

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4461820号
(P4461820)

(45) 発行日 平成22年5月12日(2010.5.12)

(24) 登録日 平成22年2月26日(2010.2.26)

(51) Int. Cl. F I
HO2K 3/34 (2006.01) HO2K 3/34 D
HO2K 3/38 (2006.01) HO2K 3/38 A

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-24079 (P2004-24079)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成16年1月30日(2004.1.30)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2005-218255 (P2005-218255A)	(74) 代理人	100064746 弁理士 深見 久郎
(43) 公開日	平成17年8月11日(2005.8.11)	(74) 代理人	100085132 弁理士 森田 俊雄
審査請求日	平成18年9月12日(2006.9.12)	(74) 代理人	100112715 弁理士 松山 隆夫
		(74) 代理人	100112852 弁理士 武藤 正
		(72) 発明者	滝澤 敬次 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 相間絶縁紙およびそれを備えた電動機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸方向におけるステータコアの端面において複数のステータコイルにより形成されるコイルエンドの隣接する2相を絶縁する相間絶縁紙であって、

前記コイルエンドの前記ステータコアに対する入出力部近傍の第1の部位に対応して設けられ、前記コイルエンドが前記端面に押付成形されたときの前記第1の部位の形状に対応する立体形状を有する立体部と、

前記コイルエンドの前記ステータコアから遠ざかる方向の第2の部位に対応して設けられる平面部とを備え、

前記平面部および立体部は、それぞれ第1の部材および前記第1の部材よりも剛性の高い第2の部材からなる、相間絶縁紙。

【請求項2】

回転軸方向におけるステータコアの両端面において複数のステータコイルにより形成されるコイルエンドの隣接する2相を絶縁する相間絶縁紙であって、

前記両端面の一方におけるコイルエンドに対応して設けられ、それぞれ第1の部材および前記第1の部材よりも剛性の高い第2の部材からなる第1の平面部および第1の立体部と、

前記両端面の他方におけるコイルエンドに対応して設けられ、それぞれ前記第1および第2の部材からなる第2の平面部および第2の立体部と、

前記第1および第2の平面部を相互に接続し、前記ステータコアのスロット内に挿入さ

10

20

れる接続部とを備え、

前記第 1 および第 2 の立体部の各々は、対応するコイルエンドの前記ステータコアに対する入出力部近傍の第 1 の部位に対応して設けられ、前記対応するコイルエンドが対応する端面に押付成形されたときの前記第 1 の部位の形状に対応する立体形状を有し、

前記第 1 および第 2 の平面部の各々は、対応するコイルエンドの前記ステータコアから遠ざかる方向の第 2 の部位に対応して設けられる、相間絶縁紙。

【請求項 3】

前記接続部は、前記第 1 の部材よりも薄い第 3 の部材からなる、請求項 2 に記載の相間絶縁紙。

【請求項 4】

前記第 2 の部材は、前記第 1 の部材と同じ材質からなり、かつ、前記第 1 の部材よりも厚い、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の相間絶縁紙。

【請求項 5】

前記第 2 の部材は、前記第 1 の部材と異なり、かつ、前記第 1 の部材よりも剛性の高い材質からなり、前記第 1 の部材よりも薄い、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の相間絶縁紙。

【請求項 6】

ステータと、

複数の相にそれぞれ対応して設けられ、各々が前記ステータに巻回される複数のステータコイルと、

隣接するステータコイルの間にそれぞれ挿入される、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の複数の相間絶縁紙とを備える電動機。

【請求項 7】

前記複数の相間絶縁紙は、第 1 および第 2 の相間絶縁紙を含み、

前記第 1 の相間絶縁紙は、回転軸方向におけるステータコアの端面において前記複数のステータコイルにより形成されるコイルエンドが前記端面に押付成形されたときに前記第 2 の相間絶縁紙よりも上層側に配置され、

前記第 1 の相間絶縁紙の立体部は、前記第 2 の相間絶縁紙の立体部よりも幅が広い、請求項 6 に記載の電動機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、相間絶縁紙およびそれを備えた電動機に関し、特に、各相ステータコイルのコイルエンドを相間絶縁する相間絶縁紙およびその相間絶縁紙によって相間絶縁された電動機に関する。

【背景技術】

【0002】

電動機におけるステータは、一般に、内面に複数のティースを有するステータコアと、このステータコアの両端面においてそれぞれコイルエンドを形成しながらティースに巻回されるコイルとを備える。そして、電動機が多相交流電動機の場合、各相コイルのコイルエンドが混在するステータコアの端面において、異相コイルを相間絶縁する必要がある。

【0003】

各相コイルに対応する各コイルエンドの相間絶縁は、特開昭 63 - 314151 号公報において開示されるように、一般に、シート状の相間絶縁紙を隣接するコイルエンド間に挿入することによって行なわれる（特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開昭 63 - 314151 号公報

【特許文献 2】実開平 3 - 026254 号公報

【特許文献 3】特開 2003 - 319594 号公報

【特許文献 4】実開平 5 - 48555 号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

たとえば、車両搭載用の電動機などにおいては、電動機の小型化が要求される。そして、このような電動機においては、各相コイルおよび相間絶縁紙がステータに装着された後、電動機を小型化するためにコイルエンドがステータコア端面に押付成形される。この押付成形時、特にスロット（隣接するティースの間）からのコイル立上がり部においては、コイルの変形が大きくなり、相間絶縁紙は、3次元的に大きな変形を受ける。

【0005】

上述した特開昭63-314151号公報において開示される相間絶縁紙は、このようなコイルエンドの押付成形時に受ける大きな変形に対する考慮はなされておらず、電動機の小型化を目的にコイルエンドを押付成形すると、相間絶縁紙のずれ（紙ずれ）や破損が発生し、その結果、相間の絶縁不良が発生する。

10

【0006】

そこで、この発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、その目的は、コイルエンドの押付成形に対して紙ずれ、紙破れ、穴あきすることなく十分な強度を有する相間絶縁紙を提供することである。

【0007】

また、この発明の別の目的は、コイルエンドの押付成形に対して紙ずれ、紙破れ、穴あきすることなく十分な強度を有することによって絶縁品質を高めた相間絶縁紙を備える小型の電動機を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明によれば、相間絶縁紙は、回転軸方向におけるステータコアの端面において複数のステータコイルにより形成されるコイルエンドの隣接する2相を絶縁する相間絶縁紙であって、コイルエンドのステータコアに対する入出力部近傍の第1の部位に対応して設けられ、コイルエンドが端面に押付成形されたときの第1の部位の形状に対応する立体形状を有する立体部と、コイルエンドのステータコアから遠ざかる方向の第2の部位に対応して設けられる平面部とを備え、平面部および立体部は、それぞれ第1の部材および第1の部材よりも剛性の高い第2の部材からなる。

30

【0009】

また、この発明によれば、相間絶縁紙は、回転軸方向におけるステータコアの両端面において複数のステータコイルにより形成されるコイルエンドの隣接する2相を絶縁する相間絶縁紙であって、両端面の一方におけるコイルエンドに対応して設けられ、それぞれ第1の部材および第1の部材よりも剛性の高い第2の部材からなる第1の平面部および第1の立体部と、両端面の他方におけるコイルエンドに対応して設けられ、それぞれ第1および第2の部材からなる第2の平面部および第2の立体部と、第1および第2の平面部を相互に接続し、ステータコアのスロット内に挿入される接続部とを備え、第1および第2の立体部の各々は、対応するコイルエンドのステータコアに対する入出力部近傍の第1の部位に対応して設けられ、対応するコイルエンドが対応する端面に押付成形されたときの第1の部位の形状に対応する立体形状を有し、第1および第2の平面部の各々は、対応するコイルエンドのステータコアから遠ざかる方向の第2の部位に対応して設けられる。

40

【0010】

好ましくは、接続部は、第1の部材よりも薄い第3の部材からなる。

【0011】

好ましくは、第2の部材は、第1の部材と同じ材質からなり、かつ、第1の部材よりも厚い。

【0012】

好ましくは、第2の部材は、第1の部材と異なり、かつ、第1の部材よりも剛性の高い材質からなり、第1の部材よりも薄い。

【0013】

50

また、この発明によれば、電動機は、ステータと、複数の相にそれぞれ対応して設けられ、各々がステータに巻回される複数のステータコイルと、隣接するステータコイルの間にそれぞれ挿入される、上述したいずれかに記載の複数の相間絶縁紙とを備える。

【0014】

好ましくは、複数の相間絶縁紙は、第1および第2の相間絶縁紙を含み、第1の相間絶縁紙は、回転軸方向におけるステータコアの端面において複数のステータコイルにより形成されるコイルエンドが端面に押付成形されたときに第2の相間絶縁紙よりも上層側に配置され、第1の相間絶縁紙の立体部は、第2の相間絶縁紙の立体部よりも幅が広い。

【発明の効果】

【0015】

この発明による相間絶縁紙においては、コイルエンドの押付成形時に最も大きな変形およびストレスを受ける、ステータコアに対するコイル入出力部に対応し、かつ、形状面および剛性面からの考慮がなされた立体部（第1および第2の立体部）が備えられる。

【0016】

したがって、この発明によれば、相間絶縁紙は、コイルエンドの押付成形に対して紙ずれすることなく、かつ、十分な強度を有する。また、その結果、電動機の絶縁品質を確保しつつ電動機を小型化することができる。さらに、押付成形時の製造歩留りが向上する。

【0017】

また、この発明による相間絶縁紙においては、ステータコアのスロット内に挿入される接続部は、第1および第2の平面部よりも薄い部材で構成され、スロット内に充填されるステータコイルの占積率を阻害しない。

【0018】

したがって、この発明による相間絶縁紙を用いることによって電動機の性能が劣化することはない。

【0019】

また、この発明による相間絶縁紙においては、第1および第2の部材は同じ材質からなり、第2の部材の厚みを第1の部材よりも厚くすることによって、第1および第2の立体部の剛性が確保される。

【0020】

したがって、この発明によれば、相間絶縁紙を構成する部材の材質の単一化により材料コストを低減できる。

【0021】

また、この発明による相間絶縁紙においては、第2の部材は、第1の部材の材質とは異なる高剛性の材質からなり、第2の部材を第1の部材よりも薄くすることによって、第2の立体部の剛性が確保されつつ、第2の部材の紙ずれがさらに抑制される。

【0022】

したがって、この発明によれば、コイルエンドからの相間絶縁紙のはみ出し量がさらに抑制され、電動機をさらに小型化できる。

【0023】

また、この発明による電動機は、上述した相間絶縁紙を備える。

【0024】

したがって、この発明によれば、絶縁品質を確保しつつ電動機を小型化することができる。また、コイルエンド押付成形時の製造歩留りが向上する。

【0025】

また、この発明による電動機においては、押付成形時の各相コイルのコイルエンド形状を考慮して、コイルエンドが押付成形されたときに上層となる相間絶縁紙の立体部の幅を下層側の相間絶縁紙における立体部の幅よりも広くしたので、剛性の高い第2の部材からなる立体部が変形の大きい部位に確実にあてがわれる。

【0026】

したがって、この発明によれば、3相以上の多相電動機においても、より確実に絶縁品

10

20

30

40

50

質を確保しつつ電動機を小型化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0028】

図1は、この発明の実施の形態による電動機100の回転軸を含む断面を概略的に示す断面図である。

【0029】

図1を参照して、この電動機100は、ロータシャフト10と、ロータコア20と、磁石30、32と、ステータコア40と、コイル50、52と、相間絶縁紙60～66とを備える。コイル50は、U相コイル51Aと、V相コイル51Bと、W相コイル51Cとを含み、コイル52は、U相コイル53Aと、V相コイル53Bと、W相コイル53Cとを含む。

【0030】

ロータコア20は、ロータ磁極を構成する磁石30、32が挿入されるための空孔を外周部に有する電磁鋼板を回転軸方向に積層してかしめることによって形成される。そして、ロータコア20は、ロータシャフト10の周りに固設され、ロータシャフト10と連動して回転軸まわりを回転する。磁石30、32は、ロータコア20の外周部に設けられた上述の空孔に挿入され、ロータ磁極を構成する。

【0031】

ステータコア40は、回転軸方向に電磁鋼板を積層してかしめることによって形成される。そして、ステータコア40は、ロータコア20とギャップを介してロータコア20の外周に設けられ、電動機100のハウジング(図示せず)に固設される。U相コイル51A、53A、V相コイル51B、53BおよびW相コイル51C、53Cの各々は、ステータコア40に巻回され、ステータ磁極を構成する。

【0032】

相間絶縁紙60は、ステータコア40の端面42A、42BにおいてU相コイル51AのコイルエンドとV相コイル51Bのコイルエンドとの間に挿入され、V相コイル51BをU相コイル51Aと絶縁する。相間絶縁紙62は、V相コイル51BのコイルエンドとW相コイル51Cのコイルエンドとの間に挿入され、W相コイル51CをV相コイル51Bと絶縁する。また、相間絶縁紙64は、U相コイル53AのコイルエンドとV相コイル53Bのコイルエンドとの間に挿入され、V相コイル53BをU相コイル53Aと絶縁する。相間絶縁紙66は、V相コイル53BのコイルエンドとW相コイル53Cのコイルエンドとの間に挿入され、W相コイル53CをV相コイル53Bと絶縁する。

【0033】

U相コイル51A、53A、V相コイル51B、53BおよびW相コイル51C、53Cの各々は、ステータコア40に巻回され、かつ、相間絶縁紙60～66が挿入された後、ステータコア40の外周側にコイルエンドが拡張されるようにステータコア40の端面42A、42Bに押付成形される。ここで、U相コイル51A、53A、V相コイル51B、53BおよびW相コイル51C、53Cの各コイルエンドが押付成形されることによって相間絶縁紙60～66も変形するが、後述するように、この相間絶縁紙60～66の各々は、特に変形が大きくなる各コイルのステータコア40からの立上がり部に対応して、その立上がり部の押付成形後の形状を考慮したノーズ状の立体形状を有し、さらに、その部位は、その他の部位よりも剛性の高い別部材で構成される。したがって、この電動機100においては、コイルエンドの押付成形によって相間絶縁紙60～66が紙ずれしたり破損することがない。これによって、電動機100は、各相コイル間の絶縁性能を維持しつつ、コイルエンドの押付成形によって小型化される。

【0034】

図2は、図1に示されるステータコア40を端面42A側から見たときの平面図である

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

図 2 を参照して、コイル 5 1 1 ~ 5 1 8 は、U 相コイル 5 1 A , 5 3 A を構成し、コイル 5 2 1 ~ 5 2 8 は、V 相コイル 5 1 B , 5 3 B を構成し、コイル 5 3 1 ~ 5 3 8 は、W 相コイル 5 1 C , 5 3 C を構成する。そして、コイル 5 1 1 ~ 5 1 8 は、最外周に配置され、コイル 5 2 1 ~ 5 2 8 は、コイル 5 1 1 ~ 5 1 8 の内周側であって、かつ、コイル 5 1 1 ~ 5 1 8 に対して円周方向に所定距離だけずれた位置に配置される。また、コイル 5 3 1 ~ 5 3 8 は、コイル 5 2 1 ~ 5 2 8 の内周側であって、かつ、コイル 5 2 1 ~ 5 2 8 に対して円周方向に所定距離だけずれた位置に配置される。

【 0 0 3 6 】

相間絶縁紙 6 0 , 6 4 は、コイル 5 1 1 ~ 5 1 8 とコイル 5 2 1 ~ 5 2 8 との間に挿入される。なお、この図 2 では、図示の関係上、相間絶縁紙 6 0 , 6 4 は、円周方向に連続して図示されているが、実際には相間絶縁紙 6 0 , 6 4 を含む複数枚の相間絶縁紙に分割されている。相間絶縁紙 6 2 , 6 6 は、コイル 5 2 1 ~ 5 2 8 とコイル 5 3 1 ~ 5 3 8 との間に挿入される。なお、図示の関係上、相間絶縁紙 6 2 , 6 6 も、円周方向に連続して図示されているが、実際には相間絶縁紙 6 2 , 6 6 を含む複数枚の相間絶縁紙に分割されている。

【 0 0 3 7 】

コイル 5 1 1 ~ 5 1 8 , 5 2 1 ~ 5 2 8 , 5 3 1 ~ 5 3 8 の各々は、対応する複数のティースに巻回される。たとえば、コイル 5 3 7 は、ティース 2 ~ 6 に対応し、ティース 2 ~ 6 の全体に所定回数巻回されて形成される。その他のコイルについても、コイル 5 3 7 と同様に、対応する複数のティースの全体に所定回数巻回されて形成される。

【 0 0 3 8 】

コイル 5 1 1 ~ 5 1 4 は、直列に接続され、一方端が端子 U 1 であり、他方端が中性点 U N 1 である。コイル 5 1 5 ~ 5 1 8 は、直列に接続され、一方端が端子 U 2 であり、他方端が中性点 U N 2 である。コイル 5 2 1 ~ 5 2 4 は、直列に接続され、一方端が端子 V 1 であり、他方端が中性点 V N 1 である。コイル 5 2 5 ~ 5 2 8 は、直列に接続され、一方端が端子 V 2 であり、他方端が中性点 V N 2 である。コイル 5 3 1 ~ 5 3 4 は、直列に接続され、一方端が端子 W 1 であり、他方端が中性点 W N 1 である。コイル 5 3 5 ~ 5 3 8 は、直列に接続され、一方端が端子 W 2 であり、他方端が中性点 W N 2 である。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、U 相コイルのコイルエンドと V 相コイルのコイルエンドとの間に挿入される相間絶縁紙 6 0 , 6 4 の展開平面図である。

【 0 0 4 0 】

図 3 を参照して、相間絶縁紙 6 0 , 6 4 の各々は、平面部 6 0 1 , 6 0 2 と、ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 と、脚部 6 0 5 , 6 0 6 とを含む。平面部 6 0 1 , 6 0 2 は、たとえば、ポリエチレンテレフタレート樹脂 (以下「PET 樹脂」とも称する。) からなる。この PET 樹脂は、耐熱性および絶縁性に優れ、可塑性かつ一定の剛性を有する。また、平面部 6 0 1 , 6 0 2 のそれぞれノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 に対応する部分は、切り欠かれている。

【 0 0 4 1 】

ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 は、平面部 6 0 1 , 6 0 2 と別部材で構成され、平面部 6 0 1 , 6 0 2 と同材質であるが平面部 6 0 1 , 6 0 2 よりも厚い PET 樹脂からなる。ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 は、平面部 6 0 1 , 6 0 2 の切り欠き部分にそれぞれ対応して貼り合わされる。たとえば、ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 は、熱圧着シートや接着テープによってそれぞれ平面部 6 0 1 , 6 0 2 に強固に接着される。このノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 は、後述するように、コイルエンドにおいて、ステータコア 4 0 からのコイル立上がり部をステータコア 4 0 の内周側から覆うように装着される。

【 0 0 4 2 】

脚部 6 0 5 , 6 0 6 は、平面部 6 0 1 , 6 0 2 と同材質であるが平面部 6 0 1 , 6 0 2

10

20

30

40

50

よりも薄いPET樹脂からなる。脚部605, 606は、平面部601, 602の両端において、脚部605, 606の各々の両端がそれぞれ平面部601, 602に貼り合わされる。この脚部605, 606は、ステータコア40のスロットに挿入される。脚部605, 606によって定まる平面部601, 602の間隔H1は、ステータコア40の回転軸方向の長さに対応する。

【0043】

なお、平面部601, 602は、それぞれ「第1の平面部」および「第2の平面部」を構成し、ノーズ部603, 604は、それぞれ「第1の立体部」および「第2の立体部」を構成し、脚部605, 606は、「接続部」を構成する。

【0044】

この相間絶縁紙60, 64の各々においては、脚部605, 606がステータコア40のスロットに挿入され、平面部601およびノーズ部603がステータコア40の端面42A側におけるU相コイルおよびV相コイルの各コイルエンド間に挿入される。また、平面部602およびノーズ部604は、ステータコア40の端面42B側におけるU相コイルおよびV相コイルの各コイルエンド間に挿入される。その際、相間絶縁紙60, 64の各々は、U相コイルのステータコア40からの立上がり部にノーズ部603, 604が対応するように、かつ、ノーズ部603, 604の突起側がステータコア40の内周側となるように装着される。

【0045】

図4は、V相コイルのコイルエンドとW相コイルのコイルエンドとの間に挿入される相間絶縁紙62, 66の展開平面図である。

【0046】

図4を参照して、相間絶縁紙62, 66の各々は、平面部621, 622と、ノーズ部623, 624と、脚部625, 626とを含む。相間絶縁紙62, 66の基本的な構造は、図3に示される相間絶縁紙60, 64の構造と同じである。すなわち、平面部621, 622、ノーズ部623, 624、および脚部625, 626の各々は、たとえばPET樹脂からなり、ノーズ部623, 624は、平面部621, 622よりも厚く、脚部625, 626は、平面部621, 622よりも薄い。そして、ノーズ部623, 624および脚部625, 626は、平面部621, 622に貼り合わされる。

【0047】

相間絶縁紙62, 66が図3に示される相間絶縁紙60, 64と異なる点は、ノーズ部の幅が異なることである。すなわち、V相コイルのコイルエンドとW相コイルのコイルエンドとの間に挿入される相間絶縁紙62, 66におけるノーズ部623, 624の幅は、U相コイルのコイルエンドとV相コイルのコイルエンドとの間に挿入される相間絶縁紙60, 64におけるノーズ部603, 604の幅よりも広い。これは、コイルエンドを押付成形する際、まず、U相コイルが最外周側に成形され、内周側へ向かって順にV相コイルおよびW相コイルが成形されるため、スロットからのコイルの立上がり部において内周側のコイルほど直ちに円周方向に変形されるからである。

【0048】

なお、脚部625, 626によって定まる平面部621, 622の間隔H2は、相間絶縁紙60, 64における間隔H1よりもやや長めに設計される。これは、ステータコア40の端面42A, 42Bにおいて、相間絶縁紙62, 66がV相コイルを介して相間絶縁紙60, 64の上層側に配置されることを考慮したものである。

【0049】

図5は、図2に示されるステータコア40に図3に示される相間絶縁紙60が装着される様子の一例を示した斜視図であり、図6は、ステータコア40の端面42A側から見た、図5に対応する平面図である。なお、図6では、図2に示されるステータコア40のテイス1~6の近傍が拡大されて示されており、ステータコイルは図示していない。また、図5, 図6では、1枚の相間絶縁紙60がコイルエンドの一部を覆う場合について示されているが、実際には、複数枚の相間絶縁紙60がステータコア40の円周方向にわたっ

10

20

30

40

50

て隙間なく設けられる。

【 0 0 5 0 】

図 5 , 図 6 を参照して、U 相コイル 5 1 1 , 5 1 8 (U 相コイル 5 1 1 については図示せず) は、それぞれスロット 1 6 , 1 5 に挿入され、スロット 1 6 , 1 5 から立上がった後、ステータコア 4 0 の端面 4 2 A の最外周側に拡張 / 押付成形される。相間絶縁紙 6 0 は、U 相コイル 5 1 1 , 5 1 8 が挿入されるスロット 1 6 , 1 5 に対応してノーズ部 6 0 3 が配置されるように、スロット 1 2 , 1 8 にそれぞれ脚部 6 0 5 , 6 0 6 が挿入される。

【 0 0 5 1 】

その後、相間絶縁紙 6 0 よりも内周側に設けられる図示されない V 相コイル 5 2 7 , 5 2 8 が拡張 / 押付成形されると、相間絶縁紙 6 0 は、V 相コイル 5 2 7 , 5 2 8 とともに成形され、図示されるような形状で U 相コイル 5 1 1 , 5 1 8 と V 相コイル 5 2 7 , 5 2 8 との間に挟み込まれる。なお、平面部 6 0 1 は、ノーズ部 6 0 3 のライン A に沿って山折される。

【 0 0 5 2 】

U 相コイル 5 1 8 のコイルエンドは、ステータコア 4 0 の円周方向に沿った部分においては、ほぼ平面的に成形されるが、スロット 1 5 からの立上がり部分においては、三次元的に大きく変形する。ここで、この相間絶縁紙 6 0 においては、そのような三次元的な変形後のコイル立上がり部の形状を予め考慮したノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 が設けられ、かつ、ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 には大きな変形ストレスがかかることを考慮してノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 が高剛性の別部材で構成される。したがって、コイルエンドの押付成形時にノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 において紙ずれおよび破損が発生することがない。

【 0 0 5 3 】

また、この相間絶縁紙 6 0 においては、上述のように、ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 と平面部 6 0 1 , 6 0 2 は、別部材で構成され、コイルエンドが平面的に成形される部分に対応する平面部 6 0 1 , 6 0 2 においては、不必要に剛性を高めていない。これは、相間絶縁紙の剛性を高めることは、紙ずれ防止に対しては不利に影響し、平面部 6 0 1 , 6 0 2 までその剛性を高めると、コイルエンドからの相間絶縁紙のはみ出し量が多くなって電動機の小型化が阻害されるからである。したがって、平面部 6 0 1 , 6 0 2 において押付成形時に大きな紙ずれが発生することはなく、また、平面部 6 0 1 , 6 0 2 が電動機 1 0 0 の小型化を阻害することはない。

【 0 0 5 4 】

さらに、この相間絶縁紙 6 0 においては、脚部 6 0 5 , 6 0 6 と平面部 6 0 1 , 6 0 2 も、別部材で構成され、スロットに挿入される脚部 6 0 5 , 6 0 6 は、できるだけ薄く設計されている。したがって、スロット内において脚部 6 0 5 , 6 0 6 がコイルの占積率を阻害することはない、電動機 1 0 0 の性能が劣化することはない。

【 0 0 5 5 】

図 7 は、図 2 に示されるステータコア 4 0 に図 4 に示される相間絶縁紙 6 2 が装着される様子の一例を示した図である。なお、図 7 では、相間絶縁紙 6 0 の装着後にさらに相間絶縁紙 6 2 が装着される場合が示されている。また、図 7 でも、1 枚の相間絶縁紙 6 2 がコイルエンドの一部を覆う場合について示されているが、実際には、複数枚の相間絶縁紙 6 2 がステータコア 4 0 の円周方向にわたって隙間なく設けられる。

【 0 0 5 6 】

図 7 を参照して、図示されない V 相コイル 5 2 7 , 5 2 8 は、それぞれスロット 1 3 , 1 4 に挿入され、スロット 1 3 , 1 4 から紙面の前面側に立上がった後、ステータコア 4 0 の端面 4 2 A において U 相コイル 5 1 1 , 5 1 8 よりも内周側に拡張 / 押付成形される。相間絶縁紙 6 2 は、V 相コイル 5 2 7 , 5 2 8 が挿入されるスロット 1 3 , 1 4 および相間絶縁紙 6 0 のノーズ部 6 0 3 に対応してノーズ部 6 2 3 が配置されるように、スロット 1 1 , 1 7 にそれぞれ脚部 6 2 5 , 6 2 6 が挿入される。

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

その後、相間絶縁紙 6 2 よりも内周側に設けられる図示されない W 相コイル 5 3 6 , 5 3 7 が拡張 / 押付成形されると、相間絶縁紙 6 2 は、W 相コイル 5 3 6 , 5 3 7 とともに成形され、V 相コイル 5 2 7 , 5 2 8 と W 相コイル 5 3 6 , 5 3 7 との間に挟み込まれる。なお、平面部 6 2 1 は、ノーズ部 6 2 3 のライン B に沿って山折される。

【 0 0 5 8 】

V 相コイル 5 2 7 , 5 2 8 のコイルエンドは、ステータコア 4 0 の円周方向に沿った部分においては、比較的平面的に成形されるが、スロット 1 3 , 1 4 からの立上がり部分においては、三次元的に大きく変形する。ここで、この相間絶縁紙 6 2 においても、相間絶縁紙 6 0 と同様に、そのような三次元的な変形後のコイル立上がり部の形状を予め考慮したノーズ部 6 2 3 , 6 2 4 が設けられ、かつ、ノーズ部 6 2 3 , 6 2 4 には大きな変形ストレスがかかることを考慮してノーズ部 6 2 3 , 6 2 4 が高剛性の別部材で構成される。したがって、コイルエンドの押付成形時にノーズ部 6 2 3 , 6 2 4 において紙ずれおよび破損が発生することがない。

10

【 0 0 5 9 】

また、上述したように、成形後の V 相コイルは、U 相コイルよりも内周側に成形されるため、U 相コイルに比べてスロットからの立上がり部から早期にステータコア 4 0 の円周方向に変形される。このため、相間絶縁紙 6 0 のノーズ部 6 0 3 上に V 相コイルがかかる。さらに、成形後の W 相コイルは、V 相コイルよりもさらに内周側に成形されるため、V 相コイルに比べてスロットからの立上がり部からさらに早期にステータコア 4 0 の円周方向に変形される。

20

【 0 0 6 0 】

ここで、この相間絶縁紙 6 2 においては、このような V 相コイルの立上がり部の形状および最内周側の W 相コイルの配置状態を考慮して、相間絶縁紙 6 0 のノーズ部 6 0 3 も覆うように広幅のノーズ部 6 2 3 が設けられているので、W 相コイルのコイルエンドは、V 相コイルのコイルエンドと確実に絶縁される。

【 0 0 6 1 】

図 8 ~ 図 1 2 は、図 3 に示される相間絶縁紙 6 0 , 6 4 の製造方法を説明するための図である。図 8 は、図 3 に示される平面部 6 0 1 , 6 0 2 の製造時における平面図であり、図 9 は、図 3 に示されるノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 の製造時における平面図であり、図 1 0 は、図 3 に示される脚部 6 0 5 , 6 0 6 の製造時における平面図である。また、図 1 1 , 1 2 は、図 8 ~ 図 1 0 にそれぞれ示される平面部 6 0 1 , 6 0 2 、ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 、および脚部 6 0 5 , 6 0 6 によって形成される相間絶縁紙 6 0 の製造方法を示す第 1 および第 2 の工程図である。

30

【 0 0 6 2 】

図 8 ~ 図 1 0 を参照して、平面部 6 0 1 , 6 0 2 は、シート状の P E T 樹脂 6 5 1 を打抜くことによって成形される。平面部 6 0 1 , 6 0 2 の各々は、一部が矩形に切り欠かれている。ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 は、P E T 樹脂 6 5 1 よりも厚い、すなわち剛性の高いシート状の P E T 樹脂 6 5 2 を打抜き、点線部および一点鎖線部をそれぞれたとえば谷折りおよび山折りすることによって成形される。脚部 6 0 5 , 6 0 6 は、P E T 樹脂 6 5 1 よりも薄いシート状の P E T 樹脂 6 5 3 を打抜くことによって成形される。

40

【 0 0 6 3 】

図 1 1 を参照して、平面部 6 0 1 , 6 0 2 および脚部 6 0 5 , 6 0 6 がそれぞれ P E T 樹脂 6 5 1 , 6 5 3 から成形されると、平面部 6 0 1 , 6 0 2 の両端において、脚部 6 0 5 , 6 0 6 の各々の両端がそれぞれ平面部 6 0 1 , 6 0 2 に貼り合わされる。ここで、平面部 6 0 1 , 6 0 2 は、各々の切り欠かれた部分に対向し、かつ、各々の間隔がステータコア 4 0 の回動軸方向の長さに対応する間隔 H 1 となるように配置される。貼り合わせには、十分な接着力を有する熱圧着シートや接着テープなどが用いられる。

【 0 0 6 4 】

図 1 2 を参照して、脚部 6 0 5 , 6 0 6 が平面部 6 0 1 , 6 0 2 と貼り合わされると、平面部 6 0 1 , 6 0 2 の各切り欠き部にノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 がそれぞれ貼り合わされ

50

る。なお、貼り合わせには、脚部 605, 606 と 601, 602 との貼り合わせと同様に、十分な接着力を有する熱圧着シートや接着テープなどが用いられる。

【0065】

このように、この相間絶縁紙 60, 64 においては、平面部 601, 602、ノーズ部 603, 604、および脚部 605, 606 は、それぞれ別部材から生成されるので、相間絶縁紙 60 の部位に応じて適切な剛性および厚さの材料を選択することができる。

【0066】

ここで、スロット内におけるコイル占積率に対して脚部 605, 606 の厚みが大きな阻害要因とならなければ、平面部 601, 602 および脚部 605, 606 を PET 樹脂 651 から一体的に成形することもできる。この場合、平面部 601, 602 および脚部 605, 606 に囲まれた不使用領域が発生し、この領域からノーズ部 603, 604 を生成できるときは、製造歩留りも向上する。

【0067】

しかしながら、この実施の形態では、ノーズ部 603, 604 は、剛性を高めるために平面部 601, 602 および脚部 605, 606 とは別部材で構成されるため、上記不使用領域からノーズ部 603, 604 を生成することはできない。したがって、平面部 601, 602 および脚部 605, 606 を一体成形すると、歩留りが大きく低下する。

【0068】

これに対して、図 8 ~ 図 10 に示したように、脚部 605, 606 および平面部 601, 602 を個別に生成し、それらを貼り合わせる構成とすれば、平面部 601, 602 および脚部 605, 606 を一体成形する場合よりも歩留りの点で好ましい。また、ノーズ部 603, 604 も含めて各部の部材の剛性や厚みを任意に設計できるという点で、上述した貼り合わせによる構成は、さらに好ましい。

【0069】

なお、上記においては、脚部 605, 606 が平面部 601, 602 に貼り合わされた後、ノーズ部 603, 604 が平面部 601, 602 に貼り合わされるものとしたが、脚部 605, 606 およびノーズ部 603, 604 の平面部 601, 602 への貼り付け順は、逆順であってもよい。

【0070】

なお、特に図示しないが、図 4 に示される相間絶縁紙 62, 66 の製造方法も、上述の相間絶縁紙 60, 64 の製造方法と同じである。

【0071】

以上のように、この実施の形態によれば、相間絶縁紙 60, 64 (62, 66) は、押付成形時のコイルエンドの変形状態を考慮して、平面部 601, 602 (621, 622) よりも剛性の高いノーズ部 603, 604 (623, 624) を備えるので、押付成形を行なう際に相間絶縁紙 60, 64 (62, 66) の紙ずれや破損の発生が抑制される。したがって、電動機 100 の絶縁品質を確保しつつ電動機 100 を小型化することができる。また、押付成形時の製造歩留りが向上する。

【0072】

また、脚部 605, 606 (625, 626) は、平面部 601, 602 (621, 622) よりも薄い部材からなるので、脚部 605, 606 (625, 626) は、スロット内に充填されるステータコイルの占積率を阻害しない。したがって、この相間絶縁紙 60, 64 (62, 66) を用いることによって電動機 100 の性能が劣化することはない。

【0073】

また、この実施の形態によれば、平面部 601, 602 (621, 622) およびノーズ部 603, 604 (623, 624) は同じ材質からなり、ノーズ部 603, 604 (623, 624) の厚みを平面部 601, 602 (621, 622) よりも厚くすることによって、ノーズ部 603, 604 (623, 624) の剛性が確保される。したがって、相間絶縁紙 60, 64 (62, 66) を構成する部材の材質の単一化により材料コスト

10

20

30

40

50

を低減できる。

【 0 0 7 4 】

また、この実施の形態によれば、押付成形時の各相コイルのコイルエンド形状を考慮して、コイルエンドが押付成形されたときに上層となる相間絶縁紙 6 2 , 6 6 のノーズ部 6 2 3 , 6 2 4 の幅を下層側の相間絶縁紙 6 0 , 6 4 におけるノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 の幅よりも広くしたので、剛性の高いノーズ部 6 2 3 , 6 2 4 が変形の大きい部位に確実にあてがわれる。したがって、より確実に絶縁品質を確保しつつ、3相からなるこの電動機 1 0 0 を小型化することができる。

【 0 0 7 5 】

なお、上記の実施の形態においては、平面部 6 0 1 , 6 0 2 (6 2 1 , 6 2 2) およびノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 (6 2 3 , 6 2 4) の各々は、同じ材質の P E T 樹脂からなるものとし、ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 (6 2 3 , 6 2 4) は、剛性を高めるために平面部 6 0 1 , 6 0 2 (6 2 1 , 6 2 2) よりも厚い部材で構成されるものとしたが、平面部 6 0 1 , 6 0 2 (6 2 1 , 6 2 2) に用いられる P E T 樹脂よりも剛性の高い別材質の部材をノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 (6 2 3 , 6 2 4) に用いてもよい。

10

【 0 0 7 6 】

この場合、ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 (6 2 3 , 6 2 4) を構成する部材の厚みは、平面部 6 0 1 , 6 0 2 (6 2 1 , 6 2 2) を構成する部材よりも必ずしも厚くする必要はなく、平面部 6 0 1 , 6 0 2 (6 2 1 , 6 2 2) の厚みよりも薄くしてもよい。これによって、ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 (6 2 3 , 6 2 4) における紙ずれの発生がさらに抑制される。また、コイルエンドからの相間絶縁紙 6 0 , 6 4 (6 2 , 6 6) のはみ出し量が抑制されるので、電動機 1 0 0 をさらに小型化できる。

20

【 0 0 7 7 】

また、脚部 6 0 5 , 6 0 6 (6 2 5 , 6 2 6) の材質も、平面部 6 0 1 , 6 0 2 (6 2 1 , 6 2 2) やノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 (6 2 3 , 6 2 4) の材質と必ずしも同じである必要はない。

【 0 0 7 8 】

また、上記の実施の形態においては、相間絶縁紙 6 0 ~ 6 6 の各々は、P E T 樹脂からなるものとしたが、この発明の適用範囲は、相間絶縁紙の材質が P E T 樹脂のものに限られるものではなく、たとえば、絶縁性に優れ、一定の耐熱性、可塑性および剛性を有する他の材質から相間絶縁紙 6 0 ~ 6 6 を形成してもよい。平面部 6 0 1 , 6 0 2 , 6 2 1 , 6 2 2、ノーズ部 6 0 3 , 6 0 4 , 6 2 3 , 6 2 4、および脚部 6 0 5 , 6 0 6 , 6 2 5 , 6 2 6 の各々は、たとえば、P E N (ポリエチレンナフタレート) やマイカ材、ノーマックス (R)、またはこれらを組合わせた層構造のシートなどによって構成されてもよい。

30

【 0 0 7 9 】

なお、この発明による相間絶縁紙を備えた電動機 1 0 0 は、たとえば、近年大きく注目されているハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) や電気自動車 (Electric Vehicle) などにおいて好適である。すなわち、このような車両システムにおいては、小型化、信頼性および低コストが強く要求されるところ、この電動機 1 0 0 によれば、コイルエンドを押付成形して電動機 1 0 0 を小型化することによって車両の小型化に寄与することができる。また、相間絶縁紙にノーズ部を設けたうえでさらに剛性を高めたので、電動機 1 0 0 のコイルエンドにおける相間絶縁不良の発生が極めて低く抑えられ、車両の信頼性が向上する。さらに、この電動機 1 0 0 によれば、上述したように製造歩留りが向上するので、車両の低コスト化に寄与することができる。

40

【 0 0 8 0 】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

50

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】この発明の実施の形態による電動機の回転軸を含む断面を概略的に示す断面図である。

【図2】図1に示されるステータコアを端面42A側から見たときの平面図である。

【図3】U相コイルのコイルエンドとV相コイルのコイルエンドとの間に挿入される相間絶縁紙の展開平面図である。

【図4】V相コイルのコイルエンドとW相コイルのコイルエンドとの間に挿入される相間絶縁紙の展開平面図である。

【図5】図2に示されるステータコアに図3に示される相間絶縁紙が装着される様子の一例を示した斜視図である。 10

【図6】ステータコアの端面42A側から見た、図5に対応する平面図である。

【図7】図2に示されるステータコアに図4に示される相間絶縁紙が装着される様子の一例を示した平面図である。

【図8】図3に示される平面部の製造時における平面図である。

【図9】図3に示されるノーズ部の製造時における平面図である。

【図10】図3に示される脚部の製造時における平面図である。

【図11】図8～図10にそれぞれ示される平面部、ノーズ部および脚部によって形成される相間絶縁紙の製造方法を示す第1の工程図である。

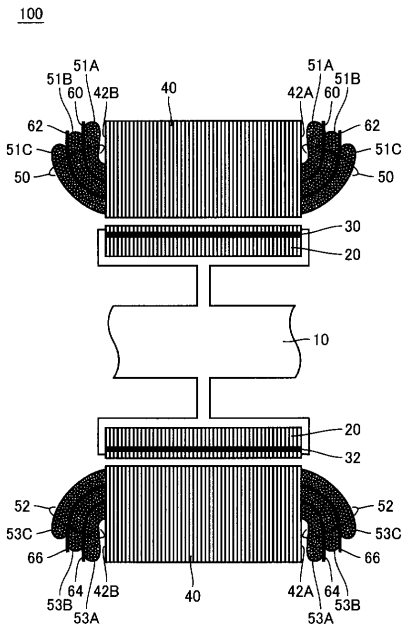
【図12】図8～図10にそれぞれ示される平面部、ノーズ部および脚部によって形成される相間絶縁紙の製造方法を示す第2の工程図である。 20

【符号の説明】

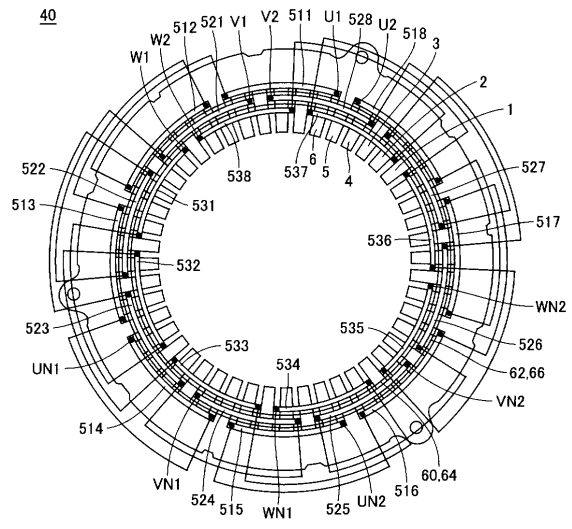
【0082】

1～6 ティース、10 ロータシャフト、11～18 スロット、20 ロータコア、30, 32 磁石、40 ステータコア、50, 52, 511～518, 521～528, 531～538 コイル、51A, 53A U相コイル、51B, 53B V相コイル、51C, 53C W相コイル、60～66 相間絶縁紙、100 電動機、601, 602, 621, 622 平面部、603, 604, 623, 624 ノーズ部、605, 606, 625, 626 脚部、651～653 PET樹脂、U1, U2, V1, V2, W1, W2 端子、UN1, UN2, VN1, VN2, WN1, WN2 中性点。 30

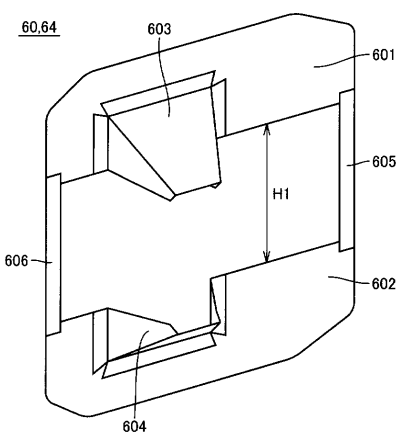
【 図 1 】



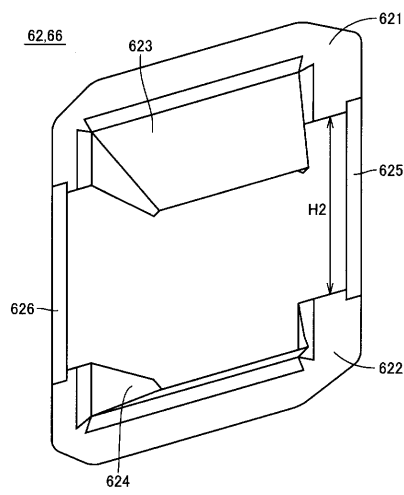
【 図 2 】



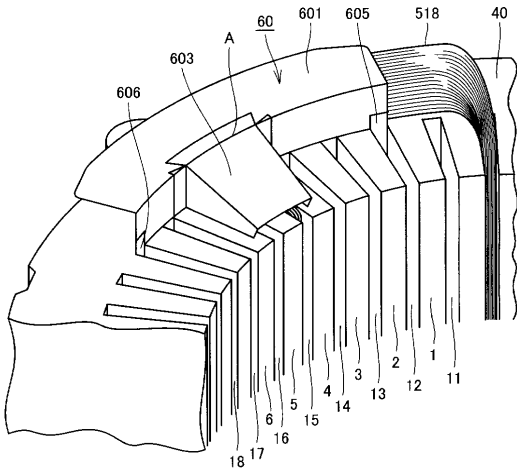
【 図 3 】



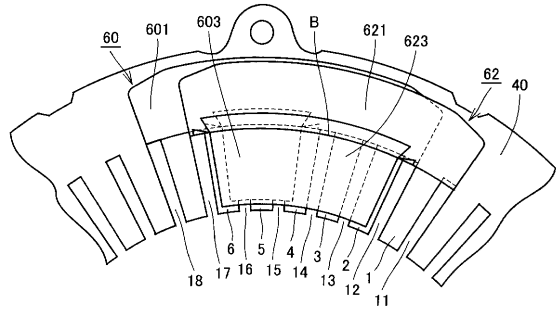
【 図 4 】



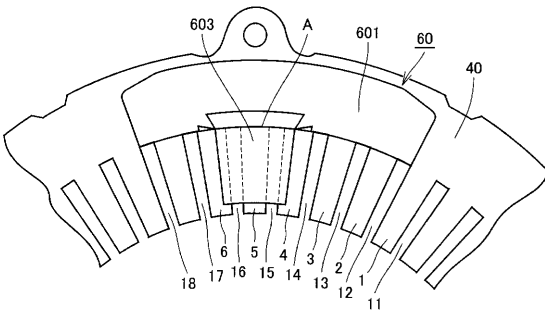
【 図 5 】



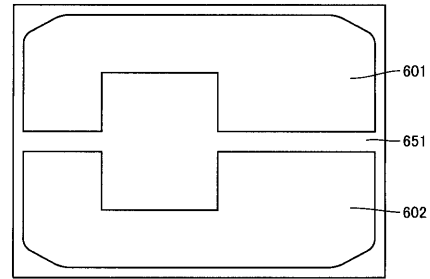
【 図 7 】



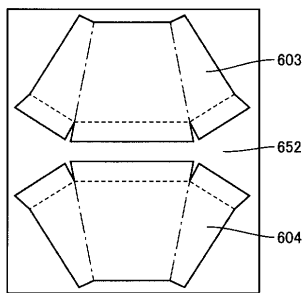
【 図 6 】



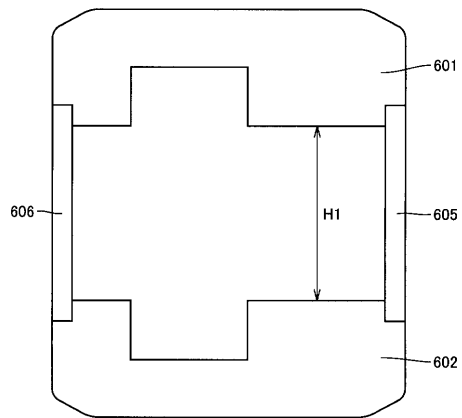
【 図 8 】



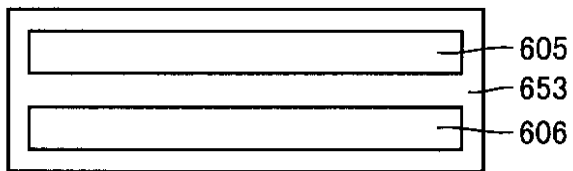
【 図 9 】



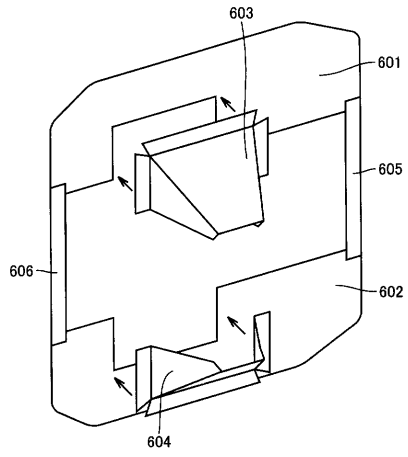
【 図 11 】



【 図 10 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 後藤 一裕
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 天坂 康種

(56)参考文献 実開平05-048555(JP,U)
特開平07-298530(JP,A)
特開平09-131012(JP,A)
実開平03-026254(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 3/34
H02K 3/38