

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5310085号  
(P5310085)

(45) 発行日 平成25年10月9日(2013.10.9)

(24) 登録日 平成25年7月12日(2013.7.12)

(51) Int.Cl.	F 1
HO2K 21/04	(2006.01) HO2K 21/04
HO2K 19/12	(2006.01) HO2K 19/12
HO2K 21/14	(2006.01) HO2K 21/14 M
HO2K 1/27	(2006.01) HO2K 1/27 501A

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2009-42205 (P2009-42205)  
 (22) 出願日 平成21年2月25日 (2009.2.25)  
 (65) 公開番号 特開2010-200482 (P2010-200482A)  
 (43) 公開日 平成22年9月9日 (2010.9.9)  
 審査請求日 平成23年6月24日 (2011.6.24)

(73) 特許権者 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (74) 代理人 100081776  
 弁理士 大川 宏  
 (72) 発明者 草瀬 新  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
 社デンソー内  
 審査官 塩治 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ハイブリッド励磁IPMモータ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

環状の軟鋼性ディスクに突き出して励磁巻線を巻装すると共に三相巻線を巻装して成るステータと、

前記励磁巻線を第1の空隙を介して凹状に包囲し当該励磁巻線に磁気的に連接した環形状で当該内周部が回転軸に固定された軟鋼性ドラム部を有し、この軟鋼性ドラム部の外周面に第2の空隙を介して前記三相巻線に対向する環状積層鉄心が固定されて成るロータとを備え、

前記ロータの環状積層鉄心の前記三相巻線への対向面に、当該三相巻線の極数に対応する数の凸部を周方向に沿って設け、当該ロータの環状面に、前記凸部の一つ置きに希土類磁石による永久磁石を周方向において同極となるように埋め込み、この埋め込み時に当該永久磁石の外側の環状面に所定領域のセグメント領域が形成されるようにし、前記励磁巻線を正又は負の電流を流して励磁するようにしたことを特徴とするハイブリッド励磁IPMモータ。

## 【請求項2】

前記ロータの環状積層鉄心の環状面に、前記永久磁石の外側のセグメント領域に加え、当該環状面の内側に永久磁石の磁束が隣接する磁石のない磁極部へ沢山流れるような磁束通路が大きく確保・形成されるように、当該永久磁石を埋め込んだことを特徴とする請求項1に記載のハイブリッド励磁IPMモータ。

## 【請求項3】

10

20

前記励磁巻線を励磁する正又は負の電流の量を可変制御することを特徴とする請求項1又は2に記載のハイブリッド励磁IPMモータ。

【請求項4】

前記ロータの環状積層鉄心の凸部の各々に、当該凸部の外周面の中央部分に周方向と直交状態に窪む窪みを設けたことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のハイブリッド励磁IPMモータ。

【請求項5】

前記ロータの環状積層鉄心の環状面に凸部の一つ置きに配置された永久磁石に代え、一対の永久磁石をV字状に埋め込んだことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のハイブリッド励磁IPMモータ。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド車両や電気自動車等の車両に用いられるハイブリッド励磁IPMモータに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ハイブリッド励磁IPM(埋め込み磁石式)モータと類似構造の装置としては、例えば特許文献1に記載の円筒型インダクタ回転機がある。この構成は、三相電機子巻線を有する固定子鉄心と、この鉄心と第1のギャップを介して対向して回転するインダクタ回転子(ロータ)と、この回転子と上記の固定子鉄心とを第2のギャップを介して磁気的に連接する界磁磁気回路とからなる回転磁気回路において、上記の回転子は、第1のギャップを外周に、また第2のギャップを内周に有しており、かつその内周と外周とを残してその間に磁気誘導通路と非磁気誘導通路を形成すると共に、誘導子(インダクタ)は、2磁極ピッチにて磁束が回転子の中心から外側へ流れるように同極性磁石を収納したスロットを有している。 20

【0003】

この構成によって、回転子は、その内外周がギャップ面となる円筒状のインダクタのみの構成となるので慣性が最も小さくなるが、特にその円筒の内部も打ち抜きつつ、かつ内外径部は連接しトラス構造の回転子に構成しているので、頑丈で軽量の回転子、すなわち薄く低慣性の回転子とすることができます。また、誘導子は、2磁極ピッチにて形成したスロットに磁束が回転子の中心から外側へ流れるように同極性磁石を収納しているので、誘導子だけだと磁束の変化が小さいが、磁石を添えることによりその振幅が約2倍となり出力が大きくなる。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第3838146号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】 40

【0005】

従来のIPMモータは、ロータに磁力の強い永久磁石のマグネットトルクと、その永久磁石で磁極に作用させるリラクタンストルクとの作用によって高トルクとなる特長を持つ。しかし、高速回転域ではその永久磁石による発生電圧の妨げによって駆動電流が流し込めずトルクが小さくなる。そこで電圧を抑制すべく永久磁石を小さくすると低速回転域でのトルクが減少してしまうという問題がある。特許文献1では、モータとして見た場合、ロータの永久磁石のステータ側(前記文献1の図5にとしてその幅を示す部分)及びこの逆側の領域(同文献同図5にとしてその幅を示す部分)が狭く磁気通路としての作用が殆ど無いほどに狭いので、リラクタンストルクを発生させる磁束が流れず、その分、モータトルクが減少することになる。 50

**【0006】**

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、高速回転域及び低速回転域の双方にて高トルクを発生することができるハイブリッド励磁IPMモータを提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

上記目的を達成するためになされた請求項1に記載の発明は、環状の軟鋼性ディスクに突き出して励磁巻線を巻装すると共に三相巻線を巻装して成るステータと、前記励磁巻線を第1の空隙を介して凹状に包囲し当該励磁巻線に磁気的に連接した環形状で当該内周部が回転軸に固定された軟鋼性ドラム部を有し、この軟鋼性ドラム部の外周面に第2の空隙を介して前記三相巻線に対向する環状積層鉄心が固定されて成るロータとを備え、前記ロータの環状積層鉄心の前記三相巻線への対向面に、当該三相巻線の極数に対応する数の凸部を周方向に沿って設け、当該ロータの環状面に、前記凸部の一つ置きに希土類磁石による永久磁石を周方向において同極となるように埋め込み、この埋め込み時に当該永久磁石の外側の環状面に所定領域のセグメント領域が形成されるようにし、前記励磁巻線を正又は負の電流を流して励磁するようにしたことを特徴とする。10

**【0008】**

この構成によれば、励磁巻線を正の電流で励磁した際に、ロータの永久磁石同士の間の前記凸部の領域において、永久磁石のN極からS極方向に流れる磁束と例えば同方向に第1磁束が流れ、また、負の電流で励磁した際にその逆方向に第2磁束が流れる。第1磁束の場合は前記凸部において永久磁石の磁束と合成され、また前記第2磁束の場合は前記凸部において永久磁石の磁束と打ち消す状態となるので、励磁巻線の励磁制御でロータに流れる磁束量を制御することができる。従って、高速回転域では、第2磁束を流して永久磁石の磁束を所定量打消して磁束量を減少させれば、永久磁石による発生電圧を抑制して駆動電流を制限値まで流し込めるので、高トルクを発生させることができる。一方、低速回転域では、逆に第1磁束を流して永久磁石の磁束と合成して磁束量を増加させれば、高トルクを発生させることができる。20

**【0009】**

また、ロータの永久磁石の外側の環状面にいわゆる横軸磁束を流しやすくするセグメント領域が形成されているので横軸インダクタンスが大きくでき、他方そのセグメント領域の直軸方向には透磁率が空気と同様の永久磁石が介在されているので直軸インダクタンスが低くなり、その結果三相巻線の励磁時にそれら両インダクタンスの差が大きくできてその差に因るリラクタンストルクを大きくできてこの結果、ロータのトルクを増加させることができることができる。30

**【0010】**

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のハイブリッド励磁IPMモータにおいて、前記ロータの環状積層鉄心の環状面に、前記永久磁石の外側のセグメント領域に加え、当該環状面の内側に永久磁石の磁束が隣接する磁石のない磁極部へ沢山流れるような磁束通路が大きく確保・形成されるように、当該永久磁石を埋め込んだことを特徴とする。

**【0011】**

この構成によれば、内側のセグメント領域によっては永久磁石の磁束の量が増加するので、トルクのうち磁束に比例するところのマグネットトルクを増加させることができる。

**【0012】**

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載のハイブリッド励磁IPMモータにおいて、前記励磁巻線を励磁する正又は負の電流の量を可変制御することを特徴とする。

**【0013】**

この構成によれば、正又は負の電流の量の可変に応じて第1又は第2磁束の量が変化するので、この変化量に応じて永久磁石の磁束との合成によるロータの磁束量が変化する。この磁束量の変化に応じてロータのトルクを増減させることができる。

**【0014】**

50

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のハイブリッド励磁 I P M モータにおいて、前記ロータの環状積層鉄心の凸部の各々に、当該凸部の外周面の中央部分に周方向と直交状態に窪む窪みを設けたことを特徴とする。

#### 【 0 0 1 5 】

この構成によれば、前記横軸磁束が前記凸部略中央においてステータの方に漏れにくくなり横軸磁束におもには左右されるリラクタンストルクをより増加させ、総合トルクを高めることができる。

#### 【 0 0 1 6 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のハイブリッド励磁 I P M モータにおいて、前記ロータの環状積層鉄心の環状面に凸部の一つ置きに配置された永久磁石に代え、一対の永久磁石を V 字状に埋め込んだことを特徴とする。 10

#### 【 0 0 1 7 】

この構成によれば、永久磁石の長さを長くすることができるので、発生磁束の量が多くなる。また、外側のセグメント領域の面積が広がるので、その分、リラクタンストルクを発生させる磁束の量を増加させることができる。従って、ロータの磁束量を増加させ、より高トルクを発生させることができる。

#### 【 発明の効果 】

#### 【 0 0 1 8 】

以上説明したように本発明によれば、高速回転域及び低速回転域の双方にて高トルクを発生することができるハイブリッド励磁 I P M モータを提供することができるという効果がある。 20

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 1 9 】

【図 1】本発明の実施形態に係るハイブリッド励磁 I P M モータの構成を示し、( a ) はハイブリッド励磁 I P M モータの断面図、( b ) はハイブリッド励磁 I P M モータのロータの一部表面図である。

【図 2】本実施形態のハイブリッド励磁 I P M モータの三相巻線及び励磁巻線に電流を流す電気回路の回路図である。

【図 3】本実施形態のハイブリッド励磁 I P M モータのロータの環状積層鉄心の他の構成を示す図である。 30

【図 4】本実施形態のハイブリッド励磁 I P M モータのロータの環状積層鉄心の他の構成を示す図である。

#### 【 発明を実施するための形態 】

#### 【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。但し、本明細書中の全図において相互に対応する部分には同一符号を付し、重複部分においては後述での説明を適時省略する。

#### 【 0 0 2 1 】

図 1 は、本発明の実施形態に係るハイブリッド励磁 I P M モータの構成を示し、( a ) はハイブリッド励磁 I P M モータの断面図、( b ) はハイブリッド励磁 I P M モータのロータの一部表面図である。但し、( a ) は環状のハイブリッド励磁 I P M モータ 10 を直径で切断し、この切断面の上半分を見た図である。( b ) はロータの環状の表面の約 1 / 4 を抜き取って見た図である。 40

#### 【 0 0 2 2 】

図 1 に示すハイブリッド励磁 I P M モータ 10 は、電気自動車等の車両に搭載されており、固定部材 11 に固定された環状の軟鋼性ディスク 12 の内周側の側面に環状に突き出る状態に励磁巻線 13 を巻装すると共に、軟鋼性ディスク 12 の外周側の側面に固定された積層鉄心 14 に三相巻線 15 を巻装して成るステータ 16 を備える。また、ステータ 16 の軟鋼性ディスク 12 の側面に環状に突き出た励磁巻線 13 を第 1 の空隙 G 1 を介して凹状に包囲する環形状であり励磁巻線 13 に磁気的に連接した外周部 21 a 、及び外周部 50

21aから内周側に延びた延長部21bが回転軸22に固定されて成る軟鋼性ドラム部21を有し、この軟鋼性ドラム部21の外周部21aに、第2の空隙G2を介してステータ16の三相巻線15と離間状態に環状の鉄心を積層した環状積層鉄心23が固定されて成るロータ24を備える。

#### 【0023】

更に、ロータ24の環状積層鉄心23におけるステータ16の三相巻線15への対向面に、図1(b)に示すように、三相巻線15の極数に対応する数の凸部25を周方向に沿って設け、更には、環状積層鉄心23の環状面に凸部25の一つ置きに希土類磁石による永久磁石26を埋め込み、この永久磁石26を挟む環状面の外側及び内側に所定領域のセグメント領域27a, 27bが形成されるように構成した。但し、各セグメント領域27a, 27bは、外側のセグメント領域27aのみの形成でも良い。10

#### 【0024】

また、三相巻線15及び励磁巻線13に電流を流す電気回路は、図2に示すように、車両の直流電源31にインバータ32を介して三相巻線15が接続され、また、直流電源31にトランジスタ33a, 33b, 33c, 33dを用いたスイッチ回路33を介して励磁巻線13が接続されて構成されている。

#### 【0025】

この電気回路30では、直流電源31からの直流電力をインバータ32で三相電力に変換し、この三相電力で三相巻線15を励磁制御すると共に、直流電力をスイッチ回路33で励磁巻線13に供給してその励磁を制御する。この励磁巻線13の励磁を制御する場合、トランジスタ33aと33dをオン、33bと33cをオフとして正の電流i1を励磁巻線13に流すと、図1(b)に示すように、ロータ24の永久磁石26間ににおいて、ロータ24の中心から外側へ向かう磁束1が流れる状態に励磁巻線13が励磁される。この逆に、トランジスタ33bと33cをオン、33aと33dをオフとして負の電流i2を励磁巻線13に流すと、ロータ24の外側から中心に向かう磁束2が流れる状態に励磁巻線13が励磁される。20

#### 【0026】

ロータ24には永久磁石26のN極からS極方向に磁束3が流れるが、上記のように励磁巻線13の励磁によってロータ24に流れる磁束1又は2の方向を変えれば、磁束1の場合は磁束3と合成され、磁束2の場合は磁束3と打ち消す状態となる。従って、三相巻線15による弱め界磁制御を行なわずとも、励磁巻線13の励磁制御でロータ24に流れる磁束量を制御することができる。30

#### 【0027】

従って、高速回転域では、励磁巻線13を励磁してロータ24に磁束2を流して永久磁石26の磁束3を所定量打消して磁束量を減少させれば、永久磁石26による発生電圧を抑制して駆動電流を制限値まで流し込めるので、高トルクが発生する。一方、低速回転域では、逆に励磁巻線13を励磁してロータ24に磁束1を流して永久磁石26の磁束3と合成して磁束量を増加させれば、高トルクが発生する。

#### 【0028】

また、ロータ24の永久磁石26を挟む環状面の外側及び内側にセグメント領域27a, 27bが形成されているので、外側のセグメント領域27aでは、三相巻線15の励磁時にリラクタンストルクを発生させる磁束4が流れる。また、内側のセグメント領域27bによっては、永久磁石26の磁束3の量を増加させることができる。これらの要因によってもロータ24のトルクが増加する。40

#### 【0029】

このような本実施形態のハイブリッド励磁IPMモータ10は、環状の軟鋼性ディスク12の内周側の側面に突き出して励磁巻線13を巻装すると共に、同軟鋼性ディスク12の外周側の側面に三相巻線15を巻装して成るステータ16と、励磁巻線13を第1の空隙G1を介して凹状に包囲し当該励磁巻線13に磁気的に連接した環形状で当該環形状の内周部が回転軸22に固定された軟鋼性ドラム部21を有し、この軟鋼性ドラム部21の50

外周面に第2の空隙G2を介して三相巻線15に対向する環状積層鉄心23が固定されて成るロータ24とを備え、このロータ24の環状積層鉄心23の三相巻線15への対向面に、当該三相巻線15の極数に対応する数の凸部25を周方向に沿って設け、当該ロータ24の環状面上に、前記凸部25の一つ置きに希土類磁石による永久磁石26を埋め込み、この埋め込み時に当該永久磁石26の外側の環状面上に所定領域のセグメント領域27a, 27bが形成されるようにし、前記励磁巻線13を正又は負の電流を流して励磁するようとした。

#### 【0030】

これによって、励磁巻線13を正の電流*i*1で励磁した際に、ロータ24の永久磁石26同士の間の凸部25の領域において、永久磁石26のN極からS極方向に流れる磁束3と例えば同方向に第1磁束1が流れ、また、負の電流*i*2で励磁した際にその逆方向に第2磁束2が流れる。第1磁束1の場合は凸部25において永久磁石26の磁束3と合成され、第2磁束2の場合は凸部25において永久磁石26の磁束3と打ち消す状態となるので、励磁巻線13の励磁制御でロータ24に流れる磁束量を制御することができる。従って、高速回転域では、第2磁束2を流して永久磁石26の磁束を所定量打消して磁束量を減少させれば、永久磁石26による発生電圧を抑制して駆動電流を制限値まで流し込めるので、高トルクを発生させることができる。一方、低速回転域では、逆に第1磁束1を流して永久磁石26の磁束3と合成して磁束量を増加させれば、高トルクを発生させることができる。

#### 【0031】

また、ロータ24の永久磁石26の外側の環状面上にいわゆる横軸磁束を流しやすくするセグメント領域27aが形成されているので横軸インダクタンスが大きくでき、他方そのセグメント領域27aの直軸方向には透磁率が空気と同様の永久磁石26が介在されているので直軸インダクタンスが低くなり、その結果三相巻線25の励磁時にそれら両インダクタンスの差が大きくできてその差に因るリラクタンストルクを大きくできてこの結果、ロータ24のトルクを増加させることができる。

#### 【0032】

また、ロータ24の環状面上に、永久磁石26の外側のセグメント領域27aに加え、当該環状面の内側にも所定領域のセグメント領域27bが形成されるように、永久磁石26を埋め込んでもよい。言い換えれば、ロータ24の環状積層鉄心23の環状面上に、永久磁石26の外側のセグメント領域27aに加え、当該環状面の内側に永久磁石26の磁束が隣接する磁石のない磁極部へ沢山流れるような磁束通路が大きく確保・形成されるように、当該永久磁石26を埋め込む。

#### 【0033】

この構成によれば、内側のセグメント領域27bによっては永久磁石26の磁束3の量が増加するので、結果的にロータ24のトルクを増加させることができる。

#### 【0034】

また、励磁巻線13を正又は負の電流*i*1又は*i*2で励磁する際に、電流*i*1又は*i*2の量を可変するようにしても良い。

#### 【0035】

この場合、電流*i*1又は*i*2の量の可変に応じて磁束1, 2の量が変化するので、この変化量に応じて永久磁石26の磁束3との合成によるロータ24の磁束量が変化する。この磁束量の変化に応じてロータ24のトルクを増減させることができる。

#### 【0036】

また、図3に示すロータ24-1のように、環状積層鉄心23の各凸部25に、各凸部25の各々の外周面の中央部分に周方向と直交状態に窪む窪み25aを設けても良い。

#### 【0037】

この構成の場合、横軸磁束が凸部25略中央においてステータ16の方に漏れにくくなり横軸磁束におもには左右されるリラクタンストルクをより増加させ、総合トルクを高めることができる。

10

20

30

40

50

## 【0038】

更には、図4に示すロータ24-2のように、環状積層鉄心23の環状面に凸部25の一つ置きに希土類磁石による一対の永久磁石26a, 26bをV字状に埋め込んでも良い。

## 【0039】

この構成によれば、永久磁石26a, 26bの長さを長くすることができるので、発生磁束3a, 3bの量が多くなる。また、外側のセグメント領域27aの面積が広がるので、その分、リラクタンストルクを発生させる磁束4の量を増加させることができ。従って、ロータ24-2の磁束量を増加させ、より高トルクを発生させることができる。

10

## 【符号の説明】

## 【0040】

10 ハイブリッド励磁IPMモータ

11 固定部材

12 軟鋼性ディスク

13 励磁巻線

14 積層鉄心

15 三相巻線

16 ステータ

21 軟鋼性ドラム部

20

21a 軟鋼性ドラム部の外周部

21b 軟鋼性ドラム部の延長部

22 回転軸

23 環状積層鉄心

24, 24-1, 24-2 ロータ

25 凸部

25a 窪み

26, 26a, 26b 永久磁石

27a, 27b セグメント領域

30

30 電気回路

31 直流電源

32 インバータ

33 スイッチ回路

33a ~ 33d トランジスタ

1 ~ 4, 3a, 3b 磁束

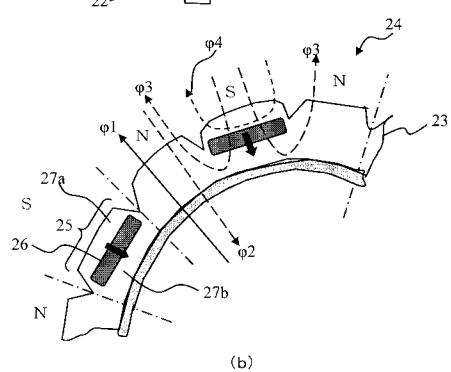
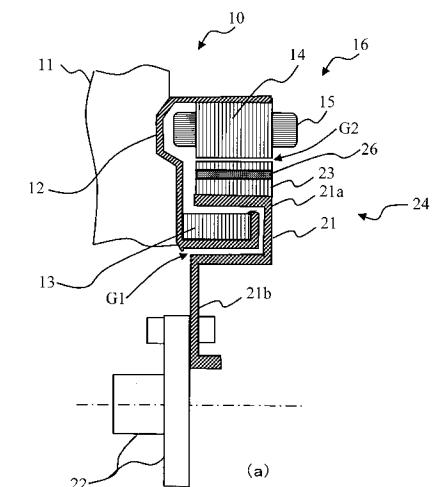
G1 第1の空隙

G2 第2の空隙

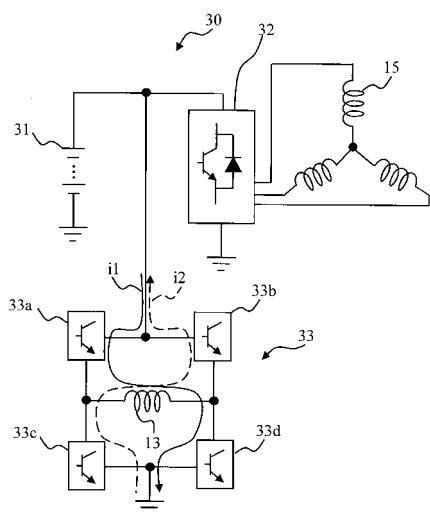
i1 正の電流

i2 負の電流

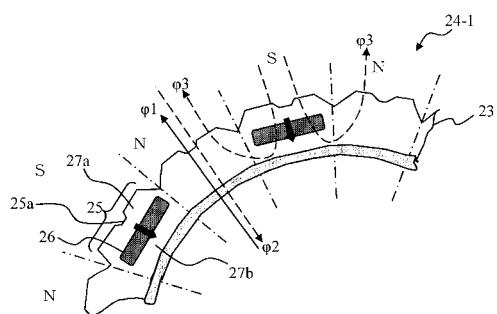
【図1】



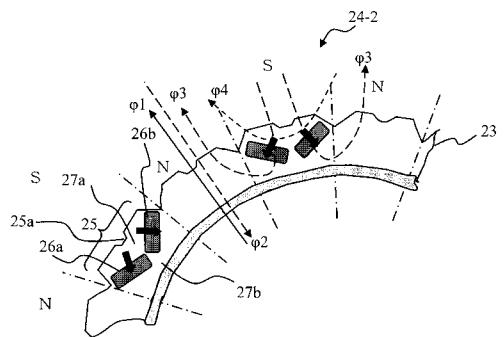
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-260970(JP,A)  
特開平06-351206(JP,A)  
特開2004-135375(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 21/04  
H02K 1/27  
H02K 19/12  
H02K 21/14