

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 12 月 13 日(13.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/169156 A1

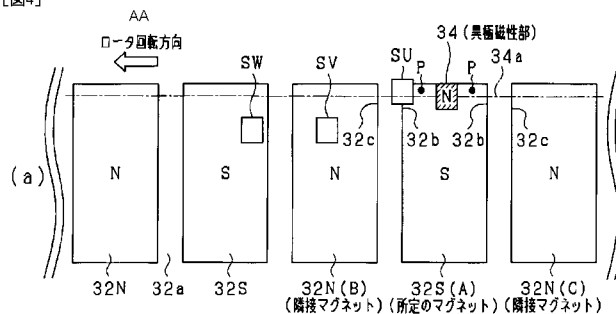
- (51) 国際特許分類:
H02K 7/10 (2006.01) H02K 11/00 (2006.01)
F02N 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/003567
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 31 日(31.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-126079 2011 年 6 月 6 日(06.06.2011) JP
特願 2011-126080 2011 年 6 月 6 日(06.06.2011) JP
特願 2011-126081 2011 年 6 月 6 日(06.06.2011) JP
特願 2011-126082 2011 年 6 月 6 日(06.06.2011) JP
特願 2011-228932 2011 年 10 月 18 日(18.10.2011) JP
特願 2012-109036 2012 年 5 月 11 日(11.05.2012) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 寺田 金千代(TERADA, Kanechiyo) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP). 永田 孝一(NAGATA, Kouichi) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 金 順姫(KIN, Junhi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: ROTATING MACHINE HAVING FUNCTION OF OUTPUTTING SIGNAL FOR CONTROLLING INTERNAL COMBUSTION ENGINE, AND STARTING MOTOR HAVING FUNCTION OF OUTPUTTING SIGNAL FOR CONTROLLING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関制御用信号出力機能付き回転機、及び内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ

[図4]



32N(B), 32N(C) Adjacent magnet
32S(A) Predetermined magnet
34 Heteropolar magnetic section
AA Rotor rotation direction

(57) Abstract: A rotor (30) is provided with magnets (32N, 32S) having polarities that differ in the direction of rotation. A stator (40) is provided with a plurality of teeth sections (41) in the direction of rotation onto which coils (CU, CV, CW) are wound. Phase sensors (SU, SV, SW) face the magnets (32N, 32S), and output a crank position signal corresponding to the polarity of the rotating magnets (32N, 32S). Some of the magnets (32N, 32S) form heteropolar sections (34, 34k), which are magnetized to a polarity different from that of the magnet (32N, 32S) or are not magnetized to either polarity. The phase sensors (SU, SV, SW) are arranged on the rotation trajectory of the heteropolar sections (34, 34k), which rotate with the rotor (30). When a heteropolar section (34, 34k) has been detected, the phase sensors (SU, SV, SW) outputs a control signal indicating the absolute rotation position of an output shaft (14) of an internal combustion engine.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/169156 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッ
パ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

ロータ (30) は、回転方向に極性の異なるマグネット (32N, 32S) を備える。ステータ (40) は、コイル (CU, CV, CW) が巻かれたティース部 (41) を前記回転方向に複数備える。位相センサ (SU, SV, SW) は前記マグネット (32N, 32S) に対向し、回転する前記マグネット (32N, 32S) の極性に応じたクランク位置信号を出力する。前記マグネット (32N, 32S) の一部は、当該マグネット (32N, 32S) と異なる極性に着磁された、或いはいずれの極性にも着磁されていない異極部 (34, 34k) を形成する。前記位相センサ (SU, SV, SW) は、前記ロータ (30) とともに回転する前記異極部 (34, 34k) の回転軌道の上に配置される。前記位相センサ (SU, SV, SW) は、前記異極部 (34, 34k) を検出した時には、内燃機関の出力軸 (14) の絶対回転位置を表す制御用信号を出力する。

明 細 書

発明の名称：

内燃機関制御用信号出力機能付き回転機、及び内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ

関連出願の相互参照

[0001] この出願は、2011年6月6日に出願された日本出願番号2011-126079号と、2011年6月6日に出願された日本出願番号2011-126080号と、2011年6月6日に出願された日本出願番号2011-126081号と、2011年6月6日に出願された日本出願番号2011-126082号と、2011年10月18日に出願された日本出願番号2011-228932号と、2012年5月11日に出願された日本出願番号2012-109036号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、内燃機関の点火装置等の制御に用いる内燃機関制御用信号を出力する機能を有した、内燃機関の回転機（例えば始動モータ、磁石式発電機またはモータ発電機）に関する。

背景技術

[0003] 特許文献1には、ブラシレス三相の始動モータが記載されている。この始動モータは、N極マグネットとS極マグネットを回転方向に交互に配置して構成されたロータと、U相コイル、V相コイルおよびW相コイルを鉄心のティース部に巻き回して構成されたステータと、から構成されている。そして、ステータには、以下に説明するU相センサ、V相センサ、W相センサおよびクランク回転位置センサが設けられている。

[0004] U相センサ、V相センサおよびW相センサは、ステータのうちマグネットと対向する位置に取り付けられ、回転するマグネットの極性に応じたU相信号、V相信号、W相信号（モータ制御用信号）を各々出力する（図16参照

）。そして、これらのモータ制御用信号に基づき、U相コイル、V相コイルおよびW相コイルへの通電タイミングを制御することで、始動モータの駆動を制御する。

[0005] クランク回転位置センサは、クランク軸が1回転する毎に、以下に説明する異極磁性部を検出することで、図16に示す内燃機関制御用信号を出力する。すなわち、複数のマグネットのうち所定のマグネットの一部に、当該マグネットとは異なる極性に着磁された異極磁性部を形成しておく。具体的には、所定のS極マグネットのうち回転方向と直交する方向の上端部に、N極に着磁された異極磁性部を形成する。そして、異極磁性部の回転軌道上にクランク回転位置センサを配置する。なお、U相センサ、V相センサおよびW相センサについては、異極磁性部の回転軌道上から外れるように配置する。

[0006] このクランク回転位置センサによれば、N極マグネットとS極マグネットの検出が交互に繰り返される中で、クランク軸が1回転するうちの1回だけ、図16中の点線に示すS極マグネットの検出が為されずに異極磁性部（N極）が検出される。したがって、異極磁性部を検出した時のクランク軸の回転位置に基づき、クランク軸の絶対回転位置を把握できる。そして、このように把握した絶対回転位置を基準として、内燃機関の燃料噴射や点火時期を制御する。

[0007] 以上により、特許文献1記載の始動モータでは、U相センサ、V相センサおよびW相センサに加え、クランク回転位置センサを備えることで、燃料噴射や点火時期の制御に用いる内燃機関制御用信号を出力する機能を有している。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2009-89588号公報 しかしながら、上記従来の構成では、U相センサ、V相センサおよびW相センサとは別にクランク回転位置センサを備えるので、センサ個数が多くなり、コストが高くなったり構造が複雑になったり信頼性が低くなる事が懸念される。また、内燃機関の回転

駆動を開始してから異極磁性部が検出されるまでには、センサ出力のパルス間隔の比較を繰り返して求めるためクランク軸が1回転することを要する。そのため、回転を開始してからクランク軸が1回転するまでは絶対回転位置を把握できないので、燃料噴射制御や点火時期制御の開始が遅れるといった事が懸念される。

発明の概要

[0009] 本開示の第1の目的は、センサの個数低減を図った内燃機関制御用信号出力機能付き回転機を提供することにある。本開示の第2の目的は、機関出力軸の絶対回転位置を迅速に把握できるようにした内燃機関制御用信号出力機能付き回転機を提供することにある。本開示の第3の目的は、モータ出力の低下抑制を図った内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータを提供することにある。

[0010] 本開示の一態様によると、内燃機関制御用信号出力機能付き回転機は、極性の異なるマグネットを回転方向に交互に配置して構成されたロータを備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き回転機は、コイルが巻き回されたティース部を前記回転方向に複数並べて構成されたステータを更に備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き回転機は、前記ステータのうち前記マグネットと対向する位置に取り付けられ、回転する前記マグネットの極性に応じたクランク位置信号を出力する位相センサを更に備える。複数の前記マグネットのうち所定のマグネットの一部に、当該マグネットとは異なる極性に着磁された、或いはいずれの極性にも着磁されていない異極部を形成し、前記ロータとともに回転する前記異極部の回転軌道上に前記位相センサを配置することで、前記位相センサが前記異極部を検出した時には、内燃機関の出力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記位相センサが出力する。

[0011] 本開示の他の態様によると、内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、極性の異なるマグネットを回転方向に交互に配置して構成されたロータを備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、コイルが巻

き回されたティース部を前記回転方向に複数並べて構成されたステータを更に備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、前記ステータのうち前記マグネットと対向する位置に取り付けられ、回転する前記マグネットの極性に応じたモータ制御用信号を出力する位相センサを更に備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、検出された前記モータ制御用信号に基づき前記コイルへの通電タイミングを制御することで回転駆動して、内燃機関の出力軸を回転駆動させる始動モータであって、複数の前記マグネットのうち所定のマグネットの一部に、当該マグネットとは異なる極性に着磁された異極磁性部を、前記回転方向の全体に亘って形成し、前記ロータとともに回転する前記異極磁性部の回転軌道上に前記位相センサを配置することで、前記位相センサが前記異極磁性部を検出した時には、前記出力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記モータ制御用信号の替わりに出力させる。

[0012] 本開示の他の態様によると、 内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、極性の異なるマグネットを回転方向に交互に配置して構成されたロータを備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、コイルが巻き回されたティース部を前記回転方向に複数並べて構成されたステータを更に備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、前記ステータのうち前記マグネットと対向する位置に取り付けられ、回転する前記マグネットの極性に応じたモータ制御用信号を出力する位相センサを更に備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、検出された前記モータ制御用信号に基づき前記コイルへの通電タイミングを制御することで回転駆動して、内燃機関の出力軸を回転駆動させる始動モータであって、複数の前記マグネットのうち所定のマグネットの一部を、当該マグネットとは異なる極性に着磁するとともに、当該マグネットのうちの前記回転方向の全体に亘って着磁して形成された異極磁性部を更に備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、前記ロータとともに回転する前記異極磁性部の回転軌道上に配置され、前記異極磁性部を検出することにより、前記出

力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を出力する回転位置センサを更に備える。前記回転位置センサに加えて前記位相センサも前記回転軌道上に配置することで、前記位相センサが前記異極磁性部を検出した時には、前記出力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記モータ制御用信号の替わりに出力させる。

[0013] 本開示の他の態様によると、内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、極性の異なるマグネットを回転方向に交互に配置して構成されたロータを備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、コイルが巻き回されたティース部を前記回転方向に複数並べて構成されたステータを更に備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、前記ステータのうち前記マグネットと対向する位置に取り付けられ、回転する前記マグネットの極性に応じたモータ制御用信号を出力する位相センサを更に備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、検出された前記モータ制御用信号に基づき前記コイルへの通電タイミングを制御することで回転駆動して、内燃機関の出力軸を回転駆動させる始動モータであって、複数の前記マグネットのうち所定のマグネットの一部に形成され、当該マグネットとは異なる極性に着磁された異極磁性部を更に備える。前記内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、前記ロータとともに回転する前記異極磁性部の回転軌道上に配置され、前記異極磁性部を検出することにより、前記出力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を出力する回転位置センサを更に備える。前記異極磁性部は、前記所定のマグネットのうち前記回転方向の一部に形成されている。

図面の簡単な説明

[0014] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]図1は、本開示の第1実施形態にかかるACGスタータ（始動モータ）を示す模式図であり、
[図2]図2は、図1に示すACGスタータおよびクランク軸の断面図であり、

[図3]図3は、図2のIII矢視図であり、

[図4]図4(a)は、図3のU相センサ、V相センサおよびW相センサの取付け位置を説明する図であり、図4(b)は、図4(a)の変形例であり、

[図5]図5は、第1実施形態において、組合せ情報NNUMの変化を示すタイムチャートであり、

[図6]図6は、第1実施形態において、UVW相コイルに対する通電制御の処理手順を示すフローチャートであり、

[図7]図7は、本開示の第2実施形態において、組合せ情報NNUMの変化を示すタイムチャートであり、

[図8]図8は、本開示の第3実施形態において、組合せ情報NNUMの変化を示すタイムチャートであり、

[図9]図9は、本開示の第4実施形態において、U相センサ、V相センサおよびW相センサの取付け位置を説明する図であり、

[図10]図10は、第4実施形態において、組合せ情報NNUMの変化を示すタイムチャートであり、

[図11]図11は、本開示の第5実施形態において、U相センサ、V相センサおよびW相センサの取付け位置と、異極磁性部の形状を説明する図であり、

[図12]図12は、本開示の第7実施形態において、U相センサ、V相センサおよびW相センサの取付け位置と、非磁性部（空隙）の形状を説明する図であり、

[図13]図13は、第7実施形態において、マグネットおよびハウジングを示す斜視図であり、

[図14]図14(a)は異極磁性部による磁気短絡経路を示し、図14(b)は非磁性部による磁気短絡経路を示す図であり、

[図15]図15(a)、図15(b)は、非磁性部（空隙）の形状の変形例を示す図であり、

[図16]図16は、従来のACGスタータから出力される、内燃機関制御用信号の変化を示すタイムチャートであり、

[図17]図 1 7 は、図 3 のU相センサ、V相センサおよびW相センサの取付け位置を説明する図であり、

[図18]図 1 8 は、第 8 実施形態において、組合せ情報 N N U M の変化を示すタイムチャートであり、

[図19]図 1 9 は、本開示の第 9 実施形態において、組合せ情報 N N U M の変化を示すタイムチャートであり、

[図20]図 2 0 は、本開示の第 1 0 実施形態において、組合せ情報 N N U M の変化を示すタイムチャートであり、

[図21]図 2 1 は、第 1 1 実施形態において、組合せ情報 N N U M の変化を示すタイムチャートであり、

[図22]図 2 2 は、本開示の第 1 2 実施形態にかかる A C G スタータ（始動モータ）を示す模式図であり、

[図23]図 2 3 は、図 2 の X X I I I 矢視図であり、

[図24]図 2 4 は、図 2 3 のクランク回転位置センサ、U相センサ、V相センサおよびW相センサの取付け位置を説明する図であり、

[図25]図 2 5 は、第 1 2 実施形態において、組合せ情報 N N U M の変化を示すタイムチャートであり、

[図26]図 2 6 は、図 2 の X X V I 矢視図であり、

[図27]図 2 7（a）は、図 2 6 のクランク回転位置センサ、U相センサ、V相センサおよびW相センサの取付け位置を説明する図であり、図 2 7（b）は、図 2 7（a）の変形例であり、

[図28]図 2 8 は、第 1 3 実施形態において、組合せ情報 N N U M の変化を示すタイムチャートであり、

[図29]図 2 9 は、第 1 4 実施形態において、組合せ情報 N N U M の変化を示すタイムチャートであり、

[図30]図 3 0 は、組合せ情報 N N U M のエラー処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本開示を具体化した各実施形態を図面に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付しており、同一符号の部分についてはその説明を援用する。

[0016] (第1実施形態)

本実施形態にかかる始動モータ（回転機）は、二輪車両に搭載されたエンジン（内燃機関）を適用対象としており、図1は、エンジンの吸気ポートへ燃料を噴射するインジェクタ10、エンジンの燃焼室内にて火花放電して混合気を着火させる点火装置11、インジェクタ10および点火装置11の作動を制御する電子制御装置（ECU13）、後に詳述するACGスタータ20（始動モータ）を示す。

[0017] ACGスタータ20は、エンジンの始動モータとして機能するとともに、エンジンのクランク軸14（出力軸）により駆動して交流発電機としても機能するブラシレス三相交流モータである。ちなみに、二輪車両の駆動輪とクランク軸14との動力伝達経路中には、以下に説明するトルク伝達機構が備えられている。すなわち、ACGスタータ20のモータ駆動を開始してからクランク軸14の回転速度NEが所定値以上になるまではトルク伝達を遮断し、所定値に達した時点でトルク伝達するように作動する、遠心クラッチ等のトルク伝達機構である。

[0018] ACGスタータ20は、U相の電気角を表したU相信号を出力するU相センサSU、V相の電気角を表したV相信号を出力するV相センサSV、およびW相の電気角を表したW相信号を出力するW相センサSWを有している。なお、これらのUVW相センサSU～SWのうちU相センサSU（位相センサ）については、クランク軸14の絶対回転位置を表したクランク位置信号（内燃機関制御用信号の基準位置信号）を出力する機能をも兼ね備えている。

[0019] ECU13は、これらのUVW相センサSU～SWから出力されるUVW相信号（モータ制御用信号）に基づき、ACGスタータ20のU相コイルC

U、V相コイルC_VおよびW相コイルC_Wへの通電タイミングを制御することで、ACGスタータ20を所望の回転方向へ回転駆動させるようにモータ駆動制御する。

[0020] スロットルセンサ15は、吸気量を調節するスロットルバルブの開度を検出する。吸気圧センサ16は、吸気ポート内の負圧を検出する。そしてECU13は、ACGスタータ20から出力されるクランク位置信号、スロットルセンサ15から出力されるスロットル開度、吸気圧センサ16から出力される負圧等の信号に基づき、インジェクタ10および点火装置11の作動を制御する。

[0021] より詳細に説明すると、ECU13は、クランク位置信号に基づきクランク軸14の回転速度NEを算出し、吸気圧センサ16による負圧PMに基づきエンジン負荷を算出する。また、これらのNEおよびPMに基づき、燃料の目標噴射量、目標噴射時期、目標点火時期を算出する。そして、UVW相センサSU～SWから出力されるUVW相信号およびクランク位置信号に基づきクランク軸14の絶対回転位置を算出し、算出した絶対回転位置を基準として、目標噴射時期で燃料が噴射されるようにインジェクタ10の作動を制御するとともに、目標点火時期で点火するように点火装置11の作動を制御する。

[0022] 次に、図2および図3を用いて、ACGスタータ20のハード構成について説明する。なお、図2はACGスタータ20およびクランク軸14の断面図、図3は図2のIII矢視図である。

[0023] ACGスタータ20は、ロータ30の内周側にステータ40を備えて構成されている。ロータ30は、有底円筒形状のハウジング31と、ハウジング31の内周面に固定された永久磁石（N極マグネット32NおよびS極マグネット32S）とを備える。N極マグネット32NおよびS極マグネット32Sは、回転方向に交互に並べて配置されており、図3の例では12個（12極）の永久磁石を並べている。ハウジング31は、ボルト33等の締結手段によりクランク軸14に固定され、クランク軸14と同じ回転速度（NE

）で常時回転する。これにより、ロータ 30 はエンジンのフライホイールとしても機能する。

[0024] ステータ 40 は、先述した U 相コイル C U、V 相コイル C V および W 相コイル C W コイルおよび U V W 相センサ S U ～ S W と、これらのコイルが巻き回されるティース部 41 が形成された鉄心 42 とを備える。ティース部 41 は回転方向に複数並べて配置されており、各々のティース部 41 には、U 相コイル C U、V 相コイル C V および W 相コイル C W コイルが順番に巻き回されている。図 3 の例では、18 個のティース部 41 を並べている。

[0025] U V W 相センサ S U ～ S W は、ステータ 40 の外周面上に取り付けられることで、N 極マグネット 32 N および S 極マグネット 32 S と対向する位置にある。これにより、ロータ 30 が回転することに伴い生じる N 極マグネット 32 N および S 極マグネット 32 S による磁性の変化を検出する。なお、U V W 相センサ S U ～ S W にはホール I C が採用されている。そのため、ロータ 30 が回転していない時であっても、対向するマグネットの極性に応じた検出信号を出力することができる。

[0026] U V W 相センサ S U ～ S W は、ロータ回転方向においてそれぞれ異なる位置に取り付けられている。具体的には、複数のティース部 41 の間隙 41 a のうち各々が異なる間隙 41 a に配置されており、図 4 (a) の例では、複数の間隙 41 a のうち隣り合う間隙に、U 相センサ S U、V 相センサ S V、W 相センサ S W を順番に配置している。そのため、U V W 相センサ S U ～ S W の各々は機械角 20 度分だけずれている。

[0027] 図 4 (a) に示すように、複数のマグネット 32 S、32 N のうち所定の一極分のマグネット 32 S (A) (図 4 (a) の例では S 極マグネット 32 S) の一部分には、以下に説明する異極磁性部 34 が形成されている。すなわち、図 4 (a) の斜線に示す部分だけは、S 極マグネット 32 S とは異なる極性 (N 極) に着磁されている。この異極磁性部 34 は、所定のマグネット 32 S (A) のうちロータ回転軸方向 (図 4 (a) の上下方向) の一端部分に形成されるとともに、回転方向 (図 4 (a) の左右方向) のうち異極磁

性部 3 4 の両側には、所定のマグネット 3 2 S (A) の極性が存在するように形成する。要するに、所定のマグネット 3 2 S (A) の上端部分を回転方向に 3 分割し、その中央部分を異極磁性部 3 4 として形成する。

[0028] V相センサ S VおよびW相センサ S Wはロータ回転軸方向（図 4 (a) の上下方向）において同じ位置に配置されているのに対し、U相センサ S Uは、V相センサ S VおよびW相センサ S Wとは回転軸方向において異なる位置に配置されている。これにより、異極磁性部 3 4 の回転軌道 3 4 a 上にU相センサ S Uが位置し、V相センサ S VおよびW相センサ S Wについては回転軌道 3 4 a から外れた位置となるようにする。

[0029] 本実施形態では、センサ S U～S WがN極を検出した時にはロー信号（二進数「0」）を出力し、S極を検出した時にはハイ信号（二進数「1」）を出力するよう設定してある。そして、マグネット 3 2 S, 3 2 Nは1 2個（1 2極）であるため、U相信号、V相信号、W相信号の各々は、ロータ 3 0 が3 0度回転する毎にローとハイが切り替わる（図 5 参照）。したがって、U V W相の各々の電気角 3 6 0° は、クランク軸 1 4 の回転角度（機械角）6 0° に相当する。但し、U相信号については異極磁性部 3 4 の検出時にもローに切り替わる。また、ロータ 3 0 が1 0度回転する毎に、U V W相センサ S U～S Wのいずれかにおいてローとハイが切り替わることとなる。

[0030] ちなみに、図 4 (a) の如く、N極マグネット 3 2 NとS極マグネット 3 2 Sの間に極性を有しない部材 3 2 a が介在している場合において、この部材 3 2 a がセンサ S U～S Wに対向して極性を検出できない時には、ロー信号およびハイ信号のうち予め設定しておいた信号（例えばロー信号）であるとみなして処理すればよい。

[0031] なお、前記部材 3 2 a が存在しないよう、N極マグネット 3 2 NとS極マグネット 3 2 Sを隣接させたロータ 3 0を採用してもよいことは勿論である。また、1つのマグネット片をN極とS極に着磁することで、複数のN極マグネット 3 2 NおよびS極マグネット 3 2 Sを1つのマグネット片から形成したロータを採用してもよい。なお、この場合のロータでは、複数（例えば

4つ)のマグネット片を用いて構成してもよいし、1つのマグネット片を用いて構成してもよい。

[0032] 図5は、上段から順に、クランク角、組合せ情報NNUM、UVW相信号の二進数表記、UVW相信号、点火信号、噴射信号、エンジン行程を示すタイムチャートである。組合せ情報NNUMとは、同時期に出力されるU相信号、V相信号およびW相信号の組合せを表した仮想信号であり、本実施形態では、UVW相信号の二進数表記を組み合わせて算出した十進数の数値としている。

[0033] 具体的には、二進数表記の1桁目をU相信号の2進数、2桁目をV相信号の2進数、3桁目をW相信号の2進数で表した3桁の二進数を、十進数に変換した数値が組合せ情報NNUMである。この数値NNUMはECU13により算出される。例えば、最左欄に示すようにUVW相信号が各々「1」「0」「1」であれば、NNUMは「5」となる。

[0034] 図中の符号ESは、異極磁性部34を検出したことによりロー信号となった部分を示しており、当該部分の信号が「内燃機関制御用信号」に相当し、符号ES以外の部分の信号は「モータ制御用信号」に相当する。この内燃機関制御用信号ESが現れる部分を除けば、NNUMの値は5→1→3→2→6→4の順に繰り返しローテーションして変化する。

[0035] 図中の符号taに示すように、内燃機関制御用信号ESを検出した時のNNUM値は「0」となるが、ES検出時以外では、NNUM値が「0」になることはない。したがって、NNUM値「0」を検出した時点でのクランク角を基準として、ECU13はクランク軸14の絶対回転位置を算出できる。そして、絶対回転位置を把握できれば、各々のUVW相信号の立ち上りまたは立ち下りのタイミング（つまりNNUMの更新タイミング）と、4サイクルエンジンの1回転分の位置関係を特定できる。

[0036] 例えば、NNUM値「0」が現れた後、NNUM値「1」が2回目に現れたtb時点が、エンジンのピストンが下死点BDCに達した時期であると特定できる。なお、吸気圧センサ16の値を参照すれば、前記下死点BDC時

期が排気行程および圧縮行程のいずれであることを判別（行程判別）できる。これにより、絶対回転位置を基準として、NNUMの更新タイミングに基づき燃料噴射時期や点火時期を目標時期とするように制御できる。

[0037] さらにECU13は、現時点でのNNUM値に基づき次回のNNUM値を特定し（特定手段）、その特定した次回NNUM値に基づきU相コイルCU、V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電制御内容を決定する。例えば、今回NNUM値が「3」であれば、前記ローテーションに基づき次回NNUM値は「2」とであると特定できる。つまり、U相コイルCUが巻き回されたティース部41は、S極マグネット32Sの対向位置（ハイ）からN極マグネット32Nの対向位置（ロー）へと移り変わるタイミングにあると言える。そのため、U相コイルCUへの通電オンオフ状態を切り替えるタイミングにあると言える。

[0038] このように、U相コイルCUへの通電は、U相信号の立ち上りを示すNNUM値「4」、または立ち下がりを示すNNUM値「3」が検出されたか否かに基づきECU13が制御する。同様にして、V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電もNNUM値に基づき制御する。なお、NNUM値「0」については、モータ駆動用コイルCU、CV、CWと対向している「1」でUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施すればよい。

[0039] さらにECU13は、NNUM値の履歴に基づき、ACGスタータ20が逆転しているか否かを検知する。例えば、正転していれば上述の如くNNUM値は5→1→3→2→6→4の順に変化する筈である。一方、逆転していればNNUM値は4→6→2→3→1→5の順に変化する筈である。

[0040] ところで、ACGスタータ20によりエンジンを始動させるにあたり、エンジンのピストンが圧縮行程のTDC直前位置から始動させようとする、ACGスタータ20に要する駆動トルクが圧縮分だけ大きくなるので、エンジンの始動性悪化が懸念される。そこで、エンジン始動開始前に、クランク軸14を逆転させて始動性が良好となるピストン位置に設定しておく、といったスイングバック制御を実施する場合がある。このように、ACGスター

タ 20 を逆転駆動させたい場合があるが、この場合には、例えば今回 N N U M 値が 4 であれば、次回 N N U M 値は 6 であると特定し、その特定値に応じて U V W 相コイル C U ~ C W への通電タイミングを制御すればよい。

[0041] 図 6 は、E C U 13 に備えられたマイコン 13 a (図 1 参照) が、上述の如く U V W 相コイル C U ~ C W に対する通電制御を実施する処理の手順を示すフローチャートである。当該処理は、所定周期 (例えば先述のマイコン 13 a の C P U が行う演算周期、又は所定のクランク角度毎) で繰り返し実行される。或いは、回転停止時には前記所定周期で実行する一方で、回転時においては以下に説明するエッジ検知が為される毎に実行してもよい。すなわち、図 1 に示すマイコン 13 a は、各センサ S U ~ S W から出力されて入力処理された信号 (図 5 に示す U V W 相信号) に対し、その信号が変化するタイミングを捕捉するキャプチャ機能を有している。要するに、U V W 相信号の立上りおよび立下りのタイミング (エッジ検知タイミング) を検知する。そして、このエッジ検知がなされる毎に図 6 の処理を実行する。

[0042] 先ず、図 6 に示すステップ S 10 において、U 相信号、V 相信号および W 相信号の各々を、U V W 相センサ S U ~ S W から取得する。続くステップ S 20 (組合せ情報生成手段) では、U V W 相信号に基づき、これらの信号の組合せを表した組合せ情報 N N U M を算出する。続くステップ S 30 では、N N U M 値に基づき、次回の N N U M 値を算出する。具体的には、先述の 5 → 1 (0) → 3 → 2 → 6 → 4 とした正転時ローテーションに基づき、例えば今回 N N U M 値が「5」であれば次回 N N U M 値は「1」であると算出する。なお、今回 N N U M 値が「0」であれば次回 N N U M 値は「3」であると算出する。

[0043] 続くステップ S 40 では、ステップ S 30 で算出した次回 N N U M 値に基づき、U V W 相コイル C U ~ C W への通電制御を実施する。これにより A C G スタータ 20 は所定の回転方向でモータ駆動する。

[0044] 例えば、U 相コイル C U への通電制御について説明すると、次回 N N U M 値が「2」または「5」である場合には、次回 N N U M 値を構成する U 相信

号の値は、今回NNUM値を構成するU相信号の値から変化することを意味する。よって、次回NNUM値が「2」または「5」であると特定した時点で、U相コイルCUへの通電制御内容をオンからオフ、或いはオフからオンに切り替える。

[0045] V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電制御についても同様にして、次回NNUM値が「3」または「4」であると特定した時点でV相コイルCVへの通電制御内容を切り替え、次回NNUM値が「6」または「1」であると特定した時点でW相コイルCWへの通電制御内容を切り替える。

[0046] 続くステップS50では、先述したようにNNUM値「0」が現れてクランク軸14の絶対回転位置の検知が為されているか否かを判定する。検知済みであれば（S50：YES）、次のステップS60に進み、検知した絶対回転位置およびUVW相信号（またはNNUM値）に基づき、燃料噴射時期および点火時期が目標時期となるよう、インジェクタ10および点火装置11の作動を制御する。但し、絶対回転位置の検知が為されていないならば（S50：NO）、インジェクタ10および点火装置11を作動させることなく待機する。

[0047] 図5の例では、ts1時点で点火装置11の駆動を開始し、ts2時点で点火させている。また、tf1の時点でインジェクタ10による燃料噴射を開始し、tf2の時点で噴射を終了させている。そして、内燃機関制御用信号ESが現れた時のクランク角（絶対回転位置）を基準とし、内燃機関制御用信号ESが吸入行程で出現した後、U相信号の4回目の立上りタイミング（または4回目のNNUM値「5」出現タイミング）をts1時点とし、W相信号の5回目の立下りタイミング（または5回目のNNUM値「1」出現タイミング）をts2時点として点火制御する。

[0048] また、内燃機関制御用信号ESが爆発行程で出現した後、V相信号の3回目の立下りタイミング（または3回目のNNUM値「4」出現タイミング）をtf1時点とし、V相信号の5回目の立上りタイミング（または5回目のNNUM値「3」出現タイミング）をtf2時点として燃料噴射制御する。

[0049] なお、吸気圧センサ 16 の検出値に基づき、下死点 BDC 時期が排気行程および圧縮行程のいずれであるかを行程判別することは先述した通りであるが、この行程判別が未だ為されていない場合には、 $t_{s1'}$ ~ $t_{s2'}$ および $t_{f1'}$ ~ $t_{f2'}$ でも点火装置 11 およびインジェクタ 10 を駆動させる。また、図 5 の例では、各種の点火制御時期 t_{s1} , t_{s2} および噴射制御時期 t_{f1} , t_{f2} が UVW 相信号の立上りまたは立下りタイミングと一致しているが、一致していない場合には、目標時期の直前における UVW 相信号の立上りまたは立下りタイミングから、所定時間が経過した時点で点火制御または噴射制御を実施すればよい。

[0050] 以上詳述した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

[0051] (1) 異極磁性部 34 の回転軌道 34a 上に U 相センサ S_U を配置することで、モータ制御用信号を出力する U 相センサ S_U を利用して内燃機関制御用信号 E_S を出力でき、燃料噴射制御や点火制御等のエンジン制御に要するクランク軸 14 の絶対回転位置を把握できるようになる。よって、内燃機関制御用信号 E_S を出力する専用のセンサ（クランク回転位置センサ）を廃止することができ、センサ個数低減を図ることができる。

[0052] (2) U 相信号のハイとローだけでは、内燃機関制御用信号 E_S によるロー信号とモータ制御用信号によるロー信号との見分けがつかない。特に、U 相信号の履歴を取得できていない ACG スタータ 20 の駆動開始時または ACG スタータ 20 の停止時には、U 相信号のローが内燃機関制御用信号 E_S によるものであるか否かを特定できない。これに対し本実施形態では、U 相信号、V 相信号および W 相信号の組合せ情報 NNUM を算出するので、当該 NNUM 値に基づけば、ACG スタータ 20 が停止していたとしても、NNUM 値が「0」であれば、その時の U 相信号のローが内燃機関制御用信号 E_S によるものであると特定できる。よって、エンジン制御に要する絶対回転位置を迅速に把握できる。

[0053] 特に、アイドルストップ制御システムを有する車両においては、エンジンを自動再始動させるにあたり、上述の如く絶対回転位置を迅速に把握できる

ので、インジェクタ 10 及び点火装置 11 の駆動開始を迅速にでき、好適である。

[0054] (3) 所定のマグネット 32 S (A) の上端部を、回転方向に 3 分割し、その中央部分に異極磁性部 34 を形成している。そのため、回転方向全体に亘って形成する従来構造に比べて、所定のマグネット 32 S (A) と異極磁性部 34 とが上下方向で磁気短絡する長さを短くできる。よって、ACG スタータ 20 によるモータ駆動力低下を抑制できるとともに、ACG スタータ 20 による発電量低下を抑制できる。

[0055] (4) また、上述の如く 3 分割してその中央部分に異極磁性部 34 を形成するので、所定のマグネット 32 S (A) のエッジ 32 b を、異極磁性部 34 ではなく S 極マグネット 32 S のエッジにできる。よって、所定のマグネット 32 S (A) の隣に位置する隣接マグネット 32 N (B) (C) のエッジ 32 c から所定のマグネット 32 S (A) のエッジ 32 b に切り替わる転流タイミング t_c (図 5 参照) を、U 相センサ S U で検知できるようになる。よって、U 相コイル C U に対する通電制御のタイミングを高精度で制御できる。

[0056] (5) 異極磁性部 34 は、所定のマグネット 32 S (A) に対向するティース部 41 と極性不整合になることは避けられないが、本実施形態によれば、上述の如く 3 分割してその中央部分に異極磁性部 34 を形成するので、所定のマグネット 32 S (A) の上端部を回転方向全体に亘って異極磁性部 34 に形成する場合に比べて、異極磁性部 34 の回転方向長さを短くできる。そのため、所定のマグネット 32 S (A) に対する異極磁性部 34 の占有面積を小さくでき、極性不整合に伴い生じる ACG スタータ 20 の出力低下を抑制できる。

[0057] (6) さらにまた、上述の如く 3 分割して異極磁性部 34 を形成するので、内燃機関制御用信号 E S のハイとローの切り替わりタイミングを、V 相信号および W 相信号のハイとローの切り替わりタイミングと同じにできる。よって、組合せ情報 N N U M が複雑になることを回避できる。

- [0058] (7) ここで、U相センサS Uから内燃機関制御用信号E Sを出力させることに起因して、U相コイルC Uへの通電制御が実際の電気角に適合した制御内容になっておらずA C Gスタータ2 0を逆回転させてしまうことが懸念される。これに対し本実施形態では、A C Gスタータ2 0のモータ駆動を開始してから回転速度N Eが所定値以上になるまではトルク伝達を遮断するので、上記懸念を解消できる。
- [0059] (8) A C Gスタータ2 0のロータ3 0とクランク軸1 4とは回転中心が一致した状態で一体的に回転するように固定されており、ロータ3 0とクランク軸1 4との間には、ベルトやギア等の動力伝達機構が介在していない。そのため、A C Gスタータ2 0に備えられたU相センサS Uからクランク位置信号を出力させるにあたり、ギアのバックラッシュやベルトの伸び等により、クランク軸1 4の回転位相とロータ3 0の回転位相とにずれが生じることを回避できるので、U相センサS Uを利用してクランク軸1 4の絶対回転位置を算出するにあたり、十分な算出精度を確保できる。
- [0060] (8) 内燃機関制御用信号E Sを検出した時のN N U M値「0」が、E S検出時以外では出現しないように構成されている。そのため、現時点でのN N U M値に基づき絶対回転位置を算出できるので、N N U M値の履歴が蓄積されるのを待つことなく、迅速に絶対回転位置を把握できる。
- [0061] (9) ここで、U相センサS Uが内燃機関制御用信号E Sを出力することに起因して、現時点でのU相センサ信号からは次回のU相センサ信号を特定できない場合がある。しかしこの場合であっても、現時点でのN N U M値に基づけば、次回のN N U M値を特定して次回のU相センサ信号を特定できる場合がある。この点を鑑みた本実施形態では、現時点でのN N U M値に基づき特定した次回のN N U M値に基づき、U相コイルC Uへの通電制御内容を決定するので、次回のU相センサ信号が特定できなくなる機会を減らして通電制御内容を決定できるようになる。
- [0062] (10) ところで、図1 6に示すクランク位置信号の立ち上りまたは立ち下りの周期は、1つのマグネット3 2 S, 3 2 Nが占める回転角(3 0°)

だけクランク軸 14 が回転する時間である。これに対し、NNUMの更新周期は、各々のUVW相信号の組合せであるため、前記回転角 (30°) の 3 分の 1 の回転角だけクランク軸 14 が回転する時間となる。つまり、NNUMの更新周期は、図 16 のクランク位置信号の周期よりも短いと言える。そのため、各々のUVW相信号の立ち上りまたは立ち下りのタイミング (NNUMの更新タイミング) に基づき燃料噴射時期や点火時期を制御する本実施形態によれば、図 16 に示すクランク位置信号に基づき制御する場合に比べて、制御に使用する基本時間が 3 分の 1 ($10^\circ / 30^\circ$) になり、燃料噴射時期や点火時期を高精度で制御できる。

[0063] (第 2 実施形態)

上記第 1 実施形態では、3つのUVW相センサSU～SWのうち、U相センサSUのみを異極磁性部 34 の回転軌道 34 a 上に配置しているのに対し、本実施形態では、U相センサSUおよびV相センサSVを回転軌道 34 a 上に配置している。その結果、V相信号についても、U相信号と同様にして内燃機関制御用信号ESが含まれることとなる (図 7 参照)。

[0064] ここで、上記第 1 実施形態では、NNUM値が「0」であれば、U相センサSUから内燃機関制御用信号ESが出力されていることを特定できる。しかし、図 7 に示す本実施形態では、NNUM値が「0」である場合に、U相センサSUおよびV相センサSVのいずれから内燃機関制御用信号ESが出力されているかを特定することができないため、絶対回転位置を算出できないことが懸念される。

[0065] そこで本実施形態では、組合せ情報NNUMの履歴を表した履歴情報に基づいて、いずれの内燃機関制御用信号ESであるかを特定して絶対回転位置を算出する。なお、本実施形態での履歴情報とは、2つの連続したNNUM値のことであるが、3つ以上の連続したNNUM値を履歴情報としてもよい。

[0066] 具体的には、NNUM値が「0」である場合において、前回のNNUM値が「5」であればU相センサSUから出力された内燃機関制御用信号ESで

あると特定でき、前回のNNUM値が「3」であればV相センサSVから出力された内燃機関制御用信号ESであると特定できる。なお、ACGスタータ20が逆転している場合には、前回NNUM値が「3」であればU相センサSU、「6」であればV相センサSVから出力された内燃機関制御用信号ESであると特定できる。そして、これらの特定結果と、内燃機関制御用信号ESの出現タイミングに基づき、絶対回転位置を算出する。

[0067] また、センサ信号がハイ・ローのいずれであるかの判定と、先述したエッジ検知とを組み合わせると絶対回転位置を算出してもよい。具体的には、内燃機関制御用信号ESのエッジ検知時期（図7中の符号tu参照）と、W相信号のエッジ検知時期（図7中の符号tw参照）とがほぼ同じであり、かつ、いずれの信号もローに切り替わったと判定された場合には、U相センサSUから出力された内燃機関制御用信号ESであると特定できる。

[0068] 同様に、内燃機関制御用信号ESのエッジ検知時期（図7中の符号tv参照）と、U相信号のエッジ検知時期（図7中の符号tc参照）とがほぼ同じであり、かつ、いずれの信号もローに切り替わったと判定された場合には、V相センサSVから出力された内燃機関制御用信号ESであると特定できる。

[0069] 次に、UVW相コイルCU～CWへの通電制御について説明する。上述の手法により絶対回転位置を算出した後には、内燃機関制御用信号ESにより「5→0→3→0→6」と変化するNNUM値を、図7中の括弧内に示すように、「5→1→3→2→6」と変化しているとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施すれば、ティース部41のコイルCU，CV，CWと磁極位相が一致し、モータを回転駆動させることができる。

[0070] 一方、絶対回転位置が算出される前の停止時においては、NNUM値が「0」である場合において、次回NNUM値が「3」および「6」のいずれであるかを特定できない。そこで本実施形態では、「3」「6」のうちの任意値（例えば「3」）が次回NNUM値であるとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。そして、所定時間が経過してもACGスタ

ータ 20 が回転を開始せずに NNUM 値が変化しない場合には、次回 NNUM 値は前記任意値「3」ではなく他の値「6」であったとみなして UVW 相コイル CU ～ CW への通電制御を実施する。

[0071] 以上詳述した本実施形態によれば、上記第 1 実施形態と同様の効果が得られるとともに、以下の効果が得られるようになる。すなわち、上記第 1 実施形態では、クランク軸 14 が 1 回転する間に内燃機関制御用信号 ES が 1 回出現するのに対し、本実施形態によれば 2 回出現する。そのため、ACG スタータ 20 の駆動を開始してから、クランク軸 14 が 1 回転することを待たずして内燃機関制御用信号 ES が出現することとなるので、内燃機関制御用信号 ES に基づき絶対回転位置を算出するのに要する時間を短縮できる。よって、インジェクタ 10 及び点火装置 11 の駆動開始を迅速にできる。また、これにより、エンジンによる駆動トルクが早期に発生し、要求されるモータ駆動トルクを低減させることができるので、ACG スタータ 20 の小型化を図ることができる。

[0072] また、本実施形態では、異極磁性部 34 の回転軌道 34 a 上に複数のセンサを配置することに起因して、内燃機関制御用信号 ES を検出した時の NNUM 値「0」が、いずれのセンサによる内燃機関制御用信号 ES を組み合わせたものであるかを特定できなくなる。これに対し、本実施形態では、NNUM 値の履歴に基づき前記特定を行う。また、センサ信号がハイ・ローのいずれであるかの判定とエッジ検知とに基づき前記特定を行うこともできる。よって、絶対回転位置の把握を可能にできる。

[0073] さらに、本実施形態では、絶対回転位置の算出が未だ完了していない回転駆動期間における通電制御（モータ駆動制御）に関し、次回 NNUM 値の候補「3」「6」を順に試行して通電制御するので、前記回転駆動期間であってもモータ駆動制御が可能となる。

[0074] （第 3 実施形態）

上記第 2 実施形態では、3 つの UVW 相センサ SU ～ SW のうち、U 相センサ SU および V 相センサ SV を異極磁性部 34 の回転軌道 34 a 上に配置

しているのに対し、本実施形態では、3つのUVW相センサSU～SW全てを回転軌道34a上に配置している。その結果、W相信号についても、U相信号およびV相信号と同様にして内燃機関制御用信号ESが含まれることとなる（図8参照）。

[0075] そして、図8に示す本実施形態においても上記第2実施形態と同様にして、NNUM値が「0」である場合に、UVW相センサSU～SWのいずれから内燃機関制御用信号ESが出力されているかを、組合せ情報NNUMの履歴に基づいて特定する。また、上記第2実施形態と同様にして、センサ信号がハイ・ローのいずれであるかの判定とエッジ検知とに基づき前記特定を行うこともできる。そして、その特定結果に基づき絶対回転位置を算出する。

[0076] 具体的には、NNUM値が「0」である場合において、前回のNNUM値が「5」であればU相センサSUから出力された内燃機関制御用信号ESであると特定でき、「3」であればV相センサSVからの出力と特定でき、「6」であればW相センサSWからの出力と特定できる。なお、ACGスタータ20が逆転している場合には、前回NNUM値が「3」であればU相センサSU、「6」であればV相センサSV、「5」であればW相センサSWから出力された内燃機関制御用信号ESであると特定できる。そして、これらの特定結果と、内燃機関制御用信号ESの出現タイミングに基づき、絶対回転位置を算出する。

[0077] 次に、UVW相コイルCU～CWへの通電制御について説明する。上述の手法により絶対回転位置を算出した後には、内燃機関制御用信号ESにより「5→0→3→0→6→0→5→1」と変化するNNUM値を、ティース巻線が対向しているNNUM値、つまり図8中の括弧内に示すように、「5→1→3→2→6→4→5→1」と変化しているとみなして、UVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施すればよい。

[0078] 一方、絶対回転位置が算出される前の停止時においては、NNUM値が「0」である場合において、次回NNUM値が「3」「6」「5」のいずれであるかを特定できない。そこで本実施形態では、「3」「6」「5」のうち

の任意値（例えば「3」）が次回NNUM値であるとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。そして、所定時間が経過してもACGスタータ20が回転を開始せずにNNUM値が変化しない場合には、次回NNUM値は前記任意値「3」ではなく他の値「6」「5」であったことになる。そこで次は、「6」「5」のうちの任意値（例えば「6」）が次回NNUM値であるとみなして通電制御する。その結果、さらに所定時間が経過してもACGスタータ20が回転を開始せずにNNUM値が変化しない場合には、前記次回NNUM値は任意値「6」ではなく残りの値「5」であったとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。なお、実際のNNUM値が「0」から期待値と異なる値になった場合には、その実際のNNUM値に基づいて駆動を実施する。

[0079] 以上詳述した本実施形態によれば、クランク軸14が1回転する間に内燃機関制御用信号ESが3回出現する。そのため、ACGスタータ20の駆動を開始してから、内燃機関制御用信号ESが出現するまでに要する時間を、上記第2実施形態に比べてさらに短縮することができる。よって、内燃機関制御用信号ESに基づき絶対回転位置を算出するのに要する時間を短縮でき、インジェクタ10及び点火装置11の駆動開始迅速化を促進できる。

[0080] （第4実施形態）

上記第3実施形態では、3つのUVW相センサSU～SWを、複数のティース部41の間隙41aのうち隣り合う間隙41aに順番に配置している。これに対し本実施形態では、図9に示すように、3つのUVW相センサSU～SWを隣り合う間隙41aに配置することに替え、分散して配置している。図9の例では、U相センサSUとV相センサSVとの間の角度、およびV相センサSVとW相センサSWとの間の角度が140°となるように分散配置している。

[0081] したがって、上記第3実施形態では、クランク軸14が20°回転する毎に内燃機関制御用信号ESが現れるのに対し、図10に示す本実施形態では、クランク軸14が140°回転する毎に内燃機関制御用信号ESが現れる

。

[0082] なお、図10に示す本実施形態においても上記第3実施形態と同様にして、NNUM値が「0」である場合に、UVW相センサSU～SWのいずれから内燃機関制御用信号ESが出力されているかを、組合せ情報NNUMの履歴に基づいて特定する。そして、その特定結果に基づき絶対回転位置を算出する。

[0083] 次に、UVW相コイルCU～CWへの通電制御について説明する。上述の手法により絶対回転位置を算出した後には、内燃機関制御用信号ESにより「5→0→3」「3→0→6」「6→0→5」と変化するNNUM値を、図10中の括弧内に示すように、「5→1→3」「3→2→6」「6→4→5」と変化しているとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施すればよい。

[0084] 一方、絶対回転位置が算出される前においては、NNUM値が「0」である場合において、次回NNUM値が「3」「6」「5」のいずれであるかを特定できない。そこで本実施形態では、上記第3実施形態と同様にして、「3」「6」「5」のうちの任意値（例えば「3」）が次回NNUM値であるとみなして通電制御を実施し、所定時間が経過してもNNUM値が変化せずACGスタータ20が回転を開始しないとみなされる場合には、他の値「6」「5」のうちの任意値（例えば「6」）が次回NNUM値であるとみなして通電制御を実施し、それでも回転開始しない場合には、次回NNUM値は任意値「6」ではなく残りの値「5」であったとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。

[0085] 以上詳述した本実施形態によれば、3つのUVW相センサSU～SWを分散配置するので、内燃機関制御用信号ESが現れる時間間隔を短くできる。そのため、ACGスタータ20の駆動を開始してから、内燃機関制御用信号ESが出現するまでに要する時間を、上記第3実施形態に比べてさらに短縮することができる。よって、内燃機関制御用信号ESに基づき絶対回転位置を算出するのに要する時間を短縮でき、インジェクタ10及び点火装置11

の駆動開始迅速化を促進できる。

[0086] なお、U V W相センサS U～S Wのうち2つのセンサを異極磁性部3 4の回転軌道3 4 a上に配置した場合においても、本実施形態にかかる「分散配置」を適用して、絶対回転位置を算出するのに要する時間の短縮を図るようにしてもよい。

[0087] (第5実施形態)

上記各実施形態では、所定のマグネット3 2 S (A)の上端部分に異極磁性部3 4を形成するにあたり、前記上端部分を回転方向に3分割し、その中央部分を異極磁性部3 4として形成している。これに対し本実施形態では、上述の如く3分割することを廃止しており、図1 1中の斜線部分に示すように、所定のマグネット3 2 S (A)の上端部分の全体を異極磁性部3 4として形成している。

[0088] また、上記各実施形態では、内燃機関制御用信号E Sを出力する専用のセンサ(クランク回転位置センサ)を廃止しているのに対し、本実施形態では、図1 1に示すように、クランク回転位置センサS Eを残しつつ、異極磁性部3 4の回転軌道3 4 a上にU相センサS Uを配置している。つまり、異極磁性部3 4の回転軌道3 4 a上には、クランク回転位置センサS EおよびU相センサS Uの2つが位置している。そのため、図5に示すように、U相センサS Uから内燃機関制御用信号E Sが出力されるとともに、図1 6中の最上段に示す内燃機関制御用信号がクランク回転位置センサS Eから出力される。

[0089] そして、3つのU V W相センサS U～S Wの信号に加え、クランク回転位置センサS Eの信号も組み合わせて組合せ情報N N U Mを生成しており、このN N U M値に基づき、絶対回転位置を算出するとともにU V W相コイルC U～C Wへの通電制御を実施する。

[0090] 以上により、本実施形態によれば、所定のマグネット3 2 S (A)のうち回転方向の全体に亘って異極磁性部3 4を形成するので、図4 (a)に示すように3分割した中央部分を異極磁性部3 4とする場合に比べて、所定のマ

グネット 3 2 S (A) に異極磁性部 3 4 を着磁する作業を簡素にできる。

[0091] また、異極磁性部 3 4 の回転軌道 3 4 a 上に、クランク回転位置センサ S E および U 相センサ S U の 2 つを配置するので、クランク回転位置センサ S E のみを配置した場合に比べて、A C G スタータ 2 0 の駆動を開始してから、内燃機関制御用信号 E S が出現するまでに要する時間を短縮できる。よって、内燃機関制御用信号に基づき絶対回転位置を算出するのに要する時間を短縮でき、インジェクタ 1 0 及び点火装置 1 1 の駆動開始迅速化を促進できる。

[0092] (第 6 実施形態)

エンジンを停止させた時のクランク軸 1 4 の回転停止位置は、圧縮行程中の所定範囲 (例えば B T D C 1 5 0 ° 付近から上死点 T D C の範囲) となる可能性が高い。このことは、停止直前の低 N E 時のピストンは、圧縮行程においてピストンを上昇させる時の圧縮負荷により停止する可能性が高いからである。したがって、試験等により停止予想位置を把握することは一般的に可能である。

[0093] ここで、停止予想位置でクランク軸 1 4 が回転停止した状態において、異極磁性部 3 4 が位相センサ (図 5 の例では U 相センサ S U であり、図 7 の例では U 相センサ S U または V 相センサ S V) の対向位置、またはその対向位置から僅かに遅角した位置にあるようにすると、絶対回転位置を把握できていない回転駆動期間に内燃機関制御用信号を出力することとなり、この場合には適正な通電制御内容でモータ制御できなくなる可能性が高くなる。

[0094] したがって、停止予想位置で停止した状態において、異極磁性部 3 4 が位相センサの対向位置から僅かに進角した位置にあるようにすれば、上述の如く適正な通電制御内容でモータ制御できなくなる可能性を低減できる。

[0095] その一方で、停止予想位置でクランク軸 1 4 が回転停止した状態において、異極磁性部 3 4 が位相センサの対向位置、或いは位相センサの対向位置から所定量だけ遅角した位置となるよう、位相センサおよび異極磁性部 3 4 を配置すれば、エンジン回転を開始してから直ぐに内燃機関制御用信号が出力

されるようになるので、内燃機関制御用信号に基づく絶対回転位置の算出を迅速にでき、絶対回転位置の把握に要する時間短縮を促進できる、といった利点もある。

[0096] (第7実施形態)

図12および図13に示す本実施形態では、図4(a)、図4(b)に示す異極磁性部34を非磁性部(空隙34k)に置き換えて変形させたものである。すなわち、所定のマグネット32S(A)のうち、異極磁性部34に着磁されていた部分を切り欠いて空隙34kを形成している。なお、図13は、ハウジング31(図1参照)の内周面に隣接配置された状態のマグネット32N、32Sを示す斜視図である。図13に示すように、空隙34kはロータ30の回転径方向に貫通した形状である。

[0097] そして、図12に示すように、空隙34kの回転軌道34a上にU相センサSUが位置し、V相センサSVおよびW相センサSWについては回転軌道34aから外れた位置にある。したがって、各々のセンサから出力されるUVW相信号、内燃機関制御用信号ESおよび組合せ情報NNUMは、図5と同じになる。

[0098] なお、空隙34kを形成した本実施形態において、3つのセンサSU~SWのうち2つのセンサを回転軌道34a上に配置してもよく、例えばU相センサSUおよびV相センサSVをこの場合には、内燃機関制御用信号ESおよび組合せ情報NNUMは図7と同じになる。また、本実施形態において、3つのUVW相センサSU~SW全てを回転軌道34a上に配置してもよく、この場合には、内燃機関制御用信号ESおよび組合せ情報NNUMは図8と同じになる。また、本実施形態において、3つのUVW相センサSU~SWを図9の如く分散配置した場合には、内燃機関制御用信号ESおよび組合せ情報NNUMは図10と同じになる。

[0099] 以上により、空隙34kを形成した本実施形態においても内燃機関制御用信号ESおよび組合せ情報NNUMは上記各実施形態と同じになるため、上記各実施形態と同様の効果が発揮される。しかも、異極磁性部34を非磁性

部（空隙 34 k）に置き換えることにより、以下に説明する磁気短絡量軽減の効果も発揮される。

[0100] 図 14（a）は、第 1 実施形態にかかるロータ 30 およびステータ 40 を示す図であり、所定のマグネット 32 S（A）に異極磁性部 34 が形成されている。一方、図 14（b）は、本実施形態にかかるロータ 30 およびステータ 40 を示す図であり、所定のマグネット 32 S（A）に空隙 34 k が形成されている。（a）（b）いずれにおいても、所定のマグネット 32 S（A）に対向するティース部 41 から、隣接マグネット 32 N（B）（C）へと繋がる磁束 J1 が発生し、この磁束 J1 がモータ駆動力または発電力を生じさせる。ちなみに、ハウジング 31 のうち S 極マグネット 32 S に対向する部分は N 極となり、N 極マグネット 32 N に対向する部分は S 極となる。

[0101] しかしながら、異極磁性部 34 を備える図 14（a）の場合、この磁束 J1 とは別に、異極磁性部 34 からティース部 41 を通じてマグネット 32 S（A）へと繋がる磁束 J2 が発生して磁気短絡が生じる。これに対し、異極磁性部 34 を廃止した図 14（b）の場合、ハウジング 31 からティース部 41 を通じてマグネット 32 S（A）へと繋がる磁束 J3 が発生して磁気短絡が生じるものの、この磁束 J3 の短絡経路は、磁束 J2 の短絡経路に比べて長い。そのため、磁気短絡量が軽減され、異極部 34、34 k を形成することによるモータ駆動力および発電力の低下を軽減できる。

[0102] （第 8 実施形態）

図 17 に示すように、複数のマグネット 32 S、32 N のうち所定のマグネット 32 S（図 17 の例では S 極マグネット 32 S）の一部には、以下に説明する異極磁性部 34 が形成されている。すなわち、図 17 の斜線に示す部分だけは、S 極マグネット 32 S とは異なる極性（N 極）に着磁されている。この異極磁性部 34 は、所定のマグネット 32 S のうちロータ回転軸方向（図 17 の上下方向）の一端部分に形成されるとともに、回転方向（図 17 の左右方向）の全体に亘って存在するように形成されている。

[0103] V 相センサ SV および W 相センサ SW はロータ回転軸方向（図 17 の上下

方向)において同じ位置に配置されているのに対し、U相センサS_Uは、V相センサS_VおよびW相センサS_Wとは回転軸方向において異なる位置に配置されている。これにより、異極磁性部34の回転軌道34a上にU相センサS_Uが位置し、V相センサS_VおよびW相センサS_Wについては回転軌道34aから外れた位置となるようにする。

[0104] 本実施形態では、センサS_U～S_WがN極を検出した時にはロー信号（二進数「0」）を出力し、S極を検出した時にはハイ信号（二進数「1」）を出力するよう設定してある。そして、マグネット32S、32Nは12個（12極）であるため、U相信号、V相信号、W相信号の各々は、ロータ30が30度回転する毎にローとハイが切り替わる（図18参照）。したがって、UVW相の各々の電気角360°は、クランク軸14の回転角度（機械角）60°に相当する。但し、U相信号については異極磁性部34の検出時にもローに切り替わる。また、ロータ30が10度回転する毎に、UVW相センサS_U～S_Wのいずれかにおいてローとハイが切り替わることとなる。

[0105] ちなみに、図17の如く、N極マグネット32NとS極マグネット32Sの間に極性を有しない部材32aが介在している場合において、この部材32aがセンサS_U～S_Wに対向して極性を検出できない時には、ロー信号およびハイ信号のうち予め設定しておいた信号（例えばロー信号）であるとみなして処理すればよい。

[0106] なお、前記部材32aが存在しないよう、N極マグネット32NとS極マグネット32Sを隣接させたロータ30を採用してもよいことは勿論である。また、1つのマグネット片をN極とS極に着磁することで、複数のN極マグネット32NおよびS極マグネット32Sを1つのマグネット片から形成したロータを採用してもよい。なお、この場合のロータでは、複数（例えば4つ）のマグネット片を用いて構成してもよいし、1つのマグネット片を用いて構成してもよい。

[0107] 図18は、上段から順に、クランク角、組合せ情報N_{NUM}、UVW相信号の二進数表記、UVW相信号、点火信号、噴射信号、エンジン行程を示す

タイムチャートである。組合せ情報NNUMとは、同時期に出力されるU相信号、V相信号およびW相信号の組合せを表した仮想信号であり、本実施形態では、UVW相信号の二進数表記を組み合わせで算出した十進数の数値としている。

[0108] 具体的には、二進数表記の1桁目をU相信号の2進数、2桁目をV相信号の2進数、3桁目をW相信号の2進数で表した3桁の二進数を、十進数に変換した数値が組合せ情報NNUMである。この数値NNUMはECU13により算出される。例えば、最左欄に示すようにUVW相信号が各々「1」「0」「1」であれば、NNUMは「5」となる。

[0109] 図中の符号ESは、異極磁性部34を検出したことによりロー信号となった部分を示しており、当該部分の信号が「内燃機関制御用信号」に相当し、符号ES以外の部分の信号は「モータ制御用信号」に相当する。この内燃機関制御用信号ESが現れる部分を除けば、NNUMの値は5→1→3→2→6→4の順に繰り返しローテーションして変化する。ちなみに、本実施形態に反して異極磁性部34が形成されていなければ、図中の点線に示すように符号ESの部分はハイ信号となる。

[0110] 図中の符号ta, tb, tcに示すように、内燃機関制御用信号ESを検出している期間中のNNUM値は「4」→「0」→「2」と推移するが、ES検出時以外では、NNUM値が「0」になることはない。したがって、符号tbにかかるNNUM値「0」を検出した時点でのクランク角を基準として、ECU13はクランク軸14の絶対回転位置を算出できる。そして、絶対回転位置を把握できれば、各々のUVW相信号の立ち上りまたは立ち下りのタイミング（つまりNNUMの更新タイミング）と、4サイクルエンジンの1回転分の位置関係を特定できる。

[0111] 例えば、NNUM値「0」が現れた後、NNUM値「1」が2回目に現れたtd時点が、エンジンのピストンが下死点BDCに達した時期であると特定できる。なお、吸気圧センサ16の値を参照すれば、前記下死点BDC時期が排気行程および圧縮行程のいずれであるかを判別（行程判別）できる。

これにより、絶対回転位置を基準として、NNUMの更新タイミングに基づき燃料噴射時期や点火時期を目標時期とするように制御できる。

[0112] なお、NNUM値が「4」である場合において、前回のNNUM値が「4」であれば、符号 t_a に示す機関制御用信号ESによるものであると特定できる。一方、前回のNNUM値が「6」であれば、符号 t_{f1} に示すモータ制御信号によるものであると特定できる。なお、ACGスタータ20が逆転している場合には、前回NNUM値が「0」であれば機関制御用信号ES、「5」であればモータ制御信号によるものであると特定できる。そして、これらの特定結果と、機関制御用信号ESの出現タイミングに基づき、絶対回転位置を算出する。

[0113] さらにECU13は、現時点でのNNUM値に基づき次回のNNUM値を特定し（特定手段）、その特定した次回NNUM値に基づきU相コイルCU、V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電制御内容を決定する。例えば、今回NNUM値が「3」であれば、前記ローテーションに基づき次回NNUM値は「2」とであると特定できる。つまり、U相コイルCUが巻き回されたティース部41は、S極マグネット32Sの対向位置（ハイ）からN極マグネット32Nの対向位置（ロー）へと移り変わるタイミングにあると言える。そのため、U相コイルCUへの通電オンオフ状態を切り替えるタイミングにあると言える。

[0114] このように、U相コイルCUへの通電は、U相信号の立ち上りを示すNNUM値「4」、または立ち下がりを示すNNUM値「3」が検出されたか否かに基づきECU13が制御する。同様にして、V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電もNNUM値に基づき制御する。なお、NNUM値「0」については、モータ駆動用コイルCU、CV、CWと対向している「1」でUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施すればよい。また、符号 t_a に示すNNUM値「4」については「5」とであるとみなし、符号 t_c に示すNNUM値「2」については「3」とであるとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。

[0115] さらにECU13は、NNUM値の履歴に基づき、ACGスタータ20が逆転しているか否かを検知する。例えば、正転していれば上述の如くNNUM値は5→1→3→2→6→4の順に変化する筈である。一方、逆転していればNNUM値は4→6→2→3→1→5の順に変化する筈である。

[0116] ところで、ACGスタータ20によりエンジンを始動させるにあたり、エンジンのピストンが圧縮行程のTDC直前位置から始動させようとする、ACGスタータ20に要する駆動トルクが圧縮分だけ大きくなるので、エンジンの始動性悪化が懸念される。そこで、エンジン始動開始前に、クランク軸14を逆転させて始動性が良好となるピストン位置に設定しておく、といったスイングバック制御を実施する場合がある。このように、ACGスタータ20を逆転駆動させたい場合があるが、この場合には、例えば今回NNUM値が4であれば、次回NNUM値は6であると特定し、その特定値に応じてUVW相コイルCU～CWへの通電タイミングを制御すればよい。

[0117] 本実施形態では、図6のステップS10において、先述の5(4)→1(0)→3(2)→2→6→4といった正転時ローテーションに基づき、例えば今回NNUM値が「5」であれば次回NNUM値は「1」とであると算出する。なお、今回NNUM値が「0」であれば次回NNUM値は「3」とであると算出する。また、前回NNUM値が「4」かつ今回NNUM値が「4」であれば次回NNUM値は「1」とであると算出する。また、前回NNUM値が「0」かつ今回NNUM値が「2」であれば次回NNUM値は「2」とであると算出する。

[0118] 以上詳述した本実施形態によれば、第1実施形態の(1)，(2)，(7)，(8)，(9)，(10)の効果が得られるようになる。

[0119] (第9実施形態)

上記第1実施形態では、3つのUVW相センサSU～SWのうち、U相センサSUのみを異極磁性部34の回転軌道34a上に配置しているのに対し、本実施形態では、U相センサSUおよびV相センサSVを回転軌道34a上に配置している。その結果、V相信号についても、U相信号と同様にして

内燃機関制御用信号ESが含まれることとなる（図19参照）。

[0120] ここで、上記第8実施形態では、NNUM値が「0」であれば、U相センサSUから内燃機関制御用信号ESが出力されていることを特定できる。しかし、図19に示す本実施形態では、NNUM値が「0」である場合に（符号tf, tg, th参照）、U相センサSUおよびV相センサSVのいずれから内燃機関制御用信号ESが出力されているかを特定することができないため、絶対回転位置を算出できないことが懸念される。

[0121] そこで本実施形態では、組合せ情報NNUMの履歴を表した履歴情報に基づいて、いずれの内燃機関制御用信号ESであるかを特定して絶対回転位置を算出する。なお、本実施形態での履歴情報とは、2つの連続したNNUM値のことであるが、3つ以上の連続したNNUM値を履歴情報としてもよい。

[0122] 具体的には、NNUM値が「0」である場合において、前回のNNUM値が「6→4→4」であればU相センサSUから出力された内燃機関制御用信号ESであると特定できる。なお、ACGスタータ20が逆転している場合には、前回NNUM値が「5→4→4」であればV相センサSVから出力された内燃機関制御用信号ESであると特定できる。そして、これらの特定結果と、内燃機関制御用信号ESの出現タイミングに基づき、絶対回転位置を算出する。

[0123] 次に、UVW相コイルCU～CWへの通電制御について説明する。上述の手法により絶対回転位置を算出した後には、内燃機関制御用信号ESにより「4→0→0→0→4」と変化するNNUM値を、「5→1→3→2→6」と変化しているとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施すれば、ティース部41のコイルCU, CV, CWと磁極位相が一致し、モータを回転駆動させることができる。

[0124] 一方、絶対回転位置が算出される前の停止時においては、NNUM値が「0」である場合において、符号tf, tg, thのいずれに該当する「0」であるかを特定できない。よって、次回NNUM値を「3」「2」「6」の

いずれであるとみなして通電制御すれば良いかを特定できない。そこで本実施形態では、「3」「2」「6」のうちの任意値（例えば「3」）が次回NNUM値であるとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。

[0125] そして、所定時間が経過してもACGスタータ20が回転を開始せずにNNUM値が変化しない場合には、次回NNUM値は前記任意値「3」ではなく他の値「2」「6」であったことになる。そこで次は、「2」「6」のうちの任意値（例えば「2」）が次回NNUM値であるとみなして通電制御する。

[0126] その結果、さらに所定時間が経過してもACGスタータ20が回転を開始せずにNNUM値が変化しない場合には、前記次回NNUM値は任意値「2」ではなく残りの値「6」であったとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。なお、実際のNNUM値が「0」から期待値と異なる値になった場合には、その実際のNNUM値に基づいて駆動を実施する。

[0127] しかし、全ての候補「3」「2」「6」について3→2→6の順に試行する最中に、ロータ30が僅かに回転して位相がずれる場合がある。例えば、実際にはtgにある時に、tfにあるとみなして「3」で通電制御した結果、回転してthの位相になる場合がある。この場合、正常にモータ駆動しなかったので次にtgにあるとみなして「2」で通電制御することとなる。すると今度は、回転してtgの位相になる場合がある。この場合、正常にモータ駆動しなかったので次にthにあるとみなして「6」で通電制御することとなる。したがって、このように位相ずれが生じると、全ての候補「3」「2」「6」について通電制御しても、正常にモータ駆動しなくなる。

[0128] この点を鑑みた本実施形態では、複数の候補「3」「2」「6」の全てについて通電制御を実施したにも拘わらず、正常にモータ駆動できなかった場合には、前記順番とは異なる順番（例えば2→3→6の順）で通電制御を実施する。これにより、先述した位相ずれが生じない順番で試行する機会が与えられるようになるので、正常にモータ駆動できるようになる。なお、実際

のNNUM値が「0」から期待値と異なる値になった場合には、その実際のNNUM値に基づいて駆動を実施する。

[0129] 以上詳述した本実施形態によれば、上記第8実施形態と同様の効果が得られるとともに、以下の効果が得られるようになる。すなわち、上記第8実施形態では、クランク軸14が1回転する間に内燃機関制御用信号ESが1回出現するのに対し、本実施形態によれば2回出現する。そのため、ACGスタータ20の駆動を開始してから、クランク軸14が1回転することを待たずして内燃機関制御用信号ESが出現することとなるので、内燃機関制御用信号ESに基づき絶対回転位置を算出するのに要する時間を短縮できる。よって、インジェクタ10及び点火装置11の駆動開始を迅速にできる。また、これにより、エンジンによる駆動トルクが早期に発生し、要求されるモータ駆動トルクを低減させることができるので、ACGスタータ20の小型化を図ることができる。

[0130] また、本実施形態では、異極磁性部34の回転軌道34a上に複数のセンサを配置することに起因して、内燃機関制御用信号ESを検出した時のNNUM値「0」が、いずれのセンサによる内燃機関制御用信号ESを組み合わせたものであるかを特定できなくなる。これに対し、本実施形態では、NNUM値の履歴に基づき前記特定を行うので、絶対回転位置の把握を可能にできる。

[0131] さらに、本実施形態では、絶対回転位置を算出が未だ完了していない回転駆動期間における通電制御（モータ駆動制御）に関し、次回NNUM値の候補「3」「2」「6」を順に試行して通電制御するので、前記回転駆動期間であってもモータ駆動制御が可能となる。さらに、全ての候補について通電制御を実施したにも拘わらず、正常にモータ駆動できなかった場合には、前回の順番とは異なる順番で再度通電制御を実施するので、確実にモータ駆動できるようになる。

[0132] （第10実施形態）

上記第9実施形態では、3つのUVW相センサSU～SWのうち、U相セ

ンサS UおよびV相センサS Vを異極磁性部3 4の回転軌道3 4 a上に配置しているのに対し、本実施形態では、3つのUVW相センサS U～S W全てを回転軌道3 4 a上に配置している。その結果、W相信号についても、U相信号およびV相信号と同様にして内燃機関制御用信号E Sが含まれることとなる（図20参照）。

[0133] 図20に示す本実施形態においては、内燃機関制御用信号E Sが現れる部分を除けば、NNUMの値は5→1→3→2→6→4の順に繰り返しローテーションして変化する。一方、内燃機関制御用信号E Sが現れる部分のNNUM値については、符号t j～t pに示すように4（5）→0（1）→0（3）→0（2）→0（6）→0（4）→1（5）の順に変化する（カッコ内の数値はE Sが現れない場合のNNUM値を示し、モータ駆動用の信号番号となる）。

[0134] したがって、絶対回転位置が算出される前の停止時においては、NNUM値が「0」である場合において、符号t k，t l，t m，t n，t oのいずれに該当する「0」であるかを特定できない。よって、次回NNUM値を「3」「2」「6」「4」「5」のいずれであるとみなして通電制御すれば良いかを特定できない。

[0135] そこで本実施形態では、上記第2実施形態と同様にして、「3」～「5」のうちの任意値（例えば「3」）が次回NNUM値であるとみなしてUVW相コイルC U～C Wへの通電制御を実施する。そして、正常にモータ駆動するまで、任意値を順番（例えば3→2→6→4→5）に変更して試行する。そして、全ての候補「3」～「5」について通電制御を実施したにも拘わらず正常にモータ駆動できなかった場合には、前記順番とは異なる順番（例えば2→3→5→4→6の順）で通電制御を実施する。なお、実際のNNUM値が「0」から期待値と異なる値になった場合には、その実際のNNUM値に基づいて駆動を再度実施する。

[0136] 次に、UVW相コイルC U～C Wへの通電制御について説明する。上述の手法により絶対回転位置を算出した後には、内燃機関制御用信号E Sにより

「 $4 \rightarrow 0 \rightarrow 0 \rightarrow 0 \rightarrow 0 \rightarrow 0 \rightarrow 1$ 」と変化するNNUM値を、ティース巻線が対向しているNNUM値、つまり「 $5 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 6 \rightarrow 4 \rightarrow 5$ 」と変化しているとみなして、UVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施すればよい。

[0137] 以上詳述した本実施形態によれば、クランク軸14が1回転する間に内燃機関制御用信号ESが3回出現する。そのため、ACGスタータ20の駆動を開始してから、内燃機関制御用信号ESが出現するまでに要する時間を、上記第9実施形態に比べてさらに短縮することができる。よって、内燃機関制御用信号ESに基づき絶対回転位置を算出するのに要する時間を短縮でき、インジェクタ10及び点火装置11の駆動開始迅速化を促進できる。

[0138] (第11実施形態)

上記第10実施形態では、3つのUVW相センサSU～SWを、複数のティース部41の間隙41aのうち隣り合う間隙41aに順番に配置している。これに対し本実施形態では、図9に示すように、3つのUVW相センサSU～SWを隣り合う間隙41aに配置することに替え、分散して配置している。図9の例では、U相センサSUとV相センサSVとの間の角度、およびV相センサSVとW相センサSWとの間の角度が 140° となるように分散配置している。

[0139] したがって、上記第10実施形態では、クランク軸14が 20° 回転する毎に内燃機関制御用信号ESが現れるのに対し、図21に示す本実施形態では、クランク軸14が 140° 回転する毎に内燃機関制御用信号ESが現れる。

[0140] 図21に示す本実施形態においては、内燃機関制御用信号ESが現れる部分を除けば、NNUMの値は $5 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 6 \rightarrow 4$ の順に繰り返しローテーションして変化する。一方、内燃機関制御用信号ESがU相センサSUにより現れる部分のNNUM値については、符号ta～tcに示すように $4(5) \rightarrow 0(1) \rightarrow 2(3)$ の順に変化する(カッコ内の数値はESが現れない場合のNNUM値)。また、V相センサSVによる部分については符号t

q ~ t s に示すように 1 (3) → 0 (2) → 4 (6) の順に変化し、W相センサ S W による部分については符号 t t ~ t v に示すように 2 (6) → 0 (4) → 1 (1) の順に変化する。

[0141] したがって、絶対回転位置が算出される前の停止時においては、N N U M 値が「0」である場合において、次回 N N U M 値を「3」「6」「5」のいずれであるとみなして通電制御すれば良いかを特定できないので、上記第9実施形態と同様に、**「3」～「5」のうちの任意値を、正常にモータ駆動するまで順番に変更して試行する。そして、全ての候補「3」～「5」について通電制御を実施したにも拘わらず正常にモータ駆動できなかった場合には、前記順番とは異なる順番で通電制御を再度実施する。**

[0142] また、停止時に N N U M 値が「1」である場合において、次回 N N U M 値を「3」「1」「2」のいずれで通電制御すれば良いかを特定できないので、**「3」～「2」のうちの任意値を、正常にモータ駆動するまで順番に変更して試行する。そして、全ての候補「3」～「2」について通電制御を実施したにも拘わらず正常にモータ駆動できなかった場合には、前記順番とは異なる順番で通電制御を再度実施する。**

[0143] 同様に、停止時に N N U M 値が「2」であれば次回 N N U M 値を「6」「2」「4」のいずれで通電制御すれば良いかを特定できないので、正常にモータ駆動するまで順番に変更して試行し、さらには異なる順番で試行する。また、停止時に N N U M 値が「4」であれば次回 N N U M 値を「5」「1」「4」のいずれで通電制御すれば良いかを特定できないので、正常にモータ駆動するまで順番に変更して試行し、さらには異なる順番で試行する。

[0144] 次に、U V W 相コイル C U ~ C W への通電制御について説明する。上述の手法により絶対回転位置を算出した後には、内燃機関制御用信号 E S により「4 → 0 → 2」「1 → 0 → 4」「2 → 0 → 1」と変化する N N U M 値を、「5 → 1 → 3」「3 → 2 → 6」「6 → 4 → 1」と変化しているとみなして U V W 相コイル C U ~ C W への通電制御を実施すればよい。

[0145] 以上詳述した本実施形態によれば、3つの U V W 相センサ S U ~ S W を分

散配置するので、内燃機関制御用信号 E S が現れる時間間隔を短くできる。そのため、A C G スタータ 2 0 の駆動を開始してから、内燃機関制御用信号 E S が出現するまでに要する時間を、上記第 1 0 実施形態に比べてさらに短縮することができる。よって、内燃機関制御用信号 E S に基づき絶対回転位置を算出するのに要する時間を短縮でき、インジェクタ 1 0 及び点火装置 1 1 の駆動開始迅速化を促進できる。

[0146] なお、U V W 相センサ S U ～ S W のうち 2 つのセンサを異極磁性部 3 4 の回転軌道 3 4 a 上に配置した場合においても、本実施形態にかかる「分散配置」を適用して、絶対回転位置を算出するのに要する時間の短縮を図るようにしてもよい。

[0147] (第 1 2 実施形態)

本実施形態の構成を図 2 2 に示す。

[0148] 図 2, 2 3 に示すように、ステータ 4 0 は、先述した U 相コイル C U、V 相コイル C V、W 相コイル C W コイル、U V W 相センサ S U ～ S W およびクランク回転位置センサ S E と、これらのコイルが巻き回されるティース部 4 1 が形成された鉄心 4 2 とを備える。ティース部 4 1 は回転方向に複数並べて配置されており、各々のティース部 4 1 には、U 相コイル C U、V 相コイル C V および W 相コイル C W コイルが順番に巻き回されている。図 2 3 の例では、1 8 個のティース部 4 1 を並べている。

[0149] U V W 相センサ S U ～ S W およびクランク回転位置センサ S E は、ステータ 4 0 の外周面上に取り付けられることで、N 極マグネット 3 2 N および S 極マグネット 3 2 S と対向する位置にある。これにより、ロータ 3 0 が回転することに伴い生じる N 極マグネット 3 2 N および S 極マグネット 3 2 S による磁性の変化を検出する。なお、U V W 相センサ S U ～ S W およびクランク回転位置センサ S E にはホール I C が採用されている。そのため、ロータ 3 0 が回転していない時であっても、対向するマグネットの極性に応じた検出信号を出力することができる。

[0150] U V W 相センサ S U ～ S W およびクランク回転位置センサ S E は、ロータ

回転方向においてそれぞれ異なる位置に取り付けられている。具体的には、複数のティース部41の間隙41aのうち各々が異なる間隙41aに配置されており、図24の例では、複数の間隙41aのうち隣り合う間隙に、クランク回転位置センサSE、U相センサSU、V相センサSV、W相センサSWを順番に配置している。そのため、UVW相センサSU～SWおよびクランク回転位置センサSEの各々は機械角20度分だけずれている。

[0151] 図24に示すように、複数のマグネット32S、32Nのうち所定のマグネット（図24の例ではS極マグネット32S）の一部には、以下に説明する異極磁性部34が形成されている。すなわち、図24の斜線に示す部分だけは、S極マグネット32Sとは異なる極性（N極）に着磁されている。この異極磁性部34は、所定のマグネット32Sのうちロータ回転軸方向（図24の上下方向）の一端部分に形成されるとともに、回転方向（図24の左右方向）の全体に亘って存在するように形成されている。

[0152] クランク回転位置センサSEおよびU相センサSUは、異極磁性部34の回転軌道34a上に配置されている。これに対し、V相センサSVおよびW相センサSWは回転軌道34aから外れた位置となるようにする。

[0153] 本実施形態では、UVW相センサSU～SWおよびクランク回転位置センサSEがN極を検出した時にはロー信号（二進数「0」）を出力し、S極を検出した時にはハイ信号（二進数「1」）を出力するよう設定してある。そして、マグネット32S、32Nは12個（12極）であるため、クランク角信号、U相信号、V相信号、W相信号の各々は、ロータ30が30度回転する毎にローとハイが切り替わる（図25参照）。したがって、UVW相の各々の電気角360°は、クランク軸14の回転角度（機械角）60°に相当する。但し、クランク角信号およびU相信号については異極磁性部34の検出時にもローに切り替わる。また、ロータ30が10度回転する毎に、UVW相センサSU～SWおよびクランク回転位置センサSEのいずれかにおいてローとハイが切り替わることとなる。

[0154] ちなみに、図24の如く、N極マグネット32NとS極マグネット32S

の間に極性を有しない部材 3 2 a が介在している場合において、この部材 3 2 a が U V W 相センサ S U ~ S W およびクランク回転位置センサ S E に対向して極性を検出できない時には、ロー信号およびハイ信号のうち予め設定しておいた信号（例えばロー信号）であるとみなして処理すればよい。

[0155] なお、前記部材 3 2 a が存在しないよう、N 極マグネット 3 2 N と S 極マグネット 3 2 S を隣接させたロータ 3 0 を採用してもよいことは勿論である。また、1 つのマグネット片を N 極と S 極に着磁することで、複数の N 極マグネット 3 2 N および S 極マグネット 3 2 S を 1 つのマグネット片から形成したロータを採用してもよい。なお、この場合のロータでは、複数（例えば 4 つ）のマグネット片を用いて構成してもよいし、1 つのマグネット片を用いて構成してもよい。

[0156] 図 2 5 は、上段から順に、クランク角、組合せ情報 N N U M、クランク角信号および U V W 相信号の二進数表記、クランク回転位置センサ S E によるクランク角信号、U V W 相信号、点火信号、噴射信号、エンジン行程を示すタイムチャートである。組合せ情報 N N U M とは、同時期に出力されるクランク角信号、U 相信号、V 相信号および W 相信号の組合せを表した仮想信号であり、本実施形態では、クランク角信号および U V W 相信号の二進数表記を組み合わせで算出した十進数の数値としている。

[0157] 具体的には、二進数表記の 1 桁目をクランク角信号の 2 進数、二進数表記の 2 桁目を U 相信号の 2 進数、3 桁目を V 相信号の 2 進数、4 桁目を W 相信号の 2 進数で表した 4 桁の二進数を、十進数に変換した数値が組合せ情報 N N U M である。この数値 N N U M は E C U 1 3 により算出される。例えば、最左欄に示すようにクランク角信号および U V W 相信号が各々「1」「1」「0」「1」であれば、N N U M は「11」となる。

[0158] 図中の符号 E S は、異極磁性部 3 4 を検出したことによりロー信号となった部分を示しており、当該部分の信号が「内燃機関制御用信号」に相当し、U 相信号のうち符号 E S 以外の部分の信号は「モータ制御用信号」に相当する。この内燃機関制御用信号 E S が現れる部分を除けば、N N U M の値は 1

1 → 2 → 6 → 4 → 1 3 → 9 の順に繰り返しローテーションして変化する。ちなみに、本実施形態に反して異極磁性部 3 4 が形成されていなければ、図中の点線に示すように符号 E S の部分はハイ信号となる。

[0159] 図中の符号 a, b, c に示すように、内燃機関制御用信号 E S を検出している期間中の N N U M 値は「1 2」→「8」→「1 0」と推移するが、E S 検出時以外では、N N U M 値が「8」になることはない。また、図中の符号 j, k, l に示すように、内燃機関制御用信号 E S を検出している期間中の N N U M 値は「5」→「1」→「3」と推移するが、E S 検出時以外では、N N U M 値が「1」になることはない。他にも、例えば符号 a, c にかかる「1 2」「1 0」等は E S 検出時にしか現れない。

[0160] したがって、符号 b にかかる N N U M 値「8」や符号 k, a, c にかかる「1」「1 2」「1 0」等を検出した時点でのクランク角を基準として、E C U 1 3 はクランク軸 1 4 の絶対回転位置を算出できる。そして、絶対回転位置を把握できれば、各々のセンサ出力信号の立ち上りまたは立ち下りのタイミング（つまり N N U M の更新タイミング）と、4 サイクルエンジンの 1 回転分の位置関係を特定できる。要するに、現時点での N N U M 値に基づき絶対回転位置を算出する。

[0161] 例えば、N N U M 値「8」が現れた後、N N U M 値「2」が 2 回目に現れた g 時点が、エンジンのピストンが下死点 B D C に達した時期であると特定できる。なお、吸気圧センサ 1 6 の値を参照すれば、前記下死点 B D C 時期が排気行程および圧縮行程のいずれであるかを判別（行程判別）できる。これにより、絶対回転位置を基準として、N N U M の更新タイミングに基づき燃料噴射時期や点火時期を目標時期とするように制御できる。

[0162] なお、N N U M 値が「0」である場合において、前回の N N U M 値が「9」であれば、符号 e に示す機関制御用信号 E S によるものであると特定できる。一方、前回の N N U M 値が「2」であれば、符号 h に示す機関制御用信号 E S によるものであると特定できる。なお、A C G スタータ 2 0 が逆転している場合には、前回 N N U M 値が「4」であれば符号 e にかかる信号 E S

、「6」であれば符号hにかかる信号ESであると特定できる。そして、これらの特定結果と、機関制御用信号ESの出現タイミングに基づき、絶対回転位置を算出する。要するに、NNUM値の履歴に基づき絶対回転位置を算出する。

[0163] さらにECU13は、現時点でのNNUM値に基づき次回のNNUM値を特定し（特定手段）、その特定した次回NNUM値に基づきU相コイルCU、V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電制御内容を決定する。例えば、今回NNUM値が「6」であれば、前記ローテーションに基づき次回NNUM値は「4」とであると特定できる。つまり、U相コイルCUが巻き回されたティース部41は、S極マグネット32Sの対向位置（ハイ）からN極マグネット32Nの対向位置（ロー）へと移り変わるタイミングにあると言える。そのため、U相コイルCUへの通電オンオフ状態を切り替えるタイミングにあると言える。

[0164] このように、U相コイルCUへの通電は、U相信号の立ち上りを示すNNUM値「9」、または立ち下がりを示すNNUM値「6」が検出されたか否かに基づきECU13が制御する。同様に、V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電もNNUM値に基づき制御する。

[0165] なお、符号a, b, cにかかるNNUM値「12」「8」「10」については、「13」「9」「11」とみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施すれば、ティース部41のコイルCU, CV, CWと磁極位相が一致し、モータを回転駆動させることができる。同様に、符号d, e, fにかかるNNUM値「9」「0」「4」については「11」「2」「6」とみなし、符号g, h, iにかかるNNUM値「2」「0」「9」については「6」「4」「13」とみなし、符号j, k, lにかかるNNUM値「5」「1」「3」については「13」「9」「11」とみなして通電制御する。

[0166] 一方、絶対回転位置が算出される前の停止時においては、例えばNNUM値が「0」である場合において、次回NNUM値が「4」および「9」のいずれであるかを特定できない。そこで本実施形態では、「4」「9」のうち

の任意値（例えば「4」）が次回NNUM値であるとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。そして、所定時間が経過してもACGスタータ20が回転を開始せずにNNUM値が変化しない場合には、次回NNUM値は前記任意値「4」ではなく他の値「9」であったとみなしてUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。なお、実際のNNUM値が「0」から期待値と異なる値になった場合には、その実際のNNUM値に基づいて駆動を実施する。

[0167] さらにECU13は、NNUM値の履歴に基づき、ACGスタータ20が逆転しているか否かを検知する。例えば、正転していれば上述の如くNNUM値は11→2→6→4→13→9の順に変化する筈である。一方、逆転していればNNUM値は9→13→4→6→2→11の順に変化する筈である。

[0168] ところで、ACGスタータ20によりエンジンを始動させるにあたり、エンジンのピストンが圧縮行程のTDC直前位置から始動させようとする、ACGスタータ20に要する駆動トルクが圧縮分だけ大きくなるので、エンジンの始動性悪化が懸念される。そこで、エンジン始動開始前に、クランク軸14を逆転させて始動性が良好となるピストン位置に設定しておく、といったスイングバック制御を実施する場合がある。このように、ACGスタータ20を逆転駆動させたい場合があるが、この場合には、例えば今回NNUM値が9であれば、次回NNUM値は13であると特定し、その特定値に応じてUVW相コイルCU～CWへの通電タイミングを制御すればよい。

[0169] 図6は、ECU13に備えられたマイコン13a（図22参照）が、上述の如くUVW相コイルCU～CWに対する通電制御を実施する処理の手順を示すフローチャートである。当該処理は、所定周期（例えば先述のマイコン13aのCPUが行う演算周期、又は所定のクランク角度毎）で繰り返し実行される。或いは、回転停止時には前記所定周期で実行する一方で、回転時には以下に説明するエッジ検知が為される毎に実行してもよい。すなわち、図22に示すマイコン13aは、各センサSU～SWから出力されて

入力処理された信号（図25に示すUVW相信号）に対し、その信号が変化するタイミングを捕捉するキャプチャー機能を有している。要するに、UVW相信号の立上りおよび立下りのタイミング（エッジ検知タイミング）を検知する。そして、このエッジ検知がなされる毎に図6の処理を実行する。

[0170] 先ず、図6に示すステップS10において、本実施形態では、クランク角信号、U相信号、V相信号およびW相信号の各々を、UVW相センサSU～SWから取得する。続くステップS20（組合せ情報生成手段）では、クランク角信号およびUVW相信号に基づき、これらの信号の組合せを表した組合せ情報NNUMを算出する。続くステップS30では、NNUM値に基づき、次回のNNUM値を算出する。

[0171] 具体的には、先述の11→2→6→4→13→9といった正転時ローテーションに基づき、例えば今回NNUM値が「11」であれば次回NNUM値は「2」とであると算出する。なお、今回NNUM値が、現時点でのNNUM値で特定できる値、すなわち、先述した符号b, k, a, cにかかる「8」「1」「12」「10」であれば、次回NNUM値は各々「11」「11」「9」「2」とであると算出する。

[0172] 続くステップS40では、ステップS30で算出した次回NNUM値に基づき、UVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。これによりACGスタータ20は所定の回転方向でモータ駆動する。

[0173] 例えば、U相コイルCUへの通電制御について説明すると、次回NNUM値が「11」または「4」である場合には、次回NNUM値を構成するU相信号の値は、今回NNUM値を構成するU相信号の値から変化することを意味する。よって、次回NNUM値が「11」または「4」とであると特定した時点で、U相コイルCUへの通電制御内容をオンからオフ、或いはオフからオンに切り替える。

[0174] V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電制御についても同様にして、次回NNUM値が「9」または「2」とであると特定した時点でV相コイルCVへの通電制御内容を切り替え、次回NNUM値が「13」または「2」

であると特定した時点でW相コイルCWへの通電制御内容を切り替える。

[0175] 続くステップS50では、先述したようにNNUM値「8」が現れてクランク軸14の絶対回転位置の検知が為されているか否かを判定する。検知済みであれば(S50: YES)、次のステップS60に進み、検知した絶対回転位置およびUVW相信号(またはNNUM値)に基づき、燃料噴射時期および点火時期が目標時期となるよう、インジェクタ10および点火装置11の作動を制御する。但し、絶対回転位置の検知が為されていないならば(S50: NO)、インジェクタ10および点火装置11を作動させることなく待機する。

[0176] 図25の例では、ts1時点で点火装置11の駆動を開始し、ts2時点で点火させている。また、tf1の時点でインジェクタ10による燃料噴射を開始し、tf2の時点で噴射を終了させている。そして、内燃機関制御用信号ESが現れた時のクランク角(絶対回転位置)を基準とし、内燃機関制御用信号ESが吸入行程で出現した後、U相信号の5回目の立上りタイミング(または5回目のNNUM値「11」出現タイミング)をts1時点とし、W相信号の6回目の立下りタイミング(または6回目のNNUM値「2」出現タイミング)をts2時点として点火制御する。

[0177] また、内燃機関制御用信号ESが爆発行程で出現した後、V相信号の3回目の立下りタイミング(または3回目のNNUM値「9」出現タイミング)をtf1時点とし、V相信号の5回目の立上りタイミング(または5回目のNNUM値「6」出現タイミング)をtf2時点として燃料噴射制御する。

[0178] なお、吸気圧センサ16の検出値に基づき、下死点BDC時期が排气行程および圧縮行程のいずれであるかを行程判別することは先述した通りであるが、この行程判別が未だ為されていない場合には、ts1' ~ ts2' およびtf1' ~ tf2' でも点火装置11およびインジェクタ10を駆動させる。また、図25の例では、各種の点火制御時期ts1, ts2および噴射制御時期tf1, tf2がUVW相信号の立上りまたは立下りタイミングと一致しているが、一致していない場合には、目標時期の直前におけるUVW

相信号の立上りまたは立下りタイミングから、所定時間が経過した時点で点火制御または噴射制御を実施すればよい。

[0179] 以上詳述した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

[0180] (1) 図16に示す従来手法では、クランク軸14が1回転する間に内燃機関制御用信号ESが1回出現するのに対し、本実施形態によれば4回出現する。そのため、ACGスタータ20の駆動を開始してから、クランク軸14が1回転することを待たずして内燃機関制御用信号ESが出現することとなるので、内燃機関制御用信号ESに基づき絶対回転位置を算出するのに要する時間を短縮できる。よって、インジェクタ10及び点火装置11の駆動開始を迅速にできる。これにより、要求されるモータ駆動トルクを低減させることができるので、ACGスタータ20の小型化を図ることができる。

[0181] (2) 本実施形態では、異極磁性部34の回転軌道34a上に複数のセンサを配置することに起因して、内燃機関制御用信号ESを検出した時のNNUM値「0」が、いずれのセンサによる内燃機関制御用信号ESを組み合わせたものであるかを特定できなくなる。これに対し、本実施形態では、NNUM値の履歴に基づき前記特定を行う。よって、絶対回転位置の把握を可能にできる。

[0182] (3) 本実施形態では、絶対回転位置を算出が未だ完了していない回転駆動期間における通電制御（モータ駆動制御）に関し、次回NNUM値の候補「6」「13」を順に試行して通電制御するので、前記回転駆動期間であってもモータ駆動制御が可能となる。

[0183] (4) UVW相信号のハイとローだけでは、内燃機関制御用信号ESによるロー信号とモータ制御用信号によるロー信号との見分けがつかない。特に、NNUM値の履歴を取得できていないACGスタータ20の駆動開始時またはACGスタータ20の停止時には、UVW相信号のローが内燃機関制御用信号ESによるものであるか否かを特定できない。これに対し本実施形態では、各信号の組合せ情報NNUMを算出するので、当該NNUM値に基づけば、ACGスタータ20が停止していたとしても、NNUM値が「1」で

あれば、その時のW相信号のローが内燃機関制御用信号E Sによるものであると特定できる。よって、エンジン制御に要する絶対回転位置を迅速に把握できる。

[0184] 特に、アイドルストップ制御システムを有する車両においては、エンジンを自動再始動させるにあたり、上述の如く絶対回転位置を迅速に把握できるので、インジェクタ 10 及び点火装置 11 の駆動開始を迅速にでき、好適である。

[0185] (5) ここで、UVW相センサS U～S Wが内燃機関制御用信号E Sを出力することに起因して、現時点でのUVW相センサ信号からは次回のUVW相センサ信号を特定できない場合がある。しかしこの場合であっても、現時点でのNNUM値に基づけば、次回のNNUM値を特定して次回のUVW相センサ信号を特定できる場合がある。この点を鑑みた本実施形態では、現時点でのNNUM値に基づき特定した次回のNNUM値に基づき、UVW相コイルC U～C Wへの通電制御内容を決定するので、次回のUVW相センサ信号が特定できなくなる機会を減らして通電制御内容を決定できるようになる。

[0186] (6) ACGスタータ20のロータ30とクランク軸14とは回転中心が一致した状態で一体的に回転するように固定されており、ロータ30とクランク軸14との間には、ベルトやギア等の動力伝達機構が介在していない。そのため、ACGスタータ20に備えられたクランク回転位置センサS Eからクランク角信号を出力させるにあたり、ギアのバックラッシュやベルトの伸び等により、クランク軸14の回転位相とロータ30の回転位相とにずれが生じることを回避できるので、クランク軸14の絶対回転位置を算出するにあたり、十分な算出精度を確保できる。

[0187] (7) 内燃機関制御用信号E Sを検出した時のNNUM値「8」が、E S検出時以外では出現しないように構成されている。そのため、現時点でのNNUM値に基づき絶対回転位置を算出できるので、NNUM値の履歴が蓄積されるのを待つことなく、迅速に絶対回転位置を把握できる。

[0188] (8)ところで、図16に示す従来手法において、クランク角信号の立ち上りまたは立ち下りの周期は、1つのマグネット32S, 32Nが占める回転角(30°)だけクランク軸14が回転する時間である。これに対し、NNUMの更新周期は、各々のセンサ信号の組合せであるため、前記回転角(30°)の3分の1の回転角だけクランク軸14が回転する時間となる。つまり、NNUMの更新周期は、図16のクランク角信号の周期よりも短いと言える。そのため、各々のUVW相信号の立ち上りまたは立ち下りのタイミング(NNUMの更新タイミング)に基づき燃料噴射時期や点火時期を制御する本実施形態によれば、図16に示すクランク角信号に基づき制御する場合に比べて、制御に使用する基本時間が3分の1(10°/30°)になり、燃料噴射時期や点火時期を高精度で制御できる。

[0189] (9)図23に示すように、クランク回転位置センサSEおよびUVW相センサSU~SWを隣り合う間隙41aに配置することを禁止して、分散して配置している。図23の例では、クランク回転位置センサSEとU相センサSUとの間の角度、U相センサSUとV相センサSVとの間の角度、およびV相センサSVとW相センサSWとの間の角度が80°となるように分散配置している。そのため、4つのセンサSU~SW, SEを、複数のティース部41の間隙41aのうち隣り合う間隙41aに順番に配置する場合に比べて、内燃機関制御用信号ESが現れる時間間隔の最長値を短くできる。よって、ACGスタータ20の駆動を開始してから、内燃機関制御用信号ESが出現するまでに要する時間を、上述の分散配置により短縮することができる。よって、内燃機関制御用信号ESに基づき絶対回転位置を算出するのに要する時間を短縮でき、インジェクタ10及び点火装置11の駆動開始迅速化を促進できる。

[0190] (第13実施形態)

本実施形態の構成を図22に示す。

[0191] 図27(a)に示すように、複数のマグネット32S, 32Nのうち所定のマグネット32S(A)(図27(a)の例ではS極マグネット)の一部

分には、以下に説明する異極磁性部 3 4 が形成されている。すなわち、図 2 7 (a) の斜線に示す部分だけは、S 極マグネット 3 2 S とは異なる極性 (N 極) に着磁されている。この異極磁性部 3 4 は、所定のマグネット 3 2 S (A) のうちロータ回転軸方向 (図 2 7 (a) の上下方向) の一端部分に形成されるとともに、回転方向 (図 2 7 (a) の左右方向) のうち異極磁性部 3 4 の両側には、所定のマグネット 3 2 S (A) の極性が存在するように形成する。要するに、所定のマグネット 3 2 S (A) の上端部分を回転方向に 3 分割し、その中央部分を異極磁性部 3 4 として形成する。

[0192] U 相センサ S U、V 相センサ S V および W 相センサ S W はロータ回転軸方向 (図 2 7 (a) の上下方向) において同じ位置に配置されているのに対し、クランク回転位置センサ S E は、U V W 相センサ S U ~ S W とは回転軸方向において異なる位置に配置されている。これにより、異極磁性部 3 4 の回転軌道 3 4 a 上にクランク回転位置センサ S E が位置し、U V W 相センサ S U ~ S W については回転軌道 3 4 a から外れた位置となるようにする。

[0193] 本実施形態では、U V W 相センサ S U ~ S W およびクランク回転位置センサ S E が N 極を検出した時にはロー信号 (二進数「0」) を出力し、S 極を検出した時にはハイ信号 (二進数「1」) を出力するよう設定してある。そして、マグネット 3 2 S、3 2 N は 1 2 個 (1 2 極) であるため、クランク角信号、U 相信号、V 相信号、W 相信号の各々は、ロータ 3 0 が 3 0 度回転する毎にローとハイが切り替わる (図 2 8 参照)。したがって、U V W 相の各々の電気角 360° は、クランク軸 1 4 の回転角度 (機械角) 60° に相当する。但し、クランク角信号については異極磁性部 3 4 の検出時にもローに切り替わる。また、ロータ 3 0 が 1 0 度回転する毎に、U V W 相センサ S U ~ S W およびクランク回転位置センサ S E のいずれかにおいてローとハイが切り替わることとなる。

[0194] ちなみに、図 2 7 (a) の如く、N 極マグネット 3 2 N と S 極マグネット 3 2 S の間に極性を有しない部材 3 2 a が介在している場合において、この部材 3 2 a が U V W 相センサ S U ~ S W およびクランク回転位置センサ S E

に対向して極性を検出できない時には、ロー信号およびハイ信号のうち予め設定しておいた信号（例えばロー信号）であるとみなして処理すればよい。

[0195] なお、前記部材 3 2 a が存在しないよう、N 極マグネット 3 2 N と S 極マグネット 3 2 S を隣接させたロータ 3 0 を採用してもよいことは勿論である。また、1 つのマグネット片を N 極と S 極に着磁することで、複数の N 極マグネット 3 2 N および S 極マグネット 3 2 S を 1 つのマグネット片から形成したロータを採用してもよい。なお、この場合のロータでは、複数（例えば 4 つ）のマグネット片を用いて構成してもよいし、1 つのマグネット片を用いて構成してもよい。

[0196] 図 2 8 は、上段から順に、クランク角、組合せ情報 N N U M、クランク角信号および U V W 相信号の二進数表記、クランク回転位置センサ S E によるクランク角信号、U V W 相信号、点火信号、噴射信号、エンジン行程を示すタイムチャートである。組合せ情報 N N U M とは、同時期に出力されるクランク角信号、U 相信号、V 相信号および W 相信号の組合せを表した仮想信号であり、本実施形態では、クランク角信号および U V W 相信号の二進数表記を組み合わせで算出した十進数の数値としている。

[0197] 具体的には、二進数表記の 1 桁目をクランク角信号の 2 進数、二進数表記の 2 桁目を U 相信号の 2 進数、3 桁目を V 相信号の 2 進数、4 桁目を W 相信号の 2 進数で表した 4 桁の二進数を、十進数に変換した数値が組合せ情報 N N U M である。この数値 N N U M は E C U 1 3 により算出される。例えば、最左欄に示すようにクランク角信号および U V W 相信号が各々「1」「1」「0」「1」であれば、N N U M は「1 1」となる。

[0198] 図中の符号 E S は、異極磁性部 3 4 を検出したことによりロー信号となった部分を示しており、当該部分の信号が「内燃機関制御用信号」に相当し、U V W 相信号は「モータ制御用信号」に相当する。この内燃機関制御用信号 E S が現れる部分を除けば、N N U M の値は 1 1 → 2 → 6 → 4 → 1 3 → 9 の順に繰り返しローテーションして変化する。

[0199] 図中の符号 t a に示すように、内燃機関制御用信号 E S を検出した時の N

NUM値は「8」となるが、ES検出時以外では、NNUM値が「8」になることはない。したがって、NNUM値「8」を検出した時点でのクランク角を基準として、ECU13はクランク軸14の絶対回転位置を算出できる。そして、絶対回転位置を把握できれば、各々のセンサ出力信号の立ち上りまたは立ち下りのタイミング（つまりNNUMの更新タイミング）と、4サイクルエンジンの1回転分の位置関係を特定できる。

[0200] 例えば、NNUM値「8」が現れた後、NNUM値「2」が3回目に現れたtb時点が、エンジンのピストンが下死点BDCに達した時期であると特定できる。なお、吸気圧センサ16の値を参照すれば、前記下死点BDC時期が排気行程および圧縮行程のいずれであるかを判別（行程判別）できる。これにより、絶対回転位置を基準として、NNUMの更新タイミングに基づき燃料噴射時期や点火時期を目標時期とするように制御できる。

[0201] さらにECU13は、現時点でのNNUM値に基づき次回のNNUM値を特定し（特定手段）、その特定した次回NNUM値に基づきU相コイルCU、V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電制御内容を決定する。例えば、今回NNUM値が「6」であれば、前記ローテーションに基づき次回NNUM値は「4」とであると特定できる。つまり、U相コイルCUが巻き回されたティース部41は、S極マグネット32Sの対向位置（ハイ）からN極マグネット32Nの対向位置（ロー）へと移り変わるタイミングにあると言える。そのため、U相コイルCUへの通電オンオフ状態を切り替えるタイミングにあると言える。

[0202] このように、U相コイルCUへの通電は、U相信号の立ち上りを示すNNUM値「9」、または立ち下がりを示すNNUM値「6」が検出されたか否かに基づきECU13が制御する。同様にして、V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電もNNUM値に基づき制御する。なお、NNUM値「8」については、モータ駆動用コイルCU、CV、CWと対向している「9」でUVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施すれば、ティース部41のコイルCU、CV、CWと磁極位相が一致し、モータを回転駆動させること

ができる。

[0203] さらにECU13は、NNUM値の履歴に基づき、ACGスタータ20が逆転しているか否かを検知する。例えば、正転していれば上述の如くNNUM値は11→2→6→4→13→9の順に変化する筈である。一方、逆転していればNNUM値は9→13→4→6→2→11の順に変化する筈である。

[0204] ところで、ACGスタータ20によりエンジンを始動させるにあたり、エンジンのピストンが圧縮行程のTDC直前位置から始動させようとする、ACGスタータ20に要する駆動トルクが圧縮分だけ大きくなるので、エンジンの始動性悪化が懸念される。そこで、エンジン始動開始前に、クランク軸14を逆転させて始動性が良好となるピストン位置に設定しておく、といったスイングバック制御を実施する場合がある。このように、ACGスタータ20を逆転駆動させたい場合があるが、この場合には、例えば今回NNUM値が9であれば、次回NNUM値は13であると特定し、その特定値に応じてUVW相コイルCU～CWへの通電タイミングを制御すればよい。

[0205] 図6は、ECU13に備えられたマイコン13a（図22参照）が、上述の如くUVW相コイルCU～CWに対する通電制御を実施する処理の手順を示すフローチャートである。当該処理は、所定周期（例えば先述のマイコン13aのCPUが行う演算周期、又は所定のクランク角度毎）で繰り返し実行される。或いは、回転停止時には前記所定周期で実行する一方で、回転時においては以下に説明するエッジ検知が為される毎に実行してもよい。すなわち、図22に示すマイコン13aは、各センサSU～SWから出力されて入力処理された信号（図28に示すUVW相信号）に対し、その信号が変化するタイミングを捕捉するキャプチャー機能を有している。要するに、UVW相信号の立上りおよび立下りのタイミング（エッジ検知タイミング）を検知する。そして、このエッジ検知がなされる毎に図6の処理を実行する。

[0206] 先ず、図6に示すステップS10において、本実施形態では、クランク角信号、U相信号、V相信号およびW相信号の各々を、UVW相センサSU～

SWから取得する。続くステップS20（組合せ情報生成手段）では、クランク角信号およびUVW相信号に基づき、これらの信号の組合せを表した組合せ情報NNUMを算出する。続くステップS30では、NNUM値に基づき、次回のNNUM値を算出する。具体的には、先述の11→2→6→4→13→9（8）といった正転時ローテーションに基づき、例えば今回NNUM値が「11」であれば次回NNUM値は「2」とであると算出する。なお、今回NNUM値が「8」であれば次回NNUM値は「9」とであると算出する。

[0207] 続くステップS40では、ステップS30で算出した次回NNUM値に基づき、UVW相コイルCU～CWへの通電制御を実施する。これによりACGスタータ20は所定の回転方向でモータ駆動する。

[0208] 例えば、U相コイルCUへの通電制御について説明すると、次回NNUM値が「11」または「4」である場合には、次回NNUM値を構成するU相信号の値は、今回NNUM値を構成するU相信号の値から変化することを意味する。よって、次回NNUM値が「11」または「4」とであると特定した時点で、U相コイルCUへの通電制御内容をオンからオフ、或いはオフからオンに切り替える。

[0209] V相コイルCVおよびW相コイルCWへの通電制御についても同様にして、次回NNUM値が「9」または「2」とであると特定した時点でV相コイルCVへの通電制御内容を切り替え、次回NNUM値が「13」または「2」とであると特定した時点でW相コイルCWへの通電制御内容を切り替える。

[0210] 続くステップS50では、先述したようにNNUM値「8」が現れてクランク軸14の絶対回転位置の検知が為されているか否かを判定する。検知済みであれば（S50：YES）、次のステップS60に進み、検知した絶対回転位置およびUVW相信号（またはNNUM値）に基づき、燃料噴射時期および点火時期が目標時期となるよう、インジェクタ10および点火装置11の作動を制御する。但し、絶対回転位置の検知が為されていなければ（S50：NO）、インジェクタ10および点火装置11を作動させることなく

待機する。

[0211] 図28の例では、 t_{s1} 時点で点火装置11の駆動を開始し、 t_{s2} 時点で点火させている。また、 t_{f1} の時点でインジェクタ10による燃料噴射を開始し、 t_{f2} の時点で噴射を終了させている。そして、内燃機関制御用信号ESが現れた時のクランク角（絶対回転位置）を基準とし、内燃機関制御用信号ESが吸入行程で出現した後、U相信号の5回目の立上りタイミング（または5回目のNNUM値「11」出現タイミング）を t_{s1} 時点とし、W相信号の6回目の立下りタイミング（または6回目のNNUM値「2」出現タイミング）を t_{s2} 時点として点火制御する。

[0212] また、内燃機関制御用信号ESが爆発行程で出現した後、V相信号の3回目の立下りタイミング（または3回目のNNUM値「9」出現タイミング）を t_{f1} 時点とし、V相信号の5回目の立上りタイミング（または5回目のNNUM値「6」出現タイミング）を t_{f2} 時点として燃料噴射制御する。

[0213] なお、吸気圧センサ16の検出値に基づき、下死点BDC時期が排气行程および圧縮行程のいずれであるかを行程判別することは先述した通りであるが、この行程判別が未だ為されていない場合には、 $t_{s1}' \sim t_{s2}'$ および $t_{f1}' \sim t_{f2}'$ でも点火装置11およびインジェクタ10を駆動させる。また、図28の例では、各種の点火制御時期 t_{s1} 、 t_{s2} および噴射制御時期 t_{f1} 、 t_{f2} がUVW相信号の立上りまたは立下りタイミングと一致しているが、一致していない場合には、目標時期の直前におけるUVW相信号の立上りまたは立下りタイミングから、所定時間が経過した時点で点火制御または噴射制御を実施すればよい。

[0214] 以上詳述した本実施形態によれば、第1実施形態の（1）、（5）、（6）、（8）、

（10）の効果、及び以下の効果が得られるようになる。

[0215] （11）ところで、従来のクランク角信号の立ち上りまたは立ち下りの周期は、1つのマグネット32S、32Nが占める回転角（ 30° ）だけクランク軸14が回転する時間である。これに対し、NNUMの更新周期は、各

々のセンサ信号の組合せであるため、前記回転角（ 30° ）の3分の1の回転角だけクランク軸14が回転する時間となる。つまり、NNUMの更新周期は、従来のクランク角信号の周期よりも短いと言える。そのため、各々のUVW相信号の立ち上りまたは立ち下りのタイミング（NNUMの更新タイミング）に基づき燃料噴射時期や点火時期を制御する本実施形態によれば、従来のクランク角信号に基づき制御する場合に比べて、制御に使用する基本時間が3分の1（ $10^\circ / 30^\circ$ ）になり、燃料噴射時期や点火時期を高精度で制御できる。

[0216] (他の実施形態)

本開示は上記実施形態の記載内容に限定されず、以下のように変更して実施してもよい。また、各実施形態の特徴的構成をそれぞれ任意に組み合わせるようにしてもよい。

[0217] ・上記各実施形態では、遠心クラッチ等のトルク伝達機構を有する車両を対象としているが、このようなトルク伝達機構を有していない車両を対象とした場合には、運転者のクラッチ操作によりクラッチをオフ作動させて駆動輪への動力伝達を遮断していることを条件としたり、ニュートラルギヤ状態であることが検出されていることを条件としたりして、ACGスタータ20のモータ駆動開始を許可するようにしてもよい。

[0218] ・上記各実施形態では、ステータ40の外周側にロータ30が位置するアウトロータ型のACGスタータ20を採用しているが、ステータ40の内周側にロータ30が位置するインナーロータ型のACGスタータ20を採用してもよい。

[0219] ・上記各実施形態では、ロータ30を12極、ステータ40を18極とした12-18極のACGスタータ20を対象としているが、8-12極や16-24極等、他の極数のACGスタータ20を対象としてもよい。

[0220] ・上記第1実施形態では、所定のマグネット32S(A)の上端部分を回転方向に3分割し、その中央部分を異極磁性部34として形成しているが、図4(b)に示すように、所定のマグネット32S(A)の上端部分を回転

方向に2分割して、その一方を異極磁性部34として形成してもよい。但し、3分割した場合には、V相およびW相等の他のモータ制御信号の立上りまたは立下りタイミングと、内燃機関制御用信号ESの立上りまたは立下りタイミングとが一致するように構成できるので、組合せ情報NNUMが複雑になることを回避できる。これに対し、上述の如く2分割した場合には、組合せ情報NNUMが複雑になり、絶対回転位置の算出や通電制御の処理負荷が大きくなるといったデメリットがある。一方、2分割の場合には、内燃機関制御用信号ESの立下りが、他のV相、W相のほぼ中間位置となり、機械角で5°の信号間隔となる。よって、機械角で10°の信号間隔となる3分割の場合に比べて、点火および噴射を高精度で制御できるといったメリットがある。

[0221] ・上記各実施形態では、S極マグネット32S中にN極の異極磁性部34を形成しており、内燃機関制御用信号ESをロー側に設定している。これに対し、N極マグネット32N中にS極の異極磁性部34を形成して、内燃機関制御用信号ESをハイ側に設定してもよい。また、N極マグネット32Nでロー側出力ではなくハイ側出力にしてもよい。

[0222] ・上記各実施形態では、3本のUVW相コイルCU～CWに対して3つのUVW相センサSU～SWを設けている。これに対し、3つのUVW相センサSU～SWのうちのいずれか1つまたは2つを廃止するようにしてもよい。この場合、廃止したセンサに対応するコイルのモータ制御信号は、他のコイルのモータ制御信号から推定して生成すればよい。例えば、W相センサSWを廃止した場合には、V相信号のオン時間またはオフ時間を計測しておき、V相信号のエッジから前記計測した時間が経過した時点、或いは、V相センサSVによるモータ制御信号の立上りから所定時間が経過した時点、W相コイルCWにかかるモータ制御信号であると見なしてW相コイルCWを通電制御すればよい。

[0223] ・上記各実施形態では、クランク軸14にロータ30を直結させているが、ベルトやギア等の動力伝達機構を介してロータ30をクランク軸14に連

結させてもよい。但しこの場合には、ギアのバックラッシュやベルトの伸び等により、クランク軸 14 の回転位相とロータ 30 の回転位相とにずれが生じるので、クランク軸 14 の絶対回転位置の算出精度は低下する。

[0224] ・上記各実施形態では、本開示にかかる回転機に ACG スタータ 20（モータ発電機）を採用しているが、発電機能を有していない始動モータを採用してもよいし、モータ機能を有していない発電機を採用してもよい。なお、モータ機能を有していない発電機を採用した場合、各センサ S U～S W から出力される信号はモータ制御信号として用いられることがないため、回転軌道 34 a 上から外れた位置にセンサ S U～S W を配置することは不必要となる。また、発電機を採用した場合には 3 相発電機に限定されるものではなく、口
ータ 30 を 12 極、ステータ 40 を 12 極とした 12－12 極の磁石式発電機や 8－8 極、16－16 極等、他の極数の単相磁石発電機を対象としてもよい。

[0225] ・図 12 に示す上記第 7 実施形態では、回転方向の中央部に空隙 34 k を形成し、空隙 34 k の両隣には所定のマグネット 32 S（A）が存在している。これに対し、図 15（a）に示すように回転方向の端部に空隙 34 k を形成し、空隙 34 k の隣に隣接マグネット 32 N（B）が存在するようにしてもよい。或いは、図 15（b）に示すように回転方向の全域に亘って空隙 34 k を形成し、空隙 34 k の両隣に隣接マグネット 32 N（B）が存在するようにしてもよい。

[0226] ・上記各実施形態では、複数のレベルの論理表（NNUM 値）によりクランク基準位置を検出したが、センサ入力時間からセンサ幅時間を順次計測し、その時間比を求め、その比が設定値よりも大きくなった位置をクランク基準位置として検出してもよいし、この検出手法と論理表による検出手法とを組み合わせてもよい。

[0227] ・上記第 12 実施形態では、先述したように、クランク回転位置センサ S E および U V W 相センサ S U～S W を分散配置しているが、このような分散

配置に替えて、クランク回転位置センサ S E および U V W 相センサ S U ~ S W を隣り合う間隙 4 1 a に配置するようにしてもよい。また、4 つのセンサのうち任意のセンサのみを分散配置するようにしてもよい。

[0228] ・上記第 1 2 実施形態では、3 つの U V W 相センサ S U ~ S W を、異極磁性部 3 4 の回転軌道 3 4 a 上に配置しているが、これらの U V W 相センサ S U ~ S W のうち 1 つまたは 2 つのセンサを回転軌道 3 4 a 上に配置するようにしてもよい。なお、この場合においても、第 1 実施形態にかかる「分散配置」を適用して、絶対回転位置を算出するのに要する時間の短縮を図るようにしてもよい。

[0229] ・上記各実施形態では、U V W 信号に基づき、これらの信号の組合せを表した組合せ情報 N N U M を算出した。そして、今回の N N U M 値に基づいて、次回の N N U M 値を算出した。これに加えて以下のような処理を行ってもよい。

[0230] 例えば、図 5 に示す N N U M 値の変化では、U V W 相信号の立上り又は立下りのタイミング（エッジ検知タイミング）において、N N U M 値として取り得ない値が存在する。具体的には、U 相の立ち上がりタイミングでは、N N U M 値は「7」や「1」の値を取り得ない。このように、正常であれば取り得ない値を N N U M 値が取った回数をカウントし、この回数が所定回数よりも多くなった場合に、所定のエラー処理を実行する。

[0231] 図 3 0 は、こうした組合せ情報 N N U M のエラー処理の一例を示すフローチャートである。この一連の処理は、E C U 1 3 に備えられたマイコン 1 3 a によって、U 相信号のエッジ検知がなされた時に割り込み処理として実行される。

[0232] 先ず、図 3 0 に示すステップ S 1 1 0 において U 相信号の立上りであるか否か判定する。この判定において U 相信号の立上りであると判定した場合（S 1 1 0 : Y E S）、ステップ S 1 2 0 において U 相信号の値を「1」にする。続くステップ S 1 3 0 では、V 相信号＝「0」であるか否か判定する。この判定において V 相信号＝「0」でないと判定した場合（S 1 3 0 : N O

）、ステップS 1 4 0においてW相信号＝「0」であるか否か判定する。この判定においてW相信号＝「0」でないと判定した場合（S 1 4 0：NO）、ステップS 1 5 0においてU相エラーカウンタU__ERRをインクリメントし、この一連の処理を一旦終了する。この場合、NNUM値は「7」であり、正常であればU相の立上りタイミングでは取り得ない値となっている。一方、ステップS 1 4 0においてW相信号＝「0」であると判定した場合（S 1 4 0：YES）、ステップS 1 6 0においてNNUM値を「3」にし、この一連の処理を一旦終了する。

[0233] また、ステップS 1 3 0においてV相信号＝「0」であると判定した場合（S 1 3 0：YES）、ステップS 1 7 0においてW相信号＝「0」であるか否か判定する。この判定においてW相信号＝「0」でないと判定した場合（S 1 7 0：NO）、ステップS 1 8 0においてNNUM値を「5」にし、この一連の処理を一旦終了する。一方、ステップS 1 7 0においてW相信号＝「0」であると判定した場合（S 1 7 0：YES）、ステップS 1 9 0においてU相エラーカウンタU__ERRをインクリメントし、この一連の処理を一旦終了する。この場合、NNUM値は「1」であり、正常であればU相の立上りタイミングでは取り得ない値となっている。

[0234] 一方、ステップS 1 1 0においてU相信号の立上りでないと判定した場合（S 1 1 0：NO）、すなわちU相信号の立下りであると判定した場合、ステップS 2 0 0においてU相信号の値を「0」にする。続くステップS 2 1 0では、V相信号＝「0」であるか否か判定する。この判定においてV相信号＝「0」でないと判定した場合（S 2 1 0：NO）、ステップS 2 2 0においてW相信号＝「0」であるか否か判定する。この判定においてW相信号＝「0」でないと判定した場合（S 2 2 0：NO）、ステップS 2 3 0においてU相エラーカウンタU__ERRをインクリメントし、この一連の処理を一旦終了する。この場合、NNUM値は「6」であり、正常であればU相の立下りタイミングでは取り得ない値となっている。一方、ステップS 2 2 0においてW相信号＝「0」であると判定した場合（S 2 2 0：YES）、ス

ステップS 2 4 0においてN N U M値を「2」にし、この一連の処理を一旦終了する。

[0235] また、ステップS 2 1 0においてV相信号＝「0」であると判定した場合（S 2 1 0：Y E S）、ステップS 2 5 0においてW相信号＝「0」であるか否か判定する。この判定においてW相信号＝「0」でないと判定した場合（S 2 5 0：N O）、ステップS 2 6 0においてU相エラーカウンタU__E R Rをインクリメントし、この一連の処理を一旦終了する。この場合、N N U M値は「4」であり、正常であればU相の立下りタイミングでは取り得ない値となっている。一方、ステップS 2 5 0においてW相信号＝「0」であると判定した場合（S 2 5 0：Y E S）、ステップS 2 7 0においてN N U M値を「0」にし、この一連の処理を一旦終了する。

[0236] 上記のように、U相信号のエッジ検知がなされた時にエラー発生に応じて、U相エラーカウンタU__E R Rがインクリメントされる。そして、エラーカウンタ操作時や別のルーチンにおいて、U相エラーカウンタU__E R Rが所定回数よりも多いか否か判定し、エラーカウンタE R Rの回数が所定回数よりも多くなった場合に所定のエラー処理を実行する。エラー処理としては、例えば組合せ情報N N U Mをリセットしたり、組合せ情報N N U Mを強制的に所定値に変更したりしてもよい。なお、ここではU相信号のエッジ検知がなされた場合を例にして説明したが、V相信号又はW送信号のエッジ検知がなされた場合にも、同様の処理を実行することができる。

[0237] 以下、上述の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータの構成と作用効果について記載する。

[0238] 上述の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、極性の異なるマグネットを回転方向に交互に配置して構成されたロータと、コイルが巻き回されたティース部を前記回転方向に複数並べて構成されたステータと、前記ステータのうち前記マグネットと対向する位置に取り付けられ、回転する前記マグネットの極性に応じたクランク位置信号を出力する位相センサと、を備えることを前提とする。

[0239] そして、複数の前記マグネットのうち所定のマグネットの一部に、当該マグネットとは異なる極性に着磁された、或いはいずれの極性にも着磁されていない異極部を形成し、前記ロータとともに回転する前記異極部の回転軌道上に前記位相センサを配置することで、前記位相センサが前記異極部を検出した時には、内燃機関の出力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記位相センサが出力する。

[0240] あるいは、前記位相センサは、回転する前記マグネットの極性に応じたモータ制御用信号を出力しており、検出された前記モータ制御用信号に基づき前記コイルへの通電タイミングを制御することで回転駆動して、内燃機関の出力軸を回転駆動させる始動モータとして機能する回転機であって、前記位相センサは、前記異極部を検出した時には、前記モータ制御用信号の替わりに前記内燃機関制御用信号の基準位置信号を出力してもよい。

[0241] これによれば、モータ制御用信号を出力する位相センサを利用して内燃機関制御用信号の基準位置信号を出力させるようにできるので、先述した特許文献1記載のクランク回転位置センサを廃止することができる。よって、センサ個数の低減を図ることができる（第1の目的）。ちなみに、回転機は、始動モータであってもよいし、磁石式発電機であってもよいし、モータ発電機であってもよい。

[0242] 或いは、前記クランク回転位置センサを廃止せずに残しておけば、内燃機関制御用信号を出力する位相センサとクランク回転位置センサとの各々で異極部を検出するようにできる。これによれば、内燃機関の出力軸が1回転する間に異極部を複数回検出するようにできるので、内燃機関の回転駆動を開始してから異極部を検出して絶対回転位置の把握するまでに要する時間を短縮できる（第2の目的）。そのため、例えばアイドルストップシステムを有する内燃機関において、絶対回転位置を早期に把握できるので再始動時間を短縮できる。また、二輪車両でのキックレバーや始動モータによる始動時においても、絶対回転位置を早期に把握できるので、燃料噴射および点火による内燃機関の運転を早期に開始して、内燃機関の始動時間を短縮できる。

[0243] また、複数の前記マグネットのうち所定のマグネットの一部に、当該マグネットとは異なる極性に着磁された異極磁性部を、前記回転方向の全体に亘って形成し、前記ロータとともに回転する前記異極磁性部の回転軌道上に前記位相センサを配置することで、前記位相センサが前記異極磁性部を検出した時には、前記出力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記モータ制御用信号の替わりに出力させてもよい。

[0244] これによれば、モータ制御用信号を出力する位相センサを利用して内燃機関制御用信号も出力させるようにできるので、先述した特許文献1記載のクランク回転位置センサを廃止することができる。よって、センサ個数の低減を図ることができる（第1の目的）。

[0245] また、複数の前記マグネットのうち所定のマグネットの一部を、当該マグネットとは異なる極性に着磁するとともに、当該マグネットのうちの前記回転方向の全体に亘って着磁して形成された異極磁性部と、前記ロータとともに回転する前記異極磁性部の回転軌道上に配置され、前記異極磁性部を検出することにより、前記出力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を出力する回転位置センサと、を備え、前記回転位置センサに加えて前記位相センサも前記回転軌道上に配置することで、前記位相センサが前記異極磁性部を検出した時には、前記出力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記モータ制御用信号の替わりに出力させてもよい。

[0246] これによれば、内燃機関制御用信号を出力する位相センサとクランク回転位置センサとの各々で異極磁性部を検出するので、内燃機関の出力軸が1回転する間に異極磁性部を複数回検出するようにできる。よって、内燃機関の回転駆動を開始してから異極磁性部を検出して絶対回転位置の把握するまでに要する時間を短縮できる（第2の目的）。そのため、例えばアイドルストップシステムを有する内燃機関において、絶対回転位置を早期に把握できるので再始動時間を短縮できる。また、二輪車両でのキックレバーや始動モータによる始動時においても、絶対回転位置を早期に把握できるので、燃料噴射および点火による内燃機関の運転を早期に開始して、始動時間を短縮でき

る。

[0247] また、複数の前記マグネットのうち所定のマグネットの一部に形成され、当該マグネットとは異なる極性に着磁された異極磁性部と、前記ロータとともに回転する前記異極磁性部の回転軌道上に配置され、前記異極磁性部を検出することにより、前記出力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を出力する回転位置センサと、を備え、前記異極磁性部は、前記所定のマグネットのうち前記回転方向の一部に形成されてもよい。

[0248] 例えば、図27(a)に示すように所定のマグネット32S(A)を回転方向に3分割したうちの中央部を異極磁性部34として形成することで、所定のマグネット32S(A)のうち符号Pに示す部分と異極磁性部34とが回転方向に並ぶようにしてもよい。或いは、図27(b)に示すように所定のマグネット32S(A)を回転方向に2分割したうちの一方を異極磁性部34として形成することで、所定のマグネット32S(A)のうち符号Qに示す部分と異極磁性部34とが回転方向に並ぶようにしてもよい。

[0249] このように、上記開示によれば、異極磁性部を、所定のマグネットのうち回転方向の一部に形成するので、回転方向全体に亘って形成する従来構造に比べて、所定のマグネットと異極磁性部とが回転軸方向(図27(a), 図27(b)の上下方向)で磁気短絡する長さを短くできる。よって、始動モータの出力低下を抑制できる。また、異極磁性部は、所定のマグネットに対向するティース部と極性不整合になることは避けられないが、上記開示によれば異極磁性部の面積が回転方向(図27(a), 図27(b)の左右方向)に小さくなるので、極性不整合に伴い生じる始動モータの出力低下を抑制できる。なお、本開示にかかる始動モータが、内燃機関により駆動して発電機としても機能するものである場合、その発電機による発電量が増加するといった効果も発揮される。また、回転方向の全体に亘って異極磁性部を形成した場合に比べて、異極磁性部の回転方向長さを短くできる。そのため、所定のマグネットに対する異極磁性部の占有面積を小さくでき、異極磁性部が存在することによる始動モータの出力低下を抑制できる(第3の目的)。

- [0250] 内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、複数の前記位相センサを、前記回転方向に並べて配置し、複数の前記位相センサから出力されたクラック位置信号の組合せを表した、組合せ情報を生成する組合せ情報生成手段を備えてもよい。
- [0251] 内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、前記U相コイルに対する前記モータ制御用信号、前記V相コイルに対する前記モータ制御用信号、前記W相コイルに対する前記モータ制御用信号、および前記内燃機関制御用信号の組合せを表した、組合せ情報を生成する組合せ情報生成手段を備えてもよい。
- [0252] ここで、図16に示す従来の機関制御用信号のエッジ間隔 $L \times$ の長さに基づいて、信号中の欠け歯部 $L \times a$ を検出して出力軸の絶対回転位置を把握しようとする、その把握に要する時間が長くなる。これに対し、上記開示によれば、各々の信号の組合せを表した組合せ情報を生成するので、この組合せ情報に基づき前記判定を実施すれば、絶対回転位置の把握に要する時間短縮を促進できる。
- [0253] ちなみに、「組合せ情報」の具体例としては、複数の位相センサ（例えばU相センサ、V相センサおよびW相センサ）から出力されるオンオフ信号を「0」または「1」の二進数で表現する。そして、例えば3桁の二進数の各桁を、U相センサ出力、V相センサ出力、W相センサ出力に割り振って生成した3桁の二進数が、上記組合せ情報に相当する。
- [0254] なお、上記開示はU相センサ、V相センサおよびW相センサの全てを備えていない場合にも適用できる。例えばW相センサが備えられていない場合には、U相センサまたはV相センサの出力時間値に基づきW相センサの出力を推定し、その推定信号と、センサ検出されたU相信号およびV相信号との組合せを前記組合せ情報とする。
- [0255] 現時点での前記組合せ情報に基づき、前記絶対回転位置を算出してもよい。
- [0256] ここで、所定の組合せの場合には、その組合せ時の絶対回転位置を一義的

に特定できる場合がある。例えば図5（図18）に示す始動モータ（回転機）の場合、組合せ情報が機関制御信号を含むことにより「0」になっていれば（図18の符合t b参照）、その時の位相センサから出力されている信号がモータ制御用信号ではなく内燃機関制御用信号であることを特定できるので、絶対回転位置を算出できる。

[0257] この点を鑑みた上記開示では、現時点での組合せ情報に基づき絶対回転位置を算出するので、位相センサの出力履歴や組合せ情報の履歴等の履歴が蓄積されるのを待つことなく、迅速に絶対回転位置を把握できる。

[0258] 前記組合せ情報の履歴に基づき、前記絶対回転位置を算出してもよい。

[0259] ここで、現時点での組合せ情報が、絶対回転位置を一義的には特定できない内容である場合であっても、組合せ情報の履歴から絶対回転位置を一義的に特定できる場合がある。例えば図7（図19）に示す始動モータ（回転機）の場合、現時点での組合せ情報が機関制御信号を含むことにより「0」になっていたとしても（図19の符合t f, t g, t h参照）、各センサのいずれから内燃機関制御用信号が出力されているのかを特定できないので、絶対回転位置を算出できない。しかし、図7において、前回の組合せ情報が「5」、今回が「0」であった場合（つまり「5→0」といった履歴の場合）には、現時点においてU相センサから内燃機関制御用信号が出力されていると特定できる。また、前回の組合せ情報が「3」、今回が「0」であった場合（つまり「3→0」といった履歴の場合）には、現時点においてV相センサから内燃機関制御用信号が出力されていると特定できる。図19において、前回の組合せ情報が「4」、今回が「0」であった場合（つまり「4→0」といった履歴の場合）には、現時点においてU相センサから内燃機関制御用信号が出力されていると特定できる。

[0260] この点を鑑みた上記開示では、組合せ情報の履歴に基づき絶対回転位置を算出するので、現時点での組合せ情報からは絶対回転位置を特定できない位置であっても、絶対回転位置の把握を実現できる。

[0261] 内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、前記内燃機関の回転を開

始してから前記絶対回転位置が算出されるまでの回転駆動期間において、現時点での前記組合せ情報に基づき、次の前記組合せ情報を特定する特定手段を備え、前記回転駆動期間において、前記特定手段による特定結果に基づき、前記位相センサに対応する前記コイルへの通電制御内容を決定してもよい。

[0262] ここで、モータ制御用信号に基づきコイルへの通電タイミングを制御（モータ制御）するにあたり、位相センサから次回出力されるモータ制御用信号がN極およびS極のいずれであるかを把握して、次のマグネット極性に応じた通電制御内容にする必要がある。そして、絶対回転位置が把握されていない回転駆動期間であっても、次のマグネット極性については現時点での組合せ情報から特定できる場合がある。例えば、図5（図18）の始動モータ（回転機）において、現時点での組合せ情報が「3」であれば、次の組合せ情報が「2」に特定されて、U相コイルに対応する次のマグネット極性がS極からN極に変化することが特定される。

[0263] この点を鑑みた上記開示では、現時点での組合せ情報に基づき、位相センサから次回出力される信号の内容を特定して、通電制御内容を決定する。よって、回転駆動期間であっても、組合せ情報の履歴蓄積を必要とすることなく、次のマグネット極性に応じた通電制御内容を決定できる。

[0264] 複数の前記位相センサの少なくとも2つを前記異極部の回転軌道上に配置してもよい。

[0265] 上記開示によれば、内燃機関の出力軸が1回転する間に異極部が検出される回数を多くできるので、絶対回転位置の把握に要する時間短縮を促進できる。

[0266] 例えば停止状態から回転駆動する場合等、次の前記組合せ情報を複数の候補から特定できない場合において、前記候補の中から選択した1つが次の前記組合せ情報であるとみなして、前記位相センサに対応する前記コイルへの通電を制御し、その結果、所定時間が経過してもセンサ出力が変化しない場合には、前記ロータが回転していないものとして残りの候補の中から選

択した1つが次回の前記組合せ情報であるとみなして、前記位相センサに対応する前記コイルへの通電を制御してもよい。

[0267] ここで、例えば図7に示す始動モータ（回転機）の場合、絶対回転位置が算出されていない停止時においては、現時点での組合せ情報が機関制御信号を含むことにより「0」になっていれば、次回の組合せ情報が「3」であるか「6」であるかを特定できない。このように次回の組合せ情報を特定できない場合、上記開示によれば、候補「3」「6」の中から選択した1つ（例えば「3」）が次回の前記組合せ情報であるとみなして通電制御（モータ駆動制御）を実施し、その結果、所定時間が経過しても組合せ情報「0」が変化しない場合、つまりモータを回転駆動できていない場合には、残りの候補の中から選択した1つ「6」が次回の組合せ情報であるとみなして再度通電制御する。そのため、回転駆動できるまで複数候補の全てについて順に通電制御を試行することになるので、次回の組合せ情報を特定できない場合であってもモータ駆動を実現できる。

[0268] ここで、例えば図18に示す始動モータの場合、絶対回転位置が算出されていない停止時においては、現時点での組合せ情報が機関制御信号を含むことにより「2」になっていれば（符合tc参照）、次回の組合せ情報が「2」であるか「6」であるかを特定できない。このように次回の組合せ情報を特定できない場合、上記開示によれば、候補「2」「6」の中から選択した1つ（例えば「2」）が次回の前記組合せ情報であるとみなして通電制御（モータ駆動制御）を実施し、その結果、所定時間が経過しても組合せ情報「0」が変化しない場合、つまりモータを回転駆動できていない場合には、残りの候補の中から選択した1つ「6」が次回の組合せ情報であるとみなして再度通電制御する。そのため、回転駆動できるまで複数候補の全てについて順に通電制御を試行することになるので、次回の組合せ情報を特定できない場合であってもモータ駆動を実現できる。

[0269] 複数の前記候補の全てについて順番に次回の前記組合せ情報であるとみなして前記制御を実施した結果、正常にモータ駆動できなかった場合には、前

記順番とは異なる順番で前記制御を実施してもよい。

[0270] ところで、例えば図19に示す始動モータの場合においても、始動時算出期間において現時点での組合せ情報が「0」である場合には（符号 t f, t g, t h 参照）、上記図18の場合と同様にして、次回の組合せ情報が「3」「2」「6」のいずれであるかを特定できない。すなわち、例えば現時点での組合せ情報「0」が符号 t f によるものであれば、次回の組合せ情報を「3」とであるとみなして通電制御すれば正常にモータ駆動できる。また、現時点での組合せ情報「0」が符号 t g によるものであれば次回の組合せ情報を「2」とであるとみなし、現時点での組合せ情報「0」が符号 t h によるものであれば次回の組合せ情報を「6」とであるとみなして通電制御すれば正常にモータ駆動できる。しかし図19の例では、始動時算出期間において現時点での「0」が符号 t f, t g, t h のいずれによるものであるかを特定できない。

[0271] そこで、次回の組合せ情報を「3」とであるとみなして通電制御し、その結果正常にモータ駆動しなければ、次回の組合せ情報を「2」とであるとみなして通電制御し、その結果でも正常にモータ駆動しなければ、次回の組合せ情報を「6」とであるとみなして通電制御してもよい。しかし、図19に例示されるように、特定できない組合せ情報が3つ以上連続して出現するように設定されている場合には、上述の如く「3」「2」「6」の順に試行する最中に、ロータが僅かに回転して位相がずれる場合がある。

[0272] 例えば、実際には t g にある時に、t f にあるとみなして「3」で通電制御した結果、回転して t h の位相になる場合がある。この場合、正常にモータ駆動しなかったので次に t g にあるとみなして「2」で通電制御することとなる。すると今度は、回転して t g の位相になる場合がある。この場合、正常にモータ駆動しなかったので次に t h にあるとみなして「6」で通電制御することとなる。したがって、このように位相ずれが生じると、全ての候補「3」「2」「6」について通電制御しても、正常にモータ駆動しなくなる。

- [0273] この点を鑑みた上記開示では、複数の候補「3」「2」「6」の全てについて順番（例えば3→2→6の順）に通電制御を実施したにも拘わらず、正常にモータ駆動できなかった場合には、前記順番とは異なる順番（例えば2→3→6の順）で次の組合せ情報であるとみなして通電制御を実施する。そのため、先述した位相ずれが生じない順番で試行する機会が与えられるようになるので、正常にモータ駆動できるようになる。
- [0274] 前記組合せ情報の更新タイミングに基づき、前記内燃機関の点火時期または燃料噴射を制御してもよい。
- [0275] 例えば、上記開示に反して、U相センサの信号が変化したタイミングに基づき点火時期や燃料噴射を制御しようとする、このセンサ信号の変化タイミングの周期は組合せ情報の更新周期よりも長いので、点火時期または燃料噴射を高精度で制御するのに限界が有る。そこで上記開示では、組合せ情報の更新タイミングに基づき点火時期または燃料噴射を制御するので、これらを高精度で制御できるようになる。
- [0276] なお、上記開示は、組合せ情報の全ての更新タイミングを前記制御に用いることに限定されるものではない。例えば、全ての更新タイミングのうち、U相信号およびV相信号が変化したタイミングと同時期の更新タイミングのみを点火時期制御等に用いるようにして、W相信号が変化したタイミングと同時期の更新タイミングについては点火時期制御等に用いないようにしてもよい。或いは、全ての更新タイミングのうち、所定範囲のクランク角における更新タイミング、例えば点火時期制御に使用する圧縮行程付近のみを点火時期制御等に用いるようにしてもよい。これらによれば、制御の処理負荷を軽減しながら制御の精度を高めることができる。
- [0277] 複数の前記位相センサは、複数の前記ティース部の間隙に配置され、複数の前記位相センサを、前記回転方向に並ぶ複数の前記間隙のうち隣り合う間隙に配置することを禁止して分散配置してもよい。
- [0278] 前記U相センサ、前記V相センサおよび前記W相センサは、複数の前記ティース部の間隙に配置され、前記U相センサ、前記V相センサおよび前記W

相センサの少なくとも2つが、前記位相センサとして設定され、複数の前記位相センサを、前記回転方向に並ぶ複数の前記間隙のうち隣り合う間隙に配置することを禁止して分散配置してもよい。

[0279] 前記回転位置センサおよび前記位相センサは、複数の前記ティース部の間隙に配置され、前記回転位置センサおよび前記位相センサを、前記回転方向に並ぶ複数の前記間隙のうち隣り合う間隙に配置することを禁止して分散配置してもよい。

[0280] ここで、位相センサとして利用されるセンサの数が多いほど、出力軸が1回転する間に異極部を検出する回数を多くできるので、内燃機関の回転を開始してから異極部（異極磁性部）を検出して絶対回転位置の把握するまでに要する時間を短縮できる。ただし、位相センサの配置間隔が狭すぎると、内燃機関の回転を開始してから異極部を検出して絶対回転位置の把握するまでに要する時間を十分に短縮できない。この点を鑑みた上記開示では、複数の前記位相センサを隣り合う間隙に配置することを禁止して分散配置するので、絶対回転位置の把握に要する時間を十分に短縮できる。

[0281] 前記所定のマグネットのうち前記回転方向の一部に前記異極部を形成することで、前記所定のマグネットと前記異極部とが前記回転方向に並ぶようにしてもよい。

[0282] 例えば、図4（a）に示すように所定のマグネット32S（A）を回転方向に3分割したうちの中央部を異極部（異極磁性部34）として形成することで、所定のマグネット32S（A）のうち符号Pに示す部分と異極磁性部34とが回転方向に並ぶようにする。或いは、図4（b）に示すように所定のマグネット32S（A）を回転方向に2分割したうちの一方を異極部（異極磁性部34）として形成することで、所定のマグネット32S（A）のうち符号Qに示す部分と異極磁性部34とが回転方向に並ぶようにする。

[0283] このように、上記開示によれば、異極部を、所定のマグネットのうち回転方向の一部に形成するので、回転方向全体に亘って形成する図9（a）の従来構造に比べて、所定のマグネットと異極部とが回転軸方向（図4（a））

図4（b）の上下方向）で磁気短絡する長さを短くできる。よって、本開示にかかる回転機が始動モータとして機能するものである場合において、始動モータの出力低下を抑制できる。また、異極部は、所定のマグネットに対向するティース部と極性不整合になることは避けられないが、上記開示によれば異極部の面積が回転方向（図4（a）、図4（b）の左右方向）に小さくなるので、極性不整合に伴い生じる始動モータ（回転機）の出力低下を抑制できる。なお、本開示にかかる回転機が、内燃機関により駆動して発電機として機能するものである場合、その発電機による発電量が増加するといった効果も発揮される。また、回転方向の全体に亘って異極部を形成した場合に比べて、異極部の回転方向長さを短くできる。そのため、所定のマグネットに対する異極部の占有面積を小さくでき、異極部が存在することによる回転機（始動モータまたは発電機）の出力低下を抑制できる。

[0284] 前記回転方向のうち前記異極部の両側に前記所定のマグネットの極性が位置するようにしてもよい。例えば、図4（a）（図27（a））に示すように所定のマグネットを3分割して、その中央部を異極部として形成する。

[0285] ここで、上記開示に反し、図4（b）（図27（b））に例示する2分割構成にした場合には、所定のマグネット32S（A）に隣接する2つのマグネット（隣接マグネット32N（B）（C））のうち、一方の隣接マグネット32N（B）と所定のマグネット32S（A）との位置変化のタイミング（転流タイミング）についてはセンサで検出できるものの、他方の隣接マグネット32N（C）と所定のマグネット32S（A）との転流タイミングについては検出できない。これに対し上記開示では、図4（a）（図27（a））に例示する3分割構成であるため、両側の隣接マグネット32N（B）（C）に対して転流タイミングを検出できるようになる。よって、通電制御内容の切り替えタイミングの適正化を促進できる。

[0286] さらに上記開示によれば、図4（b）（図27（b））に例示する如く所定のマグネットを2分割して、異極部の片側だけに所定のマグネットの極性（符号Q参照）を位置させる場合に比べて、異極部の回転方向長さをより一

層短くできる。そのため、所定のマグネットと異極部との磁気短絡量をより一層低減できるとともに、極性不整合となっている異極部の占有面積をより一層小さくでき、回転機（始動モータまたは発電機）の出力低下抑制を促進できる。

[0287] 前記位相センサは、前記回転方向において前記回転位置センサとは異なる位置に配置されるとともに、前記異極磁性部の回転軌道上に配置されることで、前記位相センサが前記異極磁性部を検出した時には、前記出力軸の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記モータ制御用信号の替わりに出力してもよい。

[0288] 上記開示によれば、内燃機関制御用信号を出力する位相センサと回転位置センサとの各々で異極磁性部を検出するようにできる。そのため、内燃機関の出力軸が1回転する間に異極磁性部を複数回検出するようにできるので、内燃機関の回転を開始してから、異極磁性部を検出して絶対回転位置の把握するまでに要する時間を短縮できる（第2の目的）。

[0289] ここで、上記開示に反して、所定のマグネットのうち回転方向の全体に亘って異極磁性部が形成されている場合には、位相センサは所定のマグネットの極性を検出できない。そのため、位相センサの検出位置に所定のマグネットが位置する状態から、隣接マグネットが位置する状態に切り替わるタイミング（転流タイミング）を正確に把握できなくなる。そのため、コイルへの通電制御内容を切り替えるタイミングを適正なタイミングに精度良く制御することができなくなることが懸念される。

[0290] これに対し、異極磁性部の回転方向両側に所定のマグネットの極性が位置するようにすれば、位相センサにかかる前記転流タイミングを正確に把握することができ、ひいては、通電制御内容を切り替えるタイミングを適正タイミングに精度良く制御できる。

[0291] 内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータは、前記内燃機関を走行駆動源とする車両であって、前記出力軸の回転速度が所定値以上になったことを条件として、前記出力軸の回転トルクを前記車両の駆動輪へ伝達するトルク

伝達機構を備えた車両に適用されてもよい。

[0292] ところで、回転機が始動モータとして機能するものである場合において、上述してきたように位相センサを利用して内燃機関制御用信号を出力させるにあたり、停止からの回転駆動において位相センサから出力された信号がモータ制御用信号および内燃機関制御用信号のいずれであるかを特定できなかった場合に起因して、適正な通電制御内容でモータ制御できず、始動モータを所望の向きとは逆の向きに回転駆動させてしまうことが懸念される。

[0293] この懸念に対し、上記開示では、出力軸の回転速度が所定値以上になったことを条件として出力軸トルクを駆動輪へ伝達する車両を適用対象とするので、仮に始動モータを逆回転させてしまっても、その逆回転トルクは駆動輪へ伝達されることはなく、車両の走行には影響しない。よって、上記懸念を解消できる。

[0294] 前記出力軸はクランク軸であり、前記ロータは、前記クランク軸に固定され、前記クランク軸と同じ回転速度で常時回転してもよい。

[0295] ここで、上記開示に反し、クランク軸とロータとが、ベルトやギア等の動力伝達機構を介して連結されている場合には、ギアのバックラッシュやベルトの伸び等により、クランク軸の回転位相とロータの回転位相とにずれが生じる。そのため、ロータに取り付けられた異極部を検出して出力された内燃機関制御用信号に基づき算出されたクランク軸の絶対回転位置は、実際の絶対回転位置に対してずれた値になる。

[0296] この点を鑑みた上記開示では、ロータがクランク軸に固定され、クランク軸と同じ回転速度で常時回転する車両を適用対象とするので、内燃機関制御用信号に基づき算出した絶対回転位置と実際の絶対回転位置とのずれを小さくできる。よって、クランク軸（出力軸）の絶対回転位置の算出を高精度にできる。

[0297] 前記内燃機関を停止させた時に前記出力軸が停止する可能性の高い前記絶対回転位置を、停止予想位置として予め設定しておき、前記停止予想位置を避けて、前記異極部（異極磁性部）が前記位相センサの対向位置から所定量

だけ進角した位置となるよう、前記位相センサおよび前記異極部を配置してもよい。

[0298] ここで、上記開示に反して、停止予想位置で出力軸が停止した状態において、異極部（異極磁性部）が位相センサの対向位置、またはその対向位置から僅かに遅角した位置にあるようにすると、絶対回転位置を把握できていない停止時に内燃機関制御用信号を出力することとなり、この場合には適正な通電制御内容でモータ制御できなくなる可能性が高くなる。

[0299] この点を鑑みた上記開示では、停止予想位置で出力軸が停止した状態において、異極部（異極磁性部）が位相センサの対向位置から僅かに進角した位置にあるようにできるので、上述の如く適正な通電制御内容でモータ制御できなくなる可能性を低減できる。

[0300] 前記内燃機関を停止させた時に前記出力軸が停止する可能性の高い前記絶対回転位置を、停止予想位置（例えばBTDC150°付近から上死点TDCの範囲）として予め設定しておき、前記停止予想位置で停止した状態において、前記異極部（異極磁性部）が前記位相センサ（または前記回転位置センサ）の対向位置、或いは前記位相センサ（または前記回転位置センサ）の対向位置から所定量だけ遅角した位置となるよう、前記位相センサおよび前記異極部（異極磁性部）を配置してもよい。

[0301] 上記開示によれば、内燃機関の回転駆動を開始してから直ぐに内燃機関制御用信号が出力されるようになるので、内燃機関制御用信号に基づく絶対回転位置の算出を迅速にでき、絶対回転位置の把握に要する時間短縮を促進できる。

[0302] 前記異極部は、N極およびS極のいずれにも着磁させない非磁性部であり、前記所定のマグネットの一部を切り欠いて形成された空隙であってもよい。

[0303] このように非磁性部を異極部とする上記開示によれば、所定のマグネットと異なる極性に着磁させた異極磁性部を異極部とする場合に比べて、以下の点で有利である。すなわち、異極磁性部（異極部）を生成すべく着磁処理す

ることを不要にでき、切り欠きを形成するだけで非磁性部（異極部）を形成できるので、異極部の形成を容易に実現できる。

[0304] また、上記開示に反して異極磁性部を異極部とした場合には、所定のマグネットと異極磁性部とが回転軸方向（図4（a）、図4（b）の上下方向）で磁気短絡することとなる。この点、非磁性部を異極部とした上記開示によれば、前記磁気短絡量を低減でき、始動モータの出力低下や発電機として使用する場合の発電出力の低下を抑制できる。

[0305] U相コイル、V相コイルおよびW相コイルを前記コイルとして備えており、前記U相コイルへの通電タイミングの制御に用いるU相信号を前記モータ制御用信号として出力するU相センサ、前記V相コイルへの通電タイミングの制御に用いるV相信号を前記モータ制御用信号として出力するV相センサ、および前記W相コイルへの通電タイミングの制御に用いるW相信号を前記モータ制御用信号として出力するW相センサのうち、少なくとも1つのセンサを備え、前記U相センサ、前記V相センサおよび前記W相センサの少なくとも1つを、前記位相センサとして前記異極部（前記異極磁性部）の回転軌道上に配置してもよい。

[0306] このようにU相コイル、V相コイルおよびW相コイルを有する三相の始動モータ（回転機）の場合には、各コイルに対応したモータ制御用信号を出力する各々のセンサを、内燃機関制御用信号の出力に利用してもよい。但し、三相であってもU相センサ、V相センサおよびW相センサの全てを備えていない場合があり、このような始動モータにも本開示は適用できる。例えばW相センサが備えられていない場合には、U相センサまたはV相センサの出力に基づきW相センサの出力位置を入力時間から推定し、その推定信号に基づきW相コイルを通電制御すればよい。

[0307] また、U相センサ、V相センサおよびW相センサの全てを内燃機関制御用信号の出力に利用してもよいし、1つまたは2つのセンサを内燃機関制御用信号の出力に利用してもよい。そして、利用するセンサの数を多くするほど、内燃機関の出力軸が1回転する間に異極部が検出される回数を多くできる

ので、絶対回転位置の把握に要する時間短縮を促進できる。

[0308] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1] 極性の異なるマグネット（32N, 32S）を回転方向に交互に配置して構成されたロータ（30）と、

コイル（CU, CV, CW）が巻き回されたティース部（41）を前記回転方向に複数並べて構成されたステータ（40）と、

前記ステータ（40）のうち前記マグネット（32N, 32S）と対向する位置に取り付けられ、回転する前記マグネット（32N, 32S）の極性に応じたクランク位置信号を出力する位相センサ（SU、SV、SW）と、

を備え、

複数の前記マグネット（32N, 32S）のうち所定のマグネット（32N, 32S）の一部に、当該マグネット（32N, 32S）とは異なる極性に着磁された、或いはいずれの極性にも着磁されていない異極部（34、34k）を形成し、

前記ロータ（30）とともに回転する前記異極部（34、34k）の回転軌道上に前記位相センサ（SU、SV、SW）を配置することで、前記位相センサ（SU、SV、SW）が前記異極部（34、34k）を検出した時には、内燃機関の出力軸（14）の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記位相センサ（SU、SV、SW）が出力する、内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。

[請求項2] 複数の前記位相センサ（SU、SV、SW）を、前記回転方向に並べて配置し、

複数の前記位相センサ（SU、SV、SW）から出力されたクランク位置信号の組合せを表した、組合せ情報を生成する組合せ情報生成手段（S20）を備える、請求項1に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。

- [請求項3] 現時点での前記組合せ情報に基づき、前記絶対回転位置を算出する、請求項2に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項4] 前記組合せ情報の履歴に基づき、前記絶対回転位置を算出する、請求項2または3に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項5] 前記内燃機関の回転を開始してから前記絶対回転位置が算出されるまでの回転駆動期間において、現時点での前記組合せ情報に基づき、次回の前記組合せ情報を特定する特定手段（13）を備え、
前記回転駆動期間において、前記特定手段（13）による特定結果に基づき、前記位相センサ（SU、SV、SW）に対応する前記コイル（CU、CV、CW）への通電制御内容を決定する、請求項2～4のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項6] 複数の前記位相センサ（SU、SV、SW）の少なくとも2つを前記異極部（34、34k）の回転軌道上に配置した、請求項2～5のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項7] 次回の前記組合せ情報を複数の候補から特定できない場合において、前記候補の中から選択した1つが次回の前記組合せ情報であるとみなして、前記位相センサ（SU、SV、SW）に対応する前記コイル（CU、CV、CW）への通電を制御し、
その結果、所定時間が経過してもセンサ出力が変化しない場合には、前記ロータ（30）が回転していないものとして残りの候補の中から選択した1つが次回の前記組合せ情報であるとみなして、前記位相センサ（SU、SV、SW）に対応する前記コイル（CU、CV、CW）への通電を順次制御する、請求項2～6のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。

- [請求項8] 前記組合せ情報の更新タイミングに基づき、前記内燃機関の点火時期または燃料噴射を制御する、請求項2～7のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項9] 複数の前記位相センサ（SU、SV、SW）は、複数の前記ティース部（41）の間隙に配置され、
複数の前記位相センサ（SU、SV、SW）を、前記回転方向に並ぶ複数の前記間隙のうち隣り合う間隙に配置することを禁止して分散配置した、請求項2～8のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項10] 前記所定のマグネット（32N、32S）のうち前記回転方向の一部に前記異極部（34、34k）を形成することで、前記所定のマグネット（32N、32S）と前記異極部（34、34k）とが前記回転方向に並ぶようにした、請求項1～9のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項11] 前記回転方向のうち前記異極部（34、34k）の両側に前記所定のマグネット（32N、32S）の極性が位置するようにした、請求項10に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項12] 前記内燃機関を走行駆動源とする車両であって、
前記出力軸（14）の回転速度が所定値以上になったことを条件として、前記出力軸（14）の回転トルクを前記車両の駆動輪へ伝達するトルク伝達機構を備えた車両に適用されている、請求項1～11のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。

- [請求項13] 前記出力軸（１４）はクランク軸（１４）であり、
 前記ロータ（３０）は、前記クランク軸（１４）に固定され、前記クランク軸（１４）と同じ回転速度で常時回転する、請求項１～１２のいずれか１つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項14] 前記内燃機関を停止させた時に前記出力軸（１４）が停止する可能性の高い前記絶対回転位置を、停止予想位置として予め設定しておき、
 前記停止予想位置を避けて、前記異極部（３４、３４ｋ）が前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ、ＳＷ）の対向位置から所定量だけ進角した位置となるよう、前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ、ＳＷ）および前記異極部（３４、３４ｋ）を配置した、請求項１～１３のいずれか１つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項15] 前記内燃機関を停止させた時に前記出力軸（１４）が停止する可能性の高い前記絶対回転位置を、停止予想位置として予め設定しておき、
 前記停止予想位置で停止した状態において、前記異極部（３４、３４ｋ）が前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ、ＳＷ）の対向位置、或いは前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ、ＳＷ）の対向位置から所定量だけ遅角した位置となるよう、前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ、ＳＷ）および前記異極部（３４、３４ｋ）を配置した、請求項１～１３のいずれか１つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。
- [請求項16] 前記異極部（３４、３４ｋ）は、Ｎ極およびＳ極のいずれにも着磁させない非磁性部（３４ｋ）であり、前記所定のマグネット（３２Ｎ、３２Ｓ）の一部を切り欠いて形成された空隙である、請求項１～１５のいずれか１つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。

[請求項17] 前記位相センサ（S U、S V、S W）は、回転する前記マグネット（3 2 N、3 2 S）の極性に応じたモータ制御用信号を出力しており、

検出された前記モータ制御用信号に基づき前記コイル（C U、C V、C W）への通電タイミングを制御することで回転駆動して、内燃機関の出力軸（1 4）を回転駆動させる始動モータとして機能する回転機であって、

前記位相センサ（S U、S V、S W）は、前記異極部（3 4、3 4 k）を検出した時には、前記モータ制御用信号の代わりに前記内燃機関制御用信号の基準位置信号を出力する、請求項 1 ～ 1 6 のいずれか 1 つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。

[請求項18] U相コイル（C U）、V相コイル（C V）およびW相コイル（C W）を前記コイル（C U、C V、C W）として備えており、

前記U相コイル（C U）への通電タイミングの制御に用いるU相信号を前記モータ制御用信号として出力するU相センサ（S U）、前記V相コイル（C V）への通電タイミングの制御に用いるV相信号を前記モータ制御用信号として出力するV相センサ（S V）、および前記W相コイル（C W）への通電タイミングの制御に用いるW相信号を前記モータ制御用信号として出力するW相センサ（S W）のうち、少なくとも 1 つのセンサを備え、

前記U相センサ（S U）、前記V相センサ（S V）および前記W相センサ（S W）の少なくとも 1 つを、前記位相センサ（S U、S V、S W）として前記異極部（3 4、3 4 k）の回転軌道上に配置する、請求項 1 7 に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き回転機。

[請求項19] 極性の異なるマグネット（3 2 N、3 2 S）を回転方向に交互に配

置して構成されたロータ（３０）と、

コイル（ＣＵ，ＣＶ，ＣＷ）が巻き回されたティース部（４１）を前記回転方向に複数並べて構成されたステータ（４０）と、

前記ステータ（４０）のうち前記マグネット（３２Ｎ，３２Ｓ）と対向する位置に取り付けられ、回転する前記マグネット（３２Ｎ，３２Ｓ）の極性に応じたモータ制御用信号を出力する位相センサ（ＳＵ、ＳＶ，ＳＷ）と、

を備え、

検出された前記モータ制御用信号に基づき前記コイル（ＣＵ，ＣＶ，ＣＷ）への通電タイミングを制御することで回転駆動して、内燃機関の出力軸（１４）を回転駆動させる始動モータであって、

複数の前記マグネット（３２Ｎ，３２Ｓ）のうち所定のマグネット（３２Ｎ，３２Ｓ）の一部に、当該マグネット（３２Ｎ，３２Ｓ）とは異なる極性に着磁された異極磁性部（３４）を、前記回転方向の全体に亘って形成し、

前記ロータ（３０）とともに回転する前記異極磁性部（３４）の回転軌道上に前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ，ＳＷ）を配置することで、前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ，ＳＷ）が前記異極磁性部（３４）を検出した時には、前記出力軸（１４）の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記モータ制御用信号の替わりに出力させる、内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項20]

極性の異なるマグネット（３２Ｎ，３２Ｓ）を回転方向に交互に配置して構成されたロータ（３０）と、

コイル（ＣＵ，ＣＶ，ＣＷ）が巻き回されたティース部（４１）を前記回転方向に複数並べて構成されたステータ（４０）と、

前記ステータ（４０）のうち前記マグネット（３２Ｎ，３２Ｓ）と対向する位置に取り付けられ、回転する前記マグネット（３２Ｎ，３

2 S) の極性に応じたモータ制御用信号を出力する位相センサ (S U、S V、S W) と、

を備え、

検出された前記モータ制御用信号に基づき前記コイル (C U、C V、C W) への通電タイミングを制御することで回転駆動して、内燃機関の出力軸 (1 4) を回転駆動させる始動モータであって、

複数の前記マグネット (3 2 N、3 2 S) のうち所定のマグネット (3 2 N、3 2 S) の一部を、当該マグネット (3 2 N、3 2 S) とは異なる極性に着磁するとともに、当該マグネット (3 2 N、3 2 S) のうちの前記回転方向の全体に亘って着磁して形成された異極磁性部 (3 4) と、

前記ロータ (3 0) とともに回転する前記異極磁性部 (3 4) の回転軌道上に配置され、前記異極磁性部 (3 4) を検出することにより、前記出力軸 (1 4) の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を出力する回転位置センサ (S E) と、

を備え、

前記回転位置センサ (S E) に加えて前記位相センサ (S U、S V、S W) も前記回転軌道上に配置することで、前記位相センサ (S U、S V、S W) が前記異極磁性部 (3 4) を検出した時には、前記出力軸 (1 4) の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記モータ制御用信号の替わりに出力させる、内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項21]

極性の異なるマグネット (3 2 N、3 2 S) を回転方向に交互に配置して構成されたロータ (3 0) と、

コイル (C U、C V、C W) が巻き回されたティース部 (4 1) を前記回転方向に複数並べて構成されたステータ (4 0) と、

前記ステータ (4 0) のうち前記マグネット (3 2 N、3 2 S) と

対向する位置に取り付けられ、回転する前記マグネット（32N, 32S）の極性に応じたモータ制御用信号を出力する位相センサ（SU、SV、SW）と、

を備え、

検出された前記モータ制御用信号に基づき前記コイル（CU, CV, CW）への通電タイミングを制御することで回転駆動して、内燃機関の出力軸（14）を回転駆動させる始動モータであって、

複数の前記マグネット（32N, 32S）のうち所定のマグネット（32N, 32S）の一部に形成され、当該マグネット（32N, 32S）とは異なる極性に着磁された異極磁性部（34）と、

前記ロータ（30）とともに回転する前記異極磁性部（34）の回転軌道上に配置され、前記異極磁性部（34）を検出することにより、前記出力軸（14）の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を出力する回転位置センサ（SE）と、

を備え、

前記異極磁性部（34）は、前記所定のマグネット（32N, 32S）のうち前記回転方向の一部に形成されている、内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項22] 前記回転方向のうち前記異極磁性部（34）の両側に前記所定のマグネット（32N, 32S）の極性が位置するように、前記異極磁性部（34）が形成されている、請求項21に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項23] 前記位相センサ（SU、SV、SW）は、前記回転方向において前記回転位置センサ（SE）とは異なる位置に配置されるとともに、前記異極磁性部（34）の回転軌道上に配置されることで、前記位相センサ（SU、SV、SW）が前記異極磁性部（34）を検出した時に

は、前記出力軸（１４）の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を前記モータ制御用信号の替わりに出力する、請求項２１または２２に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項24] U相コイル（CU）、V相コイル（CV）およびW相コイル（CW）を前記コイル（CU、CV、CW）として備えており、

前記U相コイル（CU）への通電タイミングの制御に用いるU相信号を前記モータ制御用信号として出力するU相センサ（SU）、前記V相コイル（CV）への通電タイミングの制御に用いるV相信号を前記モータ制御用信号として出力するV相センサ（SV）、および前記W相コイル（CW）への通電タイミングの制御に用いるW相信号を前記モータ制御用信号として出力するW相センサ（SW）のうち、少なくとも１つのセンサを備え、

前記U相センサ（SU）、前記V相センサ（SV）および前記W相センサ（SW）の少なくとも１つを、前記位相センサ（SU、SV、SW）として前記異極磁性部（３４）の回転軌道上に配置する、請求項１９～２３のいずれか１つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項25] 前記U相コイル（CU）に対する前記モータ制御用信号、前記V相コイル（CV）に対する前記モータ制御用信号、前記W相コイル（CW）に対する前記モータ制御用信号、および前記内燃機関制御用信号の組合せを表した、組合せ情報を生成する組合せ情報生成手段（S20）を備える、請求項２４に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項26] 現時点での前記組合せ情報に基づき、前記絶対回転位置を算出する、請求項２５に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項27] 前記組合せ情報の履歴に基づき、前記絶対回転位置を算出する、請求項25または26に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項28] 前記内燃機関の回転を開始してから前記絶対回転位置が算出されるまでの回転駆動期間において、現時点での前記組合せ情報に基づき、次の前記組合せ情報を特定する特定手段(13)を備え、

前記回転駆動期間において、前記特定手段(13)による特定結果に基づき、前記位相センサ(SU、SV、SW)に対応する前記コイル(CU、CV、CW)への通電制御内容を決定する、請求項25～27のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項29] 次の前記組合せ情報を複数の候補から特定できない場合において、前記候補の中から選択した1つが次の前記組合せ情報であるとみなして、前記位相センサ(SU、SV、SW)に対応する前記コイル(CU、CV、CW)への通電を制御し、

その結果、所定時間が経過してもセンサ出力が変化しない場合には、前記ロータ(30)が回転していないものとして残りの候補の中から選択した1つが次の前記組合せ情報であるとみなして、前記位相センサ(SU、SV、SW)に対応する前記コイル(CU、CV、CW)への通電を制御する、請求項25～28のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項30] 複数の前記候補の全てについて順番に次の前記組合せ情報であるとみなして前記制御を実施した結果、正常にモータ駆動できなかった場合には、前記順番とは異なる順番で前記制御を実施する、請求項2

9に記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項31] 前記組合せ情報の更新タイミングに基づき、前記内燃機関の点火時期または燃料噴射を制御する、請求項25～30のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項32] 前記U相センサ（SU）、前記V相センサ（SV）および前記W相センサ（SW）は、複数の前記ティース部（41）の間隙に配置され、

前記U相センサ（SU）、前記V相センサ（SV）および前記W相センサ（SW）の少なくとも2つが、前記位相センサ（SU、SV、SW）として設定され、

複数の前記位相センサ（SU、SV、SW）を、前記回転方向に並ぶ複数の前記間隙のうち隣り合う間隙に配置することを禁止して分散配置した、請求項24～31のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

[請求項33] 前記ロータ（30）とともに回転する前記異極磁性部（34）の回転軌道上に配置され、前記異極磁性部（34）を検出することにより、前記出力軸（14）の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を出力する回転位置センサ（SE）を備え、

前記回転位置センサ（SE）および前記位相センサ（SU、SV、SW）は、複数の前記ティース部（41）の間隙に配置され、

前記回転位置センサ（SE）および前記位相センサ（SU、SV、SW）を、前記回転方向に並ぶ複数の前記間隙のうち隣り合う間隙に配置することを禁止して分散配置した、請求項19～31のいずれか1つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

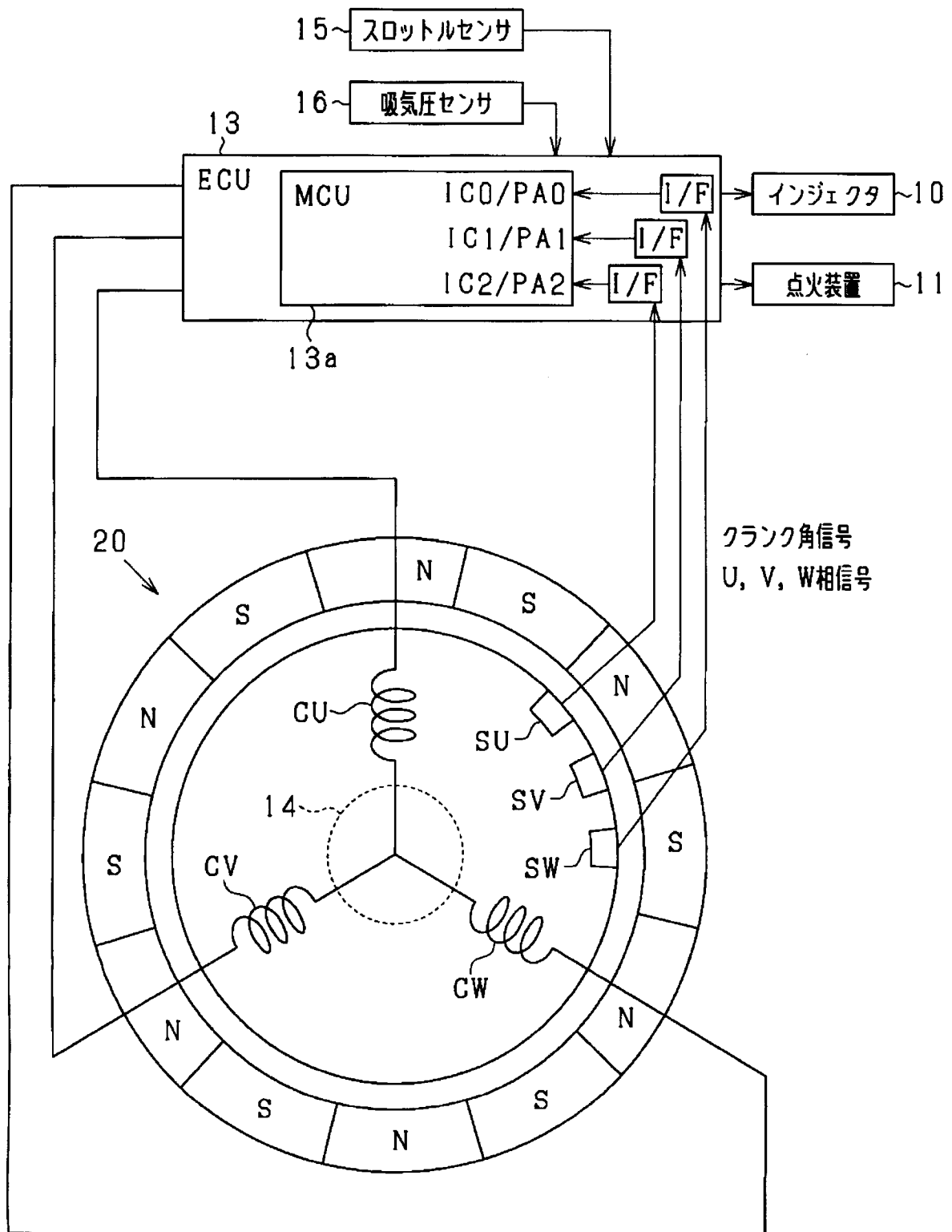
- [請求項34] 前記出力軸（１４）はクランク軸（１４）であり、
前記ロータ（３０）は、前記クランク軸（１４）に固定され、前記クランク軸（１４）と同じ回転速度で常時回転する、請求項１９～３３のいずれか１つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。
- [請求項35] 前記内燃機関を停止させた時に前記出力軸（１４）が停止する可能性の高い前記絶対回転位置を、停止予想位置として予め設定しておく、
前記停止予想位置を避けて、前記異極磁性部（３４）が前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ、ＳＷ）の対向位置から所定量だけ進角した位置となるよう、前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ、ＳＷ）および前記異極磁性部（３４）を配置した、請求項１９～３４のいずれか１つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。
- [請求項36] 前記内燃機関を停止させた時に前記出力軸（１４）が停止する可能性の高い前記絶対回転位置を、停止予想位置として予め設定しておく、
前記停止予想位置で停止した状態において、前記異極磁性部（３４）が前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ、ＳＷ）の対向位置、或いは前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ、ＳＷ）の対向位置から所定量だけ遅角した位置となるよう、前記位相センサ（ＳＵ、ＳＶ、ＳＷ）および前記異極磁性部（３４）を配置した、請求項１９～３４のいずれか１つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。
- [請求項37] 前記ロータ（３０）とともに回転する前記異極磁性部（３４）の回転軌道上に配置され、前記異極磁性部（３４）を検出することにより、前記出力軸（１４）の絶対回転位置を表した内燃機関制御用信号を

出力する回転位置センサ（S E）を備え、

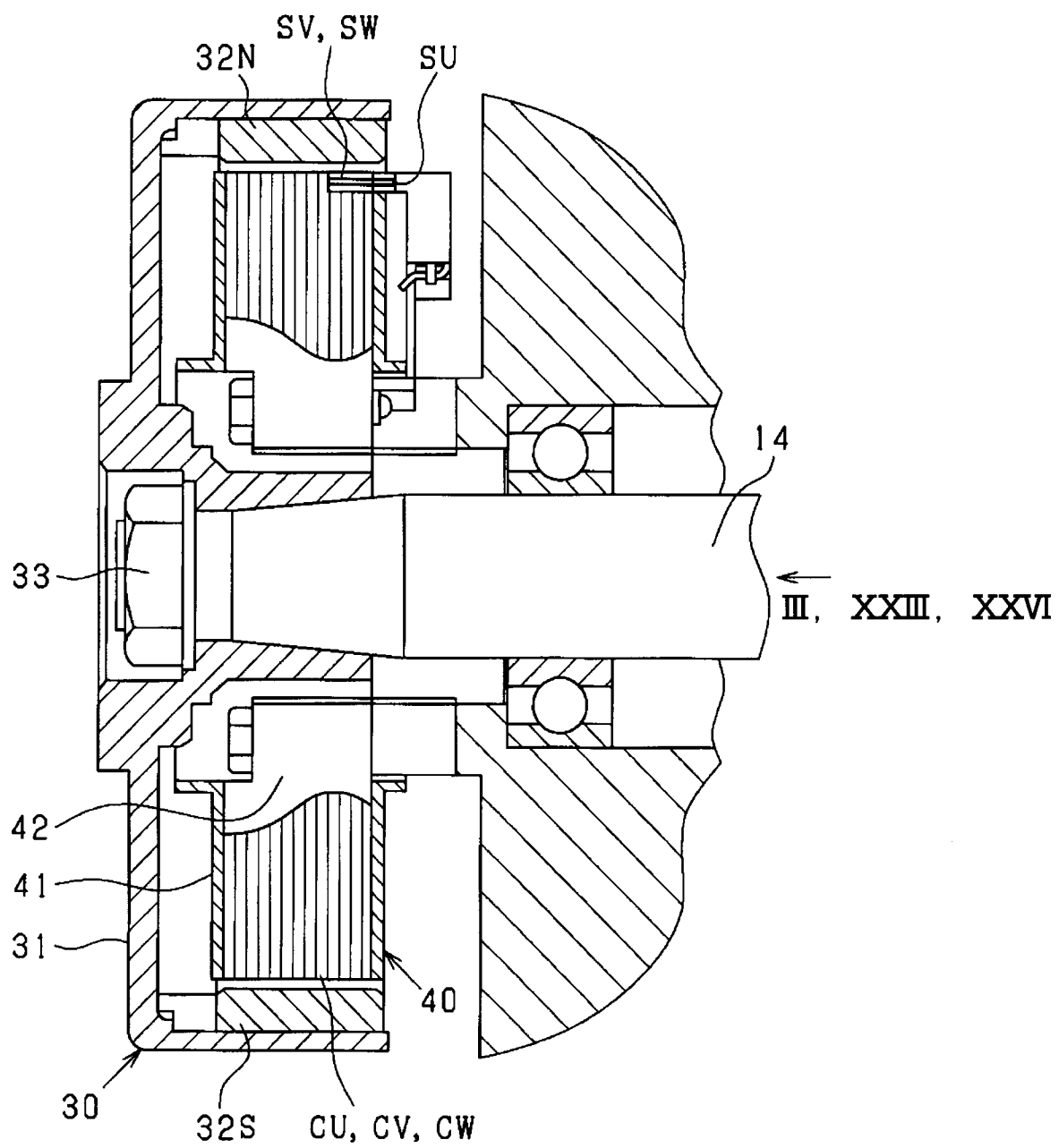
前記内燃機関を停止させた時に前記出力軸（1 4）が停止する可能性の高い前記絶対回転位置を、停止予想位置として予め設定しておく、

前記停止予想位置で停止した状態において、前記異極磁性部（3 4）が前記位相センサ（S U、S V、S W）または前記回転位置センサ（S E）の対向位置、或いは前記位相センサ（S U、S V、S W）または前記回転位置センサ（S E）の対向位置から所定量だけ遅角した位置となるよう、前記異極磁性部（3 4）を配置した、請求項 1 9～3 4 のいずれか 1 つに記載の内燃機関制御用信号出力機能付き始動モータ。

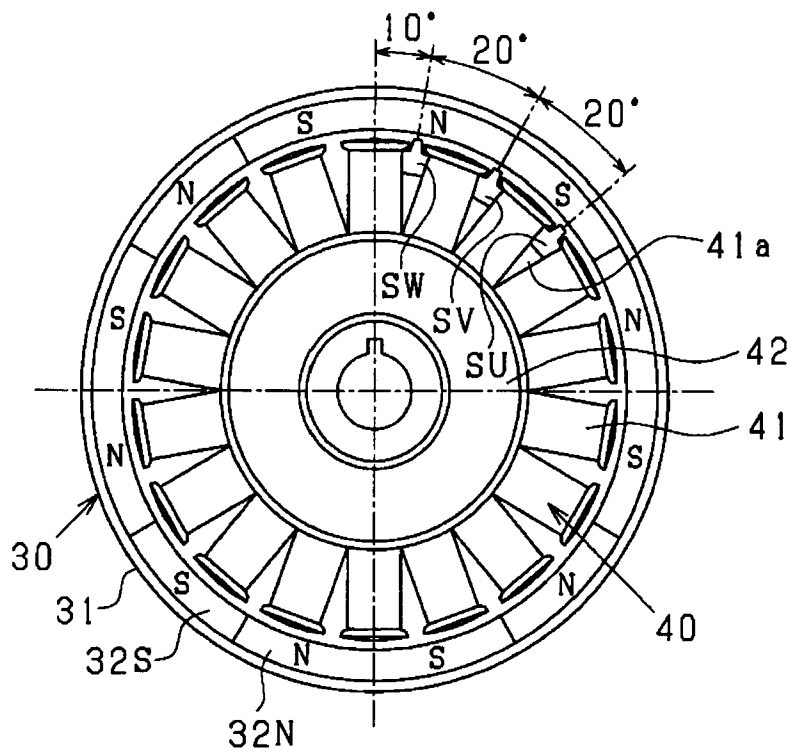
[図1]



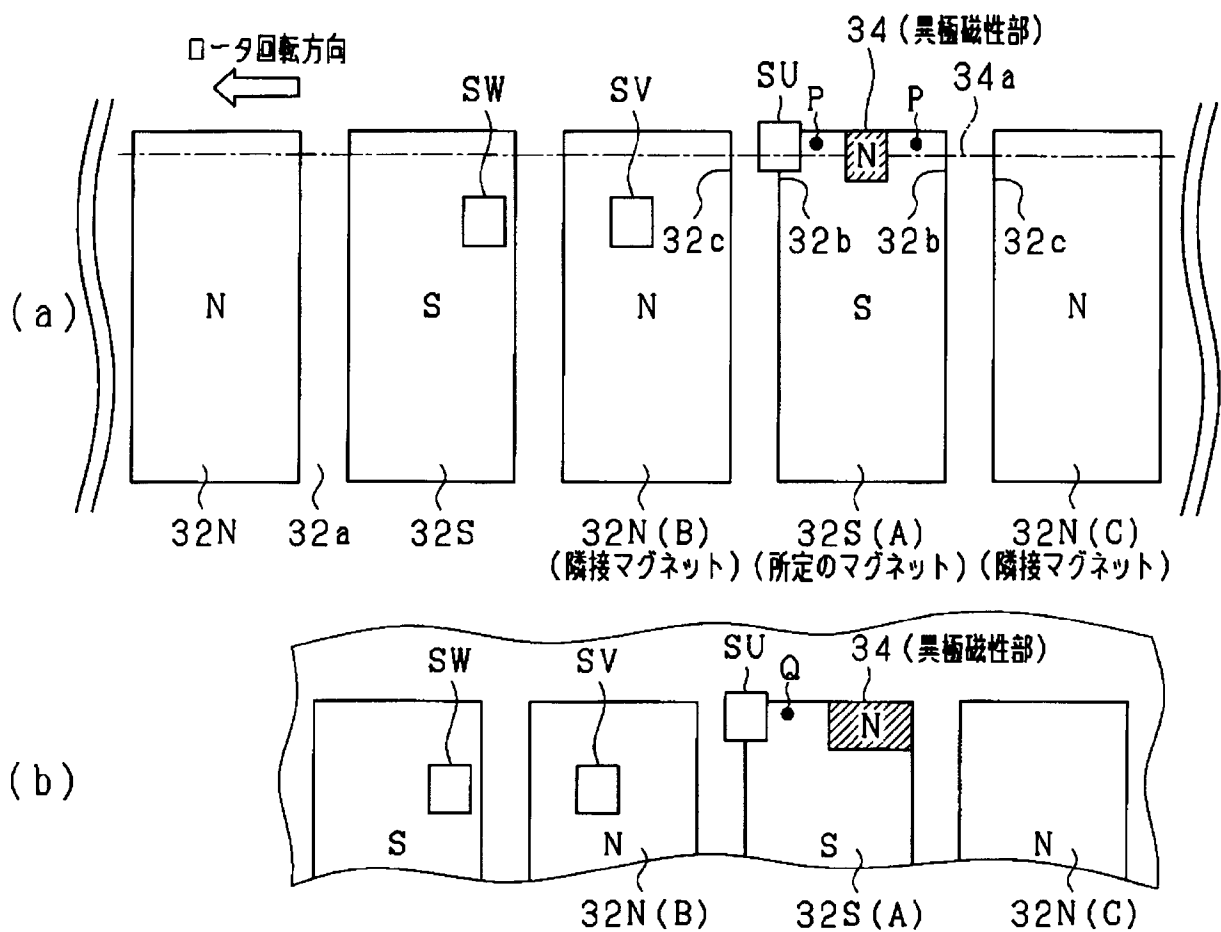
[図2]



[図3]



[図4]

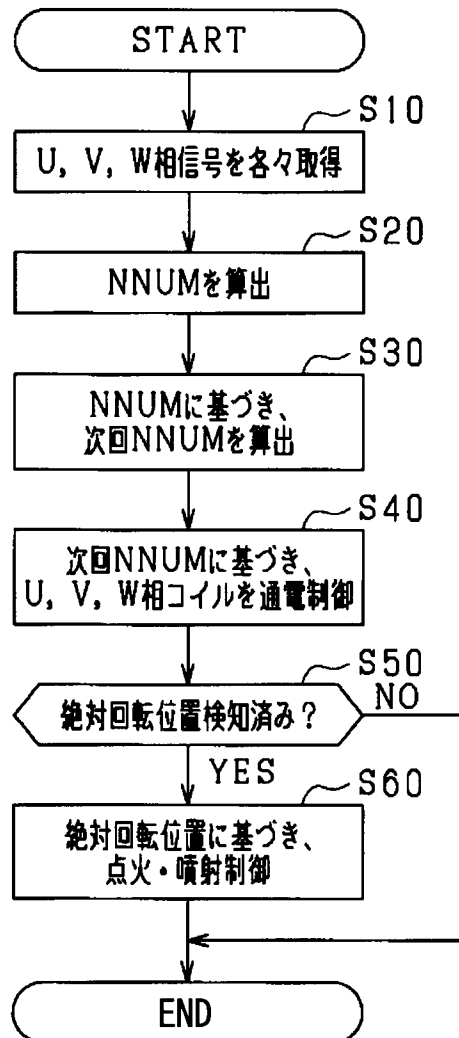


The diagram illustrates the timing of various signals and engine events over a 720-degree crank angle cycle. The top horizontal axis is labeled 'クランク角' (Crank Angle) and shows two 360-degree segments. The bottom horizontal axis is labeled 'エンジン行程' (Engine Cycle) and shows four strokes: 圧縮行程 (Compression), 吸入行程 (Intake), 排気行程 (Exhaust), and 圧縮行程 (Compression).

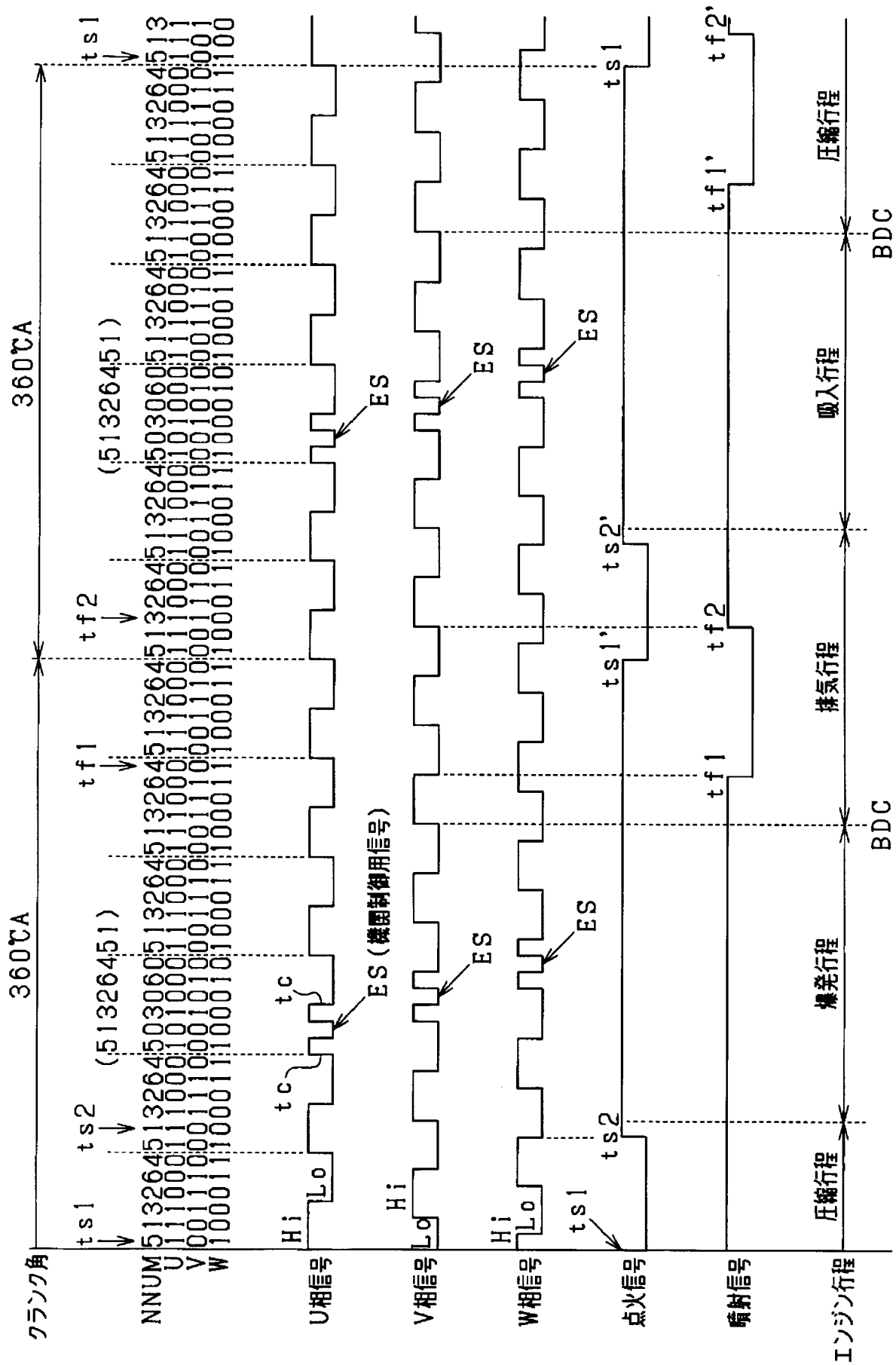
Key signals and events shown include:

- U相信号 (U Phase Signal):** A square wave signal with high (Hi) and low (Lo) levels. It is labeled with 'ES (機関制御信号)' (Engine Control Signal) and 'ES (機関制御信号)'.
- V相信号 (V Phase Signal):** A square wave signal with high (Hi) and low (Lo) levels.
- W相信号 (W Phase Signal):** A square wave signal with high (Hi) and low (Lo) levels.
- 点火信号 (Ignition Signal):** A pulse signal with timing points $ts1$ and $ts2$.
- 噴射信号 (Injection Signal):** A pulse signal with timing points $tf1$ and $tf2$.
- エンジン行程 (Engine Cycle):** The sequence of four strokes: 圧縮行程 (Compression), 吸入行程 (Intake), 排気行程 (Exhaust), and 圧縮行程 (Compression).
- タイミング点 (Timing Points):** Various points are marked along the cycle, including $ts1$, $ts2$, $tf1$, $tf2$, $ts1'$, $ts2'$, $tf1'$, and $tf2'$.

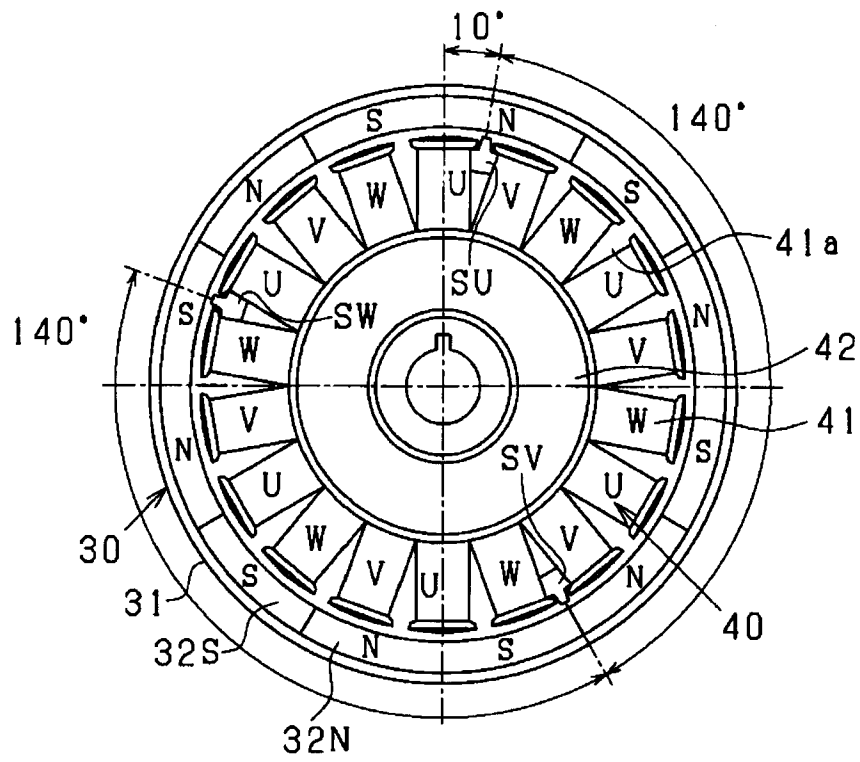
[図6]



[図8]

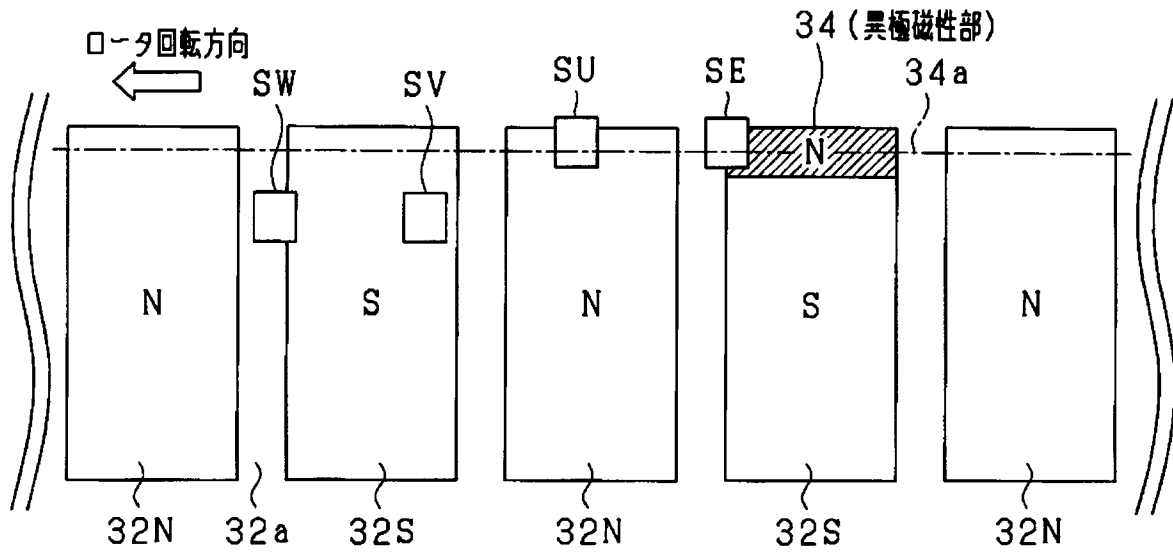


[図9]

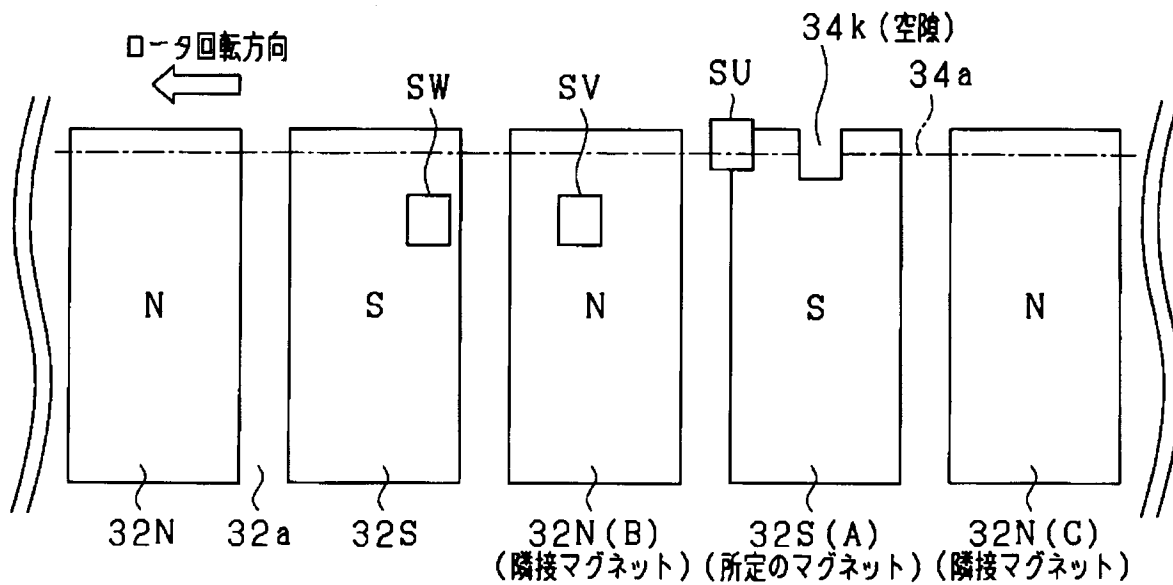


[illegible]

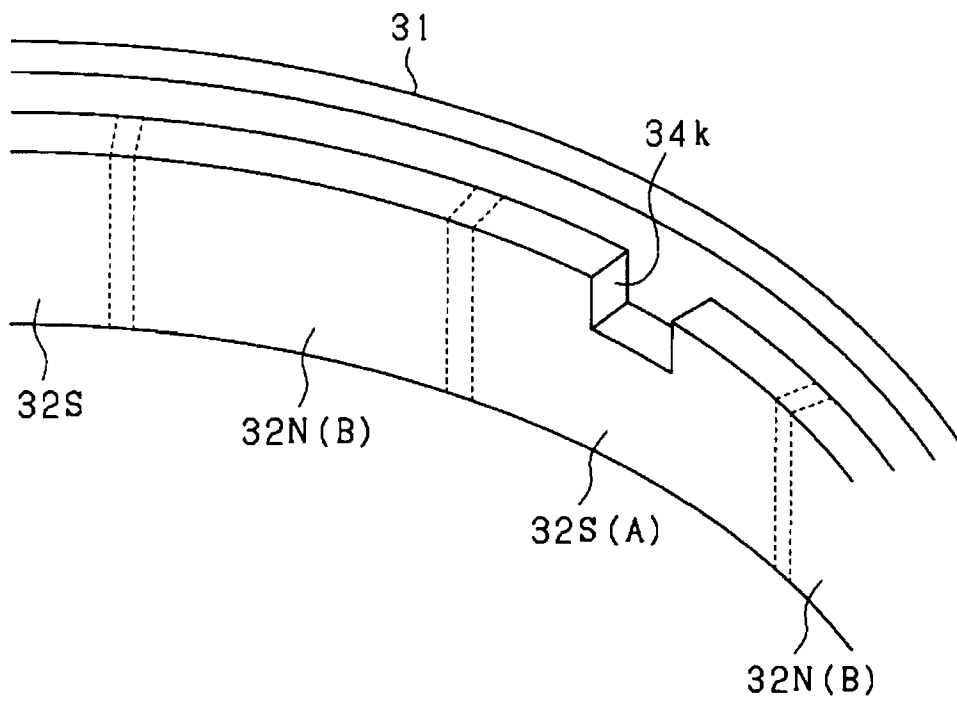
[図11]



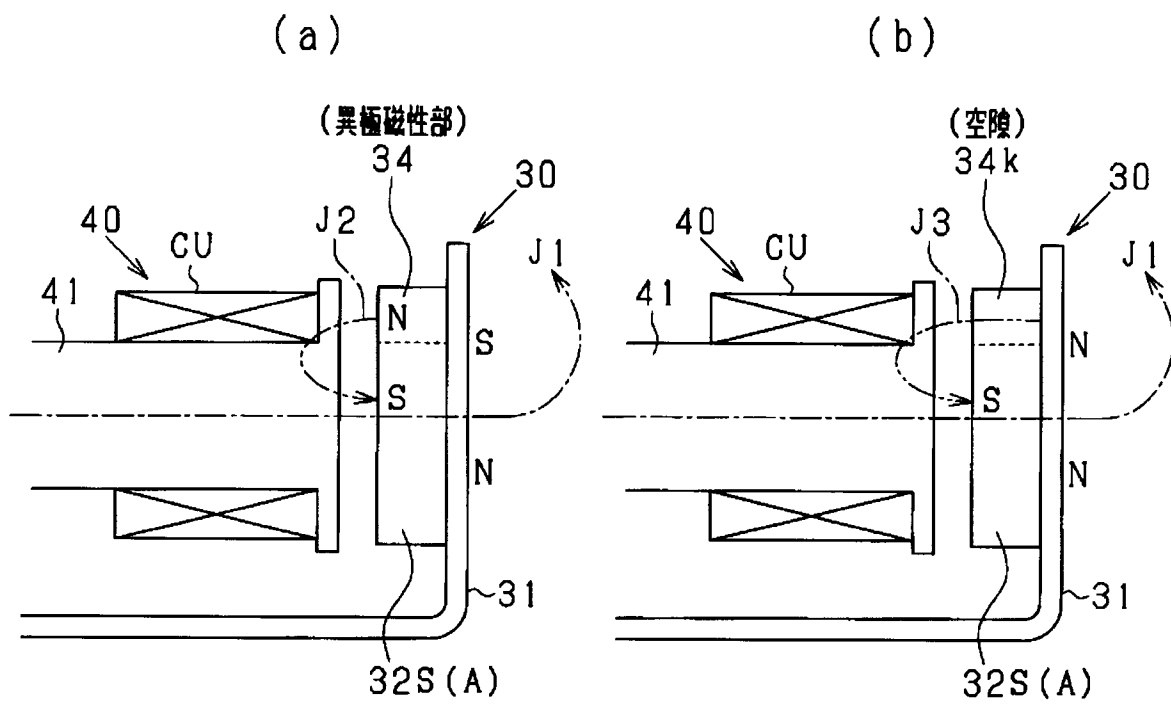
[図12]



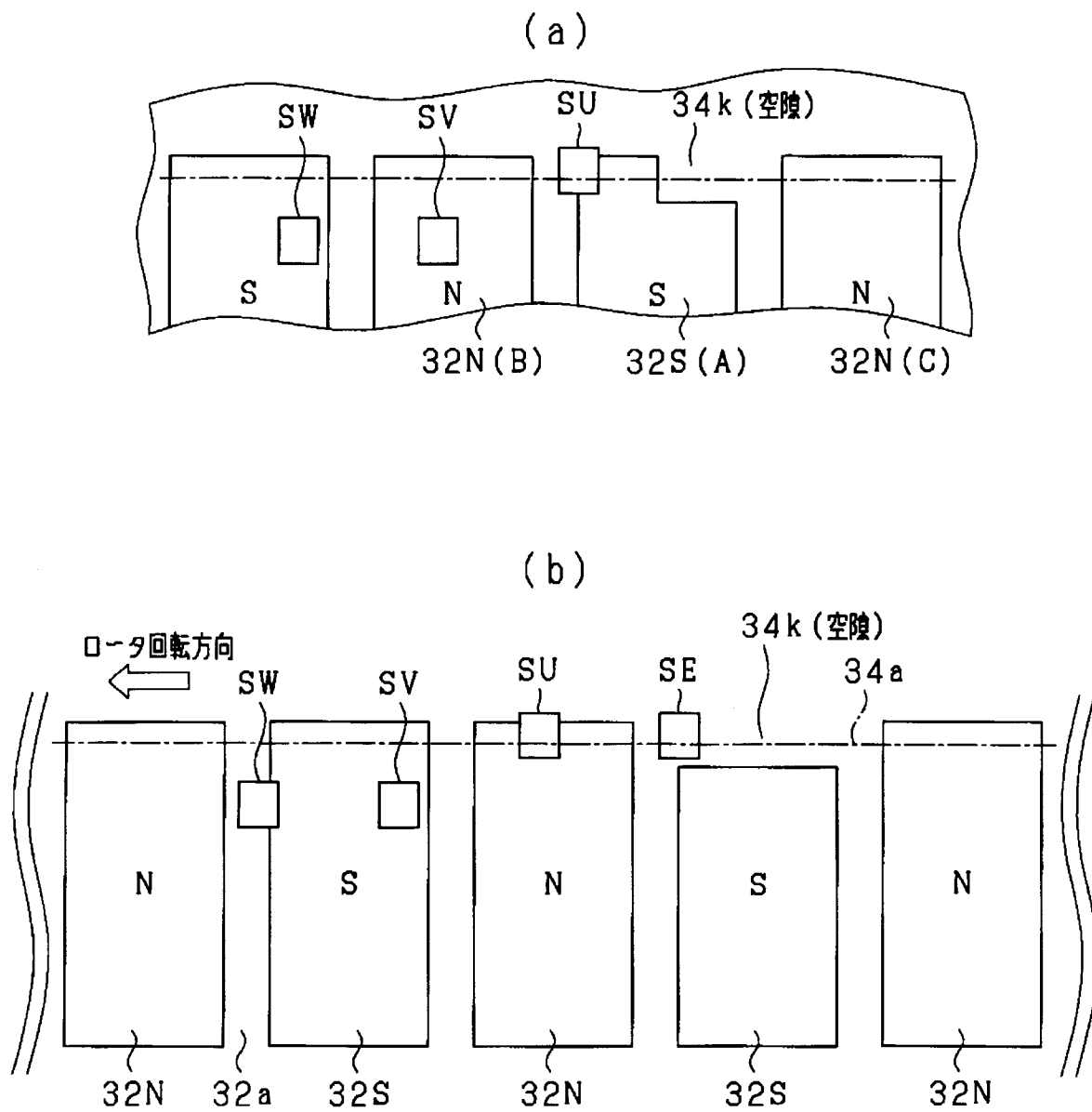
[図13]



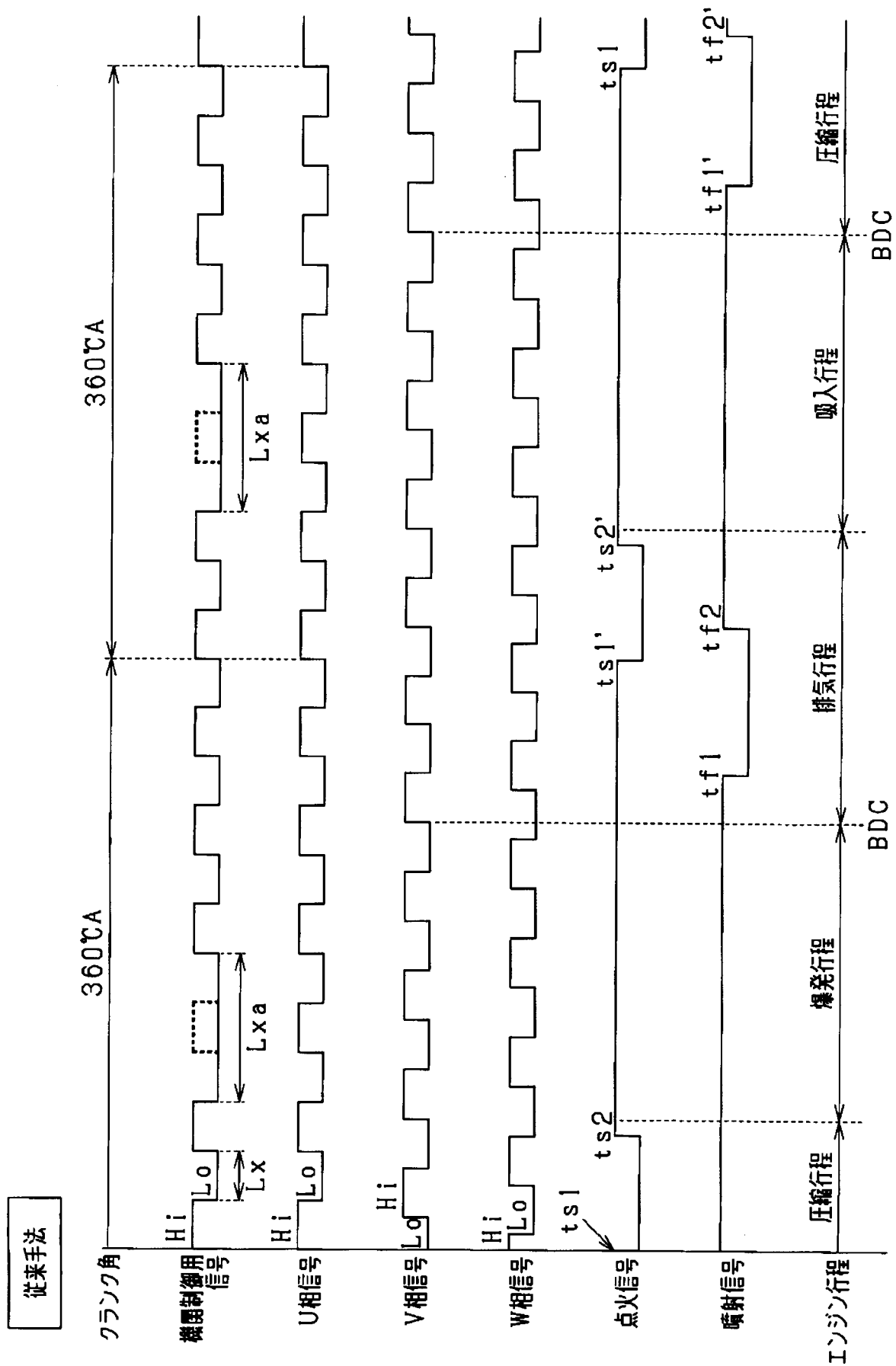
[図14]



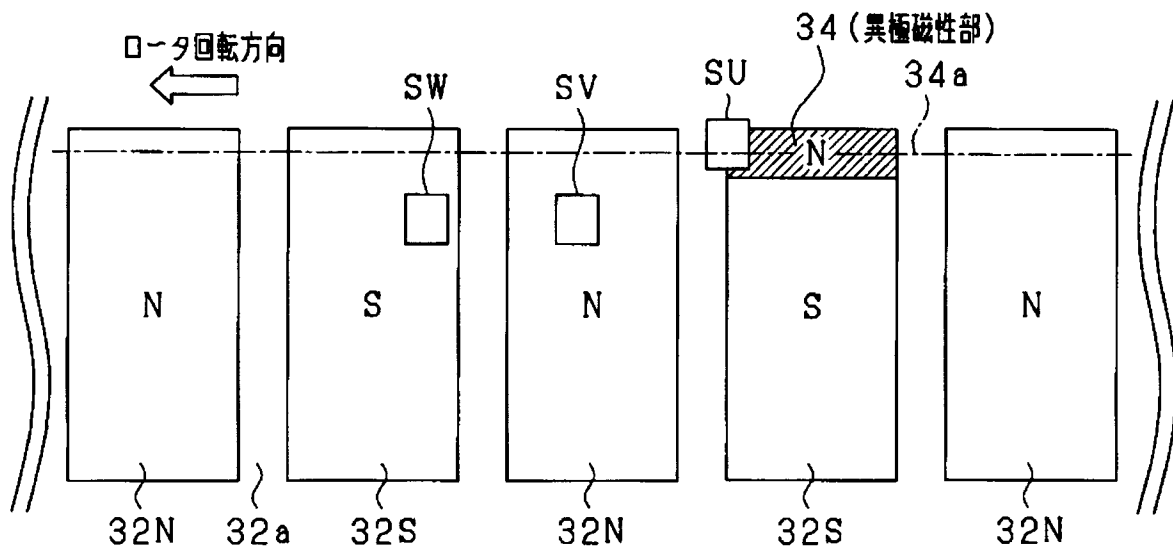
[図15]



[図16]

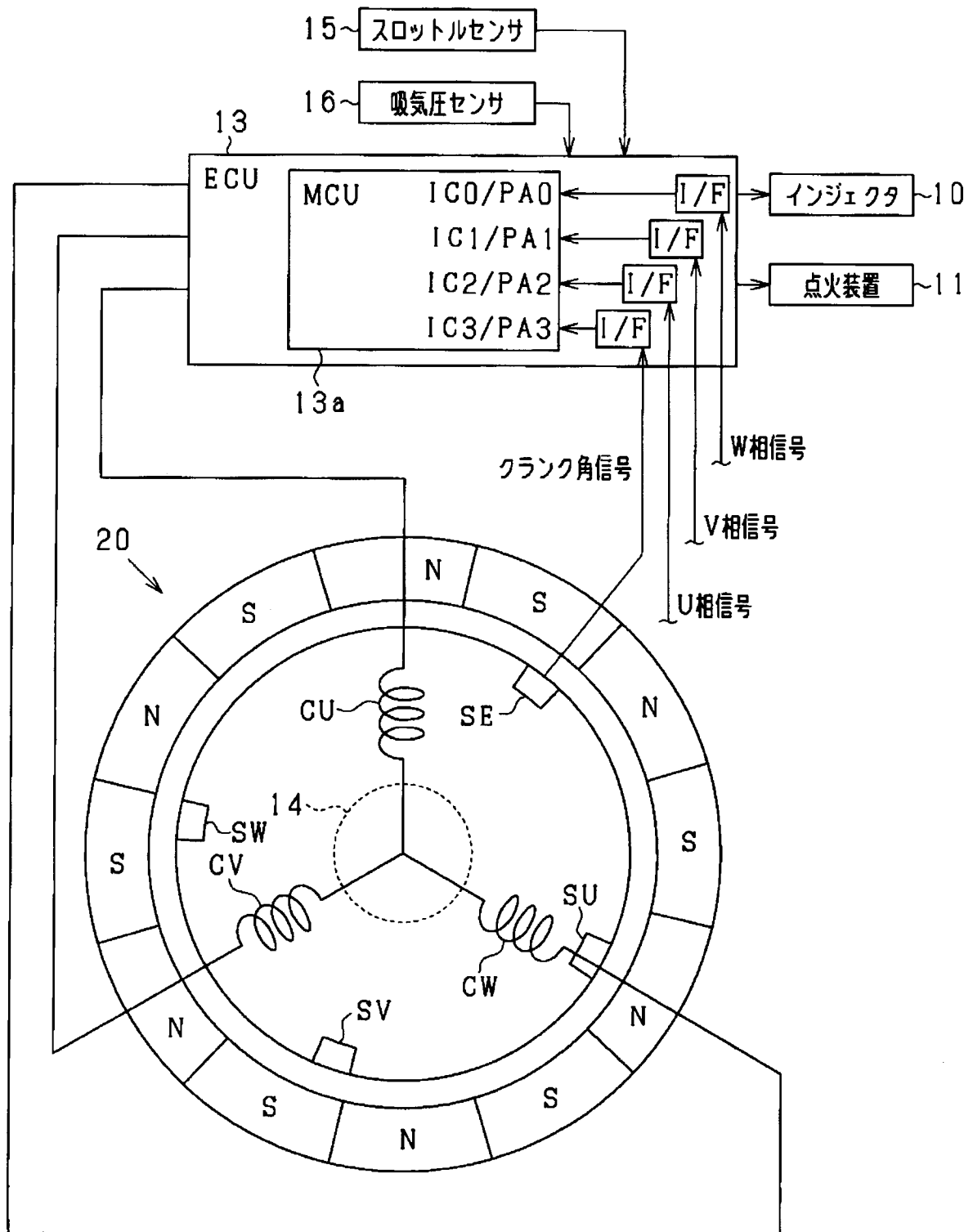


[図17]

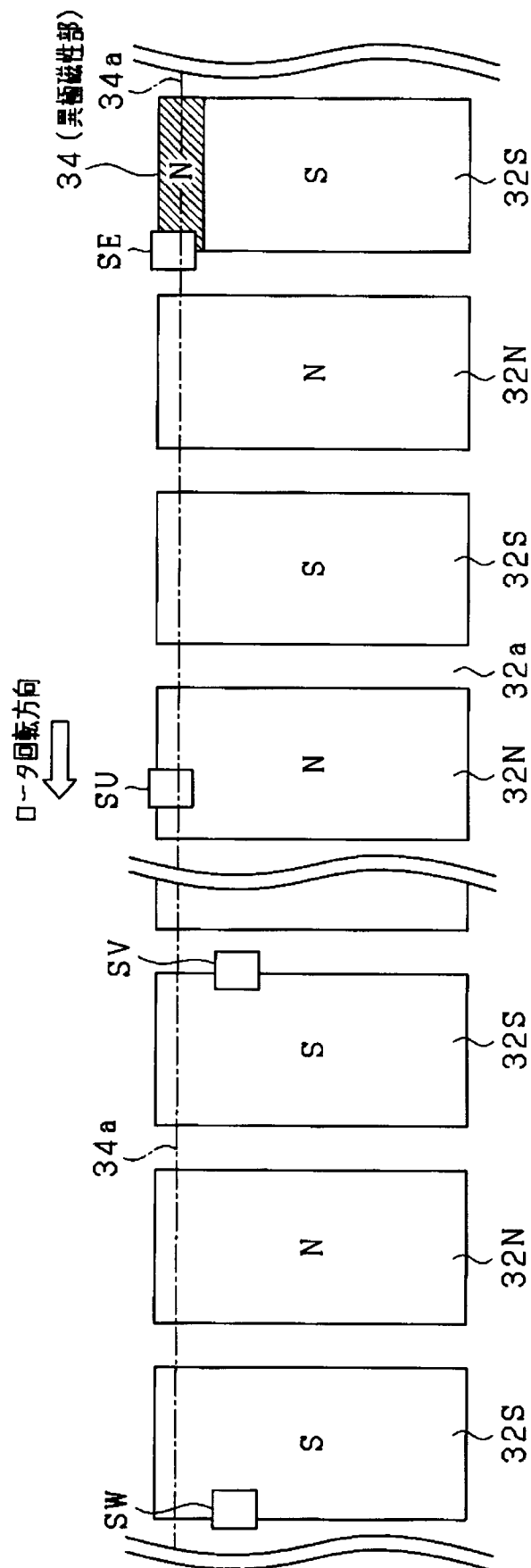


[illegible]

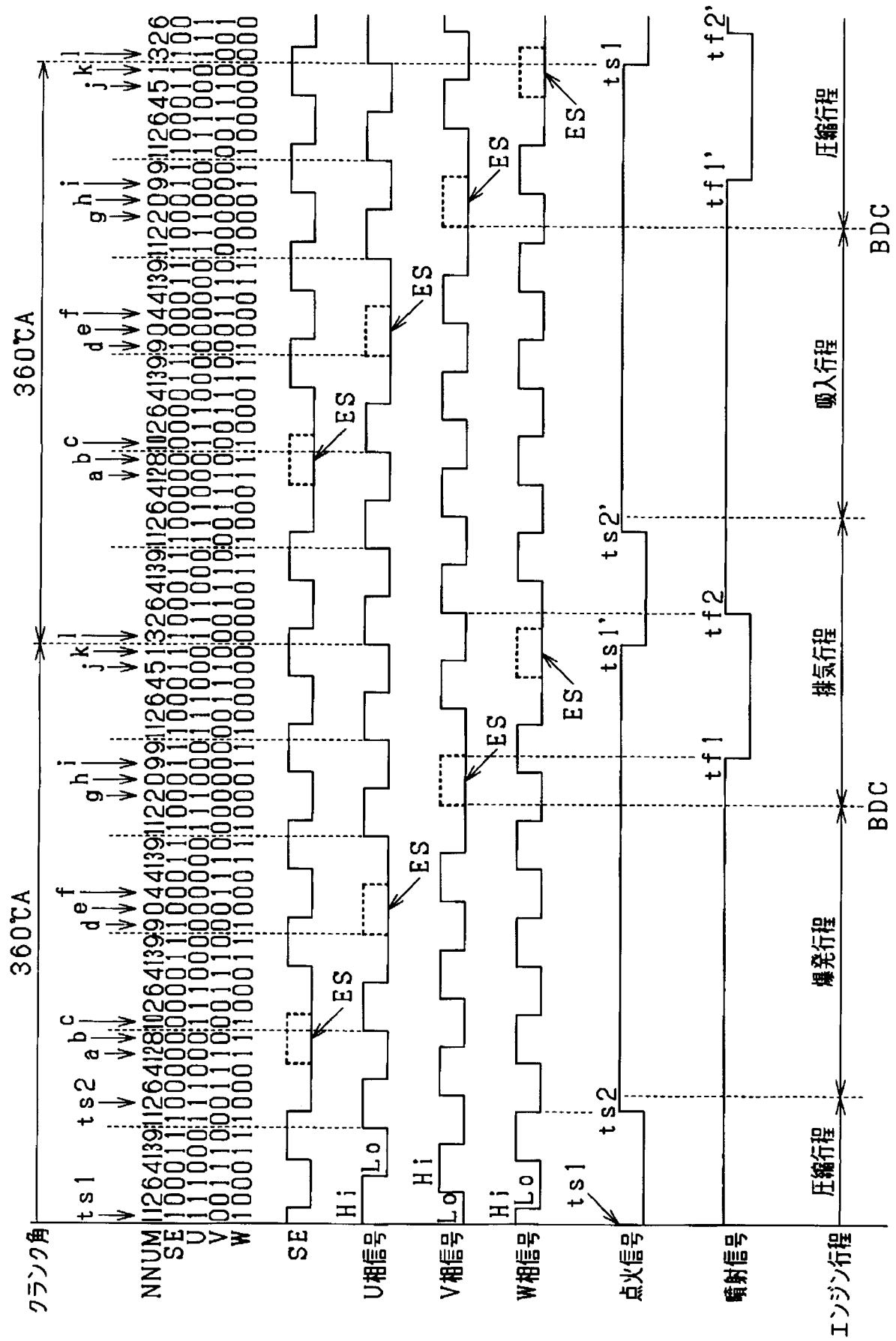
[図22]



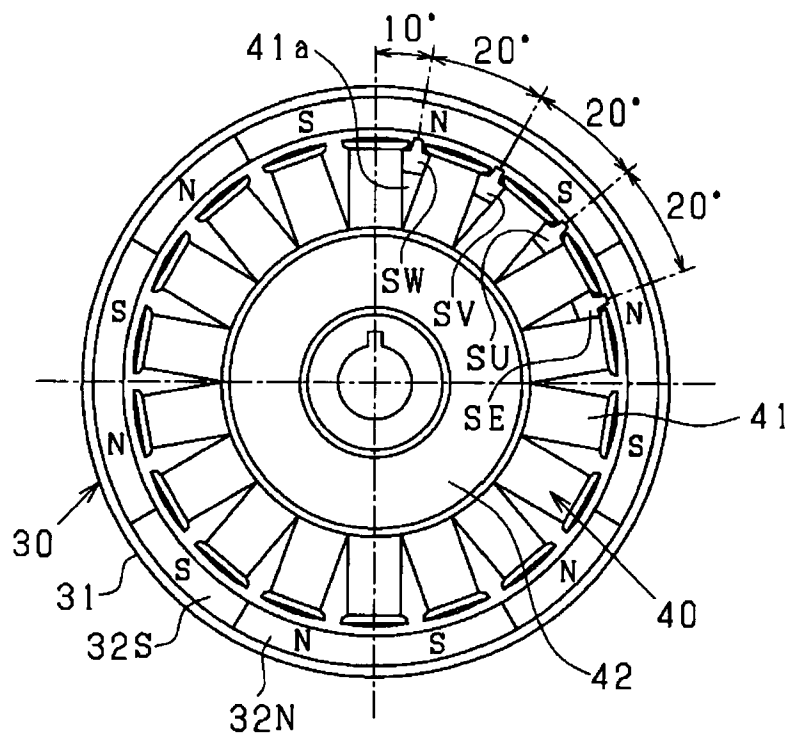
[図24]



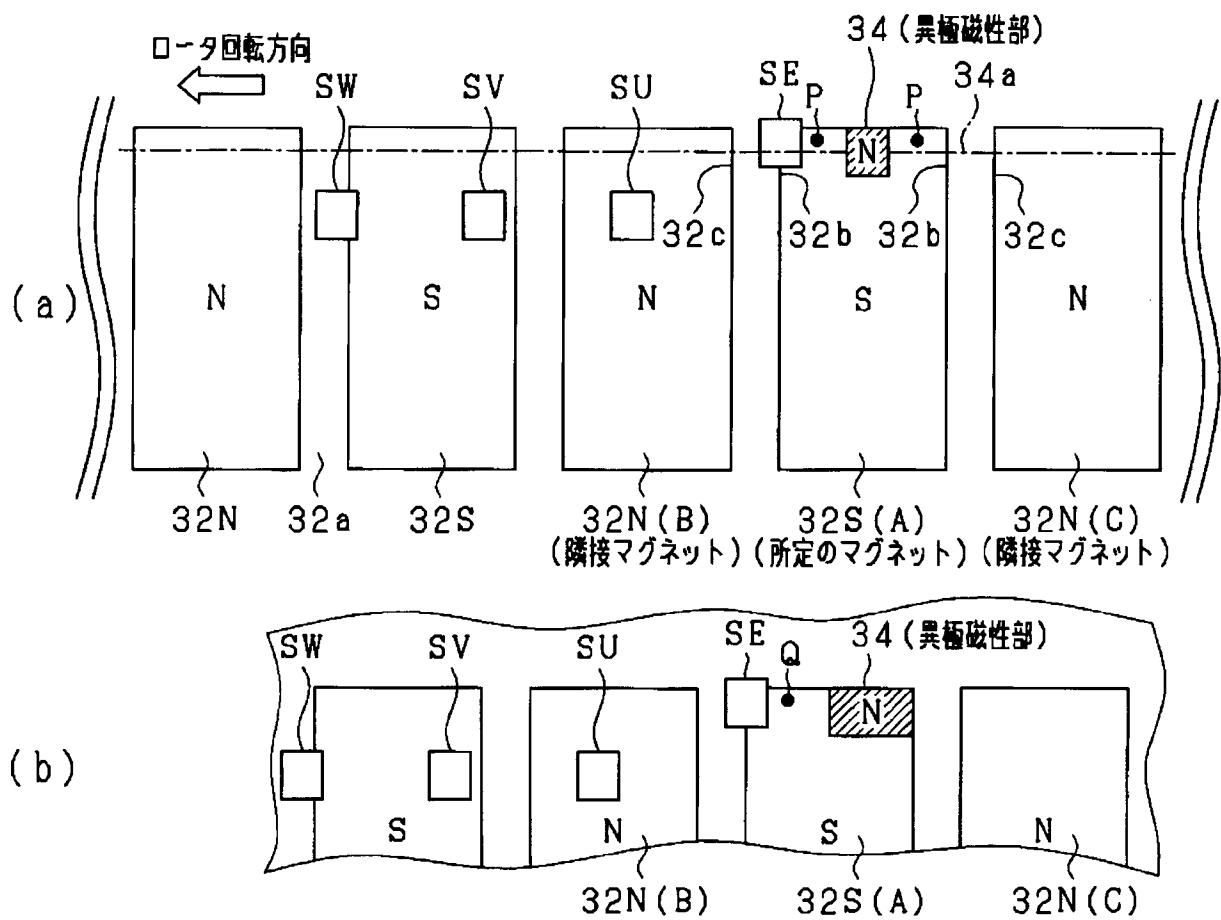
[図25]



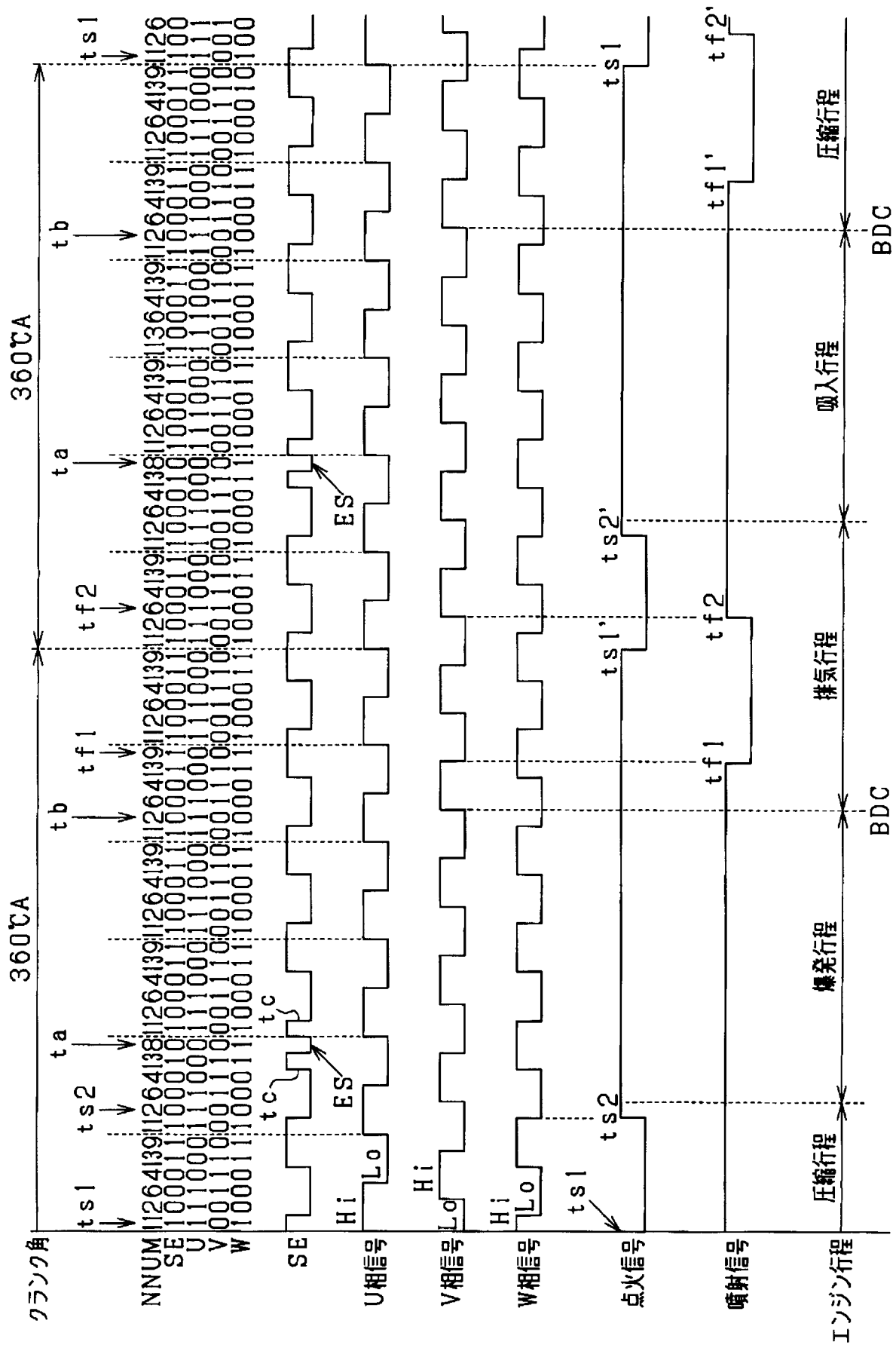
[図26]



[図27]

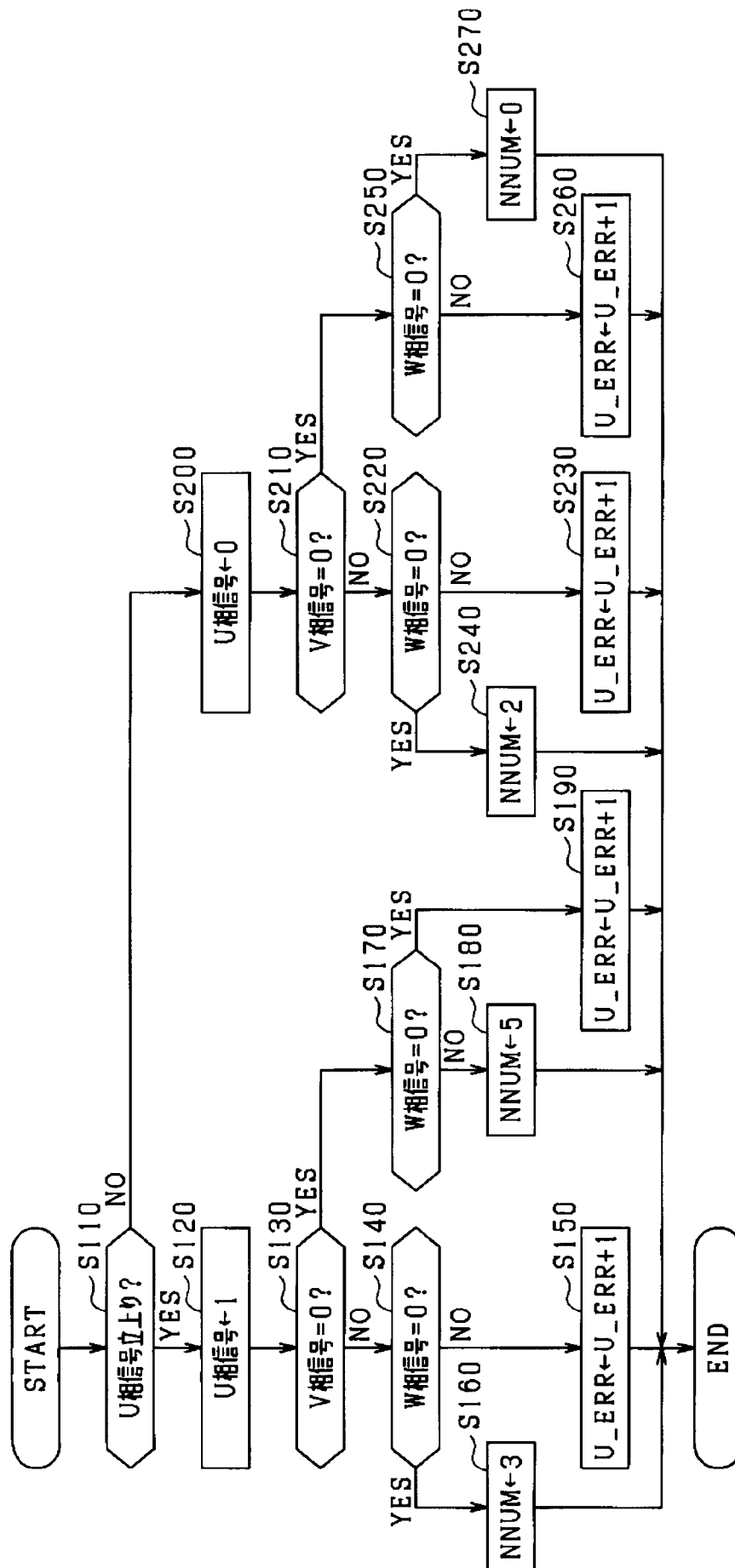


[図28]



[illegible]

[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003567

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K7/10(2006.01) i, F02N11/00(2006.01) i, H02K11/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02K7/10, F02N11/00, H02K11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2010-200418 A (Mitsuba Corp.), 09 September 2010 (09.09.2010), paragraphs [0002], [0035] to [0037], [0067] to [0073]; fig. 7 (Family: none)	1, 8, 13, 17, 19-20, 31, 34 2-5, 16, 25-28 6-7, 9-12, 14-15, 18, 21-24, 29-30, 32-33, 35-37
Y	JP 2010-532154 A (Brooks Automation, Inc.), 30 September 2010 (30.09.2010), paragraphs [0037] to [0038]; fig. 10 & US 2009/0015248 A1 & US 2011/0025310 A1 & WO 2009/003193 A1 & KR 10-2010-0051621 A & CN 101790673 A & TW 200922107 A	2-5, 25-28

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 July, 2012 (23.07.12)Date of mailing of the international search report
31 July, 2012 (31.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003567

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-101645 A (Kabushiki Kaisha Seko Giken), 03 April 1992 (03.04.1992), entire text; fig. 2 to 3 (Family: none)	16
A	JP 6-11357 A (Victor Company of Japan, Ltd.), 21 January 1994 (21.01.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-37
A	JP 5-22902 A (Daikin Industries, Ltd.), 29 January 1993 (29.01.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-37
A	JP 2009-95163 A (Asmo Co., Ltd.), 30 April 2009 (30.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-37
A	JP 6-98516 A (Canon Electronics Inc.), 08 April 1994 (08.04.1994), entire text; all drawings & US 5408153 A	1-37
A	JP 5-176512 A (Canon Electronics Inc.), 13 July 1993 (13.07.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-37

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K7/10(2006.01)i, F02N11/00(2006.01)i, H02K11/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K7/10, F02N11/00, H02K11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2010-200418 A（株式会社ミツバ）2010.09.09, 段落【0002】 【0035】 - 【0037】 , 【0067】 - 【0073】 , 第7図（ファミリーなし）	1, 8, 13, 17, 19 -20, 31, 34
Y		2-5, 16, 25-28
A		6-7, 9-12, 14- 15, 18, 21-24, 29-30, 32-33, 35-37

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

3 1 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

下原 浩嗣

3 V

9 1 7 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-532154 A (ブルックス オートメーション インコーポレイテッド) 2010.09.30, 段落【0037】 - 【0038】, 第10図 & US 2009/0015248 A1 & US 2011/0025310 A1 & WO 2009/003193 A1 & KR 10-2010-0051621 A & CN 101790673 A & TW 200922107 A	2-5, 25-28
Y	JP 4-101645 A (株式会社セコー技研) 1992.04.03, 全文, 第2図-第3図 (ファミリーなし)	16
A	JP 6-11357 A (日本ビクター株式会社) 1994.01.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-37
A	JP 5-22902 A (ダイキン工業株式会社) 1993.01.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-37
A	JP 2009-95163 A (アスモ株式会社) 2009.04.30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-37
A	JP 6-98516 A (キヤノン電子株式会社) 1994.04.08, 全文, 全図 & US 5408153 A	1-37
A	JP 5-176512 A (キヤノン電子株式会社) 1993.07.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-37