

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 461 294**

51 Int. Cl.:

**H02K 1/14** (2006.01)

**H02K 15/02** (2006.01)

**H02K 15/06** (2006.01)

**H02K 21/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2008 E 08425522 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2014 EP 2149961**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un estator para un motor eléctrico y de un motor eléctrico, estator y motor eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.05.2014**

73 Titular/es:

**ASKOLL HOLDING S.R.L. (100.0%)  
VIA INDUSTRIA, 30  
36031 POVOLARO DI DUEVILLE (VICENZA), IT**

72 Inventor/es:

**MARIONI, ELIO**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 461 294 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de un estator para un motor eléctrico y de un motor eléctrico, estator y motor eléctrico.

5

### Campo de aplicación

La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un estator para un motor eléctrico y al procedimiento para la fabricación de un motor eléctrico.

10

La presente invención también se refiere a un estator externo para un motor eléctrico, y a un motor eléctrico relacionado, en particular de tipo sincrónico.

### Técnica anterior

15

Se conoce un motor eléctrico que comprende un estator externo y un rotor interno, coaxial con el estator y separado del último por medio de la interposición de un intersticio de aire.

20 El estator comprende un núcleo ferromagnético, con polos dirigidos hacia dentro y que sobresalen hacia el rotor, extremos polares que tienen la forma de expansión polar típica, es decir, redondeados hacia el intersticio de aire, o conformados de tal manera que tienden a enrollarse sobre el estator y lo encierran, reduciendo el intersticio de aire al mínimo.

25 Los polos están rodeados por bobinas de un material eléctricamente conductor, a las que se les suministra corriente eléctrica que magnetiza los polos y fuerza una interacción electromagnética con el rotor.

El rotor comprende medios de interacción electromagnética que se concretan particularmente en imanes permanentes.

30 Por lo tanto, la interacción electromagnética que se forma entre el estator y el rotor, si está controlada de manera adecuada mediante el control de la corriente suministrada a las bobinas, provoca la rotación del rotor alrededor de su propio eje.

35 En particular, los motores sincrónicos, que tienen un campo magnético giratorio en el intersticio de aire, tienen un problema conocido en el arranque, dado que desde la fase de arranque dicho campo magnético de rotación gira a velocidad sincrónica, de tal manera que es difícil que el rotor se acople inmediatamente a la velocidad sincrónica; además, en los motores monofásicos, el campo magnético en realidad no está girando, sino pulsando, igual que los dos campos magnéticos resultantes que giran en direcciones opuestas, lo cual significa que, en el arranque, se induce al motor a permanecer detenido. Por lo tanto, el arranque del motor eléctrico sincrónico requiere recursos  
40 conocidos, tales como el control electrónico de las bobinas, el uso de medios mecánicos debido a lo cual el rotor se libera inicialmente de la carga, la asimetría de las piezas de los polos o el núcleo ferromagnético, la segunda etapa de arranque.

Un motor eléctrico de este tipo es adecuado para una electrobomba de descarga, por ejemplo para un aparato  
45 electrodoméstico, o para una bomba de motor eléctrico de un circulador, por ejemplo para una caldera.

La técnica anterior comprende numerosos procedimientos para la fabricación un de motor eléctrico.

50 Por ejemplo, de acuerdo con una técnica, los extremos de los polos se fabrican como componentes separados con respecto al resto del estator, con el fin de facilitar la inserción de las bobinas, y posteriormente para aplicar los extremos de los polos en otro momento. Los extremos de los polos se elaboran por medio de cizalladura.

También se conocen nuevos materiales ferromagnéticos de tipo de grano orientado, con lo que se obtiene una  
55 reluctancia pequeña de las piezas de los polos y, por lo tanto, junto con un soporte de flujo magnético mejorado.

Sin embargo, existen varias desventajas.

De hecho, la cizalladura implica la generación de raspaduras, lo que representa un producto de desecho, haciendo que la técnica anterior no sea muy eficaz. Además, los rebanadores industriales son muy costosos y, por lo tanto,

sería preferible evitar su uso, sobre todo para la fabricación de motores eléctricos económicos. Además, la operación de aplicación de los extremos de los polos no es fácil, y requiere medios de conexión, por ejemplo de tipo mortaja y espiga, lo que introduce una complicación adicional para la fabricación de motores eléctricos del tipo que se ha mencionado anteriormente, así como una disminución de la fiabilidad del motor conseguida así.

5

Además, los materiales ferromagnéticos de grano orientado requieren que dichos cristales estén en realidad orientados en la dirección del flujo magnético, es decir con la orientación de los cristales coaxial con el eje del polo, lo que hace difícil la fabricación de los motores eléctricos que incorporan dichos cristales.

10 Se desvelan procedimientos alternativos para la fabricación de un motor eléctrico en los documentos FR 2 531 820, EP 1 420 498 y US 3.983.433. Estos procedimientos de fabricación emplean una tira de metal alargada que se flexiona adecuadamente para definir el circuito magnético y sus piezas de polo.

Por lo tanto, el problema técnico en el que se basa la presente invención es idear un procedimiento para la fabricación de un motor eléctrico que permita evitar el procedimiento de cizalladura y que sea simplificado.

15

#### Resumen de la invención

Dicho problema técnico se resuelve por medio de un procedimiento para la fabricación de un estator externo para un motor eléctrico, comprendiendo el estator polos de estator rodeados por bobinas, incluyendo el proceso las siguientes etapas:

20

- preparar un cuerpo laminar, en material ferromagnético, con una base alargada y con protuberancias laminares;  
- insertar un material conductor alrededor de cada protuberancia laminar;

25

- deformar las zonas terminales de las protuberancias laminares de manera que las zonas terminales tengan una forma plegada,  
- cerrar el cuerpo laminar de manera que las protuberancias laminares estén en una posición interna y adaptadas para servir como polos de estator.

30 La etapa de deformar las zonas terminales de las protuberancias laminares comprende tanto una operación de corte como de separación de dichas zonas terminales de las protuberancias laminares, que puede obtenerse preferiblemente por medio de medios de cuchillas, y una operación de flexión de las zonas terminales de protuberancias laterales, que puede obtenerse preferiblemente por medio de una máquina de flexión.

35 De esta manera, se obtiene un estator simplemente partiendo de una tira de material ferromagnético. En particular, la base del cuerpo laminar se convierte en el núcleo del estator ferromagnético y las protuberancias laminares se convierten en los polos del estator. Preferiblemente, cada bobina está enrollada alrededor de un carrete respectivo que se inserta en cada protuberancia laminar.

40 Preferiblemente, la forma flexionada así obtenida de las protuberancias laterales está curvada/redondeada, y preferiblemente, para dar a dichas zonas terminales la forma común de pieza de polo, adaptada para enrollarse alrededor o encerrar un cuerpo cilíndrico externo.

La etapa de preparar un cuerpo laminar preferiblemente comprende o consiste en flexionar una tira laminar, de una sola capa o de varias capas, es decir, múltiples capas, con la definición de las protuberancias laminares; la tira laminar tiene un espesor sustancialmente muy reducido con respecto a las otras dimensiones de la tira.

45

De acuerdo con un ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada, la etapa de preparar un cuerpo laminar comprende preferiblemente las siguientes operaciones:

50

- preparación de una pluralidad de elementos laminares modulares, cada uno de los cuales comprende una placa central y un par de placas laterales; preferiblemente, también se preparan elementos terminales, en particular formados mediante el corte de un elemento laminar modular adicional;

55

- aplicación modular de los elementos de aplicación modular mediante yuxtaposición y/o fijación mutua en las placas laterales, con el fin de formar protuberancias laminares.

Es preferible que la última operación se realice sin soldadura, con el fin de prevenir que el material de soldadura, que es metal, afecte negativamente a la trayectoria del flujo magnético.

Cada elemento laminar modular y cada elemento extremo terminal se obtiene preferiblemente por medio de operaciones de flexión y corte de una única capa de tira laminar o con varias capas, es decir múltiples capas.

5 Preferiblemente, las zonas terminales comprenden lengüetas, con una superficie delantera que está preferentemente curvada y es capaz de encerrar una superficie cilíndrica externa, y una superficie posterior, que está preferiblemente en contacto con el carrete con bobina enrollada sobre el mismo, de tal manera que el carrete no pueda extraerse de la protuberancia laminar, y a su vez el carrete asegure las lengüetas, que permanecen así aseguradas.

10 La presente invención permite evitar operaciones de cizalladura y, por lo tanto, no emplear la máquina rebanadora, que es costosa; en su lugar, puede emplearse un grupo cortador/plegador, que es mucho menos costoso.

15 La tira laminar es preferiblemente hierro tradicional. Aunque en teoría éste es un material con características magnéticas que ofrecen menos ventajas con respecto a los materiales ferromagnéticos de grano orientado, en realidad ofrece más ventajas con respecto a tales materiales en las realizaciones de la presente invención, dado que no requiere orientar los cristales a lo largo del eje de las piezas de polos, lo que se refleja en una simplificación del procedimiento de fabricación y en una reducción del coste de fabricación.

20 Preferiblemente, las etapas se obtienen por medio de procedimientos automáticos con dispositivos de automatización capaces de cortar y flexionar placas.

El problema técnico también se resuelve mediante un procedimiento para elaborar un motor eléctrico de acuerdo con la reivindicación 8.

25 Las características y ventajas de la invención serán más claras a partir de la siguiente descripción de varias realizaciones preferidas, que se proporcionan como indicativas y no limitantes con referencia a los dibujos adjuntos.

#### Breve descripción de los dibujos

30

En dichos dibujos:

La figura 1 muestra una vista lateral del cuerpo laminar para un procedimiento, que no forma parte de la invención reivindicada, al final de la primera etapa;

35

la figura 2 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 1;

la figura 3 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 1;

40 la figura 4 muestra una vista lateral del cuerpo laminar de la figura 1 al final de la segunda etapa del procedimiento que no forma parte de la invención reivindicada;

la figura 5 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 4;

45 la figura 6 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 4;

la figura 7 muestra una vista lateral del cuerpo laminar de la figura 1 al final de la tercera etapa del procedimiento que no forma parte de la invención reivindicada;

50 la figura 8 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 7;

la figura 9 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 7;

55 la figura 10 muestra un motor eléctrico obtenido con un estator elaborado de acuerdo con el procedimiento que no forma parte de la invención reivindicada;

la figura 11 muestra una vista en sección a lo largo de la línea XI-XI de la figura 10;

la figura 12 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del motor de la figura 10;

la figura 13 muestra una vista lateral de un cuerpo laminar para una primera realización del procedimiento de acuerdo con la invención al final de la primera etapa;

5 la figura 14 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 13;

la figura 15 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 13;

la figura 16 muestra una vista lateral del cuerpo laminar de la figura 13 al final de la segunda etapa de la primera  
10 realización del procedimiento de acuerdo con la invención;

la figura 17 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 16;

15 la figura 18 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 16;

la figura 19 muestra una vista lateral del cuerpo laminar de la figura 13 al final de la tercera etapa de la primera  
realización del procedimiento de acuerdo con la invención;

20 la figura 20 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 19;

la figura 21 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 19;

la figura 22 muestra un motor hecho de acuerdo con la invención con el cuerpo laminar de la figura 13;

25 la figura 23 muestra una vista en sección a lo largo de la línea XXIII-XXIII de la figura 22;

la figura 24 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del motor de la figura 22;

30 la figura 25 muestra una vista lateral de un cuerpo laminar de dos capas para una segunda realización del  
procedimiento de acuerdo con la presente invención al final de la primera etapa;

la figura 26 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 25;

35 la figura 27 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 25;

la figura 28 muestra una vista lateral del cuerpo laminar de la figura 25 al final de la segunda etapa de la segunda  
realización del procedimiento de acuerdo con la invención;

40 la figura 29 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 28;

la figura 30 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 28;

la figura 31 muestra una vista lateral del cuerpo laminar de la figura 25 al final de la tercera etapa de la segunda  
realización del procedimiento de acuerdo con la invención;

45 la figura 32 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 31;

la figura 33 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 31;

50 la figura 34 muestra un motor hecho de acuerdo con la invención con el cuerpo laminar de la figura 25;

la figura 35 muestra una vista en sección a lo largo de la línea XXXV-XXXV de la figura 34;

la figura 36 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del motor de la figura 34;

55 la figura 37 muestra una vista lateral de un elemento modular laminar para una tercera realización del procedimiento  
de acuerdo con la invención;

la figura 38 muestra una vista lateral de un cuerpo laminar compuesto por una modularidad del elemento modular de

la figura 37 al final de la primera etapa de acuerdo con el tercer procedimiento que no forma parte de la invención reivindicada;

la figura 39 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 38;

5

la figura 40 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 38;

la figura 41 muestra una vista lateral del cuerpo laminar de la figura 38 al final de la segunda etapa del tercer procedimiento;

10

la figura 42 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 41;

la figura 43 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 41;

15 la figura 44 muestra una vista lateral del cuerpo laminar de la figura 38 al final de la tercera etapa del tercer procedimiento;

la figura 45 muestra una vista en planta del cuerpo laminar de la figura 44;

20 la figura 46 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del cuerpo laminar de la figura 44;

la figura 47 muestra el motor hecho de acuerdo con la invención al final del tercer procedimiento;

la figura 48 muestra una vista en sección a lo largo de la línea XLVIII-XLVIII de la figura 47;

25

la figura 49 muestra una vista en perspectiva a escala reducida del motor de la figura 47;

las figuras 50-55 muestran, en vistas análogas a las de las figuras 38, 41, 44, 47-49, una variante del tercer procedimiento para fabricar un motor monofásico de dos polos;

30

las figuras 56-61 muestran, en vistas análogas a las de las figuras 38, 41, 44, 47-49, una variante adicional del tercer procedimiento para fabricar un motor trifásico.

#### Descripción detallada

35

Con referencia a las figuras 1-12, se ilustra un procedimiento descrito a modo de ejemplo y que no forma parte de la invención reivindicada, adaptado para fabricar un estator externo para un motor eléctrico sincrónico de cuatro polos, por ejemplo bifásico o monofásico dependiendo de las conexiones eléctricas de las bobinas que rodean los polos.

40 Dicha primera etapa consiste en flexionar una tira laminar, que no se ilustra dado que es convencional, de espesor rectangular para formar un cuerpo laminar 1, compuesto de una sola capa de espesor S de material ferromagnético. Dicho cuerpo laminar 1 tiene una base rectangular 60 de forma alargada, con lados largos de una longitud L mucho mayor que los lados cortos, que miden H; los lados cortos representan los extremos laterales 10 del cuerpo laminar 1. El cuerpo laminar 1 comprende una cara principal 3 opuesta a una cara secundaria 4. La cara principal está  
45 dotada con cuatro protuberancias laminares 2 de altura B y espesor 2S, perpendicular a dicha cara principal 3 y separada de dos en dos por una distancia A. En el ejemplo específico, L = 98 mm, A = 23 mm, B = 15 mm, S = 0,5 mm, con tolerancias normales.

Al final de dicha primera etapa, el cuerpo laminar 1 tiene la apariencia de las figuras 1-3.

50

El procedimiento incluye una segunda etapa de inserción de una bobina 5 de material conductor alrededor de cada protuberancia laminar 2. Cada bobina 5 está enrollada alrededor de un carrete 6, de material aislante y no magnético, tal como, por ejemplo, un plástico auto-extinguible, que se inserta en la respectiva protuberancia laminar 2 para soportar la bobina 5 que rodea a la respectiva protuberancia laminar 2.

55

Al final de la segunda etapa, el cuerpo laminar 1 tiene la apariencia de las figuras 4-6.

El procedimiento incluye una tercera etapa de deformación, en particular debido al uso de una máquina de flexión, de las zonas terminales 7 de las protuberancias laminares 2, de tal forma que las zonas terminales tienen forma

flexionada. Cada zona terminal 7 tiene una altura C determinada por una línea de flexión de protuberancia 8 ilustrada en la figura 4. En el ejemplo específico  $C = 5 \text{ mm}$ .

La zona terminal 7 está curvada hacia una superficie cilíndrica externa y es capaz de encerrarla. Por lo tanto, la zona terminal 7 se convierte en una lengüeta 32 con una superficie delantera curvada 30 y una superficie posterior 31 en contacto con el carrete 6 de tal manera que el carrete 6 no puede extraerse de la protuberancia laminar 7.

Al final de la tercera etapa, el cuerpo laminar 1 tiene la apariencia de las figuras 7-9.

10 El procedimiento incluye una cuarta etapa de cierre del cuerpo laminar 1 en forma de anillo, de manera que la cara principal 3 está volteada hacia dentro, la cara secundaria 4 está en la posición externa y las protuberancias laminares están colocadas en la posición externa.

Dicha cuarta etapa comprende las siguientes dos operaciones:

15

- una primera operación de realizar ocho flexiones en dicho cuerpo laminar 1, cada una a  $45^\circ$  en ocho líneas de flexión de cuerpos laminares 9, ilustradas en la figura 7, de manera que los extremos laterales 10 del cuerpo laminar 1 pueden ponerse en contacto mutuo;

20 - una segunda operación de fijación de los extremos laterales 10 del cuerpo laminar 1 de tal manera que el cuerpo laminar 1 adopta una forma anular.

Al final de la cuarta etapa, se obtiene un estator 11, ilustrado en las figuras 10-12.

35 Con la aplicación de un rotor apropiado 12 de tipo imán permanente, separado del estator 11 por interposición de un intersticio de aire 15, es posible así obtener un motor eléctrico sincrónico 13. El intersticio de aire 15 se delimita externamente por las superficies 30.

Un motor eléctrico de este tipo tiene la característica de que las piezas de polos son asimétricas y, por lo tanto, el intersticio de aire no es uniforme, dicha característica facilita el autoarranque del motor eléctrico sincrónico.

30

Además, ventajosamente, dicho motor se hace simplemente sin operaciones de corte uniformes, que representa una simplificación considerable del procedimiento de fabricación del motor.

45 Además, el estator es de tal forma que no existe una separación entre las lengüetas 32 (que forman las piezas de polo de los polos de estator), que, por lo tanto, se forman integralmente, con el fin de minimizar la reluctancia de la trayectoria magnética entre los polos de estator.

50 Con referencia a las figuras 13-24, se ilustra una primera realización del procedimiento de acuerdo con la presente invención, con la capacidad de fabricar un estator externo para un motor eléctrico sincrónico de cuatro polos, por ejemplo bifásico o monofásico.

El procedimiento incluye una primera etapa de flexión de una tira laminar, no ilustrada dado que es convencional, para preparar un cuerpo laminar 101, por ejemplo igual o similar al cuerpo laminar 1 que se ha mencionado anteriormente, compuesto por una única capa de espesor S de material ferromagnético. Dicho cuerpo laminar 101 45 tiene una base 160 de forma sustancialmente rectangular alargada, con lados largos de longitud L mucho mayores que los lados cortos que miden H; los lados cortos representan los extremos laterales 110 del cuerpo laminar 101. El cuerpo laminar 101 comprende una cara principal 103 opuesta a una cara secundaria 104. La cara principal está dotada de cuatro protuberancias laminares 102 de altura B y espesor 2S, separadas de dos en dos por la distancia A y perpendiculares a dicha cara principal 103.

50

Al final de la primera etapa, el cuerpo laminar 101 tiene la apariencia de las figuras 13-15.

El procedimiento incluye una segunda etapa de inserción de una bobina 105 (que en la presente realización es del mismo tipo que dichas bobinas 5) de material conductor alrededor de cada protuberancia laminar 102. Cada bobina 55 105 está enrollada alrededor de un carrete 106 (por ejemplo, del tipo de los carretes 6 que se han mencionado anteriormente).

Al final de la segunda etapa, el cuerpo laminar 101 tiene la apariencia de las figuras 16-18.

El procedimiento incluye una tercera etapa de deformación de las zonas terminales 107, de altura G, de las protuberancias laminares 2, de tal manera que las zonas terminales 107 tienen forma flexionada.

Dicha tercera etapa de deformación de las zonas terminales 107 de las protuberancias laminares 103 comprende 5 operaciones de corte y flexión.

La operación de corte de cada una de las zonas terminales 107 ocurre por medio de un corte de la línea de corte 108, que está sobre la parte superior externa de cada protuberancia laminar 107. El corte se hace, por ejemplo, con una máquina para cortar, por ejemplo del tipo cuchilla, con una acción de acercamiento hacia el cuerpo laminar 101. 10

La operación de flexión de las zonas terminales 107 es tal que realiza una flexión de las zonas terminales 107 con el fin de que éstas diverjan y, al mismo tiempo, adopten una forma curvada hacia fuera, adaptada para encerrar una superficie cilíndrica externa.

15 La zona terminal 107 se subdivide en dos lengüetas 132, cada una de las cuales tiene una superficie curvada 103 y una superficie posterior curvada 131.

Por lo tanto, la superficie posterior 131 está en contacto con el carrete 106 de tal manera que el carrete 106 no puede extraerse de la protuberancia laminar 107. A su vez, el carrete 106 asegura las lengüetas 132, que 20 permanecen así aseguradas.

Al final de la tercera etapa, el cuerpo laminar tiene la apariencia de las figuras 8-21.

El procedimiento incluye una cuarta etapa de cierre del cuerpo laminar 101 en forma de anillo, de manera que la 25 cara principal 103 está volteada hacia dentro y la cara secundaria 104 está en la posición externa.

Dicha cuarta etapa comprende las siguientes dos operaciones:

- una primera operación de realizar ocho flexiones (dos flexiones para cada protuberancia laminar 102) en dicho 30 cuerpo laminar 101, cada una de las cuales está a 45° en ocho líneas de flexión de cuerpos laminares 109, ilustrado en la figura 19, de tal manera que los extremos laterales 110 del cuerpo laminar 101 puedan ponerse en contacto mutuo;

- una segunda operación de fijación de los extremos laminares 110 del cuerpo laminar 101 de tal manera que el 35 cuerpo laminar 1 adopta una forma anular de manera estable.

Al final de la cuarta etapa, se obtiene un estator 111, ilustrado en las figuras 22-24.

Con la aplicación de un rotor adecuado 112 del tipo imán permanente, separado del estator 111 por interposición de un intersticio de aire 115, es posible obtener así un motor eléctrico sincrónico 113, de tipo monofásico o bifásico 40 dependiendo de la conexión de las bobinas 105. El intersticio de aire 115 está delimitado externamente por las superficies 130.

La mayor ventaja de la presente invención consiste en la simplicidad de elaborar el estator y el motor eléctrico.

45 Con referencia a las figuras 25-36, se ilustra una segunda realización del procedimiento de acuerdo con la presente invención, adaptada para fabricar un estator externo para un motor eléctrico sincrónico de cuatro polos, por ejemplo bifásico o monofásico, dependiendo de las conexiones eléctricas de las bobinas que rodean los polos.

El procedimiento incluye una primera etapa que consiste en flexionar una tira laminar doble, con el fin de preparar un 50 cuerpo laminar 201 que comprende dos capas, cada una de las cuales tiene un espesor S, de material ferromagnético. Dicho cuerpo laminar 201 tiene una base rectangular 260 de forma alargada, con lados largos mucho mayores que los lados cortos; los lados cortos representan los extremos laterales 210 del cuerpo laminar 201. El cuerpo laminar 201 comprende una cara principal 203 opuesta a una cara secundaria 204. La cara principal 203 está dotada de cuatro protuberancias laminares 202 de altura B y espesor 4S, perpendiculares a la cara 55 principal 203.

Al final de la primera etapa, el cuerpo laminar 201 tiene la apariencia de las figuras 25-27.

El procedimiento incluye una segunda etapa de inserción de una bobina 205 (similar a las bobinas 5) en cada

protuberancia laminar 202, cada bobina 205 está enrollada alrededor de un carrete respectivo 206 (similar a los carretes 6 que se han mencionado anteriormente), que se fija a la protuberancia laminar respectiva 202.

Al final de la segunda etapa, el cuerpo laminar 201 tiene la apariencia de las figuras 28-30.

5

El procedimiento incluye una tercera etapa de deformación de las zonas terminales 207, de las protuberancias laminares 202, de tal manera que las zonas terminales 207 tienen forma flexionada, en particular curvada hacia fuera.

10 Dicha tercera etapa de deformación de las zonas terminales 207 de las protuberancias terminales 202 comprende una operación de corte y una de flexión.

La operación de corte de cada una de las zonas terminales 207 ocurre por medio de un corte de la línea de corte 208, que se encuentra en la parte superior externa de cada protuberancia laminar 207. El corte se hace, por ejemplo, con una máquina de corte, por ejemplo de tipo cuchilla, con una acción de acercamiento hacia el cuerpo laminar 201.

La operación de flexión de las zonas terminales 207 es tal que realiza una flexión de dichas zonas terminales 207 con el fin de asegurar que éstas diverjan y, al mismo tiempo, adopten una forma curvada hacia fuera, adaptada para encerrar una superficie cilíndrica externa.

La zona terminal 207 está curvada hacia fuera y es capaz de encerrar una superficie cilíndrica externa. La zona terminal 207 está subdividida en dos lengüetas 232, cada una de las cuales tiene una superficie delantera curvada 203 y una superficie posterior curvada 231.

25

Por lo tanto, la superficie posterior 231 está en contacto con el carrete 206 de tal manera que el carrete 206 no puede extraerse de la protuberancia laminar 207. A su vez, el carrete 206 bloquea las lengüetas 232.

Al final de la tercera etapa, el cuerpo laminar tiene la apariencia de las figuras 31-33.

30

El procedimiento incluye una cuarta etapa de cierre del cuerpo laminar 201 en forma de anillo, de manera que la cara principal 203 se sitúe en una posición hacia adentro, la cara secundaria 104 esté en la posición externa, y finalmente las protuberancias laminares 202 sean internas.

35 Dicha cuarta etapa comprende las siguientes dos operaciones:

- una primera operación de realizar ocho flexiones en dicho cuerpo laminar 201, cada una de las cuales está a 45° en ocho líneas de flexión de cuerpos laminares 209 ilustradas en la figura 31, de manera que los extremos laterales 210 del cuerpo laminar 201 pueden ponerse en contacto mutuo;

40 - una segunda operación de fijación de los extremos laminares 210 del cuerpo laminar 201 de tal manera que el cuerpo laminar 201 está asegurado en la posición anular.

Al final de dicha cuarta etapa, se obtiene un estator 211, en el que cada protuberancia laminar 202 actúa como un polo de estator.

45

Con la aplicación de un rotor adecuado 212, separado del estator 211 por medio de un intersticio de aire 215, es así posible obtener un motor eléctrico sincrónico 213 de tipo monofásico o bifásico dependiendo de la conexión de las bobinas 205.

50 El motor eléctrico obtenido de este modo es ventajosamente sencillo de fabricar, pero el hecho de que se compone de una doble capa de material ferromagnético permite disminuir las corrientes parásitas, obteniendo así una buena eficiencia.

Se pueden proporcionar variantes de las realizaciones del presente procedimiento para el uso de incluso un mayor número de capas de material ferromagnético; con el aumento del número de capas, hay una disminución adicional correspondiente de las corrientes parásitas y, por lo tanto, una mayor eficiencia del motor así obtenido.

Con referencia a las figuras 37-49, se ilustra un procedimiento descrito a modo de ejemplo y que no forma parte de la presente invención, que es capaz de fabricar un estator externo para un motor eléctrico sincrónico de cuatro

polos, por ejemplo bifásico o monofásico.

El procedimiento comprende una primera etapa de preparar un cuerpo laminar con el uso de elementos laminares modulares 320 (figura 37).

5 Dicha primera etapa comprende una primera operación de preparación de una pluralidad de elementos laminares modulares 320, cada uno de los cuales comprende una placa central 321 y un par de placas laterales 322.

Además, se emplean elementos laminares terminales (325), que se forman dividiendo un elemento modular 320.

10 En la presente realización, se emplean tres elementos modulares 320 que tienen dos elementos terminales 325.

La primera etapa también comprende una segunda operación de aplicación modular de los elementos laminares modulares 320 por medio de yuxtaposición en las placas laterales 322 con el fin de formar protuberancias laminares 15 302; en los extremos laterales del cuerpo laminar 301, se usan en su lugar los elementos terminales laminares 325, que contribuyen a formar las protuberancias laminares 302.

Por lo tanto, como se observa en las figuras 38-40, el cuerpo modular 301 parece estar formado básicamente por una única capa de espesor S, hecha de material ferromagnético. Dicho cuerpo laminar 301 tiene una base 20 rectangular 360 de forma alargada, con lados largos de una longitud L mucho mayor que los lados cortos, que miden H; los lados cortos representan los extremos laterales 310 del cuerpo laminar 301. El cuerpo laminar 301 comprende una cara principal 303 opuesta a una cara secundaria 304. Las cuatro protuberancias laminares 302 son de una altura B y un espesor 2S, separadas de dos en dos por la distancia A y perpendiculares a dicha cara principal 303.

25 El proceso incluye una segunda etapa de inserción de una bobina 305 (del mismo tipo que las bobinas que se han mencionado anteriormente 5) de material conductor alrededor de cada protuberancia laminar 302. Cada bobina 305 está enrollada alrededor de un carrete 306 (similar al carrete 6 que se ha mencionado anteriormente), que se fija a la respectiva protuberancia laminar 302.

30 Al final de la segunda etapa, el cuerpo laminar 301 tiene la apariencia de las figuras 41-43.

El procedimiento incluye una tercera etapa de deformación de las zonas terminales 307, de las protuberancias laminares 302, de tal forma que las zonas terminales 307 tienen forma flexionada.

35 Dicha tercera etapa de deformación de las zonas terminales 307 de las protuberancias terminales 302 comprende operaciones de separación y flexión.

La operación de separación de cada zona terminal 307, de altura C, ocurre por medio de una separación de la línea de separación 308, que se encuentra sobre la parte superior externa de cada protuberancia laminar 307. La 40 separación se realiza, por ejemplo, con medios de cuchillas con una acción de acercamiento hacia el cuerpo laminar 301.

La operación de flexión de las zonas terminales 307 es tal que se realiza una flexión de dichas zonas terminales 307 de manera que éstas divergen y, al mismo tiempo, adoptan una forma curvada hacia fuera, adaptada para encerrar 45 una superficie cilíndrica externa.

La zona terminal 307 está curvada hacia fuera y tiene la capacidad de encerrar una superficie cilíndrica externa. La zona terminal 307 se subdivide en dos lengüetas 332, cada una de las cuales tiene una superficie delantera curvada 330 y una superficie posterior curvada 331.

50 Por lo tanto, la superficie posterior 331 está en contacto con el carrete 306, de tal manera que el carrete 306 no puede extraerse de la protuberancia laminar 307. A su vez, el carrete 306 asegura las lengüetas 332.

Al final de la tercera etapa, el cuerpo laminar tiene la apariencia de las figuras 44-46.

55 El procedimiento incluye una cuarta etapa de cierre del cuerpo laminar 301 en forma de anillo, de manera que la cara principal 303 se sitúa en una posición interna, la cara secundaria 304 está en la posición externa.

Dicha cuarta etapa comprende las siguientes dos operaciones:

- una primera operación para realizar ocho flexiones en el cuerpo laminar 301, cada una de las cuales está a 45° en ocho líneas de flexión de cuerpos laminares 309, ilustradas en la figura 44, de manera que los extremos laterales 310 del cuerpo laminar 301 puedan ponerse en contacto mutuo;

- 5 - una segunda operación de fijación de los extremos laminares 310 del cuerpo laminar 301 de tal manera que el cuerpo laminar 301 está asegurado en la posición anular.

Al final de la cuarta etapa, se obtiene un estator 311, cuyos polos están formados por la protuberancia laminar 302.

- 10 Con la aplicación de un rotor adecuado 312 de tipo imán permanente y separado por medio de un intersticio de aire 315, es así posible obtener un motor eléctrico sincrónico 313.

La mayor ventaja de la presente realización del procedimiento que se ha descrito anteriormente recae en su modularidad: de esta forma, es posible proceder en primer lugar con la preparación de los elementos modulares,

- 15 después con la fabricación del estator en un tiempo posterior.

Con referencia a las figuras 50-55, es posible observar cómo puede emplearse también el procedimiento que se ha descrito anteriormente que no forma parte de la invención para fabricar un motor eléctrico sincrónico monofásico de dos polos 413.

20

Se usa lo siguiente: un elemento laminar modular 420 que comprende una placa central 421 y dos placas laterales 422 perpendiculares a la misma, y dos elementos terminales modulares 425, formados por ejemplo mediante el corte de un elemento modular adicional.

- 25 En la figura 50, un cuerpo laminar 401 es visible al final de la primera etapa de procedimiento, con una base 460 formada por una yuxtaposición del elemento laminar modular 420 con los dos elementos terminales 425.

En la figura 51, el cuerpo laminar 401 es visible al final de la segunda etapa del procedimiento, es decir, después de la aplicación, en las protuberancias laminares 402, de carretes 406 con bobinas 405 previamente enrolladas sobre

- 30 los carretes 406.

En la figura 52, el cuerpo laminar 401 es visible al final de la tercera etapa del procedimiento, es decir, después de la deformación de los extremos laminares 407 colocados sobre la parte superior de las protuberancias laminares 402.

- 35 Dicha deformación se produce por la separación y deformación de los extremos laminares 407, de tal manera que dichos extremos laminares 407 están configurados como un par de lengüetas 432 con una superficie delantera 430 y una superficie posterior 431, con el fin de encerrar un elemento cilíndrico externo. La superficie posterior 431 está en contacto con el carrete 406 de tal manera que el carrete 406 no puede extraerse de la protuberancia laminar 407. A su vez, el carrete 406 bloquea las lengüetas 432, que permanecen así aseguradas.

- 40 Posteriormente, en la cuarta etapa de procedimiento, se hacen cuatro flexiones de 90° en el cuerpo laminar 401, de tal manera que los extremos 410 del cuerpo laminar 401 se ponen en contacto mutuo. La fijación final de los extremos 410 también permite hacer un estator 411 con una conformación sustancialmente rectangular; dicho estator 411, una vez acoplado con un rotor adecuado 412 de imán permanente y con interposición de un intersticio de aire apropiado 415, forma un motor eléctrico sincrónico monofásico 413.

45

Se ha observado que cada lengüeta 432 de cada polo de estator está formada integralmente con una lengüeta respectiva 423 del polo de estator; esto simplifica el paso del flujo disminuyendo la reluctancia de la trayectoria magnética, dado que no hay interrupciones de material en la trayectoria magnética.

- 50 Con referencia a las figuras 56-61, es posible observar cómo puede emplearse el procedimiento que se ha descrito anteriormente, que no forma parte de la invención para fabricar un motor eléctrico trifásico de tres polos 513.

Se usa lo siguiente: dos elementos laminares modulares 520, cada uno de los cuales comprende una placa central 521 y dos placas laterales 522 perpendiculares a la misma, y dos elementos terminales moduladores 525, obtenidos

- 55 por ejemplo mediante el corte de un elemento modular laminar 520.

En la figura 56, un cuerpo laminar 501 es visible al final de la primera etapa del proceso, con una base 560 y tres elementos protuberantes 502 formados por una yuxtaposición de los elementos laminares modulares 520 y los elementos terminales modulares 525.

En la figura 57, el cuerpo laminar 501 es visible al final de la segunda etapa de procedimiento, es decir, después de la aplicación, sobre las protuberancias laminares 502, de carretes 506 con bobinas 505 previamente enrolladas en los carretes 506.

5

En la figura 58, el cuerpo laminar 501 es visible al final de la tercera etapa del procedimiento, es decir, después de la deformación de las terminales laminares 507 ubicadas en la parte superior de las protuberancias laminares 502. Dicha deformación ocurre por la separación y deformación de las terminales laminares 507, que se configuran como un par de lengüetas 532 con una superficie delantera 530 y una superficie posterior 531, para encerrar un elemento cilíndrico externo. La superficie posterior 531 está en contacto con el carrete 506 de tal manera que el carrete 506 no puede extraerse de la protuberancia laminar 507. A su vez, el carrete 506 bloquea las lengüetas 532.

10

Posteriormente, en la cuarta etapa del procedimiento, se hacen seis flexiones de 60° en el cuerpo laminar 501, de tal manera que las terminales 510 del cuerpo laminar 501 se ponen en contacto mutuo. La fijación final de las terminales 510 permite fabricar un estator 511, que, una vez acoplado con un rotor apropiado 512 forma un motor eléctrico sincrónico trifásico 513.

15

Con referencia a todas las realizaciones que se han ilustrado previamente, se apreciará que el cuerpo laminar está diseñado para convertirse en el estator, al final del procedimiento de acuerdo con la invención; en particular, la base del cuerpo laminar se convierte en el núcleo ferromagnético del estator, mientras que las protuberancias laminares forman los polos del estator.

20

El tamaño del estator depende del flujo de estator máximo que, a su vez, depende del material ferromagnético que compone el núcleo y del área en sección transversal del núcleo ferromagnético, es decir, de la sección transversal de la base del cuerpo laminar. Por lo tanto, si se conoce el área en sección transversal necesaria del núcleo, es posible dimensionar el cuerpo laminar.

25

Con particular referencia a un cuerpo laminar formado por una pluralidad de capas, el dimensionamiento del cuerpo laminar también puede hacerse con procedimientos de cálculo automáticos integrados en un sistema automático de cortado y flexión empleado para fabricar el estator. Por lo tanto, una vez que se determina el área necesaria  $\Sigma$ , la tira laminar puede prepararse ventajosamente de acuerdo con las siguientes operaciones:

30

- preparar una única capa laminar de espesor predeterminado S;
- cortar dicha única capa laminar en n rectángulos alargados con el lado más pequeño igual a H, de tal forma que se verifica la siguiente relación:

35

$$nH > \frac{\Sigma}{S}$$

- montar dichos rectángulos alargados entre sí para formar una tira laminar mediante una pluralidad de capas para generar el cuerpo laminar o los elementos laminares modulares.

40

Esto se debe al hecho de que el área en sección transversal de la base del cuerpo laminar, que es igual a nHS, debe ser mayor que el área de la sección  $\Sigma$  necesaria para permitir el flujo requerido.

45 El montaje de las capas se obtiene preferiblemente por medio del prensado de las n capas.

Además, conociendo la velocidad nominal del motor eléctrico y la velocidad de suministro de energía de las bobinas, también es posible establecer el número de polos del motor, dado que el motor es del tipo sincrónico y su velocidad está necesariamente correlacionada con el número de polos.

50

También se desvela un estator externo, por ejemplo de acuerdo con una de las realizaciones anteriores 111, 211, respectivamente con polos 102, 202 rodeados por bobinas para un motor eléctrico, por ejemplo de tipo sincrónico con imanes permanentes. El estator externo es de tal forma que al menos una parte de la zona terminal 107, 207 de cada estator está formada integralmente con al menos una parte de la zona terminal de un polo de estator adyacente.

55

También se desvela un motor eléctrico 113, 213 con el estator externo que se ha mencionado anteriormente y un

rotor interno separado del estator mediante la interposición de un intersticio de aire.

La presente invención permite la fabricación de estatores y motores eléctricos de forma completamente automatizada.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para la fabricación de un estator externo (111; 211) para un motor eléctrico (113; 213), comprendiendo dicho estator (111; 211) polos de estator (102; 202;) rodeados por bobinas (105; 205), incluyendo 5 dicho procedimiento las siguientes etapas:

- preparar un cuerpo laminar (101; 201), de material ferromagnético, en particular hierro tradicional, con una base (160; 260) de forma alargada y protuberancias laminares (102; 202);
- insertar una bobina (105; 205) de material conductor alrededor de cada una de dichas protuberancias laminares 10 (102; 202);
- deformar las zonas terminales (107; 207) de dichas protuberancias laminares (102; 202) de tal manera que dichas zonas terminales (107; 207) adoptan una forma plegada, en particular curvada hacia fuera;
- cerrar dicho cuerpo laminar (101; 201) de tal forma que dichas protuberancias laminares (102; 202) estén en una posición interna y adaptadas para servir como polos de estator.

15 **caracterizado porque** dicha etapa de deformar las zonas terminales (107; 207) de dichas protuberancias laminares comprende:

- una operación de corte y separación de dichas zonas terminales (107; 207);
- 20 - una operación de flexión de dichas zonas terminales (107; 207).

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha etapa de preparar un cuerpo laminar (101) consiste en flexionar un cuerpo laminar, con la definición de dichas protuberancias laminares (102).

25 3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que cada una de las bobinas se enrolla alrededor de un carrete (106; 206) insertado en dicha protuberancia laminar.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que durante dicha etapa de deformar las zonas terminales (107; 207), dichas zonas terminales (107; 207) se deforman para adoptar la configuración de 30 lengüetas (132; 232), con una superficie delantera curvada (130; 230) capaz de encerrar una superficie cilíndrica externa, y una superficie posterior (131; 231) en contacto con dicho carrete (106; 206), con el fin de bloquear el carrete (106; 206).

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho cuerpo laminar 35 (101; 301) se forma por una única capa.

6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-4, en el que dicho cuerpo laminar (201) se forma por una pluralidad de capas o una capa múltiple de material ferromagnético, en particular por dos capas.

40 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que se proporciona la siguiente etapa preliminar:

- preparar una única capa laminar de espesor predeterminado S;
- cortar dicha única capa laminar en n rectángulos alargados con el lado más pequeño igual a H, de tal forma que se 45 verifica la siguiente relación:

$$nH > \frac{\Sigma}{S}$$

en la que  $\Sigma$  es el área en sección transversal del núcleo ferromagnético necesario para el máximo flujo requerido por 50 el estator;

- montar dichos rectángulos alargados entre sí para formar una tira laminar mediante una pluralidad de capas para preparar dicho cuerpo laminar (101; 201).

8. Procedimiento para fabricar un motor eléctrico (113; 213), que comprende una fabricación de un 55 estator externo (111; 211) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, una fabricación de un rotor interno apropiado (112; 212) y finalmente la aplicación mutua del rotor (112; 212) y el estator (111; 211) con interposición de un intersticio de aire apropiado (115; 215).

FIG.1

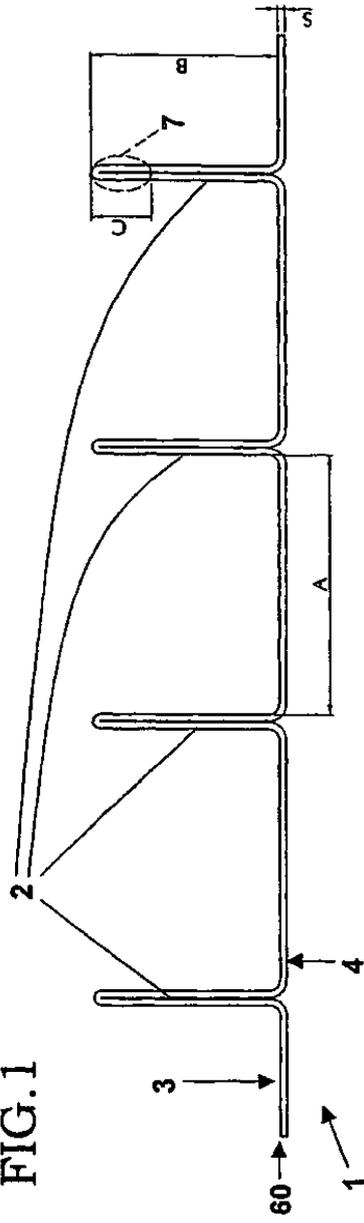


FIG.2

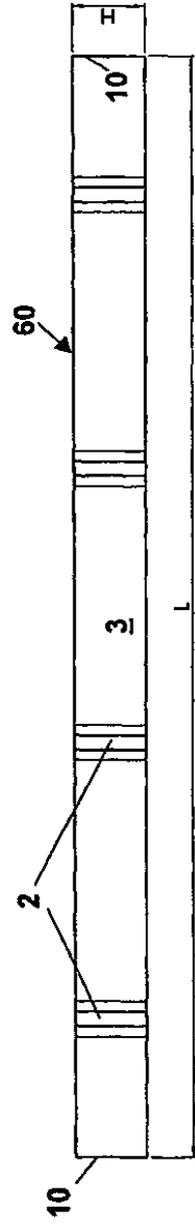


FIG.3

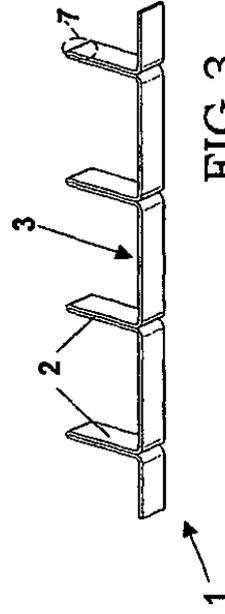


FIG.4

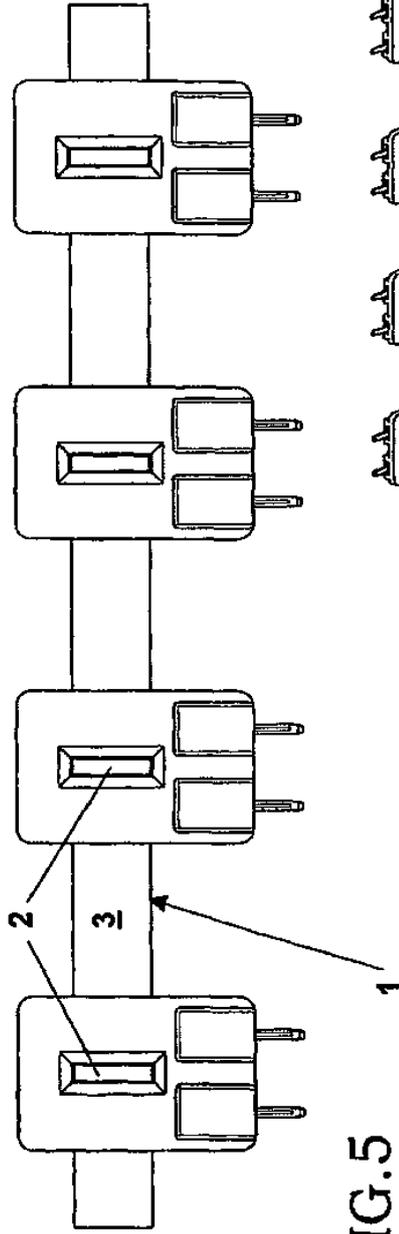
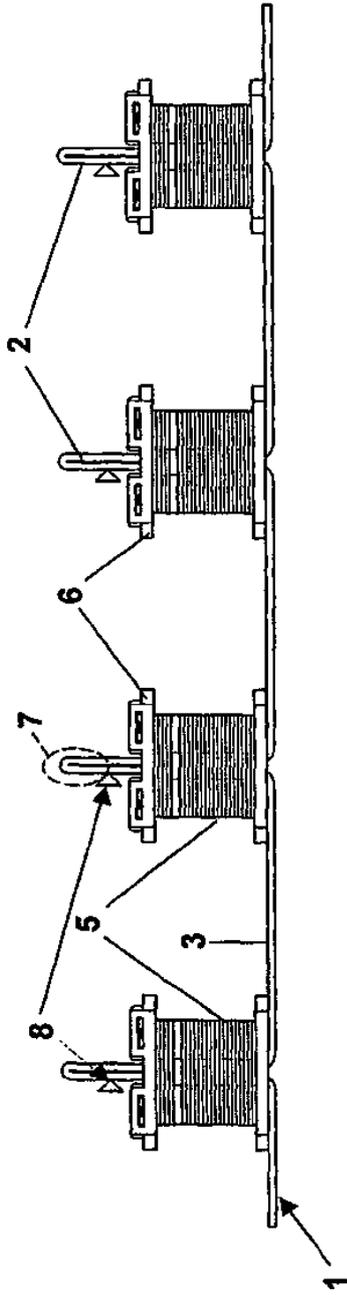


FIG.5

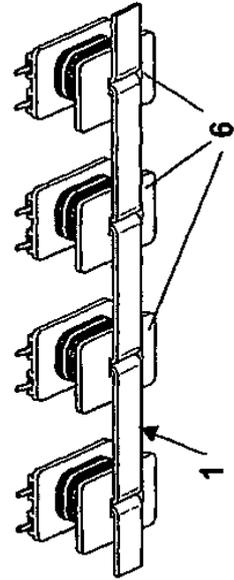


FIG.6

FIG.7

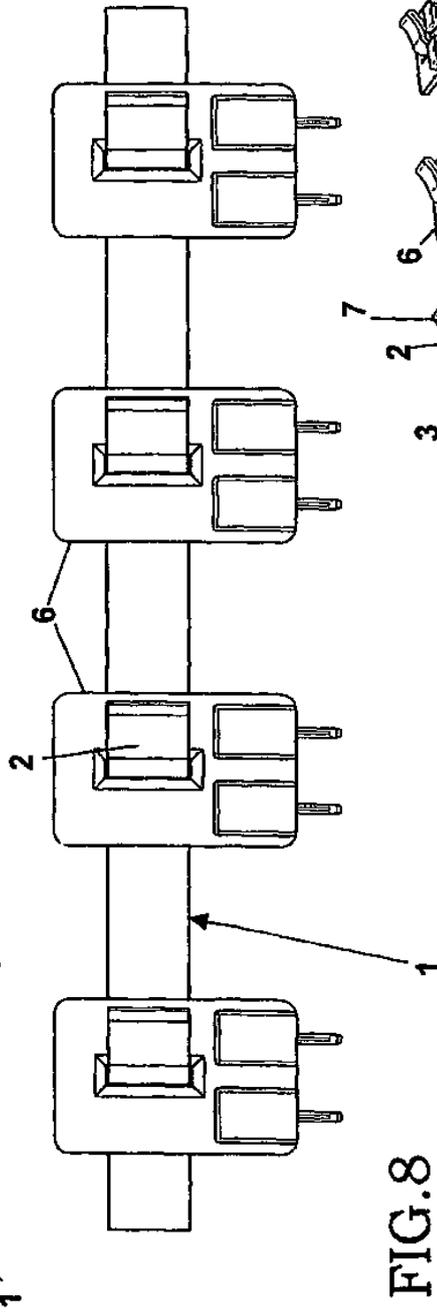
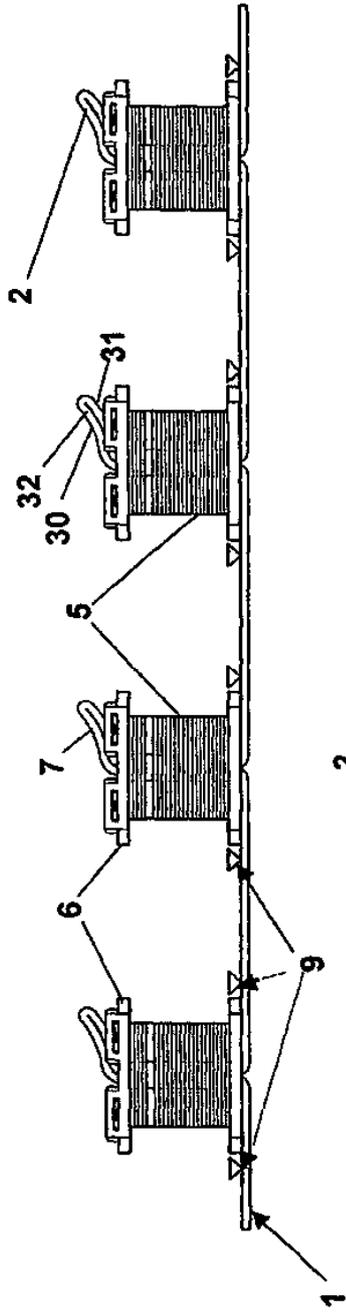


FIG.8

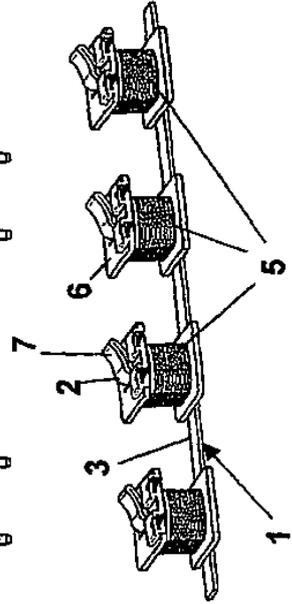


FIG.9

FIG. 10

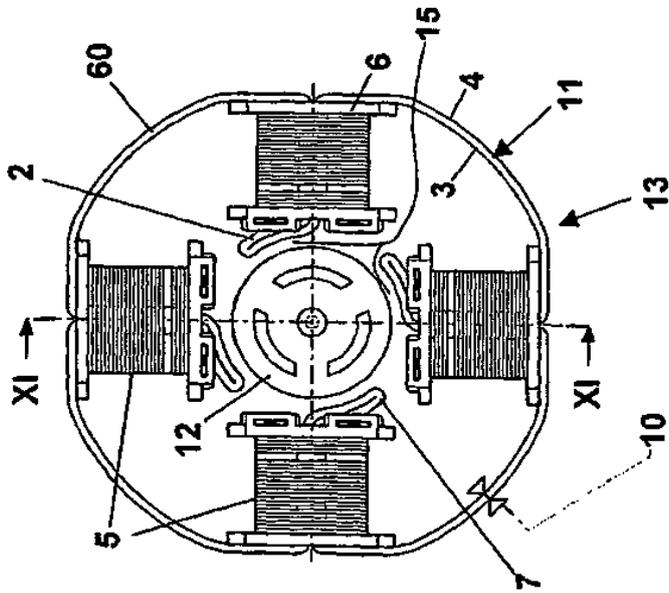


FIG. 11

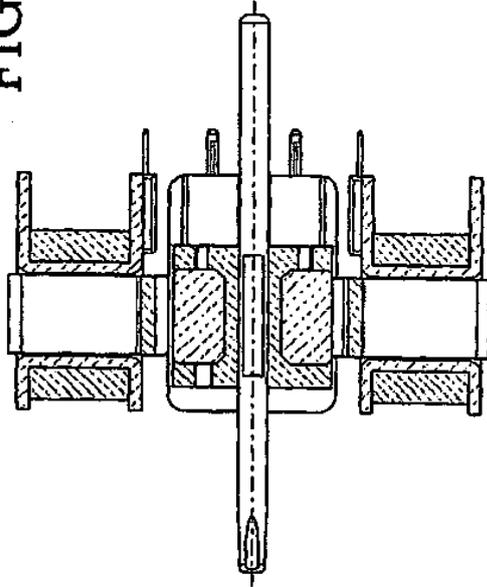
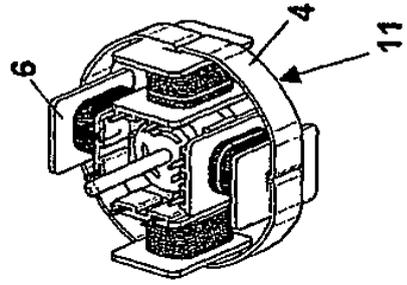


FIG. 12



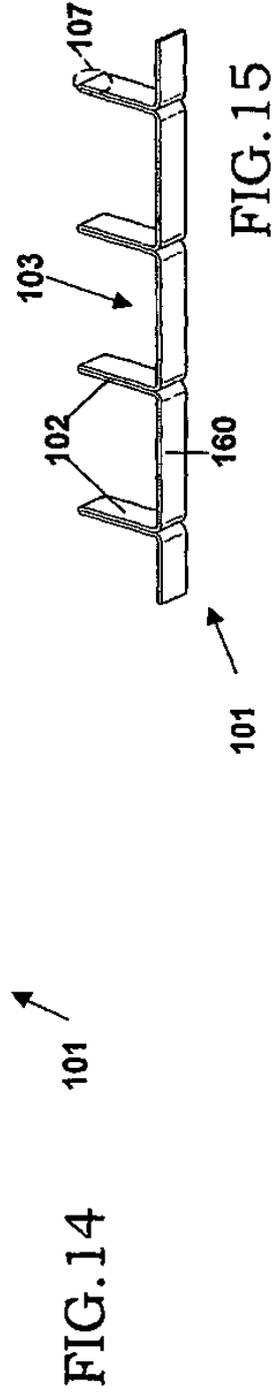
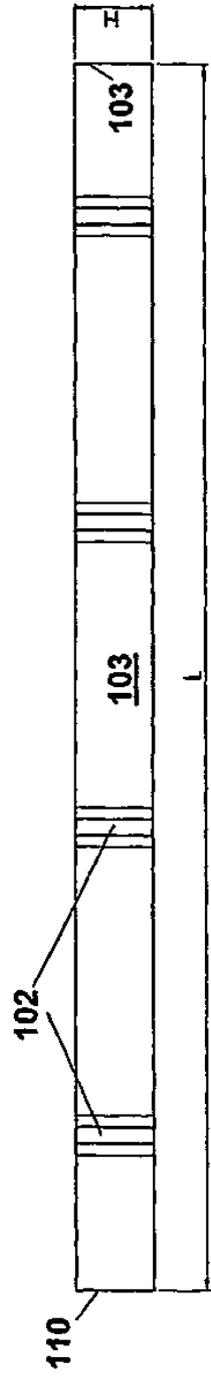
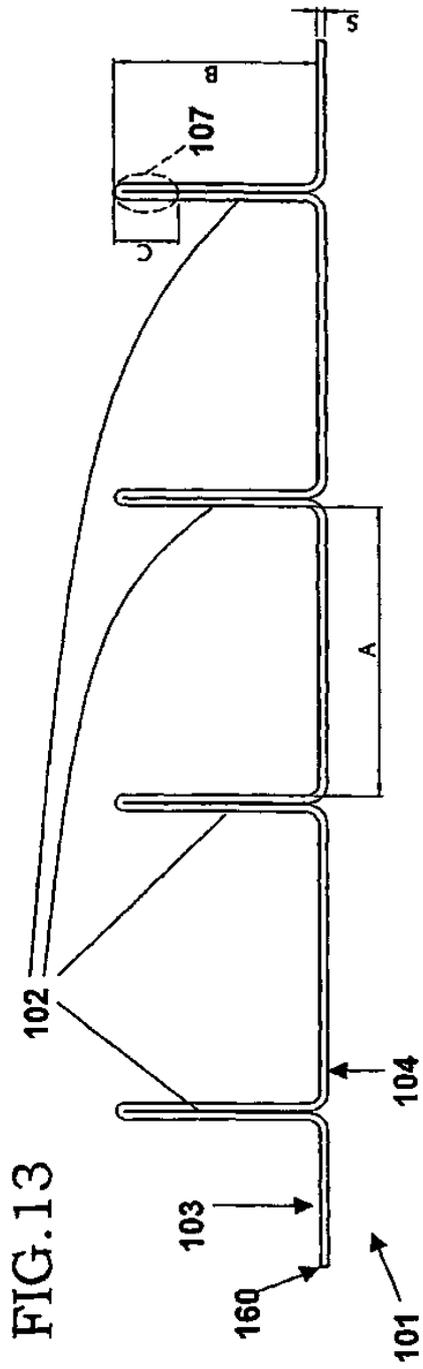


FIG.16

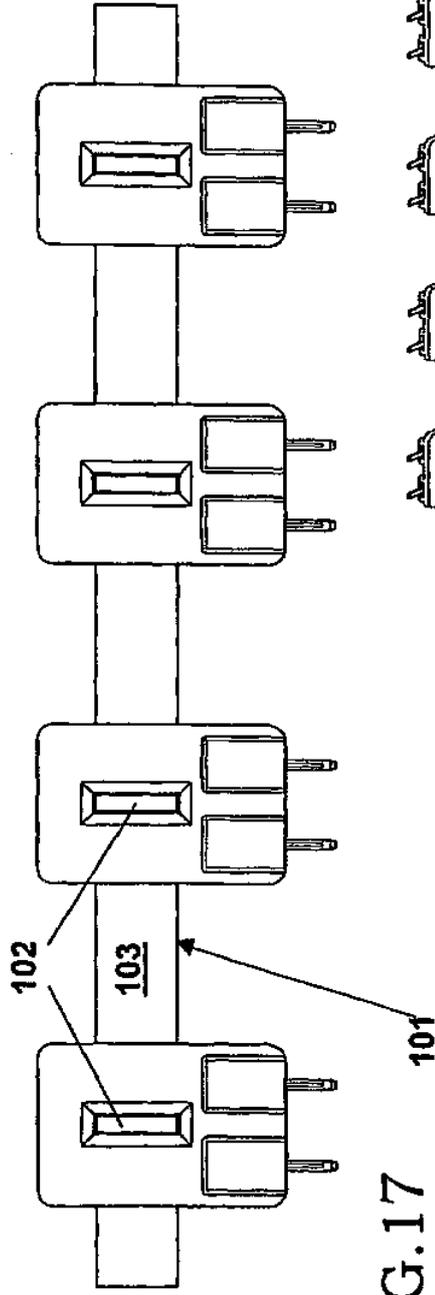
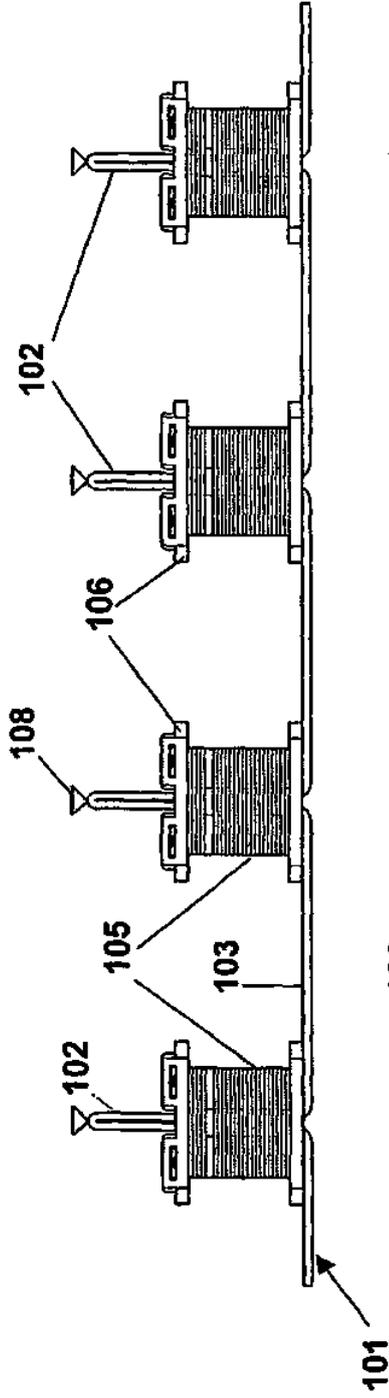


FIG.17

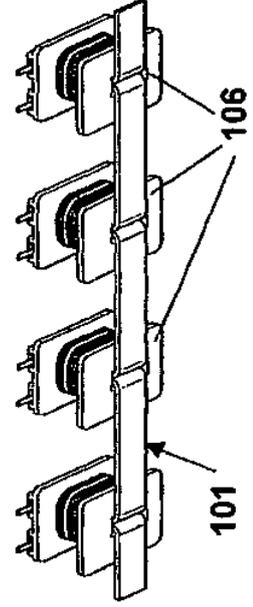


FIG.18

FIG.19

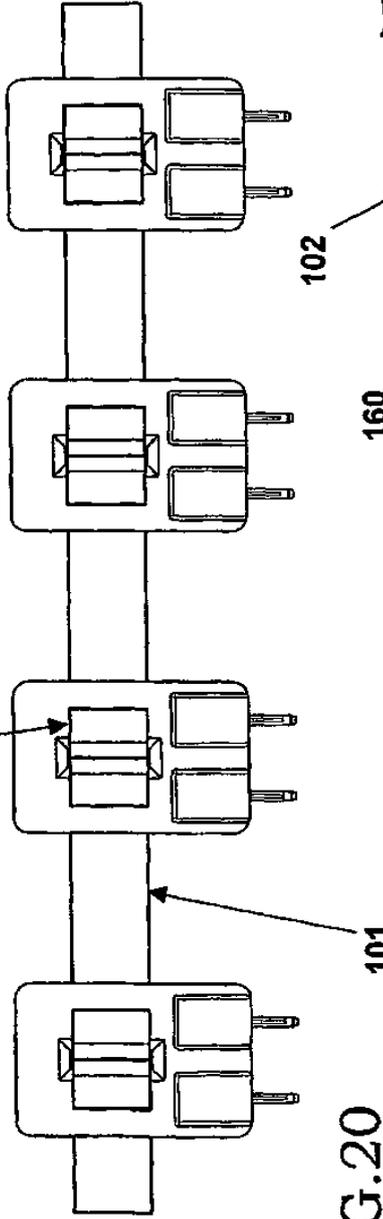
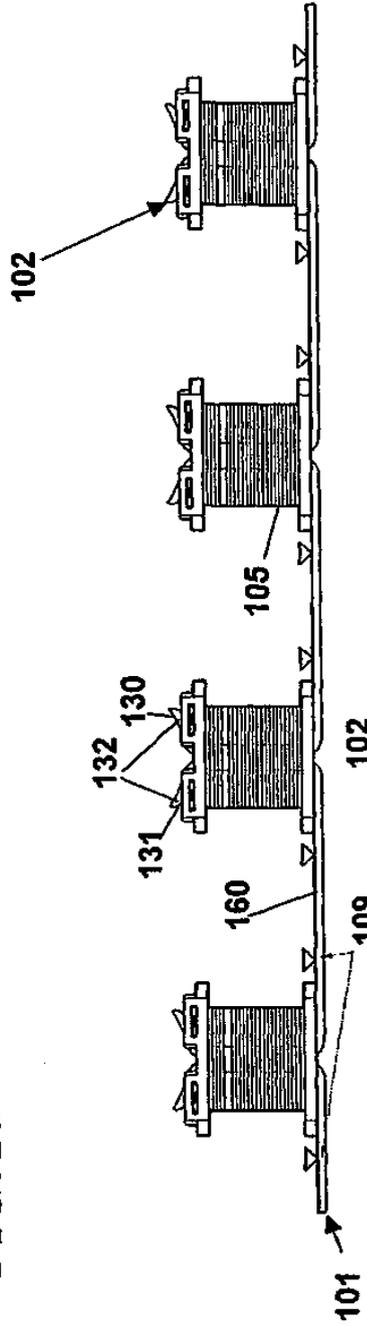


FIG.20

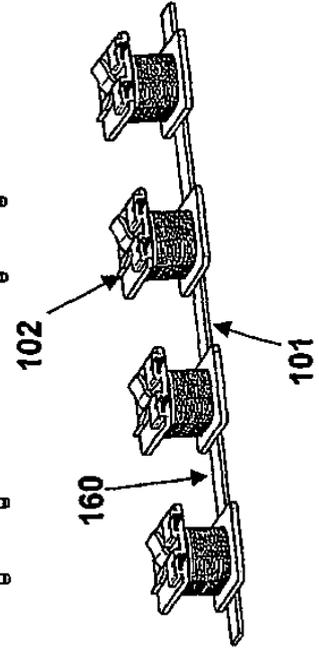


FIG.21

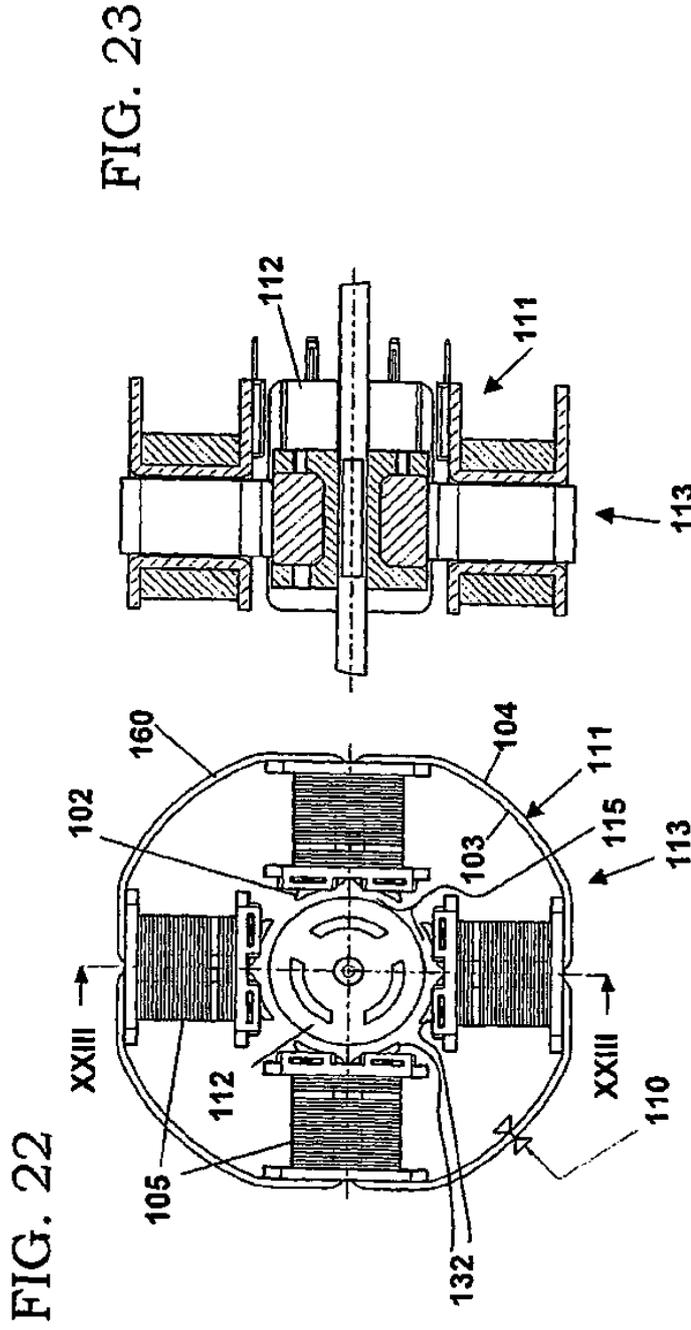


FIG. 23

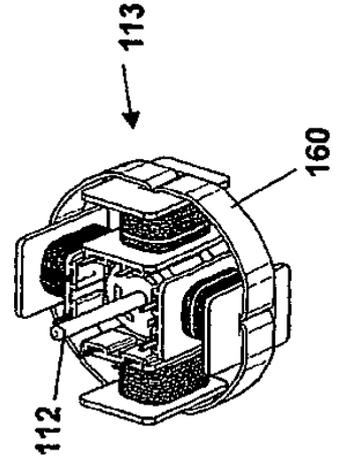
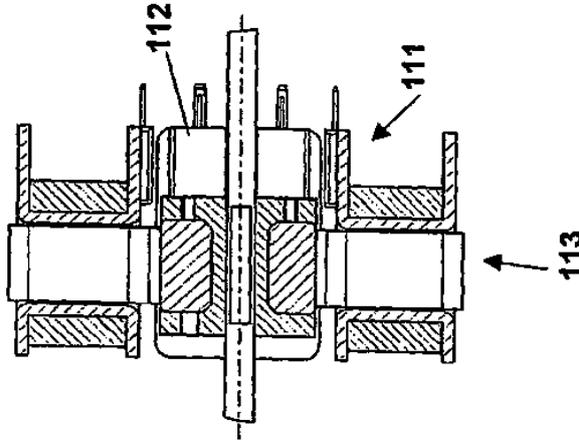


FIG. 24

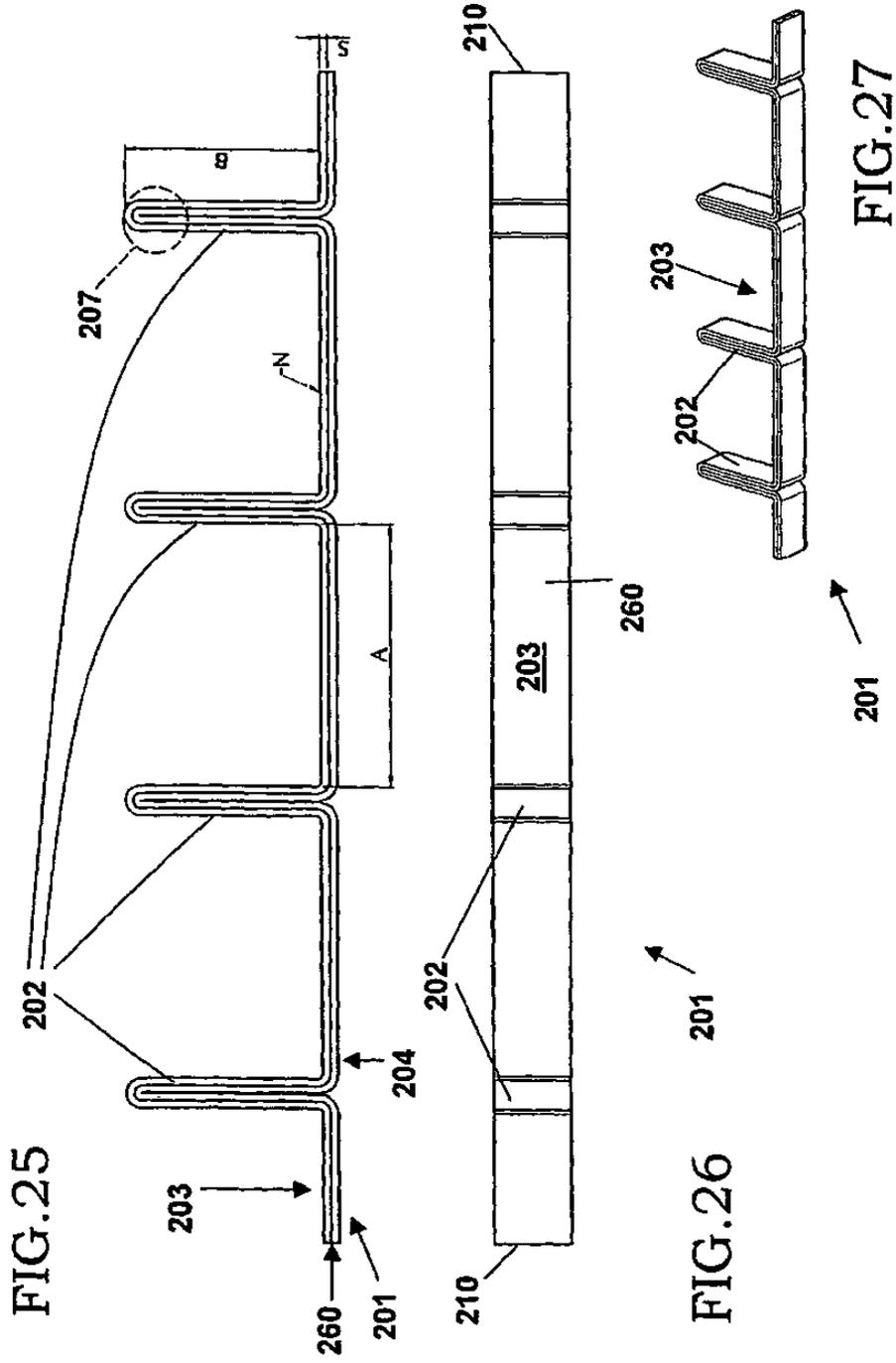


FIG.28

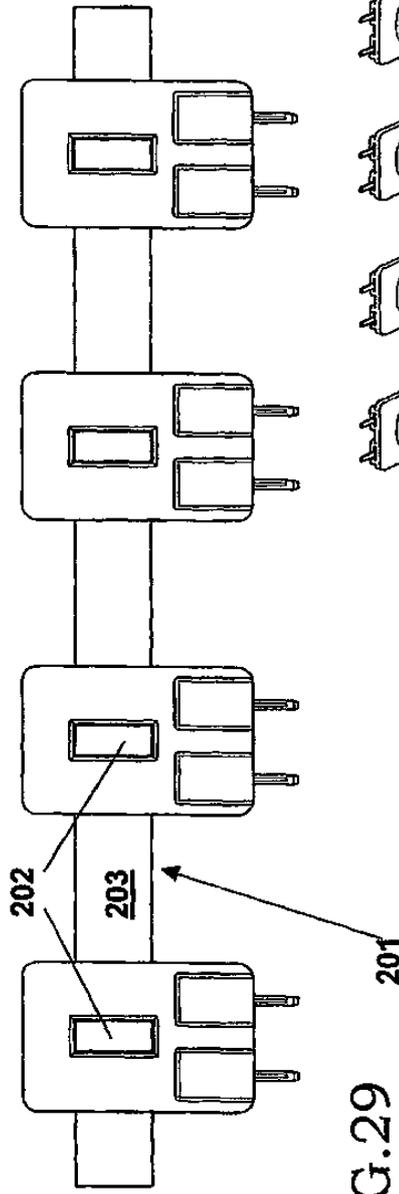
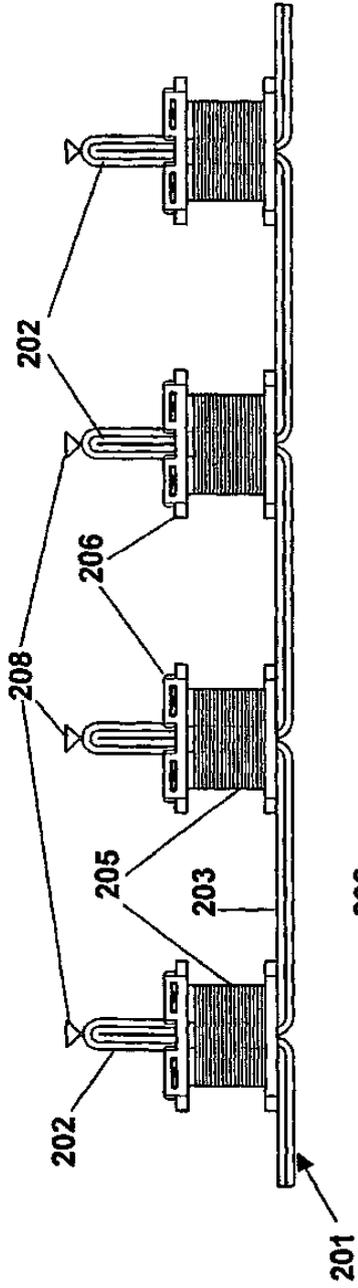


FIG.29

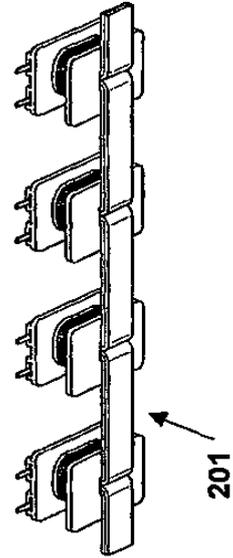


FIG.30

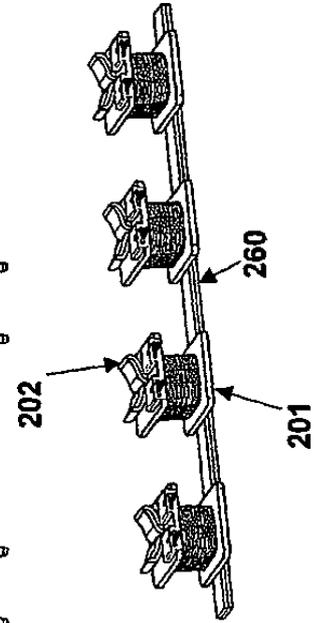
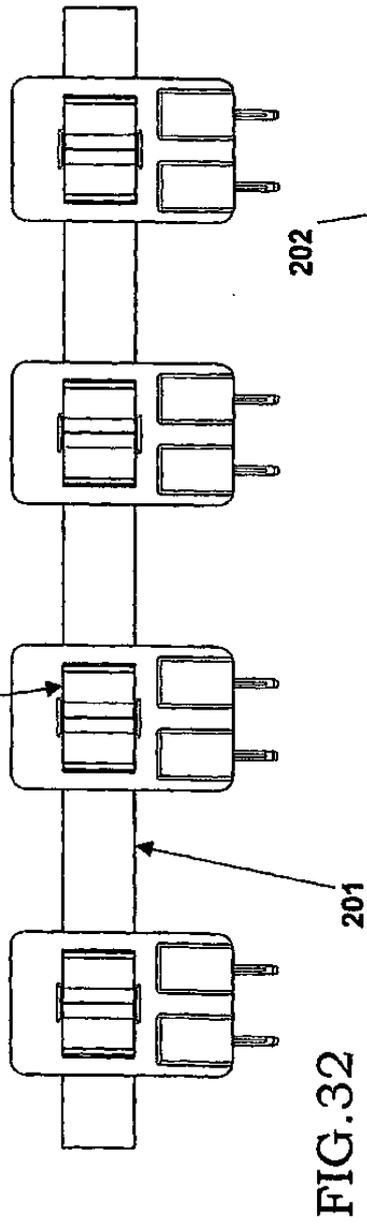
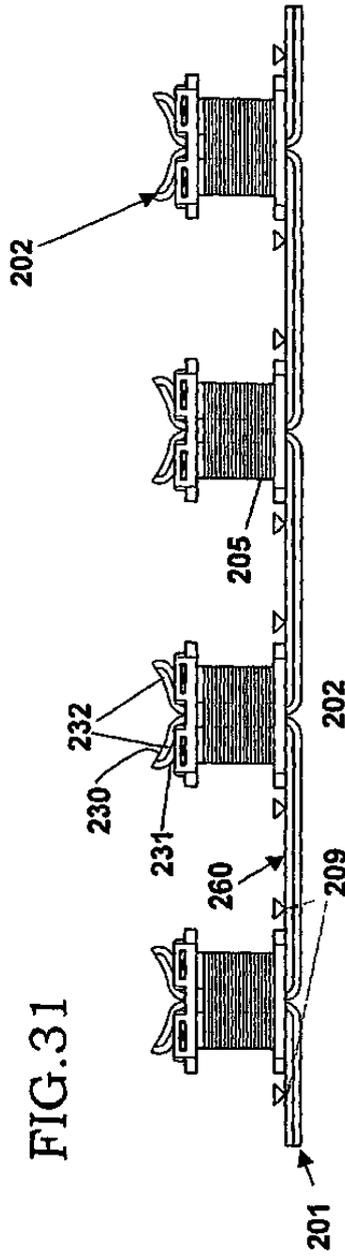


FIG. 35

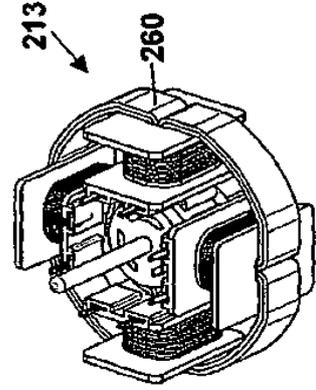
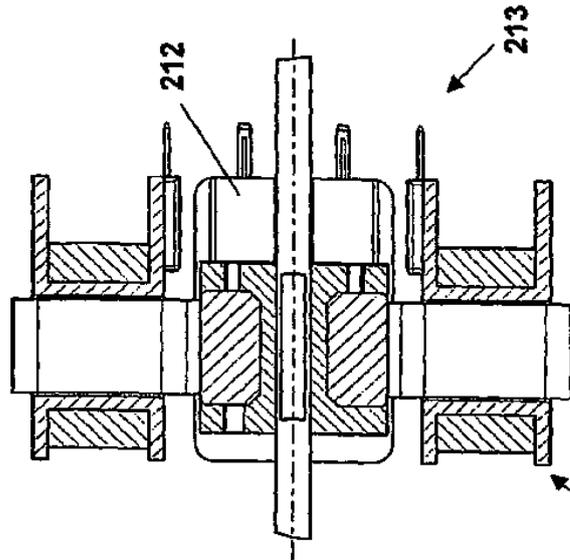
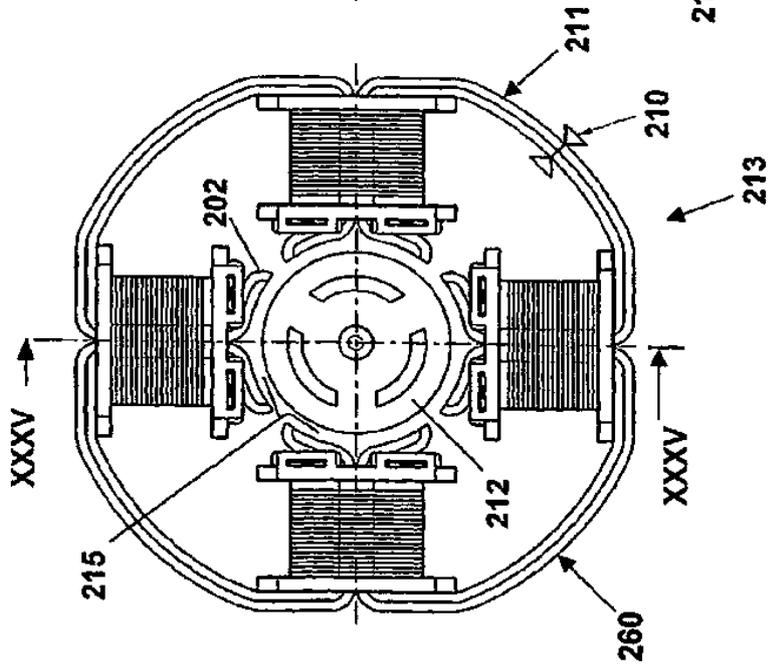
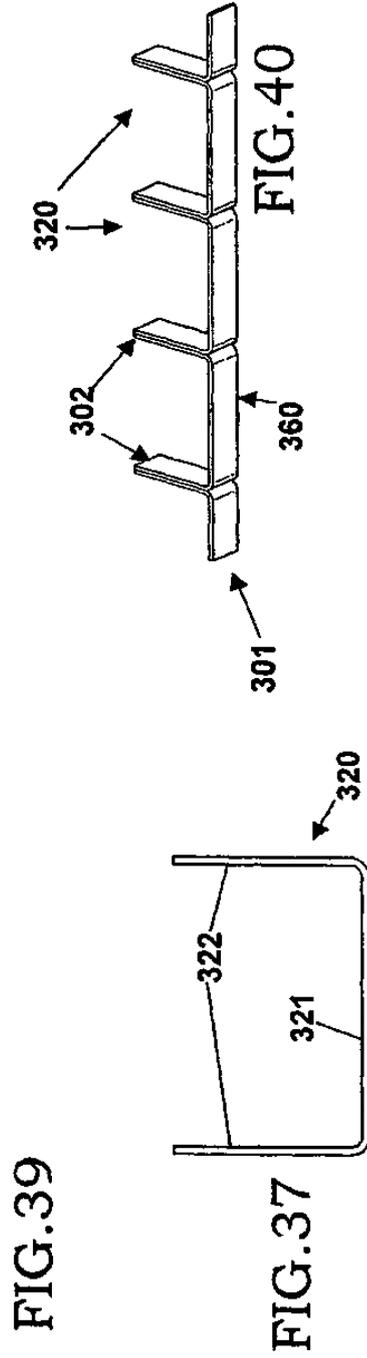
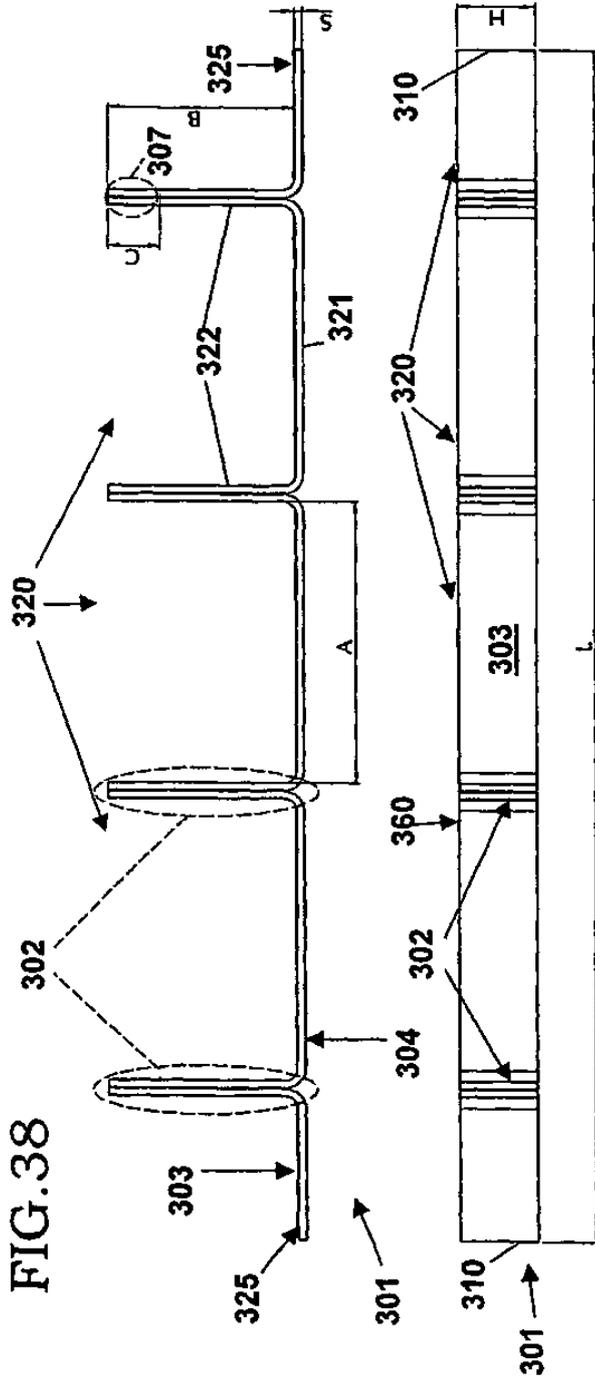


FIG. 36

FIG. 34





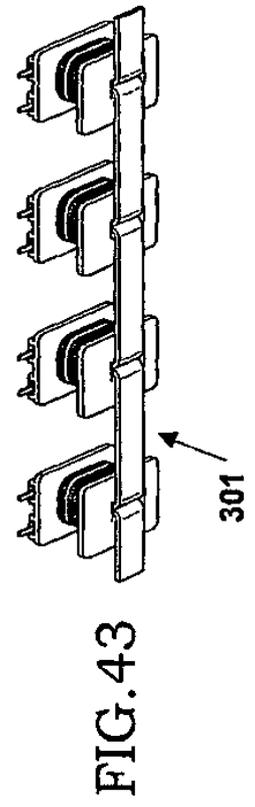
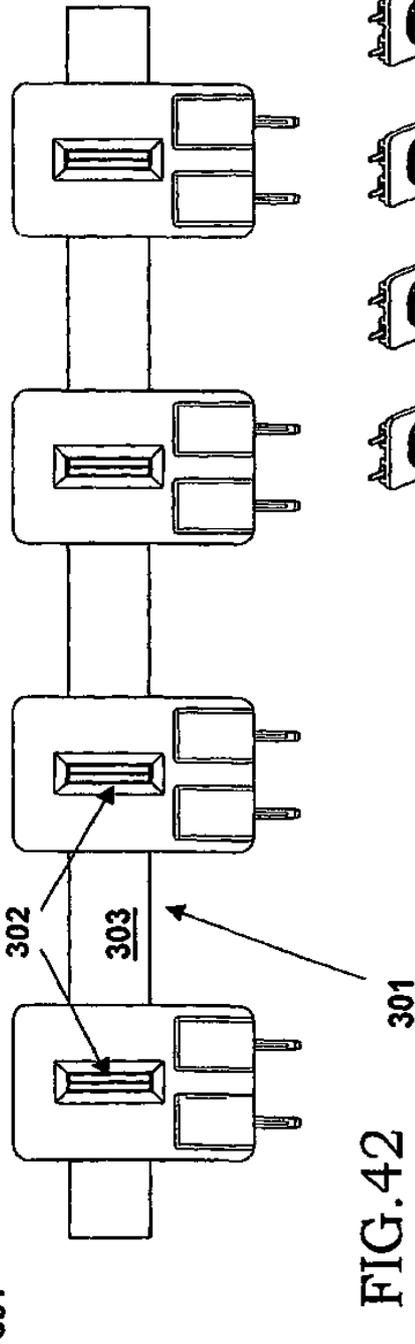
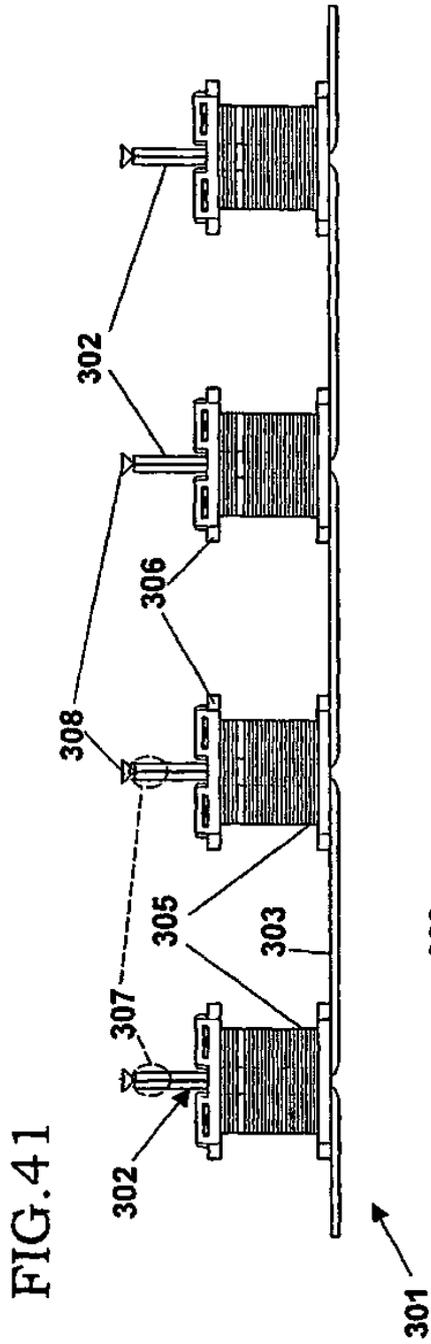


FIG.44

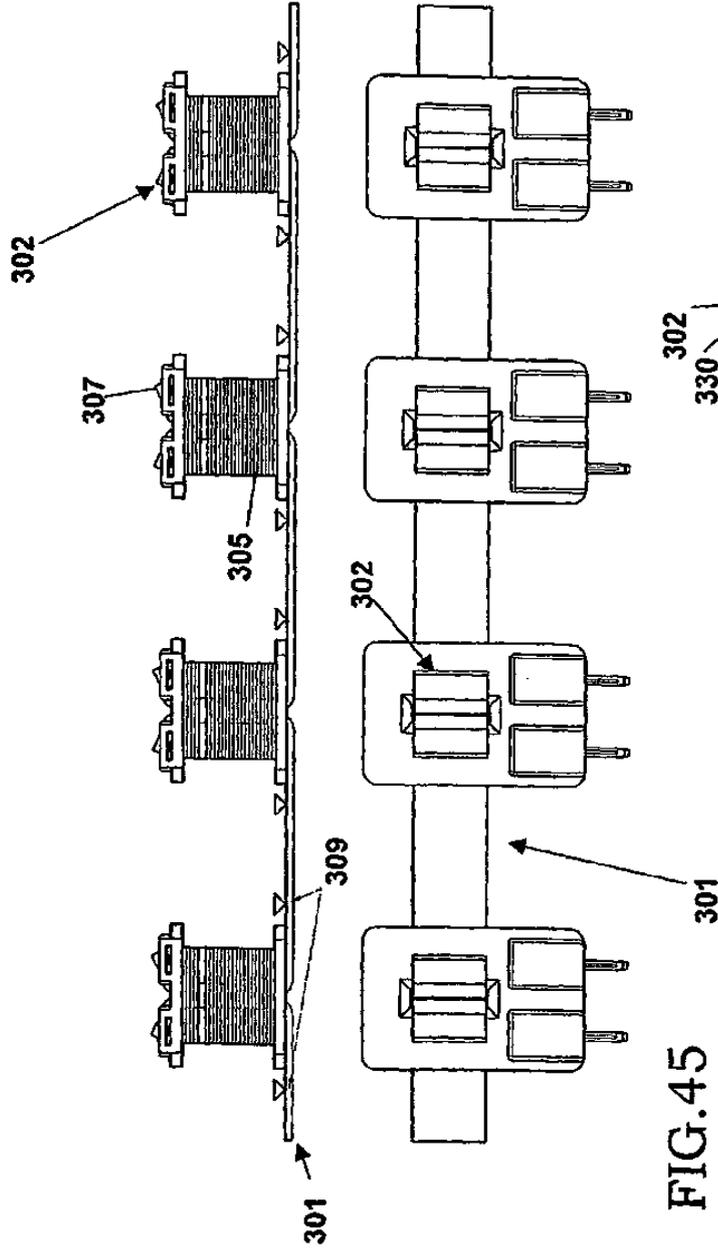


FIG.45

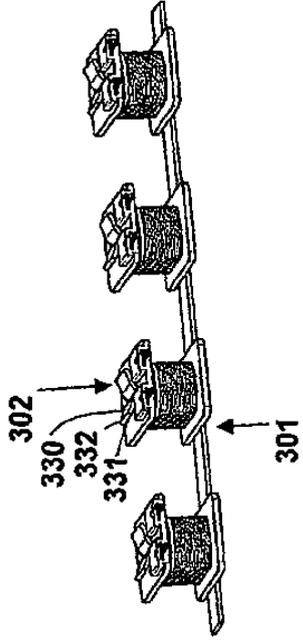


FIG.46

FIG. 48

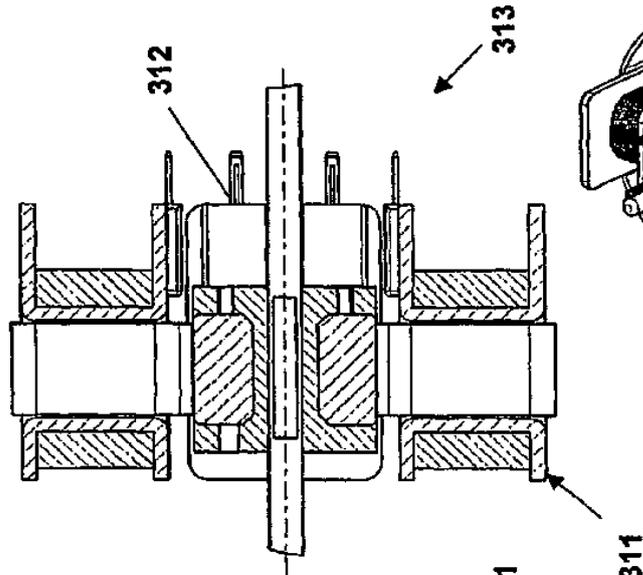


FIG. 49

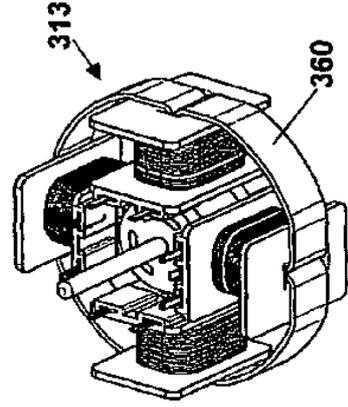
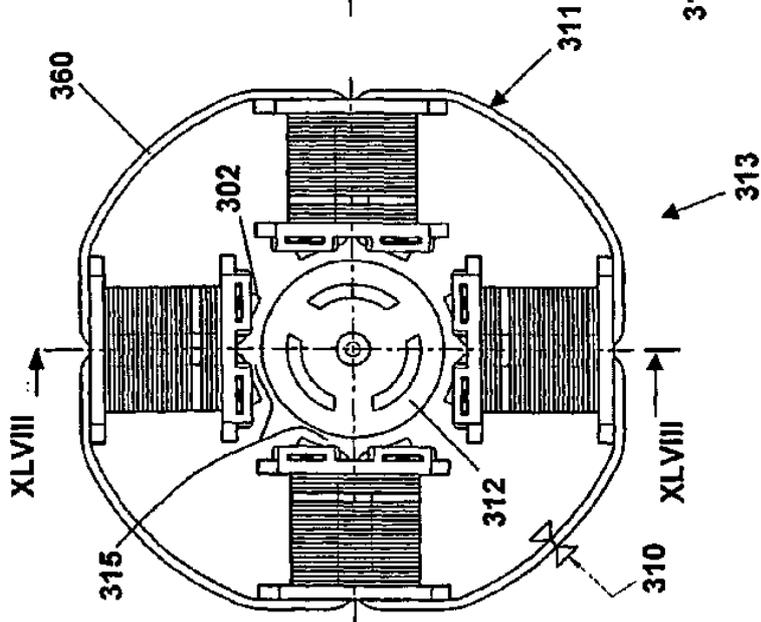
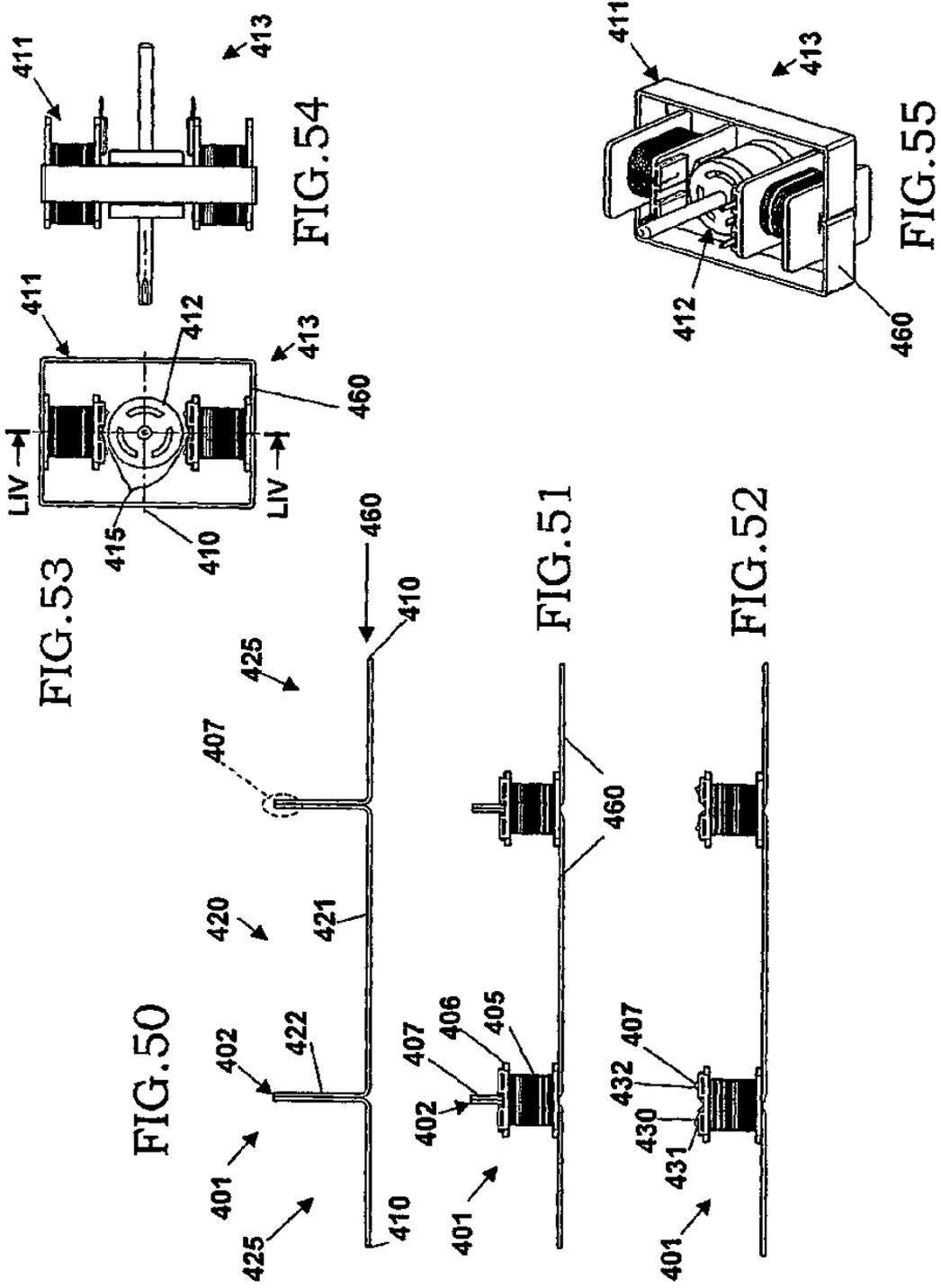


FIG. 47





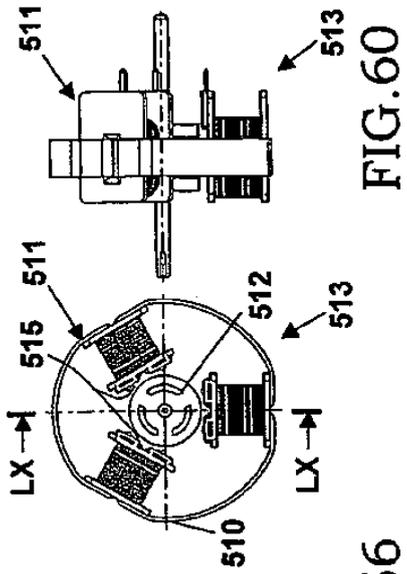


FIG. 59

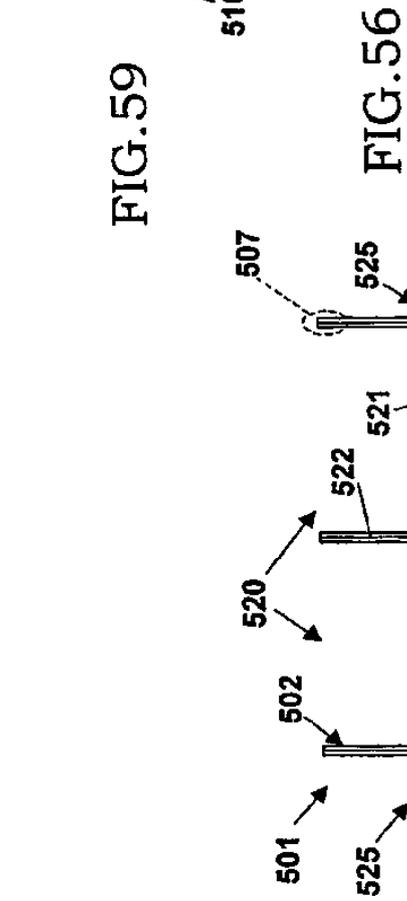


FIG. 56

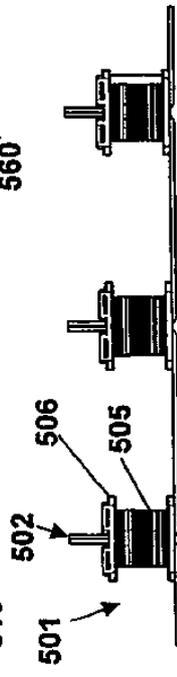


FIG. 57

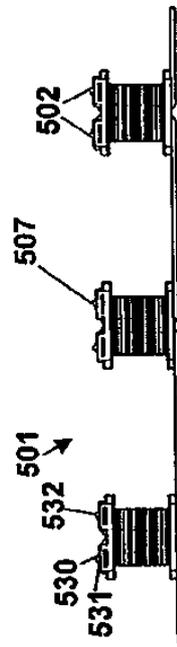


FIG. 58

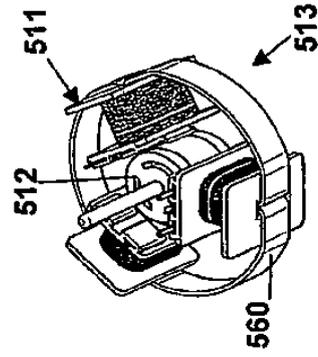


FIG. 61