

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4763176号
(P4763176)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

(51) Int. Cl.		F I	
HO2K	1/16	(2006.01)	HO2K 1/16 C
HO2K	1/14	(2006.01)	HO2K 1/14 Z
HO2K	1/18	(2006.01)	HO2K 1/18 C
HO2K	15/02	(2006.01)	HO2K 15/02 D
HO2K	21/16	(2006.01)	HO2K 21/16 M

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-253850 (P2001-253850)
 (22) 出願日 平成13年8月24日(2001.8.24)
 (65) 公開番号 特開2003-70189 (P2003-70189A)
 (43) 公開日 平成15年3月7日(2003.3.7)
 審査請求日 平成20年6月25日(2008.6.25)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 石尾 裕介
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
 菱電機株式会社内

審査官 杉浦 貴之

(56) 参考文献 特開2001-190038 (JP, A)
)
 特開平09-261932 (JP, A)
 特開平03-078458 (JP, A)
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 同期電動機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電磁鋼板が積層された少なくとも第1及び第2の固定子片を有すると共に、前記固定子片間に形成されたスロットを有する固定子と、

この固定子の内側に設けられると共に、永久磁石を有する回転子とを備え、

前記固定子には、コイルが巻回された歯部と、この歯部と一体に形成されると共に、前記第1及び第2の固定子片を連結させるコアバック部とを有しており、

前記歯部には、内周側先端の一側面に先端内周面に沿って設けられた略柱状の突起と、内周側先端の他側面に先端内周面に沿って切り欠きされた略L形状の壁面とを有しており、

前記第1の固定子片の前記突起の上面と隣接する前記第2の固定子片の前記切り欠きされた略L形状の壁の天面とを当接させて、前記スロットにおける前記回転子と対向する開口を塞ぐ、

ことを特徴とする同期電動機。

【請求項2】

前記突起の上面を成す前記電磁鋼板と、前記切り欠きされた略L形状の壁の天面を成す前記電磁鋼板とが積層毎に当接している、

ことを特徴とする請求項1に記載の同期電動機。

【請求項3】

前記歯部の幅を L_t とし、前記当接の長さを L_0 とすると、 $L_0 / L_t < 0.025$ で

ある、

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の同期電動機。

【請求項 4】

前記電磁鋼板を所定の角度毎ずらして前記固定子にスキューを形成した、

ことを特徴とする請求項 1 から 3 の何れかに記載の同期電動機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、同期電動機に関し、固定子片に設けられた突起と壁面とによりスロット開口を塞ぐことで、コギングトルクの発生を抑制するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

永久磁石が設けられた回転子を有する同期電動機は、回転子が回転する際に回転子と固定子間との空隙に回転子の回転角に対して磁気エネルギーの変化が生じ、これによりコギングトルクが発生して回転子の回転ムラを生じる。

【0003】

従来のコギングトルクを抑制する同期電動機を特開平 1 - 1 1 0 0 3 5 号公報に開示された図 7 によって説明する。

図 7 において、同期電動機は、歯部 3 a とスロット 3 s を有すると共に、電磁鋼板 3 c が積層された固定子 3 と、歯部 3 a に巻回されたコイル 5 と、固定子 3 の内径に挿入されると共に、磁性材で形成された厚みの薄いリング 7 とを備え、固定子 3 に設けられたスロット 3 s の開口がリング 7 によって塞がるように形成されている。

20

【0004】

上記のように構成された同期電動機によれば、固定子 3 のスロット 3 s の開口を塞ぐことにより、回転子が回転する際に、固定子 3 と回転子との空隙における磁気エネルギーの変化が抑えられるので、コギングトルクが低減される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のようにリング 7 を固定子 3 の内面に装着する手段では、図 8 (a) に示すように各電磁鋼板間 3 c を、リング 7 を介して渦電流 I_e が流れるので、渦電流損が増大してモータの効率が悪くなるという問題点があった。

30

【0006】

かかる課題を解決するために、固定子 3 を成す多数の電磁鋼板 3 c と同一の厚さの薄い円形鋼板 7 a を多数積層されたリング 7 を形成することにより渦電流損を減少させることが考えられる。

しかしながら、固定子 3 の電磁鋼板 3 c と、リング 7 の円形鋼板 7 a との当接面を各層毎に正確に一致させないと、図 8 (b) に示すように渦電流 I_e が流れるので、渦電流損が増大してモータの効率が悪くなる。一方、固定子 3 の電磁鋼板 3 c とリング 7 の円形鋼板 7 a との当接面を各層毎に正確に一致させることは、作業性の観点から現実的でないという問題点があった。

40

【0007】

さらに、リング 7 を固定子 3 に装着する作業が煩雑で、しかも、固定子 3 の内面にリング 7 を装着することにより固定子 3 から回転子に流れる主磁束がリング 7 によって阻害されるので、同期電動機のトルクがリング 7 のために低下するという問題点があった。

【0008】

本発明は上記課題を解決するためになされたもので、リングを不要として簡易に、固定子のスロット開口を塞ぐことによりコギングトルクを抑制すると共に、スロット開口を塞いでも、渦電流が流れにくい同期電動機を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段、発明の作用及び効果】

50

第1の発明に係る同期電動機は、電磁鋼板が積層された少なくとも第1及び第2の固定子片を有すると共に、前記固定子片間に形成されたスロットを有する固定子と、この固定子の内側に設けられると共に、永久磁石を有する回転子とを備え、前記固定子には、コイルが巻回された歯部と、この歯部と一体に形成されると共に、前記第1及び第2の固定子片を連結させるコアバック部とを有しており、前記歯部には、内周側先端の一側面に先端内周面に沿って設けられた略柱状の突起と、内周側先端の他側面に先端内周面に沿って切り欠きされた略L形状の壁面とを有しており、前記第1の固定子片の前記突起の上面と隣接する前記第2の固定子片の前記切り欠きされた略L形状の壁の天面とを当接させて、前記スロットにおける前記回転子と対向する開口を塞ぐ、ことを特徴とするものである。

かかる同期電動機によれば、第1の固定子片の突起の上面と隣接する第2の固定子片の切り欠きされた略L形状の壁の天面とが確実に当接し、スロットにおける回転子と対向する開口を塞ぐので、固定子内面に装着されていたリングを不要にして、コギングトルクを低下できる。したがって、リングを固定子に装着する作業を省略でき、しかも、固定子から回転子に流れる主磁束がリングによって阻害されずに、リングにより渦電流損が増大しないという効果がある。

【0010】

第2の発明に係る同期電動機は、第1の発明において、突起の上面を成す電磁鋼板と切り欠きされた略L形状の壁の天面を成す電磁鋼板とが積層毎に当接している、ことを特徴とするものである。

かかる同期電動機によれば、突起の上面を成す電磁鋼板と切り欠きされた略L形状の壁の天面を成す電磁鋼板とが積層毎に当接するので、渦電流損がさらに低下できるという効果がある。

【0011】

第3の発明に係る同期電動機は、第1又は第2の発明において、歯部の幅を L_t とし、当接の長さを L_0 とすると、 $L_0 / L_t < 0.025$ である、ことを特徴とするものである。

かかる同期電動機によれば、回転子の回転に寄与しない漏れ磁束を低下できるという効果がある。

【0012】

第4の発明に係る同期電動機は、第1から第3の何れかの発明において、電磁鋼板を所定の角度毎ずらして固定子にスキューが形成された、ことを特徴とするものである。

かかる同期電動機によれば、固定子にスキューが形成されたので、回転子の芯ずれによる脈動トルクを低下できるという効果がある。

【0013】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

この発明の一実施の形態を図1及び図2によって説明する。図1は同期電動機の断面図、図2は図1に示す固定子片の突起と壁面との平面図である。

図1及び図2において、同期電動機100は、積層された多数の固定子用鋼板101a(電磁鋼板)から成ると共に、六つの固定子片103を有すると共に、固定子片103間に形成されたスロット101sを有する固定子101と、固定子101の内側に設けられると共に、永久磁石を表面に有する回転子150とを備えている。

【0014】

固定子片103には、固定子片103どうしが両端で当接されると共に、固定子片103どうしを連結させるコアバック部105と、コイル116が巻回される略逆T形状の歯部107と、コアバック部105の両端部どうしを接続する五つの薄肉部121と、コアバック部105の両端部どうしを溶接する一つの溶接部120とを有しており、各歯部107には、一方の側面部の先端内周面に沿って設けられた略柱形状の突起111と、他方の側面部の先端内周面に沿って切り欠きされた略L形状の壁面113とを備え、固定子片(第1の固定子片)103の突起111の上面111bと隣の固定子片(第2の固定子片)1

10

20

30

40

50

03の壁113の天面113b(壁面)とが当接する当接部114を設けることにより固定子片103どうしが磁気的な閉回路を形成している。

【0015】

歯部107の突起111の側面111aと壁面113の側面113aとの間に隙間gが形成されている。これは、コアバック105どうしを当接させて円筒型の固定子101を形成するには、公差を考慮して上記隙間gを設ける必要があるからである。この隙間gを例えば1(mm)に広げることで、隙間gを流れる漏れ磁束 ϕ_g を減少させることができる。

【0016】

そして、図2(b)に示すように、突起111を成す積層された固定子用鋼板101aと壁面113を成す積層された固定子用鋼板101aの先端が互いに当接することにより渦電流が生じにくいように形成されている。

しかしながら、当接部114の面積が広すぎると、回転子150の永久磁石から発生した磁束が固定子片103の突起111を介して当接部114へ流れる漏れ磁束 ϕ_0 が増加するので、妥当でない。このため、当接部114の面積は、歯部107を流れる主磁束 ϕ_t に対して、漏れ磁束 ϕ_0 を所定値以下にするために、次のようにして決定される。

【0017】

固定子101の歯部107から回転子150に流れる主磁束 ϕ_t は、固定子用鋼板101aが飽和しない最大磁束密度 B_{cmax} (T)において、十分な余裕をもって流さなければならない。したがって、歯部107の主磁束密度 B_t (T)が、突起111と壁面113との当接部114を流れる漏れ磁束密度 B_0 (T)に比較して小さくなるので、下式が成立する。

$$B_t < B_0 < B_{cmax} \dots \dots \dots (1)$$

なお、漏れ磁束には、空隙gを流れる漏れ磁束 ϕ_g も存在するが、隙間gを例えば1(mm)とし、空気の透磁率を考慮すると、空隙gの磁気抵抗が当接部114の磁気抵抗に比べて極めて大きくなり、 ϕ_0 となるので、漏れ磁束 ϕ_g を無視できる。

上記(1)式の主磁束密度 B_t 、漏れ磁束密度 B_0 を主磁束 ϕ_t (Wb)、漏れ磁束 ϕ_0 (Wb)で表現すると下式となる。

$$\phi_t / S_t < \phi_0 / S_0 < B_{cmax} \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 S_t ：歯部の断面積(m^2)

S_0 ：当接部の面積、突起と壁面との当接面積(m^2)

また、 $S_t = L_c \cdot L_t$ 、 $S_0 = L_c \cdot L_0$

ここに、 L_c ：固定子のコア幅(m)、 L_t ：歯部の幅(m)

L_0 ：当接部の長さ(m)

$$\phi_t / (L_t \cdot L_c) < \phi_0 / (L_c \cdot L_0) < B_{cmax} \dots \dots \dots (3)$$

この(3)式より下式を得る。

$$L_0 < (\phi_0 / \phi_t) \cdot L_t \dots \dots \dots (4)$$

$$L_0 > \phi_0 / (L_c \cdot B_{cmax}) \dots \dots \dots (5)$$

上記(4)式及び(5)式より下式を得る。

$$\phi_0 / (L_c \cdot B_{cmax}) < L_0 < (\phi_0 / \phi_t) \cdot L_t \dots \dots \dots (6)$$

この(6)式を変形して下式を得る。

$$\phi_0 / (\phi_t \cdot L_c \cdot B_{cmax}) \cdot \phi_t < L_0 < (\phi_0 / \phi_t) \cdot L_t \dots \dots \dots (7)$$

ここに、 $\phi_t = B_t \cdot S_t = B_t \cdot L_c \cdot L_t$

【0018】

例えば、固定子用鋼板101aに35A360を用い、JIS規格より飽和磁束密度 B_{cmax} を1.61(T)とし、歯部107の幅 L_t を 10×10^{-3} (m)、固定子101のコア幅 L_c を 60×10^{-3} (m)、主磁束密度 B_t を1.2(T)に設定し、主磁束 ϕ_t に対して例えば漏れ磁束 ϕ_0 を5%に抑制しようとする、片側の漏れ磁束 ϕ_0 、すなわち、 ϕ_0 / ϕ_t が.5%(0.025)になるため、当接部114の長さ L_0 (m)を上記(7)式により求めると、 $0.025 \times 1.2 \times 60 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-3} / (60 \times 10^{-3} \times 1.61) < L_0 < 0.025 \times 10 \times 10^{-3} \cdot 0.186 \times 10^{-3} < L_0 < 0.25 \times 10^{-3}$ (m)

10

20

30

40

50

となる。これより、当接部 114 の長さを例えば 0.2×10^{-3} (m) にすれば、主磁束 Φ_t に対して漏れ磁束 Φ_0 を 5% 以下に抑制できる。

【0019】

上記のように構成された同期電動機の製造方法を図 1 乃至図 5 によって説明する。まず、厚さが薄いと共に、突起 111a と壁面 113a とを有する固定子用鋼板 101a を板状の電磁鋼板から多数製作し、図 3 に示すように四角柱状に形成された積層金型 201 の孔 201a に多数の固定子用鋼板 101a を積層してプレス機(図示せず)によりプレスし、直線状の固定子 101 が得られる。

【0020】

図 4 に示すように固定子 101 の固定子片 103 における歯部 107 の周りに巻線機のノズル(図示せず)を周回させてコイル 116 を形成する。コイル 116 を形成後、図 5 に示すように作業者が固定子 101 の孔径よりも僅かに小さく形成された芯棒 205 に固定子 101 の歯部 107 の先端面を当接しながら薄肉部 121 を中心に各歯部 107 を折り曲げ、コアバック部 105 の両端部の一箇所を溶接機(図示せず)により溶接し、溶接部 120 を有する円筒形の固定子 101 を製作する。

10

【0021】

次に、図 5(a) に示すように、固定子 101 の孔に芯棒 205 を挿入したままの状態において、台 203 の上に固定子 101 の一端面を、下側押え部材 207 を介して載せ、上側押え部材 209 を固定子 101 の他端面に載せて、上側押え部材 209 をプレス機(図示せず)で押圧することにより、固定子片 103 の突起 111 と隣接する固定子片 103 の壁面 113 とが当接して突起 111 と壁面 113 との各固定子用鋼板 101a どうしが重なってスロット 101s における内周側(回転子 150 と対向する側)の開口を塞ぐことができる。

20

【0022】

このような実施の形態による同期電動機 100 によれば、固定子 101 の突起 111 と壁面 113 とにより、スロット 101s における回転子 150 と対向する開口(固定子 101 の内周側の開口)を塞ぐので、固定子 101 と回転子 150 との空隙における磁気エネルギー W の変化が抑制されコギングトルクが低減される。

さらに、突起 111 と壁面 113 との固定子 101 を成す各固定子用鋼板 101a どうしの先端面が重なるので、渦電流が各固定子用鋼板 101a 内を循環するのみであり、渦電流損が増大しない。

30

【0023】

実施の形態 2 .

この発明の他の実施の形態を図 6 によって説明する。図 6 は、固定子磁極片の正面図(a)、図 6(a)の底面図である。

実施の形態 1 では、固定子 101 のスロット 101s の開口を固定子 101 の内周側の先端に設けられた突起 111 と隣接する固定子 101 の内周側の先端に設けられた壁面 113 とを当接させることによりコギングトルクを低下させた。

しかしながら、固定子 101 と回転子 150 との空隙が許容内で不均衡の場合、脈動トルクが発生するので、本実施の形態では、実施の形態 1 による同期電動機 100 の構成に加えて、固定子 201 にスキューを形成することにより脈動トルクを低下させるものである。

40

【0024】

図 6 において、固定子 201 を成す固定子片 203 は、固定子用鋼板 101a 毎に所定角度 θ_s ずらすことで、スキューが形成されている。ここで、スキュー角度 θ_s は、最上層の固定子用鋼板 101a、最下層の固定子用鋼板 101a における歯部 107 の中心線をそれぞれ固定子 101 の中心点まで引いた線 L_u 、 L_d により挟まれる角度をいう。

例えば、スキュー角度 θ_s を 15° として、固定子用鋼板 101a の板厚を 0.5(mm)、積層枚数を 100 枚として固定子 201 のコア幅を 50(mm) とすると、固定子用鋼板 101a が 0.15° 毎ずれるように形成されている。

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による一実施形態を示す同期電動機の断面図である。

【図 2】 図 1 に示す固定子の要部を示す部分拡大図 (a)、図 2 (a) の矢視 B - B の断面図である。

【図 3】 本発明による一実施形態を示す固定子用鋼板の積層用金型に固定子用鋼板を積層した状態を示す平面図である。

【図 4】 本発明による一実施形態を示す固定子片にコイルを巻回した状態の正面図である。

【図 5】 本発明による一実施形態を示す固定子の正面断面図 (a)、図 5 (a) の矢視 B - B の断面図である。

【図 6】 本発明の他の実施形態を示す固定子片の正面図である。

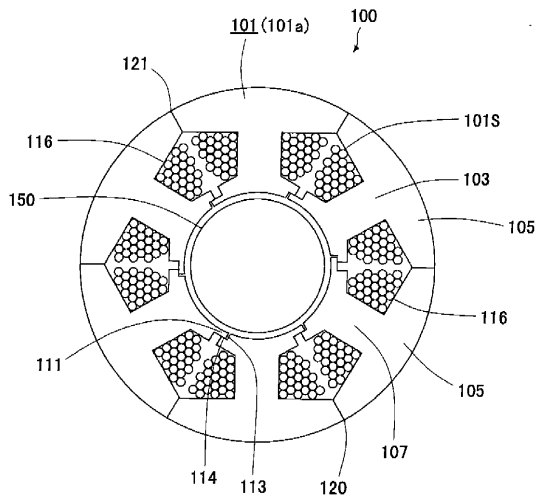
【図 7】 従来の固定子の断面図 (a)、図 7 (a) の矢視 B - B の断面図 (b) である。

【図 8】 図 7 (b) の要部拡大図である。

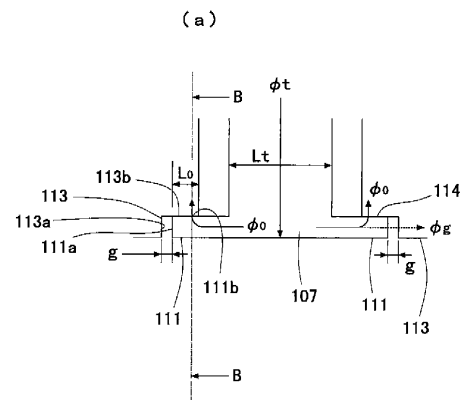
【符号の説明】

100 同期電動機、101 固定子、101s スロット、103 固定子片、107 歯部、111 突起、113 壁面、116 コイル、140 当接部、150 回転子。

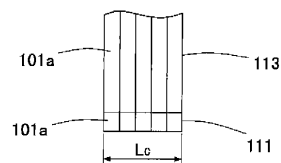
【図 1】



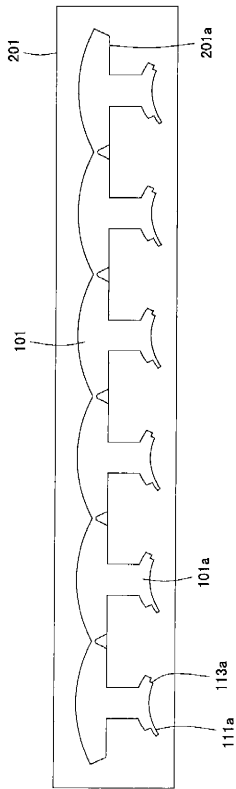
【図 2】



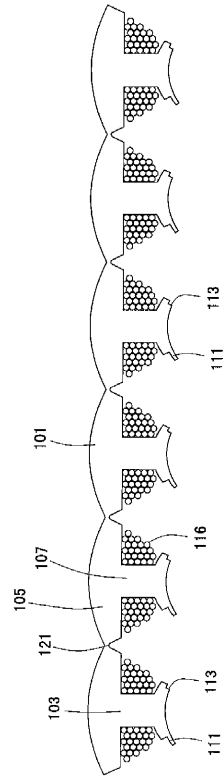
(b)



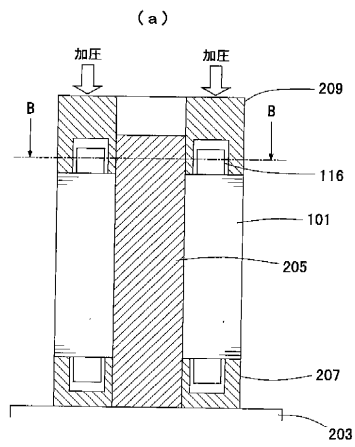
【 図 3 】



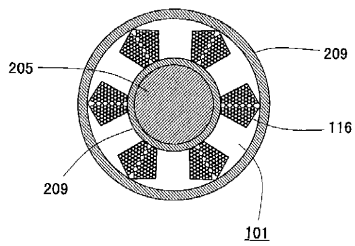
【 図 4 】



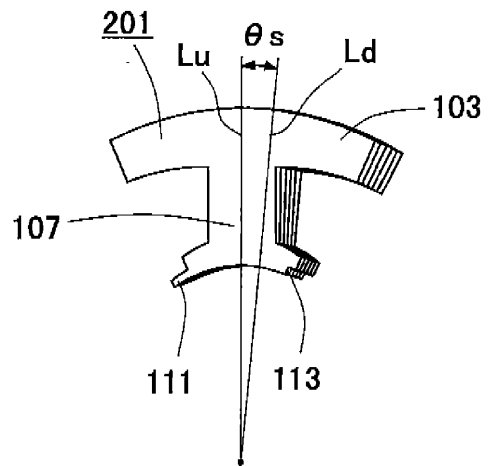
【 図 5 】



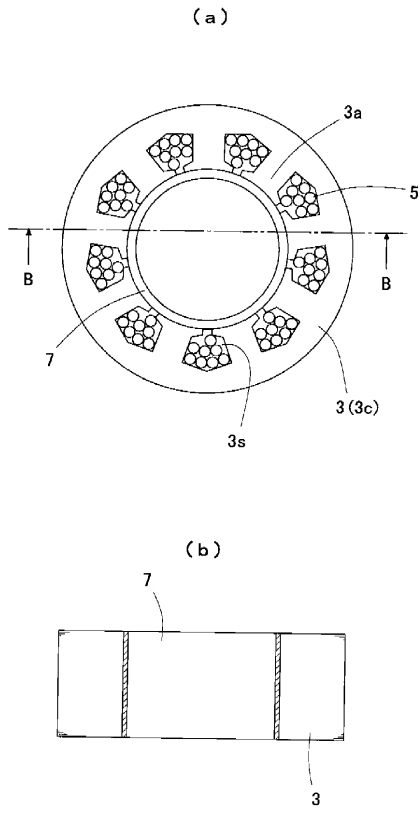
(b)



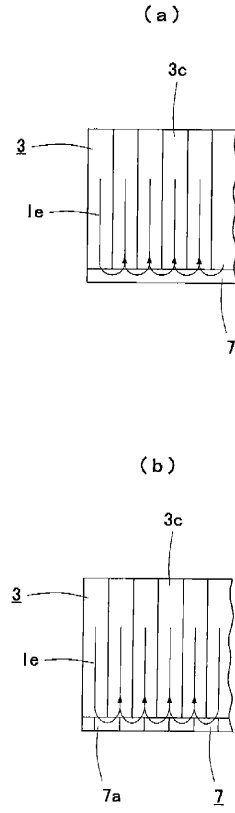
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

H02K 1/16

H02K 1/14

H02K 1/18

H02K 15/02

H02K 21/16