



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

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

(11)



1-0048224

(51)^{2022.01} B66C 1/06

(13) B

(21) 1-2022-07355

(22) 20/05/2021

(86) PCT/JP2021/019144 20/05/2021

(87) WO2021/241392 02/12/2021

(30) 2020-091097 26/05/2020 JP

(45) 25/07/2025 448

(43) 27/03/2023 420A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan

(72) TAKAKI Yuki (JP); YOSHINARI Yusuke (JP); ISHIDA Kyohei (JP); TATE Masami (JP); TAKI Takeshi (JP).

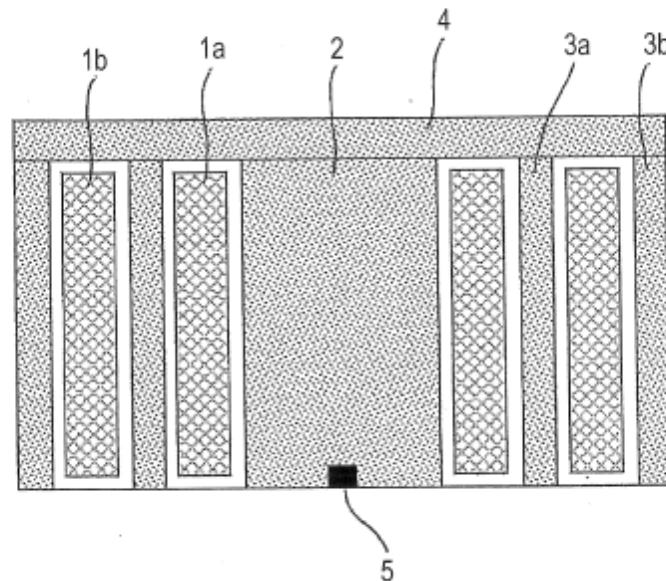
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) NAM CHÂM NÂNG VÀ BỘ MÁY NÂNG VẬT LIỆU THÉP, VÀ PHƯƠNG PHÁP VẬN CHUYỂN TẮM THÉP

(21) 1-2022-07355

(57) Sáng chế đề cập đến nam châm nâng, bộ máy nâng tấm thép và phương pháp vận chuyển tấm thép. Nam châm nâng có thể đảm bảo đủ độ sâu thâm nhập của từ thông trong quá trình vận chuyển các tấm thép, kiểm soát dễ dàng và chính xác cao độ sâu thâm nhập của từ thông phù hợp với số lượng tấm thép sẽ được nâng, đạt được cả mức độ hiệu suất cao trong việc kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng trong quá trình vận hành kiểm soát và mức độ ổn định nâng cao trong quá trình vận chuyển, và có kết cấu thiết bị nhỏ gọn và nhẹ. Nam châm nâng bao gồm nhiều cuộn dây điện từ 1 được sắp xếp đồng tâm và có thể được kiểm soát BẬT/TẮT và kiểm soát điện áp độc lập. Bằng cách sử dụng nhiều cuộn dây điện từ theo cách kết hợp phù hợp hoặc chọn lọc, nam châm nâng có thể đảm bảo đủ độ sâu thâm nhập của từ thông trong quá trình vận chuyển các tấm thép, và có thể kiểm soát dễ dàng và chính xác cao độ sâu thâm nhập của từ thông phù hợp với số lượng tấm thép sẽ được nâng.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến nam châm nâng và bộ máy nâng tấm thép được sử dụng để nâng và vận chuyển các tấm thép, ví dụ, trong các công trình thép và các nhà máy xử lý vật liệu thép, và cũng đề cập đến phương pháp vận chuyển tấm thép.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Máy cán tấm trong công trình thép thường bao gồm cơ sở cán, cơ sở hoàn thiện, và kho sản phẩm. Trong cơ sở cán, bước cán được thực hiện liên quan đến việc cán khối vật liệu thép đến độ dày mong muốn. Trong cơ sở hoàn thiện, bước hoàn thiện được thực hiện liên quan đến việc cắt thành kích thước vận chuyển, loại bỏ ba via từ các cạnh, sửa chữa các khuyết tật bề mặt, và kiểm tra các khuyết tật bên trong. Trong kho sản phẩm, các tấm thép chờ chuyển hàng được lưu trữ.

Các tấm thép đang trong quá trình của bước hoàn thiện và các tấm thép đang chờ chuyển hàng trong kho sản phẩm, được lưu trữ thành các chồng từ một vài đến hơn chục lớp vì hạn chế về không gian. Để vận chuyển hoặc chuyển hàng các tấm thép, một đến một vài tấm thép được nâng và di chuyển bằng cách sử dụng nam châm nâng điện từ được gắn với cần trục.

Kết cấu bên trong của nam châm nâng điện từ điển hình được minh họa trong hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc của Fig.10. Nam châm nâng bao gồm trong đó cuộn dây 100 với đường kính từ một trăm đến vài trăm milimét. Cực bên trong 101 (lõi sắt cực bên trong) được bố trí bên trong cuộn dây 100, và cực bên ngoài 102 (lõi sắt cực bên ngoài) được bố trí bên ngoài cuộn dây 100. Gông 103 tiếp xúc với, và được cố định vào, các đầu phía trên của cực bên trong 101 và cực bên ngoài 102. Bằng cách đưa cực bên trong 101 và cực bên ngoài 102 tiếp xúc với tấm thép, với cuộn dây 100 ở trạng thái được cung cấp năng lượng, mạch từ trường được tạo thành và tấm thép được hút về nam châm nâng. Để đảm bảo đủ lực nâng, nam châm nâng được sử dụng trong công trình thép khiến một cuộn dây 100 lớn tạo ra từ thông, và được thiết kế theo cách mà mật độ

từ thông đi qua cực bên trong 101 thường là 1 T (= 10000 G) hoặc lớn hơn.

Để kiểm soát số lượng tấm thép được hút về nam châm nâng, cần phải kiểm soát độ sâu thâm nhập của từ thông mà từ thông đạt tới, phụ thuộc vào độ dày tấm của các tấm thép và số lượng tấm thép sẽ được nâng. Đối với nam châm nâng được sử dụng thông thường, rất khó để kiểm soát độ sâu thâm nhập của từ thông với độ chính xác cao, và do đó rất khó về mặt vận hành để nâng chính xác số lượng tấm thép được xác định trước cùng một lúc. Theo đó, sau khi nhiều tấm thép hơn số được xác định trước được hút, những tấm thép thừa được thả xuống bằng cách điều chỉnh dòng điện trong nam châm nâng hoặc bằng cách bật và tắt nam châm nâng, sao cho số lượng tấm thép sẽ được hút được điều chỉnh. Phụ thuộc vào kỹ năng của người vận hành mà vận hành cần trực, tuy nhiên, quá trình cần được lặp lại nhiều lần và điều này dẫn đến việc mất hiệu quả công việc đáng kể. Ngoài ra, việc vận hành điều chỉnh số lượng tấm thép sẽ được hút, như được mô tả ở trên, là sự cản trở đáng kể cho việc tự động hóa việc vận hành cần trực.

Như là các giải pháp cho các vấn đề được mô tả ở trên, các kỹ thuật có thể tự động kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng đã được đề xuất. Các ví dụ về các kỹ thuật như vậy bao gồm phương pháp kiểm soát dòng điện được áp dụng cho cuộn dây của nam châm nâng để kiểm soát lực nâng (Tài liệu sáng chế 1), và nam châm nâng bao gồm nhiều nam châm điện nhỏ được kích thích độc lập (Tài liệu sáng chế 2).

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn sáng chế chưa được xét nghiệm Nhật Bản số 2-295889

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn sáng chế chưa được xét nghiệm Nhật Bản số 2000-226179

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1 là phương pháp kiểm soát dòng điện trong cuộn dây để kiểm soát đầu ra của từ thông, để thay đổi độ sâu thâm

nhập của từ thông. Nam châm nâng thường được sử dụng trong máy cán tấm của công trình thép được thiết kế theo cách mà lượng lớn từ thông có thể được áp dụng từ cực từ lớn đến các tấm thép. Theo đó, vì độ sâu thâm nhập của từ thông tối đa lớn, thay đổi nhỏ về dòng điện dẫn đến những thay đổi đáng kể về độ sâu thâm nhập của từ thông. Do đó, số lượng tấm thép sẽ được nâng không thể được kiểm soát một cách thích hợp, do tác động đáng kể của các khoảng trống được tạo ra bởi sự cong vênh của các tấm thép hoặc phụ thuộc vào chất lượng bề mặt.

Nam châm nâng được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2 được tạo cấu hình để thay đổi kích thước của nam châm điện để thay đổi độ sâu thâm nhập của từ thông. Nghĩa là, nam châm nâng được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2 không phải là nam châm kiểm soát từ thông của nam châm điện để kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng. Do đó, như trong trường hợp của phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1, nam châm nâng được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2 không thể kiểm soát một cách thích hợp số lượng tấm thép sẽ được nâng.

Theo đó, mục tiêu của sáng chế là giải quyết các vấn đề của lĩnh vực kỹ thuật liên quan được mô tả ở trên, và cung cấp không chỉ nam châm nâng và bộ máy nâng tấm thép có thể đạt được hiệu suất được cải thiện trong việc kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng trong quá trình vận hành kiểm soát, mà còn cung cấp phương pháp vận chuyển tấm thép.

Giải pháp kỹ thuật

Sáng chế để giải quyết các vấn đề nói trên được tóm tắt như sau.

[1] Nam châm nâng bao gồm nhiều cuộn dây điện từ được sắp xếp theo cách lồng nhau và được tạo cấu hình để được kiểm soát BẬT/TẮT và kiểm soát điện áp độc lập.

[2] Nam châm nâng theo mục [1] còn bao gồm cực bên trong được bố trí bên trong cuộn dây trong cùng trong các cuộn dây điện từ; cực trung gian xen kẽ giữa các cực gần kề của các cuộn dây điện từ; cực bên ngoài được bố trí bên ngoài cuộn dây ngoài cùng trong các cuộn dây điện từ; và gông được bố trí tiếp xúc với các đầu phía trên của cực bên trong, cực trung gian, và cực bên ngoài.

[3] Nam châm nâng theo mục [1] hoặc [2] còn bao gồm cảm biến từ thông được

tạo cấu hình để đo mật độ từ thông trực tiếp dưới các cực từ.

[4] Trong nam châm nâng theo mục [3], cảm biến từ thông được bố trí ở đầu phía dưới của cực bên trong.

[5] Trong nam châm nâng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [2] đến [4], lượng từ thông tối đa của cuộn dây trong cùng trong các cuộn dây điện từ nhỏ hơn lượng từ thông tối đa của phần còn lại của các cuộn dây điện từ.

[6] Bộ máy nâng tấm thép bao gồm nam châm nâng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [3] đến [5], và thiết bị kiểm soát được tạo cấu hình để kiểm soát việc vận hành của nhiều cuộn dây điện từ bằng cách sử dụng kết quả đo được thực hiện bởi cảm biến từ thông.

[7] Trong bộ máy nâng tấm thép theo mục [5], thiết bị kiểm soát được tạo cấu hình để thực hiện kiểm soát theo cách mà điện áp tương ứng với số lượng tấm thép sẽ được nâng được thiết lập được áp dụng cho các cuộn dây điện từ; tính toán, từ mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông, độ sâu thâm nhập của từ thông đối với các tấm thép sẽ được nâng; xác định, từ độ sâu thâm nhập của từ thông được tính toán, liệu số lượng tấm thép sẽ được nâng khớp với số lượng được thiết lập hay không; và kiểm soát điện áp được áp dụng cho các cuộn dây điện từ trên cơ sở của việc xác định.

[8] Trong bộ máy nâng tấm thép theo mục [7], để nâng các tấm thép, thiết bị kiểm soát kiểm soát điện áp được áp dụng cho cuộn dây trong cùng trong các cuộn dây điện từ để kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng.

[9] Trong bộ máy nâng tấm thép theo mục bất kỳ trong số các mục từ [6] đến [8], thiết bị kiểm soát thực hiện kiểm soát theo cách mà một số cuộn dây điện từ được kích thích để nâng các tấm thép, và ít nhất một trong số phần còn lại của các cuộn dây điện từ được kích thích để vận chuyển các tấm thép được nâng.

[10] Phương pháp vận chuyển tấm thép được thực hiện bằng cách sử dụng bộ máy nâng tấm thép theo mục bất kỳ trong số các mục từ [6] đến [9] là phương pháp vận chuyển tấm thép bao gồm nâng các tấm thép sẽ được vận chuyển bằng cách kích thích một số cuộn dây điện từ; và vận chuyển, sau khi nâng, các tấm thép được nâng bằng cách kích thích ít nhất một trong số phần còn lại của các cuộn dây điện từ.

[11] Trong phương pháp vận chuyển tấm thép theo mục [10], các tấm thép được nâng bằng cách kích thích cuộn dây trong cùng trong các cuộn dây điện từ; và sau khi nâng, các tấm thép được nâng được vận chuyển bằng cách kích thích phần còn lại của các cuộn dây điện từ.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Trong sáng chế, trong đó nhiều cuộn dây điện từ được sắp xếp theo cách lồng nhau và được tạo cấu hình để được kiểm soát BẬT/TẮT và kiểm soát điện áp độc lập, các cuộn dây điện từ có thể được sử dụng chọn lọc hoặc kết hợp. Độ sâu thâm nhập của từ thông do đó có thể được kiểm soát với độ chính xác cao phụ thuộc vào số lượng tấm thép sẽ được nâng.

Ngoài ra, khi nam châm nâng bao gồm cảm biến từ thông để đo mật độ từ thông trực tiếp dưới các cực từ, độ sâu thâm nhập của từ thông đối với các tấm thép sẽ được nâng có thể được tính toán từ mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông, và trạng thái được hút của các tấm thép có thể được xác định từ độ sâu thâm nhập của từ thông được tính toán. Ví dụ, bộ máy nâng tấm thép tính toán, từ mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông, độ sâu thâm nhập của từ thông đối với các tấm thép sẽ được nâng, xác định, từ độ sâu thâm nhập của từ thông được tính toán, trạng thái được hút của các tấm thép, và thực hiện kiểm soát phản hồi trên điện áp được áp dụng cho cuộn dây điện từ trên cơ sở của việc xác định. Điều này có ưu điểm là số lượng tấm thép sẽ được nâng có thể được kiểm soát với độ chính xác cao, và việc vận hành vận chuyển các tấm thép có thể được thực hiện hiệu quả hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc minh họa dưới dạng giản đồ phương án của nam châm nâng theo sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ (hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc) minh họa dưới dạng giản đồ cách thức từ thông chạy trong các tấm thép trong quá trình kích thích cuộn dây điện từ ở phía trong nam châm nâng theo phương án được minh họa trên Fig.1.

Fig.3 là sơ đồ (hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc) minh họa dưới dạng giản đồ cách thức từ thông chạy trong các tấm thép trong quá trình kích thích các cuộn dây

điện từ ở phía trong và phía ngoài trong nam châm nâng theo phương án được minh họa trên Fig.1.

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc minh họa dưới dạng giản đồ phương án khác của nam châm nâng theo sáng chế.

Fig.5 là chuỗi các sơ đồ giải thích minh họa quy trình mẫu về việc vận chuyển các tấm thép bằng phương tiện nam châm nâng theo sáng chế.

Fig.6 là sơ đồ khối minh họa phương án được ưu tiên của bộ máy nâng tấm thép theo sáng chế.

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương án được ưu tiên của phương pháp vận chuyển tấm thép theo sáng chế.

Fig.8 là hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc minh họa dưới dạng giản đồ nam châm nâng theo sáng chế được sử dụng trong Ví dụ.

Fig.9 là hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều ngang của nam châm nâng được minh họa trên Fig.8.

Fig.10 là hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc minh họa dưới dạng giản đồ nam châm nâng thông thường điển hình.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc minh họa dưới dạng giản đồ phương án của nam châm nâng theo sáng chế. Thông thường, nam châm nâng được nâng lên, hạ xuống, và di chuyển trong khi được giữ ở trạng thái lơ lửng bởi cần trục (không được thể hiện).

Nam châm nâng bao gồm nhiều cuộn dây điện từ 1a và 1b được sắp xếp theo cách lồng nhau và có thể được kiểm soát BẬT/TẮT và kiểm soát điện áp độc lập. Theo phương án hiện tại, nam châm nâng bao gồm cuộn dây điện từ thứ nhất 1a ở phía trong và cuộn dây điện từ thứ hai 1b ở phía ngoài (sau đây, "cuộn dây điện từ" sẽ được gọi đơn giản là "cuộn dây" để thuận tiện cho việc giải thích). Nam châm nâng này có mặt cắt ngang theo chiều ngang, chẳng hạn như được minh họa trên Fig.9.

Cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b là, ví dụ, các cuộn dây kích thích hình vòng được cách điện bằng cách quấn nhiều lần với dây đồng tráng men. Hai cuộn

dây 1a và 1b được sắp xếp theo cách lồng nhau, với cực trung gian 3a xen kẽ ở giữa. Hai cuộn dây 1a và 1b có các đường kính vòng khác nhau.

Mặc dù nhiều cuộn dây 1a và 1b được sắp xếp đồng tâm trong ví dụ này, chúng đơn giản chỉ cần được sắp xếp theo cách lồng nhau và không nhất thiết cần được sắp xếp đồng tâm.

Cực bên trong 2 được tạo thành bởi, ví dụ, lõi sắt hình trụ được bố trí bên trong cuộn dây thứ nhất 1a ở phía trong. Cực trung gian 3a được tạo thành bởi lõi sắt hình vòng xen kẽ giữa cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b. Cực bên ngoài 3b được tạo thành bởi lõi sắt hình vòng được bố trí bên ngoài cuộn dây thứ hai 1b. Ngoài ra, gông 4 được bố trí để tiếp xúc với, và được cố định vào, các đầu phía trên của cực bên trong 2, cực trung gian 3a, và cực bên ngoài 3b.

Trong khi không được thể hiện, các khoảng trống giữa các cuộn dây 1a và 1b và các cực từ và gông 4 được lấp đầy bằng vật liệu không từ tính, như nhựa, để cố định các cuộn dây 1a và 1b tại chỗ. Cực bên trong 2, cực trung gian 3a, cực bên ngoài 3b, và gông 4 được tạo thành từ vật liệu từ mềm, như thép cacbon thấp, và một số hoặc tất cả chúng có thể cấu thành kết cấu liền khối.

Nam châm nâng của phương án hiện tại bao gồm cảm biến từ thông 5 đo mật độ từ thông của cực từ. Từ mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông 5, độ sâu thâm nhập của từ thông đối với các tấm thép sẽ được nâng (hoặc được vận chuyển) có thể được xác định. Vì độ sâu thâm nhập của từ thông cho thấy độ dày (hoặc số lượng) của các tấm thép ở trạng thái được hút, có thể xác định liệu số lượng tấm thép sẽ được nâng mong muốn ở trạng thái được hút hay không.

Theo đó, bộ máy nâng tấm thép bao gồm nam châm nâng bao gồm cảm biến từ thông 5, và thiết bị kiểm soát 6 được tạo cấu hình để kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng trên cơ sở mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông 5. Cụ thể, thiết bị kiểm soát 6 tính toán, từ mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông, độ sâu thâm nhập của từ thông đối với các tấm thép sẽ được nâng, xác định, từ độ sâu thâm nhập của từ thông được tính toán, trạng thái được hút của các tấm thép, và thực hiện kiểm soát phản hồi trên điện áp được áp dụng cho cuộn dây điện từ trên cơ sở của việc

xác định. Số lượng tấm thép sẽ được nâng do đó có thể được kiểm soát với độ chính xác đặc biệt cao, và việc vận hành nâng và vận chuyển các tấm thép có thể được thực hiện hiệu quả hơn.

Cảm biến từ thông 5 được cấu thành, ví dụ, bởi phần tử Hall hoặc cuộn dây dò tìm. Cảm biến từ thông 5 của phương án hiện tại được cấu thành bởi phần tử Hall. Cảm biến từ thông 5 có thể được lắp đặt ở bất kỳ vị trí nào mà mật độ từ thông của cực từ có thể được đo. Theo phương án hiện tại, cảm biến từ thông 5 được lắp đặt ở đầu phía dưới (hoặc ở trung tâm của đầu phía dưới) của cực bên trong 2 để đo mật độ từ thông của từ thông đi qua cực bên trong 2. Độ sâu thâm nhập của từ thông có thể được tính toán trên cơ sở mật độ từ thông của cực bên trong 2 được đo bằng cảm biến từ thông 5. Nhiều cảm biến từ thông 5 có thể được cung cấp tại các vị trí khác nhau của cực từ (cực bên trong 2 hoặc/và cực trung gian 3a, cực bên ngoài 3b). Fig.4 là hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc minh họa dưới dạng giản đồ phương án khác của nam châm nâng theo sáng chế. Theo phương án này, cảm biến từ thông 5 được cấu thành bởi cuộn dây dò tìm, được bố trí dọc theo hướng chu vi ở đầu phía dưới của cực bên trong 2.

Cảm biến từ thông 5 tốt hơn là được lắp đặt theo cách mà nó có thể đo mật độ từ thông của từ thông đi qua cực bên trong 2. Ở đây, mật độ từ thông được coi là đồng nhất về cơ bản bên trong bề mặt dưới của cực bên trong. Theo phương án hiện tại được minh họa trên Fig.1, trong đó cảm biến từ thông 5 được cấu thành bởi phần tử Hall, mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông 5 được lắp đặt ở trung tâm của đầu phía dưới của cực bên trong 2. Mặt khác, khi cảm biến từ thông 5 được cấu thành bởi cuộn dây dò tìm như trong trường hợp của phương án được minh họa trên Fig.4, lượng (hoặc tổng lượng) từ thông trên bề mặt dưới của cực bên trong được đo bằng cuộn dây dò tìm. Theo đó, giá trị trung bình trong mặt phẳng thu được bằng cách chia lượng (hoặc tổng lượng) từ thông đo được cho diện tích bề mặt dưới của cực bên trong được xác định là mật độ từ thông của cực bên trong 2.

Mặc dù nam châm nâng được mô tả là bao gồm hai cuộn dây 1a và 1b trong ví dụ này, nó có thể bao gồm ba hoặc nhiều cuộn dây được sắp xếp theo cách lồng nhau. Trong trường hợp này, một lần nữa, cực bên trong 2 được bố trí bên trong cuộn dây trong cùng

trong các cuộn dây, cực trung gian 3a xen kẽ giữa hai cuộn dây 1 gần kề, và cực bên ngoài 3b được bố trí bên ngoài cuộn dây ngoài cùng trong các cuộn dây. Bao gồm ba hoặc nhiều cuộn dây được sắp xếp theo cách lồng nhau, như được mô tả ở trên, có ưu điểm là khi số lượng tấm thép sẽ được nâng sẽ được xác định tốt thành một, hai đến ba, bốn đến năm, hoặc sáu đến bảy, một loạt các kiểm soát điện áp được phép trong mỗi trường hợp.

Độ sâu thâm nhập của từ thông cần thiết để giữ các tấm thép trong quá trình vận chuyển có thể được đảm bảo bằng cách kích thích đồng thời nhiều cuộn dây 1a và 1b. Trong quá trình nâng các tấm thép, độ sâu thâm nhập của từ thông có thể được kiểm soát với độ chính xác cao bằng cách kích thích độc lập ít nhất một trong các cuộn dây riêng lẻ 1 (ví dụ, cuộn dây thứ nhất 1a trong các phương án được minh họa trên Fig.1 và Fig.4) có số vòng cuộn dây N tương đối nhỏ. Nguyên tắc bây giờ sẽ được mô tả.

Trong trường hợp nâng các tấm thép bằng nam châm nâng, chẳng hạn như được minh họa trên Fig.10, lượng từ thông có thể đi qua các tấm thép có thể biểu diễn bằng $\pi \times \Phi_1 \times t \times B_s$, trong đó Φ_1 (mm) là đường kính cực bên trong, t (mm) là tổng độ dày tấm của các tấm thép sẽ được nâng, và B_s (T) là mật độ từ thông bão hòa của các tấm thép. Theo đó, khi chồng "n" tấm thép với cùng vật liệu được hút và được nâng bởi nam châm nâng, nếu lượng từ thông M được tạo ra bằng cách áp dụng điện áp cho cuộn dây thỏa mãn Phương trình (1) được mô tả dưới đây, về mặt lý thuyết có thể là từ thông sẽ thâm nhập vào bề mặt dưới của tấm thép thứ n từ trên xuống, và có thể thu được đủ lực nâng. Nói cách khác, trong Phương trình (1), tổng độ dày tấm t của các tấm thép được nâng tương đương với độ sâu thâm nhập của từ thông:

$$M = \pi \times \Phi_1 \times \sum_{k=1}^n(t_k) \times B_s \cdots (1)$$

trong đó t_k là độ dày tấm của mỗi tấm thép sẽ được nâng, và $t = \sum_{k=1}^n(t_k)$ là tổng độ dày tấm của các tấm thép sẽ được nâng (= độ sâu thâm nhập của từ thông).

M có thể biểu diễn bằng $S \times B$, trong đó S (mm²) là diện tích mặt cắt ngang của cực bên trong 2, và B (T) là mật độ từ thông của cực bên trong 2. Phương trình (1) được mô tả ở trên do đó có thể biểu diễn bằng Phương trình (2) dưới đây:

$$S \times B = \pi \times \Phi_1 \times \sum_{k=1}^n(t_k) \times B_s \cdots (2).$$

Vì mật độ từ thông B tỷ lệ với tích của số vòng cuộn dây N và dòng điện I trong cuộn dây, Phương trình (2) được mô tả ở trên có thể được biểu diễn bằng Phương trình (3) dưới đây:

$$N \times I \times \alpha \times S = \pi \times \Phi_I \times \sum_{k=1}^n (t_k) \times B_s \cdots (3)$$

trong đó α là hằng số tỷ lệ.

Dòng điện I trong Phương trình (3) được thiết lập phụ thuộc vào số lượng tấm thép sẽ được nâng "n" và độ dày tấm t_k . Dòng điện I được kiểm soát bởi điện áp điều khiển V được áp dụng, ví dụ, từ mạch đảo đến mỗi cuộn dây 1a và 1b. Trong Phương trình (3), số vòng dây N , diện tích mặt cắt ngang S , và đường kính cực bên trong Φ_I là các giá trị đã biết, và hằng số tỷ lệ α và mật độ từ thông bão hòa B_s đã biết, ví dụ, từ vật liệu tấm thép sẽ được nâng. Do đó, dòng điện I được thiết lập phụ thuộc vào số lượng tấm sẽ được nâng được thiết lập. Khi số vòng cuộn dây N nhỏ, lượng thay đổi trong giá trị phía bên trái đối với sai số ΔI trong dòng điện I là nhỏ. Điều này làm cho có thể kiểm soát, với độ chính xác cao, độ sâu thâm nhập của từ thông cho phép Phương trình (3) được thiết lập, và để kiểm soát chính xác số lượng tấm thép sẽ được nâng.

Bằng cách kích thích nhiều cuộn dây 1a và 1b đồng thời, độ sâu thâm nhập của từ thông cần thiết để giữ các tấm thép trong quá trình vận chuyển sau khi được nâng có thể được đảm bảo. Điều này làm cho có thể giảm số vòng cuộn dây N của mỗi cuộn dây 1a và 1b. Trong các phương án được minh họa trên Fig.1 và Fig.4, trong đó độ sâu thâm nhập của từ thông thiết yếu có thể được đảm bảo bằng cách kích thích cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b đồng thời, số vòng cuộn dây N của mỗi cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b có thể được giảm.

Do đó, ví dụ, bằng cách kích thích riêng cuộn dây thứ nhất 1a, độ sâu thâm nhập của từ thông cho phép Phương trình (3) được thiết lập có thể được kiểm soát với độ chính xác cao, và số lượng tấm thép sẽ được nâng có thể được kiểm soát một cách chính xác ngay cả khi các tấm thép sẽ được nâng là các tấm mỏng.

Các nam châm nâng được minh họa trên Fig.1 và Fig.4 đều có kết cấu nhỏ gọn, bởi vì nhiều cuộn dây điện từ trong đó được sắp xếp đồng tâm.

Để cho phép cuộn dây ở phía ngoài tác động đủ lực hút trong quá trình vận chuyển

các tấm thép, lượng từ thông tối đa của cuộn dây 1a ở phía trong cùng tốt hơn là nhỏ hơn lượng từ thông tối đa của cuộn dây 1b ở phía ngoài. Theo đó, số vòng cuộn dây của cuộn dây thứ nhất 1a ở phía trong cùng tốt hơn là nhỏ hơn số vòng cuộn dây của cuộn dây thứ hai 1b ở phía ngoài. Lưu ý rằng khi nam châm nâng bao gồm ba hoặc nhiều cuộn dây, yêu cầu đơn giản là số vòng N của cuộn dây thứ nhất 1a ở phía trong cùng nhỏ hơn số vòng của các cuộn dây ở phía ngoài. Các cuộn dây ở phía ngoài có thể có số vòng giống nhau hoặc khác nhau.

Fig.2 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa từ thông được tạo ra trong khi các tấm thép được nâng bởi nam châm nâng theo phương án được minh họa trên Fig.1. Lưu ý rằng Fig.2 minh họa ví dụ trong đó hai tấm thép x1 và x2 được thiết lập làm các tấm thép sẽ được nâng.

Để kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng, như được minh họa trên Fig.2, điện áp điều khiển cần để nâng hai tấm thép x1 và x2 được áp dụng cho riêng cuộn dây thứ nhất 1a, và điều này tạo ra từ thông f_1 đi qua giữa cực bên trong 2 và cực trung gian 3a. Vì từ thông f_1 này chỉ đi qua hai tấm thép trên x1 và x2 trong các tấm thép x1 đến x4 được xếp chồng, riêng hai tấm thép x1 và x2 được hút về nam châm nâng.

Khi nam châm nâng đi lên ở trạng thái này, hai tấm thép x1 và x2 được nâng. Các tấm thép được nâng sau đó được vận chuyển. Trong quá trình vận chuyển, các tấm thép chịu tác động của ngoại lực là kết quả từ, ví dụ, sự lắc lư hoặc đu đưa cần trục. Nếu độ sâu thâm nhập của từ thông không đủ lớn, tấm thép x2 ở mặt dưới có thể bị tách rời và rơi khỏi nam châm nâng, do các khoảng trống được tạo ra bởi sự cong vênh của các tấm thép. Để tránh nguy cơ như vậy trong quá trình vận chuyển các tấm thép, cần phải thỏa mãn $N \times I \times \alpha \times S \gg \pi \times \Phi \times \sum_{k=1}^n(t_k) \times B_s$ (trong đó Φ là đường kính của cực bên ngoài trong trường hợp kích thích cả cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b), và tốt hơn là điện áp tối đa được áp dụng cho cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b. Để tránh nguy cơ rơi các tấm thép các tấm thép, ví dụ, tốt hơn là vế trái của bất đẳng thức $N \times I \times \alpha \times S \gg \pi \times \Phi \times \sum_{k=1}^n(t_k) \times B_s$ ít nhất gấp ba lần vế phải của nó.

Trong trường hợp kích thích cả cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b, các cuộn dây 1a và 1b được kiểm soát độc lập, và điện áp điều khiển được áp dụng cho mỗi

cuộn dây 1a và 1b để khiến dòng điện chạy qua. Theo đó, bất đẳng thức được mô tả ở trên dựa trên giá trị thu được bằng cách kết hợp Phương trình (3) được tính toán cho mỗi cuộn dây 1a và 1b. Mặc dù cả cuộn dây 1a và 1b được dẫn động để vận chuyển các tấm thép được nâng trong ví dụ này, riêng cuộn dây thứ nhất 1a có thể được kích thích cho việc vận chuyển. Trong trường hợp kích thích riêng cuộn dây thứ nhất 1a, Φ trong bất đẳng thức được mô tả ở trên là đường kính của cực bên trong.

Để vận chuyển các tấm thép, như được minh họa trên Fig.3, điện áp cũng được áp dụng cho cuộn dây thứ hai 1b để kích thích cả cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b, sao cho độ sâu thâm nhập của từ thông được tăng lên để đảm bảo độ ổn định nâng. Nghĩa là, bằng cách áp dụng điện áp không chỉ cho cuộn dây thứ nhất 1a mà còn cho cuộn dây thứ hai 1b, từ thông f_2 đi qua giữa cực bên trong 2 và cực bên ngoài 3b và từ thông f_3 đi qua giữa cực trung gian 3a và cực bên ngoài 3b được tạo ra. Từ thông f_2 được tạo ra với số vòng cuộn dây N lớn của cả cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b. Do đó, với độ sâu thâm nhập của từ thông lớn, chẳng hạn như được minh họa trên Fig.3, có thể giữ các tấm thép x_1 và x_2 một cách đáng tin cậy trong quá trình vận chuyển và loại bỏ nguy cơ rơi các tấm thép x_1 và x_2 .

Mặc dù mô tả đã được thực hiện sử dụng phương án được minh họa trên Fig.1 làm ví dụ, điều tương tự áp dụng cho phương án được minh họa trên Fig.4.

Kích thước của nam châm nâng và lực giữ các tấm thép (độ sâu thâm nhập của từ thông tối đa) tốt hơn là được thiết kế như sau. Nghĩa là, khi đường kính Φ_0 của cực trung gian 3a được áp dụng cho Phương trình (3), độ sâu thâm nhập của từ thông t được xác định bởi tỷ số giữa $(N \times I \times \alpha \times S)$ và $(\pi \times \Phi_0 \times B_s)$ ở vế trái và vế phải, tương ứng, của Phương trình (3). Số vòng cuộn dây N và đường kính Φ_0 của cực trung gian 3a tốt hơn là được thiết kế để làm cho tỷ số bằng với trong nam châm nâng thông thường (Fig.10). Số vòng cuộn dây của cuộn dây thứ nhất 1a ở phía trong cùng và đường kính của cực bên trong 2 tốt hơn là được xác định theo cách mà khi điện áp tối đa được áp dụng cho cuộn dây thứ nhất 1a ở phía trong cùng, độ sâu thâm nhập của từ thông t ở trong phạm vi độ dày tấm trong đó số lượng tấm thép sẽ được nâng có thể được kiểm soát với độ chính xác cao.

Phương pháp vận chuyển tấm thép sử dụng nam châm nâng được mô tả ở trên bây giờ sẽ được mô tả. Phương pháp vận chuyển tấm thép bao gồm bước nâng liên quan đến việc nâng các tấm thép theo hướng thẳng đứng, và bước vận chuyển liên quan đến việc di chuyển các tấm thép được nâng theo hướng ngang. Trong bước nâng, một (cuộn dây 1a) trong nhiều cuộn dây 1a và 1b được kích thích, sao cho các tấm thép được nâng. Trong bước vận chuyển sau khi nâng, không chỉ cuộn dây thứ nhất 1a mà còn ít nhất một (cuộn dây 1b) trong các cuộn dây khác được kích thích, sao cho các tấm thép được nâng được vận chuyển trong khi được giữ bởi nhiều cuộn dây 1a và 1b.

Mặc dù cuộn dây 1 được kích thích trong bước nâng không bị giới hạn ở một cuộn cụ thể, cuộn dây thứ nhất 1a ở phía trong cùng tốt hơn là được kích thích, như được minh họa trên Fig.2. Điều này là do cuộn dây thứ nhất 1a ở phía trong cùng có đường kính cực từ nhỏ, độ sâu thâm nhập của từ thông không thay đổi đáng kể đối với sự thay đổi trong mật độ từ thông gây ra bởi sự thay đổi trong dòng và do đó, độ sâu thâm nhập của từ thông có thể được kiểm soát tốt.

Ngoài ra, trong bước nâng, điện áp được áp dụng cho cuộn dây kích thích 1 được điều chỉnh thích hợp phụ thuộc vào số lượng tấm thép sẽ được nâng, sao cho số lượng tấm thép sẽ được nâng được kiểm soát. Trong quá trình vận chuyển các tấm thép sau khi nâng, điện áp tối đa tốt hơn là được áp dụng cho nhiều cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b để ổn định nâng.

Fig.5 minh họa quy trình mẫu về việc vận chuyển các tấm thép bằng phương tiện nam châm nâng theo sáng chế (tức là, nam châm nâng của phương án được minh họa trên Fig.1 hoặc Fig.4). Trong hình vẽ, số tham chiếu 10 biểu thị nam châm nâng theo sáng chế, số tham chiếu 11 biểu thị dây nâng của cần trục, và x biểu thị chông các tấm thép. Trước tiên trong bước nâng, như được minh họa trên Fig.5(A), điện áp được áp dụng cho riêng cuộn dây thứ nhất 1a để bật cuộn dây thứ nhất 1a, điện áp của cuộn dây thứ nhất 1a được kiểm soát để điều chỉnh độ sâu thâm nhập của từ thông phù hợp với số lượng tấm thép x sẽ được nâng (hai tấm trong ví dụ này), và hai tấm thép x1 và x2 được nâng như được minh họa trên Fig.5(B). Tiếp theo, tại đầu bước vận chuyển, như được minh họa trên Fig.5(C), điện áp được áp dụng không chỉ cho cuộn dây thứ nhất 1a mà

còn cho cuộn dây thứ hai 1b, để bật cuộn dây thứ hai 1b. Điện áp được áp dụng cho cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b là tối đa, để cung cấp độ sâu thâm nhập của từ thông đủ lớn để cho phép các tấm thép x1 và x2 được giữ và vận chuyển ổn định. Các tấm thép x1 và x2 do đó bắt đầu được vận chuyển. Khi đến đích, như được minh họa trên Fig.5(D), các tấm thép x1 và x2 được hạ xuống và tiếp đất. Sau đó như được minh họa trên Fig.5(E), cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b được tắt để kết thúc việc vận chuyển.

Trong nam châm nâng bao gồm cảm biến từ thông 5, như trong các phương án được minh họa trên Fig.1 và Fig.4, độ sâu thâm nhập của từ thông đối với các tấm thép sẽ được vận chuyển được tính toán từ mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông 5. Từ độ sâu thâm nhập của từ thông, trạng thái được hút của các tấm thép có thể được xác định. Do đó, các tấm thép tốt hơn là được nâng bằng cách sử dụng bộ máy nâng tấm thép bao gồm nam châm nâng bao gồm cảm biến từ thông 5 như được mô tả ở trên, và thiết bị kiểm soát 6 được tạo cấu hình để tự động kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng trên cơ sở mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông 5.

Fig.6 là sơ đồ khối minh họa phương án được ưu tiên của bộ máy nâng tấm thép theo sáng chế. Cấu hình của thiết bị kiểm soát 6, chẳng hạn như được minh họa trên Fig.6, được xây dựng bởi tài nguyên phần cứng, như máy tính.

Cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b có thể được kiểm soát BẬT/TẮT và kiểm soát điện áp độc lập bởi thiết bị kiểm soát 6. Nghĩa là, để nâng và vận chuyển các tấm thép, thiết bị kiểm soát 6 kiểm soát BẬT/TẮT cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b, và kiểm soát điện áp được áp dụng cho cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b một cách độc lập phụ thuộc vào, ví dụ, độ dày tấm của các tấm thép và số lượng tấm thép sẽ được nâng. Ngoài ra, thiết bị kiểm soát 6 tính toán, từ mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông 5, độ sâu thâm nhập của từ thông đối với các tấm thép sẽ được nâng, xác định, từ độ sâu thâm nhập của từ thông, trạng thái được hút của các tấm thép, và thực hiện kiểm soát phản hồi trên điện áp được áp dụng cho cuộn dây thứ nhất 1a trên cơ sở của việc xác định, để tự động kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng. Đối với việc vận hành được mô tả ở trên, thiết bị kiểm soát 6 bao gồm đơn vị kiểm

soát 60 được tạo cấu hình để kiểm soát BẬT/TẮT và kiểm soát điện áp độc lập cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b, đơn vị thiết lập 61 được tạo cấu hình để thiết lập độ dày tấm của các tấm thép sẽ được vận chuyển và số lượng tấm thép sẽ được nâng, đơn vị tính toán 62 được tạo cấu hình để tính toán độ sâu thâm nhập của từ thông t sử dụng Phương trình (2) từ mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông 5, và đơn vị xác định 63 được tạo cấu hình để xác định số lượng tấm thép bị hút trên cơ sở độ sâu thâm nhập của từ thông t được tính toán bởi đơn vị tính toán 62 và xác định liệu số lượng tấm thép bị hút khớp với số lượng tấm thép được thiết lập hay không.

Để kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng, riêng cuộn dây thứ nhất 1a được kích thích để hút các tấm thép, và phù hợp với độ dày tấm được thiết lập của các tấm thép và số lượng tấm thép sẽ được nâng, đơn vị thiết lập 61 thiết lập điện áp sẽ được áp dụng để đạt được độ sâu thâm nhập của từ thông mục tiêu. Đơn vị kiểm soát 60 thực hiện kiểm soát theo cách mà điện áp được thiết lập bởi đơn vị thiết lập 61 được áp dụng cho cuộn dây thứ nhất 1a. Cảm biến từ thông 5 đo mật độ từ thông của từ thông đi qua cực bên trong 2, và từ mật độ từ thông được đo, đơn vị tính toán 62 tính toán độ sâu thâm nhập của từ thông đối với các tấm thép sẽ được vận chuyển. Từ độ sâu thâm nhập của từ thông, độ dày của các tấm thép (số lượng tấm thép n) ở trạng thái được hút có thể được xác định. Từ độ sâu thâm nhập của từ thông t , đơn vị xác định 63 xác định số lượng tấm thép bị hút n , so sánh số lượng tấm được hút n với số lượng tấm sẽ được hút được thiết lập, và xác định liệu chúng có khớp hay không. Trên cơ sở kết quả của việc so sánh, đơn vị kiểm soát 60 thực hiện kiểm soát phản hồi trên điện áp được áp dụng cho cuộn dây thứ nhất 1a theo cách mà số lượng tấm bị hút n được điều chỉnh đến số lượng được thiết lập.

Fig.7 là lưu đồ minh họa phương án được ưu tiên của phương pháp vận chuyển tấm thép theo sáng chế. Sau khi số lượng tấm thép sẽ được nâng (hoặc được vận chuyển) được xác định (bước S0), nam châm nâng được di chuyển bởi cần trục đến vị trí phía trên các tấm thép (bước S1) và tiếp đất trên bề mặt trên của các tấm thép (bước S2). Sau khi điện áp sẽ được áp dụng cho cuộn dây thứ nhất 1a được xác định phù hợp với số lượng tấm thép sẽ được nâng (bước S3), riêng cuộn dây thứ nhất 1a được kích thích và

được kiểm soát điện áp (bước S4). Do đó, số lượng tấm thép nhất định tương ứng với điện áp áp dụng được hút về nam châm nâng. Mật độ từ thông B được đo bằng cảm biến từ thông 5 (bước S5), và số lượng tấm thép bị hút được xác định trên cơ sở độ sâu thâm nhập của từ thông được xác định từ mật độ từ thông B (bước S6). Nếu số lượng tấm thép không khớp với số lượng tấm thép được xác định ("THẤT BẠI" trong bước S6), kiểm soát điện áp được thực hiện để tăng hoặc giảm điện áp được áp dụng cho cuộn dây thứ nhất 1a (bước S4). Mặt khác, nếu số lượng tấm thép khớp với số lượng tấm thép được xác định, các tấm thép được nâng và nam châm nâng được cầu đến vị trí độ cao được xác định trước (bước S7). Để kiểm tra số lượng tấm thép được nâng lần nữa tại vị trí độ cao được xác định trước, mật độ từ thông được đo lại bằng cảm biến từ thông 5 (bước S8). Sau đó, trên cơ sở độ sâu thâm nhập của từ thông t được xác định từ mật độ từ thông, số lượng tấm thép bị hút được xác định (bước S9). Nếu số lượng tấm thép không khớp với số lượng tấm thép được xác định ("THẤT BẠI" trong bước S9), các tấm thép được hạ xuống vị trí ban đầu và tiếp đất (bước S2) và điện áp sẽ được áp dụng được xác định lại (bước S3). Mặt khác, nếu số lượng tấm thép khớp với số lượng tấm thép được xác định, trọng lượng nâng được đo thêm, ví dụ, bằng phương tiện đo trọng lượng được gắn với phương tiện nâng nam châm nâng (bước S10). Số lượng tấm thép bị hút được xác định trên cơ sở phép đo trọng lượng nâng (bước S11). Nếu số lượng tấm thép không khớp với số lượng tấm thép được xác định, các tấm thép được hạ xuống vị trí ban đầu và tiếp đất (bước S2) và điện áp sẽ được áp dụng được xác định lại (bước S3). Mặt khác, nếu số lượng tấm thép khớp với số lượng tấm thép được xác định, cuộn dây thứ hai 1b cũng được kích thích (bước S12) và các tấm thép được nâng được vận chuyển (bước S13).

Ví dụ 1

Thử nghiệm nâng tấm thép đã được tiến hành sử dụng nam châm nâng theo sáng chế (sau đây được gọi là "thiết bị sáng chế") được minh họa trong hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc của Fig.8 và hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều ngang của Fig.9, và nam châm nâng thông thường (sau đây được gọi là "thiết bị thông thường") được minh họa trên Fig.10.

Các thành phần của thiết bị sáng chế có kích thước như được thể hiện trên Fig.8. Thiết bị thông thường có đường kính bên ngoài là 310 mm, chiều cao là 100 mm, đường kính của cực bên trong 101 là 150 mm, và độ dày của cực bên ngoài 102 là 20 mm. Cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b của thiết bị sáng chế có các mật độ từ thông tối đa là 1,4 T và 1,5 T, tương ứng, và cuộn dây của thiết bị thông thường có mật độ từ thông tối đa là 1,5 T.

Trước tiên, thử nghiệm sau đã được tiến hành để đánh giá hiệu suất trong việc kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng.

Các tấm thép sẽ được nâng là các tấm SS400 có chiều dài và chiều rộng là 500 mm và độ dày tấm 4 mm đến 10 mm. Với hai tấm thép được xếp chồng lên nhau, mỗi nam châm nâng đã được đưa lại gần các tấm từ phía trên để đo điện áp tối thiểu (1) mà một tấm thép có thể được hút, và điện áp tối thiểu (2) mà hai tấm thép có thể được hút. Trong thiết bị sáng chế, riêng cuộn dây thứ nhất 1a đã được kích thích và sử dụng.

Kết quả được thể hiện trong Bảng 1. Bảng 1 cho thấy rằng với thiết bị thông thường, tấm thép thứ nhất đã được hút ở khoảng 7 V đến 10 V, tấm thép thứ hai đã được hút ở khoảng 9 V đến 12 V, và trong phạm vi điện áp 1 V đến 2 V, số lượng tấm thép sẽ được nâng đã có thể được kiểm soát là một. Bảng 1 cũng cho thấy rằng với thiết bị sáng chế, tấm thép thứ nhất đã được hút ở khoảng 12 V đến 16 V, tấm thép thứ hai đã được hút ở khoảng 17 V đến 42 V, và trong phạm vi điện áp 5 V đến 27 V, số lượng tấm thép sẽ được nâng đã có thể được kiểm soát là một. Do đó, với thiết bị sáng chế, số lượng tấm thép sẽ được nâng có thể được kiểm soát là một trong phạm vi điện áp rộng hơn nhiều so với thiết bị thông thường, và kiểm soát điện áp để kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng có thể được thực hiện dễ dàng hơn so với thiết bị thông thường. Nói cách khác, thiết bị sáng chế có thể kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng dễ dàng hơn, với độ chính xác cao hơn, so với thiết bị thông thường.

[Bảng 1]

Độ dày tấm thép	Thiết bị sáng chế			Thiết bị thông thường		
	Điện áp	Điện áp	Phạm vi điện áp	Điện áp	Điện áp	Phạm vi điện áp
	tối thiểu	tối thiểu	[Điện áp (2)-Điện áp	tối thiểu	tối thiểu	[Điện áp (2)-Điện áp
	(1) để	(2) để	(1)] để kiểm soát số	(1) để	(2) để	(1)] để kiểm soát số
	hút 1	hút 2	lượng tấm thép sẽ	hút 1	hút 2	lượng tấm thép sẽ
	tấm thép	tấm thép	được nâng là 1	tấm thép	tấm thép	được nâng là 1
4 mm	12 V	17 V	5 V	7 V	9 V	2 V
6 mm	15 V	24 V	9 V	9 V	10 V	1 V
8 mm	16 V	35 V	19 V	10 V	12 V	2 V
10 mm	15 V	42 V	27 V	10 V	11 V	1 V

Tiếp theo, để đánh giá độ ổn định nâng trong quá trình vận chuyển, lực hút để nâng các tấm thép dày (có độ dày tấm lớn 10 mm đến 40 mm) đã được đo. Trong thiết bị sáng chế, cả cuộn dây thứ nhất 1a và cuộn dây thứ hai 1b đã được kích thích và sử dụng. Trong cả thiết bị sáng chế và thiết bị thông thường, lực hút đã được đo khi điện áp được áp dụng cho cuộn dây là 200 V (điện áp danh định (tối đa) trong quá trình vận chuyển).

Kết quả được thể hiện trong Bảng 2. Mặc dù đã có một vài thay đổi giữa các độ dày tấm khác nhau, thiết bị sáng chế đã có thể tạo ra lực hút về cơ bản giống như thiết bị thông thường.

[Bảng 2]

Độ dày tấm thép	Lực hút	
	Thiết bị sáng chế	Thiết bị thông thường
10 mm	13 kN	10 kN
15 mm	30 kN	30 kN
30 mm	42 kN	43 kN
40 mm	48 kN	49 kN

Kết quả của ví dụ này cho thấy rằng ngay cả trong trường hợp vận chuyển các tấm thép mỏng, thiết bị sáng chế có thể đạt được cả hiệu suất trong việc kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng trong quá trình vận hành kiểm soát và độ ổn định của việc nâng trong quá trình vận chuyển.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1: cuộn dây điện từ
- 1a: cuộn dây điện từ thứ nhất
- 1b: cuộn dây điện từ thứ hai
- 2: cực bên trong
- 3a: cực trung gian
- 3b: cực bên ngoài
- 4: gông
- 5: cảm biến từ thông
- 6: thiết bị kiểm soát
- 10: nam châm nâng
- 11: dây nâng
- 60: đơn vị kiểm soát
- 61: đơn vị thiết lập
- 62: đơn vị tính toán
- 63: đơn vị xác định
- x, x1, x2, x3, x4: tấm thép
- f₁, f₂, f₃: từ thông

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Nam châm nâng bao gồm:

nhiều cuộn dây điện từ được sắp xếp theo cách lồng nhau và được tạo cấu hình để được kiểm soát BẬT/TẮT và kiểm soát điện áp độc lập;

cực bên trong được bố trí bên trong cuộn dây trong cùng trong các cuộn dây điện từ;

cực trung gian xen kẽ giữa các cực gần kề của các cuộn dây điện từ;

cực bên ngoài được bố trí bên ngoài cuộn dây ngoài cùng trong các cuộn dây điện từ; và

gông được bố trí tiếp xúc với các đầu phía trên của cực bên trong, cực trung gian, và cực bên ngoài,

trong đó lượng từ thông tối đa của cuộn dây trong cùng trong các cuộn dây điện từ nhỏ hơn lượng từ thông tối đa của phần còn lại của các cuộn dây điện từ.

2. Nam châm nâng theo điểm 1, còn bao gồm cảm biến từ thông được tạo cấu hình để đo mật độ từ thông trực tiếp dưới các cực từ.

3. Nam châm nâng theo điểm 2, trong đó cảm biến từ thông được bố trí ở đầu phía dưới của cực bên trong.

4. Bộ máy nâng vật liệu thép bao gồm:

nam châm nâng theo điểm 2 hoặc 3; và

thiết bị kiểm soát được tạo cấu hình để kiểm soát việc vận hành của nhiều cuộn dây điện từ bằng cách sử dụng kết quả đo được thực hiện bởi cảm biến từ thông.

5. Bộ máy nâng vật liệu thép theo điểm 4, trong đó thiết bị kiểm soát được tạo cấu hình để

thực hiện kiểm soát theo cách mà điện áp tương ứng với số lượng tấm thép sẽ được nâng được thiết lập được áp dụng cho các cuộn dây điện từ;

tính toán, từ mật độ từ thông được đo bằng cảm biến từ thông, độ sâu thâm nhập của từ thông đối với các tấm thép sẽ được nâng;

xác định, từ độ sâu thâm nhập của từ thông được tính toán, liệu số lượng tấm thép

sẽ được nâng khớp với số lượng được thiết lập hay không; và

kiểm soát điện áp được áp dụng cho các cuộn dây điện từ trên cơ sở của việc xác định.

6. Bộ máy nâng vật liệu thép theo điểm 5, trong đó, để nâng các tấm thép, thiết bị kiểm soát kiểm soát điện áp được áp dụng cho cuộn dây trong cùng trong các cuộn dây điện từ để kiểm soát số lượng tấm thép sẽ được nâng.

7. Bộ máy nâng vật liệu thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 6, trong đó thiết bị kiểm soát thực hiện kiểm soát theo cách mà một số cuộn dây điện từ được kích thích để nâng các tấm thép, và ít nhất một trong số phần còn lại của các cuộn dây điện từ được kích thích để vận chuyển các tấm thép được nâng.

8. Phương pháp vận chuyển tấm thép được thực hiện bằng cách sử dụng nam châm nâng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, phương pháp vận chuyển tấm thép bao gồm các bước:

nâng các tấm thép sẽ được vận chuyển bằng cách kích thích một số cuộn dây điện từ; và

vận chuyển, sau khi nâng, các tấm thép được nâng bằng cách kích thích ít nhất một trong số phần còn lại của các cuộn dây điện từ.

9. Phương pháp vận chuyển tấm thép theo điểm 8, trong đó các tấm thép được nâng bằng cách kích thích cuộn dây trong cùng trong các cuộn dây điện từ; và

sau khi nâng, các tấm thép được nâng được vận chuyển bằng cách kích thích phần còn lại của các cuộn dây điện từ.

1 / 7

FIG. 1

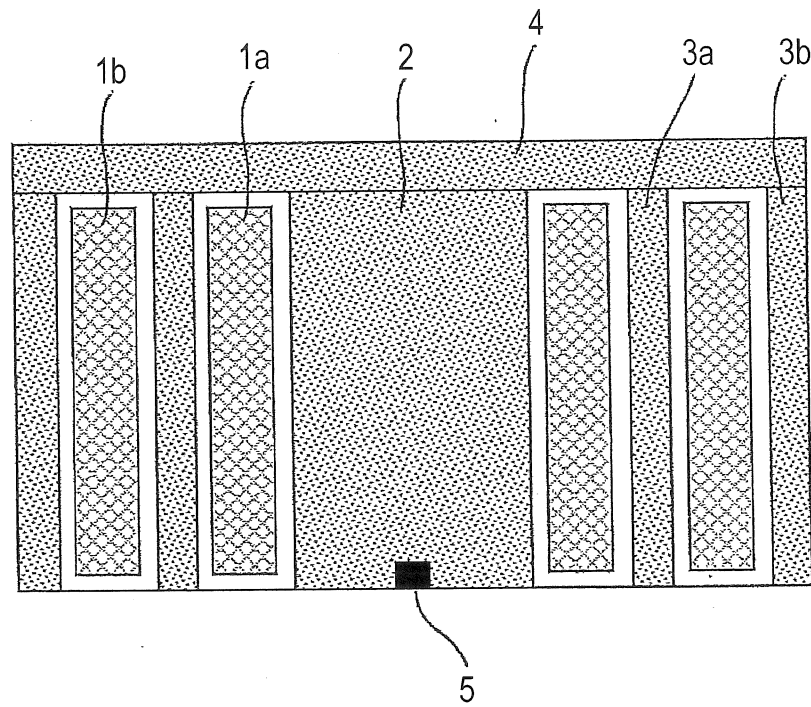
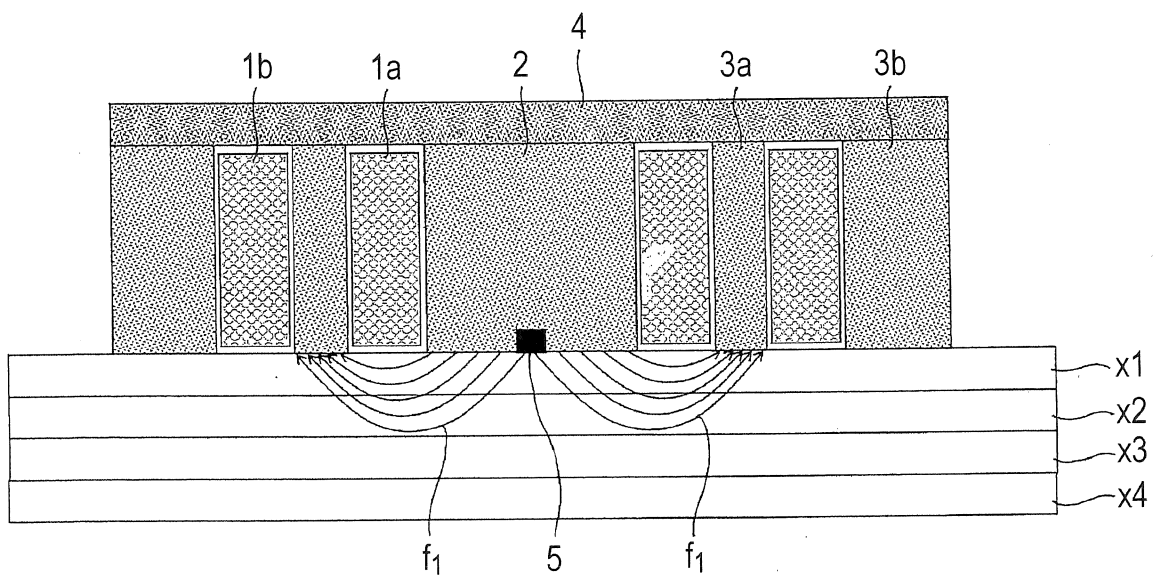


FIG. 2



2 / 7

FIG. 3

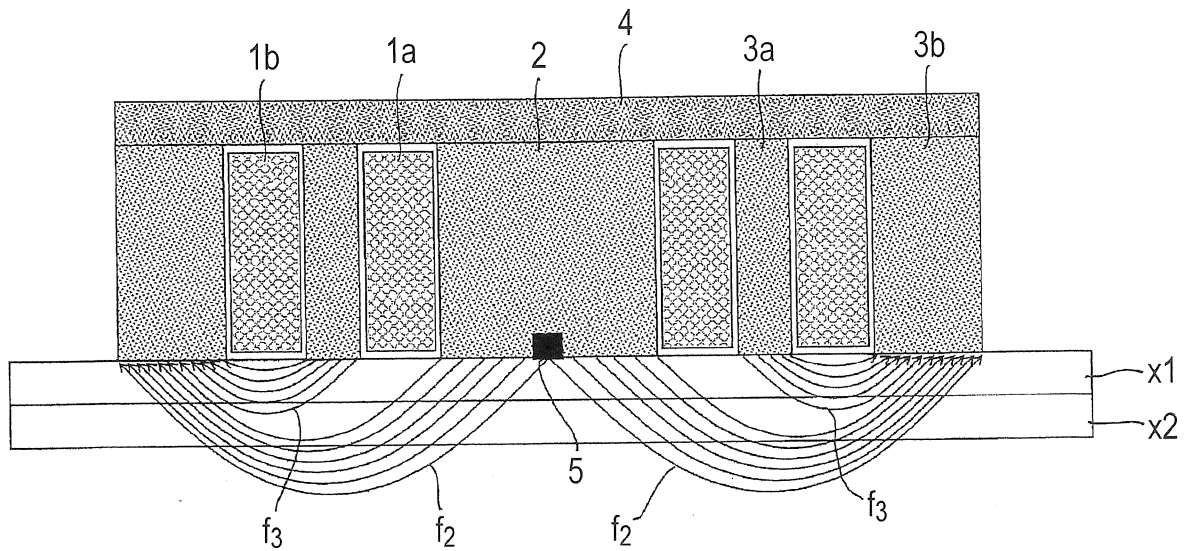
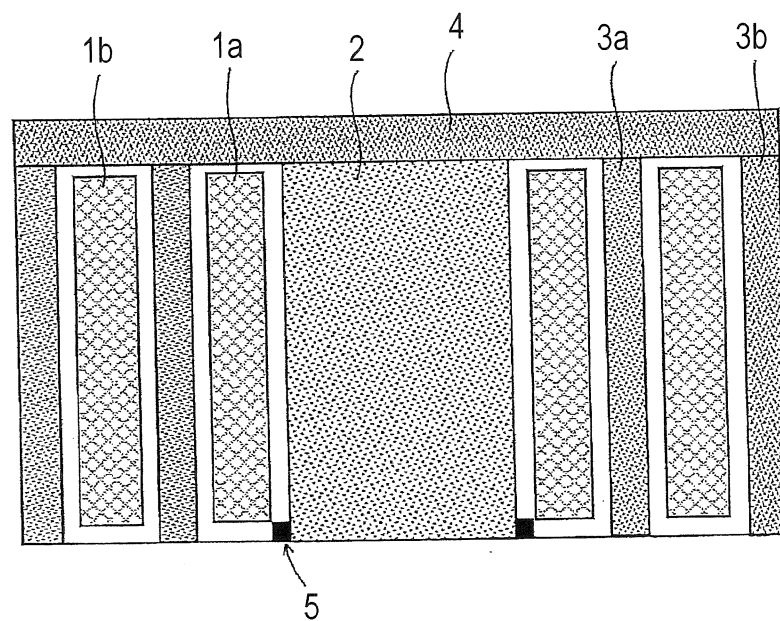
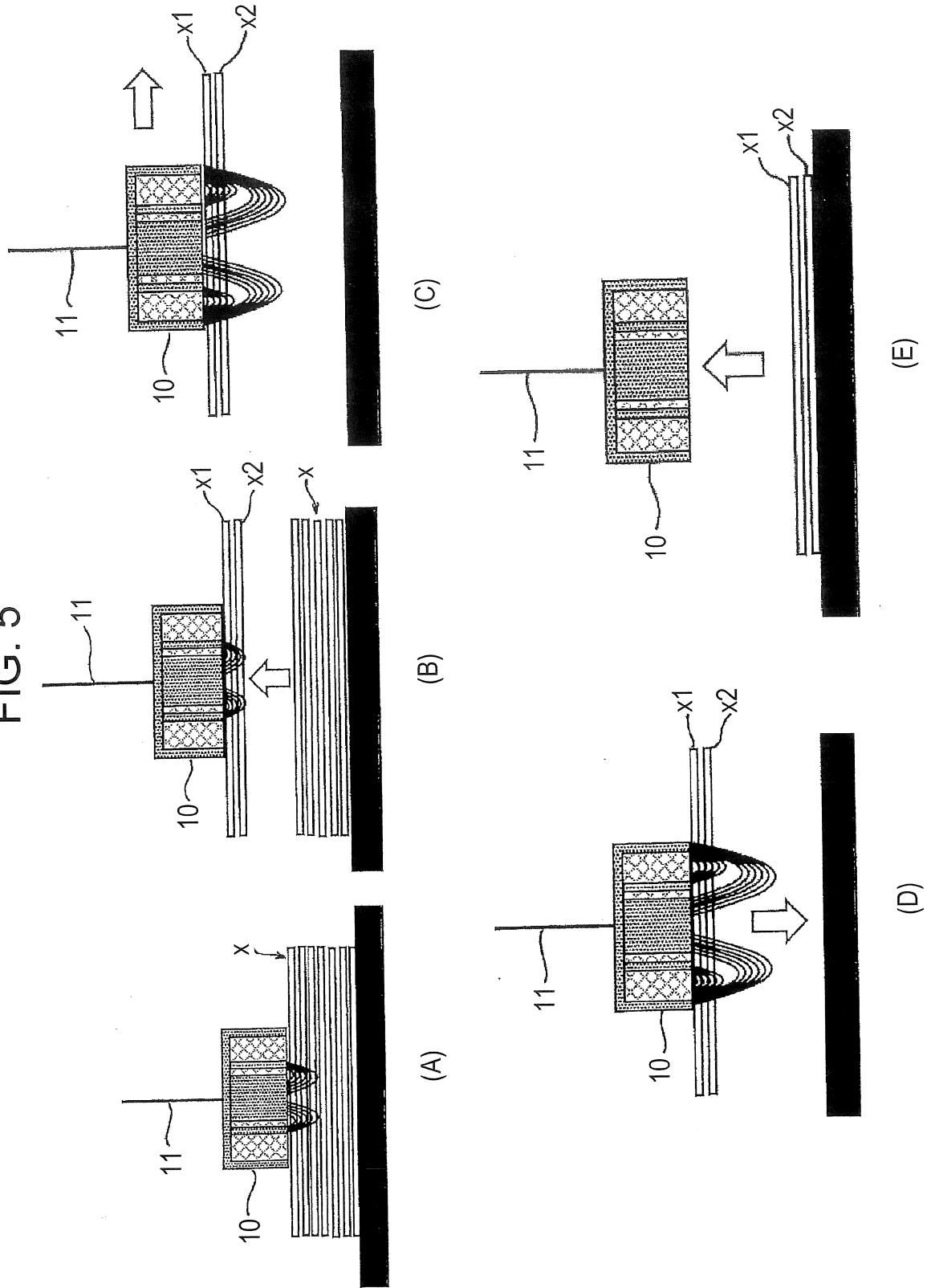


FIG. 4



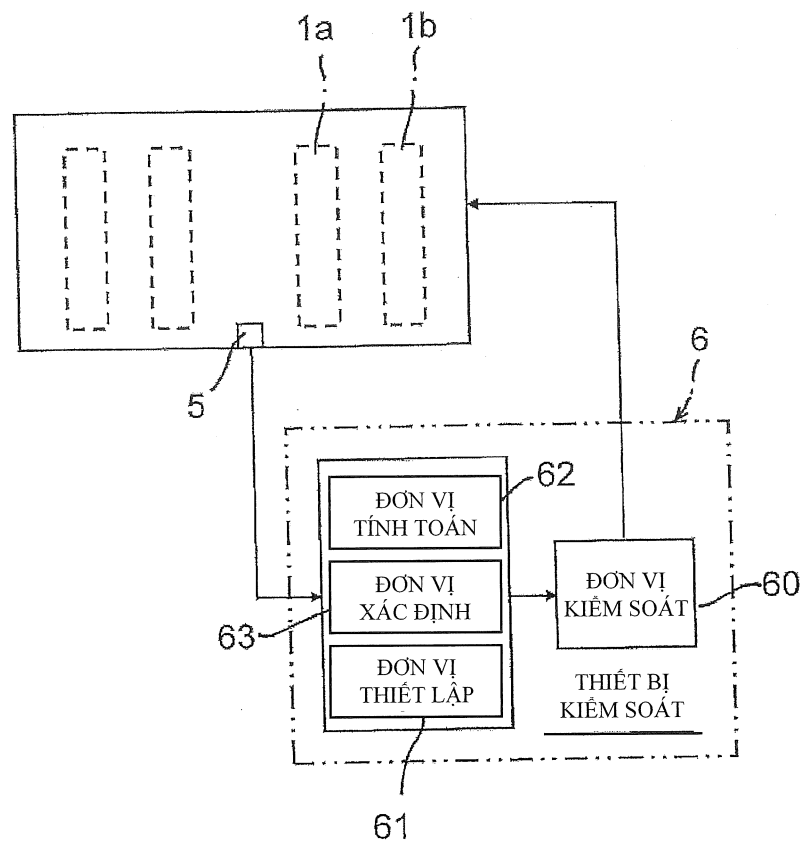
3/7

FIG. 5



4/7

FIG. 6



5/7

FIG. 7

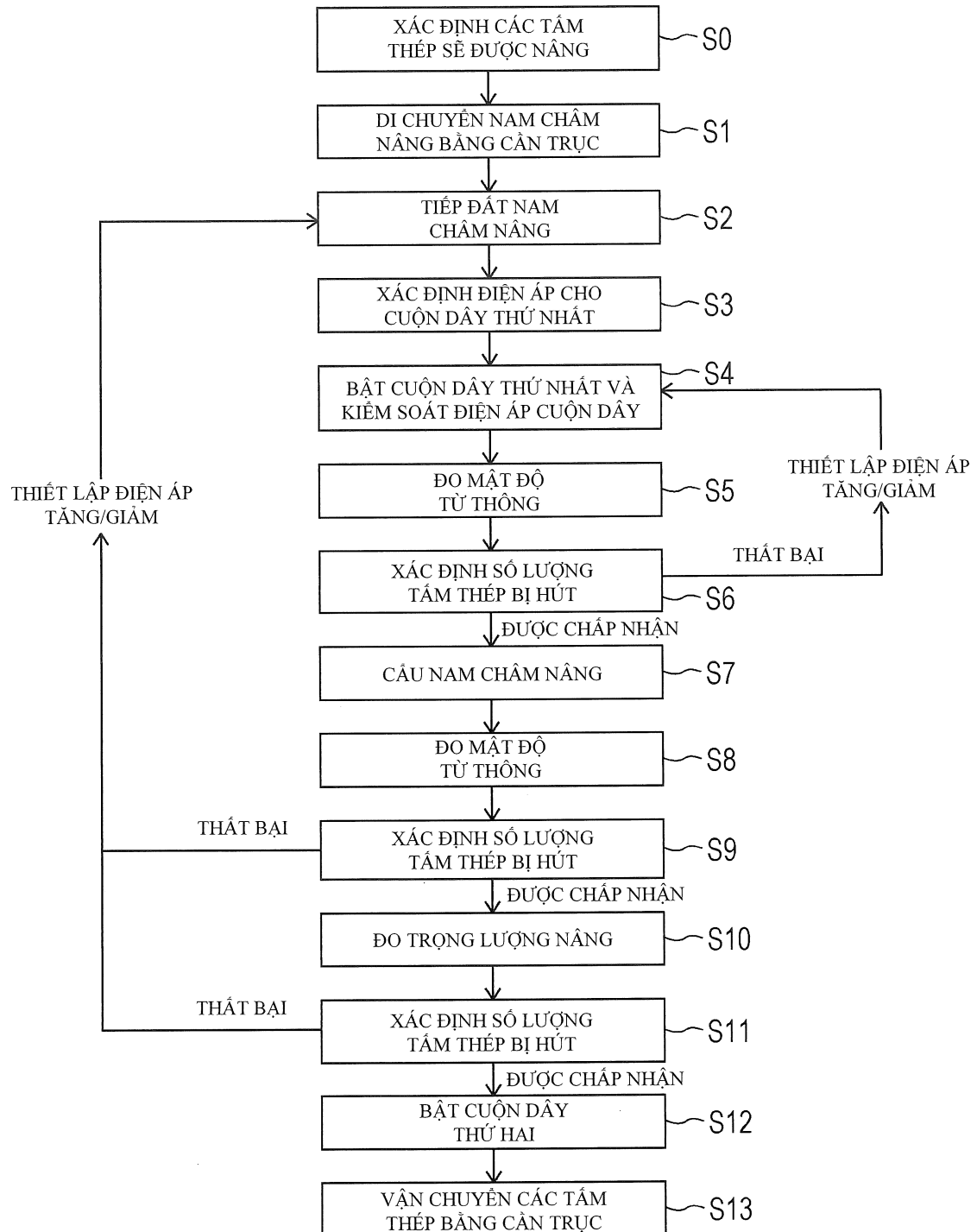
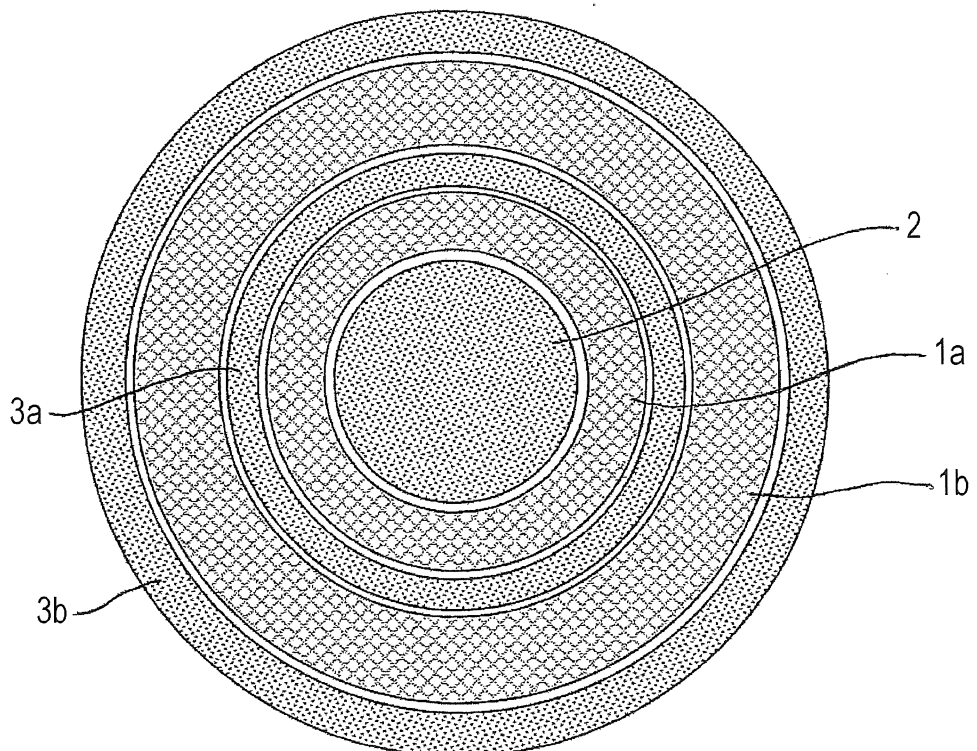


FIG. 8



7/7

FIG. 10

