



(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)



1-0051871

(51)<sup>2022.01</sup> H02K 3/47; H02K 21/24; H02K 1/2798; (13) B  
H02K 15/06

(21) 1-2021-05254

(22) 29/01/2020

(86) PCT/GB2020/050211 29/01/2020

(87) WO2020/157501 A1 06/08/2020

(30) 1901195.6 29/01/2019 GB

(45) 25/09/2025 450

(43) 27/12/2021 405A

(73) SAIETTA GROUP PLC (GB)

Building 210 Heyford Park, Camp Road, Upper Heyford Oxfordshire OX25 5HE,  
UNITED KINGDOM

(72) LINES, Christopher Roger (GB).

(74) Công ty TNHH Tư vấn đầu tư và chuyển giao công nghệ (INVESTCONSULT)

(54) CUỘN CẢM DẪN ĐIỆN CHO STATO MÁY ĐIỆN TỬ THÔNG HƯỚNG TRỰC  
KHÔNG CÓ CUỘN LÁI TIA VỚI CÁC CUỘN DÂY ĐƯỢC BỐ TRÍ, STATO  
CHO MÁY ĐIỆN TỬ THÔNG HƯỚNG TRỰC VÀ MÁY ĐIỆN TỬ THÔNG  
HƯỚNG TRỰC BAO GỒM STATO

(21) 1-2021-05254

(57) Cuộn cảm dẫn điện 12 cho stato máy điện từ thông hướng trục không có cuộn lái tia 1 với các cuộn dây được bố trí và ống dẫn từ thông 30, stato 1 bao gồm một số lượng lớn các cuộn cảm này, máy điện từ thông hướng trục không có cuộn lái tia 100 bao gồm stato 1, và phương pháp 500 sản xuất stato 1 được đề cập. Cuộn cảm dẫn điện 12 bao gồm phần hoạt động thứ nhất 121a và phần hoạt động thứ hai 121b, mỗi phần hoạt động 121a, 121b kéo dài theo hướng xuyên tâm thông thường về cơ bản là vuông góc với một trục quay của máy điện và bao gồm một số lượng lớn các phần cuộn vòng quanh cuộn dây 131a, 131b được xếp chồng song song với trục quay mà một tiết diện vuông góc với hướng xuyên tâm của mỗi phần hoạt động 121a, 121b được kéo dài với một khổ lớn song song với trục quay. Phần hoạt động thứ hai 121b được đặt riêng ra theo một hướng vòng quanh và lệch trục từ phần hoạt động thứ nhất 121a.

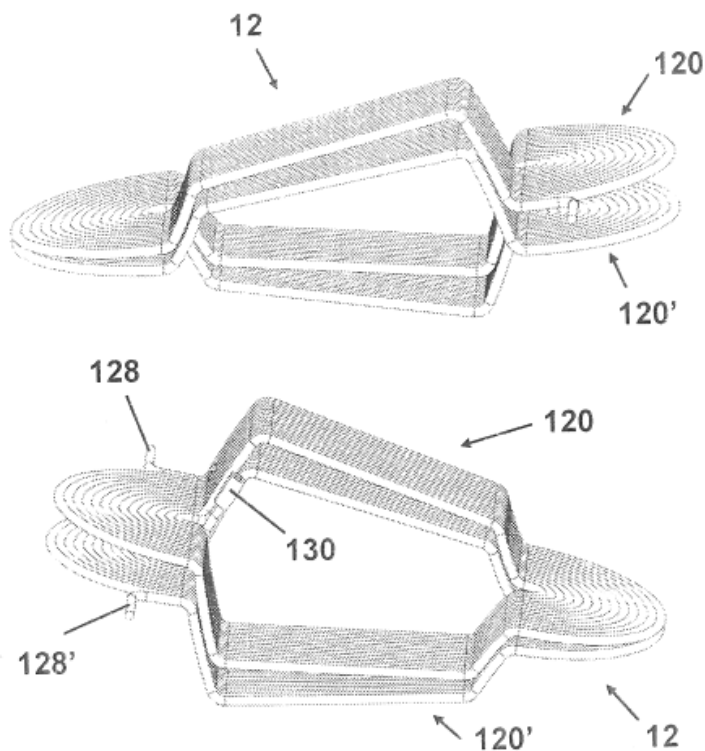


FIG. 6B

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến máy điện từ thông hướng trục, và cụ thể là bộ stato cho máy điện từ thông hướng trục.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Máy điện, bao gồm mô-tơ điện và máy phát điện, đã được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, những lo ngại về sự phụ thuộc của chúng ta vào nhiên liệu hóa thạch và ô nhiễm gây ra bởi chúng khi cung cấp lực cho các động cơ đốt trong đang tạo ra các áp lực về mặt chính trị và thương mại để kéo dài khả năng sử dụng của máy điện vào các cách áp dụng mới, và để mở rộng khả năng sử dụng của chúng vào những chiếc máy hiện hành. Máy điện đang được gia tăng sử dụng trong các phương tiện đi lại, ví dụ như xe điện, xe máy, xe mô-tô, thuyền và máy bay. Chúng cũng được sử dụng trong các ứng dụng sản xuất năng lượng, ví dụ như máy phát điện trong tuabin gió.

Nhằm đáp ứng nhu cầu của các ứng dụng này, cần thiết phải thiết kế các máy điện mà vừa có các đặc tính hiệu suất phù hợp, như tốc độ và mô-men lực xoắn, và hiệu suất cao. Hiệu suất của máy điện cực kỳ quan trọng trong gần như tất cả các ứng dụng: nó có thể, ví dụ, vừa gia tăng phạm vi của phương tiện đi lại chạy điện và giảm dung lượng ắc quy yêu cầu. Việc giảm dung lượng ắc quy yêu cầu có thể lần lượt làm giảm khối lượng của phương tiện, việc này còn góp phần đạt được các lợi ích hiệu suất.

## 2

Một loại máy điện được biết đến là máy từ thông hướng trục. Như những gì thấy được qua tên của chiếc máy này, hướng các dòng của từ thông mà được cắt ra trong quá trình vận hành của máy từ thông hướng trục song song với trục quay của máy. Điều này ngược lại so với máy thông lượng hướng tâm, khi mà trong máy này hướng các dòng của từ thông mà được cắt ra trong quá trình vận hành của máy vuông góc với trục quay của máy. Trong khi máy thông lượng hướng tâm thường phổ biến hơn, máy từ thông hướng trục đã được sử dụng trong một vài ứng dụng mà các yếu tố hình thành (sự kéo dài quanh trục tương đối nhỏ) và đặc tính hiệu suất của chúng (ví dụ như mô-men lực xoắn cao so với tỉ suất trọng lượng) được đánh giá cao.

Một ví dụ về máy từ thông hướng trục không có cuộn lái tia tận dụng sự bố trí tập trung của cuộn dây được mô tả trong Đơn sáng chế quốc tế với số công bố WO 2018/015293 A1. Bộ stato của máy từ thông hướng trục bao gồm các răng stato được phân bố rời rạc theo vòng tròn mà mỗi răng có vật liệu sắt từ xung quanh nơi mà có cuộn dây điện. Đây thường được gọi là máy phản ứng phân đoạn và không có cuộn lái tia. Các phần kéo dài xuyên tâm vào trong của vỏ bọc stato được bố trí cho việc tản nhiệt và đề xuất một cấu trúc để nhận răng stato. Trong khi các máy từ thông hướng trục thuộc loại này có thể đạt được hiệu suất cao, điều được mong muốn là cải thiện hiệu suất, đặc biệt là đối với một phạm vi rộng hơn của thông số vận hành. Ngoài ra, mặc dù các phần kéo dài xuyên tâm vào trong của vỏ bọc đề xuất một vài cấu trúc để nhận các răng stato rời rạc, có một vài khó khăn trong việc định vị và liên kết mỗi răng stato một cách chính xác vào vỏ bọc stato, và mỗi răng stato phải được di chuyển vòng qua một cấu trúc giống như cuộn dây mà chứa vật liệu sắt từ. Điều được mong muốn là đề xuất stato mà có thể được lắp ráp một cách dễ dàng và chính xác.

**Bản chất kỹ thuật của sáng chế**



Các phương án được mô tả trong sáng chế này đề cập tới cuộn cảm dẫn điện và stato cho máy từ thông hướng trục bao gồm một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện mà đem lại hiệu suất máy cao, thuận lợi trong sản xuất và độ dẫn nhiệt tốt từ các cuộn cảm tới vỏ bọc stato mà hỗ trợ tản nhiệt.

Xuyên suốt bản mô tả này, trừ phi nói cách khác là đủ điều kiện, các thuật ngữ như “xuyên tâm”, “quanh trục”, “vòng quanh” và “góc” được sử dụng trong thuộc tính của hệ thống điều phối cực hình trụ ( $r, \vartheta, z$ ) mà trong đó hướng của trục quay của máy điện song song với trục  $z$ . Theo đó, “quanh trục” có nghĩa là song song với trục quay (đó là, dọc quanh trục  $z$ ), “xuyên tâm” có nghĩa là bất kỳ hướng nào vuông góc với trục quay, “góc” là góc trong hướng phương vị  $\vartheta$ , và “vòng quanh” được gọi là hướng phương vị vòng quanh trục quay.

Các thuật ngữ như “kéo dài xuyên tâm” và “kéo dài quanh trục” không nên được hiểu theo nghĩa là một đặc điểm phải xuyên tâm hoặc song song một cách chính xác với hướng quanh trục. Để làm rõ, trong khi điều mà được biết đến nhiều đó là lực Lorentz được thực nghiệm bởi dòng điện mang vật dẫn trong từ trường đặt cực đại khi hướng của dòng điện vuông góc một cách chính xác với hướng của từ thông, dòng điện mang vật dẫn sẽ thực nghiệm một lực Lorentz cho các góc nhỏ hơn chín mươi độ. Độ lệch từ các góc song song và vuông góc từ đó sẽ không thay đổi các nguyên tắc cơ bản của quá trình vận hành.

Sáng chế được mô tả trong các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập mà hiện tại cần được tham chiếu. Các đặc điểm được ưu tiên được bộc lộ trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc.

Theo như khía cạnh đầu tiên của sáng chế này, cuộn cảm cho stato máy điện từ thông hướng trục không có cuộn lái tia với các cuộn dây được bố trí được bộc lộ. Cuộn cảm dẫn điện bao gồm phần hoạt động thứ nhất và phần hoạt động

thứ hai. Mỗi phần hoạt động kéo dài theo hướng xuyên tâm thông thường về cơ bản là vuông góc với trục quay của máy điện và bao gồm một số lượng lớn phần cuốn vòng quanh cuộn dây xếp chồng lên nhau song song với trục quay mà một tiết diện vuông góc với hướng xuyên tâm của mỗi phần hoạt động được kéo dài với một khổ lớn song song với trục quay. Phần hoạt động thứ hai được đặt riêng ra trong một hướng vòng quanh và lệch trục từ phần hoạt động thứ nhất.

Các cuộn cảm dẫn điện kiểu này đem lại sự thuận lợi trong sản xuất stato mà được cấu thành nên từ việc sử dụng các cuộn cảm dẫn điện, cũng như hiệu suất máy cao. Ví dụ, cuộn cảm dẫn điện có thể cấu thành nên một cấu trúc vào bên trong mà ống dẫn từ thông, ví dụ như các gói cán mỏng, được đặt. Điều này cho phép stato được sản xuất nhanh chóng, và với độ chính xác cao nhằm cải thiện hiệu suất của máy điện. Thêm vào đó, sự xếp chồng theo hướng trục của các phần hoạt động tạo điều kiện cho việc xếp chồng của các cuộn cảm vòng quanh và theo hướng trục. Việc sử dụng số cuốn vòng trong quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau quanh trục cũng làm giảm nhẹ vỏ bọc và hiệu ứng gần của các phần hoạt động. Điều này là bởi tiết diện của mỗi vòng của cuộn dây nhỏ hơn, và vì các vòng của cuộn dây được liên kết theo chuỗi, dòng điện bị quyết định chi phối để chảy nguyên trên một phạm vi quanh trục của mỗi phần hoạt động. Điều này làm giảm sự tỏa nhiệt và cải thiện liên kết từ thông.

Theo như khía cạnh thứ nhất, cuộn cảm dẫn điện có thể tùy ý bao gồm một số lượng lớn các cặp phần hoạt động liên kết với nhau theo chuỗi. Các cặp liên kết của phần hoạt động có thể chồng lên theo vòng tròn nhằm xác định khoảng của kiểu mẫu thứ hai để nhận ống dẫn từ thông. Khoảng của kiểu mẫu thứ hai là khoảng vòng quanh giữa hai phần hoạt động liên kết của các cặp khác nhau của các phần hoạt động của cuộn cảm. Khoảng vòng quanh là, như các phần hoạt động góp phần xác định nó, về cơ bản là kéo dài xuyên tâm và có thể được kéo

dài theo hướng xuyên tâm. Mỗi cặp bổ sung đó của các phần hoạt động cho mỗi cuộn cảm gia tăng số lượng các rãnh cho mỗi cuộn cực cho mỗi pha thêm một. Điều này có thể làm giảm các tổn hại và từ đó cải thiện hiệu suất bởi với số lượng các rãnh cho mỗi cực cho mỗi pha nhiều hơn thì có thể tạo ra một mật độ từ thông hình sin chính xác hơn. Ngoài ra, số lượng các phần hoạt động cho mỗi cuộn cảm có thể được đo cùng với tỉ lệ tâm với của máy.

Theo như một khía cạnh thứ hai của sáng chế này, cuộn cảm dẫn điện được đề xuất cho stato của máy điện từ thông hướng trục không có cuộn lái tia. Cuộn cảm dẫn điện chứa hai cặp phần hoạt động. Mỗi phần hoạt động kéo dài theo hướng xuyên tâm thông thường về cơ bản là vuông góc với trục quay của máy điện. Thường thì các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm của mỗi cặp được đặt riêng ra theo một hướng vòng quanh. Hai cặp phần hoạt động chồng lên theo vòng tròn một phần để xác định khoảng của kiểu mẫu thứ hai để nhận ống dẫn từ thông. Khoảng của kiểu mẫu thứ hai là khoảng vòng quanh giữa hai phần hoạt động liền kề của các cặp khác nhau của các phần hoạt động của cuộn cảm. Khoảng vòng quanh, như các phần hoạt động xác định nó, về cơ bản là kéo dài xuyên tâm và có thể được kéo dài.

Các cuộn cảm dẫn điện theo như kiểu khía cạnh thứ hai đem lại thuận lợi trong sản xuất stato mà được cấu tạo nên từ việc sử dụng các cuộn cảm dẫn điện cũng như hiệu suất máy cao. Ví dụ, khi một số lượng lớn các cuộn cảm này được phân bổ vòng quanh một vòng stato, cấu trúc cuộn cảm kết quả sẽ có các khoảng được phân bổ theo vòng tròn (của kiểu mẫu thứ hai) mà trong các khoảng sẽ có ống dẫn từ thông được bố trí. Điều này cho phép stato được sản xuất nhanh chóng, với một số lượng lớn ống dẫn từ thông, và cũng có độ chính xác cao nhằm cải thiện hiệu suất của máy điện. Hơn nữa, vì mỗi cuộn cảm có (ít nhất) hai cặp phần hoạt động được đặt riêng ra, các cuộn cảm sẽ đem lại cho stato (ít nhất) hai rãnh cho mỗi cực cho mỗi pha, điều làm cho mật độ từ thông

được phát ra bởi stato giống hình sin hơn, với ít thành phần sóng hài hơn, Đối với dòng điện thay đổi theo hình sin, mô-men lực xoắn trung bình sản sinh ra bởi máy điện do sự tác động chủ yếu của các thành phần từ trường và không phải từ các thành phần sóng hài. Điều này có lợi bởi các thành phần sóng hài trong mật độ từ thông không gian vòng quanh tạo ra các dòng điện phức tạp hơn trong các nam châm vĩnh cửu của roto mà lần lượt gây ra nhiều tổn hại hơn và làm gia tăng sự tỏa nhiệt. Ngoài ra, bất kỳ thành phần sóng hài bổ sung nào trong sự bố trí lực động từ của cuộn dây có thể gây ra sự gia tăng tổn hại trong ống dẫn từ thông. Hơn thế nữa, số lượng các cặp các phần hoạt động cho mỗi cuộn cảm có thể được đo cùng với tỉ lệ với tầm với của máy và/hoặc bằng cách lựa chọn khoảng cách (mức độ khoảng cách) giữa các phần hoạt động hình thành nên mỗi cặp. Mỗi cặp bổ sung của các phần hoạt động cho mỗi cuộn cảm làm gia tăng số lượng các rãnh cho mỗi cực cho mỗi pha thêm một, vì vậy mà hiệu suất cao hơn có thể đạt được, đặc biệt là khi kích cỡ của máy được gia tăng.

Theo như khía cạnh thứ hai này, mỗi phần hoạt động có thể không bắt buộc bao gồm một số lượng lớn các phần cuộn vòng quanh cuộn dây xếp chồng song song với trục quay mà tiết diện vuông góc với hướng xuyên tâm của mỗi phần hoạt động được kéo dài với một khổ lớn song song với trục quay. Số vòng cách điện trong một cuộn dây xếp chồng lên nhau quanh trục giảm nhẹ vỏ ngoài và hiệu ứng gần trong các phần hoạt động. Điều này làm giảm sự tỏa nhiệt, bởi dòng điện được tỏa ra dễ hơn qua tiết diện vật dẫn, và giúp cải thiện liên kết từ thông.

Theo như khía cạnh thứ hai, mỗi cặp của các phần hoạt động có thể tùy ý bị lệch trục với nhau. Việc làm lệch trục các phần hoạt động tạo điều kiện cho việc xếp chồng các cuộn cảm theo hướng trục và vòng quanh, điều mà đem lại tính linh hoạt trong khoảng cách (mức độ) giữa mỗi cặp phần hoạt động và

cũng giúp cải thiện độ cứng kết cấu của toàn bộ cuộn dây bởi vì đặc tính liên khóa của các cuộn cảm. Điều này cũng làm tăng liên kết từ thông trong lõi.

Các đặc điểm tùy ý sau đây cũng có thể áp dụng với cuộn cảm dẫn điện của khía cạnh thứ nhất và với cuộn cảm dẫn điện của khía cạnh thứ hai.

Trong sử dụng, dòng điện trong các hướng xuyên tâm ngược dọc theo các phần hoạt động mà hình thành nên cặp các phần hoạt động (đó là, dòng điện dọc theo phần hoạt động thứ hai trong một hướng đối lập với dòng điện mà chảy dọc theo phần hoạt động thứ nhất).

Mỗi phần hoạt động có thể chỉ là một độ rộng đơn của số vòng trong một cuộn dây. Ngoài ra, mỗi phần hoạt động có thể là một số lượng lớn của độ rộng của số vòng trong một cuộn dây. Đó là, mỗi phần hoạt động có thể chứa một số lượng lớn các phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau theo vòng tròn. Nếu mỗi phần hoạt động có chứa một số lượng lớn các phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau theo vòng tròn, số lượng các phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau theo vòng tròn được ưu tiên ít hơn số lượng phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau quanh trục, theo đó khổ lớn của tiết diện của cuộn cảm mà vuông góc với hướng kéo dài xuyên tâm của phần hoạt động song song với trục quay. Ví dụ, các phần hoạt động có thể bằng hai độ rộng đơn của phần cuốn vòng quanh cuộn dây nhưng bao gồm nhiều hơn hai phần cuốn vòng quanh cuộn dây theo hướng trục. Ví dụ, tỷ lệ số lượng của phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau quanh trục so với số lượng của phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau theo vòng tròn có thể lớn hơn hoặc bằng ba, ưu tiên lớn hơn hoặc bằng năm, ưu tiên hơn là lớn hơn hoặc bằng bảy. Một cuộn cảm mà là nhiều hơn một độ rộng của phần vòng trong cuộn dây làm gia tăng chiều dài tổng cộng của vật dẫn, mà lần lượt làm gia tăng trở kháng của

cuộn cảm. Một trở kháng cao hơn có thể cho phép sử dụng một bộ điều chỉnh với tỉ lệ tốc độ chuyển mạch thấp hơn, điều mà có thể làm giảm chi phí trong một số trường hợp.

Các phần cuộn vòng quanh cuộn dây của các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm thông thường thứ nhất và thứ hai của một cặp phần hoạt động có thể có đầu gần đặt tại bán kính trong và đầu xa đặt tại bán kính ngoài. Các đầu gần của phần cuộn vòng quanh cuộn dây có thể được liên kết bởi phần vòng lặp trong và các đầu xa được liên kết bởi phần vòng lặp ngoài mà, trong sử dụng, lưu lượng dòng trong các hướng xuyên tâm ngược nhau dọc theo cặp của các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm.

Các phần vòng lặp ngoài có thể được tạo cấu hình để cấu thành nên phần bên ngoài của cuộn cảm mà về cơ bản là song song với trục quay. Một phần song song quanh trục của cuộn cảm có thể được gài vào ổ cắm của vỏ bọc stato, điều giúp cải thiện sự thuận lợi trong sản xuất stato. Hơn nữa, đặc tính được kéo dài của phần bên ngoài của cuộn cảm bộc lộ một khu vực bề mặt lớn hơn cho việc khóa cơ học của các cuộn cảm và làm tản nhiệt ở chu vi bên ngoài của stato.

Mỗi phần vòng lặp ngoài có thể có bất kỳ hình dạng nào nhưng về cơ bản là có thể được ưu tiên dưới dạng hình bán nguyệt hoặc hình chữ nhật mà phần bên ngoài của cuộn cảm là bề mặt nửa đĩa hoặc hình chữ nhật. Bề mặt của phần bên ngoài cũng có thể bị cong, ví dụ như có được tạo hình đường thân khai. Các bề mặt này tạo ra một khu vực bề mặt lớn mà còn yêu cầu một chiều dài bị giới hạn tương đối của vật dẫn, điều mà làm giảm chi phí vật liệu.

Một cách thay thế hoặc thêm vào đó, phần vòng lặp ngoài có thể được tạo cấu hình để hình thành về cơ bản là một phần đường thân khai của cuộn cảm. Các phần đường thân khai, mà chứa một khoảng không đối xứng kể giữa phần tử

dẫn điện liền kề, được cung cấp cho một bố trí liên khóa xuyên tâm của các cuộn cảm được phân bố theo vòng tròn. Có thể về cơ bản là hai phần đường thân khai bên ngoài của cuộn cảm, liên kết phần bên ngoài của cuộn cảm với hai phần hoạt động.

Phần vòng lặp trong có thể được tạo cấu hình để hình thành nên phần bên trong của cuộn cảm mà về cơ bản là song song với trục quay. Về cơ bản là song song đáng kể với trục quay, phần bên trong chiếm càng ít khoảng vòng quanh càng tốt. Điều này có ý nghĩa quan trọng bởi không gian vật lý được đánh giá cao tại bán kính trong của stato.

Mỗi phần vòng lặp trong có thể có bất kỳ hình dáng nào nhưng có thể ưu tiên về cơ bản là hình bán nguyệt hoặc hình chữ nhật mà phần bên trong của cuộn cảm là bề mặt nửa đĩa hoặc hình chữ nhật. Bề mặt của phần bên trong cũng có thể bị cong, ví dụ như có được tạo hình đường thân khai. Các hình dáng này yêu cầu một chiều dài bị giới hạn tương đối của vật dẫn để áp dụng, điều này giúp làm giảm chi phí vật liệu.

Các phần vòng lặp trong có thể được tạo cấu hình để hình thành về cơ bản là phần đường thân khai. Các phần đường thân khai, mà chứa về cơ bản là một khoảng không đôi giữa phần tử dẫn điện liền kề, được cung cấp cho một bố trí liên khóa xuyên tâm của các cuộn cảm được phân bố theo vòng tròn. Có thể về cơ bản là hai phần đường thân khai bên trong cuộn cảm, liên kết phần bên trong của cuộn cảm với hai phần hoạt động.

Số lượng các cặp phần hoạt động có thể là bội số nguyên của hai. Sử dụng một bội số nguyên của hai cặp phần hoạt động dễ dàng cho phép mỗi cuộn cảm được tạo ra từ một số lượng lớn các phần tử dẫn điện đồng nhất, điều mà giúp làm chi phí sản xuất.

Cuộn cảm dẫn điện có thể được tạo cấu hình để, trong sử dụng, lưu lượng dòng trong cùng một hướng dọc theo các phần hoạt động liên kế của cuộn cảm được tách rời ra bởi một trong các khoảng của ống dẫn từ thông. Điều này nhằm tránh việc lưu lượng dòng trong các phần hoạt động liên kế này bị phản tác dụng với mô-men lực xoắn.

Một số lượng lớn các cặp phần hoạt động mà tạo thành cuộn cảm có thể được cấu thành toàn vẹn hoặc được cấu thành bằng cách liên kết, theo chuỗi, một số lượng lớn các phần tử riêng biệt mà mỗi phần tử bao gồm một cặp phần hoạt động. Liên kết này có thể được tạo ra bằng cách, ví dụ như sử dụng vành tụ điện, bằng cách hàn vẩy cứng hoặc hàn điện. Các phần tử riêng biệt có thể được cấu thành bằng cách quấn, liên kết và hình thành các vật dẫn, điều mà có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các kỹ thuật tương đối rẻ để áp dụng. Các phần tử cấu thành toàn vẹn có thể đắt, nhưng cũng có thể cho phép nhiều cấu trúc liên kết cuộn cảm phức tạp mà không thể đạt được hoặc khó đạt được bằng kỹ thuật quấn thông thường. Hơn nữa, với các phần tử được cấu thành toàn vẹn, số lượng các phần cấu thành của stato bị giảm đi.

Cuộn cảm dẫn điện có thể chứa các phần nối thứ nhất và thứ hai cho việc liên kết cuộn cảm dẫn điện với nguồn điện. Các phần nối thứ nhất và thứ hai có thể kéo dài song song với trục quay. Các phần nối có thể kéo dài theo cùng một hướng song song hoặc hướng song song đối lập. Các phần nối được kéo dài song song cho phép các liên kết đơn giản của cuộn cảm tới nguồn điện.

Các các phần nối thứ nhất và thứ hai của cuộn cảm có thể được bố trí gần với đầu ngoài cùng xuyên tâm của cuộn cảm. Bằng cách này, các liên kết có thể được tạo ra gần bán kính ngoài của bộ stato, nơi mà có nhiều khoảng vòng quanh hơn là, ví dụ, tại bán kính trong của bộ stato. Điều này có nghĩa là các



liên kết sẽ bớt bị chèn ép dày đặc, điều này sẽ đem lại thuận lợi trong sản xuất và các liên kết điện an toàn hơn.

Stato cho máy điện từ thông hướng trục, stato chứa một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện mà theo như khía cạnh thứ nhất thì cũng được bộc lộ. Stato cho máy điện từ thông hướng trục, stato chứa một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện mà theo như khía cạnh thứ hai thì cũng được bộc lộ. Trong cả hai trường hợp, một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện có thể được phân bố vòng quanh stato.

Một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện có thể được bố trí trong một số lượng lớn các nhóm, mỗi nhóm tương ứng với một cực của stato.

Mỗi cuộn cảm dẫn điện có thể được tạo cấu hình để được liên kết với một pha của một nguồn điện nhiều pha.

Các cuộn cảm dẫn điện liên kề vòng quanh có thể được tạo cấu hình để được liên kết với nhiều pha khác nhau của một nguồn nhiều pha mà, đối với một nguồn điện  $N$  pha, stato chứa một số lượng lớn các nhóm của cuộn cảm dẫn điện  $N$ , mỗi nhóm của các cuộn cảm dẫn điện  $N$  bao gồm một cuộn cảm cho mỗi pha của nguồn  $N$  pha, mỗi nhóm tương ứng với một cực của stato.

Với mỗi pha của nguồn điện nhiều pha, mỗi cuộn cảm thứ hai của stato mà được liên kết với pha nói trên có thể được liên kết với thanh dẫn điện chung. Bằng cách này, cuộn dây có thể được chia thành hai phần đan xen mà liên kết một nửa tổng số lượng các cuộn cảm cho mỗi pha tới một trong hai pha thanh dẫn điện.

Các cuộn cảm dẫn điện liên kề vòng quanh có thể chồng lên theo vòng tròn để xác định các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất để nhận ống dẫn từ thông. Mỗi khoảng của kiểu mẫu thứ nhất có thể là khoảng vòng quanh giữa hai phần hoạt

động liền kề của hai cuộn cảm khác nhau. Giống như các phần hoạt động xác định chúng, các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất kéo dài theo hướng xuyên tâm và có thể được kéo dài theo hướng xuyên tâm. Vì các cuộn cảm của stato vốn dĩ hình thành nên cấu trúc để nhận ống dẫn từ thông, stato được sản xuất nhanh chóng, và cũng với một độ chính xác cao mà cải thiện hiệu suất của máy điện.

Stato còn có thể bao gồm ống dẫn từ thông được đặt trong các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất và/hoặc thứ hai.

Stato còn có thể bao gồm vỏ bọc stato. Vỏ bọc stato có thể chứa các ổ cắm được phân bố theo vòng tròn và kéo dài quanh trục để nhận các phần bên ngoài của cuộn cảm dẫn điện mà về cơ bản là song song với trục quay. Như đã lưu ý phía trên, điều này giúp đem lại sự thuận lợi và chính xác trong sản xuất và truyền nhiệt từ thành phần dẫn điện của stato qua vỏ bọc stato.

Máy điện từ thông hướng trục bao gồm stato đó cũng được đề cập. Máy từ thông hướng trục có thể bao gồm một cặp các roto đối lập bố trí ở các phía đối diện của stato. Mỗi roto có thể chỉ hoàn toàn chuyên dụng cho một stato, hoặc một hay nhiều roto có thể được phân chia giữa hai stato căn chỉnh trục.

Một phương pháp sản xuất stato của máy điện từ thông hướng trục cũng được đề cập. Phương pháp bao gồm việc định vị một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện trong vỏ bọc stato để một số lượng lớn các cuộn cảm được phân bố vòng quanh vỏ bọc stato. Mỗi cuộn cảm dẫn điện chứa phần hoạt động thứ nhất và phần hoạt động thứ hai, mỗi phần hoạt động kéo dài theo hướng xuyên tâm thông thường về cơ bản là vuông góc với trục quay của máy điện và bao gồm một số lượng lớn các phần cuốn vòng quanh cuộn dây xếp chồng song song với trục quay mà tiết diện vuông góc với hướng xuyên tâm của mỗi phần hoạt động được kéo dài với một khổ lớn song song với trục quay. Phần hoạt động

thứ hai được đặt riêng ra theo một hướng vòng quanh và lệch trục từ phần hoạt động thứ nhất.

Vỏ bọc stato có thể chứa một số lượng lớn các ổ cắm được phân bố theo vòng tròn và kéo dài quanh trục. Trong trường hợp này, việc định vị một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện trong vỏ bọc stato có thể bao gồm, cho mỗi cuộn cảm dẫn điện tương ứng, việc định vị phần kéo dài quanh trục của cuộn cảm tương ứng vào một trong các ổ cắm kéo dài quanh trục. Điều này gia tăng sự hoạt động thuận lợi của bộ, độ chính xác của bộ, việc khóa cơ học và, trong sử dụng, tản nhiệt và hiệu suất.

Mỗi cuộn cảm dẫn điện có thể bao gồm một số lượng lớn các cặp phần hoạt động được liên kết với nhau theo chuỗi, trong đó các cặp liên kế của các phần hoạt động chồng lên theo vòng tròn để xác định một khoảng của kiểu mẫu thứ hai để nhận ống dẫn từ thông. Khoảng của kiểu mẫu thứ hai có thể là khoảng vòng quanh giữa hai phần hoạt động liên kế của cùng một cuộn cảm nhưng khác cặp phần hoạt động của cuộn cảm. Phương pháp còn bao gồm việc định vị ống dẫn từ thông trong các khoảng. Như lưu ý phía trên, một cách thuận lợi, mỗi cặp bổ sung của các phần hoạt động cho mỗi cuộn cảm làm gia tăng số lượng các rãnh cho mỗi cực cho mỗi pha thêm một, điều có thể làm giảm tổn hại và vì vậy cải thiện hiệu suất. Hơn nữa, số lượng các phần hoạt động cho mỗi coil có thể được đo cùng với tỉ lệ với tâm với của máy, vì vậy mà hiệu suất cao hơn có thể có khả năng đối với các máy to hơn.

Một phương pháp khác để sản xuất stato của máy điện từ thông hướng trục được đề cập. Phương pháp bao gồm việc định vị một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện trong vỏ bọc stato để mà một số lượng lớn các cuộn cảm được phân bố vòng quanh vỏ bọc stato. Mỗi một cuộn cảm dẫn điện bao gồm hai cặp phần hoạt động, mỗi phần hoạt động kéo dài theo hướng xuyên tâm thông

thường về cơ bản là vuông góc với trục quay của máy điện. Thường thì các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm của mỗi cặp được đặt riêng ra theo một hướng vòng quanh. Hai cặp phần hoạt động của mỗi sự xếp chồng lên theo vòng tròn một phần nhằm xác định khoảng của kiểu mẫu thứ hai để nhận ống dẫn từ thông. Khoảng của kiểu mẫu thứ hai là khoảng vòng quanh giữa hai phần hoạt động liền kề của các cặp phần hoạt động khác nhau của cùng một cuộn cảm. Phương pháp còn bao gồm việc định vị ống dẫn từ thông trong các khoảng.

Trong phương pháp thứ hai, mỗi phần hoạt động có thể chứa một số lượng lớn các phần cuộn vòng quanh cuộn dây xếp chồng song song với trục quay mà tiết diện vuông góc với trục quay của mỗi phần hoạt động được kéo dài với một khổ lớn song song với trục quay. Điều này làm giảm sự tỏa nhiệt, bởi dòng điện được tản ra đều hơn qua tiết diện dẫn điện. Các phần hoạt động của mỗi cặp có thể lệch trục với nhau. Việc làm lệch trục các phần hoạt động tạo điều kiện cho sự xếp chồng của các cuộn cảm vòng quanh và theo hướng trục, đem lại tính linh hoạt của khoảng cách (mật độ khoảng cách) giữa mỗi cặp phần hoạt động và cũng cải thiện độ cứng kết cấu của cuộn dây hoàn thiện nhờ có đặc tính liên khóa của cuộn cảm.

Trong cả hai phương pháp, cuộn cảm dẫn điện có thể được định vị để các cuộn cảm dẫn điện liền kề vòng quanh chồng lên theo vòng tròn và từ đó xác định các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất để nhận ống dẫn từ thông. Mỗi khoảng của kiểu mẫu thứ nhất có thể là khoảng giữa hai phần hoạt động liền kề của hai cuộn cảm khác nhau. Cả hai phương pháp còn có thể bao gồm việc định vị ống dẫn từ thông trong các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất.

Cả hai phương pháp còn bao gồm việc ngâm ít nhất một phần của stato vào hợp chất liên kết, ví dụ như nhựa tổng hợp resin. Điều này góp phần tăng

cường cho bộ stato, bảo vệ bộ khỏi những lực cơ học và điện từ gặp phải trong khi sử dụng. Các cách liên kết các cuộn cảm với nguồn điện có thể không được ngâm vào hợp chất liên kết, cho phép tiếp cận dễ dàng với các liên kết sau khi ngâm.

Một đặc điểm bất kỳ trong một khía cạnh của sáng chế có thể được áp dụng vào các khía cạnh khác của sáng chế, trong một tổ hợp tương thích bất kỳ. Cụ thể là, các khía cạnh của phương pháp có thể được áp dụng vào các khía cạnh của máy, và ngược lại. Ngoài ra, bất kỳ, một vài và/hoặc tất cả các đặc điểm trong một khía cạnh có thể được áp dụng với bất kỳ, một vài và/hoặc tất cả các đặc điểm trong bất kỳ khía cạnh nào khác, trong một tổ hợp tương thích bất kỳ.

Điều cũng nên được đánh giá cao đó là tổ hợp cụ thể của các đặc điểm đa dạng được mô tả và xác định trong bất kỳ khía cạnh nào của sáng chế có thể được áp dụng và/hoặc cung cấp và/hoặc sử dụng một cách độc lập.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả hoàn toàn bằng ví dụ có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, trong đó:

- Fig. 1A là hình chiếu cạnh của máy từ thông hướng trục bọc lộ bộ stato, roto và trục truyền;
- Fig. 1B là hình chiếu phối cảnh của máy từ thông hướng trục trong Fig. 1A;
- Fig. 2A là hình chiếu phối cảnh của roto và trục truyền của máy từ thông hướng trục trong các Fig. 1A-1B;
- Fig. 2B là hình chiếu phẳng của roto của máy từ thông hướng trục trong các Fig. 1A-B và 2A, bộc lộ rõ hơn các nam châm vĩnh cửu của roto;

- Fig. 3 là hình chiếu cạnh tiết diện của máy từ thông hướng trục, bộc lộ các chi tiết bổ sung mà không trông thấy được trong các Fig. 1A-1B và 2A-2B;
- Fig. 4A là hình chiếu phối cảnh của các thành phần dẫn điện của bộ stato của máy từ thông hướng trục mà bao gồm 48 cuộn cảm dẫn điện;
- Fig. 4B là hình chiếu cạnh của các thành phần dẫn điện của bộ stato trong Fig. 4A;
- Fig. 4C là hình chiếu phẳng của các thành phần dẫn điện của bộ stato trong các Fig. 4A và 4B;
- Fig. 5A bộc lộ hình chiếu phẳng và hình chiếu mặt dưới của phần tử cuộn cảm dẫn điện đơn có một cặp đơn các các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm;
- Fig. 5B bộc lộ hai hình chiếu phối cảnh của phần tử cuộn cảm dẫn điện trong Fig. 5A;
- Fig. 5C bộc lộ hai hình chiếu cạnh của phần tử cuộn cảm dẫn điện trong các Fig. 5A và 5B;
- Fig. 5D bộc lộ hình chiếu phía trước và phía sau của phần tử cuộn cảm dẫn điện trong các Fig. 5A-5C;
- Fig. 5E là hình chiếu phẳng của một phần của stato mà bao gồm một số lượng lớn các phần tử dẫn điện trong các Fig. 5A-5D được phân bố vòng quanh stato, bộc lộ các khoảng tạo ra bởi sự chồng lên nhau;
- Fig. 5F là hình chiếu phẳng bộc lộ stato trong Fig. 5E;
- Fig. 5G là hình chiếu phẳng của phần tử dẫn điện làm rõ cách phần tử dẫn điện có thể được quấn trong một mặt phẳng;

- Fig. 5H là hình chiếu cạnh của phần tử dẫn điện được làm rõ trong Fig. 5G;
- Fig. 5I là hình chiếu phối cảnh của phần tử dẫn điện được làm rõ trong các Fig. 5G và 5H;
- Fig. 5J là hình chiếu phẳng của phần tử cuộn cảm dẫn điện thay thế;
- Fig. 5K là hình chiếu phẳng của stato mà tận dụng một số lượng lớn các phần tử cuộn cảm dẫn điện trong Fig. 5J;
- Fig. 6A bộc lộ các hình chiếu phẳng và mặt dưới của cuộn cảm dẫn điện mà bao gồm hai cặp các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm chồng lên theo vòng tròn được liên kết theo chuỗi;
- Fig. 6B bộc lộ hai hình chiếu phối cảnh của cuộn cảm dẫn điện trong Fig. 6A;
- Fig. 6C bộc lộ hai hình chiếu cạnh của cặp của các cuộn cảm dẫn điện trong các Fig. 6A và 6B;
- Fig. 6D bộc lộ hình chiếu phía trước và phía sau của cuộn cảm dẫn điện trong Fig. 6A-6C;
- Fig. 7A là hình chiếu phía trước bộc lộ cuộn cảm dẫn điện trong các Fig. 6A-6D được liên kết với một cặp thanh dẫn điện;
- Fig. 7B là hình chiếu phối cảnh của cuộn cảm dẫn điện trong các Fig. 6A-6D được liên kết với một cặp thanh dẫn điện;
- Fig. 7C là hình chiếu phẳng của một cặp cuộn cảm dẫn điện trong các Fig. 6A-6D được liên kết với một cặp thanh dẫn điện;
- Fig. 8A là hình chiếu phẳng của tám cuộn cảm dẫn điện được liên kết với cùng một cặp thanh dẫn điện;

- Fig. 8B là hình chiếu phẳng của tám cuộn cảm dẫn điện được liên kết với cùng một cặp thanh dẫn điện;
- Fig. 9A là hình chiếu phía trước của hai cuộn cảm dẫn điện liền kề vòng quanh được liên kết với các cặp thanh dẫn điện tương ứng;
- Fig. 9B là hình chiếu phối cảnh của hai cuộn cảm dẫn điện liền kề vòng quanh được liên kết với các cặp thanh dẫn điện tương ứng;
- Fig. 9C là hình chiếu phẳng của hai cuộn cảm dẫn điện liền kề vòng quanh được liên kết với các cặp thanh dẫn điện tương ứng;
- Fig. 10 là hình chiếu phối cảnh của sáu cuộn cảm dẫn điện liền kề làm rõ một cách thay thế để liên kết các cuộn cảm dẫn điện với nguồn điện ba pha;
- Fig. 11A là hình chiếu hình chiếu phẳng của một nửa số thành phần dẫn điện của 16 cực, bộ stato ba pha mà bao gồm 24 cuộn cảm dẫn điện mỗi cuộn chứa hai cặp các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm;
- Fig. 11B là hình chiếu phối cảnh của bộ stato trong Fig. 11A;
- Fig. 12A là hình chiếu phối cảnh của bộ stato, bao gồm vỏ bọc stato mà bọc các cuộn cảm dẫn điện của bộ stato;
- Fig. 12B là hình chiếu phẳng của bộ stato trong Fig. 12A, bộc lộ cách các cuộn cảm dẫn điện nhận được trong các ổ cắm vỏ bọc stato;
- Fig. 12C là hình chiếu phẳng của bộ stato trong các Fig. 12A và 12B, bộc lộ các thanh dẫn điện và liên kết pha;
- Fig. 13 là biểu đồ làm rõ phương pháp sản xuất stato; và



- Fig. 14 là đồ thị hiệu suất bậc lộ hiệu suất của máy từ thông hướng trục bao gồm bộ stato trong các Fig. 12A-12C trong một phạm vi điều chỉnh mô-men lực xoắn và giá trị tốc độ.

Các số chỉ dẫn tương ứng được sử dụng cho các phần tử tương ứng xuyên suốt bản mô tả và các hình vẽ.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Một phương án của sáng chế hiện tại sẽ được mô tả có liên quan tới mô-tơ từ thông hướng trục 100. Trong khi mô-tơ 100 được mô tả, điều nên được đánh giá cao là sáng chế đã có thể được áp dụng ở các loại máy điện từ thông hướng trục như máy phát.

### **Tổng quát về máy từ thông hướng trục**

Fig. 1A và Fig. 1B bộc lộ các thành phần chính của mô-tơ từ thông hướng trục 100. Mô-tơ từ thông hướng trục bao gồm bộ stato 1, hai roto 2a, 2b được bố trí ở hai phía đối diện của bộ stato 1, và trục truyền 3. Trục truyền bao gồm đầu dẫn động 3a và đầu không dẫn động 3b. Các roto 2a, 2b được đặt cố định vào trục truyền 3. Trong khi sử dụng, stato 1 của mô-tơ từ thông hướng trục 100 không thay đổi và các roto 2a, 2b và trục truyền 3 quay cùng nhau cân xứng với stato 1. Điều cần được đánh giá cao là các thành phần đa dạng thường được bộc lộ trong mô-tơ 100, ví dụ như roto che phủ các tấm và các bộ phận dùng cho việc kết nối stato với nguồn điện, đã bị bỏ qua trong các Fig. 1A và 1B để hình rõ ràng hơn.

Trong khi các Fig. 1A-1B bộc lộ hai roto 2a, 2b và một stato đơn 1, các cấu hình khác có khả năng là một điều được đánh giá cao. Ví dụ, một trong số các roto 2a, 2b có thể được phân chia giữa hai stato được căn chỉnh trục. Đó là, có thể có hai stato và ba roto, với một trong ba roto được phân chia giữa hai stato.

Fig. 2A và Fig. 2B bộc lộ các roto 2a, 2b và trục truyền 3 của mô-tơ 100 không có bộ stato 1. Như được thể hiện rõ trong Fig. 2B, mỗi roto 2a, 2b bao gồm một số lượng lớn các nam châm vĩnh cửu được phân bố theo vòng tròn 21, 22, 23, 24. Các nam châm 21, 22, 23, 24, ví dụ, là các nam châm đất hiếm ví dụ như nam châm Neodim-Sắt-Bo. Các nam châm liền kề vòng quanh, ví dụ như các nam châm vĩnh cửu 21 và 22 có hai đối cực. Đó là, mỗi cực bắc 23 sẽ liền kề vòng quanh với hai cực nam 22, 24, và mỗi cực nam 22 sẽ liền kề vòng quanh với hai cực bắc 21, 23.

Mặc dù không thấy được trong các Fig. 2A và 2B, các roto 2a, 2b được đặt ở các nam châm vĩnh cửu đối lập mà có hai cực đối lập. Đó là, cực bắc trên roto 2a sẽ đối diện với cực nam trên roto 2b và ngược lại. Vì vậy, các nam châm của hai roto 2a, 2b phát ra từ trường với các đường trục của từ thông giữa hai roto 2a, 2b.

Như được hiểu bởi người có hiểu biết trong lĩnh vực, bộ stato 1 được mô tả trong sáng chế không có cuộn lái tia nhưng không phải là không có sắt. Cuộn lái tia là một phần tử cấu trúc thêm vào có trong một vài stato nhằm dẫn các dòng từ thông giữa các cực đối lập của từ trường roto. Đó là, cuộn lái tia sẽ hoàn thiện các mạch từ bên trong stato. Do máy từ thông hướng trục 100 được mô tả trong sáng chế tận dụng một cặp các roto đối lập 2a, 2b mà nam châm vĩnh cửu của các roto này có các đối cực, do vậy sẽ không cần cuộn lái tia để hoàn thiện các mạch từ vì từ thông chỉ theo một hướng duy nhất. Việc có stato không có cuộn lái tia sẽ làm giảm tổng trọng lượng của máy từ thông hướng trục, điều mà đem lại lợi ích lớn trong nhiều ứng dụng thực tiễn. Thêm vào đó, điều này giúp cải thiện hiệu suất bởi vì không hề có tổn hại do mật độ thay đổi của từ thông trong một vùng cuộn lái tia.

Sự tách rời vòng quanh  $\alpha$  (đặt ở góc) của trục tâm của hai nam châm vĩnh cửu liền kề 21, 22 của roto 2a, 2b xác định khoảng cách điện cực của mô tơ từ thông hướng trục 100. Điều được đề cập đó là khoảng cách trung bình của các nam châm vĩnh cửu  $\beta$  có thể giống hoặc bé hơn khoảng cách điện cực của mô tơ 100. Trong các Fig. 2A-2B, các nam châm liền kề được tách rời ra bởi một miếng đệm không có từ tính và do vậy mà khoảng cách trung bình  $\beta$  của các nam châm vĩnh cửu 21-24 sẽ ít hơn bước cực  $\alpha$  của mô tơ 100. Trong một ví dụ,  $\beta$  bằng xấp xỉ 3/4 của  $\alpha$ . Tỷ lệ của  $\beta$  so với  $\alpha$  có thể được chọn để làm giảm độ méo vòng quanh không gian sóng hài của mật độ từ thông của nam châm vĩnh cửu trong stato 1. Như được đánh giá cao, không cần thiết phải bố trí các miếng đệm không có từ tính để cho phép khoảng cách  $\beta$  của các nam châm vĩnh cửu 21-24 nhỏ hơn khoảng cách điện cực  $\alpha$  của mô tơ 100. Ví dụ, các nam châm vĩnh cửu 21-24 có thể được gắn vào roto bằng cách sử dụng vật liệu dính, hoặc các chất tương đương, ở các vị trí được yêu cầu cách nhau theo khoảng.

Các roto 2a, 2b được bộc lộ trong các Fig. 2A-2B có mười sáu nam châm vĩnh cửu được phân bố theo vòng tròn 21-24 và vì vậy có mười sáu cực. Tuy nhiên, điều này đơn thuần chỉ là một ví dụ và trên thực tế thì có thể sẽ có nhiều hơn hoặc ít hơn 16 cực, phụ thuộc một phần vào sáng chế dự định. Ví dụ, các cực có đặc thù là tồn tại theo các cặp (vậy là sẽ có một số lượng chẵn các cực) và số lượng các cực tới một mức độ nào đó bị giới hạn bởi tầm với của các roto 2a, 2b mà phụ thuộc vào kích cỡ của mô tơ phù hợp với đơn dự định đăng ký. Rotor 2a, 2b có thể, ví dụ, có tám hoặc ba mươi hai cực.

Nhìn sang Fig. 3, hình này bộc lộ hình chiếu tiết diện của mô tơ từ thông hướng trục 100 của các Fig. 1-2 với chi tiết bổ sung. Như các sáng chế trong đây được mô tả chủ yếu là về thành phần dẫn điện 10 của bộ stato 1, điều mà sẽ được mô tả chi tiết hơn bên dưới có tham chiếu đến các Fig. 4-12, chỉ có một sự tổng

quát ngắn về các thành phần của Fig. 3 được bộc lộ. Người có hiểu biết trong lĩnh vực hoàn toàn quen thuộc với các thành phần của máy từ thông hướng trục ví dụ như mô-tơ từ thông hướng trục 100, và cũng đánh giá cao một điều đó là không phải tất cả các đặc điểm bộc lộ trong Fig. 3 đều cần thiết với một máy từ thông hướng trục, và các đặc điểm được bộc lộ có thể được áp dụng bằng nhiều cách khác nhau.

Bên cạnh stato 1, roto đầu dẫn động 2a, roto đầu không dẫn động 2b và trục truyền 3, Fig. 3 bộc lộ các roto đầu dẫn động và đầu không dẫn động che phủ tấm 4a, 4b mà bao quanh các roto 2a, 2b và thường bị kín mô-tơ 100 để tránh sự xâm nhập của vật liệu bên ngoài. Vòng đệm roto 4c cách các roto 2a, 2b thành khoảng. Các vòng đệm kín chữ O 8a, 8b và đệm di động 9 còn bị kín các bộ phận bên trong của mô-tơ 100. Sự quay của các roto 2a, 2b được hỗ trợ bởi ổ trục đầu dẫn động và ổ trục đầu không dẫn động 6a, 6b, giúp duy trì các khoảng tư cách 5 giữa các nam châm vĩnh cửu của roto 2a, 2b và stato 1. Bộ đếm xung 7 mà bao gồm giá đỡ bộ mã hóa 71, bộ mã hóa định vị trong trục 72 và nam châm cảm biến liên kết bộ mã hóa 73 cũng được bộc lộ.

### **Cuộn cảm dẫn điện và Stato**

Các thành phần dẫn điện 10, bao gồm cuộn cảm dẫn điện 12, của bộ stato 1 sẽ được mô tả trong tham chiếu tới các Fig. 4-12. Điều nên được đánh giá cao đó là mặc dù các ví dụ cụ thể được mô tả, với các số lượng cực stato cụ thể 11, cuộn cảm dẫn điện 12 và các pha dòng điện, điều này không phải dụng ý giới hạn phạm vi của các yêu cầu bảo hộ.

Chuyển nhanh qua các Fig. 12A-12C, bộ stato 1 được bộc lộ, có thể thấy là bao gồm vỏ bọc stato 20 dạng vòng hoặc có hình vành mà bọc các thành phần dẫn điện 10 của stato 1. Lõi của bộ stato 1, nơi mà từ thông quanh trục cung cấp bởi nam châm roto tương tác với lưu lượng dòng chảy xuyên tâm qua các

thành phần dẫn điện 10 để phát ra mô-men lực xoắn mà làm cho các roto 2a, 2b quay, bao gồm các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm của các thành phần dẫn điện 10 của stato và ống dẫn từ thông 30 ở dưới dạng các gói cán mỏng. Ống dẫn từ thông 30, ở dưới dạng các gói cán mỏng, bao gồm các tấm tấm thép silic kỹ thuật điện có định hướng bao quanh bởi các chất cách điện, được đặt trong các khoảng giữa các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm của thành phần dẫn điện 10 của lõi. Ống dẫn từ thông 30, ở dưới dạng các gói cán mỏng, hoạt động để chuyển từ thông sản sinh ra bởi các nam châm vĩnh cửu 21-24 giữa dòng điện mang vật dẫn.

Giờ chuyển sang các Fig. 4A-4C, các thành phần dẫn điện 10 (mà từ giờ sẽ được gọi đơn giản là stato 10) được bộc lộ mà không có vỏ bọc stato 20 hay ống dẫn từ thông 30, ở dưới dạng các gói cán mỏng. Như được đánh giá cao từ hình chiếu phía trên xuống hình chiếu phía dưới của Fig. 4C, stato 10 có các cuộn dây được phân bố và bao gồm một số lượng lớn (trong trường hợp này là mười sáu) cực stato được phân bố theo vòng tròn 11a, 11b, ..., 11p, mỗi một cực này bao gồm một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện 12. Mỗi cuộn cảm dẫn điện 12 được liên kết với một pha của nguồn điện nhiều pha qua các bộ phận nối 15, 16, mà trong ví này chúng ở dưới dạng các thanh dẫn điện. Trong một ví dụ cụ thể, stato 10 được tạo cấu hình cho việc sử dụng cùng với một nguồn điện ba pha vì vậy mà có ba cuộn cảm dẫn điện 12 cho mỗi cực 11a-11p của stato.

Điều được đánh giá cao đó là cùng với mười sáu cực 11a-11p và ba cuộn cảm dẫn điện 12 cho mỗi cực, stato 10 của các Fig. 4A-C có tổng cộng 48 cuộn cảm dẫn điện 12 được phân bố theo vòng tròn. Tuy nhiên, có thể thấy từ hình chiếu phía trên xuống hình chiếu phía dưới của Fig. 4C rằng stato 10 này thực chất có 96 phần hoạt động kéo dài xuyên tâm. Hơn nữa, có thể thấy từ hình chiếu cạnh của Fig. 4B rằng có hai lớp lệch trục của các phần hoạt động kéo dài

xuyên tâm, tổng cộng là có 192 phần hoạt động kéo dài xuyên tâm. Các lý do lý giải cho điều này sẽ được làm rõ trong mô tả của các Fig. 5-9. Tóm lại, mỗi cuộn cảm dẫn điện 12 bao gồm một hoặc nhiều phần tử dẫn điện 120, mỗi phần tử bao gồm một cặp các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm lệch trục. Mỗi cuộn cảm dẫn điện 12 của stato 10 trong các Fig. 4A-4B bao gồm hai phần tử dẫn điện 120, và vì mỗi phần tử dẫn điện 120 bao gồm một cặp các phần kéo dài xuyên tâm lệch trục, đã giải thích cho việc có tổng cộng 192 các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm.

Các thành phần dẫn điện của stato 10 có thể được cấu thành từ bất kỳ tổ hợp nào của một hoặc nhiều vật liệu dẫn điện. Tuy nhiên, các thành phần dẫn điện 10 được ưu tiên làm ra từ đồng.

Các Fig. 5A-5D bộc lộ các hướng khác nhau của một phần tử dẫn điện 120 đơn. Như được đề cập phía trên và sẽ được giải thích cụ thể hơn phía dưới đây, mỗi cuộn cảm dẫn điện 12 được cấu thành từ một hoặc nhiều phần tử dẫn điện 120. Điều được đánh giá cao là trong trường hợp của một phần tử dẫn điện 120 cho mỗi cuộn cảm dẫn điện 12, một cuộn cảm dẫn điện 12 và một phần tử dẫn điện 120 tương đương nhau. Các Fig. 6A-6D bộc lộ cuộn cảm dẫn điện 12 mà được cấu thành từ hai phần tử dẫn điện 120 và 120', và sẽ được mô tả dưới đây.

Quay lại với các Fig. 5A-5D, như được đã được đánh giá cao nhất từ các hình chiếu phía trên - phía dưới của Fig. 5A mà trong đó trục quay vuông góc với mặt phẳng của trang, phần tử dẫn điện 120 bao gồm một cặp phần dẫn hoạt động 121a, 121b được đặt riêng theo vòng tròn, kéo dài xuyên tâm. Các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm 121a, 121b được gọi là “các phần hoạt động” bởi, khi cuộn cảm dẫn điện 12 được đặt trong stato, chúng sẽ được bố trí vào bên trong lõi stato và vì vậy tương tác với các từ trường tạo ra bởi các nam châm

của các roto 2a, 2b. Điều được đánh giá cao là do các phần hoạt động thường kéo dài theo hướng xuyên tâm, giúp chúng gần như vuông góc với từ thông quanh trục ở trong lõi, ít nhất thì liên kết từ thông cũng gần như tối đa.

Góc  $\gamma$  mà tại đó hai phần hoạt động 121a, 121b được đặt riêng ra sẽ được gọi là khoảng cách cuộn cảm. Khoảng cách cuộn cảm cũng có thể gần như là một hoặc khác (ít hay nhiều) so với khoảng cách điện cực  $\alpha$  (xác định bởi góc giữa trục tâm của các nam châm vĩnh cửu của roto). Ưu tiên hơn là khoảng cách cuộn cảm  $\gamma$  thì nhỏ hơn khoảng cách điện cực  $\alpha$ . Ví dụ,  $\gamma$  có thể xấp xỉ bằng  $5/6$  của  $\alpha$ . Bằng cách khiến  $\gamma$  nhỏ hơn  $\alpha$ , một sự tạo bước ngắn của cuộn dây có thể được áp dụng, điều làm giảm thiểu một lượng sóng hài không gian của lực động từ của cuộn dây (mmf).

Chuyển sang các Fig. 5E và 5F, các hình này bộc lộ stato ba pha có mười sáu cực 10', stato mà giống với stato 10 của các Fig. 4A-4C, nhưng khác nhau ở chỗ mỗi cuộn cảm 12 của stato 10' chỉ có một phần tử dẫn điện 120 (một cặp của các phần hoạt động 121a, 121b). Đó là, trong các Fig. 5E và 5F, cuộn cảm 12 và phần tử dẫn điện 120 là tương đương nhau. Giống như stato 10, cuộn cảm dẫn điện 120a, 120b, 120c của stato 10' được phân bố vòng quanh stato và các cuộn cảm liền kề vòng quanh chồng lên theo vòng tròn.

Như được bộc lộ rõ trong Fig. 5E, việc chồng lên vòng quanh nhau của các cuộn cảm 120a, 120b, 120c xác định các khoảng vòng quanh giữa các phần hoạt động của cuộn cảm. Các khoảng vòng quanh, mà được kéo dài theo hướng xuyên tâm, có thể nhận được từ thông 30. Các khoảng như các khoảng nhận dạng 141a, 141b, 141c sẽ được gọi là các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất. Như đã thấy, các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất 141a, 141b, 141c được xác định giữa các phần hoạt động của các cuộn cảm khác nhau. Ví dụ, khoảng 141b nằm giữa một trong hai phần hoạt động của cuộn cảm 120a và một trong

hai phần hoạt động của cuộn cảm 120c. Tuy nhiên, điều cần đánh giá cao là hai cuộn cảm mà xác định một khoảng cụ thể của kiểu mẫu thứ nhất 141a, 141b, 141c có thể phụ thuộc vào các yếu tố khác nhau, bao gồm số lượng các pha cho mỗi cực stato, số lượng các cực và khoảng cách cuộn cảm được chọn  $\gamma$ .

Giờ quay lại các Fig. 5A-5D, như có thể thấy trong các Fig. 5B và 5D, hai phần hoạt động 121a, 121b bị lệch trục với nhau. Điều này tạo điều kiện cho việc xếp chồng các cuộn cảm dẫn điện 12 theo hướng vòng quanh, và cũng tạo điều kiện cho việc xếp chồng vòng quanh các phần tử dẫn điện 120 nơi mà có nhiều phần tử dẫn điện 120 cho mỗi cuộn cảm dẫn điện 12. Như được bàn luận chi tiết khi tham chiếu tới Fig. 14, điều này cho phép nhiều cực stato hơn và nhiều rãnh cho mỗi cực cho mỗi pha hơn, cả hai điều này có thể đem lại hiệu suất cao hơn. Ngoài ra, cuộn dây có thể đã được tạo bước ngắn.

Như được thấy trong mỗi Fig. 5B, 5C và 5D, mỗi phần tử dẫn điện 120 được cấu thành từ một độ dài liên tiếp của vật dẫn quấn dây. Cuộn dây ngoài cùng của độ dài của vật dẫn định ra phần nổi thứ nhất 128, mà sẽ được gọi là phần cuối bên ngoài 128. Phần cuối bên ngoài 128 kéo dài về cơ bản là song song với hướng trục. Như được mô tả chi tiết dưới đây, điều này sẽ tạo điều kiện cho các cuộn cảm 12 liên kết thuận tiện với nguồn điện nhiều pha. Phần vòng trong cùng của cuộn dây định ra phần nổi thứ hai 129, mà sẽ được gọi là phần cuối bên trong 129.

Cũng có thể thấy trong mỗi Fig. 5B, 5C và 5D, độ dài của vật dẫn mà cấu thành nên phần tử dẫn điện 120 được quấn để một số lượng lớn phần cuốn vòng quanh cuộn dây 131a, 131b được xếp chồng song song với trục quay của máy điện. Tiết diện kết quả của phần tử dẫn điện 120 mà vuông góc với hướng xuyên tâm của mỗi phần hoạt động 121a, 121b được kéo dài với một khổ lớn song song với trục quay. Tại các ví dụ trong các Fig. 5A-5D, có mười bốn



phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau quanh trục 131a, 131b, mặc dù điều này không phải dụng ý nhằm giới hạn sáng chế như những sáng chế khác là có khả năng như nhau.

Các Fig. 5G, 5H và 5I làm rõ cách mà các phần tử dẫn điện 120 có thể được cấu thành bằng cách quấn độ dài của một vật dẫn. Như được bộc lộ trong Fig. 5G, vật dẫn được di chuyển vòng qua một cặp các phần tử hỗ trợ 301, 302 (mà nhô ra vuông góc khỏi mặt phẳng của trang) trong một mặt phẳng đơn để cấu thành nên một cuộn dây phẳng, hai chiều với một số lượng (trong trường hợp này là mười bốn) các vòng hoặc các lớp. Rằng việc các cuộn dây này phẳng được đánh giá cao nhất trong các Fig. 5H và 5I. Cuộn dây trong cùng định ra tại phần cuối bên trong 129 và cuộn dây ngoài cùng định ra phần cuối bên ngoài 128.

Việc cấu thành nên cuộn dây phẳng bộc lộ trong các Fig. 5G-5I, hình dạng ba chiều của phần tử dẫn điện 120 được tạo nên bằng cách uốn hoặc làm biến dạng cuộn dây phẳng thành hình được bộc lộ trong các Fig. 5A-5D. Việc uốn có thể được thực hiện bằng cách dùng dụng cụ uốn, như đã được biết đến trong lĩnh vực. Ví dụ, một dụng cụ uốn với các khối biên dạng dương bên trong lệch trục có thể bị đẩy vào ốc quy âm bên ngoài để uốn cuộn dây phẳng làm sao cho các phần hoạt động bị lệch trục với nhau. Phần cuối bên ngoài 128 và phần cuối bên trong 129 có thể được uốn riêng biệt như mong muốn.

Để giúp quá trình uốn thuận lợi hơn, cuộn dây phẳng, đầu tiên có thể là bị chia ra bằng lực bổ sung để cuộn dây có thể duy trì hình dạng của nó trong quá trình uốn. Trong một ví dụ, vật dẫn có một lớp nhiệt - hay là lớp dung môi hoạt tính liên kết bên ngoài để sau khi quấn cuộn dây, các vòng/lớp có thể được liên kết vào với nhau để duy trì hình dạng.

Điều nên được đánh giá cao, cụ thể là trong các Fig. 5G-5I, là các phần tử dẫn điện 120 có thể được quấn bằng nhiều cách khác nhau, và một cuộn dây cụ thể mà được xác định thì không có dụng ý bị giới hạn trong sáng chế. Một vài giải pháp thay thế bao gồm:

- Trong khi cuộn dây trong Fig. 5G đã được quấn vòng quanh các phần tử bổ sung 301, 302 ngược chiều kim đồng hồ. độ dài của vật dẫn cũng có thể được quấn theo chiều của kim đồng hồ.
- Trong khi các vòng bên ngoài cùng của cuộn dây định ra rằng phần cuối bên ngoài 128 dẫn tới phần hoạt động 121a, 121b của phần tử dẫn điện 120, đây không nhất thiết phải là như vậy. Vòng bên ngoài có thể định ra ở bất kỳ điểm nào của vòng, ví dụ như phần cuối bên ngoài 128 sẽ dẫn tới một vùng mạch của vòng thay vì là phần hoạt động.
- Trong khi mười bốn cuộn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau quanh trục được bộc lộ trong Fig. 5, có thể có nhiều hoặc ít hơn mười bốn vòng.
- Trong khi cuộn dây dày một vòng/lớp (xem cụ thể tại Fig. 5H), nó có thể dày hơn một vòng/lớp. Trong trường hợp này, mỗi phần tử dẫn điện 120 sẽ bao gồm một số lượng lớn các phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau theo vòng tròn. Trong khi bất kỳ một số lượng phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau theo vòng tròn đều có khả năng, số lượng mà được ưu tiên có thể ít hơn số lượng phần cuốn vòng quanh cuộn dây theo hướng trục, mà theo đó tiết diện của phần tử dẫn điện 120 vuông góc với hướng xuyên tâm của mỗi phần hoạt động 121a, 121b vẫn có một khổ lớn mà song song với trục quay. Ví dụ, tỷ lệ số lượng các vòng xếp chồng lên nhau quanh trục so với số lượng các

vòng xếp chồng lên nhau theo vòng tròn có thể lớn hơn ba, và có thể được ưu tiên lớn hơn năm.

Như được đánh giá cao phía trên, trong sử dụng, dòng điện sẽ chảy dọc theo hai phần hoạt động 121a, 121b của phần tử dẫn điện 120 theo các hướng đối lập (đó là, song song hướng vào trong hoặc ra ngoài với hướng kéo dài xuyên tâm). Sự đảo ngược hướng dòng điện tạo ra bởi phần vòng lặp ngoài 122 của phần cuộn vòng quanh cuộn dây 131a, 131b và bởi phần vòng lặp trong 125 của phần cuộn vòng quanh cuộn dây 131a, 131b. Mỗi một phần vòng lặp ngoài 122 bao gồm một đoạn thứ nhất 123 và một cặp đoạn thứ hai 124a, 124b (một cho mỗi cặp phần hoạt động 121a, 121b) mà liên kết các phần hoạt động 121a, 121b với đoạn thứ nhất 123. Tương tự, mỗi phần vòng lặp trong 125 bao gồm đoạn thứ nhất 126 và một cặp các đoạn thứ hai 127a, 127b (một cho mỗi cặp phần hoạt động 121a, 121b) mà liên kết các phần hoạt động 121a, 121b với đoạn thứ nhất 126.

Có thể thấy trong các Fig. 5B, 5C và 5D, các đoạn bên ngoài thứ nhất 123 cùng hình thành nên phần bên ngoài 133 của phần tử cuộn cảm 120 với một bề mặt mà về cơ bản là song song với trục quay. Tại ví dụ cụ thể trong các Fig. 5A-5D, các đoạn bên ngoài thứ nhất 123 về cơ bản là hình bán nguyệt và vì vậy phần bên ngoài 133 về cơ bản là một mặt phẳng nửa đĩa 133, nhưng các hình dáng khác đều có khả năng. Ví dụ, mỗi một đoạn bên ngoài thứ nhất 123 có thể có hình dạng tương ứng với ba mặt của hình chữ nhật, mà từ đó chúng cùng nhau hình thành nên phần bên ngoài 133 mà có bề mặt hình chữ nhật phẳng. Một ví dụ nữa, phần bên ngoài 133 của phần tử dẫn điện 120 cấu thành bởi đoạn bên ngoài thứ nhất 123 không cần phải phẳng hoặc hai chiều: điều này được làm rõ trong Fig. 5J, trong đó bộc lộ phần tử dẫn điện 120'' với phần bên ngoài 133'' với mặt nghiêng cong và do vậy bề mặt cong. Fig. 5K bộc lộ hình chiếu phẳng của một stato 10'' chứa các phần tử dẫn điện, mà có thể được

so sánh với Fig. 4C (mặc dù lưu ý rằng stato 10'' không bộc lộ bất kỳ một bộ phận nổi 15, 16 nào).

Bề mặt 133 hình thành bởi các đoạn bên ngoài thứ nhất 123 có thể được sử dụng để tạo điều kiện tản nhiệt nhờ có khu vực bề mặt tương đối rộng của nó. Hơn nữa, vì phần bên ngoài 133 của cuộn cảm 120 về cơ bản là song song với trục quay, vỏ bọc stato 20 có thể bố trí các ổ cắm kéo dài quanh trục 25 mà nhận được quanh trục phần bên ngoài 133 của phần tử cuộn cảm 120', 120'' để đem lại khóa cơ học và cải thiện tản nhiệt. Điều này sẽ được giải thích kỹ hơn bên dưới.

Các đoạn bên trong thứ nhất 126 cùng nhau cấu thành nên phần bên trong 136 của cuộn phần tử cuộn cảm 120. Phần bên trong 136 được làm rõ trong các hình 5B-5D về cơ bản là giống phần bên ngoài 133 được mô tả bên trên, và giống như phần bên ngoài 133 mô tả bên trên có thể song song với trục quay và có thể có các hình dáng và mặt nghiêng đa dạng. Tuy nhiên, phần bên trong 136 thường đóng vai trò ít hơn trong việc tản nhiệt và xếp chồng của các cuộn cảm 12, và do đó các đoạn bên trong 126 được tạo cấu hình để nhằm giảm bớt số lượng tổng cộng của vật dẫn cho mỗi phần tử dẫn điện 120 để giảm chi phí.

Về các đoạn bên ngoài thứ hai 124a, 124b và các đoạn bên trong thứ hai 127a, 127b, trong khi chúng về cơ bản được bộc lộ là thẳng trong các Fig. 5A-5D, chúng lại thực chất trông hơi cong một chút. Cụ thể, hình dạng của mỗi đoạn bên ngoài thứ nhất 124a, 124b là một phần của một đường thân khai thứ nhất, và vì vậy các đoạn thứ nhất 124a, 124b cùng nhau cấu thành nên về cơ bản là phần đường thân khai bên ngoài 134a, 134b của phần tử cuộn cảm 120. Tương tự, hình dạng của mỗi đoạn bên trong thứ hai 127a, 127b của một phần của đường thân khai thứ hai, và vì vậy các đoạn thứ nhất 127a, 127b cùng nhau hình thành nên về cơ bản là phần đường thân khai bên trong 137a, 137b của

phần tử cuộn cảm 120. Tầm quan trọng của các đường thần khai sẽ được mô tả khi tham chiếu tới các Fig. 6A-6D.

Trong khi phần tử dẫn điện 120 đã được mô tả phía trên là được cấu thành bằng cách quấn độ dài của một vật dẫn, điều này là không cần thiết. Phần tử dẫn điện 120 có thể được sản xuất theo nhiều cách khác, bao gồm việc được hình thành toàn vẹn.

Hơn nữa, trong khi các phần tử 120 được làm rõ được quấn từ độ dài của vật dẫn và bao gồm một chồng các phần cuộn vòng quanh cuộn dây 131a, 131b, điều này được ưu tiên nhưng không cần thiết. Ví dụ, thay vì các chồng kéo dài quanh trục của các phần cuộn vòng quanh cuộn dây 131a, 131b, mỗi phần tử dẫn điện 120 có thể được cấu thành bằng dải dẫn điện đơn kéo dài quanh trục. Ở một vài trường hợp của dải dẫn điện kéo dài quanh trục có thể được ưu tiên hơn đối với một số lượng lớn các phần cuộn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau quanh trục 131a, 131b nhưng, như được mô tả dưới đây, việc sử dụng phần cuộn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau 131a, 131b giúp ích trong việc giảm nhẹ các hiệu ứng vỏ ngoài và hiệu ứng lân cận mà mặt khác có thể dẫn tới gia tăng tổn hại.

Như đã lưu ý phía trên, mỗi cuộn cảm dẫn điện 12 có thể chỉ bao gồm phần tử dẫn điện 120. Tuy nhiên, vì các lý do mà sẽ được giải thích chi tiết dưới đây, mỗi phần tử dẫn điện được ưu tiên bao gồm hai hoặc nhiều phần tử dẫn điện chồng lên theo vòng tròn. Một ví dụ về cuộn cảm dẫn điện mà bao gồm hai cuộn cảm dẫn điện 120, 120' chồng lên theo vòng tròn sẽ được mô tả khi tham chiếu tới các Fig. 6A-6D.

Fig. 6A bộc lộ hình chiếu phía trên và phía dưới của cuộn cảm dẫn điện 12 mà bao gồm hai phần tử dẫn điện 120, 120'. Các đặc điểm của mỗi phần tử dẫn điện trong hai phần tử dẫn điện 120, 120' giống với các phần tử của phần tử

dẫn điện đơn 120 được mô tả phía trên khi tham chiếu tới các Fig. 5A-5D, và vì vậy các đặc điểm của chúng sẽ không được mô tả lần nữa.

Để cấu thành nên cuộn cảm dẫn điện 12, hai phần tử dẫn điện 120, 120' đồng nhất được nối điện với nhau theo chuỗi ở các phần cuối bên trong 129, 129' của chúng. Trong các ví dụ được làm rõ trong sáng chế, các phần cuối bên trong 129, 129' được liên kết bằng cách sử dụng vành tụ điện 130. Tuy nhiên, có nhiều cách khác để liên kết các phần cuối bên trong 129, 129' như hàn vảy cứng hoặc hàn điện. Để liên kết hai phần tử 120, 120', một trong hai phần tử dẫn điện 120, 120' được quay 180° quanh trục chạy dọc trong mặt phẳng của trang trong Fig. 6A để các phần cuối bên ngoài 128, 128' của hai phần tử dẫn điện 120, 120' ở hai hướng đối lập và các phần cuối bên trong 129, 129' liên kề với nhau và vì vậy sẵn sàng liên kết với vành tụ điện 130. Ngoài ra, cuộn cảm dẫn điện 12 bao gồm hai cuộn cảm dẫn điện có thể được cấu thành toàn vẹn như một bộ phận đơn.

Cuộn cảm dẫn điện 12 được tạo ra có hai cặp phần hoạt động chồng lên theo vòng tròn, hai cặp được đặt riêng ra 121a, 121b; 121a', 121b'. Đáng chú ý, việc chồng lên nhau của hai cặp phần hoạt động xác định hai khoảng 142a, 142b. Khoảng thứ nhất 142a được xác định giữa phần hoạt động (thứ nhất) 121a của phần tử thứ nhất của phần tử dẫn điện 120 của cuộn cảm 12 và giữa phần hoạt động (thứ nhất) 121a' của phần tử thứ hai của phần tử dẫn điện 120' của cuộn cảm 12. Khoảng thứ hai 142b được xác định giữa phần hoạt động (thứ hai) 121b khác của phần tử dẫn điện 120 thứ nhất của cuộn cảm 12 và giữa phần hoạt động (thứ hai) 121b' khác của phần tử dẫn điện thứ hai 120' của cuộn cảm 12. Đó là, hai khoảng 142a, 142b là các khoảng vòng quanh giữa hai phần hoạt động liên kề 121a, 121a'; 121b, 121b' của hai cặp khác nhau của các phần hoạt động 121a, 121b; 121a', 121b' của cùng cuộn cảm 12. Các khoảng của kiểu mẫu này sẽ được gọi là các khoảng của kiểu mẫu thứ hai.

Giống như các khoảng trong kiểu mẫu thứ nhất, các khoảng của kiểu mẫu thứ hai 142a, 142b tạo ra các khoảng cho ống dẫn từ thông 30, ví dụ như các gói cán mỏng. Điều này giúp cho việc cấu tạo nên bộ stato 1 thuận tiện hơn, và cũng làm tăng số lượng các rãnh cho mỗi cực cho mỗi pha của bộ stato 1, điều mà có thể làm tăng hiệu suất của mô tơ.

Đã mô tả các khoảng 141a-c của kiểu mẫu thứ nhất (đó là, các khoảng xác định giữa các phần hoạt động của các cuộn cảm khác nhau và các khoảng 142a-b của kiểu mẫu thứ hai (đó là, các khoảng xác định giữa các phần hoạt động của cùng một cuộn cảm nhưng khác cặp), điều được lưu ý đó là khi một số lượng lớn các cuộn cảm 12 mà xác định các khoảng của kiểu mẫu thứ hai được bộc lộ trong stato 10 để xác định các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất, các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất và thứ hai có thể trùng nhau. Điều này có thể thấy được rõ nhất trong Fig. 11A là làm rõ stato ba pha có mười sáu cực mà trong đó mỗi cuộn cảm 12 chứa hai phần tử dẫn điện 120, 120'. Chỉ một nửa số cuộn cảm dẫn điện 12 được bộc lộ trong các Fig. 11A-B để các khoảng có thể được dễ dàng nhìn thấy. Việc các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất và thứ hai có trùng nhau hay không phụ thuộc vào số lượng các yếu tố, bao gồm khoảng cách cuộn cảm  $\gamma$  được chọn, số lượng các cực stato và số lượng các pha.

Quay trở lại các Fig. 6A-6D, có thể thấy trong các Fig. 6A và 6B rằng có một khe 143a giữa đoạn thứ hai 124a, 124a' của phần vòng lặp ngoài 122, 122' mà hình thành nên một cặp các phần đường thân khai bên ngoài 134a, 134a' của hai phần tử dẫn điện 120, 120'. Cũng như vậy, có khe 143b giữa đoạn thứ hai 124b, 124b' của phần vòng lặp ngoài 122, 122' mà hình thành nên một cặp các phần đường thân khai bên ngoài khác 134b, 134b'. Cũng có khe 144a giữa đoạn thứ hai 127a, 127a' của phần vòng lặp trong 125, 125' mà hình thành nên một cặp các phần đường thân khai bên trong 137a, 137a'. Cuối cùng, cũng có khe 144b giữa các đoạn thứ hai 127b, 127b' của phần vòng lặp trong 125, 125'

mà hình thành nên một cặp khác của các phần đường thân khai bên ngoài 137b, 137b'. Do các tính chất hình học của các đường thân khai, độ rộng của các khe 143a, 143b, 144a, 144b được duy trì về cơ bản là không đổi dọc theo chiều dài của các phần đường thân khai của các phần tử dẫn điện 120, 120'. Điều này đem lại thuận lợi trong việc làm giảm kết quả đường kính của mô tơ trong một định mức cho sẵn và giảm tổn hao trong cuộn cảm.

Trong khi cuộn cảm dẫn điện 12 với hai cuộn cảm dẫn điện 120, 120' đã được mô tả, điều nên được đánh giá cao đó là cuộn cảm dẫn điện 12 có thể có bất kỳ một số lượng cuộn cảm dẫn điện 120 nào là số nguyên, bao gồm các số lớn hơn hai. Việc gia tăng số lượng các phần tử dẫn điện cho mỗi cuộn cảm dẫn điện 12 sẽ làm tăng số lượng các khoảng của kiểu mẫu thứ hai xác định bởi các phần hoạt động liên kế vòng quanh của phần tử dẫn điện 120, mà lần lượt làm tăng số lượng các rãnh cho mỗi cực cho mỗi pha trong stato 1. Điều này có thể dẫn tới việc phát ra từ trường stato với mật độ từ thông hình sin chính xác hơn, với ít độ biến dạng sóng hài đi đáng kể. Điều này đem lại lợi ích trong việc làm giảm sự phát triển của các dòng điện phucô trong các nam châm vĩnh cửu của các roto 2a, 2b, mà lần lượt làm giảm các tổn hao tỏa nhiệt và vì vậy đem lại hiệu suất mô tơ cao hơn. Tuy nhiên, điều nên được đánh giá cao là số lượng các phần tử dẫn điện 120 cho mỗi cuộn cảm dẫn điện 12 thường sẽ bị giới hạn bởi các hạn chế về kích cỡ. Ví dụ, đối với tiết diện đã cho của vật dẫn (đó là, tiết diện của dây mà từ đó các cuộn dây được quấn và một bán kính đã cho của stato, số lượng các vật dẫn mà có thể đặt vừa vào theo vòng tròn một khoảng cách cuộn cảm đơn  $\gamma$  bị giới hạn.

Nếu như cuộn cảm 12 mà có nhiều hơn hai phần tử dẫn điện thì còn có thể có nhiều quan điểm khác. Ví dụ:



Nếu các cuộn cảm mà được cấu thành từ việc liên kết nhiều phần tử dẫn điện 120 (ví dụ bằng vành tụ điện 130), điều có thể được ưu tiên là bố trí một vài kiểu mẫu của các phần tử dẫn điện để tạo điều kiện cho việc liên kết các phần tử dẫn điện liền kề một cách đơn giản hơn. Ví dụ, các phần tử dẫn điện 120 được mô tả phía trên có thể được sử dụng cho hai phần tử dẫn điện bên ngoài theo vòng tròn, bởi các phần cuối bên ngoài 128 của chúng có thể được liên kết với nguồn điện. Tuy nhiên, một hoặc nhiều phần tử dẫn điện bên trong mà nằm giữa các phần tử dẫn điện bên ngoài sẽ được liên kết với các phần tử dẫn điện tại cả phần cuối bên trong 129 và phần cuối bên ngoài 128 của chúng, để kiểu mẫu thứ hai của phần tử dẫn điện với phần cuối bên ngoài 128 được lắp vào với cấu tạo tương đương với phần cuối bên trong 129 có thể được bố trí để tạo thuận lợi liên kết. Ngoài ra, mỗi cuộn cảm 12 có thể được hình thành như một bộ phận toàn vẹn, thay vì được hình thành từ sự liên kết của ba hoặc nhiều phần tử dẫn điện riêng biệt.

Bội số nguyên của hai phần tử dẫn điện 120 cho mỗi cuộn cảm 12 có thể được ưu tiên là một số lẻ của các phần tử dẫn điện 120 cho mỗi cuộn cảm 12. Nếu như bội số nguyên của hai phần tử 120 được sử dụng, phần cuối bên ngoài 128 của hai phần tử 120 theo vòng tròn ngoài cùng sẽ được định hướng theo hai hướng song song đối lập, như trong Fig. 6A-6D. Trong khi điều này là không cần thiết, nó cũng đem lại một liên kết đơn giản hơn của cuộn cảm 12 bằng cách sử dụng bộ phận nối mà được mô tả dưới đây có tham chiếu đến các Fig. 7-10.

Trong khi stato 10 với một lớp trực đơn của cuộn cảm 12 được phân bố theo vòng tròn (lớp đơn có cuộn cảm 12 cùng các phần hoạt động lệch trục) đã được mô tả, điều được đánh giá cao là có thể có nhiều lớp cuộn cảm xếp chồng theo hướng trục cho mỗi stato. Trong trường hợp này, các khoảng của kiểu mẫu thứ

nhất và/hoặc các khoảng của kiểu mẫu thứ hai của mỗi lớp có thể về cơ bản là trùng nhau theo vòng tròn. Điều này sẽ đem lại lợi ích trong việc cho phép việc lắp ống dẫn từ thông 30 dài hơn theo hướng trục mà có thể kéo dài qua độ dài trục của nhiều lớp xếp chồng theo hướng trục, đem lại nhiều lợi ích liên quan tới sự giảm nhẹ và tốc độ của bộ.

### **Liên kết các cuộn cảm với nguồn điện nhiều pha**

Các cách để liên kết một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện 12 được phân bố theo vòng tròn với một nguồn điện nhiều pha giờ sẽ được mô tả. Điều nên được đánh giá cao là trong thực tế có rất nhiều cách để đạt được điều này, và nhiều cách khác nhau sẽ được người có hiểu biết trong lĩnh vực phát hiện ra. Vì vậy sáng chế không bị giới hạn vào bất kỳ một sự bố trí liên kết cụ thể nào. Tuy nhiên, các cách được mô tả của việc liên kết các cuộn cảm dẫn điện 12, tận dụng các bộ phận nối 15, 16 mà được bố trí quanh trục phía trên/phía dưới của mặt phẳng vuông góc với trục quay và quanh trục phía trên/phía dưới của cuộn cảm dẫn điện, đem lại một tập hợp các liên kết rành mạch và có trật tự. Hơn nữa, các liên kết sẽ được dễ tạo ra hơn, điều này sẽ làm giảm khả năng liên kết kém, và stato có thể được ngâm nhựa tổng hợp resin mà không ngâm các bộ phận nối, điều này giúp các liên kết được kiểm tra và sửa lại kể cả sau khi ngâm bộ stato.

Đầu tiên là liên quan tới Fig. 4B, có bộ phận nối thứ nhất 15 mà được bố trí quanh trục bên trên mặt phẳng vuông góc với trục quay của mô tơ 100 và quanh trục bên trên cuộn cảm dẫn điện 12. Ngoài ra còn có bộ phận nối thứ hai 16 được bố trí quanh trục bên dưới mặt phẳng vuông góc với trục quay của mô tơ 100 và quanh trục bên dưới cuộn cảm dẫn điện 12. Trong trường hợp của stato 10, stato mà được tạo cấu hình để sử dụng cùng một nguồn điện ba pha, bộ phận nối 15 và 16 bao gồm cả bộ dự phòng cho mỗi ba pha. Tuy nhiên, điều

này có thể được kéo dài thành nguồn điện nhiều pha với bất kỳ một số lượng pha nào.

Trong một bố trí liên kết cụ thể trong các Fig. 4A-4C mà được gọi là bố trí liên kết song song, mỗi một bộ phận nối 15, 16 bao gồm các liên kết ba pha và liên kết hình sao. Đó là, bộ phận nối thứ nhất 15 bao gồm liên kết pha thứ nhất 151 cho pha thứ nhất của nguồn điện, liên kết pha thứ hai 152 cho pha thứ hai của nguồn điện, liên kết pha thứ ba 153 cho pha thứ ba của nguồn điện, và liên kết hình sao 154. Tương tự, bộ phận nối thứ hai 16 bao gồm liên kết pha thứ nhất 161 cho pha thứ nhất của nguồn điện, liên kết pha thứ hai 162 cho pha thứ hai của nguồn điện, liên kết pha thứ ba 163 cho pha thứ ba của nguồn điện, và liên kết hình sao 164.

Trong các ví dụ được mô tả, các liên kết pha 151-153, 161-163 và liên kết hình sao 154, 164 đều ở dưới dạng các thanh dẫn điện dạng vòng mà có chu vi bên ngoài (mặc dù chu vi này có thể bằng với chu vi bên trong) về cơ bản là trùng nhau với các phần cuối bên ngoài 128, 128' kéo dài quanh trục của cuộn cảm dẫn điện. Chính các thanh dẫn điện liên kết pha 151-153, 161-163 được liên kết với nguồn điện thông qua các đầu vào 1510-1530, 1610-1630.

Trong bố trí liên kết song song được làm rõ, mỗi cuộn cảm dẫn điện 12 được liên kết với một pha của nguồn điện bằng cách nối cuộn cảm 12 với một trong các pha liên kết của một trong các bộ phận nối 15, 16 (như một ví dụ, liên kết pha 151) và với liên kết hình sao của một bộ phận nối 15, 16 còn lại (ví dụ, liên kết hình sao 164). Sự liên kết của cuộn cảm dẫn điện 12 với pha liên kết 151 và vòng nối hình sao 164 được làm rõ và sẽ được mô tả trong tham chiếu tới các Fig. 7A-7C.

Các Fig. 7A-7C bộc lộ cuộn cảm dẫn điện 12 mà có hai phần tử dẫn điện 120, 120' liên kết với liên kết pha thứ nhất 151 từ bộ phận nối thứ nhất 15, và với

liên kết hình sao 164 từ bộ phận nối thứ hai 16. Do các phần cuối bên ngoài 128, 128' của cuộn cảm dẫn điện 12 kéo dài quanh trục và theo các hướng đối lập, và do chu vi của các thanh dẫn điện 151, 164 trùng với các phần cuối bên ngoài 128, 128' kéo dài quanh trục, các phần cuối bên ngoài 128, 128' được liên kết dễ dàng với các liên kết 151, 164.

Để giúp cho việc tạo liên kết được dễ dàng hơn nữa, các thanh dẫn điện dạng vòng 151, 164 được bố trí với các bộ phận tiếp nhận 151a-h đặt cách nhau thành khoảng theo vòng tròn, 164a-x để nhận các phần cuối bên ngoài 128, 128' của cuộn cảm 12. Trong bố trí liên kết ba pha song song được bộc lộ, mỗi liên kết hình sao 154, 164 sẽ được liên kết với một nửa trong số tất cả các cuộn cảm 12, trong khi mỗi liên kết pha 151-153, 161-163 chỉ được liên kết với một trong sáu cuộn cảm 12. Vì vậy, trong ví dụ này, liên kết hình sao 164 có nhiều hơn ba lần số bộ phận tiếp nhận 164a-x cách khoảng đều nhau so với liên kết pha thứ nhất 151.

Quay trở lại với các Fig. 4A-4C, mỗi cực 11a-11p của stato 10 chứa cuộn cảm dẫn điện 12 cho mỗi pha (có nghĩa là ba cuộn cảm dẫn điện 12 cho mỗi cực 11a-p bởi vì stato được tạo cấu hình cho việc sử dụng cùng với một nguồn ba pha), và các cuộn cảm dẫn điện 12 liền kề theo vòng tròn được liên kết với các pha khác nhau. Điều này được bộc lộ trong các Fig. 11A và 11B cho stato 10 có mười sáu cực mà được liên kết với một nguồn điện ba pha nhưng chỉ một nửa số vật dẫn được bộc lộ, và chỉ có 24 cuộn cảm dẫn điện 12 phân bố theo vòng tròn có thể nhìn thấy.

Khi xem xét điều này, trong liên kết ba pha song song, sự bố trí được làm rõ trong các Fig. 4, 7-9 và 11-12, cả sáu cuộn cảm dẫn điện 12 sẽ được liên kết với các bộ phận nối 15, 16 bằng các cách giống nhau. Điều này được bộc lộ trong các Fig. 8A và 8B. Có thể có tám cuộn cảm dẫn điện 12a-g cách khoảng

đều nhau được liên kết với cùng một liên kết pha 151 và cùng một vòng nối hình sao 164. Mặc dù không được bộc lộ trong các Fig. 8A-8B, điều được đánh giá cao đó là một nửa khoảng cách giữa mỗi cuộn cảm sẽ là cuộn cảm 12 khác được liên kết với cùng một pha của nguồn điện, nhưng bằng phần bù của các thanh dẫn điện. Đó là, tới liên kết pha 161 và liên kết hình sao 154.

Cuộn cảm dẫn điện 12 tương ứng với các pha khác của nguồn điện về bản chất sẽ được liên kết theo cách như được mô tả phía trên cho một pha. Để làm rõ điều này, các Fig. 9A-9C bộc lộ cách mà hai cuộn cảm dẫn điện 12 liên kết theo vòng tròn liên kết với nhau trong bố trí liên kết song song.

Các Fig. 9A-9C bộc lộ hai cuộn cảm dẫn điện 12a, 12b liên kết theo vòng tròn. Cuộn cảm dẫn điện 12a được liên kết theo cách giống như của cuộn cảm dẫn điện 12 trong các Fig. 7A-7C. Đó là, cuộn cảm 12a được liên kết với liên kết pha thứ hai 152 và liên kết hình sao 164. Cuộn cảm 12b, liên kết theo vòng tròn với cuộn cảm 12a, được liên kết với một pha khác của nguồn điện và vì vậy được liên kết với một cặp thanh dẫn điện khác. Cụ thể là, nhưng không mất đi tính tổng quát, cuộn cảm liên kết theo vòng tròn 12b được liên kết với liên kết pha 163 của bộ phận nối thứ hai 16 và với liên kết hình sao 154 của bộ phận nối thứ nhất.

Các liên kết của cuộn cảm dẫn điện 12 đã được mô tả phía trên có liên quan tới một bố trí liên kết song song. Tuy nhiên, các bố trí liên kết khác đều có khả năng. Để làm rõ điều này, Fig. 10 bộc lộ một bố trí thay thế, mà được gọi là một chuỗi bố trí liên kết.

Trong chuỗi bố trí liên kết của Fig. 10, bộ phận nối thứ nhất 15' ở phía trên cuộn cảm dẫn điện 12 khác với bộ phận nối 15 trong Fig. 4, 7-9 và 11-12 trong đó không bao gồm liên kết hình sao: nó chỉ bao gồm liên kết pha thứ nhất 151', liên kết pha thứ hai 152' và liên kết pha thứ ba 153'. Tuy nhiên, bộ phận

nổi thứ hai 16' giống với bộ phận nổi thứ hai 16 trong các Fig. 4, 7-9 và 11-12 trong đó bộ phận này có ba liên kết pha 161', 162', 163' và liên kết hình sao 164'. Để điều hòa lại việc thiếu liên kết hình sao trong bộ phận nổi thứ nhất 15', cuộn cảm dẫn điện 12 được liên kết theo một cách khác. Các liên kết pha 151'-153' của bộ phận nổi thứ nhất 15' cũng xử lý nhiều gấp đôi cuộn cảm dẫn điện 12, và vì vậy có các bộ phận tiếp nhận bổ sung so với các bộ phận tiếp nhận của bộ phận nổi thứ hai 16' và các bộ phận nổi thứ nhất và thứ hai 15, 16 của bố trí liên kết song song.

Fig. 10 làm rõ chuỗi bố trí liên kết cho hai cực stato liên kết theo vòng tròn 11 và 11'. Giống như bố trí liên kết song song, mỗi cực 11, 11' bao gồm một cuộn cảm dẫn điện cho mỗi cực, có ba cuộn cảm cho mỗi cực, cực 11 chứa các cuộn cảm dẫn điện 12a, 12b và 12c, và cực 11' chứa các cuộn cảm dẫn điện 12a', 12b' và 12c'. Cũng giống như bố trí liên kết song song, cuộn cảm liên kết theo vòng tròn được liên kết với các pha khác nhau. Tuy nhiên, trong khi các cuộn cảm của cùng một pha, nhưng các cực liên kết (ví dụ như 12a và 12a') trong một bố trí liên kết song song về cơ bản là được liên kết độc lập và hình thành riêng biệt các đường dòng điện, theo một chuỗi bố trí liên kết có liên quan và chúng là một phần của cùng một đường dòng điện.

Chỉ xem xét các cuộn cảm 12a, 12a' mà được liên kết với cùng một pha, cuộn cảm 12a của cực thứ nhất 11 được liên kết bởi phần cuối bên ngoài của nó với một liên kết pha 153' của bộ phận nổi thứ nhất và liên kết với một liên kết pha 163' của bộ phận nổi thứ hai. Cuộn cảm 12a' của cực 11' liên kết được liên kết với liên kết pha 153' của bộ phận nổi thứ nhất 15' và với liên kết hình sao 164' của bộ phận nổi thứ hai. Đường dòng điện vì vậy có thể được coi là chạy từ liên kết pha 163' qua cuộn cảm 12a, rồi dọc theo liên kết pha 153' và rồi chạy qua cuộn cảm 12a' tới liên kết hình sao 164'.

Các bố trí liên kết khác nhau có thể được sử dụng cho nhiều ứng dụng thực tiễn khác nhau. Ví dụ, chuỗi bố trí liên kết được mô tả phía trên về mặt lý thuyết thì đề xuất một máy hằng số mô-men quay (được đo bằng Nm/A) mà cao hơn gấp hai lần so với máy đề xuất bởi bố trí liên kết song song được mô tả phía trên. Điều này có thể sẽ tốt hơn trong một vài ứng dụng thực tiễn, mặc dù chắc chắn là không phải tất cả.

Trong khi các bộ phận nối 15, 15' đã được mô tả là ở phía trên cuộn cảm 12 và các bộ phận nối 16, 16' đã được mô tả là ở dưới cuộn cảm, điều nên được đánh giá cao đó là cả hai cặp 15, 16; 15', 16' có thể ở phía trên cuộn cảm hoặc cả hai cặp 15, 16; 15, 16' có thể ở phía dưới cuộn cảm. Trong trường hợp này, điều có thể được ưu tiên là sản xuất cuộn cảm 12 mà phần cuối bên ngoài 128, 128' của nó kéo dài theo cùng một hướng trục thay vì theo các hướng trục đối lập.

Hơn nữa, trong khi các bộ phận nối 15, 16, 15' và 16' đã được mô tả là các thanh dẫn điện dạng vòng liên tiếp, đây đơn thuần chỉ là một cách để áp dụng các bộ phận nối. Ví dụ, các bộ phận nối có thể không liên tiếp hoặc không ở dạng vòng, và có thể thay vào đó ở dưới dạng một chuỗi hai hay nhiều phần thanh dẫn điện được phân bố theo vòng tròn. Rất nhiều loại bộ phận nối sẽ được người có hiểu biết trong lĩnh vực phát hiện ra.

### **Sản xuất stato**

Các đặc điểm và cấu trúc của cuộn cảm dẫn điện 12 được mô tả phía trên đã đem lại hiệu quả và hiệu suất trong sản xuất stato mà bao gồm một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện 12 được phân bố theo vòng tròn. Một đặc điểm cụ thể đó là một sự thật rằng chính các cuộn cảm 12 bố trí một cấu trúc vào trong mà ống dẫn từ thông 30, ví dụ ở dưới dạng các gói cán mỏng, có thể được bố trí. Điều này khiến việc đặt ống dẫn từ thông 30 vào trong bộ stato 1 trở thành

một công việc tương đối đơn giản và chính xác, đặc biệt là khi so sánh với nhiều kỹ thuật sản xuất đã được biết đến mà có liên quan tới các cuộn cảm quấn quanh các cấu trúc giống như cuộn dây mà bọc các gói cán mỏng, và rồi bảo vệ một cách riêng biệt (ví dụ như sử dụng keo) các cấu trúc giống như cuộn dây quấn vào trong một vỏ bọc stato. Rất nhiều lợi ích khác sẽ được mô tả.

Fig. 13 là một biểu đồ làm rõ phương pháp 500 để sản xuất stato.

Phương pháp 500 bao gồm việc bọc lộ 510 một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện, ví dụ như cuộn cảm dẫn điện 12 được mô tả phía trên. Cuộn cảm dẫn điện 12 được ưu tiên có một số lượng lớn các cặp chồng lên theo vòng tròn của các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm được đặt riêng theo vòng tròn (như cuộn cảm 12 trong các Fig. 6A-6D) mà mỗi cuộn cảm 12 xác định các khoảng của kiểu mẫu thứ hai. Tuy nhiên, cuộn cảm 12 có thể chỉ có một cặp các phần hoạt động được đặt riêng ra (như trong cuộn cảm trong các Fig. 5A-5D). Cuộn cảm dẫn điện 12 có thể được hình thành như một bộ phận đơn toàn vẹn, bằng cách liên kết nhiều phần tử dẫn điện 120 theo chuỗi, hoặc theo bất kỳ cách nào khác.

Tại 520, phương pháp 500 bao gồm việc định vị một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện 12 trong vỏ bọc stato để một số lượng lớn các cuộn cảm được phân bố vòng quanh vỏ bọc stato. Các cuộn cảm dẫn điện được ưu tiên định vị để các cuộn cảm dẫn điện liên kề theo vòng tròn chồng lên theo vòng tròn và do đó xác định các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất để nhận ống dẫn từ thông. Việc chồng lên theo vòng tròn của các cuộn cảm liên kề theo vòng tròn 12 có thể được đảm bảo bằng cách cung cấp một số lượng cuộn cảm 12 thích hợp của khoảng cách cuộn cảm  $\gamma$  tương thích bên trong vỏ bọc. Như đã được lưu ý



phía trên, rằng cuộn cảm 12 có nhiều cặp các phần hoạt động mà mỗi cuộn cảm xác định các khoảng của kiểu mẫu thứ hai có thể trùng vào với nhau.

Vỏ bọc stato 20 có thể được bọc lộ với một số lượng lớn các ổ cắm 25 kéo dài quanh trục được đặt cách nhau thành khoảng theo vòng tròn để nhận các cuộn cảm 12. Điều này khiến việc định vị cuộn cảm 12 trong vỏ bọc stato thuận lợi hơn và chính xác hơn. Một cách thuận lợi, nếu như các cuộn cảm 12 được hình thành để có một phần bên ngoài 133 kéo dài quanh trục, phần bên ngoài 133 kéo dài quanh trục có thể được nhận bên trong các ổ cắm 25 kéo dài quanh trục. Vì phần bên ngoài 133 kéo dài quanh trục có một khu vực bề mặt lớn, chúng đề xuất được khóa cơ học tốt của cuộn cảm 12 trong vỏ bọc stato cho bộ mà không cần keo dán (ví dụ) và cũng đề xuất nguồn tản nhiệt của stato. Các ổ cắm được phân bố theo vòng tròn 25 để nhận cuộn cảm 12 có thể được thấy rõ nhất trong các Fig. 12A-12C.

Không bắt buộc, tại 530, phương pháp 500 bao gồm việc định vị ống dẫn từ thông 30, ví dụ như gói cán mỏng, trong các khoảng (của kiểu mẫu thứ nhất và/hoặc thứ hai) xác định bởi cuộn cảm 12. Như giải thích phía trên, việc chồng lên nhau của các cuộn cảm liền kề tạo ra các khoảng của kiểu mẫu thứ nhất 141a, 141b, 141c giữa các phần hoạt động của các cuộn cảm khác nhau. Nếu như mỗi cuộn cảm 12 bao gồm nhiều hơn một cặp các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm (như trong các Fig. 6A-6D), các cặp của các khoảng 142a, 142a' của kiểu mẫu thứ hai cũng sẽ được xác định trong mỗi cuộn cảm dẫn điện 12. Trong mỗi trường hợp, ống dẫn từ thông cũng có thể được định vị bên trong các khoảng. Do chính các cuộn cảm 12 bọc lộ một cấu trúc với các khoảng được xác định, việc định vị các gói cán mỏng vào trong các cấu trúc sẽ đơn giản, nhanh và chính xác. Kết hợp với sự cung cấp của các ổ cắm 25 trong vỏ bọc stato 20 để nhận các cuộn cảm 12, điều này có nghĩa là cả hai thành phần của lõi stato (các phần hoạt động của cuộn cảm 12 và ống dẫn từ thông 30) có

thể được định vị nhanh chóng và rất chính xác khi được so sánh với nhiều kỹ thuật đã được biết đến. Điều được đánh giá cao đó là các thành phần lõi được định vị chính xác sẽ làm giảm các tổn hại và vì vậy cải thiện hiệu suất của máy.

Không bắt buộc, tại 540, phương pháp 500 bao gồm việc liên kết một số lượng lớn các cuộn cảm 12 với các bộ phận nối 15, 16 để các cuộn cảm có thể được liên kết với nguồn điện nhiều pha. Điều này có thể được thực hiện theo nhiều cách được mong muốn, ví dụ như được mô tả phía trên là bằng cách sử dụng thanh dẫn điện theo các bố trí liên kết song song hoặc chuỗi bố trí liên kết.

Không bắt buộc, tại 550, phương pháp 500 bao gồm việc ngâm ít nhất một phần của bộ stato 1 vào hợp chất liên kết ví dụ như là nhựa tổng hợp resin. Điều này góp phần tăng cường cho cấu trúc stato và vì vậy bảo vệ bộ stato 1 khỏi các lực điện từ và lực cơ học nó gặp phải trong khi sử dụng. Ngoài ra, việc này có thể cải thiện sự dẫn nhiệt trong lúc cấu thành stato nếu các hợp chất liên kết có một hệ số truyền nhiệt cao hơn đáng kể so với không khí.

Nếu như các bộ phận nối 15, 16 được bố trí quanh trục bên trên và/hoặc bên dưới cuộn cảm 12 như được mô tả phía trên, việc ngâm stato có thể diễn ra trước hoặc sau khi các cuộn cảm được liên kết với các bộ phận nối. Ngoài ra, và một cách thuận lợi, nếu như chính các bộ phận nối 15, 16 không được ngâm, các liên kết có thể bị thử nghiệm, biến đổi và nếu cần thiết thì thay thế sau khi ngâm. Điều này hết sức được mong muốn bởi vì việc nối nhâm vào stato ngâm nhựa tổng hợp resin có thể nói cách khác có thể khiến cho toàn bộ stato không thể sử dụng được và không sửa được.

### **Hiệu suất của máy**

Máy từ thông hướng trục 100 bao gồm bộ stato 1 được mô tả theo đây đã đã được tìm ra để không chỉ đem lại hiệu suất đỉnh cao, mà còn đem lại hiệu suất cao trong một phạm vi thông số vận hành rộng. Trong khi các hiệu suất đỉnh cao thường được trích dẫn, trên thực tế áp dụng hiếm khi có thể đạt được chúng, đặc biệt là trong các ứng dụng mà máy được yêu cầu phải vận hành trong một phạm vi thông số vận hành. Hiệu suất trong một phạm vi thông số rộng vì vậy sẽ là một biện pháp có ý nghĩa thực tế hơn cho nhiều ứng dụng.

Để làm rõ điều này, Fig. 14 là đồ thị hiệu suất bộc lộ hiệu suất đo được của máy từ thông hướng trục bao gồm bộ stato trong các Fig. 12A-12C trong một phạm vi điều chỉnh mô-men lực xoắn và giá trị tốc độ mà thường được sử dụng trong nhiều ứng dụng. Các diễn biến hiệu suất liên tiếp được bao gồm trong đồ thị hiệu suất. Như đã thấy, cùng với hiệu suất đỉnh cao (93%), hiệu suất vẫn rất cao đối với hầu hết các khu vực của đồ thị hiệu suất và cao (hơn 80%) kể cả trong vùng tốc độ tương đối chậm là 500 rpm lên tới một mô-men lực xoắn 30 Nm.

Có thể có một số lý do khác nhau về hiệu suất cao mà bộ stato 1 có thể đạt được. Một vài lý do trong số này giờ sẽ được bộc lộ.

Đầu tiên, như đã giải thích phía trên, hầu hết các cấu trúc tự hình thành của các thành phần dẫn điện của stato 10 mà được bố trí theo dạng hình học của các cuộn cảm 12 cho phép một số bố trí chuẩn xác của các thành phần của lõi stato. Sự bố trí chuẩn xác của các thành phần của lõi có nghĩa là có một sự liên kết tốt hơn giữa các trường stato và roto, và một mức độ đối xứng cao vòng quanh chu vi của stato mà nhằm cải thiện sự phát mô-men lực xoắn.

Một lợi ích quan trọng nữa là máy phát của trường stato với mật độ từ thông hình sin chính xác hơn. Theo như hiểu biết của người có hiểu biết trong lĩnh vực, số lượng các rãnh cho mỗi cực cho mỗi pha trong stato càng cao, mật độ

từ thông càng có thể giống hình sin. Các cuộn cảm 12 và stato 10 mô tả phía trên có thể đem lại sự gia tăng khối lượng các rãnh cho mỗi cực cho mỗi pha bằng cách tăng số lượng các phần tử dẫn điện 120 cho mỗi cuộn cảm dẫn điện 12, và số lượng này có thể được đo cùng với nhau (nếu, ví dụ, tầm với của stato có thể tăng đối với một đơn đăng ký cụ thể). Một lợi ích của mật độ cao từ thông hình sin đó là mật độ từ thông có một lượng sóng hài tương đối thấp. Với một lượng sóng hài thấp, việc liên kết các cặp trường roto và stato sẽ liên quan nhiều hơn tới các thành phần chủ yếu của mật độ từ thông, và sẽ liên quan ít hơn tới các sự tương tác giữa các thành phần sóng hài. Điều này làm giảm việc phát các dòng điện phucô trong các nam châm roto, mà lần lượt làm giảm các tổn hại do tỏa nhiệt. Ngược lại, rất nhiều mô tơ từ thông hướng trục được biết tới đã tận dụng việc bố trí tập trung của cuộn dây điều mà chỉ bộc lộ ở một số lượng rãnh giới hạn (ví dụ, phân đoạn) cho mỗi cực cho mỗi pha, điều mà giúp phát ra nhiều mật độ từ thông hình thang hơn với nhiều hơn đáng kể các thành phần sóng hài.

Trong khi các cuộn cảm 12 có thể được áp dụng bằng cách sử dụng các dải kéo dài quanh trục, chúng được ưu tiên áp dụng bằng cách sử dụng các bố trí cuộn dây kéo dài quanh trục được bộc lộ trong các Fig. 5A-5D và 6A-6D. Trong khi có rất nhiều các nhà sản xuất mô tơ có thể coi điều này là một bất lợi bởi vì chúng có thể được coi là làm giảm các hệ số lấp đầy trong lõi stato, các nhà sáng chế lại thấy bất lợi này lại được điều hòa lại bằng sự giảm hiệu ứng vỏ ngoài và các hiệu ứng lân cận mà gây ra các dòng điện để chảy xung quanh bên ngoài tiết diện của vật dẫn và chủ yếu là các phần trục bên ngoài của các phần hoạt động. Số lượng các cuộn dây theo hướng trục có thể được chọn ra để cân bằng hai quan điểm này.

Mô tả trên đây là một số các phương án với các đặc điểm tùy chọn đa dạng. Điều nên được đánh giá cao đó là, với ngoại lệ là bất kỳ một đặc điểm riêng

47

biệt nào, bất kỳ một hoặc nhiều hơn một tổ hợp nào trong số các đặc điểm tùy chọn này đều có khả năng.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Cuộn cảm dẫn điện cho stato máy điện từ thông hướng trục không có cuộn lái tia với các cuộn dây được bố trí và ống dẫn từ thông, cuộn cảm dẫn điện bao gồm một cặp các phần tử dẫn điện chồng lên nhau theo vòng tròn được kết nối với nhau theo chuỗi, mỗi phần tử dẫn điện bao gồm

một cặp phần hoạt động bao gồm phần hoạt động thứ nhất và phần hoạt động thứ hai, mỗi phần hoạt động kéo dài theo hướng xuyên tâm thông thường về cơ bản là song song với một trục quay của máy điện;

một số lượng lớn các phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng song song với trục quay mà tiết diện vuông góc với hướng xuyên tâm của mỗi phần hoạt động được kéo dài với một khổ lớn song song với trục quay, và trong đó phần hoạt động thứ hai được đặt riêng ra theo hướng vòng quanh và lệch trục từ phần hoạt động thứ nhất,

cuộn cảm dẫn điện còn bao gồm phần nối thứ nhất và thứ hai để kết nối cuộn cảm dây điện với nguồn điện.

2. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 1, trong đó, trong sử dụng, lưu lượng dòng theo các hướng xuyên tâm ngược nhau dọc theo các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm thứ nhất và thứ hai.

3. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 1, trong đó mỗi phần hoạt động còn bao gồm một số lượng lớn các phần cuốn vòng quanh cuộn dây được xếp chồng lên nhau theo vòng tròn.

4. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 2, trong đó phần cuốn vòng quanh cuộn dây của các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm thông thường có các đầu gần được đặt tại bán kính trong và các đầu xa được đặt tại bán kính ngoài, và trong đó các đầu gần của các phần cuốn vòng quanh cuộn dây được liên kết bằng các phần vòng lặp trong và các đầu xa được liên kết bằng các phần vòng lặp ngoài mà theo đó, trong sử dụng, lưu lượng dòng ở các hướng xuyên tâm ngược nhau dọc theo cặp của các phần hoạt động kéo dài xuyên tâm.

5. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 4, trong đó các phần vòng lặp ngoài được tạo cấu hình để hình thành phần ngoài của cuộn cảm mà về cơ bản là song song với trục quay.
6. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 5, trong đó mỗi phần vòng lặp ngoài bao gồm về cơ bản là phần hình bán nguyệt hoặc hình chữ nhật mà phần bên ngoài hình thành nên bề mặt nửa đĩa hoặc hình chữ nhật.
7. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 4, trong đó các phần vòng lặp ngoài được tạo cấu hình để hình thành về cơ bản là phần đường thân khai của cuộn cảm.
8. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 4, trong đó các phần vòng lặp trong được tạo cấu hình để hình thành nên phần bên trong của cuộn cảm mà về cơ bản là song song với trục quay.
9. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 8, trong đó mỗi phần vòng lặp trong bao gồm về cơ bản là phần hình bán nguyệt hoặc hình chữ nhật mà đoạn bên trong hình thành nên bề mặt nửa đĩa hoặc hình chữ nhật.
10. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 4, trong đó các phần vòng lặp trong được tạo cấu hình để hình thành về cơ bản là phần đường thân khai của cuộn cảm.
11. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 1, bao gồm một số lượng lớn các cặp phần hoạt động được liên kết với nhau theo chuỗi, trong đó các cặp phần hoạt động liên kế chồng lên theo vòng tròn để xác định khoảng của kiểu mẫu thứ hai để nhận ống dẫn từ thông, khoảng của kiểu mẫu thứ hai là khoảng theo vòng tròn giữa hai phần hoạt động liên kế của hai cặp phần hoạt động khác nhau của cuộn cảm.
12. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 11, trong đó số lượng các cặp phần hoạt động là bội số nguyên của hai.
13. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 11, được tạo cấu hình để, trong sử dụng, lưu lượng dòng theo cùng một hướng dọc theo các phần hoạt động liên kế của cuộn cảm được tách rời ra bởi một trong các khoảng của kiểu mẫu thứ hai cho ống dẫn từ thông.
14. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 11, trong đó một số lượng lớn các cặp phần hoạt động hoặc là được cấu thành toàn vẹn hoặc là được cấu thành bằng cách liên kết, theo chuỗi, một số lượng lớn các phần tử riêng biệt mà mỗi phần tử bao gồm một cặp các phần hoạt động.

15. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 1, trong đó các phần nối thứ nhất và thứ hai kéo dài song song với trục quay.
16. Cuộn cảm dẫn điện theo điểm 1, trong đó phần nối thứ nhất và thứ hai của cuộn cảm được bố trí gần với đầu ngoài cùng xuyên tâm của cuộn cảm.
17. Stato cho máy điện từ thông hướng trục bao gồm một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện theo điểm 1, trong đó một số lượng lớn các cuộn cảm dẫn điện được phân bố vòng quanh stato.
18. Máy điện từ thông hướng trục bao gồm stato theo điểm 17, bao gồm một cặp các roto đối lập bố trí ở các phía đối diện của stato.



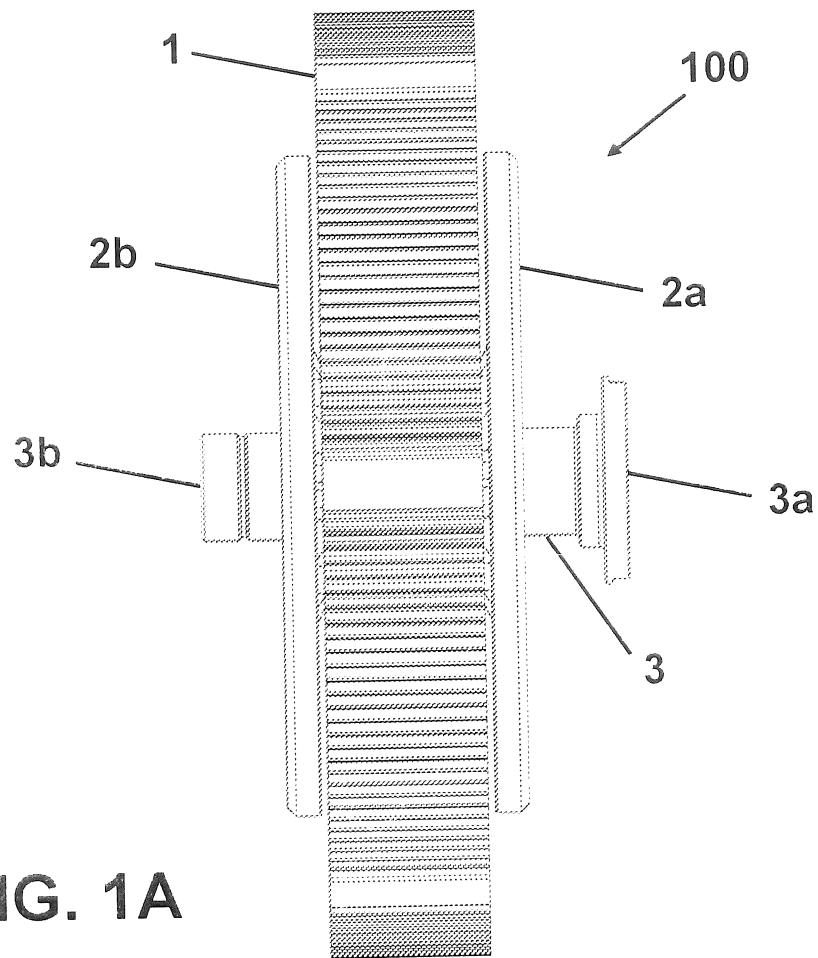


FIG. 1A

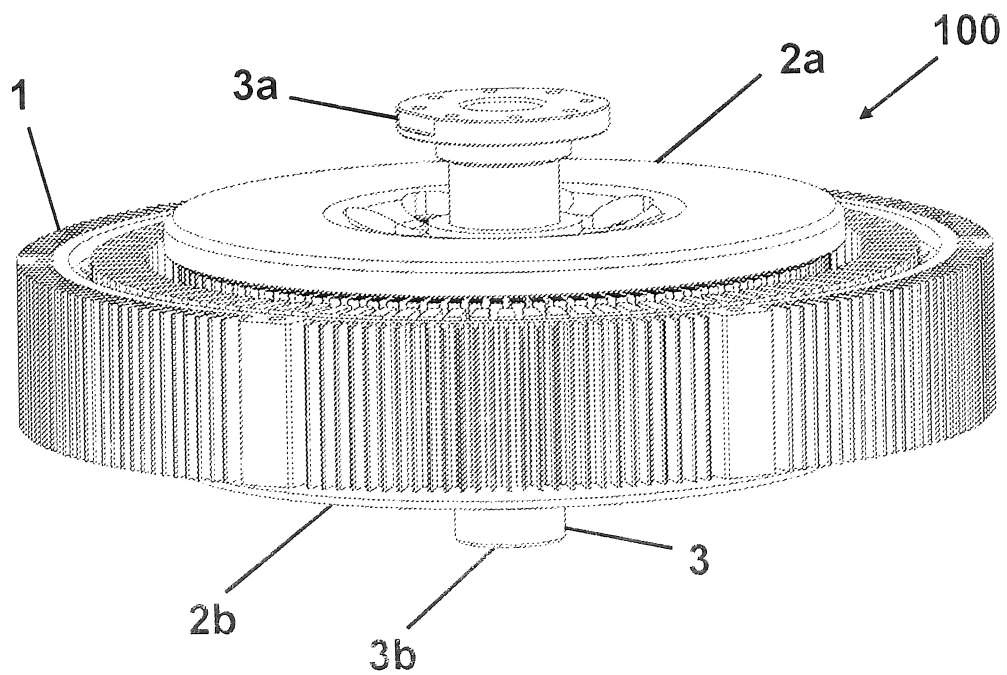
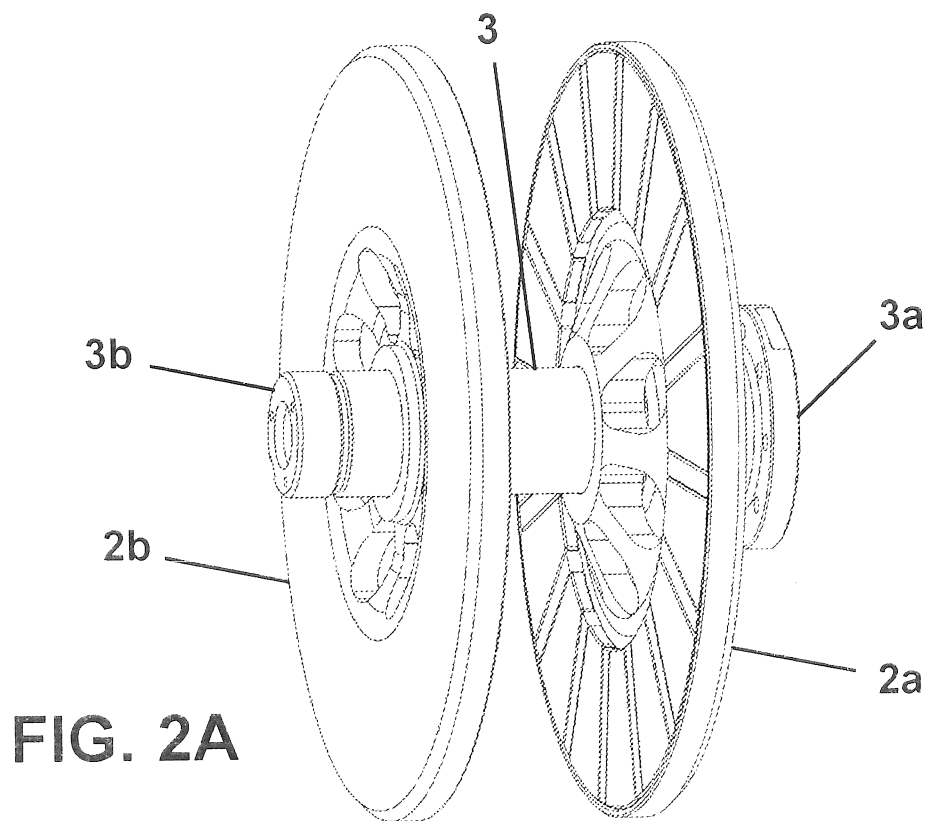
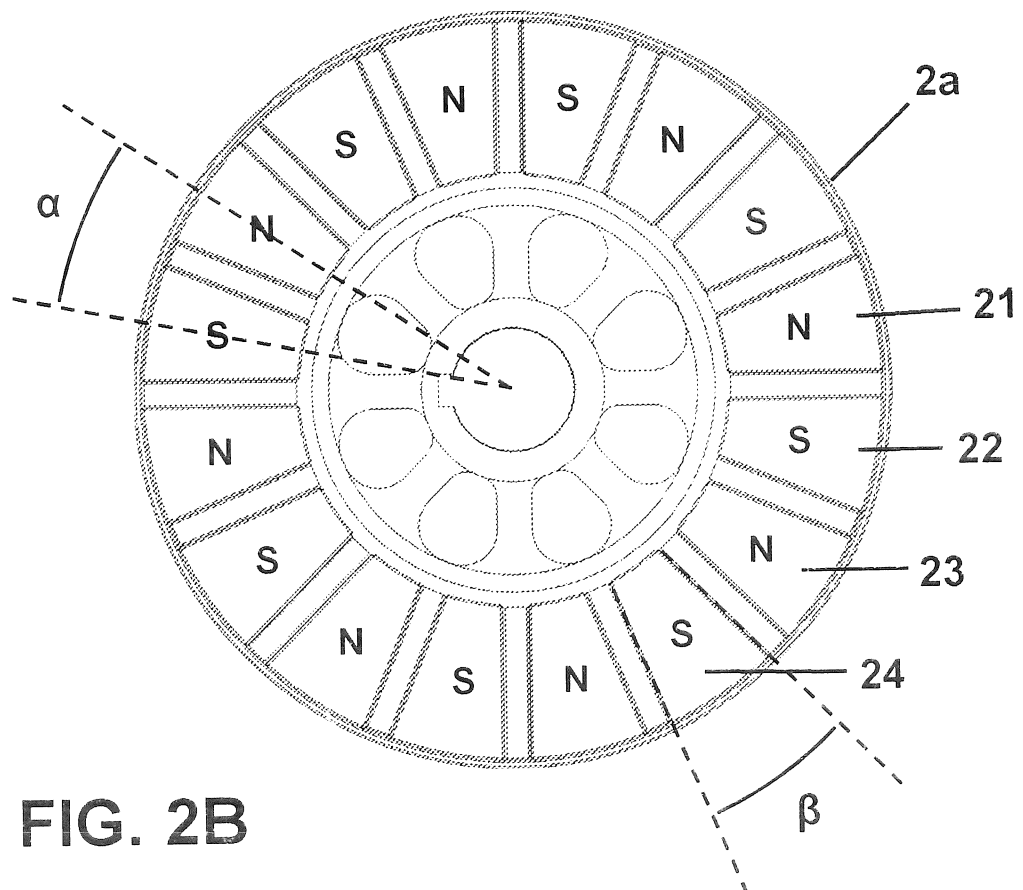


FIG. 1B

**FIG. 2A****FIG. 2B**

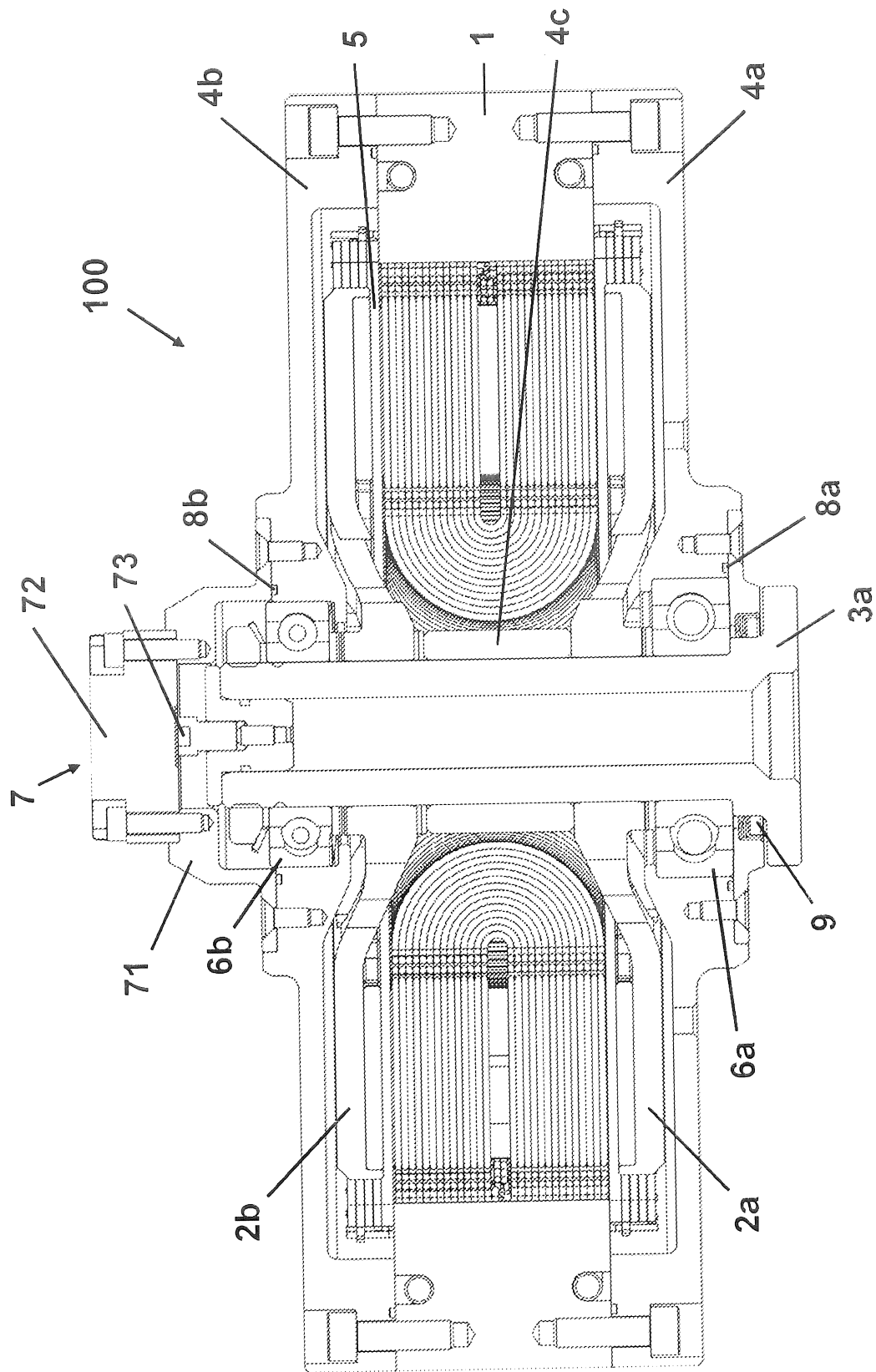


FIG. 3

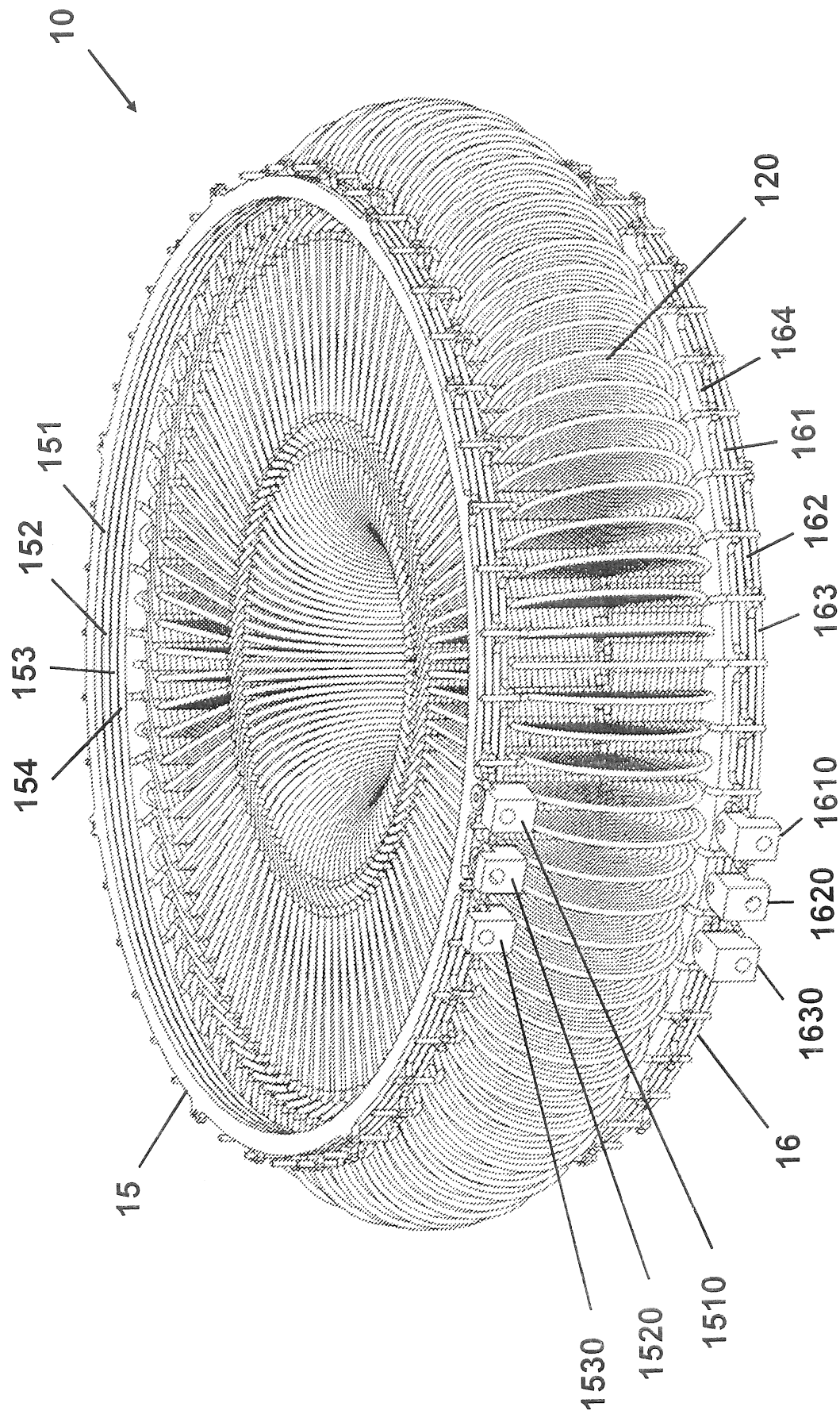


FIG. 4A

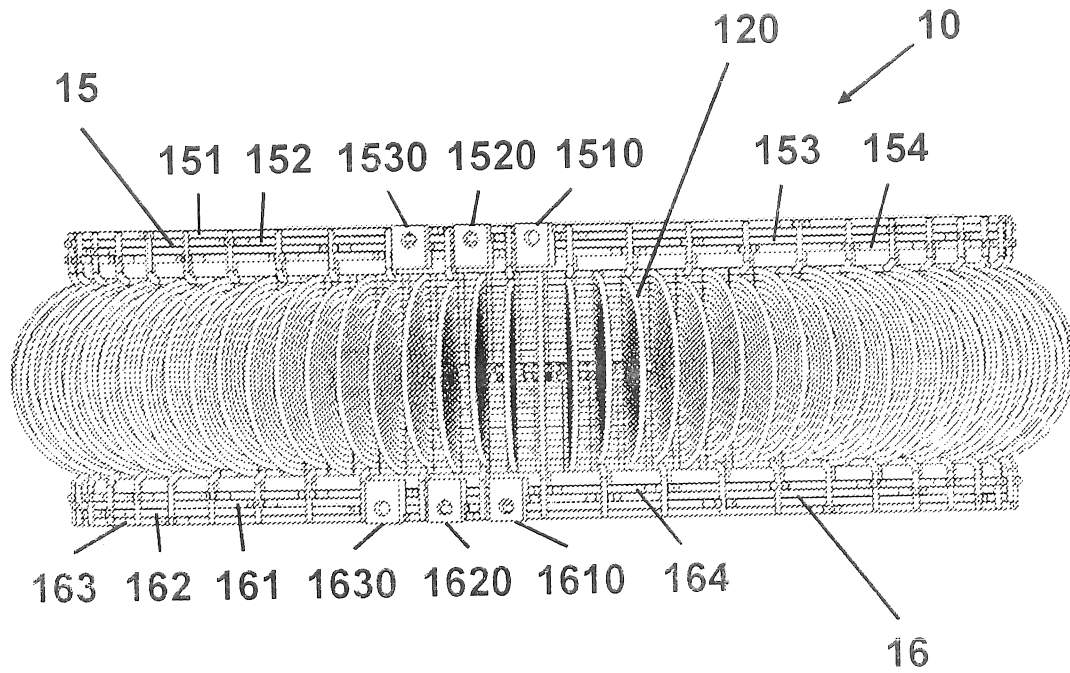


FIG. 4B

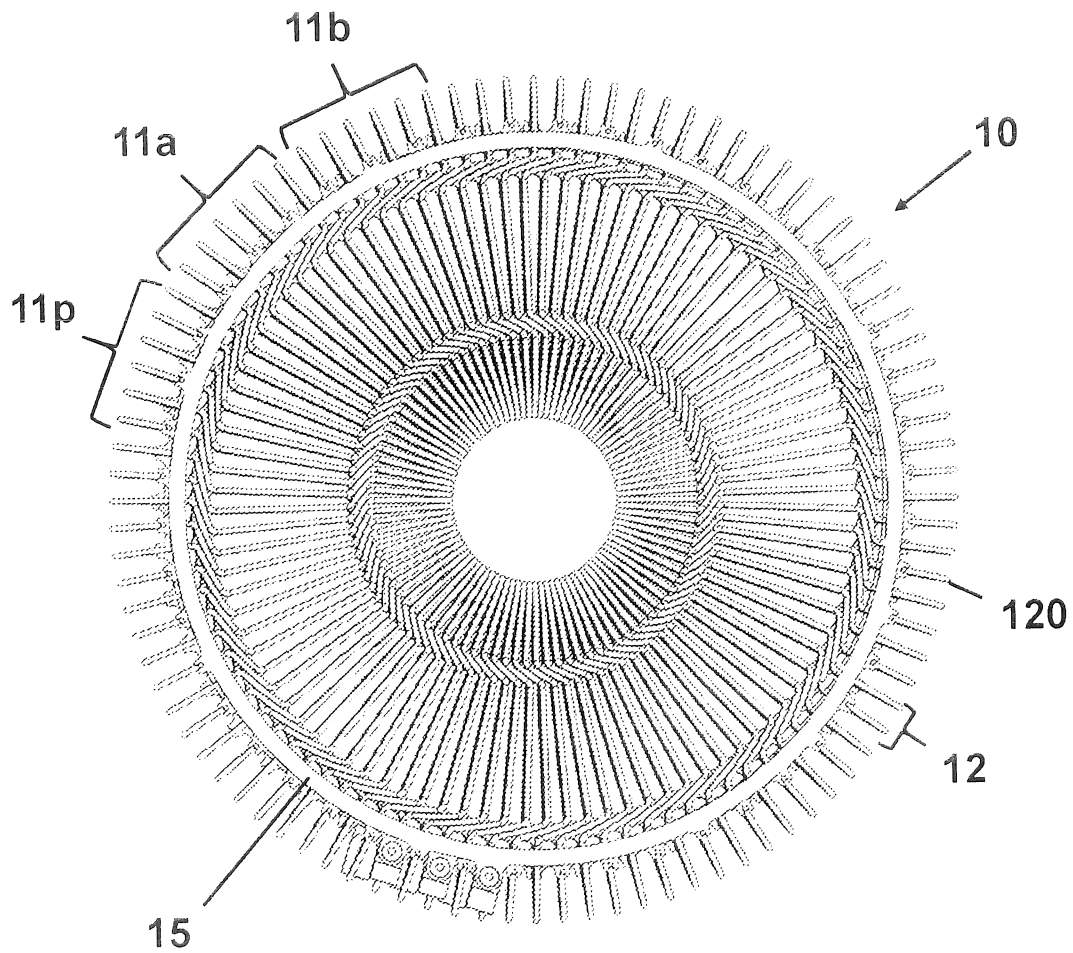


FIG. 4C

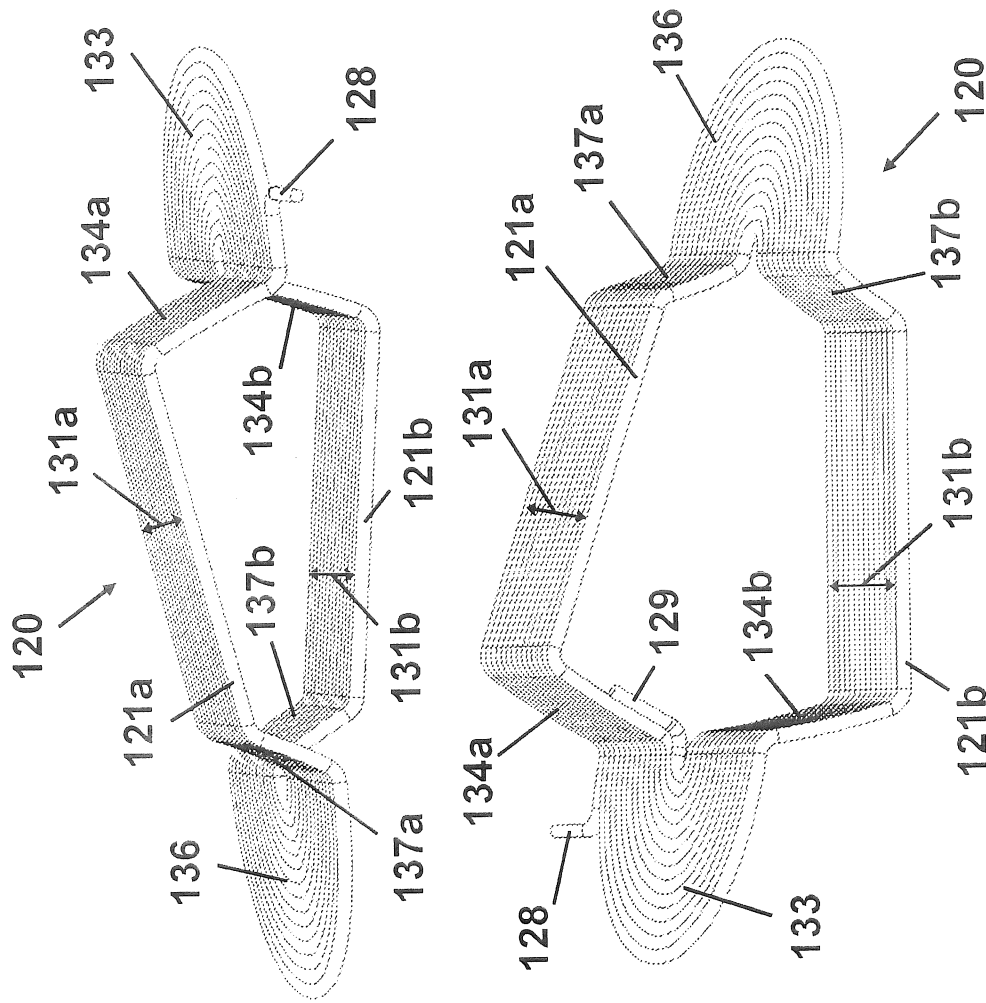


FIG. 5B

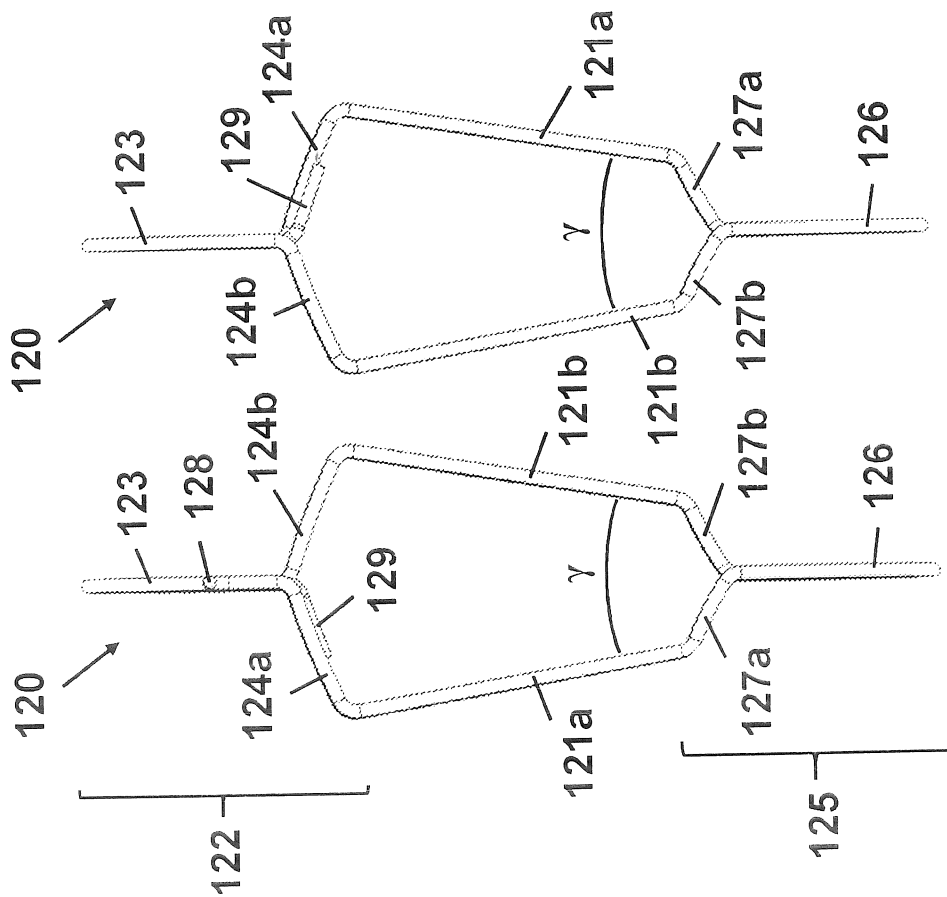


FIG. 5A

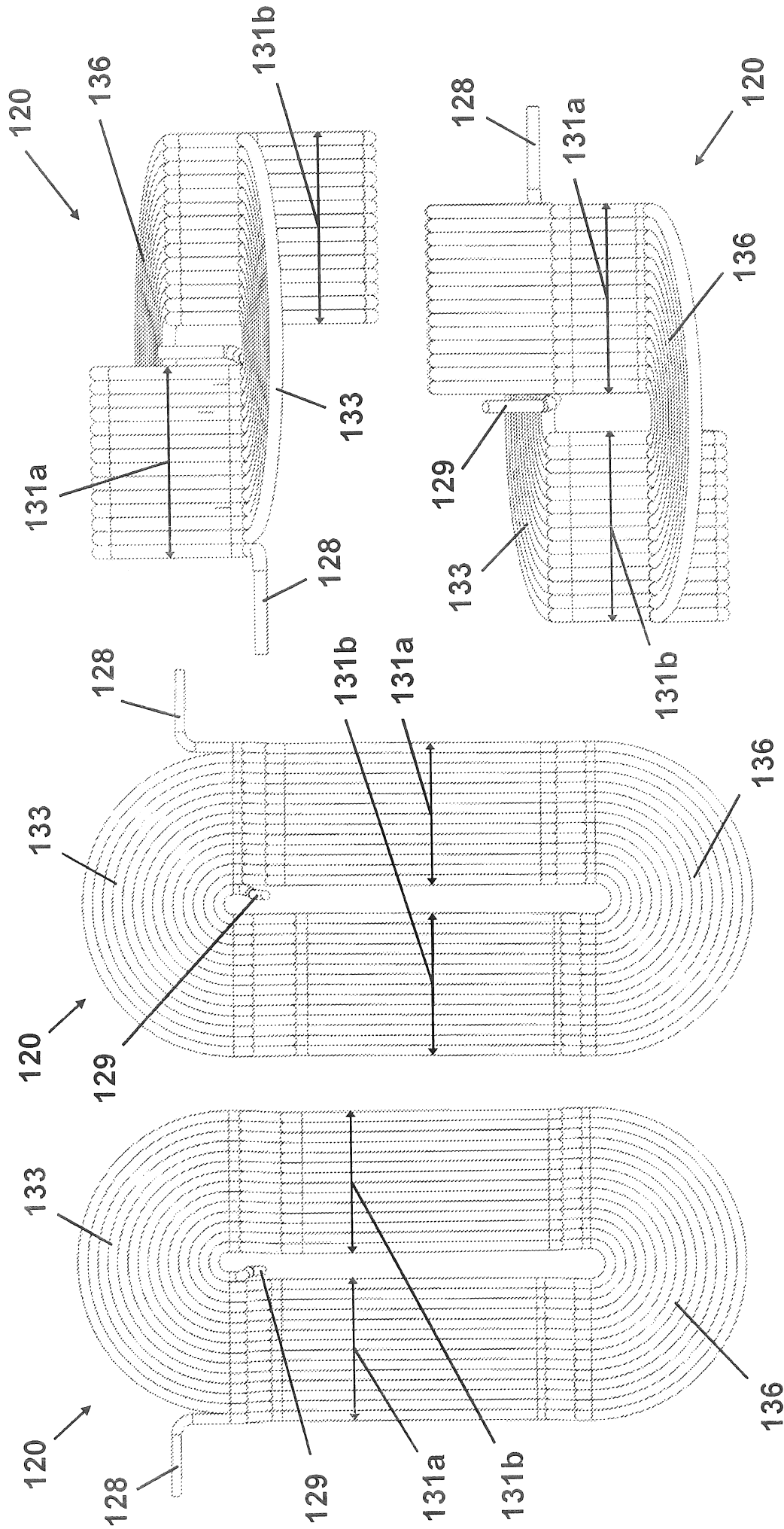
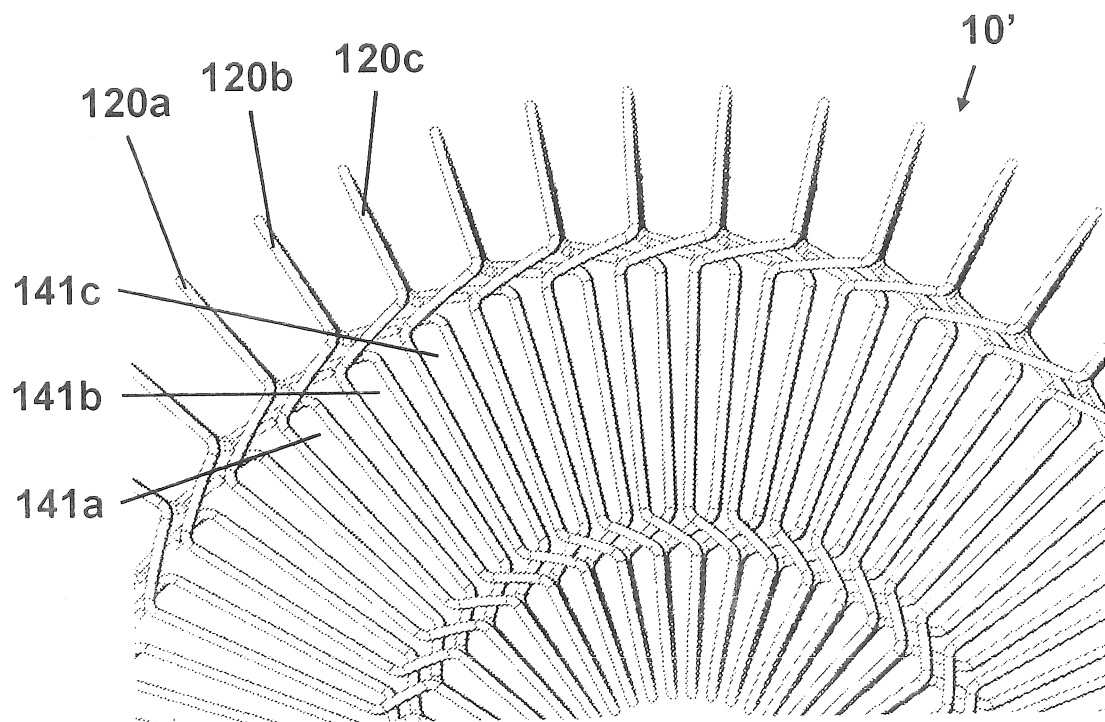
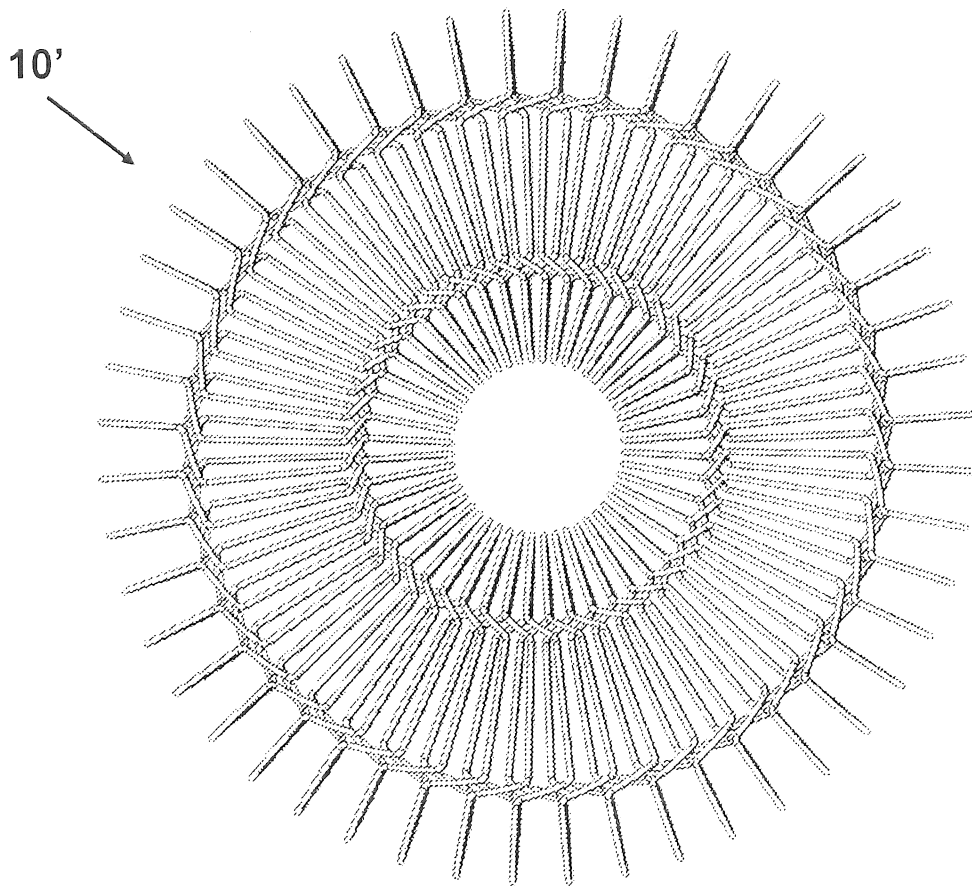
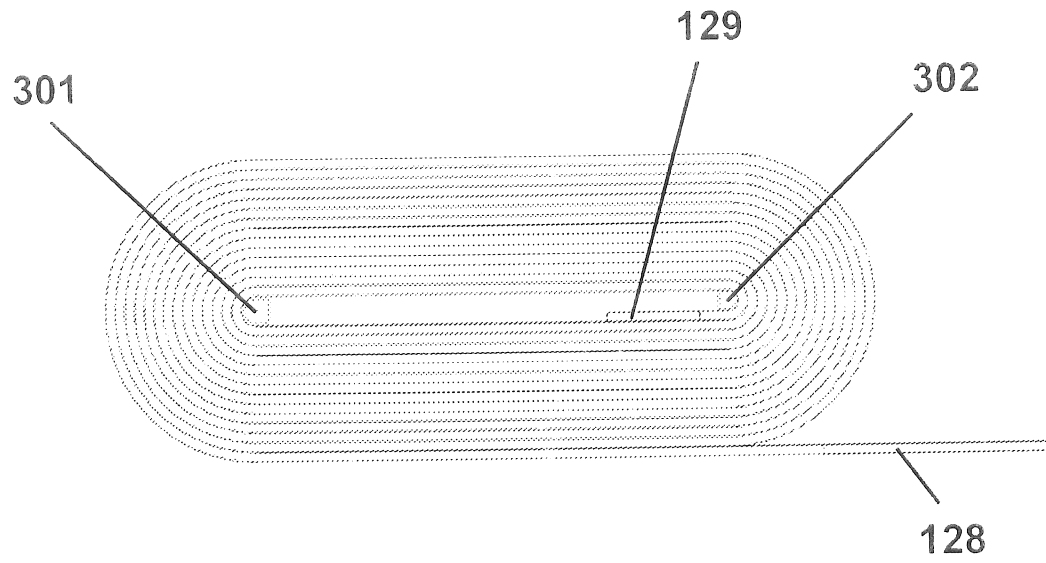
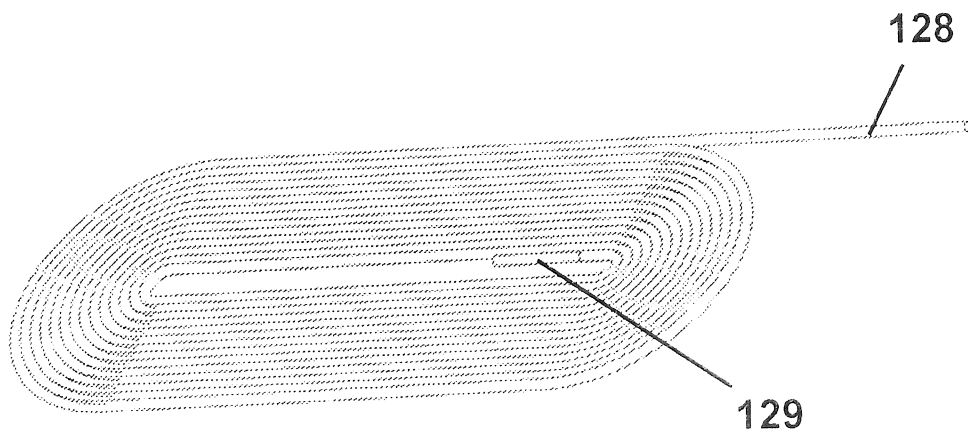


FIG. 5D

FIG. 5C

**FIG. 5E****FIG. 5F**



**FIG. 5G****FIG. 5H****FIG. 5I**

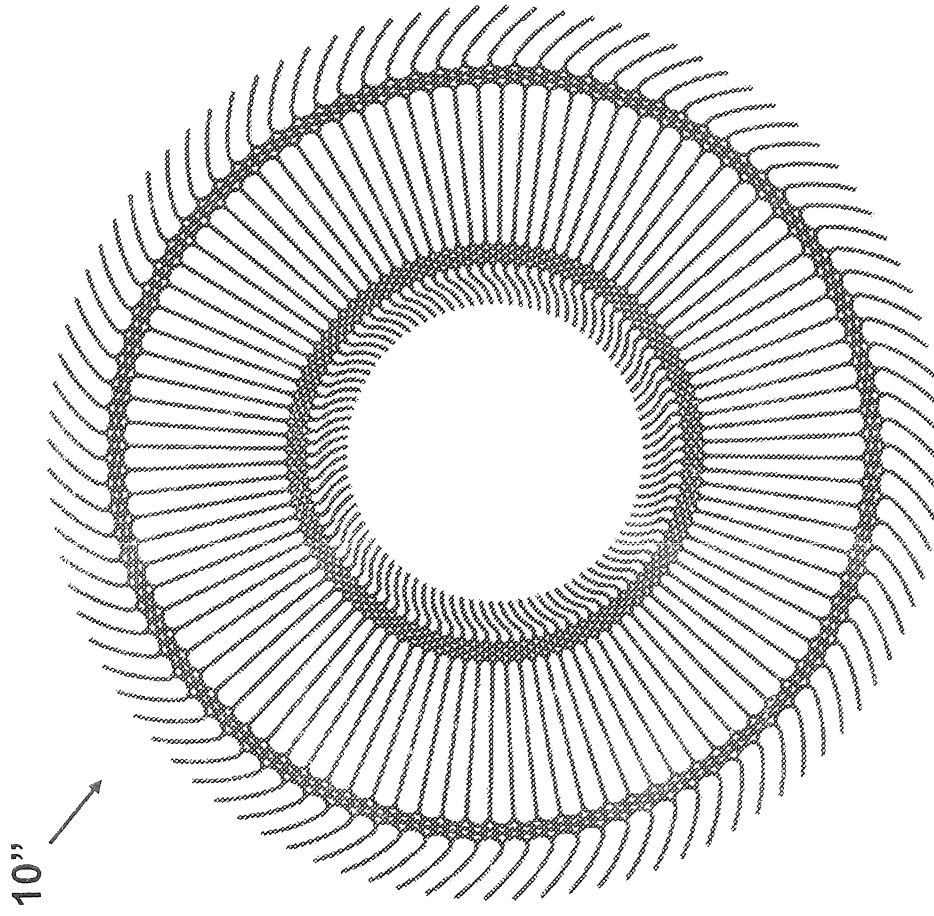


FIG. 5K

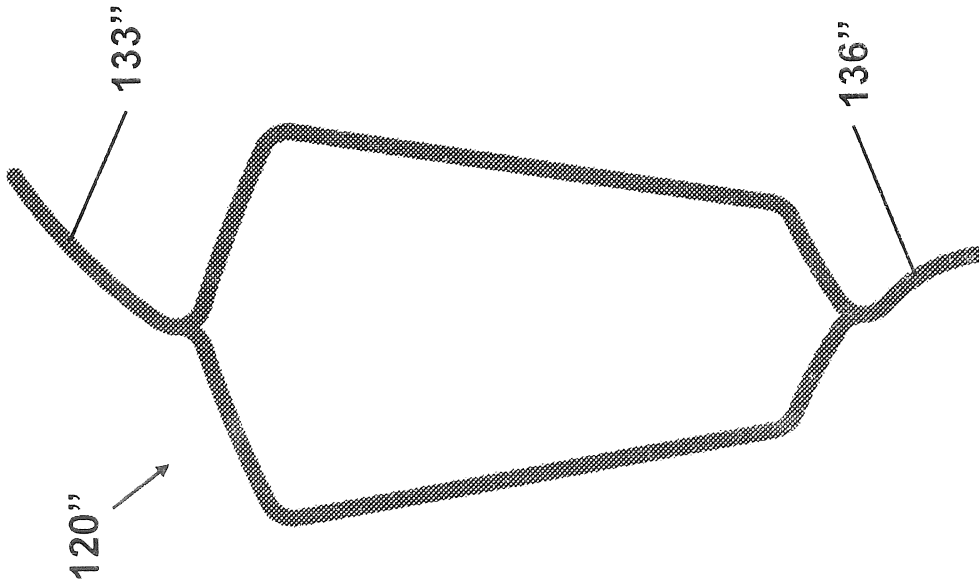


FIG. 5J

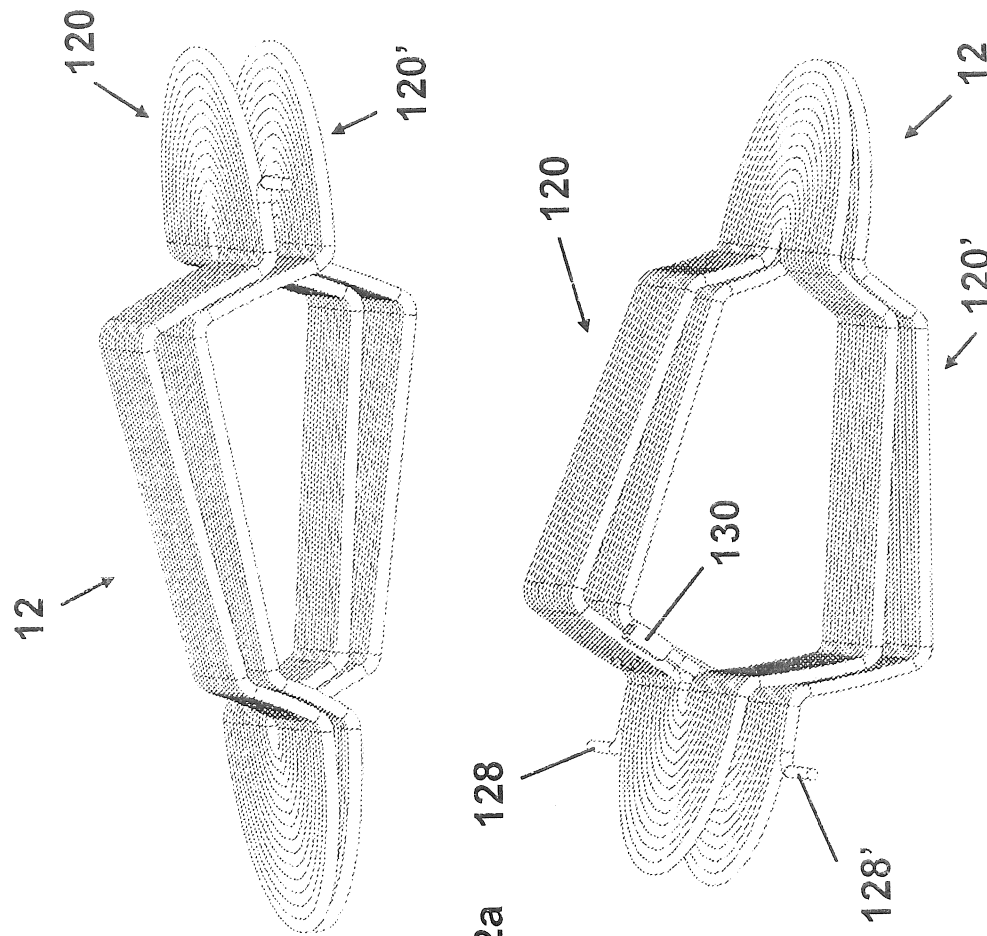


FIG. 6B

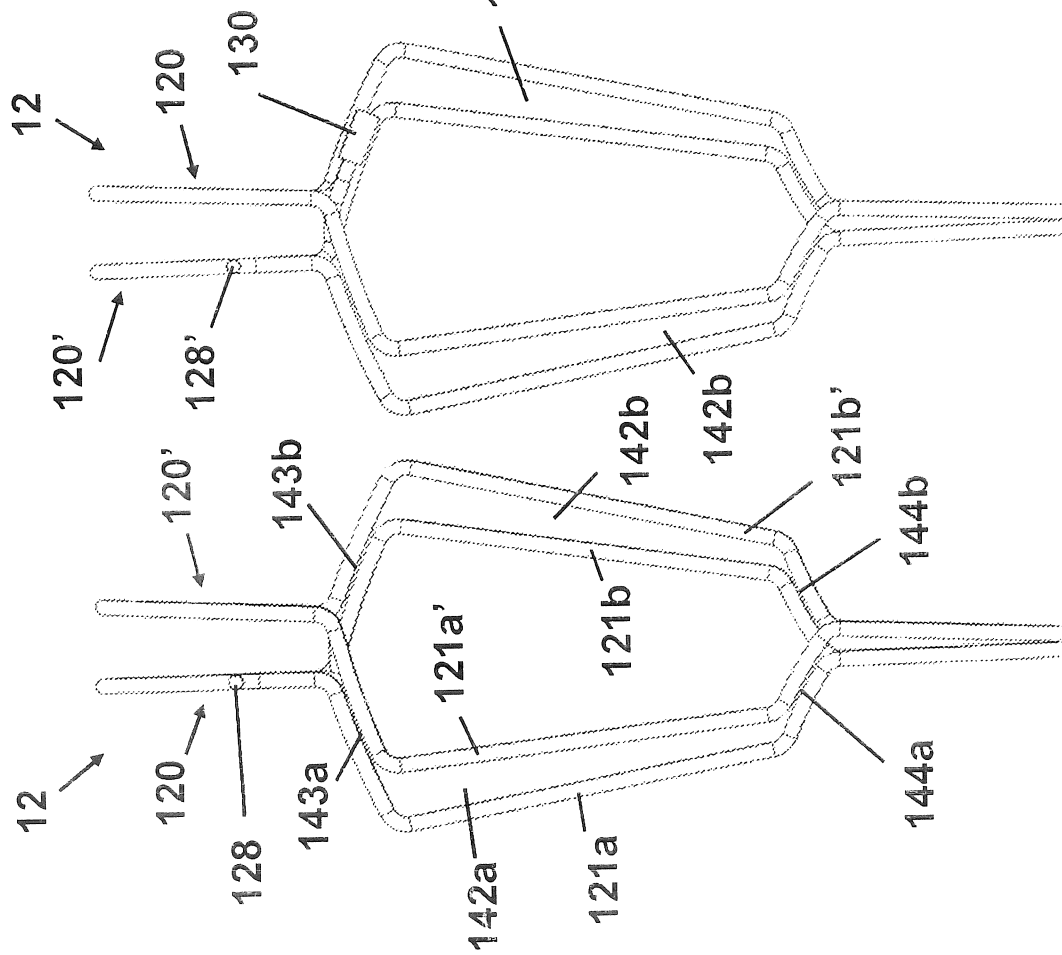


FIG. 6A

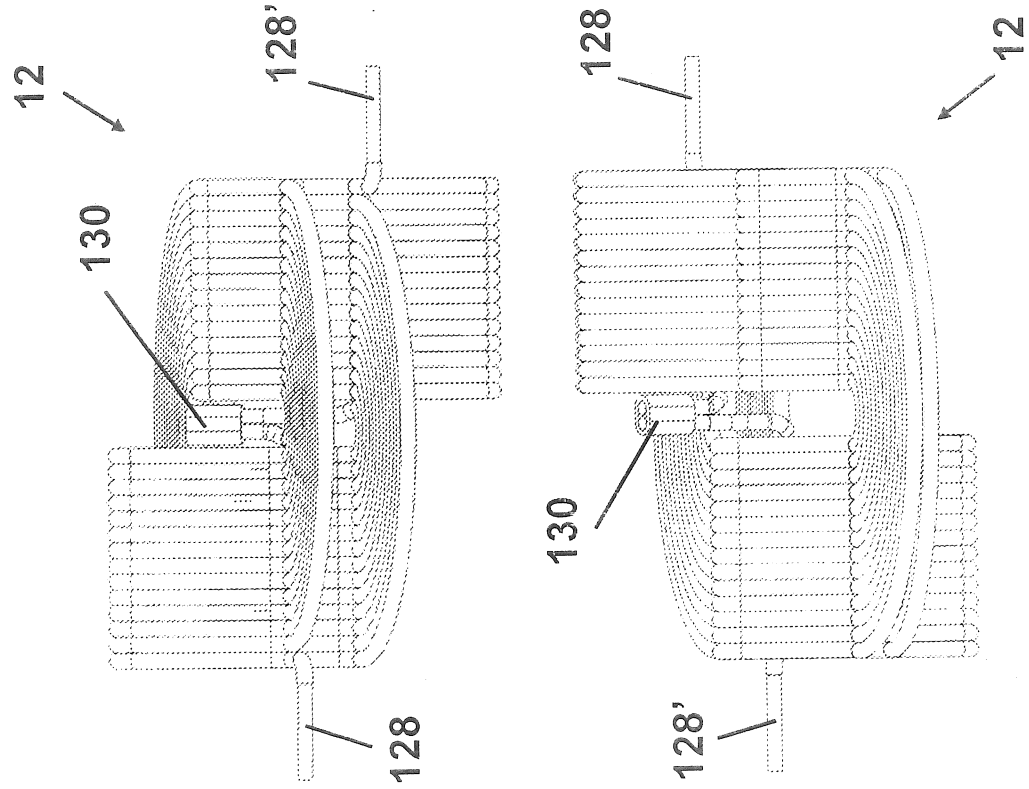


FIG. 6D

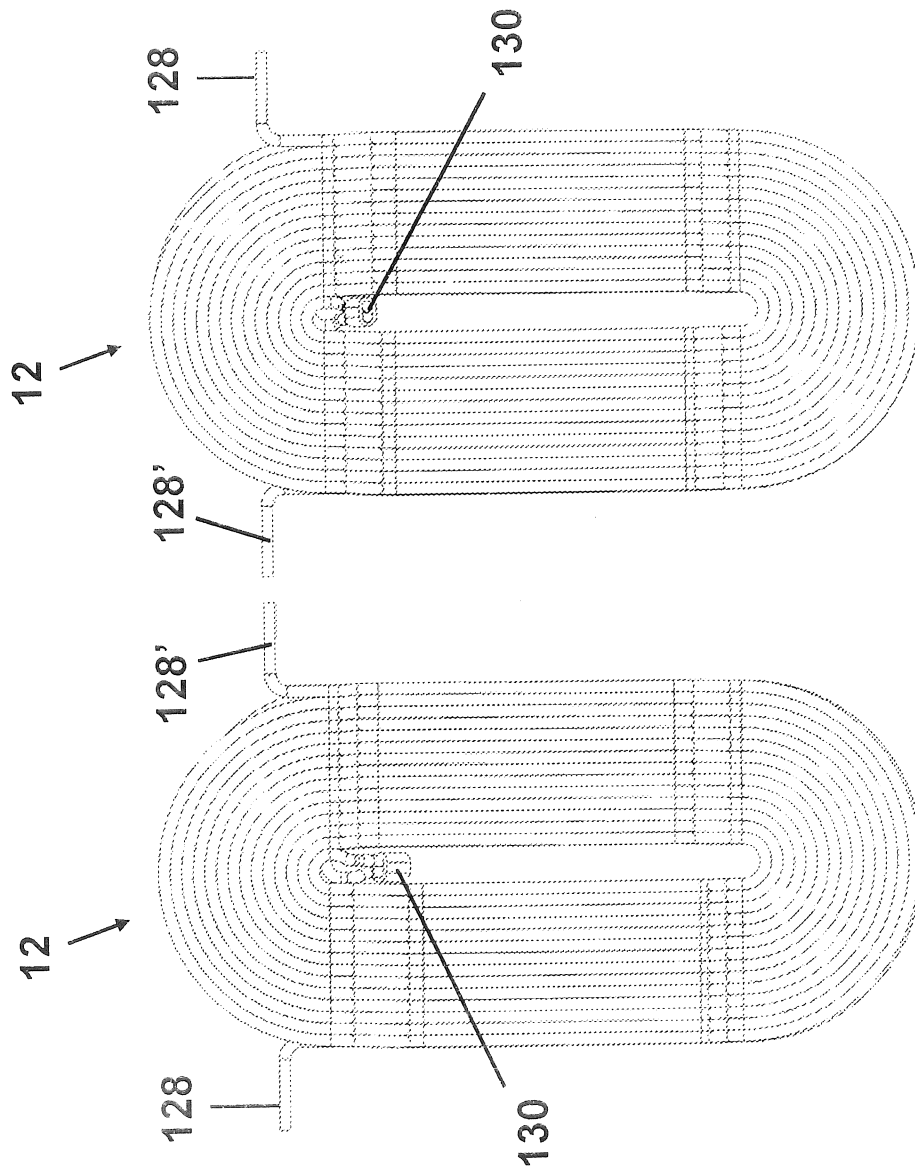


FIG. 6C

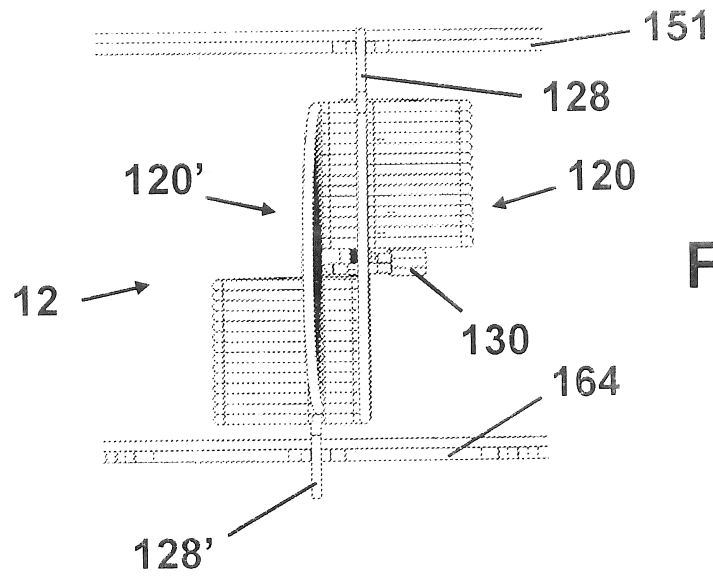


FIG. 7A

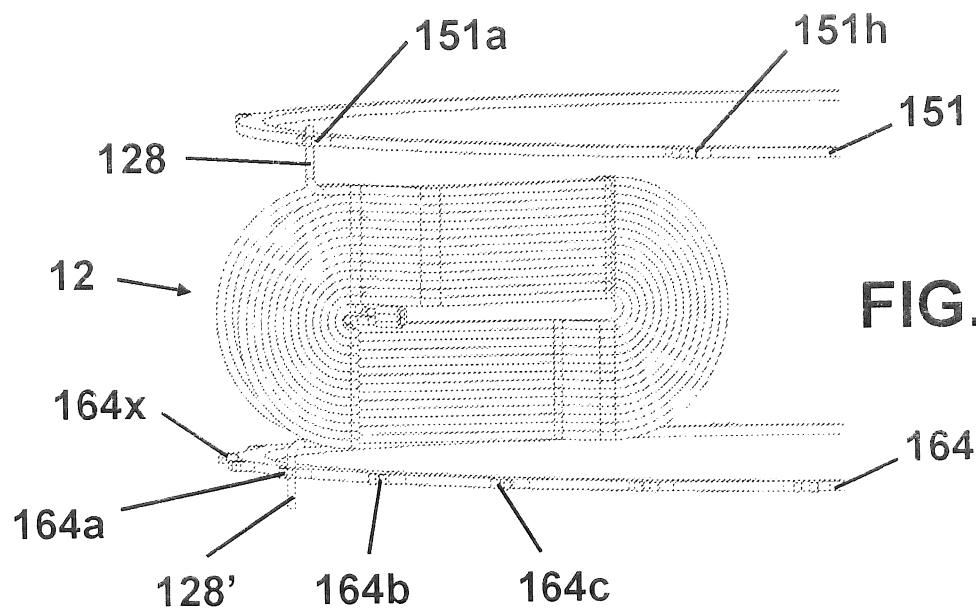


FIG. 7B

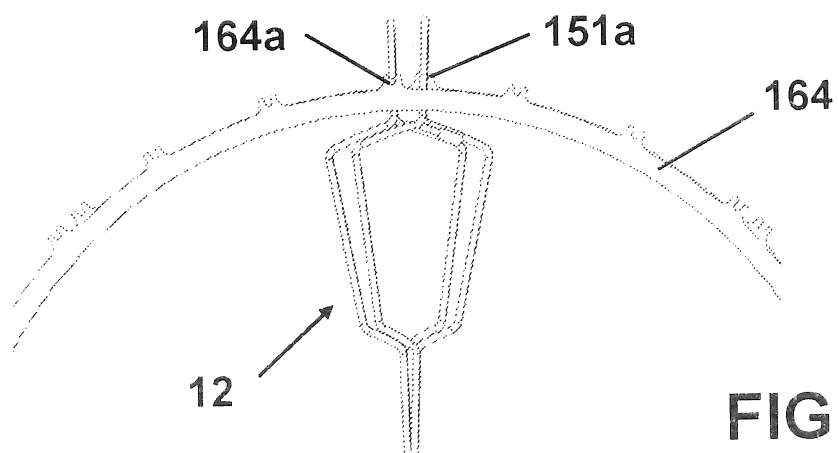
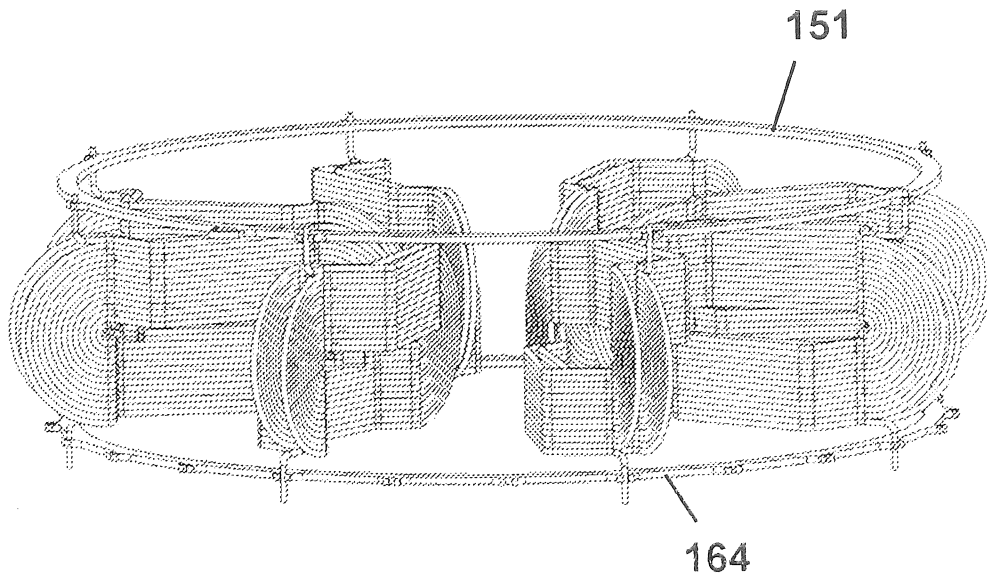
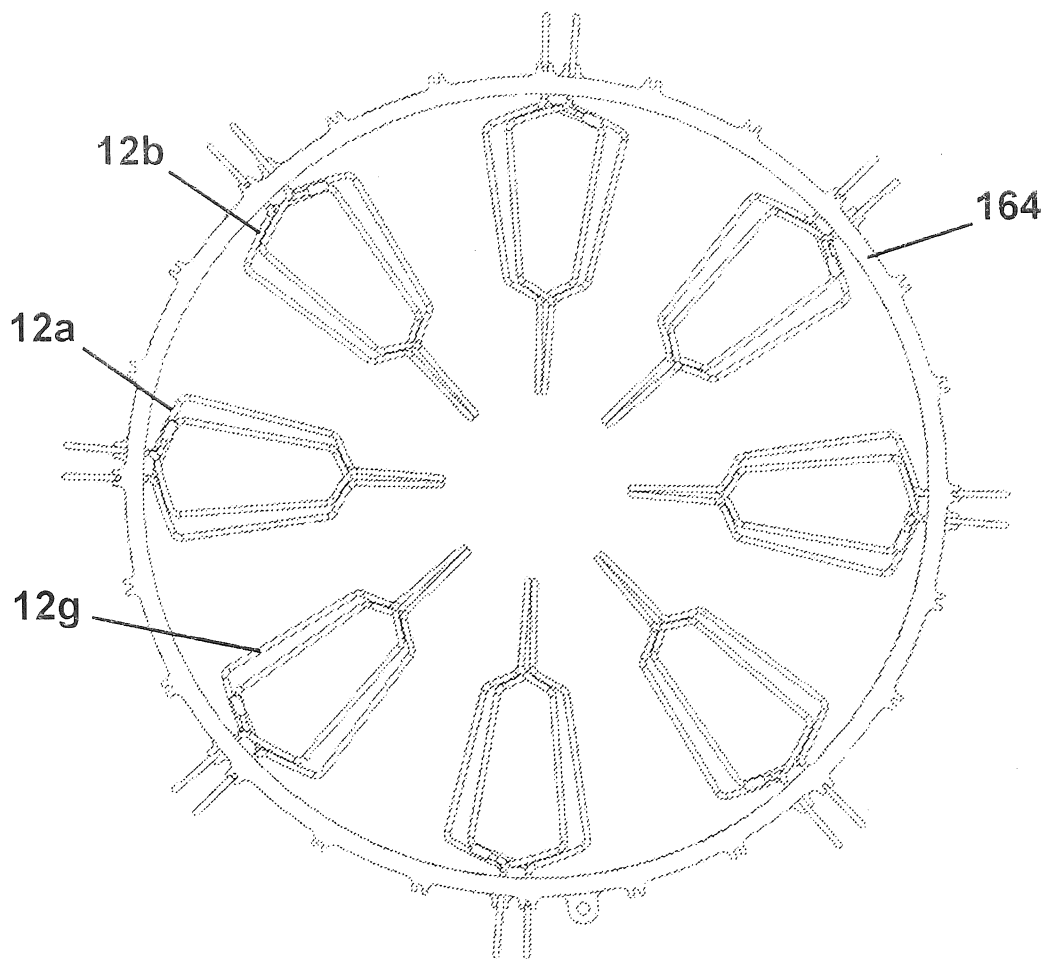
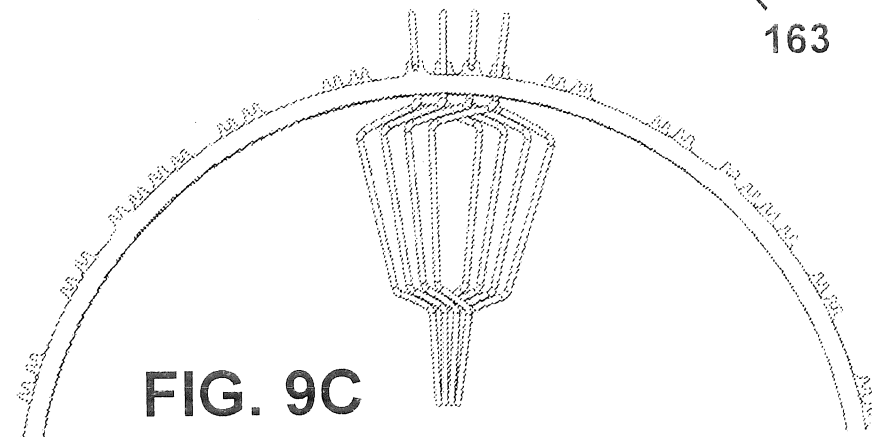
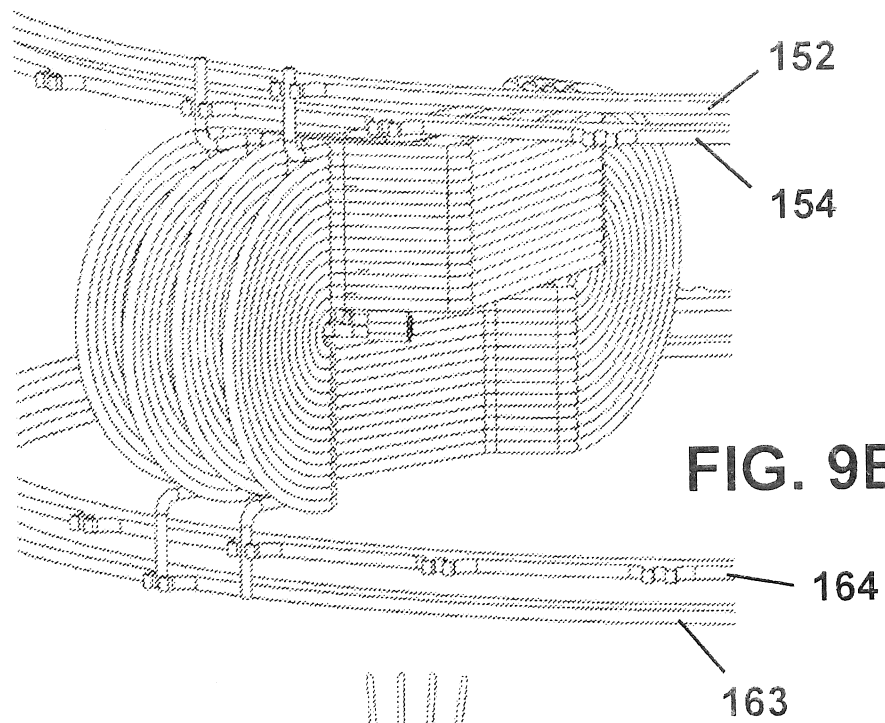
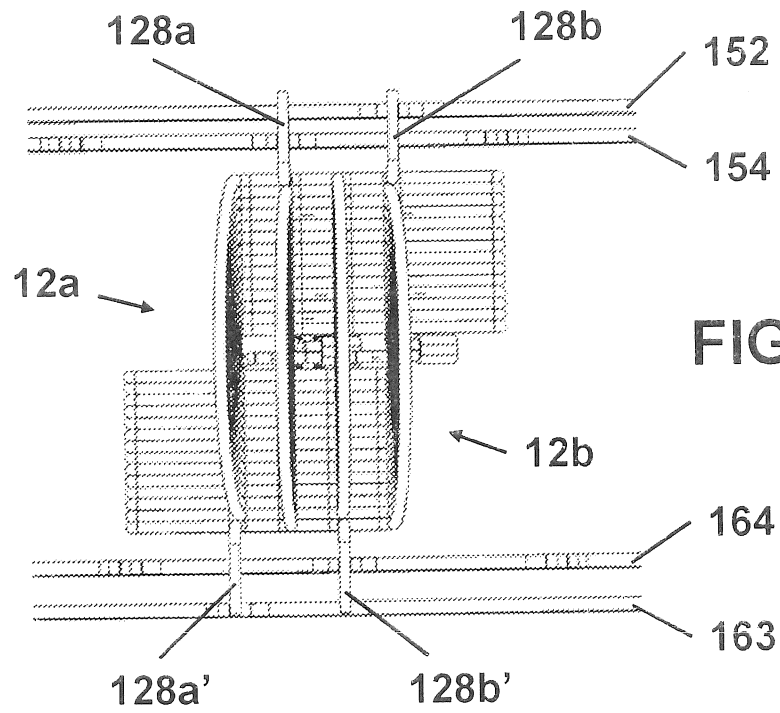
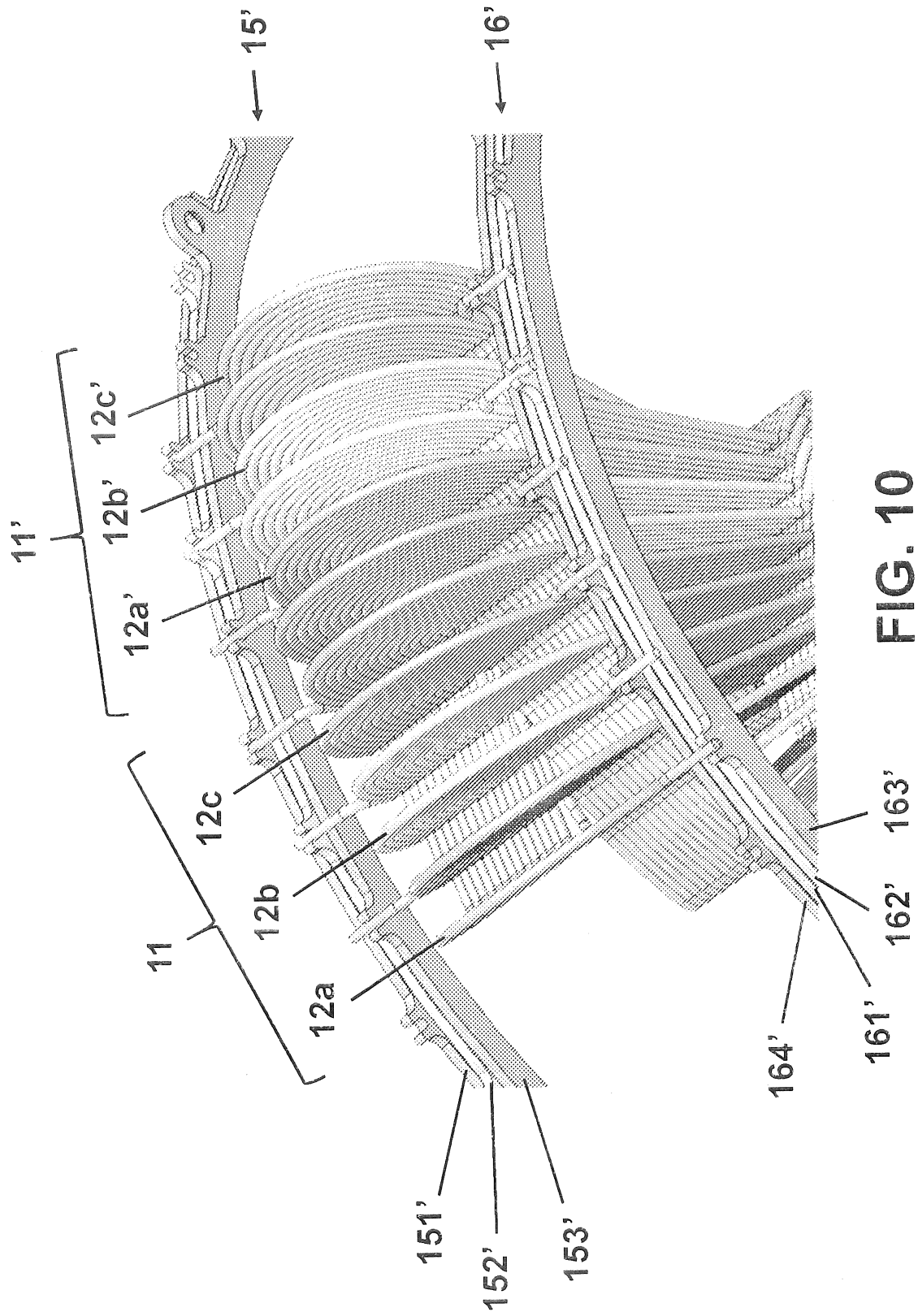


FIG. 7C

**FIG. 8A****FIG. 8B**







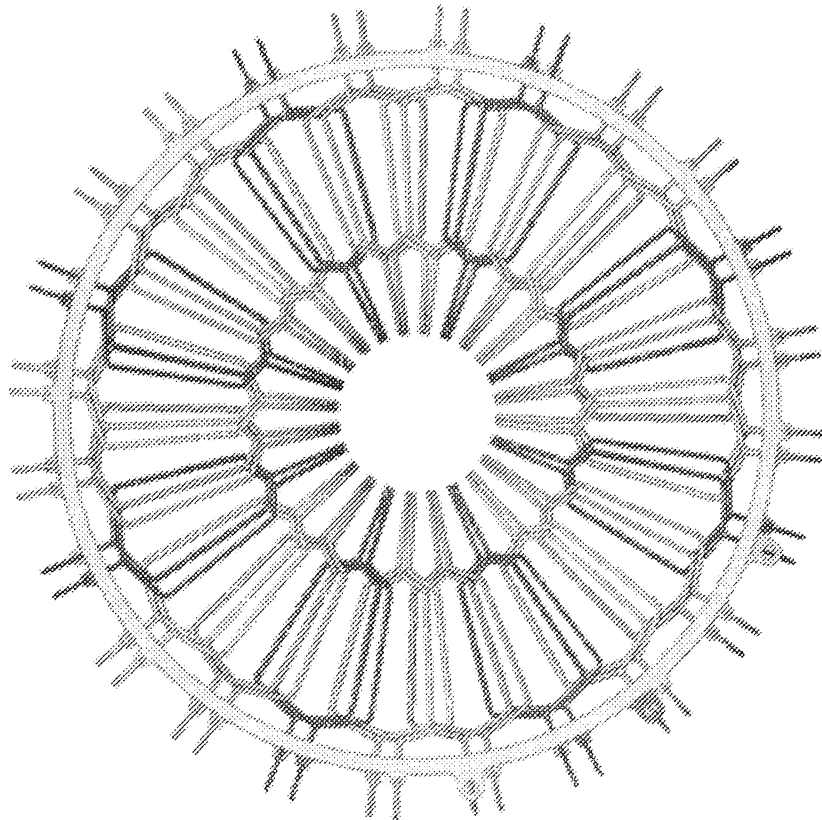


FIG. 11A

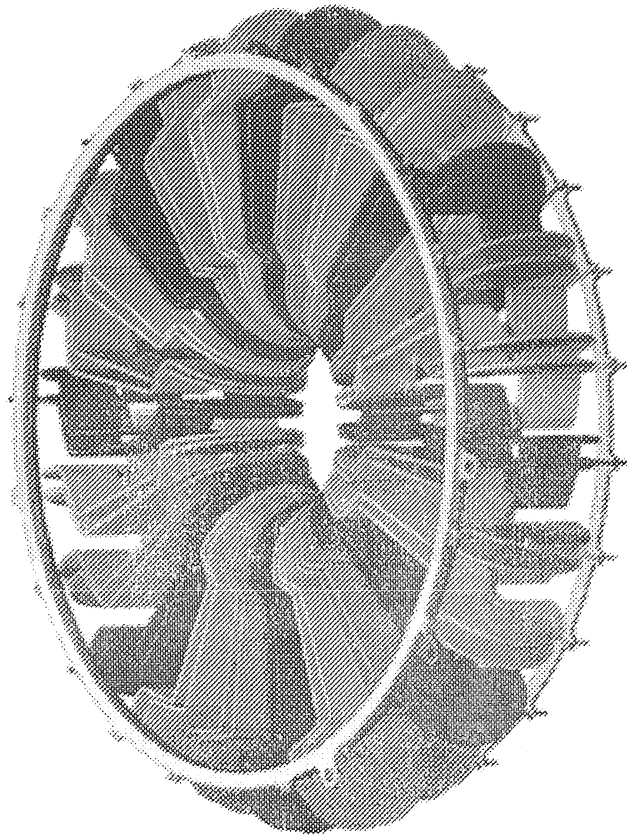


FIG. 11B

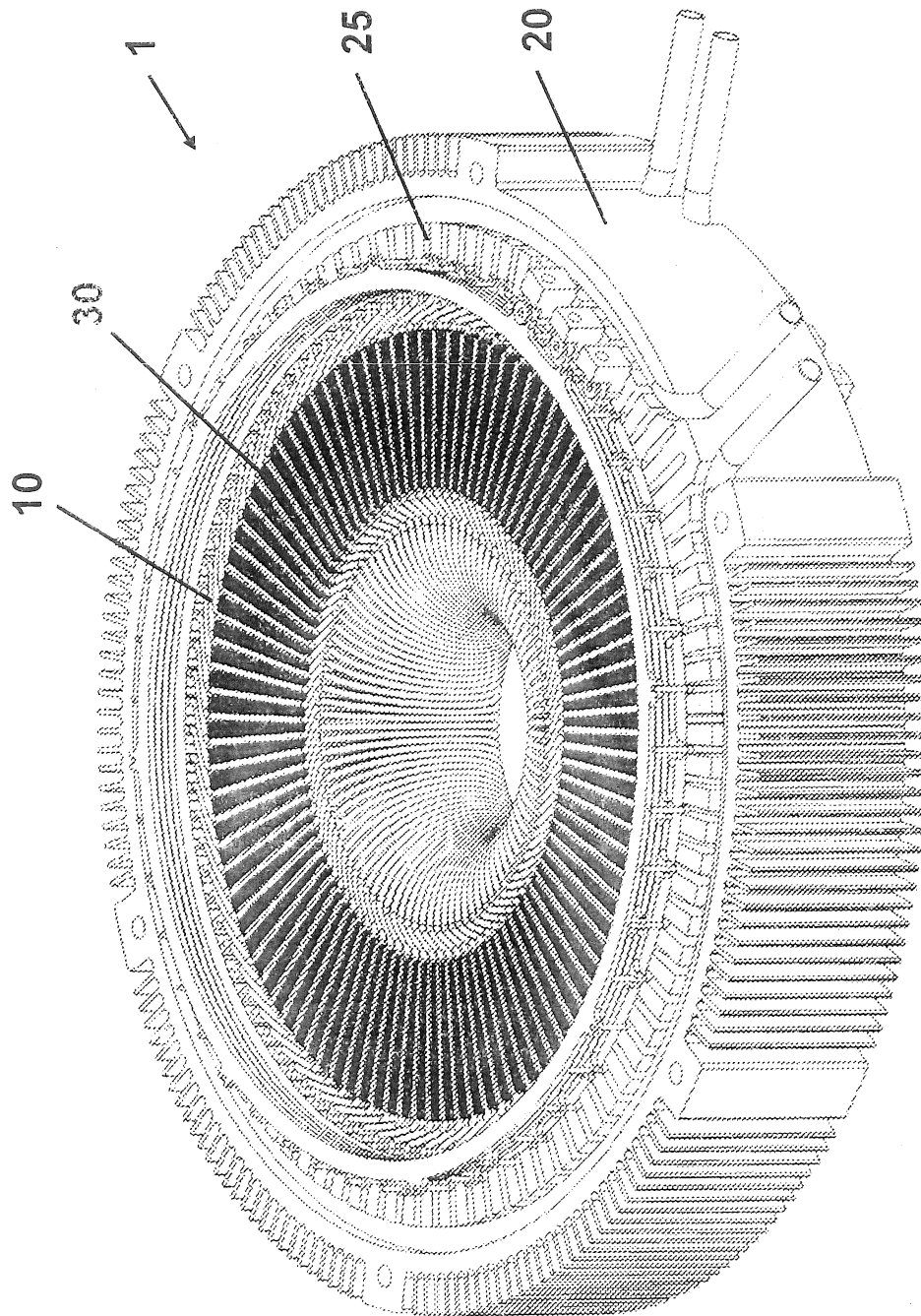


FIG. 12A

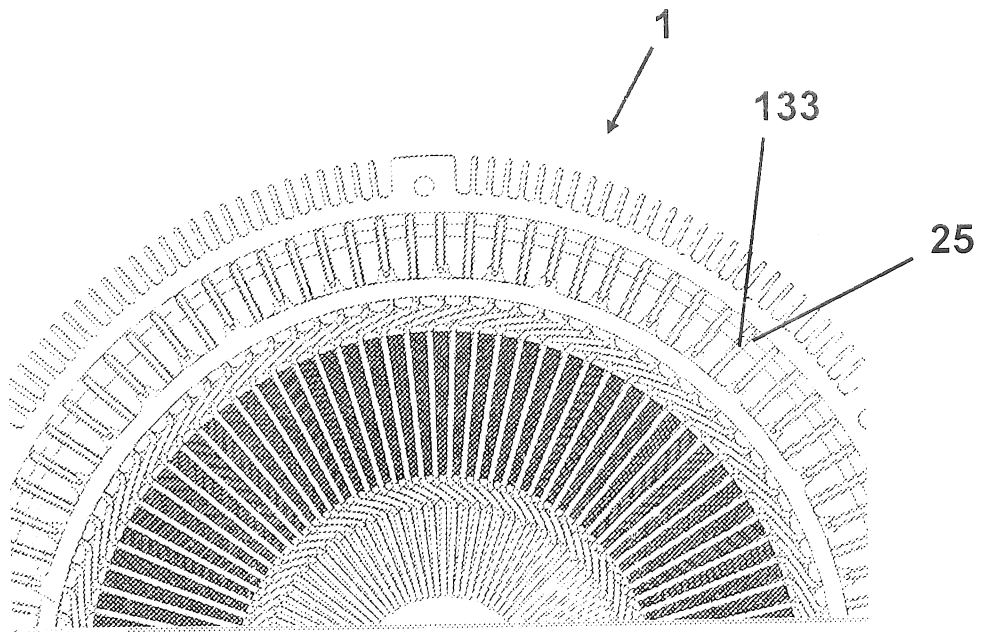


FIG. 12B

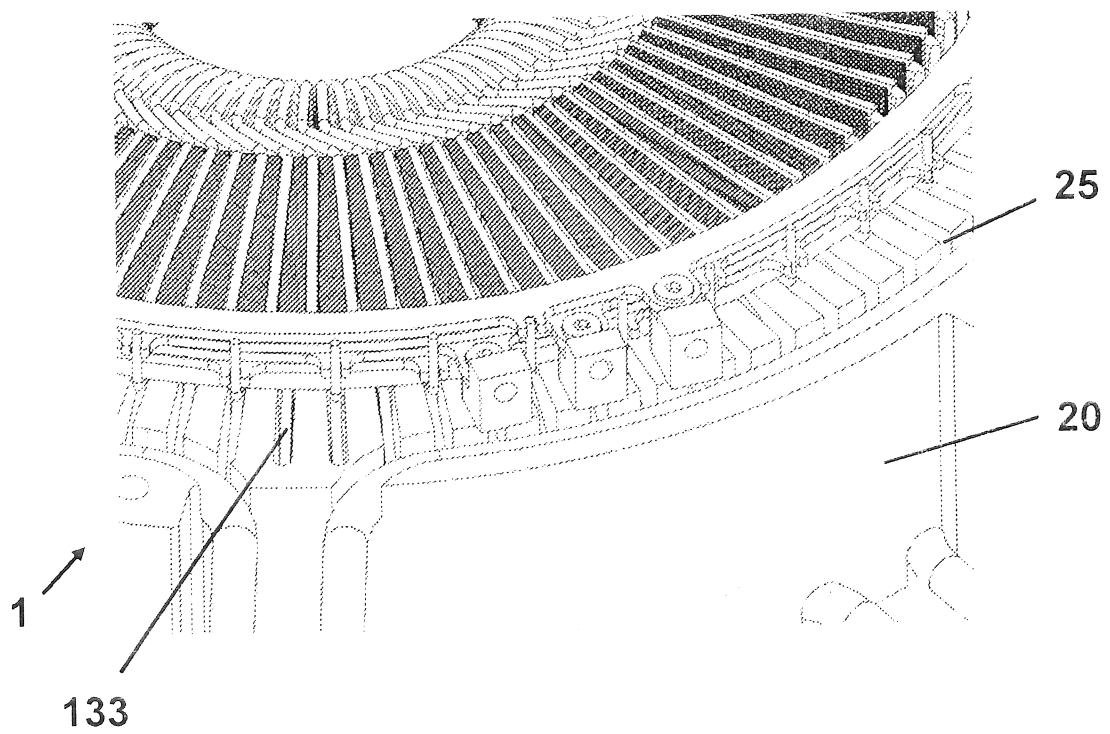


FIG. 12C

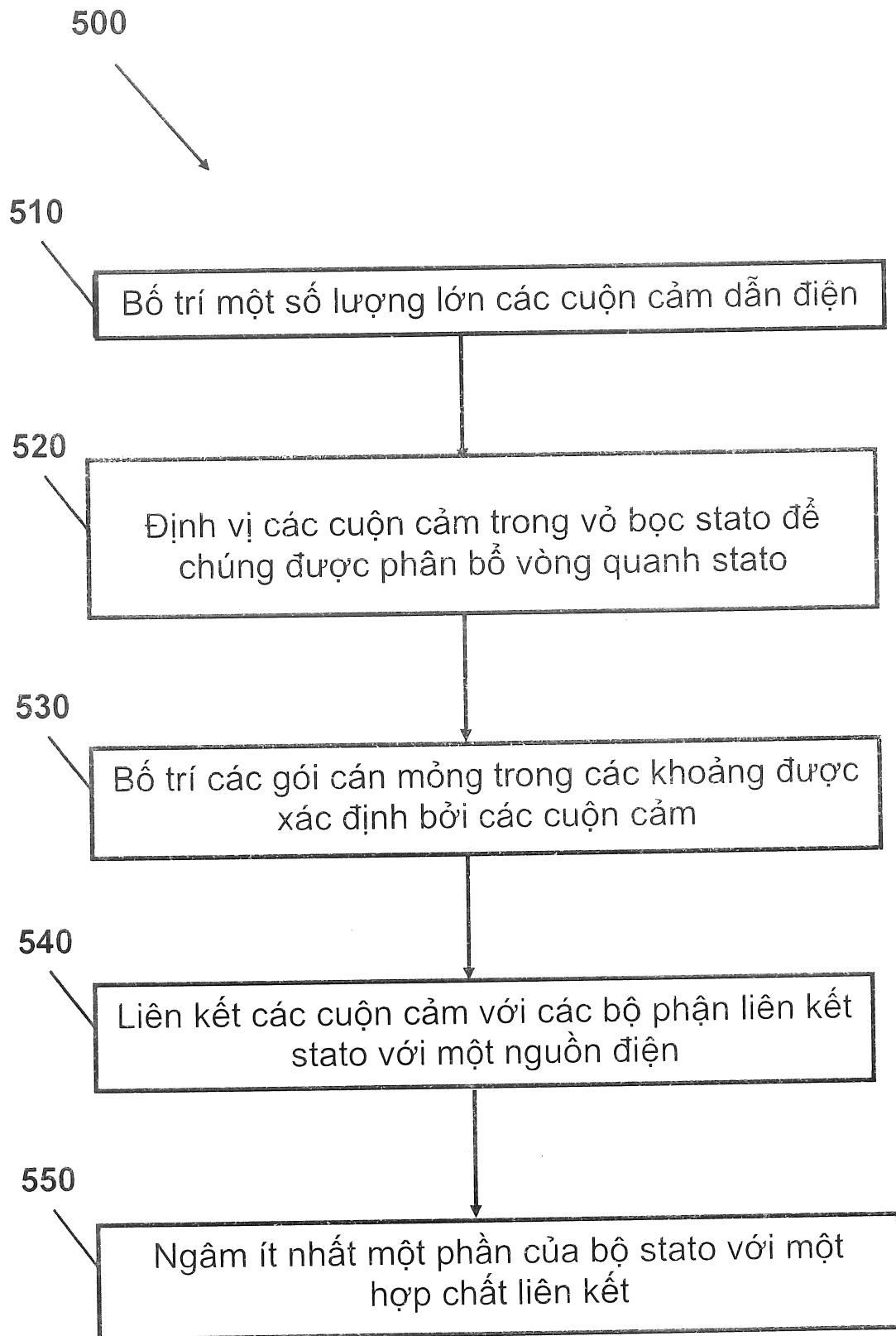
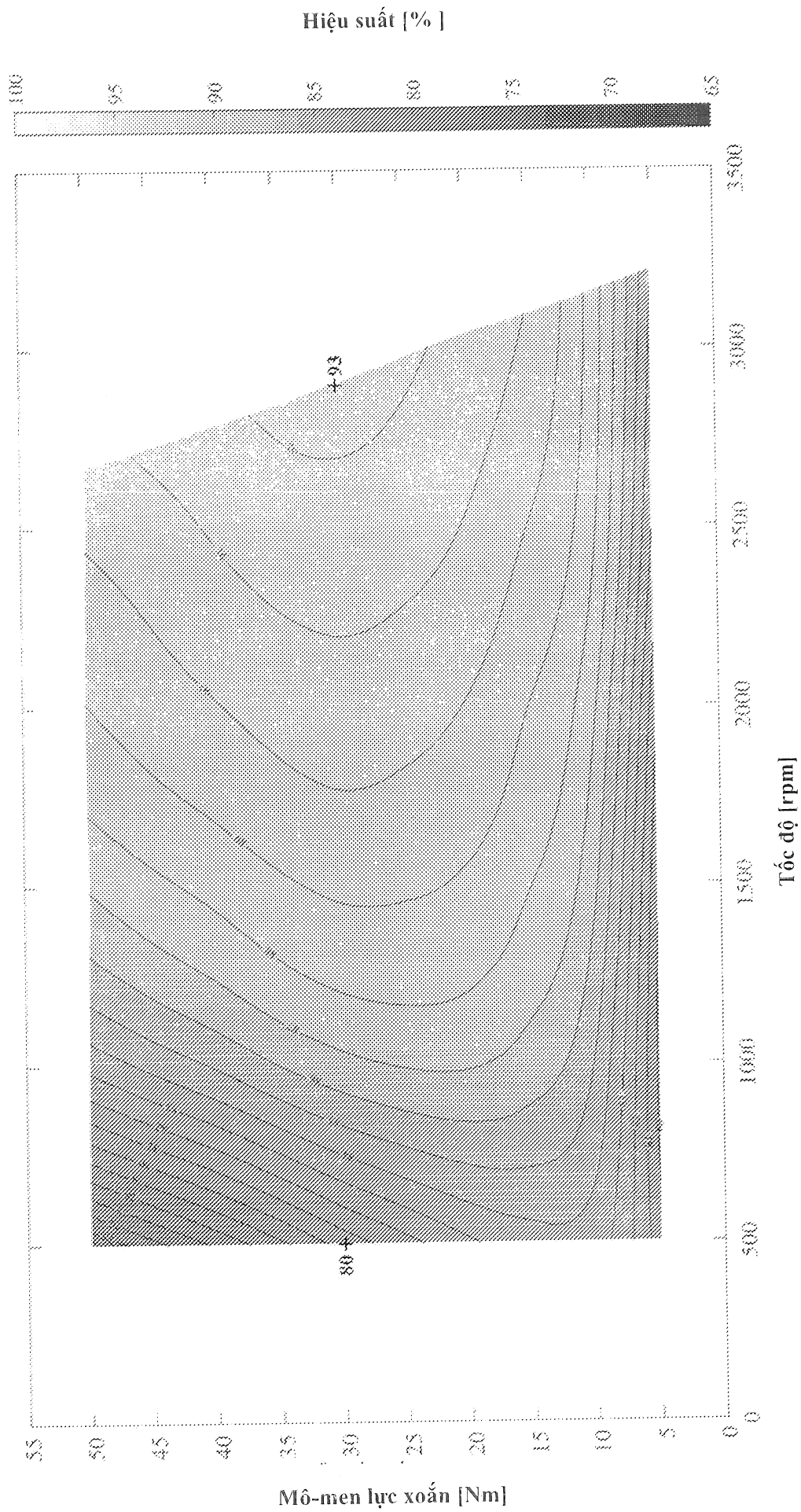


FIG. 13

**FIG. 14**