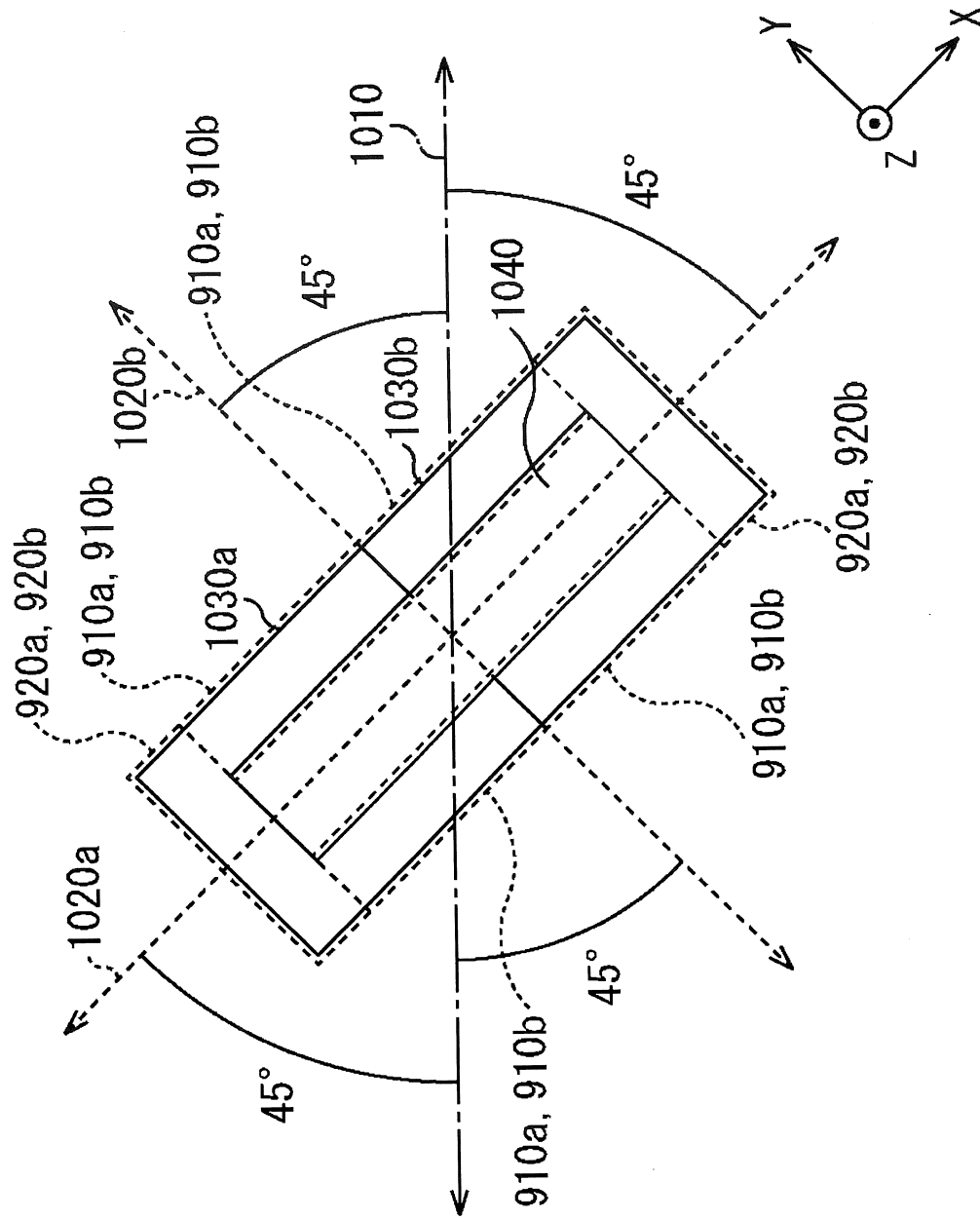
9/12

FIG. 9



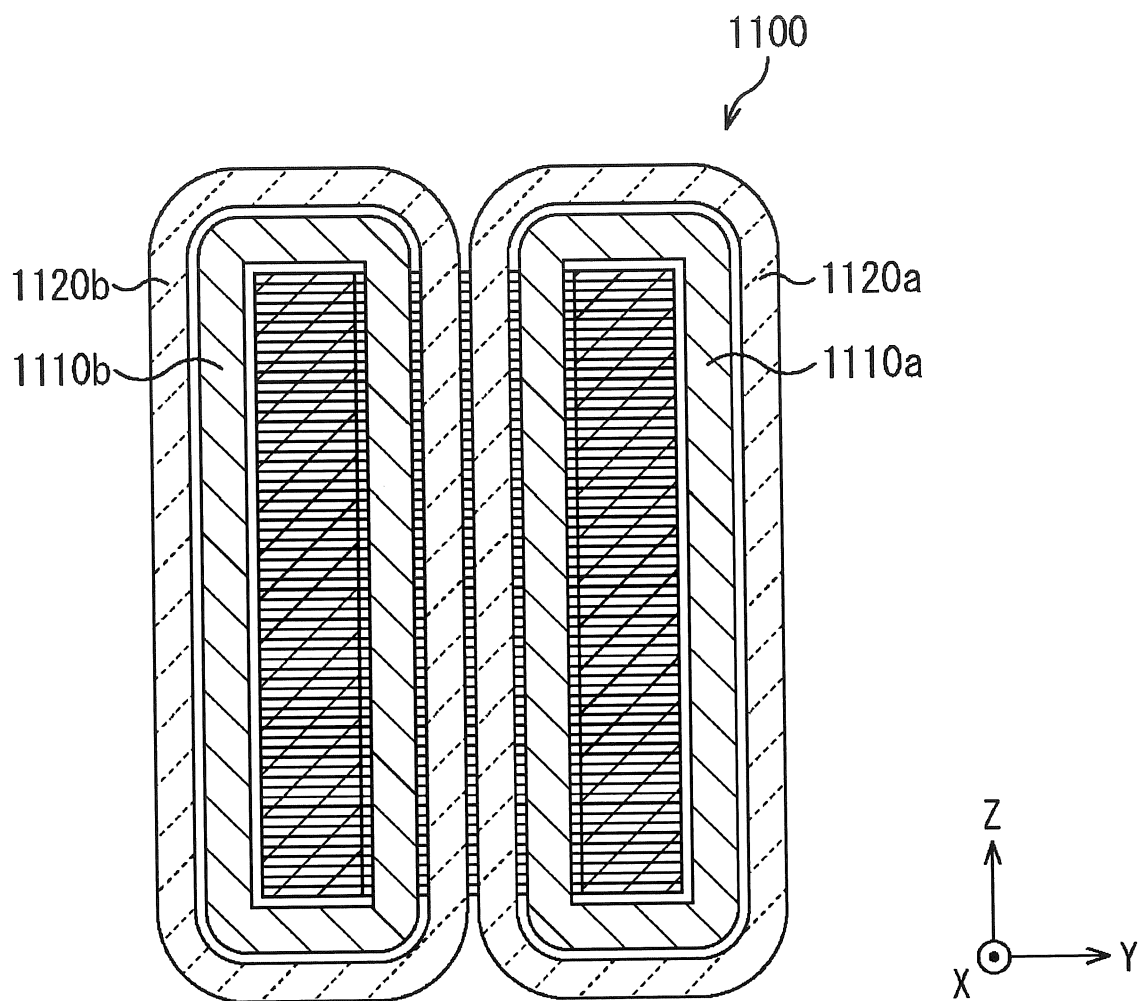
10/12

FIG. 10



11/12

FIG. 11



12/12

FIG. 12

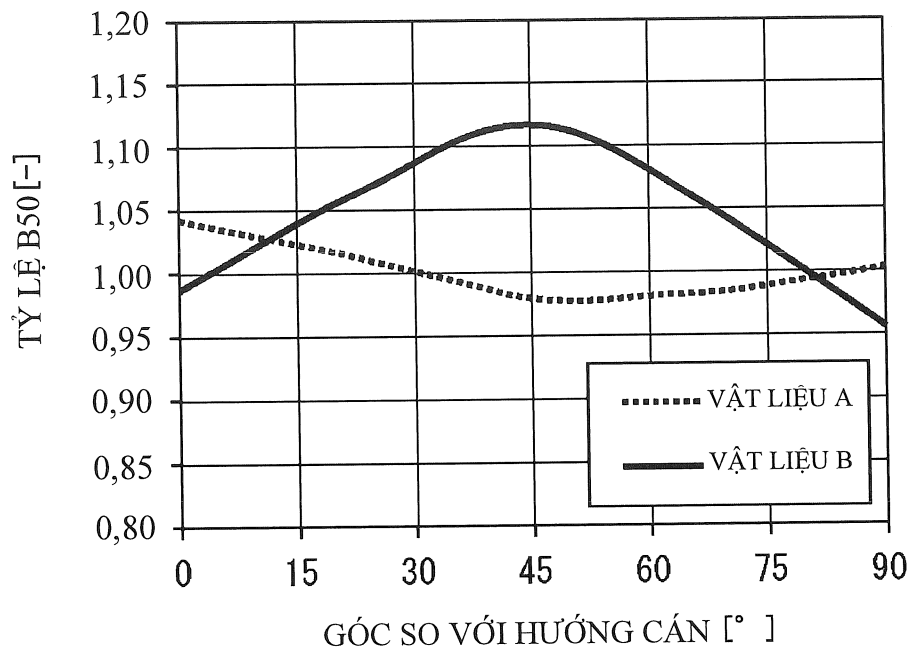


FIG. 13

