



(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)



1-0026532

(51)⁷ H02P 6/08

(13) B

(21) 1-2016-02851

(22) 09/01/2014

(86) PCT/JP2014/050253 09/01/2014

(87) WO 2015/104821 A1 16/07/2015

(45) 25/12/2020 393

(43) 25/10/2016 343A

(73) Mitsubishi Electric Corporation (JP)

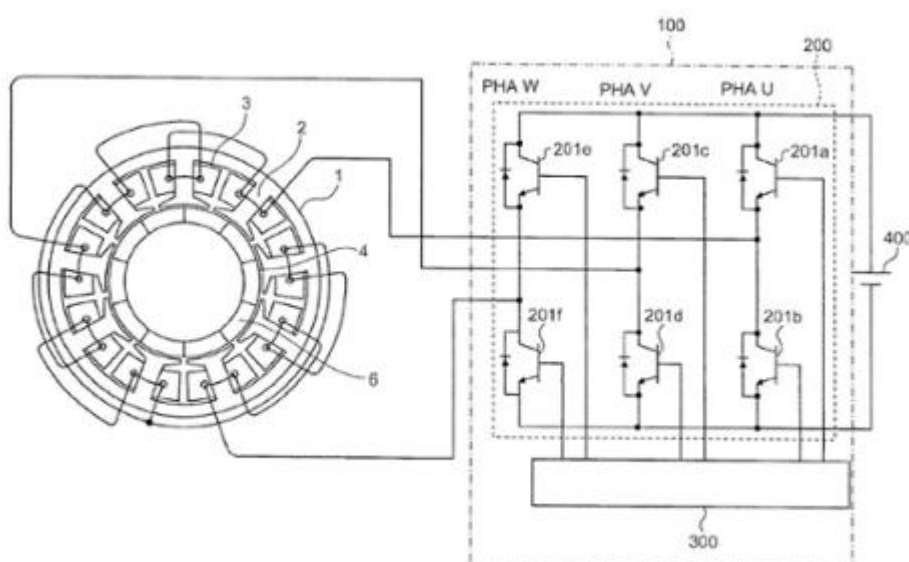
7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310 Japan

(72) MATSUOKA, Atsushi (JP); BABA, Kazuhiko (JP); ISHII, Hiroyuki (JP).

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

(54) MẠCH DẪN ĐỘNG DÙNG CHO MÔTƠ ĐỒNG BỘ, MÔTƠ ĐỒNG BỘ ĐƯỢC DẪN ĐỘNG BỞI MẠCH DẪN ĐỘNG, BỘ QUẠT GIÓ GỒM MÔTƠ ĐỒNG BỘ VÀ MÁY ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ GỒM BỘ QUẠT GIÓ

(57) Sáng chế đề cập đến mạch dẫn động (100) dùng cho mô tơ đồng bộ gồm rôto (4) có mười cực từ được tạo ra bởi nam châm vĩnh cửu (6), và stato (1) trong đó cuộn dây (3) được quấn theo cách tập trung quanh chín răng (2) hướng về rôto (4), mạch dẫn động gồm: bộ biến tần (200) gồm các phần tử chuyển mạch (201a) đến (201f) trong mạch cầu; và bộ điều khiển (300) để điều khiển bộ biến tần (200) theo cách sao cho dòng điện có dạng sóng vuông chạy đến cuộn dây (3), trong đó bộ điều khiển hoạt động theo cách sao cho pha cấp điện mà ở đó cho dòng điện có dạng sóng vuông nằm trong khoảng góc điện từ -10° đến $+5^\circ$ đi qua từ pha cấp điện mà ở đó dòng điện là nhỏ nhất khi mômen đích của mô tơ đồng bộ được tạo ra. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến mô tơ đồng bộ được dẫn động bởi mạch dẫn động, bộ quạt gió gồm mô tơ đồng bộ này, và máy điều hòa không khí gồm bộ quạt gió này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến mạch dẫn động của mô tơ đồng bộ, mô tơ đồng bộ được dẫn động bởi mạch dẫn động, bộ quạt gió gồm mô tơ đồng bộ, máy điều hòa không khí gồm bộ quạt gió, và phương pháp dẫn động mô tơ đồng bộ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Như là mô tơ điện để dẫn động quạt của bộ quạt gió, máy điều hòa không khí, hoặc loại tương tự, mô tơ đồng bộ trong đó các nam châm vĩnh cửu được sử dụng trong rôto thường được sử dụng để làm giảm sự tiêu thụ điện trong suốt quá trình hoạt động. Mô tơ đồng bộ như vậy sử dụng các nam châm vĩnh cửu được dẫn động điển hình bởi hệ thống dẫn động sóng vuông hoặc sóng sin mà phát hiện vị trí cực từ của rôto và khiến cho dòng điện dẫn động được đồng bộ với vị trí cực từ của rôto để chạy qua cuộn dây stato nhờ sử dụng bộ biến tần gồm các phần tử bán dẫn hoặc các bộ phận điện tử. Ví dụ, với hệ thống dẫn động sóng vuông 120° mà được sử dụng để dẫn động mô tơ đồng bộ ba pha, chu kỳ cấp điện thuận chiều 120° , không cấp điện 60° , cấp điện đảo chiều 120° , và không cấp điện 60° được lặp lại đối với các pha tương ứng ở các thời điểm được dịch 60° với nhau, sao cho dòng điện chạy qua các cuộn dây stato của bất kỳ hai trong số ba pha để dẫn động mô tơ. Hệ thống dẫn động sóng vuông như vậy có thể đạt được với cơ cấu điều khiển đơn giản so với cơ cấu điều khiển dùng cho hệ thống dẫn động sóng sin, điều này góp phần vào việc làm giảm chi phí.

Ngoài ra, trong mô tơ đồng bộ ba pha trong đó cuộn dây stato được quấn quanh các răng theo cách tập trung, tỷ lệ số lượng các cực từ của nam châm vĩnh cửu được sử dụng trong rôto và số lượng các khe (= số lượng răng) trong stato thường là 2 : 3. Ngoài ra, một mô tơ đồng bộ đã biết sử dụng sự kết hợp số lượng các cực từ và số lượng các khe mà cho phép từ thông được tạo ra bởi các nam châm vĩnh cửu được liên kết một cách hiệu quả với cuộn dây của stato (chẳng hạn xem tài liệu sáng chế 1 và 2). Mô tơ đồng bộ sử dụng sự kết hợp số lượng

các cực từ và số lượng các khe như vậy là mô tơ đồng bộ hiệu quả cao có sự tổn hao nhỏ.

Tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 62-110468

Tài liệu sáng chế 2: Đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 9-172762

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Khi thành phần mạch động được bao gồm trong mômen đầu ra trong mô tơ đồng bộ, quạt rung do sự rung động trong lực kích thích điện từ theo hướng chu vi và tiếng ồn được tạo ra. Ngoài ra, sự thay đổi dòng điện đột ngột chạy vào cuộn dây stato gây ra sự thay đổi đột ngột lực điện từ, do đó làm thay đổi lực hút từ giữa rôto và stato. Sự thay đổi lực hút từ tạo ra lực kích thích điện từ theo chiều hướng kính. Kết quả là, thân của mô tơ đồng bộ có thể bị rung và tạo ra tiếng ồn.

Tiếng ồn được tạo ra do sự rung của quạt có thể được triệt tiêu bằng cách làm yếu đi sự truyền tín hiệu gợn sóng mômen đầu ra của mô tơ đồng bộ bằng cách cung cấp chi tiết gồm vật liệu đàn hồi làm vật đàn hồi giữa quạt và trục đầu ra của mô tơ đồng bộ. Tuy nhiên, để triệt tiêu sự rung/tiếng ồn của thân của mô tơ đồng bộ, thì cần phải điều khiển lực kích thích điện từ theo chiều hướng kính.

Tài liệu sáng chế nêu trên đã bộc lộ sự kết hợp số lượng các cực từ và số lượng các khe mà đạt được cả sự cải thiện về tốc độ dùng cuộn dây (hệ số cuộn dây) và triệt tiêu mômen xoắn chột. Tuy nhiên, khi mô tơ được dẫn động bằng cách sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông, phụ thuộc vào sự kết hợp, từ trường quay, mà được tạo ra đối với trục quay của rôto bởi dòng điện chạy vào cuộn dây stato, được tạo ra không đều do sự thay đổi đột ngột dòng điện lưu thông. Trong trường hợp như vậy, có nhược điểm ở chỗ lực hút/đẩy giữa các nam châm vĩnh cửu của rôto và stato được tác dụng theo cách không cân bằng trên trục quay, và do đó lực kích thích điện từ mạnh được tạo ra theo chiều hướng kính, điều này có thể trở thành yếu tố tạo ra rung động/tiếng ồn của thân

của mô tơ đồng bộ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất: mạch dẫn động dùng cho mô tơ đồng bộ, mà có thể triệt tiêu rung động/tiếng ồn do lực kích thích điện từ theo chiều hướng kính để dẫn động một cách hiệu quả mô tơ nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông; mô tơ đồng bộ được dẫn động bởi mạch dẫn động; bộ quạt gió gồm mô tơ đồng bộ; máy điều hòa không khí gồm bộ quạt gió; và phương pháp dẫn động mô tơ đồng bộ.

Cách thức giải quyết vấn đề

Để giải quyết nhược điểm nêu trên và đạt được mục đích của sáng chế, sáng chế đề xuất mạch dẫn động dùng cho mô tơ đồng bộ gồm rôto có mười cực từ được tạo ra bởi nam châm vĩnh cửu, và stato trong đó cuộn dây được quấn theo cách tập trung quanh chín răng hướng về rôto, mạch dẫn động gồm: bộ biến tần gồm các phần tử chuyển mạch được nối cầu; và bộ điều khiển để điều khiển bộ biến tần theo cách sao cho dòng điện dạng sóng vuông chạy vào cuộn dây, trong đó bộ điều khiển hoạt động sao cho pha cấp điện mà ở đó cho dòng điện nằm trong khoảng góc điện từ -10° đến $+5^\circ$ đi qua từ pha cấp điện mà ở đó dòng điện là nhỏ nhất khi mômen đích của mô tơ đồng bộ được tạo ra.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, hiệu quả thu được đó là có thể triệt tiêu rung động/tiếng ồn do lực kích thích điện từ theo chiều hướng kính trong trường hợp dẫn động một cách hiệu quả mô tơ nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình cắt thể hiện mô tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất.

Fig.2 là sơ đồ thể hiện ví dụ về sự kết nối giữa mô tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất và mạch dẫn động.

Fig.3 là biểu đồ thể hiện ví dụ về hệ số cuộn dây được xác định bởi sự kết hợp số lượng các cực trong rôto và số lượng các khe (số lượng cuộn dây) trong stato.

Fig.4 là sơ đồ xác định hai trục trục giao (trục X và trục Y) trên hình vẽ tiết diện ngang của mô tơ đồng bộ 9 khe có kết cấu cuộn dây tập trung.

Fig.5 là đồ thị thể hiện sự thay đổi lực hút từ theo các chiều của trục X và trục Y được minh họa trên Fig.4 phù hợp với góc quay khi mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin.

Fig.6 là sơ đồ thể hiện đường cong Lissajous chỉ báo quỹ đạo của lực hút từ theo chiều hướng kính trong một chu kỳ của lực hút từ dạng sóng sin được minh họa trên Fig.5.

Fig.7 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa mômen được tạo ra và lực hút từ trong mỗi trong số mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe và mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe có kết cấu cuộn dây tập trung.

Fig.8 là đồ thị thể hiện một chu kỳ của dạng sóng của dòng điện chạy qua cuộn dây stato trong mỗi pha trong hệ thống dẫn động sóng vuông 120° .

Fig.9 là sơ đồ thể hiện đường cong Lissajous chỉ báo quỹ đạo của lực hút từ theo chiều hướng kính trong một chu kỳ của dạng sóng của dòng điện lưu thông trong trường hợp mà mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° .

Fig.10 là sơ đồ minh họa đường cong Lissajous chỉ báo quỹ đạo của lực hút từ theo chiều hướng kính trong một chu kỳ của dạng sóng của dòng điện lưu thông trong trường hợp mà mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° .

Fig.11 là hình cắt ngang của mô tơ đồng bộ 10 cực 18 khe.

Fig.12 là hình cắt ngang của mô tơ đồng bộ 8 cực 12 khe.

Fig.13 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa thời điểm bắt đầu cấp điện và mômen được tạo ra trong trường hợp hệ thống dẫn động sóng vuông 120° .

Fig.14 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa thời điểm bắt đầu cấp điện và lực hút từ trong trường hợp mà mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° .

Fig.15 là đồ thị thể hiện lượng thay đổi lực hút từ trong khoảng thời gian ngắn trong trường hợp mà thời điểm bắt đầu cấp điện được thay đổi từ pha tạo mômen lớn nhất như là sự tham khảo.

Fig.16 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa thời điểm bắt đầu cấp điện đối với điểm về không của điện áp cảm ứng và sự tổn hao sắt được tạo ra trong lõi stato của mô tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất.

Fig.17 là sơ đồ thể hiện ví dụ trong đó ba răng trong mỗi pha được tạo ra ở các khoảng góc bằng nhau (góc cơ học là 36°) theo hướng chu vi và hướng về phía trục tâm, và các răng ở giữa trong các pha tương ứng được tạo ra ở các khoảng góc bằng nhau (góc cơ học là 120°) theo hướng chu vi và hướng về phía trục tâm.

Fig.18 là đồ thị thể hiện ví dụ so sánh của các đường cong Lissajous mà mỗi trong số đó chỉ báo quỹ đạo của lực hút từ theo chiều hướng kính trong một chu kỳ của dạng sóng của dòng điện lưu thông trong trường hợp mà mô tơ đồng bộ được thể hiện trên Fig.1 theo phương án thứ nhất và mô tơ đồng bộ được thể hiện trên Fig.17 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° .

Fig.19 là sơ đồ thể hiện ví dụ về bộ quạt gió theo phương án thứ hai.

Fig.20 là sơ đồ thể hiện ví dụ về bộ quạt gió theo phương án thứ ba.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả dưới đây, mạch dẫn động dùng cho mô tơ đồng bộ, mô tơ đồng bộ được dẫn động bởi mạch dẫn động, bộ quạt gió gồm mô tơ đồng bộ, máy điều hòa không khí gồm bộ quạt gió, và phương pháp dẫn động mô tơ đồng bộ theo các phương án của sáng chế sẽ được mô tả có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Lưu ý rằng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án được mô tả dưới đây.

Phương án thứ nhất.

Fig.1 là hình cắt theo chiều ngang của mô tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất. Theo phương án này, như được minh họa trên Fig.1, ví dụ về mô tơ đồng

bộ gồm rôto 4, trong đó các nam châm vĩnh cửu được bố trí sao cho hướng về bề mặt ngoài biên trong của stato 1, sẽ được mô tả.

Stato 1 gồm chín lõi sắt nhô ra (dưới đây, mỗi lõi sắt được gọi là một “răng”) 2 được tạo ra trên lõi sắt hình vành được định tâm trên trục tâm 10. Các răng 2 được tạo ra ở các khoảng góc bằng nhau (góc cơ học 40°) theo hướng chu vi và hướng về phía trục tâm 10. Stato 1 cũng gồm chín khe 7, mà được tạo ra giữa các răng 2 và giữ các cuộn dây stato 3 được quấn quanh các răng 2. Các răng 2 được chia thành ba nhóm dùng cho ba pha (pha U, pha V, và pha W; mỗi pha 120°), mà liền kề với nhau và mỗi nhóm gồm ba răng 2, và cuộn dây stato 3 đối với mỗi pha được quấn theo cách tập trung theo chiều mũi tên trong mỗi khe 7. Các cuộn dây stato 3 được quấn quanh các răng 2 theo cách sao cho chúng được quấn theo các chiều đối diện quanh các răng 2 mà liền kề với nhau và của cùng pha và được quấn theo chiều tương tự quanh các răng 2 mà liền kề với nhau và của các pha khác nhau.

Lưu ý rằng như được mô tả ở trên, theo phương án của sáng chế, các răng 2 được bố trí tại stato 1 theo cách sao cho hướng về rôto 4 được tạo ra ở các khoảng góc bằng nhau (góc cơ học là 40°) theo hướng chu vi và hướng về phía trục tâm 10. Do đó, các phần đầu trước của các răng 2, mà hướng về rôto 4, có các độ rộng đồng đều theo hướng chu vi của nó trong khi các phần hở của các khe tương ứng 7 giữa các răng 2 có các độ rộng đồng đều theo hướng chu vi của nó. Phần đầu trước của răng 8 và phần hở của khe 9 dưới đây được gọi lần lượt là “phần đầu trước răng 8” và “phần hở khe 9”.

Trong rôto 4, nam châm vĩnh cửu 10 cực 6 được bố trí trên bề mặt ngoài biên ngoài của ách sau hình trụ 5 được định tâm trên trục tâm 10 theo cách sao cho các cực từ có các độ phân cực khác nhau được bố trí xen kẽ ở các khoảng góc bằng nhau (góc cơ học là 36°) theo hướng chu vi. Rôto 4 được bố trí quay được bên trong các răng 2 theo cách sao cho hướng về stato 1. Lưu ý rằng Fig.1 minh họa ví dụ về mô tơ đồng bộ có đầu ra tương đối thấp để sử dụng trong bộ quạt gió hoặc tương tự. Đối với các nam châm vĩnh cửu 6, ví dụ, vật liệu chi phí tương đối thấp có lực từ thấp, như nam châm ferit chẳng hạn, được sử dụng.

Ngoài ra, Fig.1 minh họa ví dụ trong đó các nam châm thiêu kết xếp chồng làm các nam châm vĩnh cửu 6 được bố trí trên bề mặt của ách sau 5 của vật liệu từ. Tuy nhiên, đối với nam châm vĩnh cửu 6, nam châm được liên kết dạng vòng được làm từ hỗn hợp của nhựa và hạt từ có thể được sử dụng.

Fig.2 là sơ đồ minh họa ví dụ về sự kết nối giữa mô tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất và mạch dẫn động. Như được minh họa trên Fig.2, mạch dẫn động 100 để dẫn động mô tơ đồng bộ theo sáng chế gồm: bộ biến tần 200 mà được cấp điện DC (direct current – điện một chiều) từ nguồn điện DC 400 và gồm các phần tử chuyển mạch 201a, 201b, 201c, 201d, 201e, và 201f được kết nối cầu hoàn toàn; và bộ điều khiển 300 để điều khiển các phần tử chuyển mạch 201a, 201b, 201c, 201d, 201e, và 201f được bao gồm trong bộ biến tần 200.

Bộ điều khiển 300 dẫn động mô tơ đồng bộ nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° mà khiến cho dòng điện dạng sóng vuông lưu thông bằng cách điều khiển bộ biến tần 200 theo cách sao cho điện áp không đổi được đặt nối tiếp vào các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha tương ứng với vị trí cực từ của rôto 4, nghĩa là, đồng bộ với điện áp cảm ứng được tạo ra trong các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha. Điều cần được hiểu là sáng chế không bị giới hạn ở phương pháp điều chỉnh điện áp được đặt vào các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha của mô tơ đồng bộ. Ví dụ, sáng chế có thể sử dụng hệ thống được gọi là sự điều biến độ rộng xung (PWM - pulse width modulation) mà thực hiện việc điều khiển chuyển mạch tần số cao trên mỗi phần tử chuyển mạch 201a, 201b, 201c, 201d, 201e, và 201f để điều chỉnh khoảng thời gian cấp điện/không cấp điện của dòng điện, hoặc hệ thống mà điều chỉnh điện áp thanh cái DC được đưa ra từ nguồn điện DC 400.

Tiếp theo, phần mô tả dưới đây sẽ mô tả về chức năng và hiệu quả của mô tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất nêu trên có dựa vào Fig.1 và Fig.2.

Trong mô tơ đồng bộ sử dụng nam châm vĩnh cửu có kết cấu cuộn dây tập trung, “hệ số cuộn dây” được tính toán từ góc của một cực từ và góc của một răng theo hướng chu vi thường được sử dụng làm chỉ số của hiệu suất.

Hệ số cuộn dây cao hơn cho phép sự liên kết hiệu quả hơn giữa từ thông

của nam châm vĩnh cửu và cuộn dây stato, sao cho thu được mômen lớn mà không cần thay đổi dòng điện. Điều này đạt được đầu ra hoặc hiệu quả cao hơn của mô tơ đồng bộ.

Fig.3 là biểu đồ thể hiện ví dụ về hệ số cuộn dây được xác định bởi sự kết hợp của số lượng các cực trong rôto và số lượng các khe (số lượng cuộn dây) trong stato. Theo ví dụ kết hợp được minh họa trên Fig.3, sự kết hợp của rôto 8 cực hoặc 10 cực và stato 9 khe có hệ số cuộn dây cao nhất. Nghĩa là, mô tơ đồng bộ có sự kết hợp của 8 cực với 9 khe hoặc sự kết hợp của 10 cực với 9 khe có hiệu quả cao hơn so với mô tơ đồng bộ của ví dụ kết hợp bất kỳ khác được minh họa trên Fig.3.

Trong khi đó, mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe hoặc 8 cực 9 khe có kết cấu cuộn dây tập trung được biết đến là có lực hút từ lớn theo chiều hướng kính như là lực hút/đẩy giữa nam châm vĩnh cửu của rôto và stato được tác dụng theo cách không cân bằng trên trục quay của rôto.

Tiếp theo, phần mô tả sẽ mô tả về ví dụ mà ở đó mô tơ đồng bộ được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin dựa vào hình vẽ từ Fig.4 đến Fig.7. Fig.4 là hình vẽ xác định hai trục trục giao (trục X và trục Y) trên tiết diện ngang nằm ngang của mô tơ đồng bộ 9 khe có kết cấu cuộn dây tập trung. Fig.5 là đồ thị thể hiện các thay đổi lực hút từ theo các chiều của trục X và trục Y được minh họa trên Fig.4 phù hợp với góc quay khi mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin. Theo ví dụ được minh họa trên Fig.5, lực hút từ được tạo ra giữa stato 1 và rôto 4 theo các chiều của trục X và trục Y được minh họa trên Fig.4 khi rôto 4 được quay được tính toán bởi phép phân tích từ trường. Theo ví dụ trên Fig.5 này, rôto được quay theo chiều ngược chiều kim đồng hồ được chỉ báo bởi mũi tên liền nét trên Fig.4 khi dòng điện sóng sin đi qua các cuộn dây stato 3 trong mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe, mômen được tạo ra do dòng điện sóng sin đi qua các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha phù hợp với vị trí cực từ, và rôto được làm quay theo chiều ngược chiều kim đồng hồ được chỉ báo bởi mũi tên liền nét trên hình vẽ.

Như được minh họa trên Fig.5, khi mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe được dẫn

động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin, lực hút từ có một chu kỳ là 45° , nghĩa là, lực hút từ dạng sóng sin có tám chu kỳ cho mỗi vòng quay của rôto 4 được tạo ra giữa rôto 4 và stato 1 cùng với sự quay của rôto 4. Lưu ý rằng khi mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe được minh họa trên Fig.1 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin, lực hút từ dạng sóng sin có mười chu kỳ cho mỗi vòng quay của rôto 4 được tạo ra mặc dù không được minh họa.

Fig.6 là sơ đồ thể hiện đường cong Lissajous cho biết quỹ đạo của lực hút từ theo chiều hướng kính trong một chu kỳ của lực hút từ dạng sóng sin được minh họa trên Fig.5. Như được minh họa trên Fig.6, khi mô tơ đồng bộ được dẫn động bởi hệ thống dẫn động sóng sin, lực hút từ cơ bản không đổi theo chiều hướng kính, mà tạo ra quỹ đạo tròn cùng với sự quay của rôto 4, được tạo ra làm thay đổi chiều của mô tơ này. Nghĩa là, khi mô tơ đồng bộ được dẫn động bởi hệ thống dẫn động sóng sin, sự thay đổi lực hút từ theo chiều hướng kính là rất nhỏ.

Fig.7 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa mômen được tạo ra và lực hút từ trong mỗi trong số mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe và mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe có các kết cấu cuộn dây tập trung. Fig.7 thể hiện ví dụ trong đó lực hút từ của mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe và mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe mà gồm các stato 1 có hình dạng tương tự và các nam châm vĩnh cửu 6 có lực từ tương đương được thể hiện nhằm mục đích so sánh.

Như được minh họa trên Fig.7, lực hút từ được tăng lên khi mômen được tạo ra trở nên lớn hơn. Sự so sánh giữa mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe và mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe thể hiện rằng lực hút từ của mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe là yếu hơn so với lực hút từ của mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe. Cụ thể hơn, lực hút từ của mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe là bằng hoặc yếu hơn $1/4$ lực hút từ của mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe.

Tiếp theo, ví dụ trong đó mô tơ đồng bộ được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° sẽ được mô tả dựa vào hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.12.

Mô tơ đồng bộ có đầu ra tương đối thấp gồm bộ cảm biến phát hiện vị trí, mà có thể phát hiện vị trí của stato, như bộ cảm biến cực từ. Trong hầu hết các

trường hợp, mô tơ đồng bộ như vậy sử dụng hệ thống được gọi là hệ thống dẫn động sóng vuông để dẫn động mô tơ bằng cách chuyển mạch sự cấp điện của cuộn dây stato của mỗi pha đồng bộ hóa với tín hiệu được đưa ra từ bộ cảm biến phát hiện vị trí. Không giống như hệ thống dẫn động sóng sin nêu trên, dòng điện lưu thông đến mô tơ đồng bộ có dạng sóng vuông. Hệ thống dẫn động sóng vuông như vậy có thể đạt được với cơ cấu điều khiển đơn giản so với trường hợp của hệ thống dẫn động sóng sin, điều này góp phần vào việc làm giảm chi phí.

Như được mô tả ở trên, theo sáng chế, mô tơ đồng bộ ba pha 10 cực 9 khe có kết cấu được thể hiện trên Fig.1 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° mà đặt nối tiếp điện áp không đổi vào các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha đồng bộ hóa với điện áp cảm ứng được tạo ra trong các cuộn dây stato 3 của mỗi pha để khiến cho dòng điện dạng sóng vuông lưu thông.

Fig.8 là đồ thị thể hiện một chu kỳ của dạng sóng của dòng điện mà lưu thông qua cuộn dây stato của mỗi pha trong hệ thống dẫn động sóng vuông 120° . Như được minh họa trên Fig.8, trong hệ thống dẫn động sóng vuông 120° , dòng điện có dạng sóng vuông bị khiến cho lưu thông đến các cuộn dây stato của các pha tương ứng ở các thời điểm bị lệch 60° với nhau với chu kỳ cấp điện thuận 120° (từ 120° đến 240°), không cấp điện 60° (từ 240° đến 320°), cấp điện đảo 120° (từ 320° đến 60°), và không cấp điện 60° (từ 60° đến 120°). Nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° , dòng điện lưu thông trong các cuộn dây stato 3 của hai pha bất kỳ trong số ba pha, nhờ đó làm quay rô tô 4 theo cách đồng bộ. Như được minh họa trên Fig.8, với hệ thống dẫn động sóng vuông như vậy, dòng điện lưu thông thay đổi đột ngột ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện.

Fig.9 là sơ đồ thể hiện đường cong Lissajous chỉ báo quỹ đạo của lực hút từ theo chiều hướng kính trong một chu kỳ của dạng sóng của dòng điện lưu thông trong trường hợp mà mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° . Ngoài ra, Fig.10 là sơ đồ thể hiện đường cong Lissajous chỉ báo quỹ đạo của lực hút từ theo chiều hướng kính

trong một chu kỳ của dạng sóng của dòng điện lưu thông trong trường hợp mà mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° . Theo ví dụ được thể hiện trên Fig.9 và Fig.10, quỹ đạo của lực hút từ theo chiều hướng kính trong một chu kỳ của dạng sóng của dòng điện lưu thông trong trường hợp hệ thống dẫn động sóng vuông 120° được tính toán bởi phép phân tích từ trường.

Như được minh họa trên Fig.9, trong trường hợp mà mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe được dẫn động bởi hệ thống dẫn động sóng vuông 120° , lực hút từ theo chiều hướng kính thay đổi đột ngột ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện. Sự thay đổi đột ngột lực hút từ theo chiều hướng kính tương đương với việc ứng dụng của lực kích thích xung vào mô tơ đồng bộ. Nghĩa là, rung động tự nhiên được tạo ra ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện dòng điện đi qua và không có dòng điện đi qua và tiếng ồn theo tần số của rung động tự nhiên được tạo ra. Lực kích thích được tạo ra do sự thay đổi lực hút từ theo chiều hướng kính dưới đây sẽ được gọi là “lực kích thích điện từ theo hướng kính.”

Mặt khác, như được minh họa trên Fig.10, khi mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° , lực hút từ theo chiều hướng kính không thay đổi đột ngột ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện và do đó lực kích thích điện từ theo hướng kính khó được tạo ra gần như không được tạo ra khác với trường hợp mà ở đó mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° . Nghĩa là, ngay cả khi mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° , lực kích thích điện từ theo hướng kính ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện có dòng điện đi qua và không có dòng điện đi qua có thể được triệt tiêu và do đó rung động/tiếng ồn do lực kích thích điện từ theo hướng kính có thể được triệt tiêu.

Fig.11 là hình cắt ngang của mô tơ đồng bộ 10 cực 12 khe. Như được minh họa trên Fig.3, mô tơ đồng bộ 10 cực 12 khe được thể hiện trên Fig.11 có hệ số cuộn dây cao nhất khác với mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe và mô tơ đồng bộ 8

cực 9 khe. Ngoài ra, vì số lượng các khe là lớn và các cuộn dây được phân phối, nên đầu cuộn cảm là nhỏ. Do đó, mô tơ điện phẳng là thích hợp để cải thiện hiệu quả.

Tuy nhiên, như được minh họa trên Fig.11, trong mô tơ đồng bộ 10 cực 12 khe, các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha được bố trí điển hình theo cách được tập trung tại hai phần mà đối diện nhau đối với trục tâm 10 của rôto 4. Do đó, như được chỉ báo bởi mũi tên trên hình vẽ, lực hút/đẩy (dưới đây, được gọi là “lực hút/đẩy từ”) giữa nam châm vĩnh cửu 6 của rôto 4 và các răng 2 mà các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha được quấn quanh đó được áp trong mỗi pha từ hai chiều đối diện đối với trục tâm 10. Kết quả là, stato dễ bị rung động hoặc bị biến dạng thành dạng hình elip dưới tác dụng của lực hút/đẩy. Lưu ý rằng theo ví dụ được thể hiện trên Fig.11, lực hút/đẩy từ được tạo ra giữa nam châm vĩnh cửu 6 của rôto 4 và các răng 2 mà các cuộn dây stato 3 trong pha U được quấn quanh đó được minh họa.

Trong trường hợp mà mô tơ đồng bộ 10 cực 12 khe như vậy được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông, lực hút/đẩy từ mà được tác dụng trên stato 1 theo chiều sao cho biến stato thành dạng hình elip thay đổi đột ngột ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện. Do đó, lực kích thích điện từ theo hướng kính bị tăng lên và do đó tiếng ồn trong tần số rung động tự nhiên do lực kích thích điện từ theo hướng kính được tăng lên.

Do đó, tốt hơn là mô tơ đồng bộ 10 cực 12 khe được minh họa trên Fig.11 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin mà tạo ra sự thay đổi không đáng kể dòng điện lưu thông vào các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha. Tuy nhiên, hệ thống dẫn động sóng sin yêu cầu công nghệ điều khiển tiên tiến cao như điều khiển vectơ để thay đổi điện áp được đặt vào các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha thành dạng sóng sin. Do đó, cơ cấu điều khiển phức tạp hơn so với cơ cấu điều khiển của hệ thống dẫn động sóng vuông và cần phải cấu tạo bộ điều khiển nhờ sử dụng máy vi tính và loại tương tự mà có thể thực hiện quy trình xử lý tạo dạng sóng tiên tiến. Ngoài ra, vì cấu tạo mạch của bộ điều khiển phức tạp hơn, nên chi phí hoặc kích cỡ của bộ điều khiển bị tăng lên.

Fig.12 là hình cắt ngang của mô tơ đồng bộ 8 cực 12 khe. Theo ví dụ được thể hiện trên Fig.12, lực hút/đẩy từ được tạo ra giữa các nam châm vĩnh cửu 6 của rôto 4 và các răng 2 mà các cuộn dây stato 3 trong pha U được quấn quanh đó được thể hiện. Theo mô tơ đồng bộ 8 cực 12 khe được thể hiện trên Fig.12, các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha được bố trí tại bốn phần tách biệt ở các khoảng 90° trong mỗi pha. Vì lực hút/đẩy từ mà được tác dụng lên stato 1 được tạo ra theo các chiều trục giao với nhau (các chiều của mũi tên trên hình vẽ), lực kích thích điện từ theo hướng kính ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện là bằng nhau và tiếng ồn của tần số rung động tự nhiên do lực kích thích điện từ theo hướng kính được giảm đi ngay cả trong trường hợp mà mô tơ được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông. Tuy nhiên, như được minh họa trên Fig.3, mô tơ đồng bộ 8 cực 12 khe có hệ số cuộn dây thấp hơn so với mô tơ đồng bộ với sự kết hợp khác bất kỳ của số lượng các cực/the số lượng các khe và do đó có hiệu quả bất lợi.

Tiếp theo, hệ thống dẫn động sóng vuông trong mô tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất sẽ được mô tả dựa vào hình vẽ từ Fig.13 đến Fig.16. Fig.13 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa thời điểm bắt đầu cấp điện và mômen được tạo ra trong trường hợp của hệ thống dẫn động sóng vuông 120° .

Như được mô tả ở trên, trong hệ thống dẫn động sóng vuông, điện áp không đổi được áp nối tiếp vào các cuộn dây stato 3 đồng bộ hóa với điện áp cảm ứng được tạo ra trong các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha và dòng điện có dạng sóng vuông bị khiến cho lưu thông sao cho mô tơ đồng bộ được dẫn động. Trong hệ thống dẫn động sóng vuông này, độ lớn của mômen đã được tạo ra hay đổi phụ thuộc vào thời điểm (pha) mà ở đó dòng điện đi qua đối với điện áp cảm ứng. Cụ thể, như được minh họa trên Fig.13, để tạo ra mômen lớn nhất với cùng trị số dòng điện, tốt hơn là sự cấp điện được bắt đầu ở thời điểm sớm 30° từ điểm về không của điện áp cảm ứng trong hệ thống dẫn động sóng vuông 120° nêu trên. Ví dụ, ngay cả khi thời điểm bắt đầu cấp điện bị dịch $\pm 10^\circ$ từ pha tạo mômen lớn nhất, thì đạt được 98% hoặc nhiều hơn của mômen được tạo ra do sự cấp điện ở pha tạo mômen lớn nhất. Khi thời điểm bắt đầu cấp điện là nằm trong khoảng từ $\pm 5^\circ$ từ pha tạo mômen lớn nhất, thì đạt được 99,5% của mômen

được tạo ra do sự cấp điện ở pha tạo mômen lớn nhất. Do đó, việc sử dụng các khoảng như vậy của thời điểm bắt đầu cấp điện không gây ra nhiều ảnh hưởng đến các đặc trưng của mô-tơ đồng bộ.

Fig.14 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa thời điểm bắt đầu cấp điện và lực hút từ trong trường hợp mà mô-tơ đồng bộ 10 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° . Trên Fig.14, trục thẳng đứng chỉ báo lực hút từ và trục nằm ngang chỉ báo góc điện.

Như được minh họa trên Fig.14, khi sự cấp điện được bắt đầu ở pha tạo mômen lớn nhất, nghĩa là, ở thời điểm sớm 30° từ điểm về không của điện áp cảm ứng (đường liền nét trên Fig.14) và khi sự cấp điện được bắt đầu ở pha sớm một góc 10° từ pha tạo mômen lớn nhất, nghĩa là, ở thời điểm sớm 40° từ điểm về không của điện áp cảm ứng (đường nét đứt trên Fig.14), lực hút từ được thay đổi theo dạng sóng sin so với góc điện. Tuy nhiên, khi sự cấp điện được bắt đầu ở pha bị trễ 10° từ pha tạo mômen lớn nhất, nghĩa là, ở thời điểm sớm 20° từ điểm về không của điện áp cảm ứng (đường nét đứt trên Fig.14), lực hút từ thay đổi lớn gần góc điện 60° và góc điện 120° . Khi lực hút từ thay đổi đột ngột, lực kích thích điện từ theo hướng kính được tạo ra theo đó, mà là hệ số trong việc tạo ra rung động/tiếng ồn của mô-tơ đồng bộ.

Fig.15 là đồ thị thể hiện lượng thay đổi lực hút từ trong khoảng thời gian ngắn trong trường hợp mà thời điểm bắt đầu cấp điện được thay đổi từ pha tạo mômen lớn nhất, nghĩa là, như là sự tham chiếu. Như được minh họa trên Fig.15, khi thời điểm bắt đầu cấp điện nằm trong khoảng từ -10° đến $+5^\circ$ từ pha tạo mômen lớn nhất, như là sự tham chiếu, sự thay đổi từ lượng thay đổi lực hút từ ở pha tạo mômen lớn nhất là rất nhỏ. Nghĩa là, khi khoảng chấp nhận được của thời điểm bắt đầu cấp điện nằm trong khoảng từ -10° đến $+5^\circ$ từ pha tạo mômen lớn nhất, nghĩa là, sự tham chiếu, có thể triệt tiêu sự thay đổi của lực hút từ, và do đó triệt tiêu sự rung động hoặc tiếng ồn được tạo ra từ thân của mô-tơ đồng bộ. Nói cách khác, có thể tạo nên mô-tơ đồng bộ với sự rung động thấp và tiếng ồn thấp bằng cách thực hiện thao tác sao cho pha cấp điện mà ở đó dòng điện đi qua nằm trong khoảng từ -10° đến $+5^\circ$ từ pha cấp điện mà ở đó dòng điện là nhỏ

nhất khi mômen đích được tạo ra.

Fig.16 là đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa thời điểm bắt đầu cấp điện đối với điểm về không của điện áp cảm ứng và sự tổn hao sắt được tạo ra trong lõi stato của mô-tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất. Theo ví dụ được thể hiện trên Fig.16, trục thẳng đứng chỉ báo tốc độ tổn hao sắt của sự tổn hao sắt liên quan đến sự tổn hao sắt được tạo ra trong trường hợp mà sự cấp điện được bắt đầu ở pha tạo mômen lớn nhất được mô tả ở trên, nghĩa là, ở thời điểm sớm 30° từ điểm về không của điện áp cảm ứng.

Như được minh họa trên Fig.16, sự tổn hao sắt được tạo ra trong lõi sắt của stato 1 được làm giảm bằng cách làm sớm thời điểm bắt đầu cấp điện vì sự làm sớm thời điểm bắt đầu cấp điện tạo ra hiệu quả (hiệu quả làm yếu trường) xê dịch từ thông, được tạo ra từ các nam châm vĩnh cửu 6 của rô-tô 4, do từ thông được tạo ra trong cuộn dây stato 3 bằng cách khiến cho dòng điện có dạng sóng vuông lưu thông, sao cho mật độ từ thông trong lõi sắt của stato 1 bị giảm đi nhờ đó làm giảm sự tổn hao sắt được tạo ra trong lõi của stato 1. Trong khi đó, như được mô tả dựa vào Fig.13, khi thời điểm bắt đầu cấp điện được làm sớm so với pha tạo mômen lớn nhất, thì mômen được tạo ra bị giảm đi. Do đó, để thu được mômen được tạo ra tương tự với mômen được tạo ra trong sự tạo mômen lớn nhất, thì cần phải làm tăng dòng điện lưu thông đến các cuộn dây stato 3 trong mỗi pha. Trong trường hợp này, mặc dù sự tổn hao đồng bị tăng lên, nhưng có thể cải thiện hiệu quả của mô-tơ đồng bộ do việc làm giảm sự tổn hao sắt được tạo ra trong lõi sắt của stato 1 hoặc có thể triệt tiêu sự giảm hiệu quả của mô-tơ đồng bộ bởi sự cân bằng giữa sự tổn hao đồng và sự tổn hao sắt.

Như được mô tả ở trên, hệ thống dẫn động sóng vuông 120° hoạt động sao cho pha cấp điện mà ở đó dòng điện đi qua nằm trong khoảng từ -10° đến $+5^\circ$ từ pha tạo mômen lớn nhất, nghĩa là, pha sớm 30° từ điểm về không của điện áp cảm ứng được tạo ra trong cuộn dây stato 3 trong mỗi pha. Nói cách khác, hệ thống dẫn động sóng vuông 120° hoạt động sao chop ha cấp điện mà ở đó dòng điện đi qua nằm trong khoảng từ -10° đến $+5^\circ$ từ pha cấp điện ở dòng điện là dòng điện nhỏ nhất khi mômen đích được tạo ra. Hoạt động này của hệ

thống sẽ tạo ra sự rung động và tiếng ồn nhỏ của mô tơ đồng bộ. Ngoài ra, hệ thống dẫn động sóng vuông 120° hoạt động sao cho pha cấp điện mà ở đó dòng điện đi qua nằm trong khoảng từ 0° đến $+5^\circ$ từ pha cấp điện mà ở đó dòng điện là nhỏ nhất khi mômen đích được tạo ra. Điều này cho phép mô tơ đồng bộ có hiệu quả cao.

Lưu ý rằng theo sáng chế, như được mô tả dựa vào Fig.1, các răng 2 được bố trí trong stato 1 theo cách sao cho hướng về rôto 4 được tạo ra ở các khoảng góc bằng nhau (góc cơ học 40°) theo hướng chu vi và hướng về trục tâm 10. Do đó, khi các phần đầu trước răng 8 có độ rộng đồng đều theo hướng chu vi, các phần hở khe 9 giữa các răng tương ứng 2 có các độ rộng đồng đều theo hướng chu vi.

Trong khi đó, đối với việc cải thiện hiệu quả của mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe, có thể hiểu được rằng khoảng giữa ba răng trong mỗi pha (góc cơ học 36°) phù hợp với khoảng giữa các cực từ được tạo ra bởi nam châm vĩnh cửu 6 của rôto 4 (góc cơ học là 36°) để thiết đặt một cách hợp lý hệ số cuộn dây là 1,000.

Fig.17 là sơ đồ thể hiện ví dụ trong đó ba răng trong mỗi pha được tạo ra ở các khoảng góc bằng nhau (góc cơ học là 36°) theo hướng chu vi và hướng về phía trục tâm 10, và các răng ở giữa trong các pha tương ứng được tạo ra ở các khoảng góc bằng nhau (góc cơ học là 120°) theo hướng chu vi và hướng về phía trục tâm 10.

Với cấu tạo được thể hiện trên Fig.17, khoảng giữa ba răng trong mỗi pha (góc cơ học là 36°) phù hợp với khoảng giữa các cực từ được tạo ra bởi nam châm vĩnh cửu 6 của rôto 4 (góc cơ học là 36°). Do đó, có thể thiết đặt một cách hợp lý hệ số cuộn dây là 1,000 và có thể đạt được sự liên kết hiệu quả của từ thông được tạo ra bởi nam châm vĩnh cửu 6 của rôto 4 với các cuộn dây stato 3. Do đó, có thể tạo ra mô tơ đồng bộ có hiệu quả cao hơn.

Tuy nhiên, như được minh họa trên Fig.17, khi các phần đầu trước răng có các độ rộng đồng đều theo hướng chu vi, thì các phần hở khe 9 giữa các răng 2 trong các pha tương ứng có các độ rộng không đồng đều theo hướng chu vi của các phần hở khe 9. Do đó, sự cân bằng của lực hút từ được tạo ra trong rôto

4 bị mất đi và lực kích thích điện từ theo hướng kính được tăng lên. Fig.18 là hình vẽ thể hiện ví dụ so sánh của các đường cong Lissajous, mỗi đường cong chỉ báo quỹ đạo của lực hút từ theo chiều hướng kính trong một chu kỳ của dạng sóng của dòng điện lưu thông trong trường hợp mà mô tơ đồng bộ được minh họa trên Fig.1 theo phương án thứ nhất và mô tơ đồng bộ được minh họa trên Fig.17 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° . Theo ví dụ được thể hiện trên Fig.18, quỹ đạo của lực hút từ theo chiều hướng kính trong một chu kỳ của dạng sóng của dòng điện lưu thông trong hệ thống dẫn động sóng vuông 120° được tính toán bởi phép phân tích từ trường.

Như được minh họa trên Fig.18, lực hút từ theo chiều hướng kính (quỹ đạo được chỉ báo bởi đường nét đứt trên hình vẽ này) của mô tơ đồng bộ có kết cấu được thể hiện trên Fig.17 không chịu sự thay đổi đột ngột như được nhận ra khi mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe được thể hiện trên Fig.9 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông 120° . Tuy nhiên, khi so với mô tơ đồng bộ theo sáng chế, mô tơ đồng bộ của Fig.18 thể hiện sự thay đổi lực hút từ theo chiều hướng kính lớn hơn và do đó tạo ra lực kích thích điện từ lớn hơn. Do đó, rất có khả năng là rung động/tiếng ồn được tạo ra từ thân của mô tơ đồng bộ. Do đó, tốt hơn là các răng 2 được bố trí trong stato 1 theo cách sao cho hướng về rôto 4 được tạo ra ở các khoảng góc bằng nhau (góc cơ học là 40°) theo hướng chu vi và hướng về phía trục tâm, và các phần hở khe tương ứng 9 giữa các răng 2 có các độ rộng đồng đều theo hướng chu vi.

Lưu ý rằng mặc dù mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe được dẫn động bởi hệ thống dẫn động sóng vuông 120° theo phương án ở trên, mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe có thể được dẫn động nhờ sử dụng, ví dụ, hệ thống dẫn động sóng vuông 180° hoặc hệ thống dẫn động sóng vuông khác, mà có hiệu quả tương tự như hệ thống dẫn động sóng vuông 120° . Điều cần được hiểu là sáng chế không bị giới hạn ở hệ thống dẫn động sóng vuông này.

Như được mô tả ở trên về mạch dẫn động dung cho mô tơ đồng bộ, mô tơ đồng bộ được dẫn động bởi mạch dẫn động, và phương pháp dẫn động mô tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất, mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe có hệ số cuộn dây

tương đối cao được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông, mà đạt được bộ điều khiển chi phí thấp có hiệu quả cao. Vì pha cấp điện mà ở đó dòng điện có dạng sóng vuông đi qua là nằm trong khoảng từ -10° đến $+5^\circ$ theo góc điện từ pha cấp điện mà ở đó dòng điện là nhỏ nhất khi mômen đích được tạo ra, có thể triệt tiêu sự tạo lực kích thích điện từ theo hướng kính mà không xảy ra sự thay đổi lớn trong lực hút từ ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện. Do đó, có thể triệt tiêu rung động/tiếng ồn được tạo ra từ thân của mô tơ đồng bộ, do đó đạt được sự giảm tiếng ồn.

Ví dụ, không giống như hệ thống dẫn động sóng sin mà yêu cầu sự điều khiển phức tạp như điều khiển vector, hệ thống dẫn động sóng vuông được yêu cầu cấu tạo bộ điều khiển sử dụng máy vi tính hiệu suất cao hoặc tương tự. Do đó, có thể làm giảm chi phí của bộ điều khiển. Ngoài ra, cấu tạo mạch có thể được đơn giản hóa và do đó bộ điều khiển có thể được làm giảm kích cỡ. Vì vậy, hệ thống mà gồm có mô tơ đồng bộ và bộ điều khiển có thể được làm giảm kích cỡ và chi phí.

Phương án thứ hai.

Fig.19 là sơ đồ thể hiện ví dụ về bộ quạt gió theo phương án thứ hai. Fig.19 thể hiện cục nóng của máy điều hòa không khí là một ví dụ về bộ quạt gió sử dụng mô tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất. Fig.19(a) là hình chiếu đứng của cục nóng của máy điều hòa không khí này và Fig.19(b) là hình cắt của nó.

Như được minh họa trên Fig.19, cục nóng 500 của máy điều hòa không khí gồm, như là mô tơ đồng bộ để dẫn động quạt 501 có dạng chong chóng, mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe 502 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông được mô tả theo phương án thứ nhất. Ngoài ra, chi tiết chống rung 503 được gắn vào mỗi phần mà quạt 501 và trục đầu ra của mô tơ đồng bộ 502 được gắn vào và phần mà mô tơ đồng bộ 502 và khung của cục nóng 500 được gắn vào.

Như được mô tả theo phương án thứ nhất, vì mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe 502 có hệ số cuộn dây cao và hiệu quả cao, nên có thể làm giảm sự tiêu thụ công

suất của cực nóng 500 và sự tiêu thụ công suất của máy điều hòa không khí.

Khi mô tơ đồng bộ 502 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông, mômen bị giảm đi ở thời điểm chuyển mạch của pha mang dòng điện. Khi sự thay đổi mômen này (sự gợn sóng mômen) được truyền đến quạt 501, quạt 501 quay rung do sự gợn sóng mômen của mô tơ đồng bộ 502 và do đó tiếng ồn được tạo ra. Tuy nhiên, theo sáng chế, có thể triệt tiêu tiếng ồn được tạo ra từ quạt 501 vì kết cấu chống rung để làm suy giảm rung động được tạo ra bởi chi tiết chống rung 503 được gắn vào phần mà ở đó quạt 501 và trục đầu ra của mô tơ đồng bộ 502 được gắn vào. Vì kết cấu chống rung được tạo ra bởi chi tiết chống rung 503 gắn vào phần mà mô tơ đồng bộ 502 và khung của cực nóng 500 được gắn vào, rung động mà do sự gợn sóng mômen của mô tơ đồng bộ 502 và được lan truyền đến khung của cực nóng 500 có thể được làm cho suy yếu, nhờ đó triệt tiêu tiếng ồn được tạo ra từ khung của cực nóng 500.

Ngoài ra, như được mô tả theo phương án thứ nhất, khi mô tơ đồng bộ 10 cực 12 khe hoặc mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông, sự rung động tự nhiên được tạo ra bởi lực kích thích điện từ theo hướng kính lớn được tạo ra do sự thay đổi đột ngột lực hút từ ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện của dòng điện dạng sóng vuông và dòng điện dạng sóng vuông không đi qua. Do sự rung động tự nhiên như vậy, nên tiếng ồn lớn được tạo ra từ thân của mô tơ đồng bộ. Cực nóng 500 theo sáng chế sử dụng mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe 502 mà tạo ra sự thay đổi lực hút từ nhỏ ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện của dòng điện dạng sóng vuông khi mô tơ 502 được dẫn động bởi hệ thống dẫn động sóng vuông. Ngoài ra, pha cấp điện mà ở đó dòng điện có dạng sóng vuông đi qua được thiết nằm trong khoảng từ -10° đến $+5^\circ$ theo góc điện từ pha cấp điện mà ở đó dòng điện là nhỏ nhất khi mômen đích được tạo ra. Do đó, lực kích thích điện từ theo hướng kính được tạo ra ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện có thể được giảm đi, nhờ đó triệt tiêu tiếng ồn được tạo ra từ thân của mô tơ đồng bộ 502.

Ngoài ra, để triệt tiêu tiếng ồn được tạo ra từ thân của mô tơ đồng bộ 10

cực 12 khe hoặc mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe, cần phải dẫn động mô tơ bằng cách sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin. Tuy nhiên, như được mô tả ở trên, để đạt được hệ thống dẫn động sóng sin, thì công nghệ điều khiển rất tiên tiến như điều khiển vector là cần thiết. Do đó, cần phải cấu tạo bộ điều khiển sử dụng máy vi tính hoặc loại tương tự mà có thể thực hiện quy trình xử lý tạo dạng sóng tiên tiến, điều này dẫn đến sự gia tăng về kích cỡ và chi phí của bộ điều khiển. Trong cực nóng 500 theo sáng chế, mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe 502 được sử dụng. Do đó, ngay cả khi mô tơ được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông, thì có thể triệt tiêu tiếng ồn được tạo ra bởi thân của mô tơ đồng bộ 502 và do đó cấu tạo bộ điều khiển không đặt so với trường hợp mà mô tơ được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin.

Như được mô tả ở trên, theo bộ quạt gió theo phương án thứ hai, quạt chong chóng của cực nóng của máy điều hòa không khí được dẫn động nhờ sử dụng mô tơ đồng bộ hiệu quả cao mà, như được mô tả theo phương án thứ nhất, triệt tiêu rung động/tiếng ồn do lực kích thích điện từ theo hướng kính khi mô tơ được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông. Do đó, cực nóng có mức tiêu thụ công suất thấp và tiếng ồn thấp và máy điều hòa không khí gồm cực nóng này có thể được tạo nên. Hơn nữa, có thể làm giảm chi phí và kích cỡ của cực nóng và máy điều hòa không khí.

Trong hầu hết các trường hợp, sự rung động và tiếng ồn của cực nóng của máy điều hòa không khí được tạo ra do máy nén môi chất lạnh. Phụ thuộc vào điều kiện hoạt động, có trường hợp mà tần số hoạt động của máy nén bị giảm đi hoặc máy nén bị dừng lại. Trong trường hợp này, sự rung động và tiếng ồn được tạo ra do bộ quạt gió được cấu tạo làm cực nóng. Ngoài ra, vì đầu ra được yêu cầu của bộ quạt gió là cao so với cực lạnh, nên lực kích thích điện từ mạnh được tạo ra theo đầu ra từ mô tơ đồng bộ trong trường hợp mà lực kích thích điện từ được tạo ra. Do đó, khi rung động hoặc tiếng ồn được tạo ra bởi thân của mô tơ đồng bộ, cũng có vấn đề về sự rung động hoặc tiếng ồn của cực nóng.

Vì bộ quạt gió theo sáng chế có thể triệt tiêu sự rung động hoặc tiếng ồn được tạo ra bởi thân của mô tơ đồng bộ, nên có thể tạo nên máy điều hòa không

khí với chi phí thấp, hiệu quả cao, ít rung, và ít ồn.

Phương án thứ ba.

Fig.20 là sơ đồ thể hiện ví dụ về bộ quạt gió theo phương án thứ ba. Fig.20 là hình chiếu đứng của cục lạnh của máy điều hòa không khí như là một ví dụ về bộ quạt gió sử dụng mô tơ đồng bộ theo phương án thứ nhất.

Trên Fig.20, cục lạnh 600 của máy điều hòa không khí gồm, như là mô tơ đồng bộ để dẫn động quạt 601 có dạng lưu thông theo đường, mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe 602 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông được mô tả theo phương án thứ nhất. Ngoài ra, chi tiết chống rung 603 được gắn vào mỗi trong số phần mà quạt 601 và trục đầu ra của mô tơ đồng bộ 602 được gắn vào và phần mà mô tơ đồng bộ 602 và khung của cục lạnh 600 được gắn vào.

Như được mô tả theo phương án thứ nhất, vì mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe 602 có hệ số cuộn dây cao và hiệu quả cao, nên có thể làm giảm sự tiêu thụ công suất của cục lạnh 600 và sự tiêu thụ công suất của máy điều hòa không khí.

Trong trường hợp mà mô tơ đồng bộ 602 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông, khi sự gợn sóng mômen được mô tả trong phương án thứ hai được truyền đến quạt 601, quạt 601 quay rung do sự gợn sóng mômen của mô tơ đồng bộ 602 và do đó tiếng ồn được tạo ra. Tuy nhiên, theo sáng chế, có thể triệt tiêu tiếng ồn được tạo ra từ quạt 601 vì kết cấu chống rung mà làm suy giảm rung động được tạo ra bởi chi tiết chống rung 603 được gắn vào phần mà quạt 601 và trục đầu ra của mô tơ đồng bộ 602 được gắn vào. Ngoài ra, vì kết cấu chống rung được tạo ra bởi chi tiết chống rung 603 được gắn vào phần mà mô tơ đồng bộ 602 và khung của cục lạnh 600 được gắn vào, sự rung động mà do sự gợn sóng mômen của mô tơ đồng bộ 602 và được lan truyền đến khung của cục lạnh 600 có thể được làm suy yếu, nhờ đó triệt tiêu tiếng ồn được tạo ra từ khung của cục lạnh 600.

Ngoài ra, như được mô tả theo phương án thứ nhất, khi mô tơ đồng bộ 10 cực 12 khe hoặc mô tơ đồng bộ 8 cực 9 khe được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông, sự rung động tự nhiên được tạo ra bởi lực kích thích điện từ theo hướng kính lớn được tạo ra do sự thay đổi đột ngột lực hút từ ở thời

điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện của dòng điện dạng sóng vuông. Do sự rung động tự nhiên như vậy, tiếng ồn lớn được tạo ra từ thân của mô-tơ đồng bộ. Cục lạnh 600 theo sáng chế sử dụng mô-tơ đồng bộ 10 cực 9 khe 602 mà tạo ra sự thay đổi lực hút từ nhỏ ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện của dòng điện dạng sóng vuông khi mô-tơ 60 được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông. Ngoài ra, pha mà ở đó dòng điện có dạng sóng vuông đi qua được thiết đặt nằm trong khoảng từ -10° đến $+5^\circ$ theo góc điện từ pha mà ở đó dòng điện nhỏ nhất đi qua khi mô-men đích được tạo ra. Do đó, lực kích thích điện từ theo hướng kính được tạo ra ở thời điểm chuyển mạch giữa sự cấp điện và không cấp điện của dạng sóng vuông có thể được giảm đi, nhờ đó triệt tiêu tiếng ồn được tạo ra từ thân của mô-tơ đồng bộ 602.

Ngoài ra, để triệt tiêu tiếng ồn được tạo ra từ thân của mô-tơ đồng bộ 10 cực 12 khe hoặc mô-tơ đồng bộ 8 cực 9 khe, cần phải dẫn động mô-tơ nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin. Tuy nhiên, như được mô tả ở trên, để tạo nên hệ thống dẫn động sóng sin, công nghệ điều khiển tiên tiến như điều khiển vector là cần thiết. Do đó, cần phải cấu tạo bộ điều khiển sử dụng máy vi tính hoặc tương tự mà có thể thực hiện quy trình xử lý tạo dạng sóng tiên tiến, mà dẫn đến sự gia tăng kích cỡ và chi phí của bộ điều khiển. Trong cục lạnh 600 theo sáng chế, mô-tơ đồng bộ 10 cực 9 khe 602 được sử dụng. Do đó, ngay cả khi mô-tơ được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông, thì vẫn có thể triệt tiêu tiếng ồn được tạo ra bởi thân của mô-tơ đồng bộ 602 và do đó cấu tạo nên bộ điều khiển không đắt so với trường hợp mà mô-tơ được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin.

Như được mô tả ở trên, theo bộ quạt gió theo phương án thứ ba, quạt lưu thông theo đường của cục lạnh của máy điều hòa không khí được dẫn động nhờ sử dụng mô-tơ đồng bộ hiệu quả cao mà, như được mô tả theo phương án thứ nhất, triệt tiêu rung động/tiếng ồn do lực kích thích điện từ theo hướng kính khi mô-tơ được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông. Do đó, cục lạnh có sự tiêu thụ công suất thấp và tiếng ồn thấp và máy điều hòa không khí gồm cục lạnh này có thể được tạo nên. Ngoài ra, có thể làm giảm chi phí và kích

cỡ của cục lạnh và máy điều hòa không khí.

Trong hầu hết các trường hợp, sự rung động hoặc tiếng ồn của cục lạnh của máy điều hòa không khí được tạo ra bởi quạt hoặc mô-tơ đồng bộ. Cụ thể là, cục lạnh của máy điều hòa không khí được lắp đặt trong phòng cần phải hoạt động êm.

Vì bộ quạt gió theo sáng chế có thể triệt tiêu sự rung động hoặc tiếng ồn được tạo ra bởi thân của mô-tơ đồng bộ, nên có thể tạo nên máy điều hòa không khí với chi phí thấp, hiệu quả cao, ít rung và ít ồn.

Có một nhu cầu thiết yếu đối với việc giảm kích cỡ của cục lạnh của máy điều hòa không khí. Tuy nhiên, cần phải đặt, trong khoảng trống giới hạn trong cục lạnh, bộ trao đổi nhiệt, bộ quạt gió, mô-tơ điện, bảng mạch điện dùng cho việc điều khiển, và tương tự, tất cả các bộ phận này là cần cho máy điều hòa không khí, khoảng trống dùng để đặt mô-tơ điện và bảng mạch có nhiều hạn chế. Do đó, cần phải tiết kiệm khoảng trống tại cục lạnh. Vì vậy, mạch dẫn động gồm bộ điều khiển thường được lắp đặt tại khung của mô-tơ đồng bộ.

Mặt khác, có một nhu cầu lớn hơn đó là việc tiết kiệm điện của máy điều hòa không khí. Để làm giảm sự tiêu thụ công suất, có thể hiểu được rằng mô-tơ đồng bộ 10 cực 12 khe hoặc mô-tơ đồng bộ 8 cực 9 khe có hệ số cuộn dây cao được lắp đặt. Trong trường hợp này, như được mô tả trong phương án thứ nhất, sự rung động hoặc tiếng ồn do lực kích thích điện từ theo hướng kính có khả năng được tạo ra từ thân của mô-tơ đồng bộ khi mô-tơ được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông. Do đó, cần phải dẫn động mô-tơ bằng cách sử dụng hệ thống dẫn động sóng sin, mà chắc chắn làm tăng chi phí và kích cỡ của mạch dẫn động gồm bộ điều khiển. Ngoài ra, mạch dẫn động không phù hợp với nhóm sản phẩm của phiên bản giá rẻ mà được yêu cầu có chi phí thấp thay vì tiết kiệm năng lượng bởi vì sản phẩm giá rẻ có mô-tơ đồng bộ 8 cực 12 khe mà được dẫn động điển hình bởi hệ thống dẫn động sóng vuông.

Vì mô-tơ đồng bộ được mô tả theo phương án thứ nhất được dẫn động nhờ sử dụng hệ thống dẫn động sóng vuông, nên có thể đạt được cả hiệu quả cao và tiếng ồn thấp và đảm bảo tính tương thích của mạch dẫn động đối với mô-tơ

đồng bộ giữa nhóm sản phẩm được yêu cầu để tiết kiệm năng lượng và nhóm sản phẩm phiên bản rẻ được yêu cầu để có chi phí thấp. Do đó, mạch dẫn động có thể được sử dụng thông thường. Ngoài ra, vì có thể cấu tạo bộ điều khiển sử dụng một chip IC không đắt hoặc tương tự và để làm giảm kích cỡ của nó, việc lắp đặt vào trong khung của mô tơ đồng bộ là dễ dàng.

Ngoài ra, ngay cả trong trường hợp mà mạch dẫn động không được lắp đặt vào trong khung của mô tơ đồng bộ, thì vẫn có thể làm giảm kích cỡ của bộ điều khiển hoặc bảng mạch mà trên đó mạch dẫn động gồm bộ điều khiển này được lắp đặt.

Lưu ý rằng cấu tạo được mô tả trong mỗi trong số các phương án ở trên là ví dụ về cấu tạo theo sáng chế. Điều được hiểu là có thể thực hiện sự kết hợp với công nghệ đã biết khác hoặc để cải biến cấu tạo thuộc bản chất và phạm vi của sáng chế, ví dụ, bằng cách bỏ qua một bộ phận.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Như được mô tả ở trên, sáng chế hữu dụng cho mô tơ đồng bộ ba pha trong đó các nam châm vĩnh cửu được sử dụng trong rôto và đặc biệt phù hợp với cấu tạo dẫn động mô tơ đồng bộ 10 cực 9 khe bằng cách sử dụng hệ thống sóng vuông.

Danh mục các số chỉ dẫn

1 stato, 2 răng, 3 cuộn dây stato, 4 rôto, 5 ách sau, 6 các nam châm vĩnh cửu, 7 khe, 8 phần đầu trước của răng, 9 phần hở của khe, 10 tâm trục, 100 mạch dẫn động, 200 bộ biến tần, 201a, 201b, 201c, 201d, 201e, 201f phần tử chuyển mạch, 300 bộ điều khiển, 500 cực nóng, 501 quạt (dạng chong chóng), 502 mô tơ đồng bộ, 503 chi tiết chống rung, 600 cực lạnh, 601 quạt (dạng lưu thông theo đường), 602 mô tơ đồng bộ, 603 chi tiết chống rung.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Mạch dẫn động dùng cho mô tơ đồng bộ gồm rôto có mười cực từ được tạo ra bởi nam châm vĩnh cửu được bố trí trên bề mặt của rôto, và stato trong đó cuộn dây được quấn theo cách tập trung quanh chín răng hướng về rôto, mạch dẫn động bao gồm:

bộ biến tần gồm các phần tử chuyển mạch trong mạch cầu; và

bộ điều khiển mà điều khiển bộ biến tần theo cách sao cho dòng điện có dạng sóng vuông lưu thông đến cuộn dây,

trong đó bộ điều khiển hoạt động sao cho pha cấp điện mà ở đó cho dòng điện nằm trong khoảng góc điện từ -10° đến $+5^\circ$ đi qua từ pha cấp điện mà ở đó dòng điện là nhỏ nhất khi mômen đích của mô tơ đồng bộ được tạo ra.

2. Mạch dẫn động dùng cho mô tơ đồng bộ theo điểm 1,

trong đó bộ điều khiển hoạt động sao cho pha cấp điện mà ở đó cho dòng điện nằm trong khoảng góc điện từ 0° đến $+5^\circ$ đi qua từ pha cấp điện mà ở đó dòng điện là nhỏ nhất khi mômen đích của mô tơ đồng bộ được tạo ra.

3. Mô tơ đồng bộ được dẫn động bởi mạch dẫn động dùng cho mô tơ đồng bộ theo điểm 1.

4. Mô tơ đồng bộ theo điểm 3, trong đó các răng được tạo ra ở các khoảng góc bằng nhau theo hướng chu vi của mô tơ và hướng về phía trục tâm của rôto, và

các khe được tạo ra giữa các răng mà liền kề với nhau, các khe có các phần hờ có các độ rộng đồng đều theo hướng chu vi của các phần hờ.

5. Bộ quạt gió bao gồm:

mô tơ đồng bộ theo điểm 3.

6. Máy điều hòa không khí bao gồm:

bộ quạt gió theo điểm 5.

FIG.1

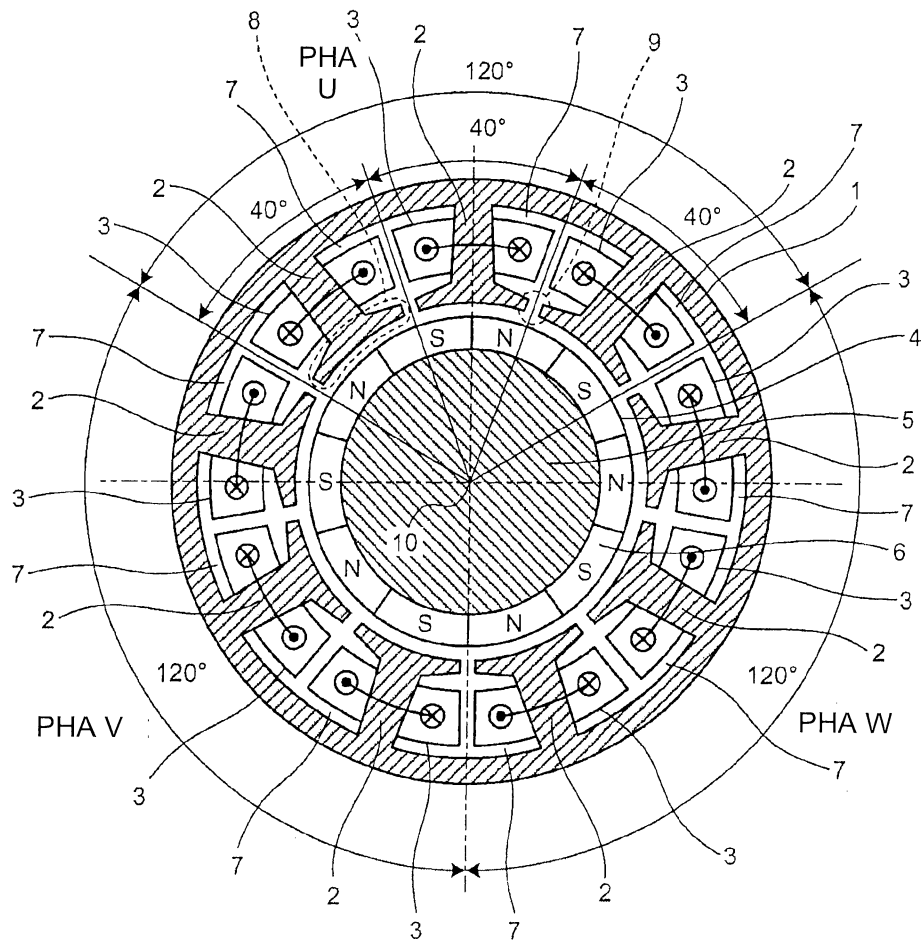


FIG. 2

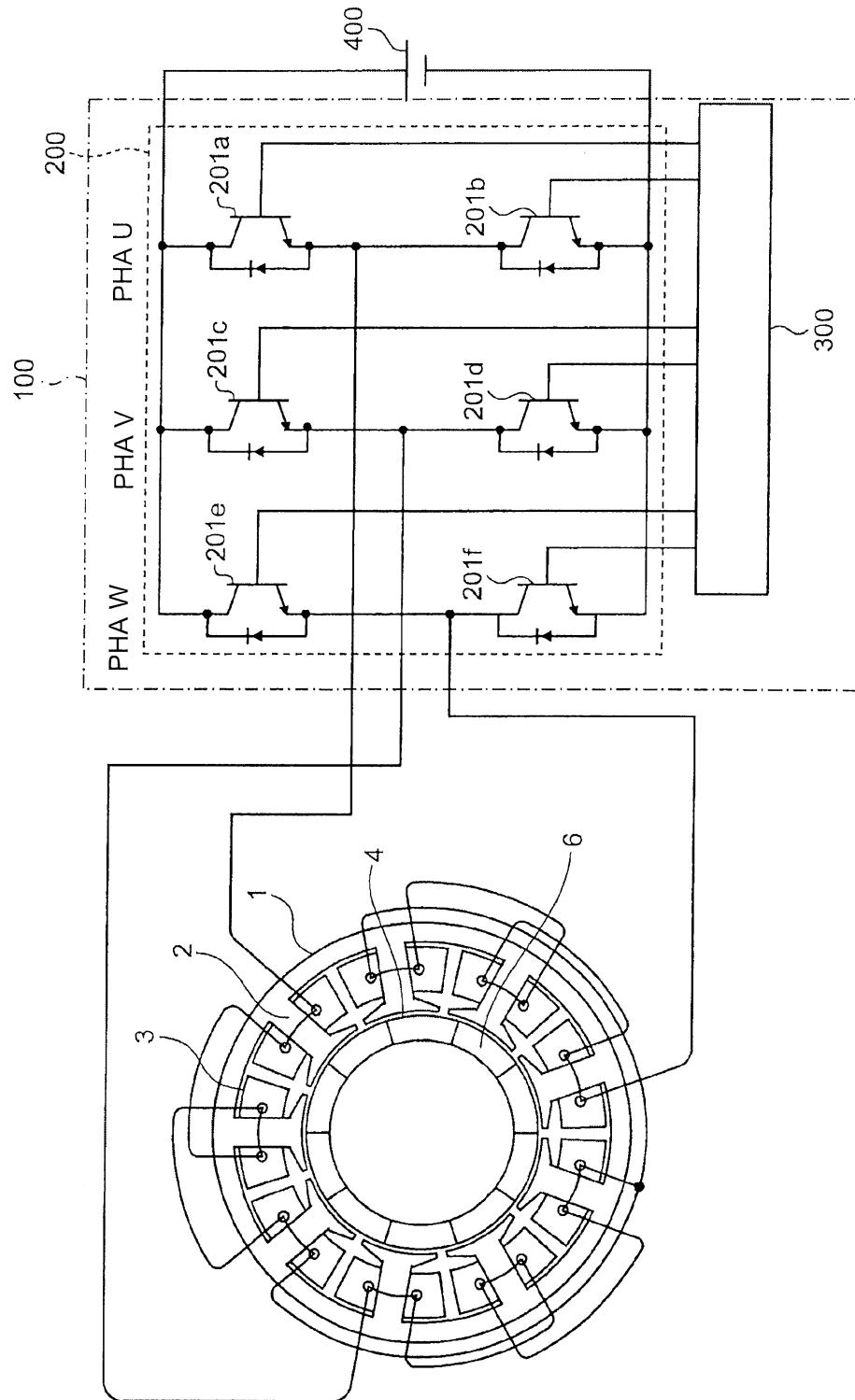


FIG.3

SỐ LƯỢNG CỰC	8	10	8	10
SỐ LƯỢNG KHE	12	12	9	9
HỆ SỐ CUỘN DÂY	0,866	0,933	0,945	0,945

FIG.4

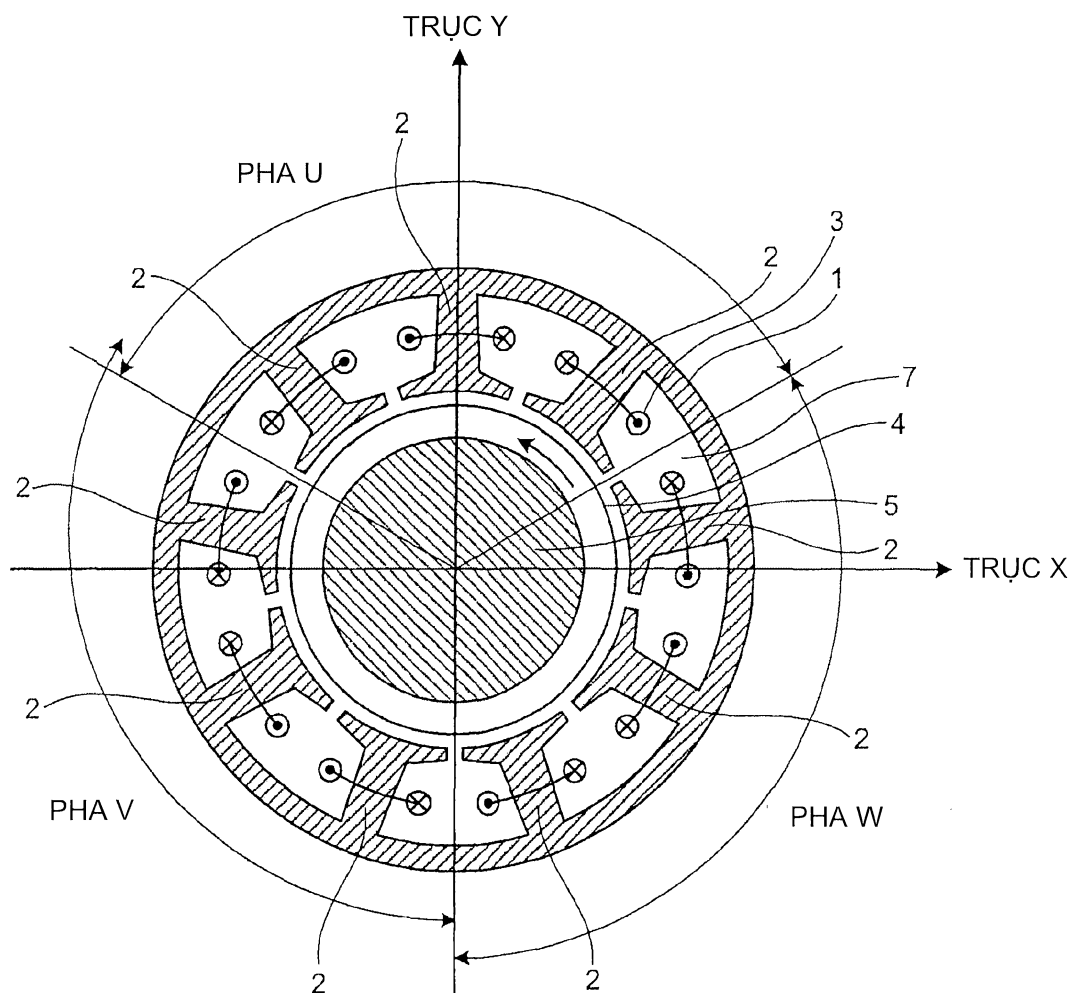


FIG.5

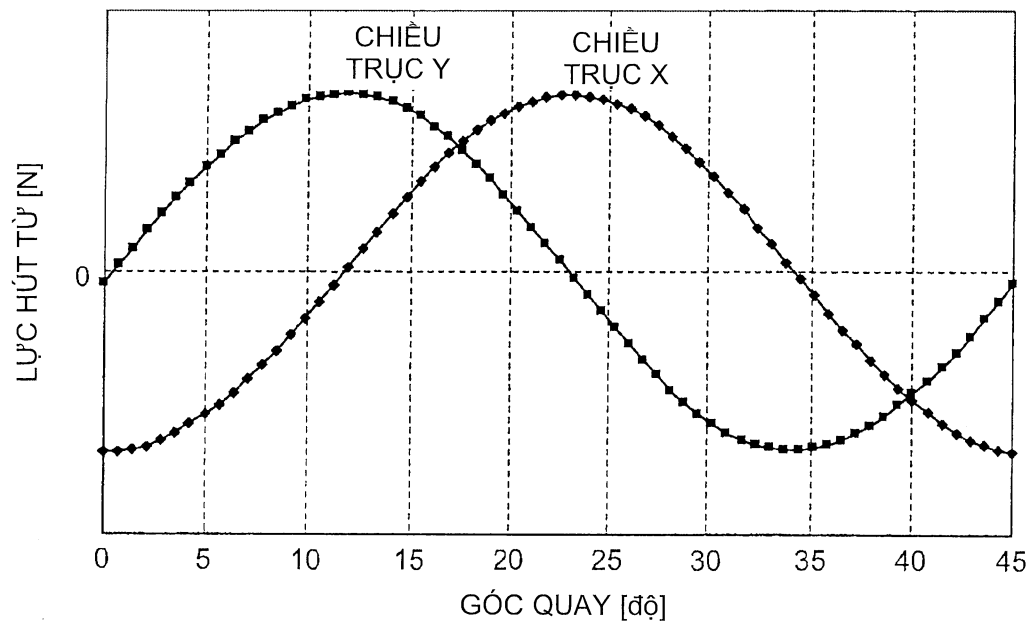


FIG.6

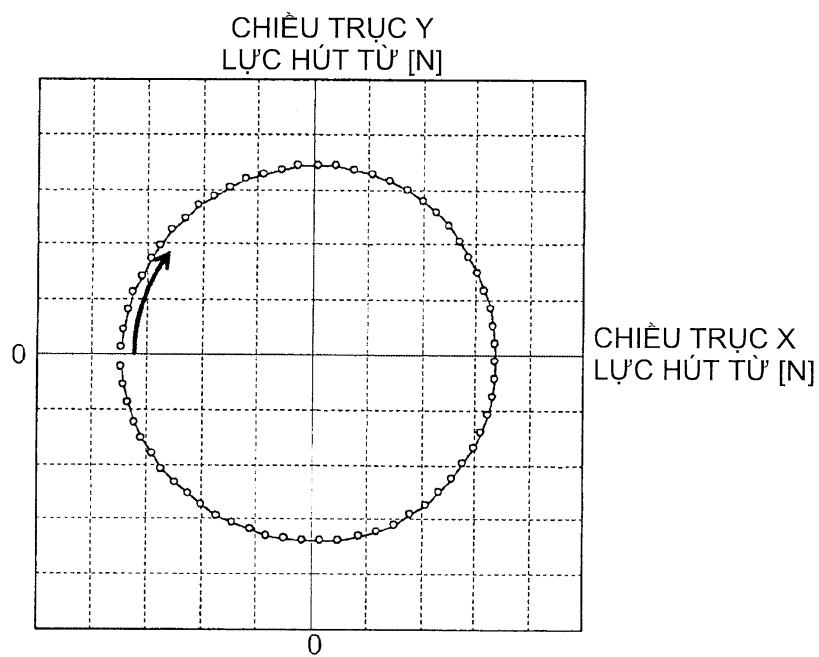


FIG.7

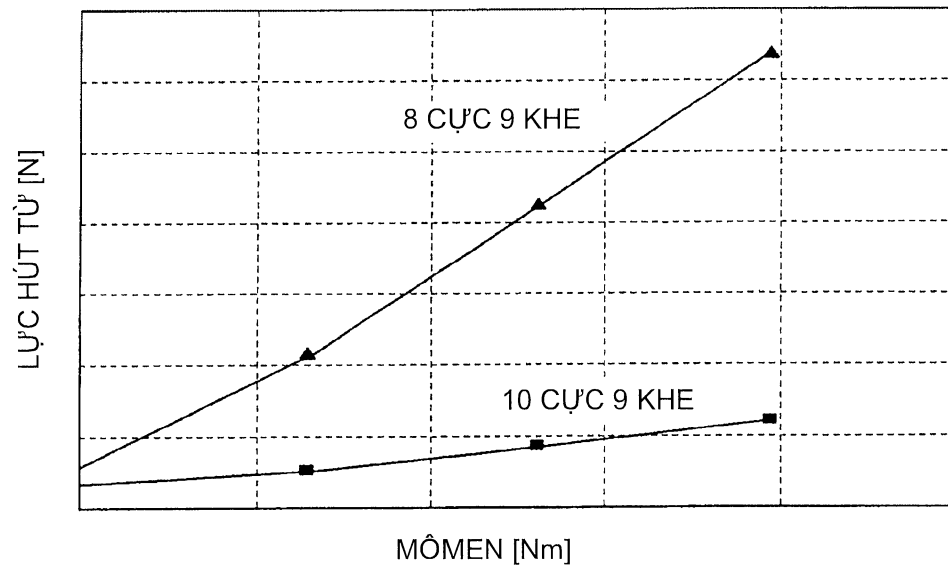


FIG.8

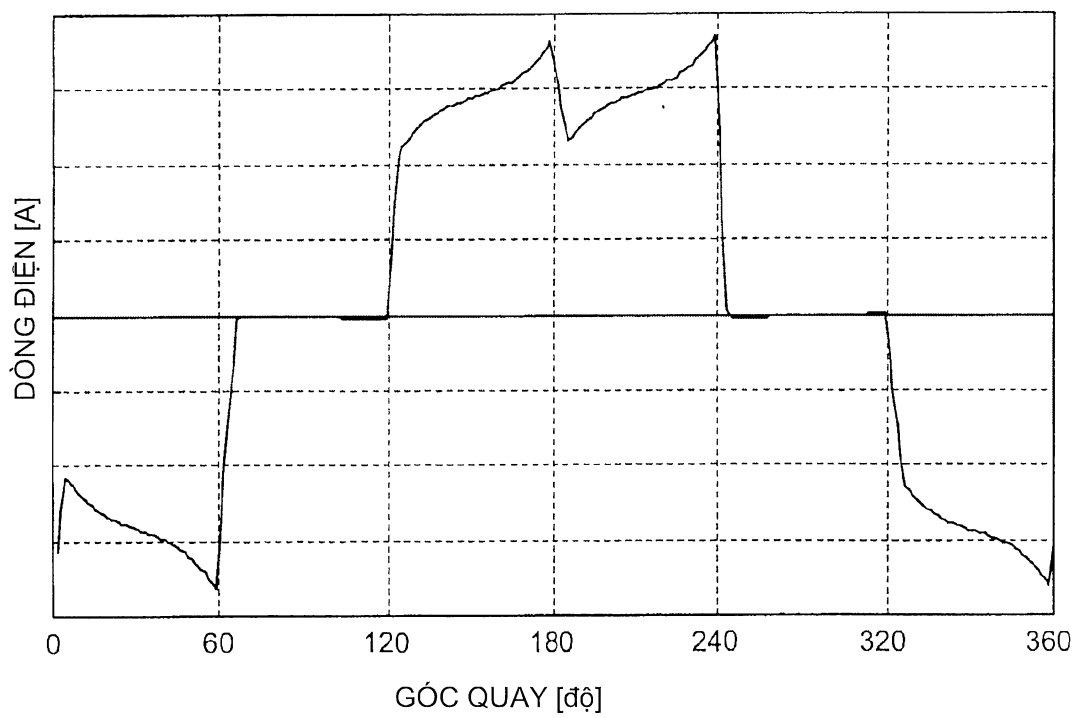


FIG.9

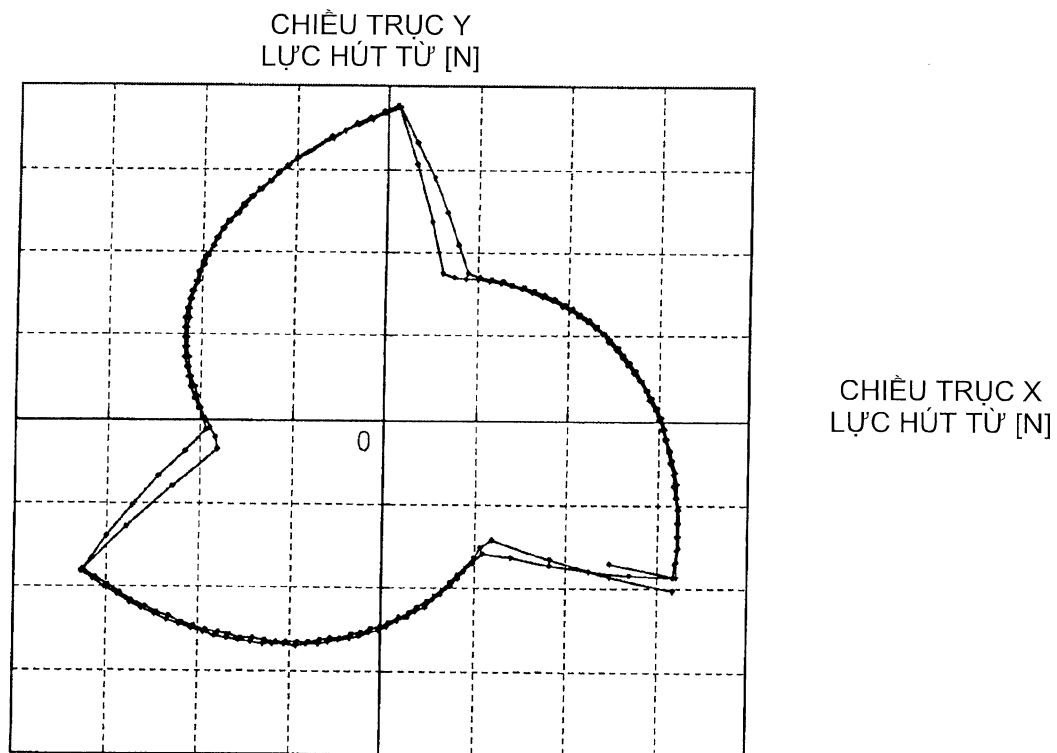


FIG.10

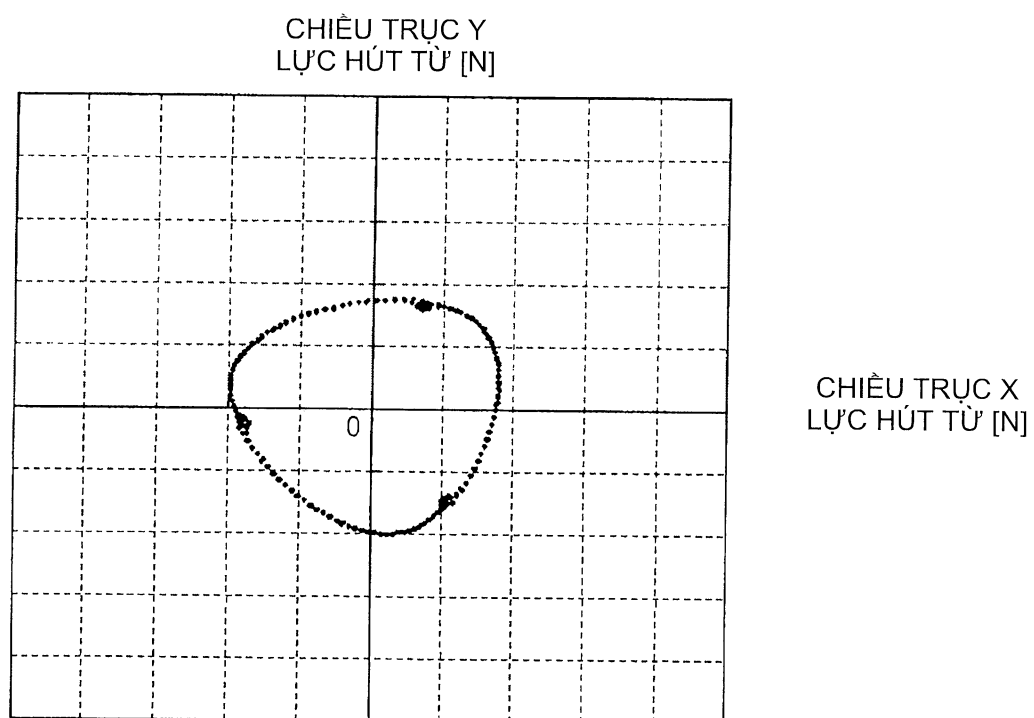


FIG.11

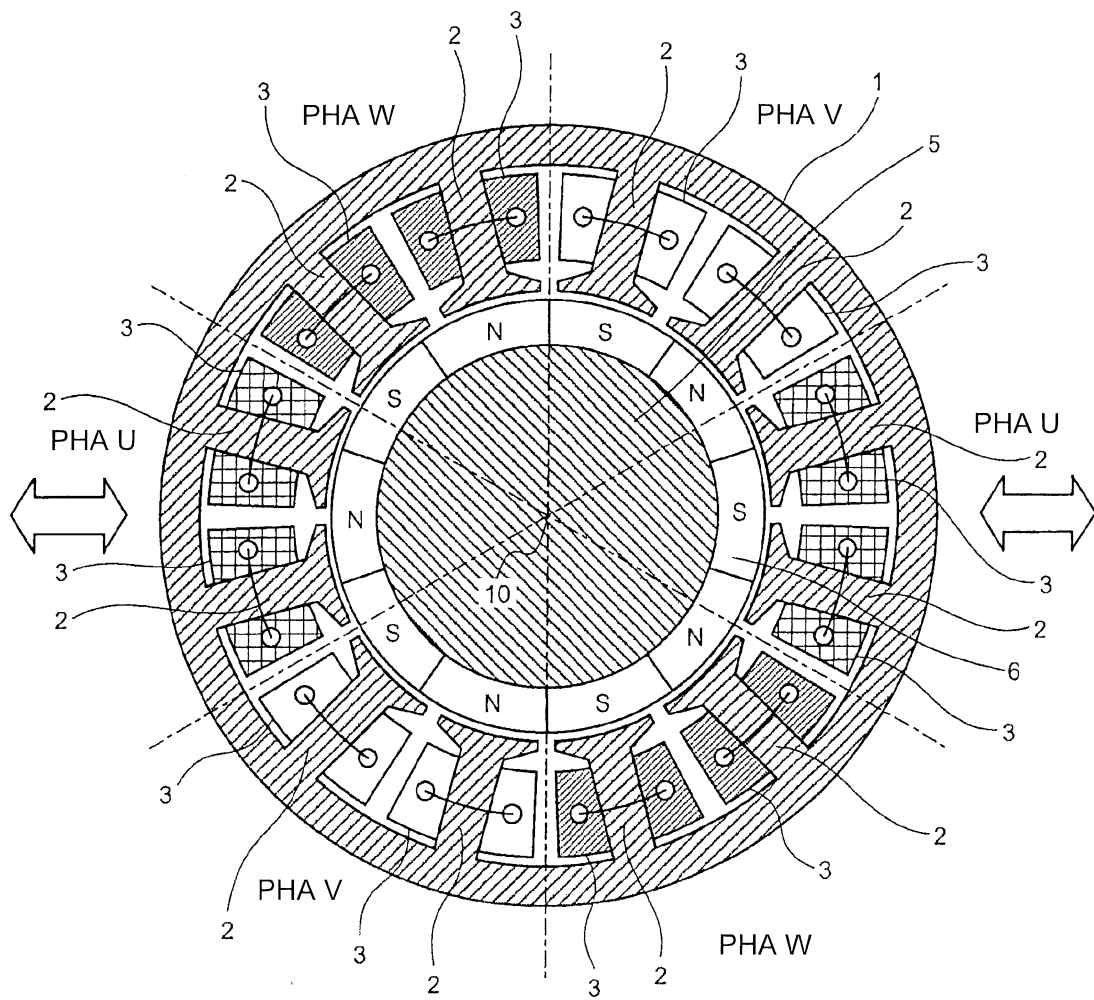


FIG.12

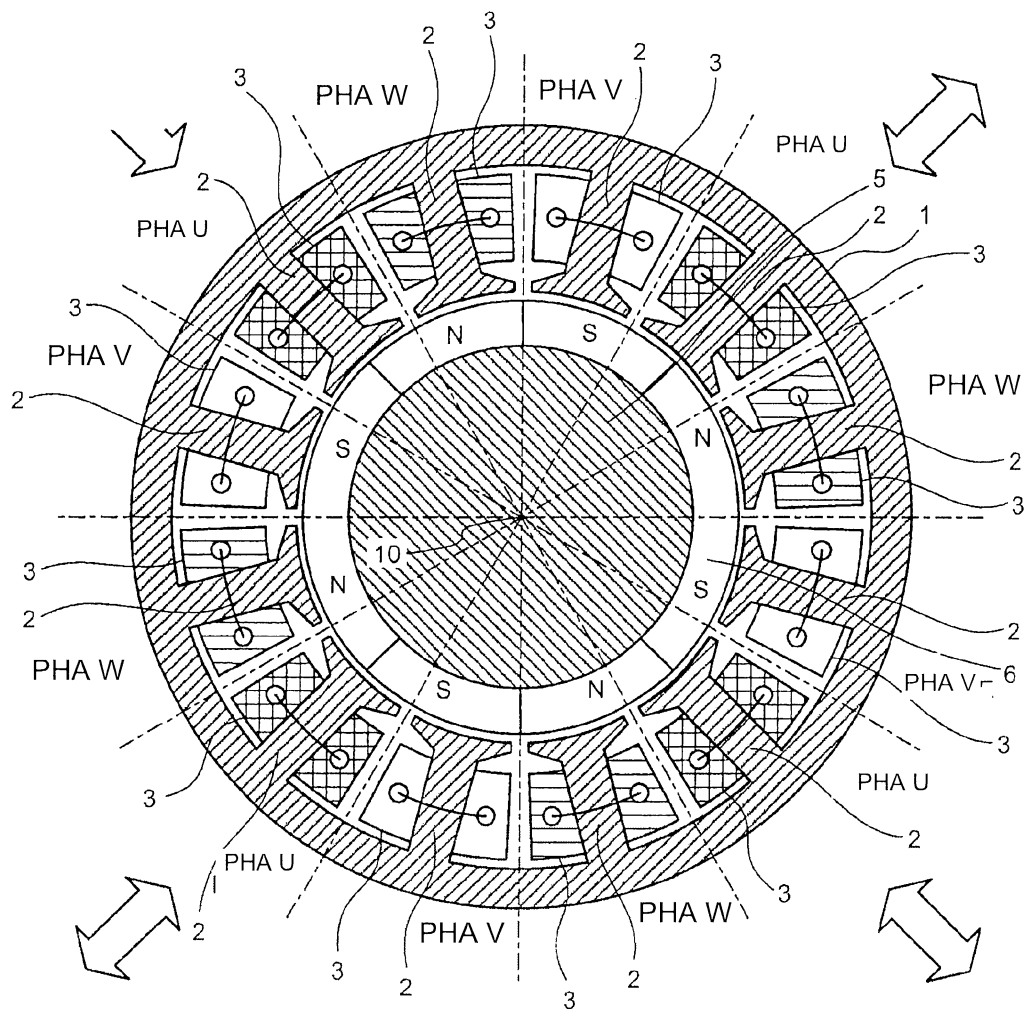


FIG.13

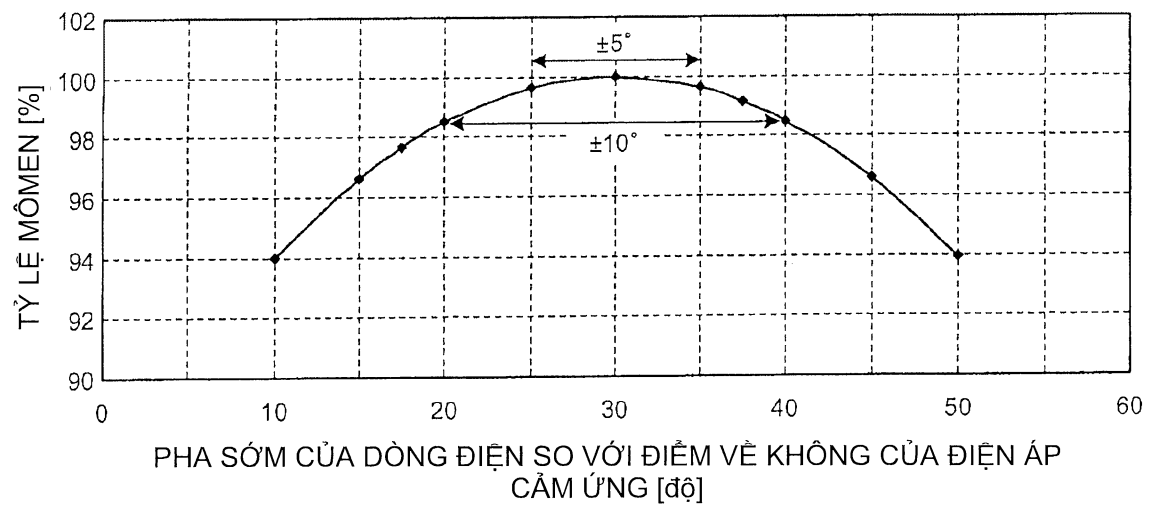


FIG.14

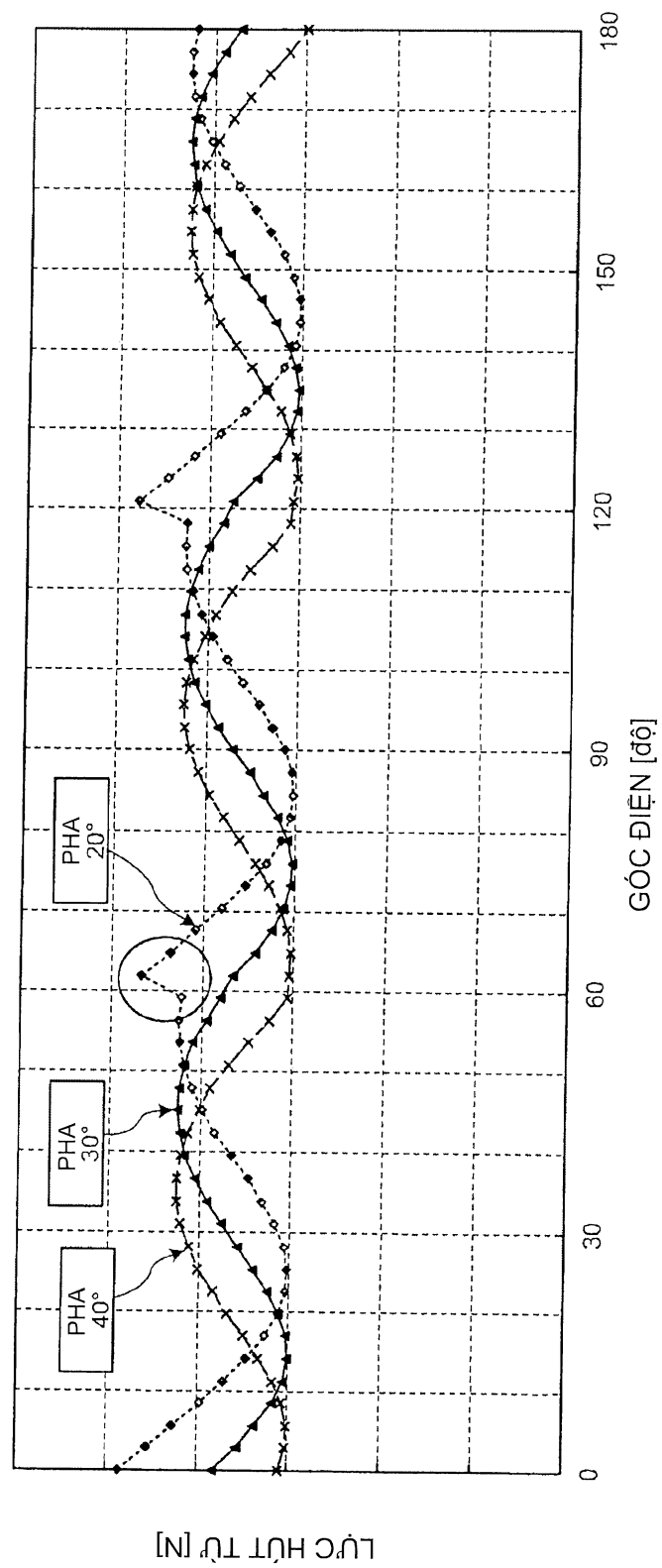


FIG.15

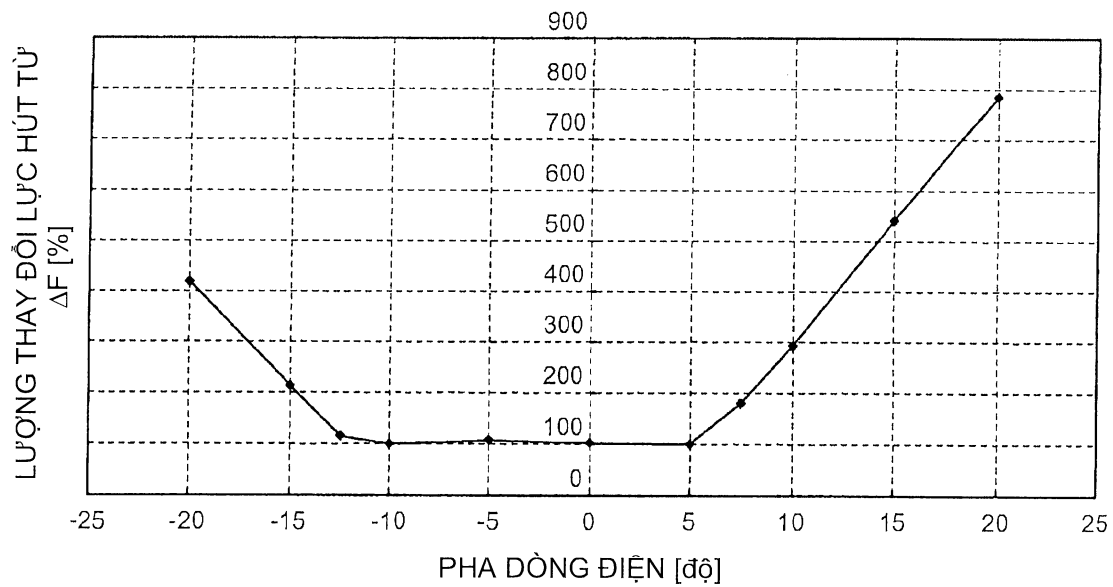


FIG.16

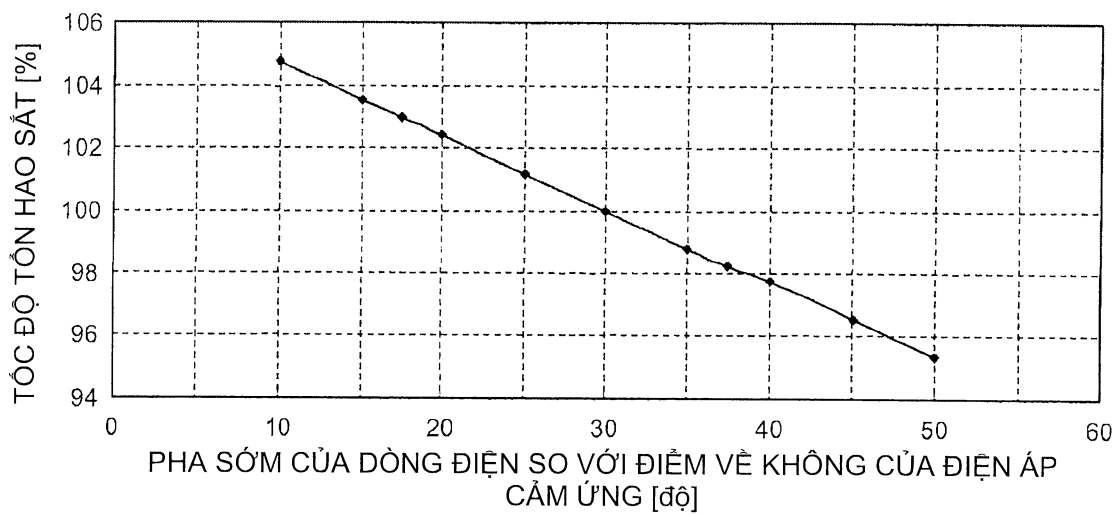


FIG.17

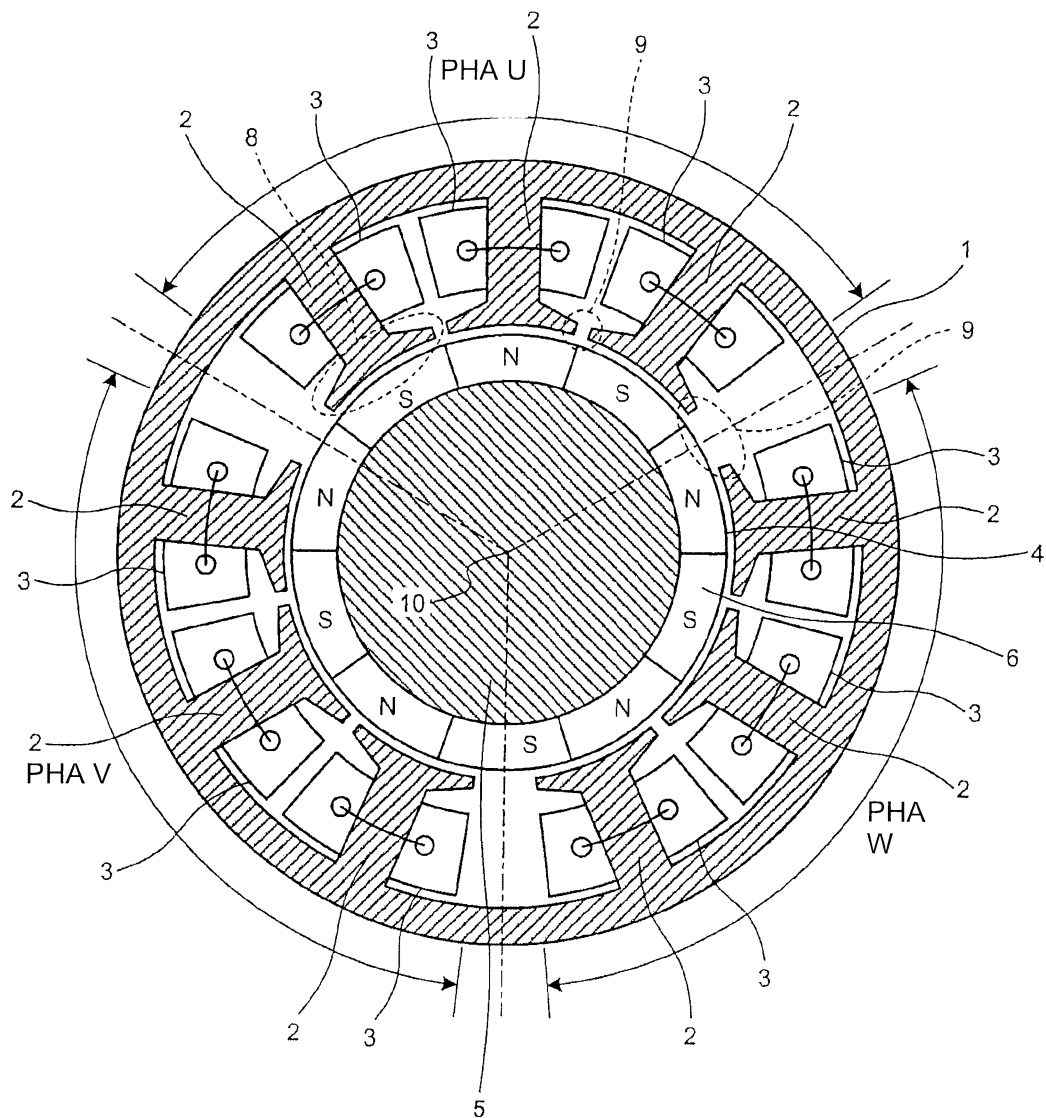


FIG.18

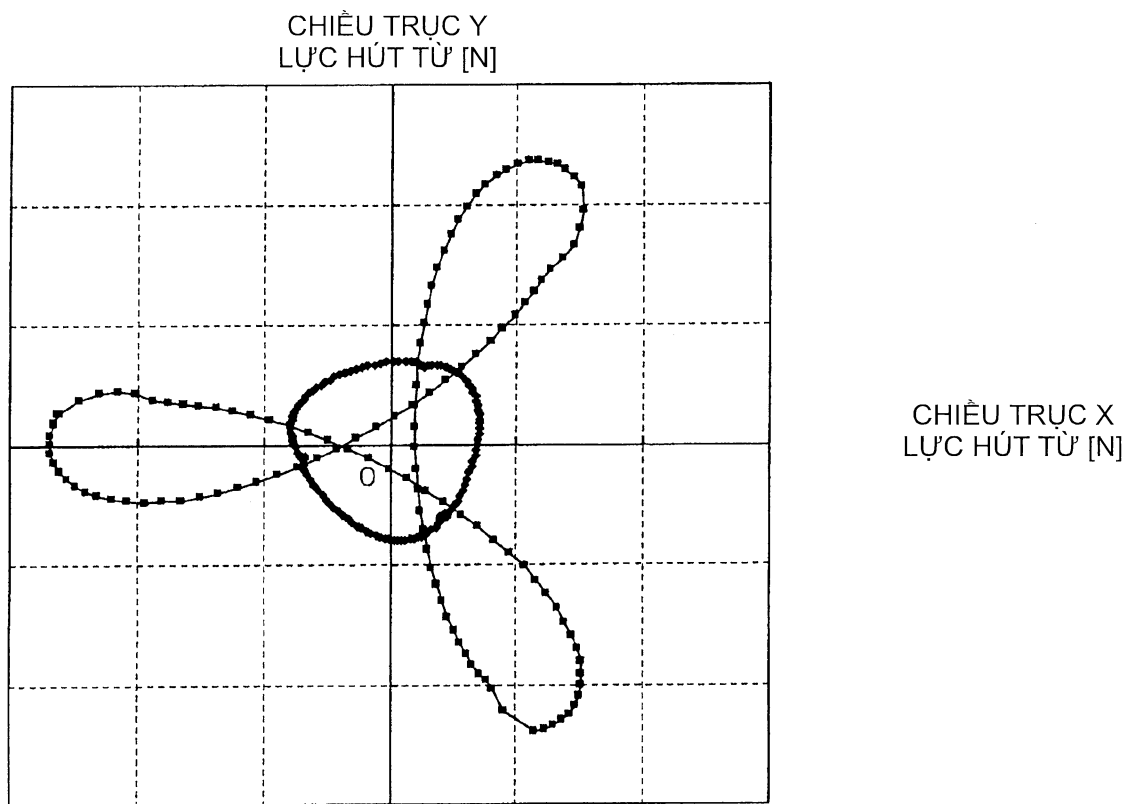
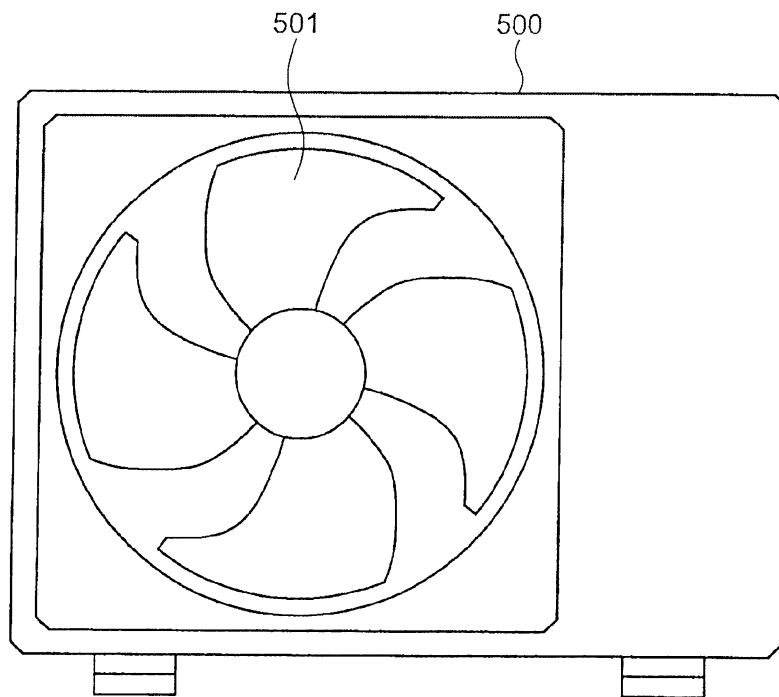
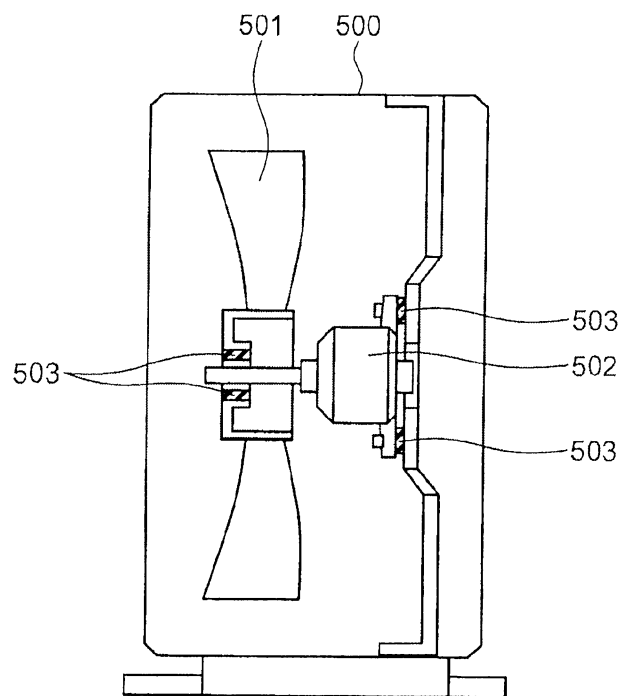


FIG.19



(a)



(b)

FIG.20

