



(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)



1-0044998

(51)^{2020.01} H02K 1/27

(13) B

(21) 1-2020-07300

(22) 02/08/2019

(86) PCT/JP2019/030611 02/08/2019

(87) WO2020/027338 A1 06/02/2020

(30) 2018-147037 03/08/2018 JP

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/05/2021 398A

(71) 1. KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA (JP)

1-1, Shibaura 1-chome, Minato-ku, Tokyo 105-0023, Japan

2. TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION
(JP)

72-34, Horikawa-cho, Saiwai-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 212-0013, Japan

(72) MAKINO, Hiroaki (JP); MATSUSHITA, Makoto (JP); TAKEUCHI, Katsutoku (JP);

MISU, Daisuke (JP); ITO, Fumiaki (JP); MATSUBARA, Masakatsu (JP);

TAKABATAKE, Mikio (JP).

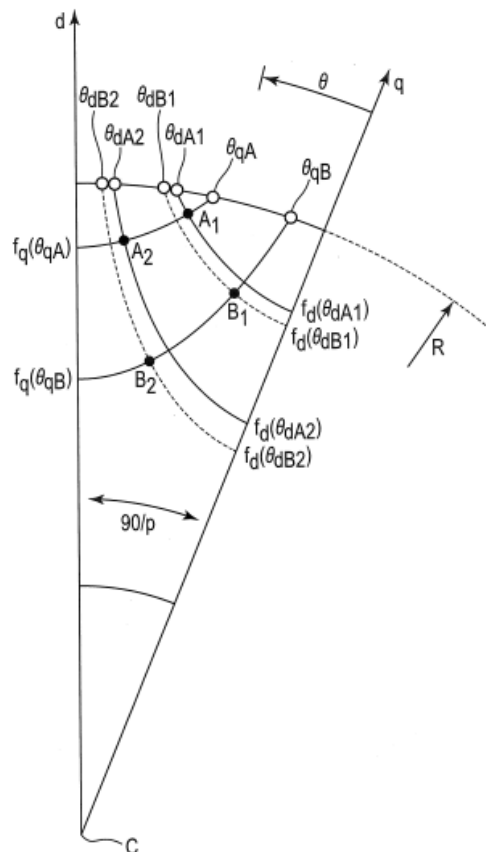
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) RÔTO CỦA MÁY ĐIỆN QUAY

(21) 1-2020-07300

(57) Sáng chế đề cập tới rôto của máy điện quay bao gồm lõi rôto có các cực từ được bố trí theo chiều chu vi và nam châm vĩnh cửu thứ nhất và nam châm vĩnh cửu thứ hai được bố trí ở từng cực từ. Khi tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu ngoài A1 của cạnh dài thứ nhất của nam châm vĩnh cửu thứ nhất và đường tròn ngoại tiếp của lõi rôto được xác định là θ_{dA1} , tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu trong A2 của cạnh dài thứ nhất của nam châm vĩnh cửu thứ nhất và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dA2} , tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu ngoài B1 của cạnh dài thứ nhất của nam châm vĩnh cửu thứ hai và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dB1} , và tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu trong B2 của cạnh dài thứ nhất của nam châm vĩnh cửu thứ hai và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dB2} , thì θ_{dA1} , θ_{dA2} , θ_{dB1} và θ_{dB2} thỏa mãn công thức điều kiện: $(-34/p < (\theta_{dB1} - \theta_{dA1}) < 22/p, -34/p < (\theta_{dB2} - \theta_{dA2}) < 22/p)$.

FIG.3



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới rôto của máy điện quay kiểu nam châm vĩnh cửu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện tại, nghiên cứu và phát triển về nam châm vĩnh cửu đã được cải tiến đáng kể, và do vậy, các nam châm vĩnh cửu có dạng sản phẩm tạo ra năng lượng từ tính mức cao đã được phát triển. Các máy điện quay kiểu nam châm vĩnh cửu sử dụng nam châm vĩnh cửu như vậy được dùng làm động cơ điện hoặc máy phát điện của tàu điện và xe điện. Nói chung, máy điện quay kiểu nam châm vĩnh cửu bao gồm stato rỗng hình trụ và rôto dạng trụ được đỡ quay được bên trong stato. Rôto bao gồm lõi rôto và các nam châm vĩnh cửu được gắn trong lõi rôto.

Trong máy điện quay kiểu nam châm vĩnh cửu như vậy, kỹ thuật để giảm bớt tổn hao sắt bên trong lõi rôto đã được đề xuất, trong đó từng lớp cấu thành bởi lớp hốc (chi tiết chặn từ thông) và nam châm vĩnh cửu được bố trí ở từng cực từ. Thông thường, đã biết kỹ thuật cho trường hợp trong đó một lớp hốc duy nhất có nam châm vĩnh cửu bên trong để tạo ra mômen mức cao bằng cách tạo hình lớp này thành hình dạng được tạo ra dọc theo đường sức từ thông nhờ phản ứng của phần ứng. Trong trường hợp có nhiều lớp hốc, kể cả những lớp không có nam châm vĩnh cửu bên trong, có thể tạo ra mômen mức cao theo cách tương tự bằng cách tạo hình từng lớp được tạo ra dọc theo đường sức từ thông.

Các tài liệu sáng chế:

Tài liệu sáng chế 1: JP 2012-178921 A;

Tài liệu sáng chế 2: JP 2012-178922 A.

Tuy nhiên, trong rôto có nhiều lớp hốc, nếu các nam châm vĩnh cửu trong từng lớp hốc được tạo ra có hình dạng, kích thước và cách bố trí không phù hợp, từ thông theo đường trục d và từ thông theo đường trục q trong rôto cản trở lẫn nhau, vì thế làm giảm mômen tổng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, sáng chế được đề xuất trên cơ sở vấn đề như nêu trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất rôto của máy điện quay có thể tạo ra mômen mức cao mà không làm tăng số lượng nam châm.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất rôto của máy điện quay bao gồm: trục có thể quay được quanh đường trục tâm, lõi rôto có các cực từ được bố trí theo chiều chu vi và được cố định đồng trục vào trục và các nam châm vĩnh cửu thứ nhất và các nam châm vĩnh cửu thứ hai được bố trí trong các lớp của các chi tiết chặn từ thông lần lượt được tạo ra ở các cực từ. Trên tiết diện ngang của lõi rôto vuông góc với đường trục tâm, khi đường trục kéo dài từ đường trục tâm theo hướng đường kính giữa từng đôi cực từ liền kề được gọi là đường trục q, và đường trục vuông góc về điện với đường trục q được gọi là đường trục d ở từng cực từ, chi tiết chặn từ thông của từng cực từ có chi tiết chặn từ thông thứ nhất nằm giữa đường trục d và đường trục q và chi tiết chặn từ thông thứ hai nằm ở phía chu vi trong lõi rôto so với chi tiết chặn từ thông thứ nhất giữa đường trục d và đường trục q. Chi tiết chặn từ thông thứ nhất được xác định giữa mép phía chu vi ngoài thứ nhất kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi ngoài của lõi rôto, và mép phía chu vi trong thứ nhất kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi và đối diện với phía chu vi trong của lõi rôto so với mép phía chu vi ngoài thứ nhất với một khe hở giữa chúng, và chi tiết chặn từ thông thứ hai được xác định giữa mép phía chu vi ngoài thứ hai nằm ở phía chu vi trong của lõi rôto so với mép phía chu vi trong thứ nhất với một khe hở giữa chúng và kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi ngoài của lõi rôto, và mép phía chu vi trong thứ hai kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi và đối diện với phía chu vi trong của lõi rôto so với mép phía chu vi ngoài thứ hai với một khe hở giữa chúng. Từng nam châm vĩnh cửu thứ nhất có hình dạng tiết diện ngang bao gồm cạnh dài thứ nhất có đầu trong và đầu ngoài, cạnh ngắn thứ nhất giao với đầu trong của cạnh dài thứ nhất và cạnh ngắn thứ hai giao với đầu ngoài của cạnh dài thứ nhất, nam châm vĩnh cửu thứ nhất này được bố trí ở chi tiết chặn từ thông thứ nhất ở trạng thái sao cho cạnh dài thứ nhất đối diện với mép phía chu vi ngoài thứ nhất của chi tiết

chặn từ thông thứ nhất, đầu trong và cạnh ngắn thứ nhất được bố trí ở phía của đường trục d, và đầu ngoài của cạnh dài thứ nhất và cạnh ngắn thứ hai được bố trí ở phía theo chu vi ngoài của lõi rôto, và từng nam châm vĩnh cửu thứ hai có hình dạng tiết diện ngang bao gồm cạnh dài thứ hai có đầu trong và đầu ngoài, cạnh ngắn thứ nhất giao với đầu trong của cạnh dài thứ hai và cạnh ngắn thứ hai giao với đầu ngoài của cạnh dài thứ hai, nam châm vĩnh cửu thứ hai được bố trí ở chi tiết chặn từ thông thứ hai ở trạng thái sao cho cạnh dài thứ hai đối diện với mép phía chu vi ngoài thứ hai của chi tiết chặn từ thông thứ hai, đầu trong và cạnh ngắn thứ nhất được bố trí ở phía của đường trục d, và đầu ngoài của cạnh dài thứ hai và cạnh ngắn thứ hai được bố trí ở phía theo chu vi ngoài. Ở đây, R: bán kính của đường tròn quanh đường trục tâm sao cho ngoại tiếp với chu vi của lõi rôto; r: các tọa độ xuyên tâm của hệ tọa độ cực nằm xen giữa với đường trục d và đường trục q so với đường trục tâm là điểm trung tâm; θ : tọa độ góc của hệ tọa độ cực nằm xen giữa đường trục d và đường trục q so với đường trục tâm; p: số lượng của các đôi cực (số lượng cực từ / 2); θ_a : tọa độ góc của một điểm tùy ý thuộc đường tròn ngoại tiếp, đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua các tọa độ (R, θ_a) được xác định bằng công thức (1) sau đây và đường sức từ thông theo hướng đường trục q đi qua các tọa độ (R, θ_a) được xác định bằng công thức (2) sẽ mô tả sau đây. Khi tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu ngoài A1 của cạnh dài thứ nhất của nam châm vĩnh cửu thứ nhất và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dA1} , và tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu trong A2 của cạnh dài thứ nhất của nam châm vĩnh cửu thứ nhất và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dA2} , và tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu ngoài B1 của cạnh dài thứ hai của nam châm vĩnh cửu thứ hai và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dB1} , và tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu trong B2 của cạnh dài thứ hai của nam châm vĩnh cửu

thứ hai và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dB2} , thì θ_{dA1} , θ_{dA2} , θ_{dB1} và θ_{dB2} thỏa mãn công thức điều kiện (3) sẽ mô tả sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện máy điện quay kiểu nam châm vĩnh cửu theo một phương án.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt ngang phóng to thể hiện một phần cực từ của máy điện quay.

Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện các đường sức của từ thông để thiết lập cách bố trí và các kích thước của các nam châm vĩnh cửu trong rôto của máy điện quay.

Fig.4 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phần cực từ của máy điện quay, trong đó thể hiện một ví dụ về vectơ từ thông khi các nam châm vĩnh cửu được bố trí thích hợp.

Fig.5 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phần cực từ của máy điện quay, trong đó thể hiện một ví dụ về vectơ từ thông khi các nam châm vĩnh cửu được bố trí sao cho được dịch chuyển tới phía chu vi ngoài.

Fig.6 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phần cực từ của máy điện quay, trong đó thể hiện một ví dụ về vectơ từ thông khi các nam châm vĩnh cửu được bố trí sao cho được dịch chuyển tới phía chu vi trong.

Fig.7 là đồ thị thể hiện thay đổi của maximum mômen cực đại khi nam châm vĩnh cửu thứ nhất được cố định và cách bố trí của nam châm vĩnh cửu thứ hai được thay đổi để thỏa mãn mối tương quan: $\theta_{dB1} - \theta_{dA1} = \theta_{dB2} - \theta_{dA2} = \Delta\theta$.

Fig.8 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phần cực từ của máy điện quay theo ví dụ cải biến thứ nhất.

Fig.9 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phần cực từ của máy điện quay theo ví dụ cải biến thứ hai.

Fig.10 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phần cực từ của máy điện quay theo ví dụ cải biến thứ hai.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án của sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trong toàn bộ các phương án này, các kết cấu giống nhau được biểu thị bằng cùng số chỉ dẫn, và các giải thích trùng lặp được loại bỏ. Từng hình vẽ là hình vẽ dạng sơ đồ để giải thích các phương án và tạo điều kiện thuận lợi cho việc hiểu rõ sáng chế, và hình dạng, kích thước, tỷ lệ và yếu tố tương tự trên hình vẽ có thể là khác với các chi tiết tương ứng của thiết bị trong thực tế, nhưng các yếu tố này có thể được thiết kế và thay đổi phù hợp bằng cách tham khảo các mô tả sau đây và các kỹ thuật đã biết.

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện máy điện quay kiểu nam châm vĩnh cửu theo một phương án. Fig.2 là hình vẽ mặt cắt ngang phóng to thể hiện một phần (phần cực từ) của máy điện quay.

Như được thể hiện trên Fig.1, máy điện quay 10 được tạo ra, ví dụ, có dạng máy điện quay kiểu rôto lắp bên trong và bao gồm stato hình khuyên hoặc hình trụ 12 được đỡ trên một khung cố định (không được thể hiện trên hình vẽ) và rôto 14 được đỡ bên trong stato 12 để có thể quay được quanh đường trục tâm C và đồng trục với stato 12. Máy điện quay 10 có thể áp dụng cho, ví dụ, động cơ điện chính, động cơ dẫn động hoặc máy phát điện trên xe chạy đường ray, xe kiểu lai (HEV) và xe chạy điện (EV).

Stato 12 bao gồm lõi stato hình trụ 16 và cuộn dây phản ứng 18 được quấn quanh lõi stato 16. Lõi stato 16 được tạo thành bằng cách phân lớp nhiều tấm thép điện từ hình khuyên làm bằng vật liệu từ tính như thép silic được bố trí đồng trục với nhau. Trên phần theo chu vi trong của lõi stato 16, các khe 20 được tạo ra. Các khe 20 được bố trí theo chiều chu vi ở các khoảng cách bằng nhau. Từng khe 20 được làm hở ở mặt theo chu vi trong của lõi stato 16 và kéo dài theo hướng kính từ mặt theo chu vi trong. Hơn nữa, từng khe 20 kéo dài trên toàn bộ chiều dài theo trục của lõi stato 16. Nhờ các khe 20 được tạo ra như vậy, phần chu vi bên trong của lõi stato 16 được tạo ra có nhiều (ví dụ, có số lượng là 48 theo phương án này) răng stato 21 đối diện với rôto 14. Cuộn dây phản ứng 18 được gắn trong các khe 20 và được quấn quanh từng răng stato 21. Khi cấp

dòng điện tới cuộn dây phản ứng 18, liên kết từ thông định trước được tạo ra trong stato 12 (ở các răng stato 21).

Rôto 14 có trục dạng trụ (trục quay) 22, lõi rôto hình trụ 24 cơ bản được cố định vào phần tâm theo trục của trục 22 và các nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 và các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được gắn trong lõi rôto 24. Trục 22 được đỡ quay được quanh đường trục tâm C nhờ một ổ đỡ (không được thể hiện trên hình vẽ). Rôto 14 được bố trí đồng trục bên trong stato 12 với một khe hở nhỏ giữa chúng. Nói cách khác, mặt theo chu vi ngoài của lõi rôto 24 đối diện mặt theo chu vi trong của stato 12 với một khe hở nhỏ giữa chúng. Lõi rôto 24 có khoang bên trong 25 được tạo ra đồng trục với đường trục tâm C. Trục 22 được dẫn qua khoang bên trong 25 để gài với khoang bên trong này, và kéo dài đồng trục với lõi rôto 24. Lõi rôto 24 được tạo thành là thân dạng lớp trong đó có nhiều tấm thép điện từ hình khuyên làm bằng vật liệu từ tính như thép silic được phân lớp đồng trục.

Theo phương án này, ví dụ, rôto 14 được tạo ra với số lượng là tám cực từ. Trong lõi rôto 24, các đường trục dẫn qua đường trục tâm C và ranh giới giữa từng đôi cực từ liền kề để mở rộng theo hướng đường kính hoặc hướng tâm so với đường trục tâm C được gọi là các đường trục q và các đường trục nằm cách xa về điện với góc bằng 90° so với đường trục q tương ứng (các đường trục nằm vuông góc về điện với các trục quay tương ứng) được gọi là các đường trục d. Ở đây, các đường trục q được thiết lập theo các hướng mà liên kết từ thông sẽ được tạo ra bởi stato 12 dễ dàng đi qua. Các đường trục d và các đường trục q được bố trí xen kẽ theo chiều chu vi của lõi rôto 24 ở pha định trước. Một cực từ của lõi rôto 24 là vùng ở giữa các trục q liền kề (vùng góc 45°). Như vậy, lõi rôto 24 được tạo thành là cực từ góc 45° (bao gồm tám cực từ). Điểm giữa theo chu vi của một cực từ là đường trục d.

Như được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2, trong lõi rôto 24, nhiều, ví dụ hai hoặc bốn, nam châm vĩnh cửu được gắn trong từng cực từ. Theo phương án này, từng cực từ bao gồm hai trong số các nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 và hai trong số các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2.

Ở các phía tương ứng của từng đường trục d theo chiều chu vi của lõi rôto 24, hai lỗ gắn nam châm thứ nhất (lớp hốc thứ nhất hoặc chi tiết chặn từ thông thứ nhất) 34A để tiếp nhận hai nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 được tạo ra. Hơn nữa, hai lỗ gắn nam châm thứ hai (lớp hốc thứ hai hoặc chi tiết chặn từ thông thứ hai) 34B để tiếp nhận hai nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được tạo ra ở các phía tương ứng của từng đường trục d. Các lỗ gắn nam châm thứ hai 34B có khoảng cách giữa chúng ở phía chu vi trong của lõi rôto 24 so với các lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A.

Ở từng cực từ, từng lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A được bố trí giữa đường trục d tương ứng và đường trục q tương ứng sao cho kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi ngoài của lõi rôto 24. Từng lỗ gắn nam châm thứ hai (lớp hốc thứ hai) 34B được bố trí có khoảng cách giữa chúng ở phía chu vi trong của lõi rôto 24 so với các lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A giữa đường trục d tương ứng và đường trục q tương ứng và kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi ngoài. Theo phương án này, hai lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A được tạo ra sao cho đối xứng trục qua đường trục d, và hai lỗ gắn nam châm thứ hai 34B được tạo ra sao cho đối xứng trục qua đường trục d.

Hai nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 lần lượt được lắp và định vị trong các lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A, và được cố định vào lõi rôto 24, ví dụ, bằng chất kết dính. Hai nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 lần lượt được lắp và định vị trong các lỗ gắn nam châm thứ hai 34B, và được cố định vào lõi rôto 24, ví dụ, bằng chất kết dính.

Từng lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A và các lỗ gắn nam châm thứ hai 34B xuyên vào lõi rôto 24 theo hướng trục của nó để kéo dài qua đó. Từng lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A cơ bản có dạng tiết diện ngang hình chữ nhật, và được làm nghiêng so với đường trục d. Khi quan sát trên tiết diện ngang vuông góc với đường trục tâm C của lõi rôto 24, hai lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A được bố trí, ví dụ, theo dạng gần như hình chữ V. Nói cách khác, các mép theo chu vi trong của hai lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A được định vị liền kề với đường trục d sao cho đối diện với nhau với một khe hở nhỏ giữa chúng. Trong

lỗ rôto 24, phần thu hẹp đường dẫn từ có độ rộng nhỏ (phần cầu nổi thứ nhất) V1 được tạo ra giữa các đầu trong (các đầu ở phía đường trục d) của hai lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A. Các đầu ngoài (các đầu ở phía mặt theo chu vi ngoài) của hai lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A lần lượt được bố trí cách xa đường trục d theo chiều chu vi của lỗ rôto 24 và được bố trí ở lân cận của chu vi ngoài của lỗ rôto 24. Đầu ngoài của từng lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A được bố trí gần như ở trung điểm giữa đường trục d và đường trục q. Trong lỗ rôto 24, phần thu hẹp đường dẫn từ có độ rộng nhỏ (phần cầu nổi) 38 được tạo ra giữa đầu ngoài của từng lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A và chu vi ngoài của lỗ rôto 24. Như vậy, hai lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A được bố trí sao cho khoảng cách so với đường trục d mở rộng dần lần lượt từ các đầu trong về phía các đầu ngoài.

Các lỗ gắn nam châm thứ nhất (chi tiết chặn từ thông thứ nhất) 34A được xác định giữa mép phía chu vi trong thứ nhất 36a kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi ngoài của lỗ rôto 24, và mép phía chu vi trong thứ nhất 36b kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi ngoài và đối diện với mép phía chu vi trong thứ nhất 36a với một khe hở giữa chúng ở phía chu vi trong của lỗ rôto 24. Từng lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A có vùng nạp nam châm hình chữ nhật 35a có hình dạng tương ứng với tiết diện ngang của nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1, và hốc phía chu vi ngoài 35c và hốc phía chu vi trong 35b lần lượt kéo dài từ các đầu theo chiều dọc của vùng nạp nam châm 35a.

Vùng nạp nam châm 35a được xác định giữa mép phía chu vi ngoài 36a gần như là phẳng và mép phía chu vi trong 36b gần như là phẳng và đối diện song song với mép phía chu vi ngoài 36a với một khe hở giữa chúng. Hốc phía chu vi trong 35b kéo dài từ đầu trong của vùng nạp nam châm 35a về phía đường trục d. Hốc phía chu vi ngoài 35c kéo dài từ đầu ngoài (đầu theo chu vi ngoài của lỗ rôto) của vùng nạp nam châm 35a về phía chu vi ngoài của lỗ rôto 24. Các hốc phía chu vi trong 35b của hai lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A được bố trí sao cho đối diện với nhau trong khi xen giữa đường trục d và phần cầu nổi

thứ nhất V1 giữa chúng. Phần cầu nối 38 được xác định giữa hốc phía chu vi ngoài 35c và chu vi ngoài của lõi rôto 24.

Từng hốc phía chu vi trong 35b và hốc phía chu vi ngoài 35c thực hiện chức năng làm chi tiết chặn từ thông để ngăn chặn trạng thái rò của từ thông từ hai đầu theo chiều dọc của nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 tới lõi rôto 24, cũng như góp phần làm giảm trọng lượng của lõi rôto 24.

Từng nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 được tạo thành, ví dụ, dạng tấm phẳng mỏng hình chữ nhật, và có độ dài gần như bằng độ dài theo trục của lõi rôto 24. Từng nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 có thể được tạo ra bằng cách kết hợp các nam châm thu được bằng cách chia nó theo hướng trục (chiều dọc), trong trường hợp này, tổng độ dài của các nam châm được thiết lập gần như bằng độ dài theo trục của lõi rôto 24. Từng nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 lần lượt được lắp vào lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A và được gắn trong lõi rôto 24 gần như trên toàn bộ chiều dài.

Từng nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 có dạng tiết diện ngang hình chữ nhật (ví dụ, hình hộp chữ nhật) với cạnh dài thứ nhất (cạnh dài phía chu vi ngoài) 37a và cạnh dài phía chu vi trong 37b, đối diện song song với nhau, và hai cạnh ngắn (cạnh ngắn thứ nhất và cạnh ngắn thứ hai) đối diện với nhau. Cạnh dài thứ nhất 37a có đầu ngoài (góc ngoài) (đầu mà cạnh dài thứ nhất và một cạnh ngắn giao nhau) A1, nằm ở phía theo chu vi ngoài của lõi rôto 24 và đầu trong (góc trong) (mép đầu mà cạnh dài thứ nhất và cạnh ngắn kia giao nhau) A2 nằm ở phía đường trục d. Nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 được bố trí gần như ở phần tâm của lỗ gắn nam châm 34A theo chiều dọc (hướng kéo dài), nghĩa là, vùng nạp nam châm 35a, sao cho cạnh dài thứ nhất 37a đối diện hoặc tỷ lên mép phía chu vi trong 36a, và cạnh dài phía chu vi trong 37b đối diện hoặc tỷ lên mép phía chu vi trong 36b. Nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1, nhờ hai phần góc của nó, lần lượt tỷ lên các phần hãm (các phần góc) của vùng nạp nam châm 35a. Như vậy, nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 được bố trí tương ứng trong vùng nạp nam châm 35a. Như đã mô tả trên đây, các nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 có thể được cố định vào lõi rôto 24 bằng chất kết dính hoặc

phương tiện tương tự. Hai nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 lần lượt nằm ở các phía của từng đường trục d bố trí sao cho khoảng cách so với đường trục d mở rộng dần từ các đầu trong về phía các đầu ngoài.

Từng nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 được từ hóa theo hướng giao với, ví dụ, vuông góc với, cạnh dài thứ nhất 37a và cạnh dài phía chu vi trong 37b. Hai nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 lần lượt nằm ở các phía của đường trục d bố trí sao cho các hướng từ hóa là giống nhau. Hơn nữa, hai nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 lần lượt nằm ở các phía của từng đường trục q bố trí sao cho các hướng từ hóa là ngược nhau.

Mặt khác, hai lỗ gắn nam châm thứ hai (chi tiết chặn từ thông thứ hai) 34B được bố trí ở phía chu vi trong của lõi rôto 24 so với các lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A. Từng lỗ gắn nam châm thứ hai 34B cơ bản có dạng tiết diện ngang hình chữ nhật, và lần lượt được định vị nghiêng so với đường trục d. Như được quan sát trên tiết diện ngang vuông góc với đường trục tâm C của lõi rôto 24, hai lỗ gắn nam châm thứ hai 34B được bố trí gần như theo dạng chữ V. Nghĩa là, từng đầu trong (các đầu ở phía đường trục d) của hai lỗ gắn nam châm thứ hai 34B lần lượt được định vị liền kề với đường trục d, và đối diện với nhau với một khe hở nhỏ giữa chúng. Trong lõi rôto 24, phần thu hẹp đường dẫn từ có độ rộng nhỏ (phần cầu nối thứ hai) V2 được tạo ra giữa các đầu trong của hai lỗ gắn nam châm thứ hai 34B. Các đầu ngoài (các đầu ở phía mặt theo chu vi ngoài) của các lỗ gắn nam châm thứ hai 34B được bố trí cách xa đường trục d theo chiều chu vi của lõi rôto 24 và được bố trí ở lân cận của chu vi ngoài của lõi rôto 24 và lần lượt ở lân cận của đường trục q. Như vậy, các đầu ngoài của các lỗ gắn nam châm thứ hai 34B đối diện các đầu ngoài của các lỗ gắn nam châm thứ hai 34B của cực từ liền kề trong khi lần lượt xen giữa đường trục q giữa chúng. Trong lõi rôto 24, phần thu hẹp đường dẫn từ có độ rộng nhỏ (phần cầu nối) 39 được tạo ra giữa đầu ngoài của từng lỗ gắn nam châm thứ hai 34B và mép chu vi ngoài của lõi rôto 24. Như vậy, hai lỗ gắn nam châm thứ hai 34B được bố trí sao cho khoảng cách so với đường trục d mở rộng dần từ các đầu

trong về phía các đầu ngoài. Các lỗ gắn nam châm thứ hai 34B được bố trí sao cho đối xứng với nhau so với đường trục d.

Các lỗ gắn nam châm thứ hai 34B được xác định giữa mép phía chu vi trong thứ hai 42b nằm ở phía chu vi trong của lõi rôto 24 so với các mép phía chu vi trong thứ nhất 36b của các lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A và kéo dài từ lần lượt ở lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi ngoài của lõi rôto 24, và mép phía chu vi trong thứ hai 42a kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi ngoài và đối diện với phía chu vi trong của lõi rôto so với mép phía chu vi trong thứ hai 42a với một khe hở giữa chúng. Từng lỗ gắn nam châm thứ hai 34B có vùng nạp nam châm hình chữ nhật 40a có hình dạng tương ứng với hình dạng tiết diện ngang của nam châm vĩnh cửu thứ hai M2, và hốc phía chu vi trong 40b và hốc phía chu vi ngoài 40c để lần lượt kéo dài từ các đầu theo chiều dọc của vùng nạp nam châm 40a.

Vùng nạp nam châm 40a được xác định giữa mép phía chu vi trong thứ hai 42a có dạng phẳng, và mép phía chu vi trong thứ hai 42b có dạng phẳng và đối diện song song với mép phía chu vi ngoài 42a với một khe hở giữa chúng. Hốc phía chu vi trong 40b kéo dài từ đầu trong (đầu ở phía đường trục d) của vùng nạp nam châm 40a về phía đường trục d. Hốc phía chu vi ngoài 40c kéo dài từ đầu ngoài (đầu ở phía chu vi ngoài của lõi rôto) của vùng nạp nam châm 40a về phía chu vi ngoài của lõi rôto 24. Các hốc phía chu vi trong 40b của hai lỗ gắn nam châm thứ hai 34A được bố trí sao cho đối diện với nhau trong khi xen giữa đường trục d và phần cầu nối thứ hai V2. Phần cầu nối 39 được xác định giữa hốc phía chu vi ngoài 40c và chu vi ngoài của lõi rôto 24.

Từng hốc phía chu vi trong 40b và hốc phía chu vi ngoài 40c thực hiện chức năng làm chi tiết chặn từ thông để chặn trạng thái rò của từ thông từ hai đầu theo chiều dọc của nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 tới lõi rôto 24 cũng như góp phần làm giảm trọng lượng của lõi rôto 24.

Từng nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được tạo thành, ví dụ, dạng tấm phẳng mỏng hình chữ nhật, và có độ dài gần như bằng độ dài theo trục của lõi rôto 24. Từng nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 có thể được tạo ra bằng cách kết

hợp các nam châm thu được bằng cách chia nó theo hướng trục (chiều dọc), trong trường hợp này, tổng độ dài của các nam châm được thiết lập gần như bằng độ dài theo trục của lõi rôto 24. Từng nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 lần lượt lắp vào lỗ gắn nam châm thứ hai 34B và được gắn trong lõi rôto 24 gần như trên toàn bộ chiều dài. Theo phương án này, các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 có độ rộng (kích thước chiều dọc trên tiết diện ngang) lớn hơn độ rộng của các nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1.

Từng nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 có dạng hình chữ nhật (ví dụ, hình hộp chữ nhật) trên tiết diện ngang, và bao gồm cạnh dài thứ hai (cạnh dài phía chu vi ngoài) 43a và cạnh dài phía chu vi trong 43b, đối diện song song với nhau, và hai cạnh ngắn (cạnh ngắn thứ nhất và cạnh ngắn thứ hai) đối diện với nhau. Cạnh dài thứ hai 43a có đầu ngoài (góc ngoài) (đầu mà cạnh dài thứ hai và một cạnh ngắn giao nhau) B1 nằm ở phía theo chu vi ngoài của lõi rôto 24 và đầu trong (góc trong) (đầu mà cạnh dài thứ hai và cạnh ngắn kia giao nhau) B2 nằm ở phía đường trục d. Từng nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 lần lượt được nạp gần như ở phần giữa theo chiều dọc của lỗ gắn nam châm 34B, nghĩa là, vùng nạp nam châm 40a, sao cho cạnh dài thứ hai 43a đối diện hoặc tỳ lên mép phía chu vi trong 42a và cạnh dài phía chu vi trong 43b đối diện hoặc tỳ lên mép phía chu vi trong 42b. Từng nam châm vĩnh cửu thứ hai M2, nhờ hai phần góc của nó, tỳ lên các phần hãm (các phần góc) lần lượt của các vùng nạp nam châm 40a. Như vậy, các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 lần lượt được bố trí ở các vùng nạp nam châm 40a. Như đã mô tả trên đây, các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 có thể được cố định vào lõi rôto 24 bằng chất kết dính hoặc phương tiện tương tự. Hai nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 lần lượt nằm ở các phía của từng đường trục d bố trí sao cho khoảng cách so với đường trục d mở rộng dần từ các đầu trong về phía các đầu ngoài.

Từng nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được từ hóa theo hướng giao với, ví dụ, vuông góc với, cạnh dài thứ hai 43a và cạnh dài phía chu vi trong 43b. Hai nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được bố trí sao cho các hướng từ hóa của chúng là giống nhau. Hơn nữa, hai nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 nằm ở các

phía tương ứng của đường trục q được bố trí sao cho các hướng từ hóa của chúng là ngược nhau. Trên từng cực từ, nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được từ hóa theo cùng hướng với hướng từ hóa của nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1.

Với nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 và nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được bố trí như nêu trên, máy điện quay 10 được tạo thành là máy điện quay có gắn nam châm vĩnh cửu với tám cực (bốn đôi cực) và 48 khe, trong đó mặt trước và mặt sau của cực Bắc và cực Nam của các nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 và các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được bố trí xen kẽ đối với từng đôi cực từ liền kề, và các cuộn dây được tạo ra nhờ dây quấn phân bố một lớp.

Tiếp theo, đối với rôto của máy điện quay có cấu trúc như nêu trên, phương pháp để thiết lập cách bố trí và các kích thước phù hợp của các lỗ gắn nam châm (các chi tiết chặn từ thông), các nam châm vĩnh cửu thứ nhất và nam châm vĩnh cửu thứ hai sẽ được mô tả.

Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện đường sức từ thông được sử dụng theo phương pháp để thiết lập cách bố trí và các kích thước của nam châm vĩnh cửu của máy điện quay theo phương án này. Theo Fig.3, R biểu thị bán kính của đường tròn quanh đường trục tâm C sao cho ngoại tiếp với chu vi của lõi rôto 24; r biểu thị tọa độ xuyên tâm của hệ tọa độ cực nằm xen giữa với đường trục d và đường trục q so với đường trục tâm C là điểm trung tâm; θ biểu thị tọa độ góc của hệ tọa độ cực nằm xen giữa đường trục d và đường trục q so với đường trục tâm; p biểu thị số lượng của các đôi cực (số lượng cực từ / 2); và θ_a biểu thị tọa độ góc của một điểm tùy ý thuộc đường tròn ngoại tiếp (θ_d : tọa độ góc của đường sức từ thông theo hướng đường trục d và θ_q : tọa độ góc của đường sức từ thông theo hướng đường trục q). Đối với góc θ , khi chiều ngược chiều kim đồng hồ dựa vào đường trục q là dương, đường sức từ thông $f_d(\theta_d)$ (sau đây được gọi là đường sức từ thông theo đường trục d) theo hướng đường trục d đi qua các tọa độ θ_d ở mặt theo chu vi ngoài của rôto 14 được xác định bằng công thức (1) sau đây liên quan tới hàm hypebon hệ tọa độ hình trụ.

$$(r/R)^p \cdot \cos(p\theta) = \cos(p\theta_d) \quad \dots(1)$$

Tương tự, đường sức từ thông $f_q(\theta_q)$ (sau đây được gọi là đường sức từ thông theo đường trục q) theo hướng đường trục q đi qua các tọa độ θ_q ở chu vi ngoài của rôto 14 được xác định bằng công thức (2) sau đây liên quan tới hàm hypebon hệ tọa độ hình trụ.

$$(r/R)^p \cdot \sin(p\theta) = \sin(p\theta_q) \quad \dots(2)$$

Các tọa độ giao điểm (r_{dq} , θ_{dq}) giữa đường sức từ thông theo đường trục d và đường sức từ thông theo đường trục q được thiết lập để thỏa mãn công thức (3) sẽ mô tả sau đây.

$$r_{dq} = R \cdot \left\{ \sin^2(p\theta_q) + \cos^2(p\theta_d) \right\}^{1/2p}$$

$$\theta_{dq} = \frac{1}{p} \cdot \tan^{-1}(\sin(p\theta_q) / \cos(p\theta_d)) \quad \dots(3)$$

Trước hết, các tọa độ góc tùy ý (sau đây được gọi là các tọa độ), θ_{qA} và θ_{qB} được quy định trên đường tròn ngoại tiếp của rôto đối với một cực từ, và đường sức từ thông theo đường trục q thứ nhất $f_q(\theta_{qA})$ và đường sức từ thông theo đường trục q thứ hai $f_q(\theta_{qB})$ lần lượt đi qua các tọa độ thu được từ công thức (2). Ở đây, giả sử θ_{qB} là tọa độ nằm ở phía đường trục q so với θ_{qA} ($\theta_{qA} > \theta_{qB}$). Tương tự, các tọa độ tùy ý θ_{dA1} , θ_{dA2} được quy định trên đường tròn ngoại tiếp của rôto, và đường sức từ thông theo đường trục d thứ nhất $f_d(\theta_{dA1})$ và đường sức từ thông theo đường trục d thứ hai $f_d(\theta_{dA2})$ lần lượt đi qua các tọa độ thu được từ công thức (1). Ở đây, giả sử tọa độ θ_{dA1} là tọa độ nằm ở phía đường trục d so với tọa độ θ_{qA} ($\theta_{dA1} > \theta_{qA}$), và tọa độ θ_{dA2} được định vị ở phía đường trục d so với tọa độ θ_{dA1} ($\theta_{dA2} > \theta_{dA1}$). Giả sử giao điểm A1 giữa đường sức từ thông theo đường trục q thứ nhất $f_q(\theta_{qA})$ và đường sức từ thông theo đường trục d thứ nhất $f_d(\theta_{dA1})$ và giao điểm A2 giữa đường sức từ thông theo đường trục q thứ nhất $f_q(\theta_{qA})$ và đường sức từ thông theo đường trục d thứ hai $f_d(\theta_{dA2})$ được nối với nhau để tạo ra một đoạn thẳng (A1-A2), và vị trí mà đoạn thẳng (A1-A2) trùng với bề mặt từ hóa (cạnh dài thứ nhất 37a) của nam

châm vĩnh cửu thứ nhất M1 được thiết lập là vị trí mà nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 sẽ được định vị. Đối với các kích thước của nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 được thiết lập sao cho độ dài của cạnh dài thứ nhất 37a bằng độ dài của đoạn thẳng (A1-A2). Nói cách khác, cách bố trí và các kích thước của nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 được thiết lập sao cho đầu ngoài (góc ngoài) và đầu trong (góc trong) của cạnh dài thứ nhất 37a được bố trí lần lượt ở các giao điểm A1 và A2.

Các lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A được tạo ra và được định vị sao cho nằm dọc theo đường sức từ thông theo đường trục q thứ nhất $f_q(\theta_{qA})$ và sao cho mép phía chu vi ngoài 36a của vùng nạp nam châm 35a trùng với đoạn thẳng (A1-A2).

Hơn nữa, các tọa độ góc tùy ý (sau đây được gọi là các tọa độ), θ_{dB1} và θ_{dB2} được quy định trên đường tròn ngoại tiếp của rôto, và đường sức từ thông theo đường trục d thứ ba $f_d(\theta_{dB1})$ và đường sức từ thông theo đường trục d thứ tư $f_d(\theta_{dB2})$ lần lượt đi qua các tọa độ thu được từ công thức (1). Cần lưu ý rằng các tọa độ θ_{dB1} và θ_{dB2} được chọn từ các tọa độ lần lượt giống như các tọa độ θ_{dA1} và θ_{dA2} , hoặc các tọa độ lần lượt nằm ở phía đường trục d so với các tọa độ θ_{dA1} và θ_{dA2} . Giả sử giao điểm B1 của đường sức từ thông theo đường trục q thứ hai $f_q(\theta_{qB})$ và đường sức từ thông theo đường trục d thứ ba $f_d(\theta_{dB1})$ và giao điểm B2 của đường sức từ thông theo đường trục q thứ hai $f_q(\theta_{qB})$ và đường sức từ thông theo đường trục d thứ tư $f_d(\theta_{dB2})$ được nối với nhau để tạo ra một đoạn thẳng (B1-B2), và vị trí mà đoạn thẳng (B1-B2) trùng với bề mặt từ hóa (cạnh dài thứ hai 43a) của nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được thiết lập là vị trí mà nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 sẽ được định vị. Đối với các kích thước của nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được thiết lập sao cho độ dài của cạnh dài thứ hai 43a bằng độ dài của đoạn thẳng (B1-B2). Nói cách khác, cách bố trí và các kích thước của nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được thiết lập sao cho đầu

ngoài (góc ngoài) và đầu trong (góc trong) của cạnh dài thứ hai 43a được bố trí lần lượt ở các giao điểm B1 và B2.

Các lỗ gấn nam châm thứ hai 34B được tạo ra và được định vị sao cho nằm dọc theo đường sức từ thông theo đường trục q thứ hai $f_q(\theta_{qB})$ và sao cho mép phía chu vi ngoài 42a của vùng nạp nam châm 40a trùng với đoạn thẳng (B1-B2).

Khi hai đầu của các cạnh dài thứ nhất và hai đầu của các cạnh dài thứ hai của nam châm vĩnh cửu được bố trí ở các giao điểm (A1, A2 và B1, B2) giữa các hàm hypebon theo đường trục d và theo đường trục q như đã mô tả trên đây, tọa độ góc của các điểm trên đường tròn ngoại tiếp để lần lượt xác định các đường hypebon (đường sức từ thông theo đường trục d và đường sức từ thông theo đường trục q) thỏa mãn công thức điều kiện (4) sau đây.

$$\begin{aligned} -\frac{34}{p} < \theta_{dB1} - \theta_{dA1} < \frac{22}{p} \\ -\frac{34}{p} < \theta_{dB2} - \theta_{dA2} < \frac{22}{p} \end{aligned} \quad \dots(4)$$

Như được thể hiện trên Fig.2, theo phương án này, lớp hốc thứ nhất (chi tiết chặn từ thông thứ nhất), có các lỗ gấn nam châm thứ nhất 34A và các nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1, được tạo ra và được định vị dọc theo đường sức từ thông theo đường trục q thứ nhất $f_q(\theta_{qA})$ như nêu trên. Đối với các nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1, các kích thước được thiết lập theo đoạn thẳng (A1-A2), và hơn nữa, bề mặt từ hóa (cạnh dài thứ nhất 37a) được định vị ở vị trí trùng với đoạn thẳng (A1-A2).

Tương tự, lớp hốc thứ hai (chi tiết chặn từ thông thứ hai), có các lỗ gấn nam châm thứ hai 34B và các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được tạo ra và được định vị dọc theo đường sức từ thông theo đường trục q thứ hai $f_q(\theta_{qB})$ như nêu trên. Đối với nam châm vĩnh cửu thứ hai M2, các kích thước được thiết lập theo đoạn thẳng (B1-B2), và hơn nữa, bề mặt từ hóa (cạnh dài thứ hai 43a) được định vị ở vị trí trùng với đoạn thẳng (B1-B2).

Máy điện quay kiểu nam châm vĩnh cửu 10 có cấu trúc như nêu trên đồng thời tạo ra mômen nam châm được thiết lập nhờ các từ thông của các nam châm vĩnh cửu thứ nhất và thứ hai M1 và M2 và tác động của dòng điện phản ứng cũng như mômen từ trở được tạo bởi độ lồi từ tính khi được quan sát từ dây quán phản ứng 18.

Fig.4 thể hiện các vector (như được biểu thị bằng các mũi tên nét đứt) của các từ thông của các nam châm theo đường trục d giữa lớp hốc thứ nhất và lớp hốc thứ hai trong máy điện quay 10 và các vector (như được biểu thị bằng các mũi tên nét đậm) của các từ thông phản ứng của các phần ứng theo đường trục q. Các từ thông của các nam châm theo đường trục d ảnh hưởng đến mômen nam châm, và các từ thông phản ứng của các phần ứng theo đường trục q ảnh hưởng đến mômen từ trở. Như được thể hiện trên hình vẽ, trong máy điện quay 10 theo phương án này, các vector của các từ thông của các nam châm theo đường trục d và các vector của từ thông phản ứng của các phần ứng theo đường trục q được tạo ra theo các hướng gần như vuông góc với nhau. Như vậy, nhiều từ thông giữa đường trục d và đường trục q có thể được làm giảm ở mức thấp, nhờ đó cho phép tạo ra theo cách hữu hiệu hai loại mômen, nghĩa là, mômen nam châm và mômen từ trở.

Trong máy điện quay 10, lớp hốc thứ nhất và lớp hốc thứ hai sử dụng các hình dạng và cách bố trí dọc theo đường sức từ thông theo đường trục q. Do vậy, các từ thông phản ứng phản ứng theo đường trục q chạy giữa lớp hốc thứ nhất (chi tiết chặn từ thông thứ nhất) và các lớp hốc thứ hai (chi tiết chặn từ thông thứ hai) được phân bố dọc theo đường sức từ thông theo đường trục q. Các nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 và các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được gắn trong lớp hốc thứ nhất và lớp hốc thứ hai được bố trí dọc theo đường sức từ thông theo đường trục d của cùng phạm vi hoặc phạm vi đủ gần, và do vậy các từ thông của các nam châm theo đường trục d được phân bố dọc theo đường sức từ thông theo đường trục d. Như có thể hiểu được từ các công thức (1) và (2) nêu trên, đường sức từ thông theo đường trục d và đường sức từ thông theo đường trục q là vuông góc với nhau, và do vậy, tương tự, hai từ thông được tạo

ra giữa lớp hốc thứ nhất và lớp hốc thứ hai là vuông góc với nhau. Do vậy, máy điện quay 10 và rôto 14 ngăn chặn tương tác của các từ thông giữa đường trục d và đường trục q, nhờ đó cho phép thu được mômen mức cao mà không làm tăng số lượng nam châm.

Fig.5 thể hiện, để làm ví dụ so sánh, mối tương quan giữa các vectơ (như được biểu thị bằng các mũi tên nét đứt) của các từ thông của các nam châm ở một cực từ của rôto và các vectơ (như được biểu thị bằng các mũi tên nét đậm) của các từ thông phản ứng của các phần ứng theo đường trục q khi các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được bố trí ở các vị trí được dịch chuyển từ các vị trí mong muốn tới phía chu vi ngoài. Như được thể hiện trên hình vẽ, từ thông của từng nam châm từ nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 về phía nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 có thành phần có hướng trùng với hướng của từ thông phản ứng phần ứng. Như vậy, sự bão hòa từ tính cục bộ xảy ra ở lân cận của vùng AR1 được thể hiện trên hình vẽ, và vì thế từ thông phản ứng phần ứng giữa lớp thứ nhất và lớp thứ hai được giảm bớt.

Fig.6 thể hiện, theo một ví dụ so sánh khác, mối tương quan giữa các vectơ (như được biểu thị bằng các mũi tên nét đứt) của các từ thông của các nam châm ở một cực từ của rôto và các vectơ (như được biểu thị bằng các mũi tên nét đậm) của các từ thông phản ứng của các phần ứng theo đường trục q khi các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được bố trí ở các vị trí được dịch chuyển từ các vị trí mong muốn tới phía chu vi trong. Như được thể hiện trên hình vẽ, từ thông của từng nam châm từ nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 về phía nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 có thành phần có hướng trùng với hướng của từ thông phản ứng phần ứng. Như vậy, sự bão hòa từ tính cục bộ xảy ra ở lân cận của vùng AR2 được thể hiện trên hình vẽ, và vì thế từ thông phản ứng phần ứng giữa lớp thứ nhất và lớp thứ hai được giảm bớt.

Fig.7 thể hiện các kết quả đánh giá về ảnh hưởng đối với mômen bằng phân tích trường điện từ khi các tọa độ θ_{dA1} và θ_{dA2} được thể hiện trên Fig.3 là cố định và các tọa độ θ_{dB1} và θ_{dB2} được thay đổi theo cùng hướng, nghĩa là, các vị trí mà các nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 được bố trí được thay đổi. Cần

lưu ý rằng trục hoành biểu thị các giá trị số thu được bằng cách nhân lượng dịch chuyển $\Delta\theta$ của các tọa độ với logarit cực p. Như được thể hiện trên Fig.7, khi $\Delta\theta \times P$ nằm trong khoảng từ -34 tới 22 (phạm vi trong đó mức giảm của mômen nhỏ hơn hoặc bằng 10%), tốt hơn là, nằm trong khoảng từ -22 tới 9 (phạm vi trong đó mức giảm của mômen nhỏ hơn hoặc bằng 3%), tốt hơn nữa là, nằm trong khoảng từ -15 tới 5 (phạm vi trong đó mức giảm của mômen nhỏ hơn hoặc bằng 1%), hoặc tốt nhất là, nằm trong khoảng từ -10 tới -1 (phạm vi trong đó mức giảm của mômen nhỏ hơn hoặc bằng 0,1%), thu được mômen mức cao, và mômen được giảm bớt khi cách xa $\Delta\theta = 0$. Từ xác minh phân tích được tạo ra như vậy, ảnh hưởng của nhiều từ thông giữa đường trục d và đường trục q cũng có thể được khẳng định.

Như đã mô tả trên đây, theo phương án này, từng lớp hốc (các chi tiết chặn từ thông) có các lỗ gắn nam châm và các nam châm vĩnh cửu được bố trí trong lõi rôto của rôto, và cách bố trí và các kích thước của các nam châm vĩnh cửu được thiết lập sao cho thỏa mãn điều kiện hình học như nêu trên giữa các lớp hốc có ít nhất hai nam châm vĩnh cửu liền kề với nhau theo hướng đường kính của rôto. Với kết cấu này, có thể thu được rôto có thể tạo ra mômen mức cao và máy điện quay kiểu nam châm vĩnh cửu mà không làm tăng số lượng nam châm.

Tiếp theo, các rôto của các máy điện quay theo các ví dụ cải biến sẽ được mô tả. Theo các ví dụ cải biến được mô tả dưới đây, các phần tương đương với những phần theo các phương án như nêu trên được biểu thị bằng các số chỉ dẫn giống hệt và các giải thích chi tiết tương ứng được loại bỏ hoặc chỉ được mô tả vắn tắt, và giải thích như vậy chủ yếu được đưa ra đối với những phần khác với các phần theo phương án như nêu trên.

Ví dụ cải biến thứ nhất:

Fig.8 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phần cực từ của máy điện quay theo ví dụ cải biến thứ nhất.

Đối với các lớp hốc (các chi tiết chặn từ thông) của rôto, sáng chế không bị giới hạn ở hai lớp bao gồm lớp hốc thứ nhất và lớp hốc thứ hai như nêu trên,

và có thể có ba hoặc nhiều hơn các lớp hốc. Như được thể hiện trên Fig.8, rôto 14 có ba lớp hốc theo ví dụ cải biến thứ nhất. Nghĩa là, rôto 14 bao gồm lớp hốc thứ nhất có lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A và nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1, lớp hốc thứ hai có lỗ gắn nam châm thứ hai 34B và nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 và lớp hốc thứ ba có lỗ gắn nam châm thứ ba 34C và nam châm vĩnh cửu thứ ba M3. Lớp hốc thứ ba được tạo ra dọc theo đường sức từ thông theo đường trục q thứ ba tùy ý ở phía chu vi trong của lớp hốc thứ hai.

Khi ba nam châm vĩnh cửu M1, M2 và M3 được sử dụng, cách bố trí và các kích thước của các nam châm vĩnh cửu thứ nhất, thứ hai và thứ ba được xác định sao cho điều kiện của công thức (4) nêu trên được thiết lập giữa nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 và nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 liền kề với nhau và giữa nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 và nam châm vĩnh cửu thứ ba M3. Như vậy, theo ví dụ cải biến thứ nhất, hiệu quả hoạt động có lợi tương tự với hiệu quả hoạt động theo phương án như nêu trên có thể được tạo ra.

Ví dụ cải biến thứ hai:

Fig.9 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phần cực từ của máy điện quay theo ví dụ cải biến thứ hai.

Trong rôto bao gồm ba hoặc nhiều hơn các lớp hốc (các chi tiết chặn từ thông), các lớp này có thể có lớp hốc không có nam châm vĩnh cửu. Như được thể hiện trên Fig.9, theo ví dụ cải biến thứ hai, rôto 14 bao gồm lớp hốc thứ nhất có lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A và nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1, lớp hốc thứ hai có lỗ gắn nam châm thứ hai 34B và nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 và lớp hốc thứ ba có lỗ gắn nam châm thứ ba 34C (chi tiết chặn từ thông) không có nam châm vĩnh cửu. Như vậy, giữa nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 và nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 liền kề với nhau, cách bố trí và các kích thước của các nam châm vĩnh cửu thứ nhất và thứ hai được xác định sao cho điều kiện của công thức (4) nêu trên được thiết lập. Theo ví dụ cải biến thứ hai, hiệu quả hoạt động có lợi tương tự với hiệu quả hoạt động theo phương án như nêu trên có thể được tạo ra.

Ví dụ cải biến thứ ba:

Fig.10 là hình vẽ mặt cắt ngang thể hiện một phần cực từ của máy điện quay theo ví dụ cải biến thứ ba.

Theo ví dụ cải biến thứ ba, rôto 14 bao gồm lớp hốc thứ nhất có lỗ gắn nam châm thứ nhất 34A (chi tiết chặn từ thông) không có nam châm vĩnh cửu, lớp hốc thứ hai có lỗ gắn nam châm thứ hai 34B và nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 và lớp hốc thứ ba có lỗ gắn nam châm thứ ba 34C và nam châm vĩnh cửu thứ hai M2. Như vậy, giữa nam châm vĩnh cửu thứ nhất M1 và nam châm vĩnh cửu thứ hai M2 liền kề với nhau, cách bố trí và các kích thước của các nam châm vĩnh cửu thứ nhất và thứ hai được xác định sao cho điều kiện của công thức (4) như nêu trên được thiết lập. Theo ví dụ cải biến thứ ba, hiệu quả hoạt động có lợi tương tự với hiệu quả hoạt động theo phương án như nêu trên có thể được tạo ra.

Sáng chế không bị giới hạn ở các phương án như nêu trên, và các phần tử cấu thành của sáng chế có thể được cải biến theo nhiều cách khác nhau mà không nằm ngoài tinh thần và phạm vi của sáng chế. Hơn nữa, các dự kiến khác nhau có thể được tạo ra bằng cách kết hợp phù hợp các phần tử cấu trúc đã mô tả liên quan tới các phương án như nêu trên. Ví dụ, một số các phần tử cấu trúc đã mô tả theo phương án nêu trên có thể được loại bỏ. Ngoài ra, các phần tử cấu trúc liên quan tới các phương án khác nhau có thể được kết hợp phù hợp.

Ví dụ, số lượng của các cực từ, các kích thước, hình dạng và yếu tố tương tự của rôto không bị giới hạn ở các chi tiết đã mô tả theo các phương án như nêu trên, và có thể được thay đổi khác nhau phụ thuộc vào thiết kế. Hình dạng tiết diện ngang của các nam châm vĩnh cửu không bị giới hạn ở hình hộp chữ nhật, và có thể có hình dạng khác, ví dụ, hình thang. Đối với từng nam châm vĩnh cửu, một nam châm như vậy được tạo ra bằng cách gắn chặt các nam châm vĩnh cửu với nhau thành hình dạng mong muốn có thể được sử dụng. Ở từng cực từ, lớp hốc thứ nhất và lớp hốc thứ hai được tạo ra và được bố trí sao cho đối xứng theo đường thẳng ở bên phải và bên trái so với đường trục d. Tuy vậy, các phương án không bị giới hạn ở cấu trúc này, và chúng còn có thể được bố trí sao cho không đối xứng ở bên phải và bên trái.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Rôto của máy điện quay, rôto này bao gồm: trục có thể quay được quanh đường trục tâm; lõi rôto có các cực từ được bố trí theo chiều chu vi và được cố định đồng trục vào trục; và nam châm vĩnh cửu thứ nhất và nam châm vĩnh cửu thứ hai được bố trí trong các lớp của các chi tiết chặn từ thông lần lượt được tạo ra ở các cực từ,

trong đó:

trên tiết diện ngang của lõi rôto vuông góc với đường trục tâm,

khi đường trục kéo dài từ đường trục tâm theo hướng đường kính giữa từng đôi cực từ liền kề được gọi là đường trục q, và đường trục vuông góc về điện với đường trục q được gọi là đường trục d ở từng cực từ,

chi tiết chặn từ thông của từng cực từ có chi tiết chặn từ thông thứ nhất nằm giữa đường trục d và đường trục q và chi tiết chặn từ thông thứ hai nằm ở phía chu vi trong lõi rôto so với chi tiết chặn từ thông thứ nhất giữa đường trục d và đường trục q,

chi tiết chặn từ thông thứ nhất được tạo ra giữa mép phía chu vi ngoài thứ nhất kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi ngoài của lõi rôto, và mép phía chu vi trong thứ nhất kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi và đối diện với phía chu vi trong của lõi rôto so với mép phía chu vi ngoài thứ nhất với một khe hở giữa chúng,

chi tiết chặn từ thông thứ hai được tạo ra giữa mép phía chu vi ngoài thứ hai nằm ở phía chu vi trong của lõi rôto so với mép phía chu vi trong thứ nhất với một khe hở giữa chúng và kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi ngoài của lõi rôto, và mép phía chu vi trong thứ hai kéo dài từ lân cận của đường trục d tới lân cận của chu vi và đối diện với phía chu vi trong của lõi rôto so với mép phía chu vi ngoài thứ hai với một khe hở giữa chúng,

nam châm vĩnh cửu thứ nhất có hình dạng tiết diện ngang hình chữ nhật bao gồm cạnh dài thứ nhất có đầu trong và đầu ngoài, cạnh ngắn thứ nhất giao với đầu trong của cạnh dài thứ nhất và cạnh ngắn thứ hai giao với đầu ngoài của cạnh dài thứ nhất, nam châm vĩnh cửu thứ nhất này được bố trí ở chi tiết chặn từ

thông thứ nhất ở trạng thái sao cho cạnh dài thứ nhất đối diện với mép phía chu vi ngoài thứ nhất của chi tiết chặn từ thông thứ nhất, đầu trong và cạnh ngắn thứ nhất được bố trí ở phía của đường trục d, và đầu ngoài của cạnh dài thứ nhất và cạnh ngắn thứ hai được bố trí ở phía theo chu vi ngoài của lõi rôto, và

nam châm vĩnh cửu thứ hai có hình dạng tiết diện ngang hình chữ nhật bao gồm cạnh dài thứ hai có đầu trong và đầu ngoài, cạnh ngắn thứ nhất giao với đầu trong của cạnh dài thứ hai và cạnh ngắn thứ hai giao với đầu ngoài của cạnh dài thứ hai, nam châm vĩnh cửu thứ hai được bố trí ở chi tiết chặn từ thông thứ hai ở trạng thái sao cho cạnh dài thứ hai đối diện với mép phía chu vi ngoài thứ hai của chi tiết chặn từ thông thứ hai, đầu trong và cạnh ngắn thứ nhất được bố trí ở phía của đường trục d, và đầu ngoài của cạnh dài thứ hai và cạnh ngắn thứ hai được bố trí ở phía theo chu vi ngoài,

và trong đó:

R: bán kính của đường tròn quanh đường trục tâm sao cho ngoại tiếp với chu vi của lõi rôto;

r: các tọa độ xuyên tâm của hệ tọa độ cực nằm xen giữa với đường trục d và đường trục q so với đường trục tâm là điểm trung tâm, khi chiều ngược kim đồng hồ với đường trục q là dương;

θ : tọa độ góc của hệ tọa độ cực nằm xen giữa đường trục d và đường trục q so với đường trục tâm, khi chiều ngược kim đồng hồ với đường trục q là dương;

p: số lượng của các đôi cực (số lượng cực từ / 2)

θ_a : tọa độ góc của một điểm tùy ý thuộc đường tròn ngoại tiếp,

đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua các tọa độ (R, θ_a) được xác định bằng công thức (1) sau đây:

$$(r/R)^p \cdot \cos(p\theta) = \cos(p\theta_a) \quad \dots(1)$$

đường sức từ thông theo hướng đường trục q đi qua các tọa độ (R, θ_a) được xác định bằng công thức (2) sau đây:

$$(r/R)^p \cdot \sin(p\theta) = \sin(p\theta_a) \quad \dots(2)$$

và khi:

đầu ngoài A1 và đầu trong A2 của cạnh dài thứ nhất của nam châm vĩnh cửu ở trên cùng đường sức từ thông theo hướng đường trục q,

đầu ngoài B1 và đầu trong B2 của cạnh dài thứ hai của nam châm vĩnh cửu ở trên cùng đường sức từ thông theo hướng đường trục q,

tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu ngoài A1 của cạnh dài thứ nhất của nam châm vĩnh cửu thứ nhất và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dA1} , và tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu trong A2 của cạnh dài thứ nhất của nam châm vĩnh cửu thứ nhất và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dA2} , và

tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu ngoài B1 của cạnh dài thứ hai của nam châm vĩnh cửu thứ hai và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dB1} , và tọa độ góc của giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua đầu trong B2 của cạnh dài thứ hai của nam châm vĩnh cửu thứ hai và đường tròn ngoại tiếp được xác định là θ_{dB2} , thì

θ_{dA1} , θ_{dA2} , θ_{dB1} và θ_{dB2} thỏa mãn công thức điều kiện (3) sau đây:

$$\begin{aligned} -\frac{34}{p} < \theta_{dB1} - \theta_{dA1} < \frac{22}{p} \\ -\frac{34}{p} < \theta_{dB2} - \theta_{dA2} < \frac{22}{p} \end{aligned} \quad \dots(3)$$

2. Rôto theo điểm 1, trong đó:

θ_{dA1} , θ_{dA2} , θ_{dB1} và θ_{dB2} thỏa mãn công thức điều kiện (4) sau đây:

$$\begin{aligned} -\frac{22}{p} < \theta_{dB1} - \theta_{dA1} < \frac{9}{p} \\ -\frac{22}{p} < \theta_{dB2} - \theta_{dA2} < \frac{9}{p} \end{aligned} \quad \dots(4)$$

3. Rôto theo điểm 1, trong đó:

θ_{dA1} , θ_{dA2} , θ_{dB1} và θ_{dB2} thỏa mãn công thức điều kiện (5) sau đây:

$$\begin{aligned}
-\frac{15}{p} < \theta_{dB1} - \theta_{dA1} < \frac{5}{p} \\
-\frac{15}{p} < \theta_{dB2} - \theta_{dA2} < \frac{5}{p}
\end{aligned}
\quad \dots(5)$$

4. Rôto theo điểm 1, trong đó:

θ_{dA1} , θ_{dA2} , θ_{dB1} và θ_{dB2} thỏa mãn công thức điều kiện (6) sau đây:

$$\begin{aligned}
-\frac{10}{p} < \theta_{dB1} - \theta_{dA1} < -\frac{1}{p} \\
-\frac{10}{p} < \theta_{dB2} - \theta_{dA2} < -\frac{1}{p}
\end{aligned}
\quad \dots(6)$$

5. Rôto theo điểm 1, trong đó:

đầu ngoài A1 của nam châm vĩnh cửu thứ nhất được định vị ở giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua θ_{dA1} và đường sức từ thông thứ nhất theo hướng đường trục q, và đầu trong A2 của nam châm vĩnh cửu thứ nhất được định vị ở giao điểm giữa đường sức từ thông thứ nhất theo hướng đường trục q và đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua θ_{dA2} .

6. Rôto theo điểm 5, trong đó:

đầu ngoài B1 của nam châm vĩnh cửu thứ hai được định vị ở giao điểm giữa đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua θ_{dB1} và đường sức từ thông thứ hai theo hướng đường trục q, và đầu trong B2 của nam châm vĩnh cửu thứ hai được định vị ở giao điểm giữa đường sức từ thông thứ hai theo hướng đường trục q và đường sức từ thông theo hướng đường trục d đi qua θ_{dB2} .

7. Rôto theo điểm 1, trong đó:

ở các cực từ tương ứng,

từng chi tiết chặn từ thông thứ nhất có đầu trong liền kề với đường trục d và đầu ngoài liền kề với chu vi ngoài của lõi rôto, và được bố trí sao cho khoảng cách so với đường trục d mở rộng từ đầu trong về phía đầu ngoài, và

từng chi tiết chặn từ thông thứ hai có đầu trong liền kề với đường trục d và đầu ngoài liền kề với chu vi ngoài của lõi rôto, và được bố trí sao cho khoảng cách so với đường trục d mở rộng từ đầu trong về phía đầu ngoài.

8. Rôto theo điểm 7, trong đó:

từng chi tiết chặn từ thông thứ nhất có vùng nạp nam châm mà nam châm vĩnh cửu thứ nhất được bố trí trong đó, hốc phía trong kéo dài từ vùng nạp nam châm về phía đường trục d, và hốc phía ngoài kéo dài từ vùng nạp nam châm về phía chu vi ngoài của lõi rôto,

từng chi tiết chặn từ thông thứ hai có vùng nạp nam châm mà nam châm vĩnh cửu thứ hai được bố trí trong đó, hốc phía trong kéo dài từ vùng nạp nam châm về phía đường trục d, và hốc phía ngoài kéo dài từ vùng nạp nam châm về phía chu vi ngoài của lõi rôto, và

lõi rôto bao gồm phần cầu nối thứ nhất được tạo ra giữa hốc phía trong của chi tiết chặn từ thông thứ nhất và đường trục d, phần cầu nối theo chu vi ngoài được tạo ra giữa hốc phía ngoài của chi tiết chặn từ thông thứ nhất và chu vi ngoài của lõi rôto, phần cầu nối thứ hai được tạo ra giữa hốc phía trong của chi tiết chặn từ thông thứ hai và đường trục d, và phần cầu nối theo chu vi ngoài được tạo ra giữa hốc phía ngoài của chi tiết chặn từ thông thứ hai và chu vi ngoài của lõi rôto.

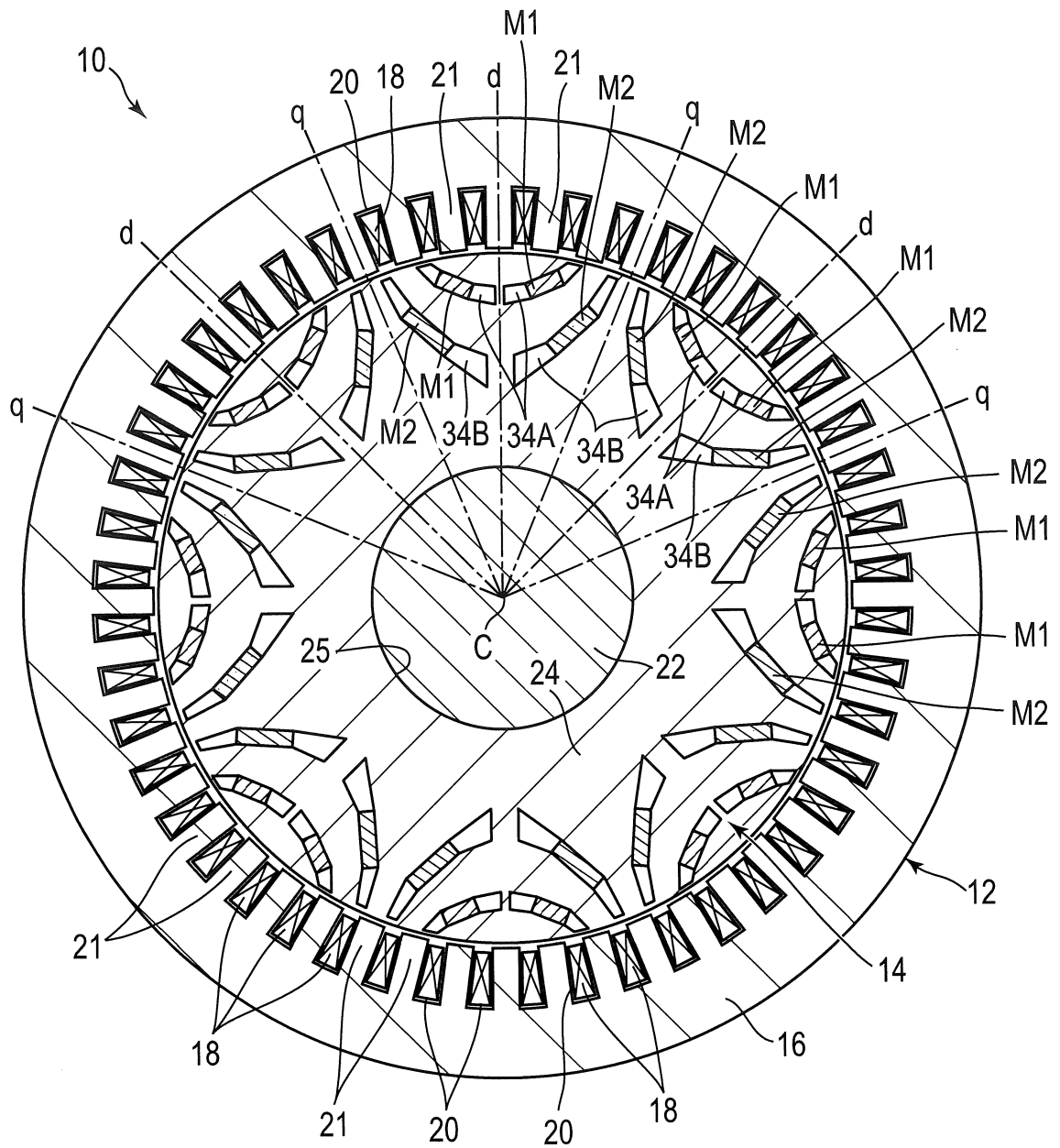


FIG. 1

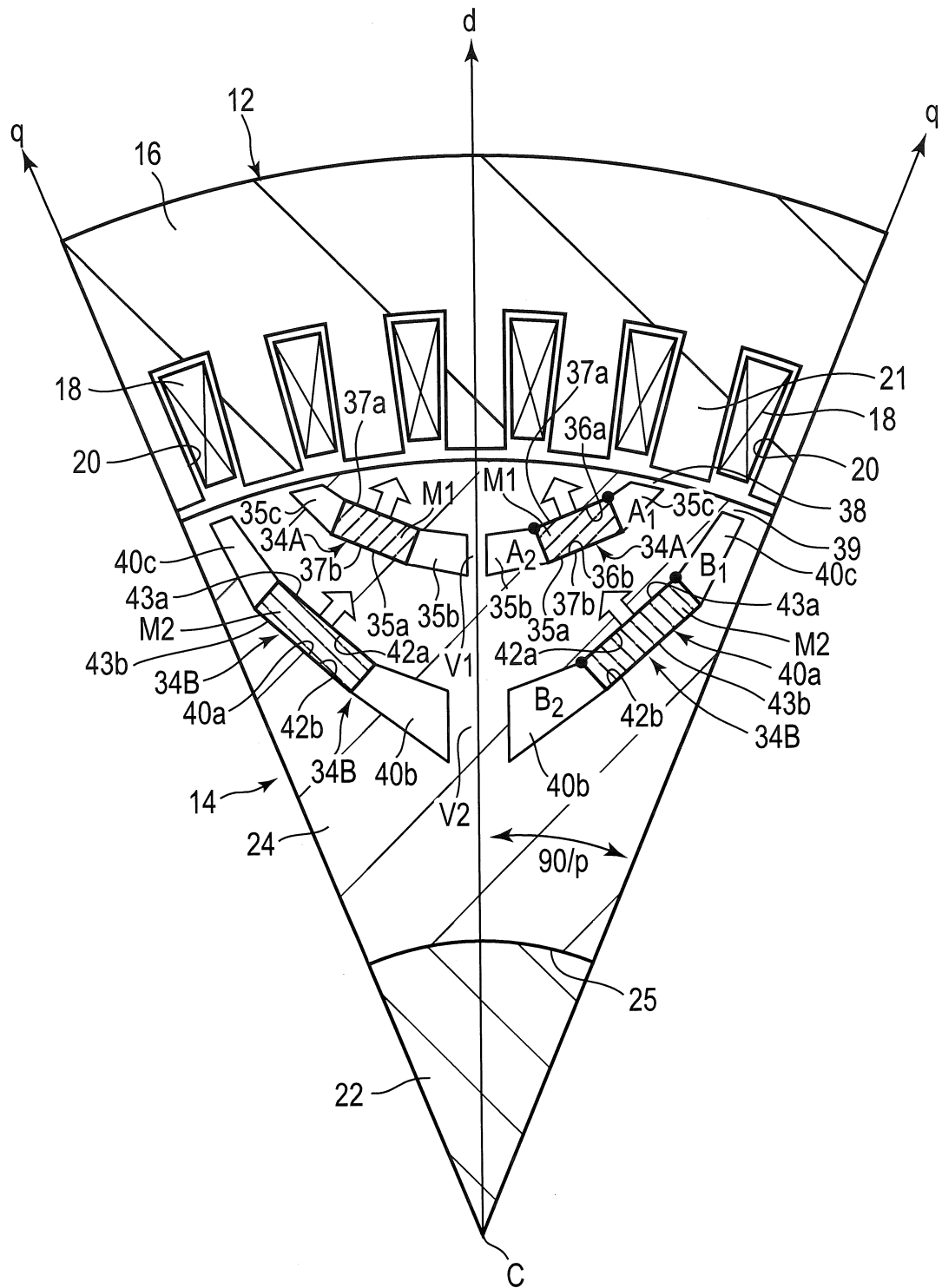


FIG. 2

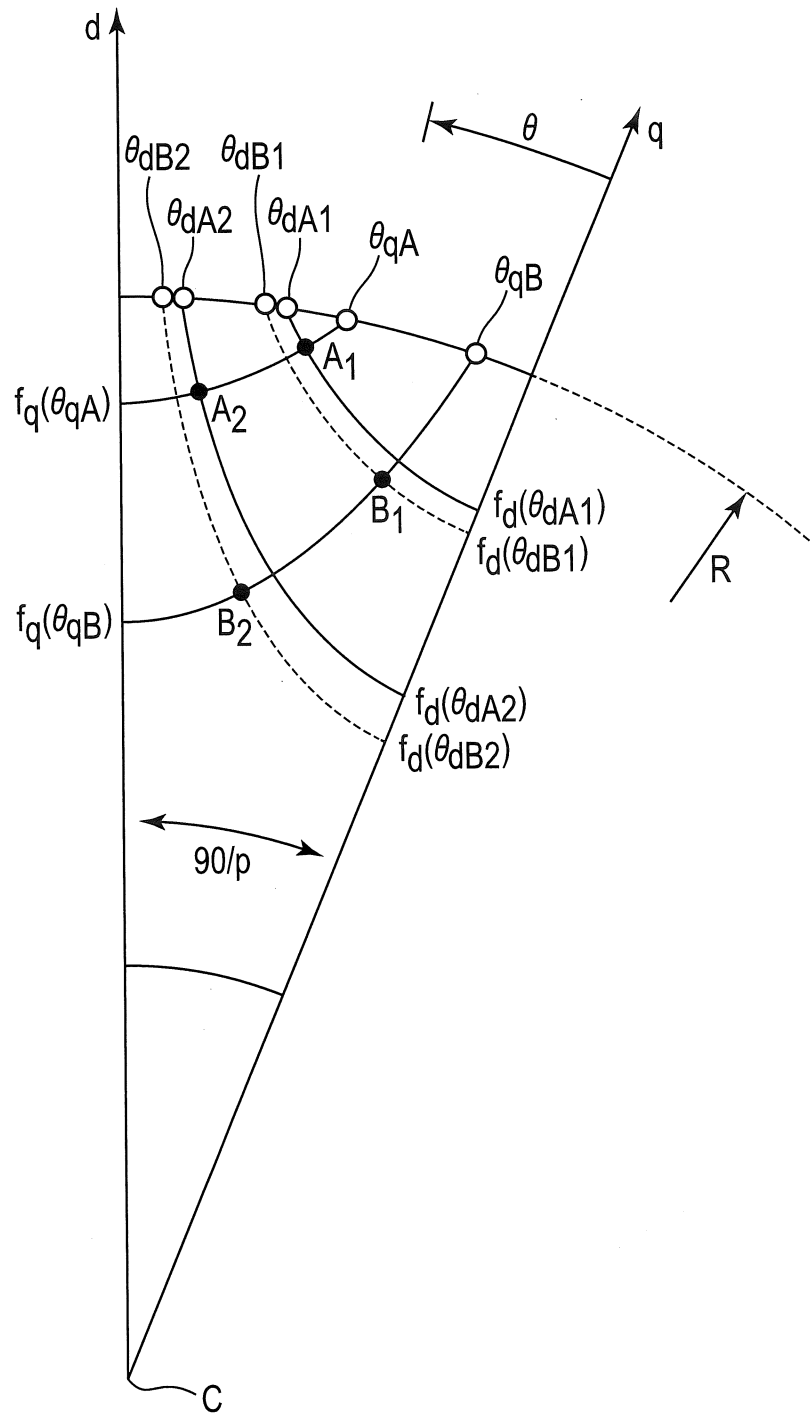


FIG. 3

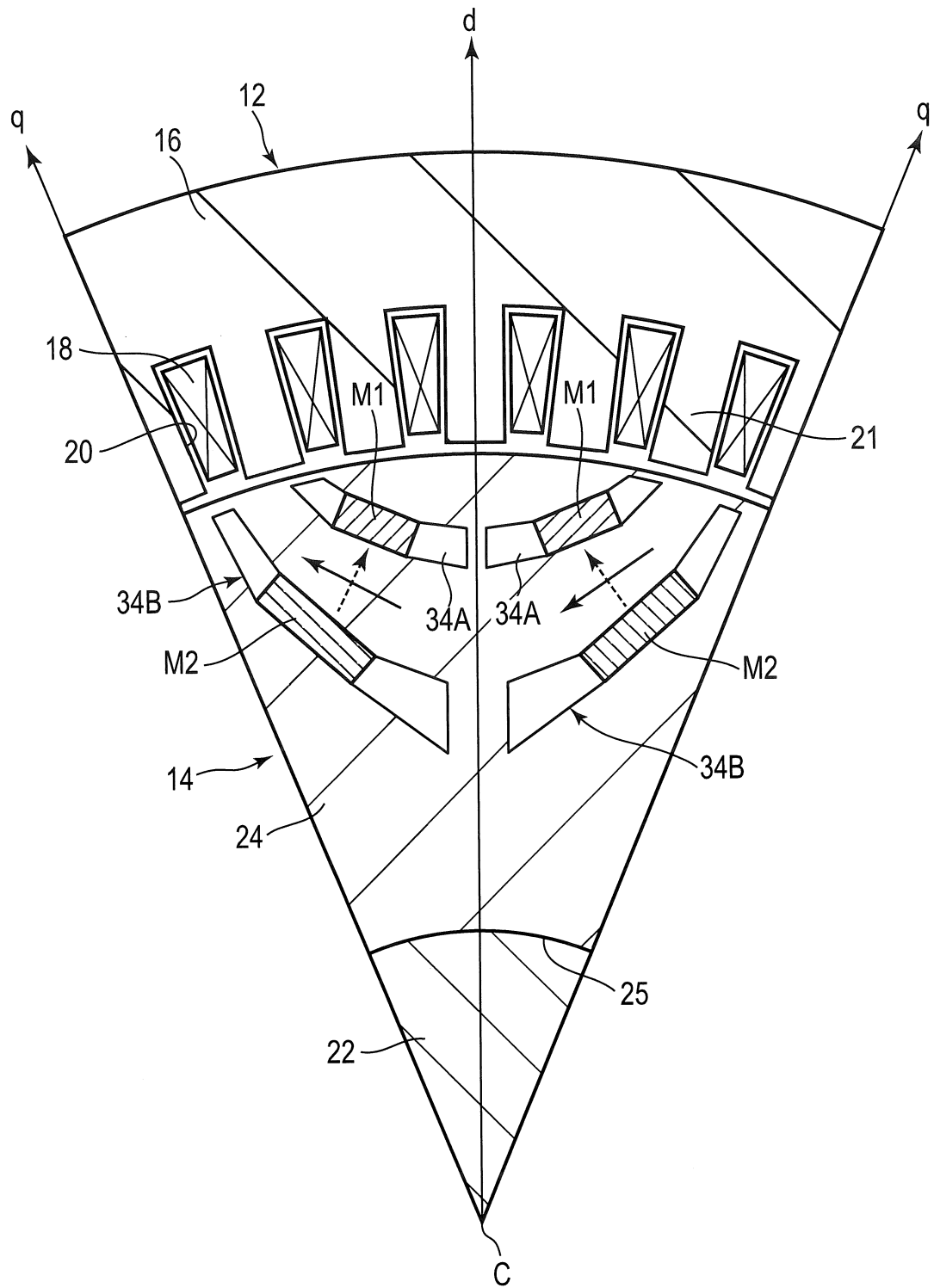


FIG. 4

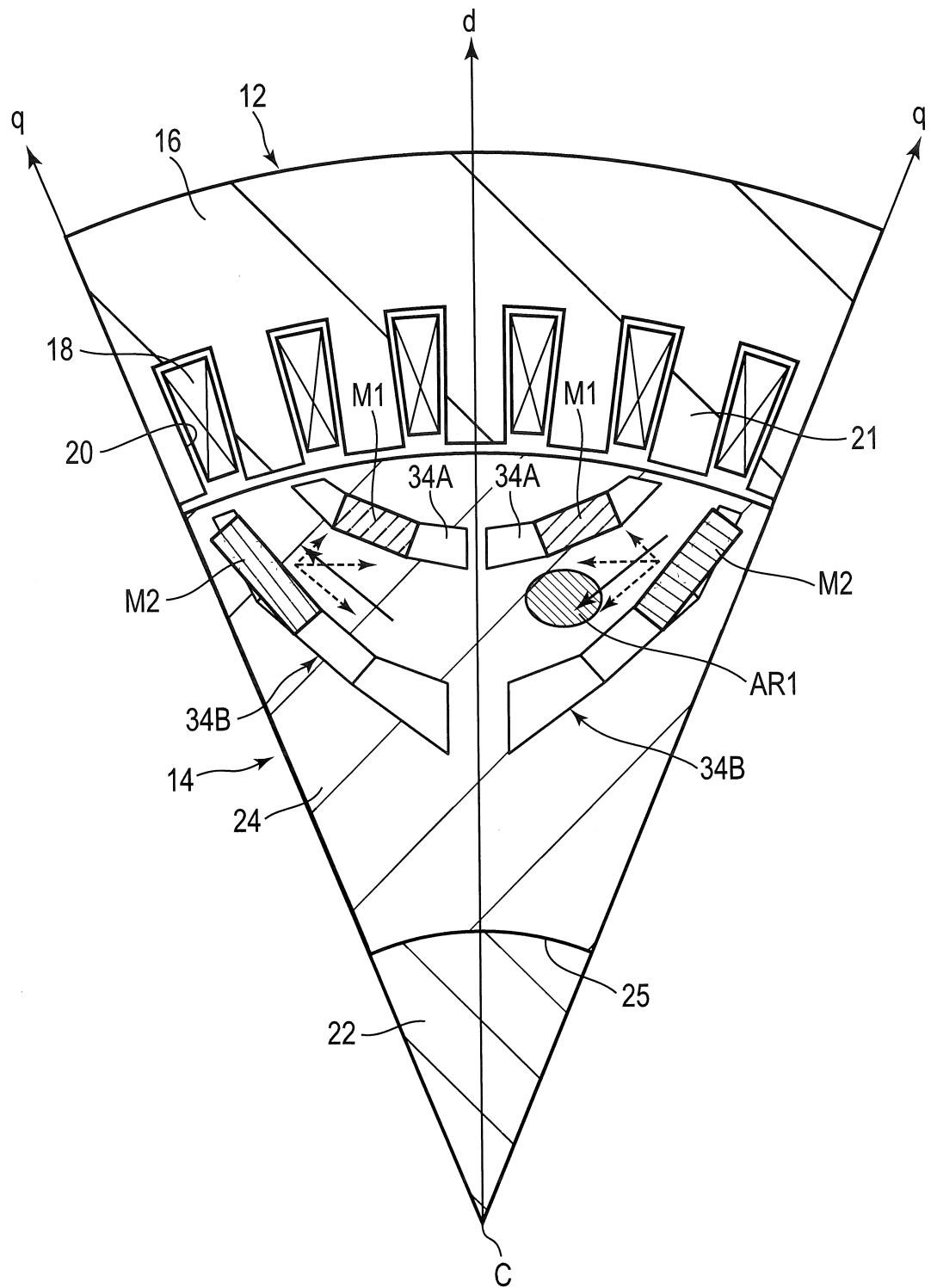


FIG. 5

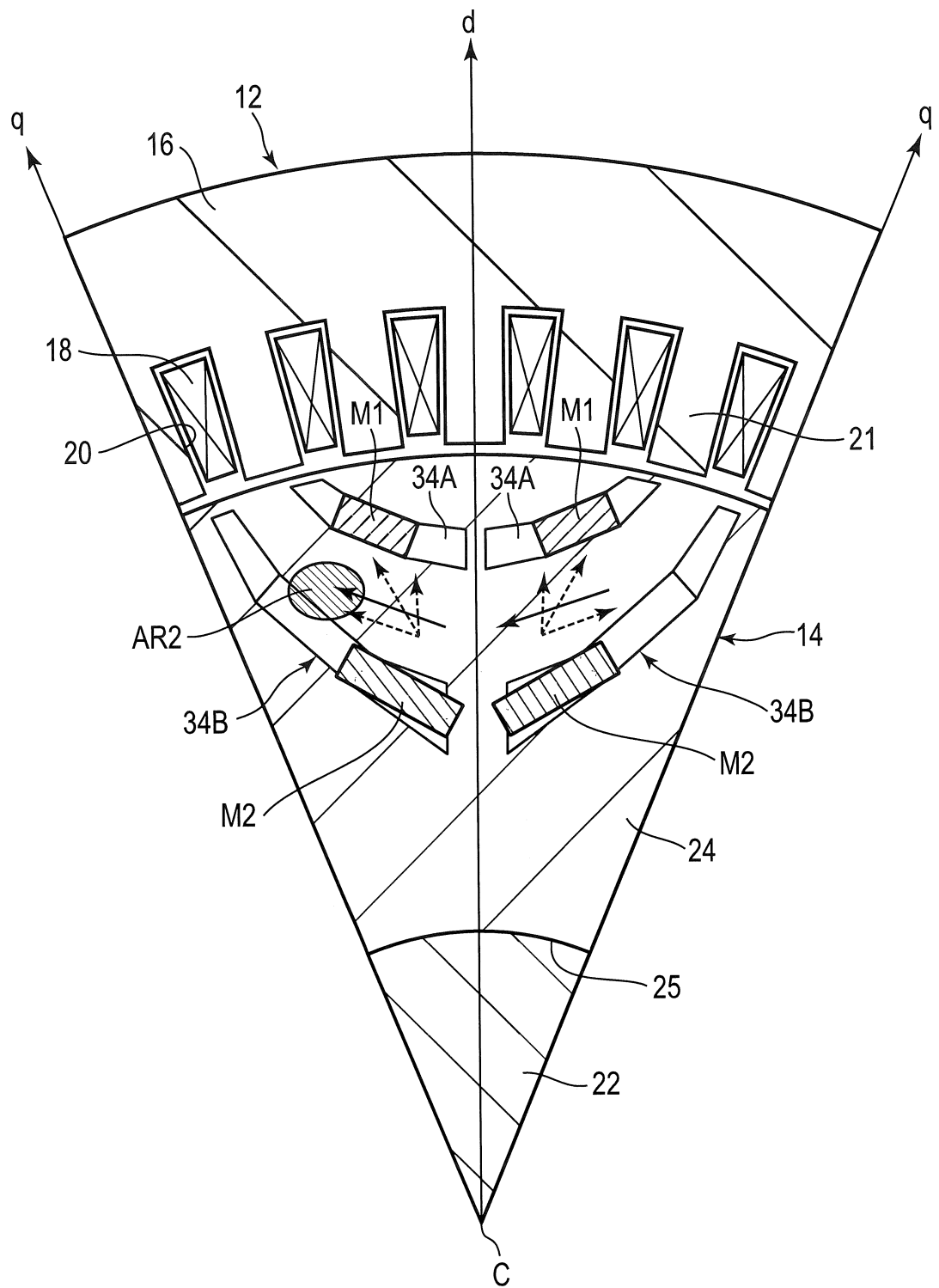


FIG. 6

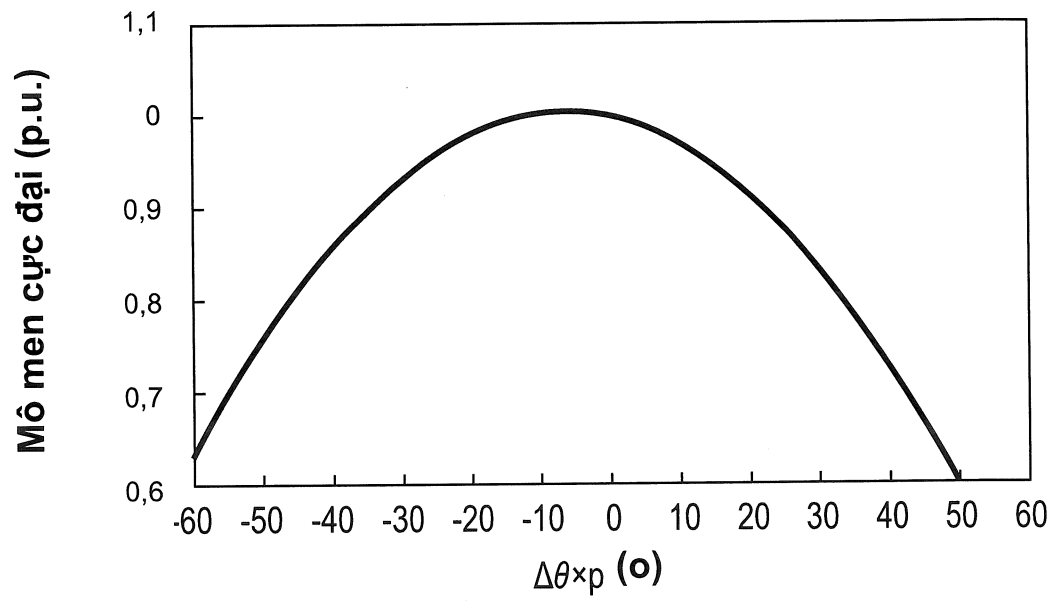


FIG.7

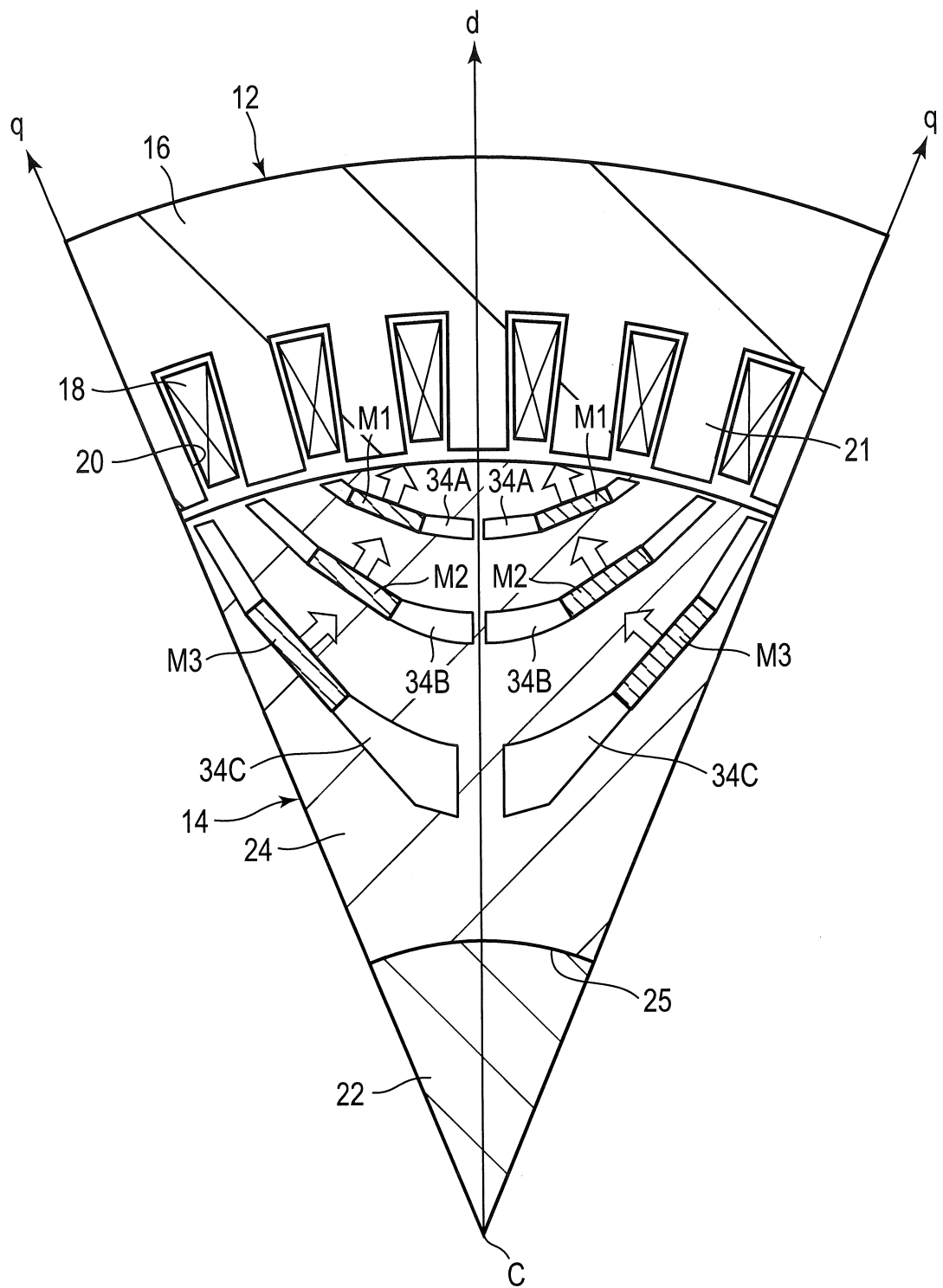


FIG. 8

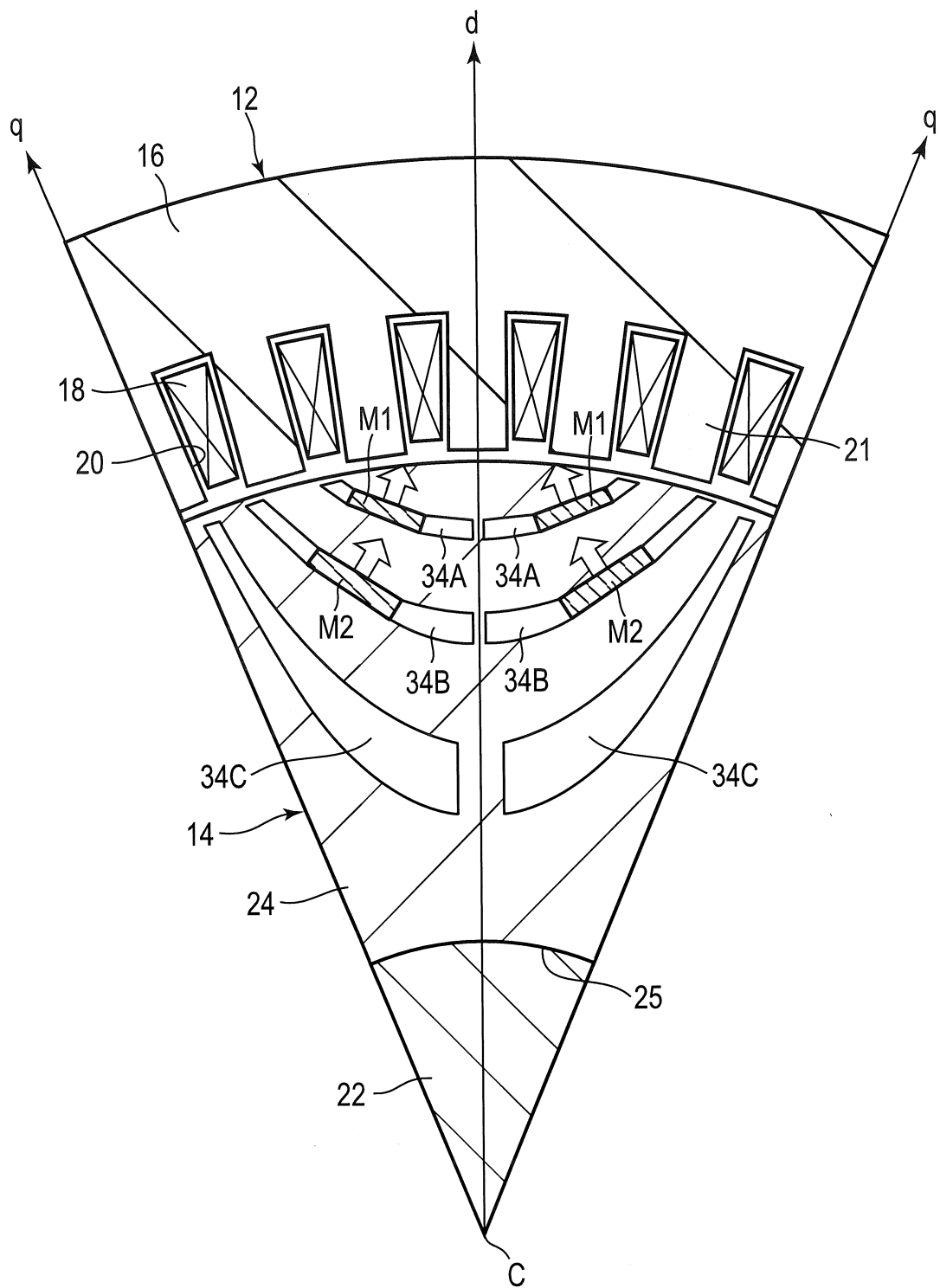


FIG. 9

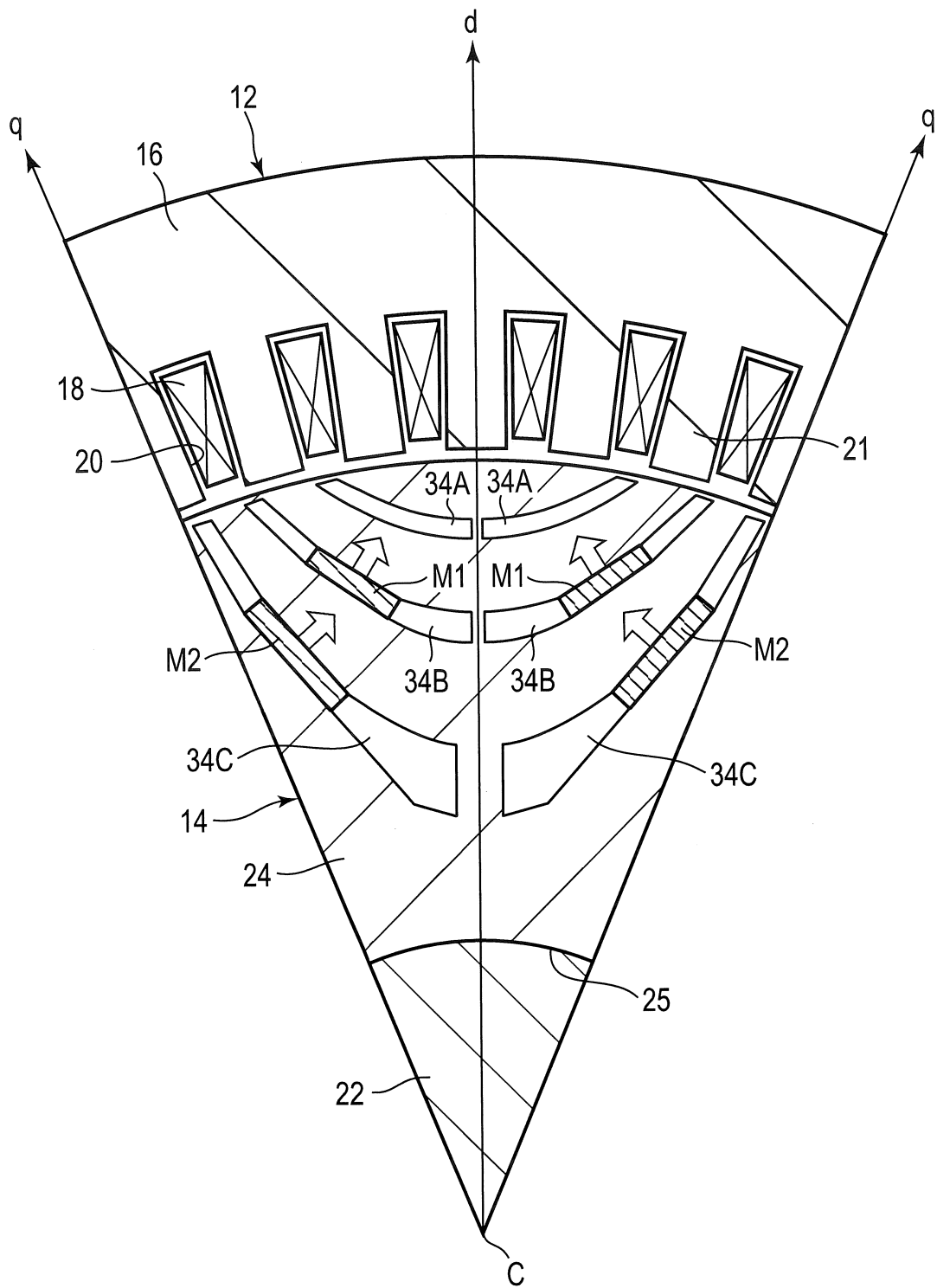


FIG. 10