



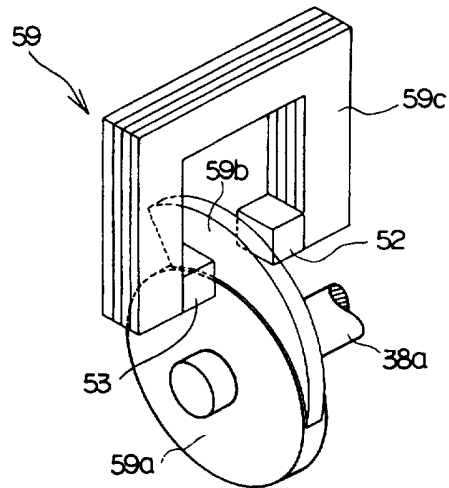
<p>(51) 国際特許分類6 B62M 23/02, G01B 7/30, G01L 3/14</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO97/14608</p> <p>(43) 国際公開日 1997年4月24日(24.04.97)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP96/02988</p> <p>(22) 国際出願日 1996年10月16日(16.10.96)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平7/268903 1995年10月17日(17.10.95) JP 特願平7/279237 1995年10月26日(26.10.95) JP 特願平7/337390 1995年12月25日(25.12.95) JP 特願平8/56477 1996年3月13日(13.03.96) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP] 〒163 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 Tokyo, (JP)</p>	<p>(72) 発明者；および (75) 発明者／出願人 (米国についてのみ) 高田 豊(TAKADA, Yutaka)[JP/JP] 宮澤 弘(MIYAZAWA, Hiroshi)[JP/JP] 植竹昭仁(UETAKE, Akihito)[JP/JP] 田中邦章(TANAKA, Kuniaki)[JP/JP] 中里 博(NAKAZATO, Hiroshi)[JP/JP] 新海勝美(SHINKAI, Katsumi)[JP/JP] 〒392 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 森 正澄(MORI, Masazumi) 〒164 東京都中野区本町2丁目9番10号 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 CN, JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54)Title: **SENSOR DEVICE, DRIVING FORCE SUPPLEMENTING DEVICE USING THE DEVICE AND ZERO POINT ADJUSTING DEVICE FOR A TORQUE SENSOR FOR THE DRIVING FORCE SUPPLEMENTING DEVICE**

(54)発明の名称 センサ装置、及び、このセンサ装置を用いた駆動力補助装置、並びに、この駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構

(57) Abstract

A sensor device comprising a magnet (52) and a magnetic detection element (53), the sensor device further comprising a detection shaft (38a), a detection disc (59a) secured to the detection shaft, a magnetic piece (59b) secured to an outer circumferential edge of the detection disc, and a yoke (59c) disposed so as to hold the magnetic piece in a gap having a predetermined shape, the magnet and the magnetic detection element being secured to the yoke. The sensor device is applied to a driving force supplementing device for synthesizing a manual driving force and a motor driving force. The driving force supplementing device comprises a torque sensor (30), a vehicle speed detecting means (40) for detecting the running speed of the driving force supplementing device and a supplement power means using a motor (M). The vehicle speed detecting means (40) detects the running speed by the driving force supplementing device based on a rotating position signal obtained from a rotor rotating position detecting means. The torque sensor (30) comprises a mechanism for automatically adjusting a zero point by correcting an output voltage.



(57) 要約

本発明は、磁石（52）と磁気検出素子（53）を備えたセンサ装置において、検出軸（38a）と、この検出軸に固定された検出円板（59a）と、この検出円板の外周縁に固定された磁性片（59b）と、この磁性片を、所定形状のギャップ間に挟むように配設された（ヨーク59c）と、このヨークに、それぞれ固定された磁石及び磁気検出素子とを備えた。また、このセンサ装置を、人力駆動力とモータ駆動力を合成する駆動力補助装置に用いた。この駆動力補助装置は、トルクセンサ（30）と、駆動力補助装置の走行速度を検出する車速検出手段（40）と、モータ（M）を用いた補助動力手段と、を備えた。この車速検出手段（40）は、ロータ回転位置検出手段から得られる回転位置信号に基づき、駆動力補助装置による走行速度を検出する。トルクセンサ（30）は、出力電圧を補正することによって、自動的に零点調整が行われる機構を備えた。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	EE	エストニア	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
AM	アルメニア	ES	スペイン	LS	レソト	SD	スーダン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
AZ	アゼルバイジャン	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	GB	イギリス	LV	ラトヴィア	SI	スロベニア
BZ	ベリーズ	GE	グルジア	MC	モナコ	SK	スロバキア共和国
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MD	モルドバ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GR	ギリシャ	MG	マダガスカル	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MK	マケドニア	TD	チュニジア
BG	ブルガリア	HR	クロアチア	VA	ヴァチカン共和国	TG	トーゴ
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	ML	マリ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	IE	アイルランド	MN	モンゴル	TM	トルクメニスタン
BY	ベラルーシ	IS	アイスランド	MR	モリタニア	TR	トルコ
CA	カナダ	IT	イタリア	MW	マラウイ	TT	トリニダード・トバゴ
CF	中央アフリカ共和国	JP	日本	MX	メキシコ	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	KE	ケニア	NE	ニジェール	UG	ウガンダ
CH	スイス	KG	キルギスタン	NL	オランダ	US	米国
CI	コート・ジボアール	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
CM	カメルーン	KR	大韓民国	NZ	ニュージーランド	VN	ベトナム
CN	中国	KZ	カザフスタン	PL	ポーランド	YU	ユーゴスラビア
CZ	チェコ共和国	LI	リヒテンシュタイン	PT	ポルトガル		
DE	ドイツ	LK	スリランカ	RO	ルーマニア		

## 明細書

センサ装置、及び、このセンサ装置を用いた駆動力補助装置、並びに、この駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構

### 5 技術分野

本発明は、磁石と磁気検出素子を備えて、被測定物の回転角度を検出するセンサ装置と、このセンサ装置を用いた、電動自転車等の駆動力補助装置、並びに、この駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構に関する。

10

### 背景技術

回転角度を検出するセンサ装置としては、従来よりポテンシオメータを用いたものが知られている。

このポテンシオメータを用いたセンサ装置は、接触式センサであるため、摩擦により装置の短命化を余儀なくされている。

近時、磁石に優れたものが開発されてくるに伴い、磁気検出素子を用いた非接触式のセンサ装置が多用化されている。この磁石と磁気検出素子を用いたセンサ装置は、非接触式であるため長寿命化を図ることが可能となり、また、比較的コストが嵩むポテンシオメータを不要にしているので、低コスト化を図ることができる。

磁気検出素子を用いた非接触式のセンサ装置によって回転角度を検出する場合は、磁気検出素子にて磁氣的に角度を検出することとなるが、その際に、磁石と磁気検出素子間のエアギャップを確実に確保し、磁気回路の磁束を一定方向に誘導して、安定した磁気回路を構成することが望まれている。更に、この種のセンサ装置は、部品の性能や製作誤差に基づく精度の低下を防止して、信頼性を向上させることが要請されている。

そこで、本発明は、磁石と磁気検出素子間のエアギャップを確

実に確保し、磁気回路の磁束を一定方向に誘導して、安定した磁気回路を構成することができ、更に、信頼性を向上させることが可能なセンサ装置を提案するものである。

- 5      ところで、近年、人力の補助用に電動モータを用いた電動自転車  
10      が注目されている。この種の電動自転車は、通常の自転車に、  
電動モータと、このモータに電力を供給するバッテリー電源部を搭  
載し、人力駆動力に応じて所定のモータ補助動力を追加補助し、  
人力駆動力の負荷を軽減させるようにしている。また、日本国内  
15      においては、法規により、このモータによる補助駆動力は、人力  
駆動力を越えてはならず、更に、走行速度が毎時15kmまでの  
場合には、100%の補助を行い、この毎時15kmを越えた場  
合には、漸次減少し、そして、毎時24km以上では、モータ補  
助出力を停止する制御を行うように、すなわち走行速度に応じた  
20      人力補助率になるように、規制されている。

このような電動自転車は、図54に示すように、電動自転車1  
のフレーム体の前後に前輪4及び後輪5を備え、後輪5を踏力に  
より駆動する通常の自転車を基本に据えて構成されている。尚、  
JIS規格では、フレーム体のうち、符号2で示すものをメイン  
25      パイプ、2dを立パイプと呼んでいるので、本明細書でもJIS  
規格に従って用いている。

この補助駆動手段Jは、車軸と直交し且つ車体幅方向の略中央  
付近に配設されたモータMと、このモータの回転駆動力を車軸の  
回転方向に変換するとともに減速する動力伝達装置（図示を省略  
25      ）と、この減速されたモータの回転駆動力を、人力駆動力の通常  
駆動系に合成するとともに、人力駆動力単独の駆動時には、モ  
ータ駆動系を通常駆動系から切り離す合成機構（図示を省略）と  
から構成されている。

モータ駆動系は、モータMを駆動源とした動力伝達装置により

回轉駆動され、このモータMは電気動力装置から電力が供給されている。すなわち、この電気動力装置は、複数の蓄電池を用いたバッテリー電源部、電力を安定化して供給する電源回路部、走行用のモータ、このモータ回轉を直接制御するモータ駆動回路、及び

5、このモータ駆動回路に速度指令値等を出力する制御回路から構成されている。そして、このモータから生じるモータの回轉駆動力は、従来の通常駆動系に追加され、この伝達装置を介して走行輪に伝達され、自転車を走行させている。

また、このような人力駆動力を検出する方法としては、人力駆

10 動力の大小を遊星歯車の歯車に加わる反力から検知する方法が知られている（例えば特開平4-358987号）。

ところが、前記従来の電動自転車においては、前記人力駆動力の検出が、人力駆動力の加わるところで行われるので、その人力駆動力の大きな力に耐えられる構造を必要とし、装置自体が大型

15 化且つ大重量化する不都合があった。

また、前記従来のものは、センサに例えばポテンショメータを使用する場合、各歯車の摩擦抵抗やガタツキ等により接点の寿命が短くなり、その結果、十分な人力トルクの計測精度を確保することができない不都合があった。

そこで、本発明は、検出性能や耐久性の向上を図ることの可能な駆動力補助装置を提案するとともに、これに前記センサ装置を適用し、更に、その零点補正を確実に確保できるとともに、各歯車のガタツキを防止することができ、十分な人力トルクの計測精度を確保することができることを目的としている。

25

ところで、駆動力補助装置に用いられるこのモータは、一般的なブラシ付きDCモータが用いられ、このブラシ付きDCモータは、例えば、所定形状のモータケース内に、複数の励磁コイルを備え円筒形状に形成されたロータコアと、この外周に配設された

ステータ・コアを収納して構成され、また、このロータ自体は、ケースに回転可能に軸支されたモータ軸に固着され、このモータ軸を介して、ロータの励磁コイルに駆動電流を供給するブラシが、モータケース側に固定されている。従って、ロータの回転に伴い、モータ軸の固定されたブラシに対する接触箇所が変化し、回転状態に応じた駆動電流がロータの励磁コイルに供給されるように設けられている。すなわち、このような機械的な接点スイッチ機構であるブラシにより、ロータの回転に伴い、連続的に各励磁コイルに供給される電流を切替えると同時に、その電流の向きを変えて、ロータの電磁的な回転駆動を継続させる回転磁界を生成している。

更に、このモータ駆動系は、運転者が人力駆動手段に入力した人力と、車両の走行速度に基づき、モータ出力が制御されている。

すなわち、運転者の人力による駆動力を検出するトルクセンサ（自転車においては踏力検出手段）と、自転車の走行速度を検出する車速検出手段が設けられており、両者の出力端子は制御回路に配線を介して接続されている。

このトルクセンサに用いられる検出方法としては、人力の伝達経路に専用の検出部材を配設し、この検出部材の人力トルクに応じたねじれ角度や、長手軸方向の伸縮を検出する方法や、踏力が伝達される入力側回転体と出力側回転体との間に弾性体を装着し、この入力側回転体と出力側回転体との間の人力駆動力の大きさを遊星歯車の歯車に加わる反力から検知する方法が知られている（例えば特開平4-358987号）。

また、車速検出手段は、補助駆動用モータとして、一般的なブラシ付きDCモータが用いられているので、ペダル軸に、ギア機構を介して接続された専用の回転速度センサにより構成されている。従って、このペダル軸の回転速度から自転車の走行速度を得

るようにしていた。

そして、この制御回路により、該時点における車速検出手段が検出した走行速度に基づき、前述した人力補助の比率を決定し、次に、この比率にトルクセンサが検出した人力を掛合わせて、実

5 際に必要な補助出力を算定し、最後に、この補助出力を満たすモータ出力指令値をモータ駆動回路に出力している。また、このような出力値の設定は、両検出値から、制御手段に予め用意された演算式により段階的に演算して、又は、予め所定に設定されたテーブルから両値を直接的にクロス参照して、行われている。

- 10 一般に自転車は、前述したように、モータは一般的なブラシ付きDCモータが用いられており、そしてこのブラシ付きDCモータは、転流のための整流器、ブラシ、更にはブラシ保持器等を軸方向に配設して収納して構成され、従ってモータが軸方向に長くなってしまうという不都合があった。更に、ブラシの摩耗により
- 15 寿命が短く、摩耗粉の発生によりベアリング等の軸受部材を損傷するといった不都合も生じていた。

- 一方、人力駆動力を検出するトルクセンサが、車体の外部に露出している場合には、車体の転倒により損傷したり、また、損傷しないまでも同時に大きな衝撃が加わるので、故障の原因にな
- 20 ったりして、信頼性が低下する不都合がある。また、風雨等の外部自然環境からの影響や、車両走行時に生じる砂塵や泥土の影響を直接に被ることになるので、誤検出等の信頼性を損うことや装置寿命の低下するおそれがある。更に、トルクセンサをケース内に
- 25 収納できれば、これらの問題を解消できるが、トルクセンサをケース内のクランク軸近傍に配置するためには、小型化しなければならず、そして、トルクセンサは、必要な検出精度を確保しながら、小型化することが困難であるという不都合があった。

また更に、専用の車速センサを設けて、補助駆動制御用の車速を取得するようにしていたので、十分なコストダウンを図れない

という不都合が生じていた。

すなわち、このような専用の速度センサ及びその設置スペースを必要とし、また、この速度センサ用の配線により、配線引回し等の設計の制約、複雑化や組立ての手間がかかるので、コストの  
5 低減が困難である。また、特に、この走行速度は、電動自転車として、人力補助比率を決定するのに必要であり、駆動力補助制御に欠かせないとともに、速度検出の信頼性を十分に確保し得るものが必要とされていた。また、このような速度センサに高い信頼性を確保するためには、部品として高価なものを用いたり、速度  
10 センサを外部環境から遮蔽されたケースに収納する必要がある、これらによっても、低コスト化が阻害されている。

そこで、本発明は、ブラシレスDCモータを用いて駆動力補助手段を構成し、このパワーアシスト部を単一のケース内に収納してユニット化を図り、これにより省スペース化をもたらすことが  
15 でき、更にブラシレスDCモータに既に備えられているロータ回転位置検出手段を、走行速度センサとして兼用させることにより、高信頼性化や低コスト化が可能な駆動力補助装置を得ることを目的としている。

20 ところで、前記従来の電動自転車においては、前記人力駆動力の検出はトルクセンサによって行われている。この種のトルクセンサは、使用者による人力が未入力な場合のトルクセンサ検出値を、常に、人力トルクが零状態であることを現わす所定の値に、  
25 に行う機構、又は電氣的に行う調整素子を、トルクセンサに設けていた。

すなわち、このような機構又は調整素子を設けない場合には、トルクセンサの検出値に誤差が含まれるので、電動自転車としての正常な制御動作が行われなくなり、快適な人力補助感が得られ



ないのみならず、人力が未入力な場合にも、トルクセンサが誤ったトルク値を検出してしまい、電動自転車が自走するおそれがあり、人力補助という概念を逸脱したり、安全面の点でも好ましくない。特に、検出した人力に応じたモータ補助を行う電動自転車  
5 においては、人力が未入力な場合には、モータ補助出力を行わないこと、つまり、自走状態にならないことが絶対的に必要である。そこで、人力が未入力な場合におけるトルクセンサの動作状態を零点の基準点として用いて、測定精度の校正を行う必要があった。

- 10 また、このようなトルクセンサは、一般的に、機械的な機構を用いて、ペダル入力された人力トルクを、人力トルクに応じた回転角度等の物理的な変位量に変換し、この変位量（回転角）を変位量センサ（回転角センサ）により測定する構成とされている。すなわち、この変位量センサによって、変位量に比例した電圧又  
15 は電流量を有する電気信号に変換し、検出した人力検出値を、電氣的に制御手段に入力するようにしている。従って、人力トルクが未入力の場合には、トルクセンサの可動検出部分は、初期位置を占めている。そして、人力トルクが入力された場合には、トルクセンサの可動検出部分が、初期位置から入力された人力トルク  
20 に追従し且つ比例して、その最大位置までの間を、動作移動するようになっている。

従って、このようなトルクセンサの零点調整を電氣的な調整素子によって行う機構は、検出した人力トルク信号を電圧値で出力するトルクセンサを用い、この出力電圧にオフセット電圧を加えることにより、零点調整を行っており、回路基板上に、このオフ  
25 セット電圧を調節するボリュームを設けている。

また、零点調整を機械的に行う機構は、多くの場合、トルクセンサの可動検出部分の近傍に、度当たり調整用のネジを設けて構成され、この調整ネジを用いて、トルクセンサの機械的な零点位

置である初期位置の位置決め調節を行っている。

例えば、特開平5-246377号及び特開平5-310177号においては、トルクセンサの構造として、図55に示すような構造のトルクセンサ565が示されている。

- 5 このトルクセンサ565においては、使用者が人力駆動力として、自転車のペダルに踏力を加えると、これに連動して踏力検出レバー564が、順方向である反時計方向に回転する構造に構成されている。また、この踏力検出レバー564には、周方向に所定間隔を設けた2つの突起564a、564bが形成され、この
- 10 一方の突起564bは、常時、第2のレバー568に当接しているとともに、他方の突起564aは、踏力検出レバー564が所定角度位置になると、ストッパ566に当接するようにしている。

- 従って、人力トルクに応じて踏力検出レバー564が、反時計
- 15 方向に回転すると、突起564bが、第2のレバー568を時計方向に回転させる。そして、第2のレバー568の回転軸には、回転角センサであるポテンシオメータ572が連結されているので、このレバー568の回転角度を、ポテンシオメータ572によって測定することにより、人力トルクを電流又は電圧値として
- 20 検出し、トルクセンサ565から出力することができる。

- 一方、踏力が入力されていない場合は、第2のレバー568に当接された復帰バネ570により、第2のレバー568が反時計方向に回転させられ、更に踏力検出レバー564が、逆方向である時計方向に回転させられる。そして、踏力検出レバー564が
- 25 、ある回転角度位置になると、踏力検出レバー564のもう一方の突起564aが、ストッパ566の先端に当接するので、踏力検出レバー564が、それ以上、時計方向に回転することが規制され、その回転位置に停止する。

このように、踏力検出レバー564の突起564aがストッパ

5 6 6 に当接して停止した回転角度位置が、トルクセンサ 5 6 5 の零点位置であり、この回転角度位置でのポテンショメータ 5 7 2 による回転量検出値が、零点修正値となる。また、前記特許出願の明細書には説明されていないが、実際の製品においては、ス  
5 トッパ 5 6 6 の踏力検出レバー 5 6 4 側への突出量を調整することで、この零点の調整が行われている。

ところが、上述した従来のトルクセンサ零点調整機構によれば、トルクセンサの零点調整を行う専用の機械的機構や電氣的な調整素子を設ける必要があるため、構造が複雑化したり部品点数が  
10 増加して、部品費が高くなるとともに、組立時には、この調整機構の零点を設定する工程が必要となるため、組立費も高くなり、トルクセンサ全体としての製作費が増大する不都合があった。

また、従来の構成では、一度調整を終えれば、その零点設定値を再設定しないので、トルクセンサの特性に経時変化が生じた場  
15 合には、零点がずれてしまい、常に人力の検出値に大きな誤差が含まれることになり、人力補助制御が不調になるという問題点があった。更に、例えば、外部の温度環境等の使用状況によっても、このトルクセンサの特性が変動してしまうことが予想される。

従って、このような場合には、各ペダル入力サイクル毎に、使  
20 用者が同一の人力トルクを入力した場合にも、トルクセンサが検出した人力トルク値が、実際よりも低目や高目に変動してしまうので、適切なモータ補助が行われなくなり、電動自転車として快適な人力補助感が得られなくなる。

更に、このようなトルクセンサ及び零点調整機構は、高精度な  
25 トルク検出や調整を行う精密機械であり、モータ・伝達機構の奥深く内蔵されたり、ケース等にカバーされたりして、十分に保護され、外乱による誤検出を防止するようにしている。従って、使用者が再調整を行う場合には、分解・再組み立てに手間がかかるとともに、調整作業自体も微妙な操作を要求されるので、使用者

が再調整することは、非常に困難である。

そこで、本発明は、前述したセンサ装置を備えた駆動力補助装置において、零点調整する機械的機構や電氣的な調整素子を用いず、且つ、組立時の零点調整作業を不要にして、部品費や組立費  
5 を削減するとともに、毎回の使用時に自動的な零点調整を行うことにより、経時変化等によるセンサ性能の変化を許容し、信頼性及び安全性を向上できるトルクセンサの零点調整機構を提供することを目的としている。

## 10 発明の開示

本願発明は、磁石と磁気検出素子を備えたセンサ装置において、検出軸と、この検出軸に固定された検出円板と、この検出円板の外周縁に固定された磁性片と、この磁性片を、所定形状のギャップ間に挟むように配設されたヨークと、このヨークに、それぞれ固定された磁石及び磁気検出素子とを備えた構成のセンサ装置  
15 である。

前記発明において、好ましくは、前記検出円板の外周縁に固定された磁性片は、半径が漸次減少もしくは増加し、又は、厚さが漸次減少もしくは増加して設けられている。

20 本願発明は、磁石と磁気検出素子を備えたセンサ装置において、円筒状のケースと、このケースの端面に両端が軸支された検出軸と、この検出軸の回りに設けられた分割磁石と、前記ケースに固定された磁気検出素子とを備え、前記ケースの一部を、磁石が生成する磁束を前記磁気検出素子に集束化して誘導するヨークに  
25 より形成するものであって、前記ヨークは、その検出軸方向の幅が、前記磁気検出素子に向けて減少するような形状に形成されている構成のセンサ装置である。

本願発明は、磁石と磁気検出素子を備えたセンサ装置において、検出軸と、この検出軸に固定されるとともに周上に間歇的に設

けられた突出部が交互にN/S着磁された磁石円板又は磁石半円板と、この磁石円板又は磁石半円板の回転初期位置に対応して先端を対峙させ且つケース側に固定された略コ字形状のヨークと、このヨークに設けられた磁気検出素子とを備えた構成のセンサ装置である。

本願発明は、磁石と磁気検出素子を備えたセンサ装置において、検出軸と、この検出軸に固定され且つ高透磁率材料もしくは軟磁性材を用いて円弧形状に形成されるとともに周方向の両端に突出部が設けられた半円板と、この半円板の回転初期位置に対応して両端を対峙させてケース側に固定された略コ字形状のヨークと、このヨークの一端に設けられた磁石と、ヨーク他端に設けられた磁気検出素子とを備えた構成のセンサ装置である。

また、本願発明は、前記センサ装置を用いて構成する駆動力補助装置であって、この駆動力補助装置は、人力駆動手段、補助駆動手段、及び、トルクセンサを具備し、前記人力駆動手段は、踏力が伝達されるクランク軸の外周に、第1及び第2回転体を有する駆動力伝達機構を設けて構成され、前記駆動力伝達機構は、第1の一方向クラッチと、人力駆動力を伝達する弾性体と、を備え、前記補助駆動手段は、モータ及び減速機構を設けて構成され、更に、前記モータからの駆動力を、第2の一方向クラッチを介して、前記クランク軸外周にて前記駆動力伝達機構に合成し、前記トルクセンサは、前記弾性体の駆動力伝達経路の前後に介在させた第1及び第2回転体の回転差を回転角センサで検出する構成の駆動力補助装置である。

この駆動力補助装置において、好ましくは、前記回転角センサの検出軸を、該回転角センサの値が零点になる方向に回転付勢する、回転付勢用の弾性体を設けるとよい。

この駆動力補助装置において、好ましくは、前記回転付勢用の弾性体は、少なくとも前記トルクセンサの機構及び前記回転角セ

ンサを総計した摩擦トルクより大きい予圧値を備えているとよい。

この駆動力補助装置において、好ましくは、前記回転角センサは、回転差を生じる回転体に設けられた磁石と、当該磁石の近傍  
5 における固定体側の適所に設けられた磁気検出素子とを備えて構成するとよい。

この駆動力補助装置において、好ましくは、前記磁気検出素子にはホール素子が用いられるとともに、該ホール素子に温度補償回路を接続して、この補償回路によりホール素子の出力電圧を補  
10 償するように構成するとよい。

この駆動力補助装置において、好ましくは、前記磁気検出素子には、ホール素子、ホール I C、又は、MR素子を用いるとよい。

この駆動力補助装置において、好ましくは、前記回転角センサ  
15 は、その検出軸に固定された検出円板と、該検出円板の外周縁に固定された磁性片と、該磁性片を、下方に開口したコ字形状のギャップ間に挟むように配設されたヨークと、該ヨークの対向した両端部に、それぞれ固定された磁石及び磁気検出素子とを備えて構成するとよい。

20 この駆動力補助装置において、好ましくは、前記回転角センサを、磁気シールドを備えたケース内に収納するとよい。

この駆動力補助装置において、好ましくは、前記トルクセンサは、前記弾性体の駆動力伝達経路の前後に介在させた第1及び第2回転体の回転差をセンサで検出する構成であり、更に、前記人  
25 力駆動手段及びトルクセンサのいずれかの回転部材の側方で外周付近に、磁石を埋設するとともに、この磁石に対応する側方の近傍箇所に、磁気検出素子を固定して、速度センサを構成するとよい。

この駆動力補助装置において、好ましくは、前記トルクセンサ

は、前記弾性体の駆動力伝達経路の前後に介在させた第1及び第2回転体の回転差をセンサで検出する構成であり、更に、前記モータは、ブラシレスモータであって、ロータの回転位置を検出して各相の励磁コイルに通電制御するための、ロータ端面にロータ

5 の回転位置を特定する被検出用の磁石片を具備し、この被検出用磁石片の回転軌道の近傍に磁気検出素子を設け、この磁気検出素子によって被検出用磁石片の磁気を検知して、ロータの回転位置を検出するものであり、加えて、前記磁気検出素子の一方の出力端子に、増幅器の入力端子を接続し、この増幅器の出力端子を制

10 御回路に接続して、速度センサを構成するとよい。

この駆動力補助装置において、好ましくは、入力された人力を検出するトルクセンサと、駆動力補助装置の走行速度を検出する車速検出手段と、モータを用いた補助動力手段と、を備えるとともに、これらのトルクセンサ、車速検出手段及び補助動力手段を

15 単一のケース内に収納するとよい。

この駆動力補助装置において、好ましくは、入力された人力を検出するトルクセンサと、駆動力補助装置の走行速度を検出する車速検出手段と、モータを用いた補助動力手段と、を備え、前記モータは、ロータの回転位置を検出して転流制御するロータ回転

20 位置検出手段を備えたモータであり、更に、前記車速検出手段は、前記ロータ回転位置検出手段から得られる回転位置信号に基づき、駆動力補助装置の走行速度を検出する機構に設けるとよい。

この車速検出機構において、好ましくは、前記車速検出手段は、前記ロータ回転位置検出手段から得られるロータ位置信号の発生時間間隔に基づき、走行速度を検出するとよい。

25

この車速検出機構において、好ましくは、前記車速検出手段は、所定期間における前記ロータ回転位置検出手段から得られるロータ位置信号数に基づき、走行速度を検出するとよい。

この車速検出機構において、好ましくは、前記ロータ回転位置

検出手段は、ロータ端面にロータの回転位置を特定する被検出用の磁石片を設けるとともに、この被検出用磁石片の回転軌道の近傍に単一の磁気検出素子又は所定間隔の角度を設けた複数の磁気検出素子を配設し、この磁気検出素子によって被検出用磁石片の

5 磁気を検知して、ロータの回転位置を検出するとよい。

また、前記の駆動力補助装置において、好ましくは、人力伝達系に接続され入力された人力を検出するトルクセンサと、このトルクセンサの人力検出値を零点値により修正する零点調整機構とを備え、前記零点調整機構が、トルクセンサの出力値を保持する

10 保持手段と、前記トルクセンサの出力値から前記保持手段が保持する値を減算する減算手段とから構成され、前記駆動力補助装置の動作を開始させる操作が行われたときに、前記トルクセンサからの初回の出力値を前記保持手段によって保持し、この保持した値をトルクセンサの零点とし、常時、前記減算手段によってトルク

15 クセンサ出力値から前記保持値を減算して零点調整後の出力を得るようにするとよい。

この駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構において、好ましくは、前記駆動力補助装置の動作を開始させる操作が行われた以降、前記トルクセンサからの出力値が、前記保持手段によっ

20 て保持された零点値よりも小さい場合に、この出力値を新たな零点値として採択するとよい。

この駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構において、好ましくは、前記駆動力補助装置の動作を開始させる操作が行われた以降の一定期間に、前記保持手段によって保持された零点値よ

25 りも、前記トルクセンサからの出力値が小さい場合に、これらの複数の最小値を記憶保持するとともに、これらの複数の最小値の平均値を算出し、この平均値を新たな零点値として採択するとよい。

この駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構において、好



ましくは、前記駆動力補助装置の動作を開始させる操作が行われた以降、前記トルクセンサからの出力値が、前記保持手段によって保持された零点値よりも小さく、且つ、予め設定されたしきい値よりも大きい場合に、この出力値を新たな零点値として採択するとよい。

この駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構において、好ましくは、前記保持手段ないし前記減算手段を、アナログ回路によるハードウェアで構成するとよい。

この駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構において、好ましくは、前記保持手段ないし前記減算手段を、マイクロプロセッサとメモリを用いてソフトウェア・プログラムによって実現するとよい。

#### 図面の簡単な説明

15 【図 1】

本発明の回転角センサの具体例に係り、(a) は側面図、(b) は正面図、(c) は概略全体斜視図である。

【図 2】

本発明の回転角センサの他の具体例に係り、(a) は側面図、(b) は正面図、(c) は概略全体斜視図である。

【図 3】

本発明の回転角センサの他の具体例に係り、(a) は側面図、(b) は正面図、(c) は概略全体斜視図である。

【図 4】

25 本具体例の回転角センサにおける回転角度と磁束密度との関係を説明するグラフである。

【図 5】

本発明の回転角センサの他の具体例に係り、(a) は側面図、(b) は正面図、(c) は概略全体斜視図である。

**【図 6】**

本発明の回転角センサの他の具体例に係り、(a)は側面図、(b)は正面図、(c)は概略全体斜視図である。

**【図 7】**

- 5 本発明の回転角センサの他の具体例に係り、(a)は平面図、(b)は側面図、(c)は平面図、(d)は側面図である。

**【図 8】**

本発明の回転角センサの他の具体例に係り、(a)は側面図、(b)は正面図、(c)は概略全体斜視図である。

- 10 **【図 9】**

本発明の回転角センサの他の具体例に係り、(a)は側面図、(b)は正面図、(c)は概略全体斜視図である。

**【図 10】**

- 15 本発明の回転角センサの他の具体例に係り、(a)は側面図、(b)は正面図、(c)は概略全体斜視図である。

**【図 11】**

本発明の電動自転車に係り、全体の概略構成を示す側面図である。

**【図 12】**

- 20 本例の電動自転車に係り、人力駆動及びモータ補助駆動制御の概略全体を説明するブロック図である。

**【図 13】**

本例の電動自転車に用いるパワーユニットを示し、ケースの一部を切断して示す平面図である。

- 25 **【図 14】**

本例のパワーユニットを示し、両方の側方ケースを外して示す平面図である。

**【図 15】**

本発明のパワーユニットを示し、ケースの一部を外して示す正

面図である。

【図16】

本発明のパワーユニットを示し、ケースの一部を外して示す背面図である。

5 【図17】

本発明のパワーユニットに用いる、駆動力を伝達する主要部材を示す組立斜視図である。

【図18】

10 本発明のパワーユニットに用いる、第1回転体、弾性体及び第2回転体を分離展開して示す斜視図である。

【図19】

本例のモータ補助制御系を説明するブロック図である。

【図20】

15 本例のパワーユニットに用いるトルクセンサを示す正面図である。

【図21】

本例のパワーユニットに用いるトルクセンサを示す底面図である。

【図22】

20 本例のパワーユニットに用いるトルクセンサを示す右側面図である。

【図23】

本例のパワーユニットに用いられているDCブラシレス・モータの概略を示す概念説明図である。

25 【図24】

本例のトルクセンサに入力された入力トルクと、検出出力との関係を示すグラフである。

【図25】

本例のトルクセンサに用いる予圧値を説明するグラフである。

## 【図 2 6】

本例のトルクセンサの具体例に係り、磁石及び磁気検出素子の設置箇所を示すトルクセンサの平面図である。

## 【図 2 7】

- 5 本例のトルクセンサの他の具体例に係り、(a) は側面図、(b) は正面図、(c) はケースに収納した状態を示す概略斜視図である。

## 【図 2 8】

- 10 本発明の磁気検出素子として用いるホール素子の温度特性比較グラフである。

## 【図 2 9】

本発明の回転角センサに用いるホール素子の温度補償回路図である。

## 【図 3 0】

- 15 本例の速度センサの具体例に係り、磁石及び磁気検出素子の設置箇所を示すトルクセンサの平面図である。

## 【図 3 1】

- 20 本例の速度センサに係り、トルクセンサに速度センサを設けた場合を示し、(a) は側面図、(b) は正面図、(c) は概略全体斜視図である。

## 【図 3 2】

本例の速度センサの具体例に係り、ブラシレス DC モータの概略構成を示す回路図である。

## 【図 3 3】

- 25 本例の速度センサに係り、概略構成を示す回路図。

## 【図 3 4】

第 1 具体例に係り、実際のホール素子の検出出力波形を示し、(1) は、ホール素子と、ロータ回転に応じてホール素子の a, b 端子から検出出力される波形を示す波形図、(2) は、波形整

形回路を追加したホール素子と、整形された出力波形図である。

【図 3 5】

本例の各ホール素子が検出した出力信号と、速度パルス信号との関係を説明するタイムチャートである。

5 【図 3 6】

本例の各ホール素子の出力信号を速度信号に変換する回路の一例を示す回路図である。

【図 3 7】

10 本例の回路の動作処理を説明する入出力信号の変換対応表である。

【図 3 8】

15 本例の電動自転車のモータ補助動作制御を説明し、(1)は、各走行速度域における人力の入力状態を示すグラフ、(2)は、各速度とモータ補助比率との関係を示すグラフ、(3)は、各速度域における人力とモータ補助出力の関係を説明するグラフ、(4)は、各速度域における人力とモータ補助出力を合成した合成駆動力の関係を説明するグラフである。

【図 3 9】

20 本発明のトルクセンサ零点調整機構に係り、第1具体例の構成を示す回路ブロック図である。

【図 4 0】

本発明のトルクセンサ零点調整機構の第1具体例に係り、トルクセンサ零点調整機構の動作を示すグラフである。

【図 4 1】

25 本発明のトルクセンサ零点調整機構の第1具体例に係り、トルクセンサ零点調整機構の動作を示す図である。

【図 4 2】

一般的な電動自転車に用いられているトルクセンサに生じる機械的な障害状態を説明し、(a)は、検出機構の可動部分が固着

した状態、(b)は、半固着した状態、(c)は、検出機構に異物が挟まった状態における入力と検出値を示すグラフである。

【図43】

5 本発明のトルクセンサ零点調整機構に係り、第2具体例の構成を示す回路ブロック図である。

【図44】

本発明のトルクセンサ零点調整機構の第2具体例の動作を実現するプログラムが用いるフローチャートである。

【図45】

10 本発明のトルクセンサ零点調整機構に係り、第3具体例の構成を示す回路ブロック図である。

【図46】

本発明のトルクセンサ零点調整機構の第3具体例に係り、トルクセンサ零点調整機構の動作を説明するグラフである。

15 【図47】

本発明のトルクセンサ零点調整機構の第4具体例に係り、本具体例の動作を実現するプログラムが用いるフローチャートである。

【図48】

20 本発明のトルクセンサ零点調整機構に係り、第5具体例の構成を示す回路ブロック図である。

【図49】

本発明のトルクセンサ零点調整機構の第5具体例に係り、動作を説明するグラフである。

25 【図50】

本発明のトルクセンサ零点調整機構の第6具体例に係り、本具体例の動作を実現するプログラムが用いるフローチャートである。

【図51】

本発明のトルクセンサ零点調整機構に係り、第7具体例の構成を示す回路ブロック図である。

【図52】

本発明のトルクセンサ零点調整機構の第7具体例に係り、動作5を説明するグラフである。

【図53】

本発明のトルクセンサ零点調整機構の第8具体例に係り、本具体例の動作を実現するプログラムが用いるフローチャートである。

10 【図54】

従来の電動自転車を示す全体概略構成図である。

【図55】

従来例のトルクセンサの構造を示す断面図である。

15 発明を実施するための最良の形態

まず、始めに、センサ装置を説明し、次いで、このセンサ装置を用いた駆動力補助装置を説明し、更に、この駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構について説明する。

図1(a)～(c)に示すように、本例のセンサ装置たる回転角センサ59は、検出軸38aに固定された検出円板59aと、この検出円板59aの外周縁に固定された所定形状の磁性片59bと、この磁性片59bを、下方に開口したコ字形状のギャップ間に挟むように配設されたヨーク59cと、このヨーク59cの対向した両端部に、それぞれ固定された磁石52及び磁気検出素子53とから構成されている。

この磁性片59bは、高透磁率材料もしくは軟磁性材を用いて形成され、本例では、検出円板59aの周方向に沿って、漸次、半径が減少する円弧形状に形成され、検出円板59aが初期回転位置状態の場合には、この磁性片59bに備えられた最大半径の

部位がヨーク 5 9 c のギャップ間に位置するように設けられている。

従って、磁石 5 2 からギャップを介して磁気検出素子 5 3 に到達する磁束量は、該磁性片 5 9 b が存在することによりこれに誘導されて、最大の磁束量となっている。また、この初期位置から検出円板 5 9 a が回転して行くと、該磁性片 5 9 b の半径が漸次減少するので、磁石 5 2 と磁気検出素子 5 3 との間を横切る磁性片 5 9 b の面積が減少し、これに伴いヨーク 5 9 c のギャップ間における磁束誘導効果が減少して、磁気検出素子 5 3 に到達する磁束量が減少する。

このように、磁石 5 2 からの磁束が、検出軸 3 8 a の回転角度、つまり検出円板 5 9 a の回転角度の如何により、磁気検出素子 5 3 に到達する磁束量の変化を伴うので、検出軸の回転角度の変化量を、磁束量を媒介として、測定することができる。

また、ヨーク 5 9 c に、磁石 5 2 と磁気検出素子 5 3 を装着しているので、この磁石 5 2 が生成する磁束を、より安定した磁気回路が形成できるようにしている。すなわち、このヨーク 5 9 c は、透磁性材料を用いて形成され、両端部には、所定のギャップ距離が設けられている。従って、磁石 5 2 の N 極から発生した磁束は、このエアギャップを通過し、対向する磁気検出素子 5 3 に至り、更に、このヨーク 5 9 c に誘導されて磁石 5 2 の S 極に復帰する。この結果、エアギャップには、常に安定した磁束により満たされることになる。

更に、磁気検出素子 5 3 としては、ホール素子が用いられ、このホール素子の検知部は、温度特性が良好なガリウム・ヒ素タイプを用いている。更に、磁石 5 2 も同様に、良好な温度特性を有するサマリウムコバルト系が用いられる。これは、後述する各例の回転角センサも同様である。

尚、磁気検出素子 5 3 として MR（磁気抵抗効果）素子を用い



ても構成することができる。

また、このような構成を磁気シールドを備えたケース内に収納すれば、電磁的なノイズ耐性を高めてより一層精度を向上させることができる。これは、後述する各例の回転角センサに共通する

5。

更に、本例においては、磁性片の形状を、初期位置の最大半径から漸次、減少する形状としたが、これとは逆に、最小半径から増加させるように形成し、検出する回転角度を、磁束量の増加量により、測定するようにしてもよい。

10 以上説明したように、本例のセンサ装置によれば、従来のものが磁石と磁気検出素子と間のギャップ設定が、非常に微妙で且つ困難であることに対し、ヨークにより磁氣的なギャップを定型的に定めているので、ギャップの変動が生じることがなく、このギャップに起因する問題は少ない。

15 また、個々の磁石が有する性能差、各部の製作寸法の誤差、使用時の温度等を起因とする様々なバラツキが、ヨークを設けた磁気回路を組むことによって、この磁気回路がクッションの役目を果たして、様々なバラツキを緩和又は吸収し、性能的に安定させることができる。

20 次に、センサ装置の第2例について説明する。

本例のセンサ装置は、前記第1例と同様に、磁気回路の磁束を誘導するヨークを設けて安定した磁気回路を形成するとともに、磁石／磁気検出素子間のエアギャップを確実に確保し、更に、磁気検出素子に到達する磁束量を、回転角度に応じて変更する磁性片を設けて、変化させることにより、回転角度を計測している。

25

すなわち、図2(a)～(c)に示すように、本例の回転角センサ59は、前記第1例と同様に、検出軸38aに固定された検出円板59aと、この検出円板59aの外周縁に固定された所定形状の磁性片59bと、この磁性片59bを、下方に開口したコ

字形状のギャップ間に挟むように配設されたヨーク59cと、このヨーク59cの対向した両端部に、それぞれ固定された磁石52及び磁気検出素子53とから構成されている。

この磁性片59bは、高透磁率材料もしくは軟磁性材を用いて  
5 形成され、本例では、検出円板59aの周方向に沿って、漸次、軸方向の厚さが減少する円弧形状に形成され、検出円板59aが初期回転位置状態の場合には、磁性片59bの最大厚の部位がヨーク59cのギャップ間に位置するように設けられている。

従って、磁石52からギャップを介して磁気検出素子53に到  
10 達する磁束量は、磁性片59bの最大厚部分が存在することにより、最大の磁束量となっている。また、この初期位置から検出円板59aが回転すると、該磁性片59bの厚さが漸次減少するので、磁石52と磁気検出素子53との間を横切る磁性片59bの厚さが減少して、該磁性片59bによる磁束誘導効果が減少して  
15 、磁気検出素子53に到達する磁束量が減少する。

このように、磁石52からの磁束が、検出軸38aの回転角度、つまり検出円板59aの回転角度の如何により、磁気検出素子53に到達する磁束量の変化を伴うので、検出軸の回転角度の変化量を、磁束量を媒介として、測定することができる。

従って、被測定物に応じた回転角度に検出円板が回転すると、  
20 この回転に伴って、磁性片59bの磁気回路の対向ギャップ間に介在する容積が減少し、これによって、磁束が通過するエアギャップの距離が変化し、磁気検出素子53に到達する磁束量が変化する。そして、この磁束変化量を磁気検出素子53により検出  
25 することにより、回転角度を正確に計測することができる。

尚、前記第1例と同様に、磁性片の形状を、初期位置の最大厚さから漸次、減少する形状としたが、これとは逆に、最小厚さから漸次、増加させるように形成し、検出する回転角度を、磁束量の増加量により、測定するようにしてもよい。

また、磁性片の形状を、第1例と本第2例とを組合せた形状としてもよい。

次に、センサ装置の第3例について説明する。

本例のセンサ装置は、磁石が設けられた検出円筒を、両端軸支  
5 することにより、磁石／磁気検出素子間のエアギャップを確実に  
確保するとともに、該回転動作時の摩擦トルクを減少させたもの  
である。

すなわち、図3(a)～(c)に示すように、本例の回転角セ  
ンサ61は、円筒状のケース61a内に収納され、該ケース61  
10 aに両端が軸支された検出軸38aに固定された検出円筒61b  
と、この検出円筒61bの外周に固定され、該外周を4等分割に  
着磁した磁石52と、該磁石52の外方近傍に位置するケース6  
1a側の所定箇所に固定された磁気検出素子53とから構成され  
ている。

15 この検出円筒61bは、非磁性材料により円筒状に形成され、  
ケース61aに両端軸支された検出軸38aに、固定されている。  
また、検出円筒61bの外周には、リング状の磁石52が固定  
され、この磁石52は、周方向に均等な4分割され交互にN/S  
着磁されている。

20 また、前記磁気検出素子53は、基板61cとともに固定され  
ており、そしてその固定位置は、入力トルクが入力されない検出  
円筒61bが初期回転位置状態の場合に、前記磁石52に着磁さ  
れたN/S極の境界に対峙した位置に設けられている。

従って、初期回転位置状態の場合は、図4の零点として示すよ  
25 うに、磁石52が生成し磁気検出素子53に到達する磁束密度B  
は、零となっている。また、入力駆動力に応じて検出軸38a及  
びこれに伴い検出円筒61bが回転すると、磁石52と磁気検出  
素子53との相対的な位置関係が変化し、この回転角度 $\theta$ に応じ  
て、検出される磁束密度Bが増加する。そして、このリニアに正

比例する回転角度  $\theta$  と磁束密度  $B$  との関係を用いて、回転角度  $\theta$  を測定している。

また、磁石が生成する磁束は、N/S磁極の境界付近で自己安定するので、零点になる方向に予圧を与えることができる。

- 5 尚、本例においては、検出した磁束のN/S極性を判別できる磁気検出素子を用いれば、検出する回転角度を、初期位置から一方向の場合に限らず、両方向に適用することができる。

- 10 以上説明したように、本例によれば、両持ち軸支構造としていることにより、回転動作が安定し、エアギャップのバラツキやガタツキを減少でき、性能的に安定させることができる。更に、動作時の摩擦トルクを減少することができる。

次に、センサ装置の第4例について説明する。

- 15 本例のセンサ装置は、検出した人力駆動力に応じて回転する、磁石が設けられた検出円筒を、両端軸支することにより、磁石/磁気検出素子間のエアギャップを確実に確保するとともに、該回転動作時の摩擦トルクを減少させ、更に、磁気検出素子の磁石に対向する面に、集磁部材を介在させたものである。

- 20 図5(a)～(c)に示すように、本例の回転角センサ61は、前記第3例と同様に、ケース61a内において両端軸支の検出軸38aに固定された検出円筒61bと、この検出円筒61aの外周に固定され、該外周を4等分割に着磁した磁石52と、該磁石52の外方近傍の所定位置に、固定された磁気検出素子53とから構成され、これに加えて、磁気検出素子53の磁石52に対して背面側に、高透磁率材料もしくは軟磁性材を用いた集磁部材  
25 61dを設けている。

従って、集磁部材61dにより、磁石52が生成する磁束を磁気検出素子53に集束化できるので、磁気検出素子53のセンサ感度を向上することができる。

以上説明したように、本例によれば、前記第3例と同様な効果

を奏するのみならず、集磁部材を設けているので、磁石が生成する磁束は磁気検出素子に集束化され、磁気検出素子のセンサ感度を向上させることができる。

次に、センサ装置の第5例について説明する。

- 5 本例の回転角センサは、磁石／磁気検出素子間のエアギャップを確実に確保し、回転動作時の摩擦トルクを減少するとともに、磁石が生成する磁束を磁気検出素子に集束強化して誘導するヨークを設けてセンサ感度を向上させるようにしたものである。

図6(a)～(c)に示すように、本例の回転角センサ63は  
10、円筒形状のケース63aに、両端軸支された検出軸38aに固定された検出円筒63bと、この検出円筒63bの外周に固定され、該外周を4等分割に着磁した磁石52と、該磁石52の外方近傍の所定位置に、固定された磁気検出素子53とから構成され、これに加えて、ケース63aの一部を、磁石52が生成する磁  
15束を磁気検出素子53に集束化して誘導するヨーク63dにより形成している。

このヨーク63dは、その検出軸38a方向の幅が、磁気検出素子53に向けて減少するような形状に形成されている。

従って、このヨーク63dにより、磁石が生成する磁束を磁気  
20検出素子に集束化して誘導でき、検出する磁束が強化されるので、磁気検出素子53のセンサ感度を向上させることができる。すなわち、図7(a)～(b)に示すように、初期回転位置の場合に、磁石52から生じた磁束は、ヨーク63dにより誘導され、磁気検出素子53に集中強化される。そして、初期回転位置から  
25検出軸38aが回転した場合においては、図7(c)～(d)に示すように、同磁束は、大幅に減少することになる。

尚、更に前記ヨーク63を、その半径方向の厚みが、磁気検出素子53に向けて減少するような形状に形成して、より磁束を集束強化することを高めてもよい。

以上説明したように、本例によれば、両持ち軸支構造としてい  
ることにより、回転動作が安定し、エアギャップのバラツキやガ  
タツキを減少でき、性能的に安定させることができる。更に、動  
作時の摩擦トルクを減少することができる。更に、軸方向の幅が  
5 磁気検出素子に向かって減少する形状のヨークを設けているので、  
磁石が生成する磁束を磁気検出素子に集束化され、磁気検出素  
子のセンサ感度を向上させることができる。

次に、センサ装置の第6例について説明する。

本例の回転角センサは、前記各例に比べて、薄型にしたもので  
10 ある。

図8(a)～(c)に示すように、本例の回転角センサ65は、  
検出軸38aに固定され、周上に間歇的に設けられた突出部が、  
交互にN/S着磁された磁石円板65aと、この磁石円板65  
aの回転初期位置に対応して先端を対峙させて、図示を省略した  
15 ケース側に固定された略コ字形状のヨーク65bと、このヨーク  
65bの中間に設けられた磁気検出素子53とから構成されてい  
る。

従って、被測定物に応じた検出軸38a及び磁石円板65aの  
回転動作によって、磁石円板65aとヨーク65bとの相互位置  
20 関係が変化し、ヨーク65bを通過する磁束量が減少するので、  
この磁束変化量を磁気検出素子53により検出し、回転角度を計  
測することができる。

以上説明したように、本例によれば、前記各例と同様な効果を  
奏するのみならず、所要スペースを減少した薄型化を図ることが  
25 できる。

次に、センサ装置の第7例について説明する。

本例の回転角センサは、更にコンパクト化を図ったものである

。図9(a)～(c)に示すように、本例の回転角センサ67は

、検出軸 38 a に固定され且つ円弧形状に形成され、周方向の両端突出部が異なる N/S 着磁された磁石半円板 67 a と、この磁石半円板 67 a の回転初期位置に対応して先端を対峙させて、図示を省略したケース側に固定された略コ字形状のヨーク 67 b と  
5、このヨーク 67 b の中間に設けられた磁気検出素子 53 とから構成されている。

従って、前記第 6 例と同様に、被測定物に応じた検出軸 38 a 及び磁石半円板 67 a の回転動作によって、磁石半円板 67 a とヨーク 67 b との相互位置関係が変化し、ヨーク 67 b を通過する磁束量が減少するので、この磁束変化量を磁気検出素子 53 に  
10より検出し、回転角度を計測することができる。

以上説明したように、本例によれば、前記各例と同様な効果を奏するのみならず、薄型化に加えて、コンパクト化を図ることができる。

15 次に、センサ装置の第 8 例について説明する。

本例の回転角センサは、前記第 7 例と同様なコンパクト化を図ったものである。

図 10 (a) ~ (c) に示すように、本例の回転角センサ 69 は、検出軸 38 a に固定され且つ、高透磁率材料もしくは軟磁性材を用いて円弧形状に形成され、周方向の両端に突出部が設けられた半円板 69 a と、この半円板 69 a の回転初期位置に対応して両端を対峙させて、図示を省略したケース側に固定された円弧形状のヨーク 69 b と、このヨーク 69 b の一端に設けられた磁石 52 と、他端に設けられた磁気検出素子 53 とから構成されて  
20  
25 いる。

従って、前記第 7 例と同様に、被測定物に応じた検出軸 38 a 及び半円板 69 a の回転動作によって、半円板 69 a とヨーク 69 b との相互位置関係が変化し、ヨーク 69 b を通過する磁束量が減少するので、この磁束変化量を磁気検出素子 53 により検出

し、回転角度を計測することができる。

以上説明したように、本例によれば、前記各例と同様な効果を奏するのみならず、薄型化に加えて、コンパクト化を図ることができる。

- 5 更に、前記各例に示される構成を、磁気シールドを備えたケース内に収納した場合には、他物体からの磁気的なノイズをカットできるので、センサとしての信頼性を向上することができる。

次に、駆動力補助装置を説明する。

- 各例の人力駆動による軽車両としては、図11に示すように、  
10 自転車に用いた場合のものを示し、この自転車は、人力を、搭載されたバッテリーを電源とするモータにより補助する電動二輪車（以下、電動自転車と称する。）である。尚、ここに示す自転車の基本的な構成は、後述する各例においても共通する。

- 本例の電動自転車1は、従来の自転車と同様に、複数のパイプ  
15 部材を組合せて構成されたフレーム2の前後に車輪4, 5を軸架している。このフレーム2は、前輪4を軸支する前フォーク2aと、後輪5を軸支するバックフォーク2bと、これらの両フォーク2a, 2bを支持するメインパイプ2cと、このメインパイプ2cから上方に設けられた立パイプ2d等により構成され、この  
20 立パイプ2dの上端には、運転者が着座するサドル3aが、前フォーク2aの上端には、ハンドル3bが取付けられている。また、メインパイプ2cの下側には、水平に軸支されたクランク軸13を備えたパワーユニット11が装着され、このクランク軸13の両端には、それぞれ、ペダルアーム7aが取付けられ、各ペダ  
25 ルアーム7aの先端には、ペダル7が軸支されている。更に、メインパイプ2c下側で且つパワーユニット11の前方には、このパワーユニット11に電力を供給するバッテリーユニット8が装着されている。

このバッテリーユニット8には、電動自転車1としての動作を開



始させる電源スイッチ 8 a がケース側部に設けられ、電力供給用の蓄電池群、制御回路、及び付属回路等が収納されている。これらの蓄電池は、所定に接続され、例えば、モータ用の 24 V のように、所定の電圧が出力できるように設けられている。そして、

5 このバッテリーユニット 8 からの電力は、電動自転車 1 に搭載された機器、例えば、パワーユニット 11 のモータ、及びセンサや各付属回路等に分配供給され、各機器を作動状態にする。

また、このパワーユニット 11 には、電動モータ M、減速機、人力／モータ駆動力合成機構、トルクセンサ 30（本例において

10 は、自転車であるので、運転者の踏力を検出する踏力検出手段でもある。））、車速検出手段 40 が収納され、ペダルアーム 7 a を介してペダル 7 が接続されたクランク軸 13 は、合成機構に接続され、この合成機構の出力は、出力歯車（本例では原動スプロケット）17 に接続されている。そして、この原動スプロケット 1

15 7 と、後輪 5 に同軸に固着された従動スプロケット 6 とは、これらの両者間に掛け渡されチェーン 9 により接続されている。尚、図示を省略したものもあるが、基本的には、ハンドル 3 a に設けられたブレーキレバー、そして、ブレーキ機構、夜間走行用のライト等は、従来の自転車と同じものが用いられている。

20 そして、このような電動自転車 1 において、前輪 4 は、前フォーク 2 a に設けられたハンドル 3 a によって操向される一方、後輪 5 は、運転者がペダル 7 を漕ぐことにより回転駆動され、通常の自転車と同様に電動自転車 1 が人力走行する。すなわち、運転者の人力によりペダル 7 が漕がれると、合成機構を介して原動ス

25 プロケット 17 が回転駆動され、この原動スプロケット 17 の駆動力がチェーン 9 を介して、後輪 5 の従動スプロケット 6 に伝達され、後輪 5 が回転駆動して、電動自転車 1 が、人力によって前進走行する。

また、運転者が、電源スイッチ 8 a をオン操作すると、バッテ

リユニット 8 から各搭載機器に電力が供給され、電動自転車 1 としての運転者の負荷を軽減させる人力補助動作が開始され、パワーユニット 11 の電動モータ M から所定のモータ補助出力を得ることができる。

- 5 すなわち、この人力補助動作モードにおいて、本例の電動自転車 1 は、運転者の人力によりペダル 7 が漕がれると、図 12 に示すように、このペダル入力された人力をトルクセンサ 30 が検出するとともに、その時点での自転車 1 の走行速度を、車速検出手段 40 が検出する。次に、これらの検出された両値に基づき、制御回路 19 が、所定のプログラムに準じて、適切なモータ出力指令値を設定する。すなわち、制御回路 19 は、読込まれた車速検出手段 40 からの走行速度値に基づき、前述した所定の人力を補助する補助比率を演算し、この補助比率に、トルクセンサ 30 からの人力検出値を掛け合わせて、実際に必要なモータ出力値を決定する。そして、この指令値に基づき、モータ駆動回路 20 が、
- 10 バッテリユニット 8 からモータ M に供給される電力を増減させ、この電力によりモータ M が所定の補助駆動力を出力する。最後に、このモータ補助出力が、モータ人力 / モータ駆動力合成機構により人力に追加合成され、この合成駆動力により後輪 5 が回転駆
- 20 動される。このようにして、電動自転車 1 が、所定に規定されたモータ動力により補助されて、人力負荷を軽減させた快適な前進走行が行われる。

- また、このモータ M の出力はモータ駆動回路 20 による通電制御により設定され、モータ M を効率よく可変速運転できるように
- 25 している。すなわち、バッテリユニット 8 から供給される定電圧の直流電流は、通電制御用のモータ駆動回路 20 を介して、直流モータである走行用モータ M に供給されており、このモータ駆動回路 20 がチョッパ制御等の通電制御を行って、モータ供給電流を増減させている。また、このモータ駆動回路 20 によるモータ

供給電流の設定は、制御回路 19 から出力されるモータ出力指令に基づいて行われ、このモータ出力指令値は、検出された人力と走行速度に基づき、制御回路 19 によって決定されている。

この制御回路 19 は、パワーユニット 11 の入力された人力を  
5 検出するトルクセンサ 30 や、車両の走行速度検出する車速検出  
手段 40、外部環境センサ等からの検出信号が入力され、モータ  
駆動回路 20 に動作を指令する信号を出力するマイクロコンピュ  
ータから構成されている。すなわち、このマイクロコンピュータ  
は、各入力信号をデジタル信号に変換する A/D 変換器、このデ  
10 ジタル信号をメモリ空間に読み込み・取出す I/O ポート、読み  
込んだ各種データ信号に基づいて所定の処理・決定を行う CPU、メ  
モリ等を備えている。このようにして、制御回路 19 は、各種セ  
ンサからの検出信号データを、マイクロコンピュータのメモリに  
格納されたプログラムに準じて処理し、モータ駆動回路 20 に、  
15 モータ出力指令信号等の適切な動作指令を出力している。

本例の駆動力補助装置であるパワーユニット 11 は、運転者が  
ペダル 7 を漕いで入力した回転駆動力を、クランク軸 13 を介し  
て、出力歯車 17 たる原動スプロケットへ伝達する人力伝達系と  
、モータ M のモータ出力により、このクランク軸 13 の回転を追  
20 加補助する補助駆動系、及び、前記補助駆動系による補助駆動力  
の付与量を決定するための、トルクセンサ 30 と、電動自転車 1  
の走行速度を検出する車速検出手段 40 とを備えて構成されてい  
る。

すなわち、このパワーユニット 11 は、図 13 ~ 図 17 に示す  
25 ように、3 分割されたケース 12 (12a, 12b, 12c) 内  
に、ペダルアーム 7a が固着され、回転可能に軸支されたクラン  
ク軸 13 と、このクランク軸 13 の外周に配置され、人力にモー  
タ駆動力を追加する合成機構と、この合成機構の動力伝達経路の  
途中に配設されたトルクセンサ 30 と、人力補助用の DC モータ

Mと、このモータMの減速機構とを収納して構成されている。また、この合成機構には、クランク軸13が逆回転した場合は、伝達経路からクランク軸13を遊転させて自転車1の後進を防止する第1の一方方向クラッチ機構と、モータMが停止している場合には、モータ駆動系をクランク軸13に対して遊転させる第2の一方方向クラッチ機構を備えている。尚、各所には、各軸をスムーズに回転可能に軸支するベアリングを用いた転がり軸受乃至滑り軸受を設けている。

このケース12は、アルミ等の熱伝導特性が良好で且つ軽量な素材を用いて形成され、モータMを直接収納した主ケース12aと、これらの左右両側をカバーするケース12b, 12cとから構成され、これらが合わされて単一のケース12を構成するとともに、ケース12内を密閉できるようにしている。そして、モータMの作動時には、このモータ作動に伴うモータM及びモータ駆動回路20の発熱を、このケース12を介して、空気中に効率的に放出し、モータ及びモータ駆動回路20の安定動作を維持できるようにしている。また、ケース12には、前後方向に沿ったフィン12dが一体に設けられており、これらの放熱効果を高めるようにしている。尚、モータ近傍のケースに、電動自転車1のフレーム体に対する装着固定部を設け、これにより、前記発熱をケースを介して自転車のフレーム体へ逃がすようにしてもよい。

尚、図13において、10aは、モータMの電源ケーブル及び各センサや回路等の接続コード（以下、単に配線10aと称する。）を、10bは、これらの配線10aのコネクタを、12eは、これらの配線10aを通過させるために主ケース12aに設けた開口部を、10cは、ケース12内のモータの近傍で且つ、減速機構の側部に配置され、モータ駆動回路20及びセンサ用の付属回路等を搭載した回路基板を示す。また、12fは、各種回路が設けられた回路基板10cを、外部から遮断するケース蓋である

。

本例の駆動力補助装置であるパワーユニット 1 1 は、使用者がペダル 7 を漕いでクランク軸 1 3 を回し、これを出力歯車 1 7 である原動スプロケットへ駆動伝達する人力駆動手段と、モータ M 5 の駆動によりクランク軸 1 3 の回転を助力する補助駆動手段、及び、前記補助駆動手段におけるパワー付与を決定するためのトルクセンサを備えて構成される。

まず、前記人力駆動手段を説明する。

人力駆動手段は、クランク軸 1 3 の回りに配設されたものであって、クランク軸 1 3 の外周に同軸状に配置された第 1 回転体 1 4 と、クランク軸 1 3 の外周に同軸状に遊転配置された第 2 回転体 1 5 と、前記第 1 回転体 1 4 と第 2 回転体 1 5 との間に装着され、前記第 1 回転体の回転力を第 2 回転体に伝達する弾性体 1 6 と、前記第 2 回転体 1 5 の回転力が伝達される出力歯車 1 7 とを備える。尚、本例では、第 2 回転体 1 5 と出力歯車 1 7 との間には、筒状の継手 1 8 が介在され、第 2 回転体 1 5 と出力歯車 1 7 を連結している。

尚、本例においては、継手 1 8 は、単独の別部材とされているが、第 2 回転体 1 5 又は出力歯車 1 7 に一体化した構成としてもよい。

そして、前記第 1 回転体 1 4 は、第 1 の一方向クラッチを備えて前記クランク軸の順方向の回転力のみが伝達される。この第 1 の一方向クラッチは、クランク軸 1 3 に外方に突出する送りつめ 1 3 a が設けられる一方、第 1 回転体 1 4 の内周には、逆転方向にスロープ面を有する内周歯 1 4 a が、刻設されている。従って、クランク軸 1 3 が順方向すなわち車両を前進させる方向に回転する場合は、このクランク軸 1 3 の送りつめ 1 3 a は、第 1 回転体 1 4 の内周歯 1 4 a に係合して、クランク軸 1 3 から第 1 回転体 1 4 に駆動力を伝達する。他方、クランク軸 1 3 が走行用モー

タが逆方向すなわち車両を後進させる方向に回転する場合は、送りつめ 1 3 a が内周歯 1 4 a のスロープ面を乗越えて両者が係合しないので、クランク軸 1 3 が遊転することになり、第 1 回転体 1 4 に逆回転の駆動力が伝達されず、後輪 5 は逆回転しない。

- 5 この第 1 回転体 1 4 と第 2 回転体 1 5 は、図 1 8 に示すように、前述した弾性体 1 6、本例ではねじりコイルバネを介して、接続されている。このねじりコイルバネは、予め定められた寸法及び材質により螺旋状に形成され、所定のバネ定数が確保されている。従って、第 1 回転体 1 4 に加えられた入力トルクに応じて、
- 10 所定に弾性変形し、第 1 及び第 2 回転体 1 4、1 5 間に回転角差を生じさせるようにしている。

- すなわち、このコイルバネの両端面 1 6 a はアール状に形成され、そして、これらの両端面 1 6 a に対応して、第 1 及び第 2 回転体 1 4、1 5 のコイルバネ両端面を受ける部位 1 4 e、1 5 e
- 15 は曲面形状に形成されている。従って、コイルバネ 1 6 が弾性変形した場合にも、常にコイルバネの端面 1 6 a は、このコイルバネの端面を受ける部位 1 4 e、1 5 e に対し安定して接触することができる。

- 更に、本例では、ねじりコイルバネの弾性変形時にバネの姿勢
- 20 を保って、適正量以上の変形を規制している。すなわち、ねじりコイルバネに力が加わり弾性変形した場合、コイルバネが理想的な変形となるように姿勢を保つとともに、適正量以上の変形を規制する部材が設けられている。本例では、これらのコイルバネの変形は、第 1 及び第 2 回転体 1 4、1 5 の内周面の螺旋状の溝 1
- 25 4 b、1 5 b、後述する突出部 1 4 c、1 5 c の内周、及びクランク軸 1 3 の外周によって規制される。つまり、第 1 回転体 1 4 と第 2 回転体 1 5 の軸方向の内部端面は、このねじりコイルバネに対応する螺旋状の溝部 1 4 b、1 5 b が形成され、ねじりコイルバネすなわち弾性体 1 6 が弾性変形した場合、軸方向の変形は

、その側部全体が、前記螺旋状の溝部 14 b, 15 b に接触することにより規制され、また、外方向への変形は、弾性体 16 の外周部分が、突出部 14 c, 15 c の内周に接触することにより、更に、内方向への変形は、弾性体の内側部分が、クランク軸 13 5 の外周に接触することによって、適正な変形に規制される。

従って、後述する人力駆動力の伝達時には、このねじりコイルバネが弾性変形しながら、人力駆動力を伝達するが、コイルバネは、或いは螺旋状の溝部 14 b, 15 b に接触し、或いは突出部 14 c, 15 c の内周に接触し、或いはクランク軸 13 の外周に 10 接触するので、バネが軸方向に転倒したり、異形に変形することを防止して、バランス良い螺旋形状に保持することができ、これにより所定にバネ定数を確保することができる。

また、再び図 17 に示すように、第 1 及び第 2 回転体 14, 15 の対向部位には、周状に所定間隔を設けて、突出部 14 c, 15 15 c が設けられており、踏力が小さくて弾性体 16 の未変形時には、互いに所定のクリアランス L が確保されている。従って、人力等による過大な駆動力が加わった場合には、突出部 14 c, 15 15 c の側部同士が当接して、第 2 回転体 15 に第 1 回転体 14 が直接的に接続され、ねじりコイルバネの破損を防止するようにし 20 ている。

尚、本例においては、一方のねじりコイルバネの端面を押して、つまり、コイルバネの一方の端部から他方の端部までに至る螺旋状のリード角的な経路角度が減少するように弾性変形させながら、人力駆動力を伝達するように構成したが、逆に、端部を引張 25 って、経路角度を増大するように弾性変形させながら伝達するように構成してもよい。更に、弾性体 16 は、回転角に応じたトルクを発生するバネであれば、ねじりコイルバネに限定されず、任意のものを用いてもよい。

また、本例において、このねじりバネの最大ねじれ角度は、自

転車の使用者に違和感を与えないように、20度以下、望ましくは10度以下に設けるとよい。

このようにして、第1回転体14に加えられた駆動トルクに応じて、ねじりコイルバネがバネ定数に準じた弾性変形を行いながら、第2回転体15に駆動力を伝達するようにしている。この結果、このトルクに応じて、差動する両回転体14、15の回転角度量を、後述するトルクセンサ30により検出して、人カトルク、すなわち踏力を検出することができる。これらの第1及び第2回転体14、15の外周には、それぞれ、異なる径の第1及び第2回転部材31、32が固着されており、これらは、トルクセンサ30の入力歯車41、42に噛合されている。

尚、本例においては、第1及び第2回転部材31、32は、図示したように、外周に歯が設けられた歯車を用いている。もっとも、この第1及び第2回転部材31、32は歯車に限らず、回転力を伝達できるローラ等、任意の回転を伝達する部材を適用することが可能である。

次に、前記補助駆動手段について説明する。

この補助駆動手段は、モータMと、モータの駆動力を減速する減速歯車列と、前記クランク軸13の外周に同軸状に遊転配置され、その外周歯で前記減速歯車の最終歯車と噛合し、且つ、内周に第2の一方向クラッチを備えて前記最終歯車の順方向の回転力のみを前記第2回転体15へ伝達する第3回転体28と、を備える。

このモータMは、一般的なブラシレスのDCモータを用いており、このモータ出力は、モータ駆動回路による通電制御により、制御されている。

すなわち、このモータMは、一般的な耐久性及び信頼性に優れたブラシレスDCモータを用いており、ケース12aに形成された収納部に、円筒形状のロータ・コア22と、この外周に配設さ



れたステータ・コア 2 3 を収納した構成とされている。また、この円筒形状に形成されたロータ・コア 2 2 の外周には、周方向に交互に N・S 極に着磁された永久磁石が設けられ、このロータ 2 2 自体は、ケース 1 2 a に回転可能に軸支されたモータ軸 2 1 に  
5 キー接続されている。更に、このロータ 2 2 の回りに配設されたステータ・コア 2 3 は、直接的にケース側に固定され、3 相の励磁コイル U, V, W を備えている。すなわち、このステータ・コア 2 3 は、ステータ・コア 2 3 のポール 2 3 a 外周部に、放射状に設けられ、モータ軸 2 1 と平行なボルト 2 4 によって、ケース  
10 奥部に固定されている。

また、このようなモータは、ロータ 2 2 の回転位置を検出して、各相の励磁コイルに切換えて通電制御することにより、モータ M を回転駆動している。

本例においては、非接触方式の磁気的な検出方法により、ロー  
15 タ回転位置を検出している。すなわち、ロータ 2 2 の外周近傍には、図示を省略した複数の磁気検出素子が設けられ、この磁気検出素子としては、リニアタイプのホール素子 X, Y, Z を 3 つ用いており、このホール素子からの検出信号によりロータ・コア 2 2 の回転位置状態を検出できるようにしている。また、これらの  
20 ホール素子 X, Y, Z は、シリーズ接続され、配線コストや配線する手間を軽減させるとともに、これらのホール素子 X, Y, Z を個別に駆動電流を供給することに比べて、単一の供給電流により駆動できるようにしている。

このように、これらの磁気検出素子によって、ロータ・コア 2  
25 2 の回転位置を検知し、モータ駆動回路 2 0 により、その回転位置に対応した所定の励磁コイル U, V, W に切換え通電し、常にロータ・コア 2 2 に対して回転方向の先後に位置する励磁コイル U, V, W を励磁することによって、電磁的な吸引力・反発力をロータ・コア 2 2 の磁石に作用させて、ロータ・コア 2 2 に回転

力を付与している。このようにして、ロータ・コア 22 は連続的な回転を維持し、その回転力を駆動力として、ロータ・コア 22 が固着されたモータ軸 21 により、モータ M の外部に取出している。

- 5     そして、このモータ M のモータ軸 21 から出力されるモータ回転駆動力は、前記減速歯車列に入力されており、この減速歯車列により、所定に減速するようにしている。

すなわち、この減速歯車列は、モータ M のモータ軸 21 に固定された第 1 歯車ユニット 25 と、この第 1 歯車ユニットに順次、  
10    噛合されている第 2, 3 歯車ユニット 26, 27 とから構成され、これらの第 2, 3 歯車ユニット 26, 27 は、2 段の小径及び大径歯車を一体に形成され、また、第 3 回転体 28 を含めた各歯車 25, 26, 27 は、はすば歯車が用いられている。更に、この減速歯車列は、小径のはすば歯車が、大径のはすば歯車に噛合  
15    されて駆動するように接続されているので、高速回転に対応し且つ所定の減速比が得られるようにしている。

また、第 3 回転体 28 は、減速歯車の第 3 歯車ユニット 27 に噛合し、そして、第 2 回転体 15 の外周に配設されるとともに、この第 3 回転体 28 と第 2 回転体 15 とは、第 2 の一方向クラッチ  
20    機構を介して接続され、人力トルクの検出を終了した人力伝達経路にモータ補助動力を追加できるようにしている。

更に、この第 2 の一方向クラッチ機構によって、モータ系側の第 3 回転体 14 に、人力駆動系の第 2 回転体 15 の順方向回転力が伝達しないようにしている。

- 25    すなわち、この第 2 の一方向クラッチは、第 2 回転体 15 の内周に刻設された、順方向にスロープ面を有する内周歯 28a と、第 2 回転体 15 の外周に設けられた、外方に突出し且つ逆回転方向に、先端が向けられた送りつめ 15d とから構成され、前記内周歯 28a は、第 3 回転体 28 が順方向に回転した時のみ、第 2

回転体 1 5 の外周の送りつめ 1 5 d と係合するようにしている。

従って、人力によりクランク軸 1 3 が順方向に回転駆動されるとともに、走行速度条件等によりモータ駆動が停止されている場合には、この第 2 一方向クラッチ機構によって、第 3 回転体 2 8  
5 が第 2 回転体 1 5 に対して遊転するので、モータ駆動系に人力駆動力が伝達すること、つまり、人力負荷となることを防止できるようにしている。

この補助駆動手段は、上述したように構成されているので、モータ M から得られた出力を、機械式減速機構により適切なトルク  
10 / 回転数に変換し、この駆動力を、効率的に合成機構に伝達でき、人力駆動力を補助して後輪 5 を回転駆動することができる。

次に、このような電動自転車のパワーユニット 1 1 における駆動力の伝達動作を説明する。

まず、人力駆動力の伝達動作を説明し、次に、この人力駆動力  
15 を補助するモータ駆動力の伝達動作を説明する。

使用者が、前進方向にペダル 7 を漕ぐと、クランク軸 1 3 が順方向に回転し、この人力による回転駆動力は、クランク軸 1 3 と第 1 回転体 1 4 間のラチェット（第 1 の一方向クラッチ）を介して、第 1 回転体 1 4 に伝達され、第 1 回転体 1 4 が順回転する。  
20 尚、この際、使用者が、後進方向にペダル 7 を漕ぐと、クランク軸 1 3 は逆方向に回転するが、クランク軸 1 3 の送りつめ 1 3 a が、第 1 回転体 1 4 に係合しないので、第 1 回転体 1 4 は回転駆動されない。

次いで、第 1 回転体 1 4 が回転すると、ねじりコイルバネ（弾  
25 性体 1 6）を介して、第 2 回転体 1 5 が回転駆動される。この際、この両者間に生じるトルク分のねじりバネの弾性ねじれにより遅れた進角差を、トルクセンサ 3 0 により検出し、この踏力と走行速度等に基づいてモータの補助駆動力を決定している。

更に、この第 2 回転体 1 5 は、結合されている継手 1 8 を回転

駆動し、この継手 1 8 に結合されている原動スプロケット（出力歯車 1 7）を回転駆動する。この際、第 2 回転体 1 5 の外周に配設された第 3 回転体 2 8 は、両者間のラチェット（第 2 の一方向クラッチ）が係合しないので、第 3 回転体 2 8 を介してモータ駆動系に、人力駆動力が伝達されない。

最後に、この原動スプロケット（出力歯車 1 7）に接続されたチェーン 9 を介して後輪 5 が回転駆動され、電動自転車が前進走行する。

そして、このように人力駆動力が加えられるとともに、踏力と走行速度が規定の補助範囲内の場合には、この走行速度及び人力駆動力等に基づき、制御部から所定の指令が出力され、モータ M が作動して、人力補助動作が行われる。

すなわち、モータ M が回転し、このモータ駆動力が減速歯車列を介して、第 3 回転体 2 8 に伝達され、この間、適切な回転数／トルクに変換される。そして、この第 3 回転体 2 8 の内周歯 2 8 a が、第 2 回転体 1 5 の送りつめ 1 5 d に係合して、減速されたモータ駆動力が第 2 回転体 1 5 に伝達され、人力駆動力にモータ駆動力が追加補助される。そして、この状態は、人力駆動が停止されたり、走行速度が所定範囲を越えるまで継続される。

次に、トルクセンサ 3 0 を図示の例に基づいて説明する。

本例において、トルクセンサ 3 0 は、上述したねじりコイルバネを介して接続された第 1、第 2 回転体 1 4、1 5 の回転差から、人力トルクを判定するものである。このトルクセンサ 3 0 は、図 2 0 ~ 図 2 2 に示すように、基本的には、差動歯車機構を用いて構成され、この差動歯車機構の二つの入力軸に前記第 1 及び第 2 回転体 1 4、1 5 を連係するとともに、当該差動歯車機構の第 3 軸（出力軸 3 7）をセンサに連係している。この差動歯車機構は、J I S 規格に定められているように、「二つの入力軸に回転駆動を与えたとき、第 3 の出力軸がそれらの作用を同時に受けて

回転する歯車装置であり、遊星歯車装置が用いられ、また、差動を目的とするものには、太陽歯車、遊星歯車を傘歯車にしたものが多い」とされている。本例においても、後述するように、差動歯車機構に傘歯車を用いている。

5 すなわち、トルクセンサ 30 は、前記第 1 回転体 14 の外周に固着した第 1 回転部材（本例では歯車）31 と、前記第 2 回転体 15 の外周に固着した第 2 回転部材（本例では歯車）32 と、前記第 1 及び第 2 回転部材 31, 32 にそれぞれ連係する一対の傘歯車 33, 34 と、前記一対の傘歯車の間に嚙合装着される複数の傘歯車 35, 35 と、前記傘歯車 35, 35 を軸支する支持軸 36, 36 と、該支持軸と直交する出力軸 37 と、前記出力軸 37 に接続された回転角センサ 38 と、を備えて構成される。

本例では、差動歯車機構の第 3 の軸である出力軸 37 は、円弧状に形成されるとともに、互いに平行に配設されたフレーム 39, 39 間に、軸支されており、この出力軸 37 には、第 1 入力歯車 41 が回転可能に遊嵌され、また、支持軸 36 は該出力軸 37 と同行回転する。

この第 1 及び第 2 入力歯車 41, 42 は、それぞれ傘歯車 33, 34 を固着し、前述したように、これらの傘歯車 33, 34 の間には傘歯車 35, 35 を嚙合装着している。

また、前記第 1 及び第 2 入力歯車 41, 42 は、それぞれ径の異なる前記第 1 回転部材 31 及び第 2 回転部材 32 と連係している。そして、第 2 入力歯車 42 は、直接、第 2 回転部材 32 と嚙合しているが、第 1 入力歯車 41 は、小径の逆転歯車 43 を介して、第 1 回転部材 31 と嚙合している。これは、傘歯車 33, 34 が同一回転数で且つ異なる方向に回転することが必要であることからである。すなわち、同方向に回転する第 1 回転部材 31 及び第 2 回転部材 32 から分配される回転力の回転方向のどちらかを逆方向にするために、逆転歯車 43 を介在させているので、前

記第 1 回転部材 3 1 及び第 2 回転部材 3 2 の径を異ならしめて、この逆転歯車を介在させるためのスペースを確保しているものである。

加えて、大径の第 1 回転部材 3 1 及び第 2 回転部材 3 2 が、小径の第 1 及び第 2 入力歯車 4 1, 4 2 と逆転歯車 4 3 を回転駆動するので、第 1 回転部材 3 1 及び第 2 回転部材 3 2 の回転数が、増速化されて第 1 及び第 2 入力歯車 4 1, 4 2 に入力されている。更に、同様に、出力軸 3 7 は、順次、小径となる歯車 4 4 a, 4 4 b を介在させて、この歯車 4 4 b より小径な回転角センサ 3 8 の検出歯車 4 5 に接続され、出力軸 3 7 の回転角を増大させて、回転角センサ 3 8 に入力している。

このように、第 1 及び第 2 回転体 1 4, 1 5 から前記差動歯車機構までの間と、前記差動歯車機構から前記回転角センサ 3 8 までの間のどちらか、又は本例のように両方に、回転を機械的に拡大する機構を付加しているので、センサに入力される変化の絶対量が大きくなり、検出した変化量をセンサにより電気信号に変換する際、より高精度且つ正確な電気信号を得ることができる。すなわち、まず、大径の第 1 回転体 1 4 の第 1 回転部材 3 1 が、小径の中間歯車 4 3 を介して小径の第 1 入力歯車 4 1 を回転駆動することにより、また、同様に、大径の第 2 回転体 1 5 の第 1 回転部材 3 2 が、第 2 入力歯車 4 2 を回転駆動することにより、それぞれ、原速側の回転数を増速化して、差動歯車機構に入力している。次に、この差動歯車機構により変換出力される両者の回転速度差を示す回転角度を、差動歯車機構の歯車 4 4 a, 4 4 b が、歯車 4 5 を駆動することにより、倍角化している。

このねじりコイルバネにより生じた、人力駆動力によるトルク分に応じた第 1 回転体 1 4 及び第 2 回転体 1 5 の進角差は、啮合連係する傘歯車 3 5 が出力軸 3 7 の回りを回転移動するので、出力軸 3 7 が進角差に応じた回転角度に回転することになる。すな

わち、これらの第1回転体14及び第2回転体15の回転速度が互いに等しい場合には、傘歯車35は、その出力軸の初期角度位置を維持した状態で、回転し続ける。これに対して、異なる場合には、相対的に一方が停止し、他方が回転するとみなすことができ、この回転差に応じて傘歯車35が、等速回転の初期状態から、出力軸37の回りを一方向に回転移動することになり、傘歯車35の支持軸36が回転差分だけの角度に回転され、これに伴い支持軸36が直交固定された出力軸37が、同様に回転差に応じた回転角度となる。そして、この回転角度を、出力軸37に固定された歯車44a、及びこれに接続された44bを介して、回転角センサ38の歯車45に拡大伝達し、この拡大された入力トルクを示す角度を回転角センサ38で検出することにより、すなわち、この回転角度に比例したアナログ電圧を得ることにより、人力駆動力による駆動トルクを正確に計測することができる。

15 尚、前記差動歯車機構には、前述した傘歯車に代えて、遊星歯車を用いてよいことは勿論である。

また、図21及び図22に示すように、回転角センサ38の検出軸38aの間には、側方に突設されたアーム部材46が設けられており、アーム部材46には、他端がフレームに固定された付勢スプリング47の一端が接続されるとともに、このアーム部材46に当接するストッパ部材48が設けられている。従って、この付勢スプリング47により、常時、回転角センサ38の検出軸38を、一方向に所定の予圧力により付勢できるとともに、無入力の場合には、ストッパ部材48により一定の回転位置に掛止

20 することができる。この結果、回転角センサ38の零点補正を確実に確保できるとともに、各歯車のガタツキを防止することができる。十分な入力トルクの計測精度を確保することができる。

25

すなわち、図24中の実線で示すように、本来、第1及び第2回転部材31、32よりトルクセンサに入力されたトルクからこ

れに正比例した検出出力が得られることが望ましいが、実際には、同図中の破線で示すように、正比例した直線とならず、正確な出力が得られない検出不感帯が生じる。特に、低速走行時等のように低トルクが入力された場合に著しい。このような場合は、正  
5 正確なトルク検出を行うことができないので、走行制御に悪影響を与えることになる。また、この傾向は、差動歯車機構において歯車の組合せが複雑になったり、回転角センサ 38 の作動トルクが大きい等に起因して増大するおそれがある。

そこで、この不感帯を減少させるため、回転角センサ 38 の検  
10 出軸 38 を付勢スプリング 47 により予め設定された予圧力によって付勢している。すなわち、この予圧値は、少なくとも差動歯車機構を総計した摩擦トルクより大きく、且つ、これらに余分な負荷を与えない値に設定されている。（例えば、摩擦トルクの総計の 80% 以上で、差動歯車機構の摩擦トルクの 400% 以下、  
15 望ましくは、200% 以下に設定されている。）

尚、本例においては、差動歯車機構の各歯車による摩擦トルクの合計が 28 g c m に、また、回転角センサ 38 の回転トルクが 8 g c m になっており、そして、図 25 に示すように、この付勢スプリングによる予圧値は、少なくとも 30 g c m から 100 g  
20 c m の範囲に設定されている。尚、この予圧値は、30 g c m から 80 g c m の範囲が望ましい。

以上説明したように、本例によれば、不感帯を減少させることができ、低速走行時等の低入力トルクも検出でき、検出精度が向上するので、制御性能の向上を図ることができる。

25 次に、トルクセンサの第 2 例について説明する。

本例のトルクセンサは、最終的な入力トルクに応じた回転角度を検出する方法として、ポテンシオメータを用いた接触式センサの代わりに、非接触式の磁気検出素子を用いた磁気式センサとすることにより、センサとしての長寿命化を図ったものである。す



なわち、磁気変化を検出する磁気検出素子を用いるとともに、回転に伴ない磁束量が増加する構成とし、この回転角度に応じた磁束変化量を磁気検出素子により検出して、回転角度に応じた入力トルクを判定するようにしている。そして、基本的には先に述べた回転角センサが用いられる。

本例の回転角センサは、図21又は図26に示すように、差動歯車機構の出力軸37に接続された歯車44a, 44bの側部外周又は支持軸36の先端のいずれかに、単独の磁石52を埋込み固定するとともに、この歯車44a, 44b又は支持軸36の外周且つ近傍の箇所に磁気検出素子53を、フレーム39側に固定した構造とされている。

この磁石52は、温度特性が良好なサマリウムコバルト系の磁石を用いており、この磁石52から環境温度の変化に拘らず、安定した磁束量が得られるようにしている。

また、この磁気検出素子53は、ホール素子が用いられている。更に、この磁気検出素子53は、入力トルクが入力されず初期回転角度状態の磁石位置に対応した箇所に固定され、また、この初期状態における、この磁石52と磁気検出素子53との間には、所定間隔のエアギャップが確保されている。

従って、上述した差動歯車機構により入力トルクに応じた回転角度が変換出力され、連動した歯車44a, 44b又は支持軸36が回転すると、この歯車44a, 44b又は支持軸36に固定された磁石52が、フレーム39側に固定された磁気検出素子53から離れ、これらの両者間の距離が大きくなるので、磁石52から磁気検出素子53に到達する磁束量が減少する。この磁束変化量を磁気検出素子53により計測して、歯車44a, 44b又は歯車36の回転角度、すなわち、入力トルクを判別することができる。

更に、図27(a)～(c)に示すように、従来のポテンショ

メータと概略外形状が同一なケース 5 5 a 内に、これらの構造を収め、このケース 5 5 a によって磁気シールドを行うことにより、検出精度を向上させた回転角センサ 5 5 としても良い。すなわち、この回転角センサ 5 5 は、磁気遮蔽性の素材を用いて形成されたケース 5 5 a 内に、検出軸 3 8 a に同軸に固定された検出円板 5 5 b と、この検出円板 5 5 b の外周に固定された磁石 5 2 と、この磁石 5 2 の初期状態の回転角度位置に対応した外周近傍箇所に、ケース 5 5 a 側に固定された磁気検出素子 5 3 とを、収納した構成とされている。この場合には、電動モータ等から発生する電磁的なノイズの影響を最小限にできるので、良好な計測精度を効果的に確保することができる。

また、本例においては、ホール素子として、温度特性が良好な  $G a A s$  (ガリウム・ヒ素) タイプを用いている。すなわち、このホール素子は、その使用温度により、出力電圧特性が変化することが知られている。また、ホール素子の種類により、この温度依存性は異なり、図 2 8 に示すように、例えば、 $I n S b$  (インジウム・アンチモン) タイプのホール素子を、定電流により駆動する場合に、このホール定数の温度係数は  $-2\%/^{\circ}C$  である (同図中に一点鎖線で示す) のに対し、 $G a A s$  タイプのホール素子は、 $-0.06\%/^{\circ}C$  (同図中に実線で示す) である。

また、このように温度特性の良好な  $G a A s$  タイプのホール素子を用いても、温度により僅かに検出出力が変化するので、本例においては、温度補償回路を接続して、この補償回路によりホール素子の出力電圧を補償し、検出精度を確保するようにしている。

すなわち、図 2 9 に示すように、この温度補償回路 5 7 は、磁気検出素子 5 3 であるホール素子の出力端子が接続された増幅器 5 7 a と、このホール素子 5 3 の温度特性と逆特性を有する温度補償用の素子 5 7 b と、これらの出力端子が接続されたオペアン

プ 5 7 c から構成され、このオペアンプ 5 7 c の入力側のプラス端子は、増幅器 5 7 a に接続されるとともに、マイナス端子が温度補償用の素子 5 7 b に接続され、上述したホール素子の温度係数により変化した出力分を補正することができる。従って、これ  
5 により、増幅器 5 7 a から出力された温度係数により変化した余分又は不足する検出電圧値を、温度補償用の素子 5 7 b による出力分により差引き又は追加して、正確な出力電圧を得ることができる。

尚、磁気検出素子として、ホール I C を用いてもよい。このホール I C は、ホール効果を利用し磁界の向きを検出する機能と、  
10 検出信号を増幅するアンプ機能を単一の I C に搭載したもので、ロジック的に出力動作する。すなわち、一般的に、ホール I C の上に N 極を近づけた場合には、約 5 (V) 出力を、S 極の場合には、出力が 0 (V) となり、電気ノイズに強く、また、この出力  
15 を用いて他の I C 素子を直接駆動することも可能な検出素子である。従って、ホール I C を用いる場合は、前記回転検出板 5 5 b の周方向に所定間隔を設けた複数の磁石 5 2, 5 2 を固定した構成とし、回転角の測定動作としては、この回転検出板 5 5 b が人力に応じて回転動作するに伴い、各磁石 5 2 がホール I C 近傍を  
20 通過し、ホール I C からパルス状の検出信号を得て、このパルス信号をカウントすることにより、回転角度を計測することになる。又は、この回転検出板 5 5 b を回転駆動する検出軸 3 8 a に、更に回転を増加させるギア列を設け、回転検出板 5 5 b が最大人力トルクまでに何回転かするように構成し、単独の磁石が複数回  
25 、ホール I C 近傍を通過してパルス状の検出信号を得るようにして、磁石の個数を減少させるようにしてもよい。また、このように磁気検出素子としてホール I C を用いた場合、ホール I C 自体のヒステリシス特性により、ホール素子と比較してギャップ距離をより小さく設定して、検出精度の向上を図ることができる。

また、磁気極性を判別せずに、磁束量を検出するだけですむので、磁気検出素子として、電流磁気効果を用いた他の素子、例えば、MR素子（磁気抵抗素子）を用いて構成することもできる。

5 以上説明したように、本例によれば、回転角度を検出するセンサとして、ポテンショメータを用いた接触式センサでは無く、非接触式の磁気検出素子を用いているので、センサとしての長寿命化を図ることが可能となる。

また、比較的コストが嵩むポテンショメータを不要にしているので、低コスト化を図ることができる。

10 更に、このような構成を、磁気シールドを備えたケース内に収納した場合には、走行用モータ等からの磁気的なノイズをカットできるので、センサとしての信頼性を向上することができる。

次に、駆動力補助装置のトルクセンサを利用した、走行制御等に用いる走行速度センサを説明する。

15 本例の速度センサは、前掲図17に示すように第1回転体14（第1回転部材31）、第2回転体15（第2回転部材32）、又は、図30に示すようにトルクセンサ30の入力側の歯車33、34、41、42、43のいずれかの側方で外周付近に、磁石52を埋設するとともに、この磁石52に対応する側方の近傍箇  
20 所に、磁気検出素子53を固定して設けた構成であり、この磁気検出素子53の出力端子は、制御回路に接続されている。

従って、トルクセンサ30の入力側の歯車33、34、41、42、43のいずれかに設けた速度センサの場合は、図31に示すように、この歯車の回転に伴ない回転移動する磁石52が、磁  
25 気検出素子53を設けた箇所を通過することを、磁気的に検出することにより、歯車の回転速度を計測し、そして、制御回路により、この歯車から後輪5までの伝達経路のギア比と後輪5の直径を加味して、車両の走行速度を算定することができる。また、この場合には、あるカウントタイミングと、次のカウントタイミン

グまでの時間差を計測して、回転速度を算出してもよいし、また、ある所定時間内に計測されたカウント数から算出しても良い。

また、各歯車が、それぞれギア比により増速されて回転しているので、高分解能な速度検出が可能となる。すなわち、比較的

5 低速回転の第1、第2回転体14、15を高分解能に速度検出するためには、この周上に所定間隔を設けて複数の磁石52を設ける必要があり、コストアップになってしまうが、トルクセンサ30側のどれかの歯車に設けた場合には、増速化されているので、

10 ダウンを図ることができる。

尚、どちらか一方の第1又は第2回転体14、15の回転速度を計測することにより、人力駆動時の走行速度を判定することになるが、この場合には、後輪5に直結していることになる第2回転体からの回転速度に基づき、実際の走行速度を判定すること方

15 が、より正確になる。すなわち、第2回転体15、又は、これに接続されているトルクセンサ30の各歯車34、42のいずれかに、設けることが望ましい。

また、磁気検出素子としては、一般的に用いられているホール素子でもホールICでもよい。

20 尚、前記の例と同様に、磁石と磁気検出素子をヨークの両端に設けた磁気回路を構成し、この磁束を遮蔽する磁性片を回転体側に設けた構成としてもよく、これによっても同様の効果を奏することができる。

以上説明したように、本例の速度センサによれば、回転速度を

25 検出するセンサとして、接触式センサでは無く、非接触式の磁気検出素子を用いているので、センサとしての長寿命化を図ることが可能となる。

また、トルクセンサの入力側の歯車に設けた場合には、この歯車の回転は増速化されているので、高分解能な速度検出が可能と

なる。また、同様な理由から、単一の磁石でも十分な精度が確保でき、コストダウンを図ることができる。

次に、他の速度センサを、図 3 2 及び図 3 3 に基づいて説明する。

- 5 本例の速度センサは、モータの回転制御用に予め設けられたモータの回転位置センサを、速度センサとして、兼用したものである。

このモータ M は、一般的なブラシレスの DC モータを用いており、このモータ出力は、モータ駆動回路によるチョッパ制御により、制御されている。また、この種のブラシレスモータは、ロータの回転位置を検出して各相の励磁コイルに通電制御するため、ロータ端面にロータの回転位置を特定する被検出用の磁石片を貼着し、この被検出用磁石片の回転軌道の近傍に磁気検出素子を設け、この磁気検出素子によって被検出用磁石片の磁気を検知して、ロータの回転位置を検出するようにしている。

すなわち、図 3 2 に示すように、モータ M を通電制御するモータ駆動回路 7 1 は、モータ M に設けられた磁気検出素子 7 2 と、これらの磁気検出素子 7 2 からロータ・コア 2 2 の位置検出信号に基づき、ロータ 2 2 の回転位置を検出するロータ回転位置判別回路 7 3 と、この判別回路 7 3 からの判別信号と、制御回路からのモータ出力指令信号に基づき、ステータ・コア 2 3 の各励磁コイルの切換えタイミング及び通電時間を決定するモータ制御回路 7 4 と、各々還流ダイオード  $D a^+$ 、 $D b^+$ 、 $D c^+$  が接続された P 側のトランジスタ  $T a^+$ 、 $T b^+$ 、 $T c^+$  と、各々還流ダイオード  $D a^-$ 、 $D b^-$ 、 $D c^-$  が接続された N 側のトランジスタ  $T a^-$ 、 $T b^-$ 、 $T c^-$  とを備え、P 側トランジスタと N 側トランジスタとを一組組合せたスイッチを形成し、このスイッチにより任意の励磁コイルへの通電を、切換え動作させるスイッチング回路 7 5 とから構成されている。そして、モータ制御回路 7 4 が、スイッチ

ング回路 7 5 を所定にスイッチ動作させることにより、3 相の直流電流を、各相の巻線のうち選択的に 2 つの巻線に順次通電して、回転用の磁界を生成し、この磁界によりロータ・コア 2 2 を回転駆動させている。

- 5 すなわち、まず、各磁気検出素子 7 2 からの検出信号に基づいて、位置判別回路 7 3 がロータ 2 2 の回転位置を判別し、この位置判別回路 7 3 からの判別信号に基づいて、モータ制御回路 7 4 が、各相の励磁コイル U、V、W の転流タイミングを決定する。次に、各転流タイミングに基づき、スイッチング動作信号をスイッチング回路 7 5 の各トランジスタへ出力し、各 U、V、W 相の励磁コイルへ適切な転流タイミングで、電流が供給される。そして、このような繰返し動作によって、常にロータ 2 2 に対して、回転方向の先に位置する励磁コイル U、V、W が励磁され、ロータ 2 2 の回転が維持され、モータ M が回転出力動作する。
- 10 本例の速度センサは、図 3 3 に示すように、このようなブラシレスモータの各励磁コイルへの通電切換え制御用に、モータのロータ回転位置を検出するために設けられた磁気検出素子 7 2 のいずれか一つの出力信号を、速度信号として処理して用いている。すなわち、ある磁気検出素子 7 2 の一方の出力端子に、増幅器 7 8 の入力端子を接続し、この増幅器 7 8 の出力端子を、制御回路に接続して構成されている。また、磁気検出素子 7 2 としては、ホール素子やホール IC が用いられている。尚、7 9 は、磁気検出素子 7 2 に所定の供給電圧を設定する抵抗器である。
- 20

- 25 従って、ホール素子の信号の周波数を計測することにより、モータ軸 2 1 の回転速度を判別することができ、これからモータ M から後輪 5 まで伝達経路に介在する歯車等の減速比を加味して、電動自転車 1 の走行速度を算出することができる。これは、例えば、あるホール素子の信号のパルスだけを検出して、カウントすることにより、行われる。

尚、モータが動作していない場合、走行を開始した初期時や、ペダルの漕ぎ始めで検出信号が得られない場合には、予め定められた初期値により、走行制御を行うようにしている。

また、モータの極数と、一周当たり励磁コイルの個数との組合  
5 せによって、検出した速度信号の処理は、変化することになる。

以上説明したように、本例の速度センサによれば、走行用モータにブラシレスモータを用いている場合には、予めモータ回転制御用に設けられている回転位置検出手段を速度センサに兼用できるので、追加する回路機器を不要にし、速度センサを構成す  
10 とができ、コンパクト化及び低コスト化を図ることができる。

また、この回転位置検出手段は、非接触方式の耐久性に優れたものなので、速度センサとして同様な耐久性の効果を奏することができる。

尚、本例において、本発明を自転車に应用した場合を例に採  
15 て説明したが、ボート等の他の人力駆動力を用いて駆動する軽車両にも適宜適用することもできるものである。

次に、駆動力補助装置に用いる車速検出機構を説明する。

本発明の車速検出機構に係る車速検出手段は、図 2 3、図 3 4  
~図 3 7 に示されている。

20 本例においては、この車速検出手段 4 0 は、再び図 1 9 に示すように、ブラシレス・モータ M に予め備えられているロータ回転位置検出手段 9 0 と、速度信号変換回路 9 1 とから構成され、このロータ回転位置検出手段 9 0 から出力されるロータ回転位置信号を、速度信号変換回路 9 1 により変換処理して、速度信号を得  
25 られるようにしたものである。すなわち、ロータ回転位置検出手段 9 0 は、常に、ある時点でのモータ・ロータ 2 2 の回転位置を検出し判別しているので、ロータが次の回転位置まで回転する時間を計測することにより、容易にロータ回転速度を判定できることになる。従って、前述したように、本例のロータ回転位置検出



手段 90 としては、ロータ 22 に対峙して配置された複数のホール素子 X, Y, Z が用いられており、これらのホール素子 X, Y, Z から出力されるロータ回転位置検出信号の時間間隔を計測することにより、モータ・ロータの回転速度、つまり、自転車の走行速度を検出できるようにしている。

すなわち、モータ・ロータの近傍に配置されたホール素子 X, Y, Z により、ロータの回転位置を判別して、各相励磁コイルの転流を行うことにより、モータの回転駆動を制御しているので、モータ M が作動する場合には、常にロータの回転位置信号が得られることになる。また、モータ作動時には、ロータが固着されたモータ軸 21 が減速機構等を介して、車輪（後輪 5）に接続されていることになるので、このモータ回転速度を計測することにより、モータ M から後輪 5 までの減速比と後輪 5 の直径を加味して、自転車の走行速度を決定できることになる。

この本例のモータ M においては、図 23 に示すように、電磁的に回転駆動されるロータ外周には、その周方向に、2 分割された永久磁石が固着され、それぞれ、N・S 極に着磁されている。そして、このロータ 22 の回転位置を検出するロータ回転位置検出手段 90 は、ロータ近傍に、3 つのホール素子 X, Y, Z を配設して構成され、これらのホール素子 X, Y, Z は、互いに、周方向に等間隔な  $120^\circ$  間隔を設けて設置した構成とされ、各ホール素子 X, Y, Z に対峙したロータ磁石の N・S 極に応じた検出信号を、それぞれのホール素子 X, Y, Z から個別に出力するようになっている。従って、これらのホール素子 X, Y, Z から出力されるロータ 22 の回転位置信号は、ロータ 22 が等速回転している場合には、この回転周期に対して、互いに、 $60^\circ$  位相が進み、又は、遅れていることになる。

また、このようなホール素子 X (Y, Z) は、図 34 (1) に示すように、ホール素子 X (Y, Z) の c 及び d 出力端子から出

力される検出電圧は、それぞれ、互いに、逆位相となっており、また、逆極性の磁束に対して、最大の出力電圧ピークを有している。例えば、N極性をマイナスとすると、このホール素子X（Y，Z）にN極性の磁束が作用する時には、ホール素子X（Y，Z）のc出力端子から、マイナスの最大検出出力が得られ、ホール素子にS極性の磁束が作用する時には、ホール素子X（Y，Z）のd出力端子から、マイナスの最大検出出力が得られる。

そこで、図34（2）に示すように、ホール素子X（Y，Z）のc及びd出力端子を、主にオペアンプ96を用いた差動増幅回路に接続し、この差動増幅回路によって、上述したロータ回転に伴ないc及びd出力端子から変化して出力される出力波形を、ロータの電気角で180°回転に応じた矩形波に、変換して出力するようにしている。

すなわち、この差動増幅回路のオペアンプ96は、そのプラス入力端子が、第1抵抗器97aを介してホール素子25のプラス出力端子に、他端のマイナス入力端子が、第2抵抗器97bを介してホール素子X（Y，Z）のマイナス出力端子に接続され、また、そのマイナス入力端子は、第3抵抗器97cを介してアース接続され、更に、オペアンプ96の出力端子は、負帰還抵抗器97dを介してプラス入力端子に接続されている。また、第1抵抗器97aと第2抵抗器97bとは、同一の第1抵抗値が設定され、第3抵抗器97cと負帰還抵抗器97dとは、同一の第2抵抗値が設定され、これらの第1抵抗値と第2抵抗値との間には、所定の増幅比率が設定されている。従って、このように構成された差動増幅回路によって、入力されたホール素子X（Y，Z）の両出力端子間の電圧を増幅して、出力できるようにしている。

従って、図35の上段に示すように、各ホール素子X，Y，Zに対して、ロータに固着された磁石の磁極境界を始点として、ロータが電気角で180°回転する毎に、ロータ回転に応じて、そ

のホール素子の出力が、交互に、ハイレベル信号又はロウレベル信号に切り替わるようになっている。

そして、これらの各ホール素子 X, Y, Z の出力が切り替わることを、個別のホール素子 X, Y, Z 毎に判別することにより、

- 5 正確にロータの回転位置を判別することができる。また、これらの信号を変換処理することにより、ロータ 22 が電気角で  $60^\circ$  回転するタイミングを検出することができ、このエッジが生じる時間間隔  $t_n$  を計測することにより、ロータ 22 の回転速度、すなわち、モータ回転速度を検出することができる。

- 10 速度信号変換回路 91 は、これらのホール素子 X, Y, Z の矩形波に変換された出力信号を速度信号に変換するものであって、この速度信号変換回路 91 は、図 36 に示すように、一方の入力端子が各磁気検出素子であるホール素子 X, Y, Z の出力端子に接続され、他方の入力端子が異なるホール素子 X, Y, Z の出力
- 15 端子に接続された第 1, 第 2, 第 3 イクスクルーシブ・オア論理素子 A, B, C と、これらの論理素子 A, B, C の出力端子が入力端子に接続されたアンド論理素子 D とから構成され、各磁気検出素子から出力される検出信号を変換し、ロータ 22 が電気角で  $60^\circ$  回転する毎にパルス状信号を出力するようにしている。

- 20 これらの各イクスクルーシブ・オア論理素子 A, B, C の両入力端子は、それぞれ、所定の異なるホール素子 X, Y, Z の出力端子に接続されている。すなわち、上段の第 1 イクスクルーシブ・オア論理素子 A の一方の入力端子は、ホール素子 X の出力端子に直結されるとともに、他方の入力端子は、ホール素子 Z の出力
- 25 端子に並列接続されている。また、中段の第 2 イクスクルーシブ・オア論理素子 B の一方の入力端子は、ホール素子 Y の出力端子に直結されるとともに、他方の入力端子は、ホール素子 X の出力端子に並列接続されている。更に、下段の第 3 イクスクルーシブ・オア論理素子 C の一方の入力端子は、ホール素子 Z の出力端子

に直結されるとともに、他方の入力端子は、ホール素子 Y の出力端子に並列接続されている。

また、各イクスクルーシブ・オア論理素子 A, B, C のホール素子 X, Y, Z に直結する配線上には、図示を省略したが、十分に短い期間の遅延時間が設定された遅延回路が配設されている。従って、各ホール素子 X, Y, Z のどれか一つの出力信号レベルが切り替わると、その切り替わる時点から、この遅延時間中は、全てのイクスクルーシブ・オア論理素子 A, B, C の出力が、ハイ状態となるようになっている。

10   そして、これらのイクスクルーシブ・オア論理素子 A, B, C の出力端子は、アンド論理素子 D の入力端子に接続されている。従って、このアンド論理素子 D は、前段のイクスクルーシブ・オア論理素子 A, B, C から同時に、ハイ状態の信号が出力された場合にのみ、論理判定が成立し、ハイ状態信号を出力するようになっている。

15   従って、図 3 5 の最下段に示すように、このように構成された速度信号変換回路 9 1 により、ロータ 2 2 の回転に伴い、各ホール素子 X, Y, Z から出力されるハイ・レベル信号又はロウ・レベル信号が他方のレベル信号に切り替わる時点をトリガとして、  
20   所定期間ハイ・レベルを維持するパルス状信号を得ることができる。

すなわち、図 3 7 に示すように、各ホール素子 X, Y, Z の出力状態が変化すると、これに応じて、各イクスクルーシブ・オア論理素子 A, B, C からの出力が変化するが、所定の遅延時間中  
25   は、全てのオア論理素子の出力がハイ状態を維持するので、後段のアンド論理素子 B から速度パルス信号を出力することができる。

これは、例えば、同図中の最左列に示すように、ホール素子 X の出力がロウ・レベルを、ホール素子 Z の出力がハイ・レベルを

維持し、ホール素子 Y の出力がロウ・レベルからハイ・レベルに切り替わったときには、上段の第 1 イクスクルーシブ・オア論理素子 A の出力は、ハイ信号状態を維持し、中段の第 2 イクスクルーシブ・オア論理素子 B の出力は、所定の遅延期間後に、ハイ・  
5 レベルからロウ・レベルに切り替わり、更に、下段のイクスクルーシブ・オア論理素子 C の出力は、即座に、ロウ・レベルからハイ・レベルに切り替わる。

従って、この所定の遅延期間中は、全てのイクスクルーシブ・オア論理素子 A, B, C からハイ・レベル信号が出力され、アンド論理素子 D の比較が成立し、このアンド論理素子 D からハイ・  
10 レベル信号が出力され、そして、この所定遅延期間が経過した後は、アンド論理素子 D の出力は、ロウ・レベル信号状態に復帰する。

この結果、ロータの  $60^\circ$  回転毎に応じて、各ホール素子 X, Y, Z から出力される検出信号の立ち上がり・立ち下がりエッジをトリガとしたパルス信号を得ることができる。  
15

そして、このように変換処理された、図 35 の最下段に示されるパルス信号のパルス発生時間間隔  $t_n$  を計測することにより、モータ回転速度、つまり、自転車<sup>2</sup>の走行速度を得ることができる。  
20 。すなわち、制御回路 19 に内蔵されているタイマー機能を用いて、時間間隔  $t_n$  を計測でき、この時間間隔  $t_n$  が長い場合には、比較的<sup>3</sup>に車速が低速度であり、この時間間隔  $t_n$  が短くなるに従って、車速が増加していることになる。

次に、このような電動自転車のパワーユニット 11 における補助駆動の制御動作を説明する。  
25

運転者により、電動自転車に人力が入力されると、これに基づいてモータによる人力補助が行われる。この場合には、図 38 (1) に示すように、自転車においては、各走行速度域に変化するが、このような人力駆動力の入力は、運転者の踏力により間歇的

に行われるので、一定ではなく、強弱を持ったパルス波形状になっている。

そして、このモータの作動に伴い、ロータ回転位置検出手段 90 からロータ回転位置検出信号が出力される。次に、ロータ回転位置検出信号が速度信号変換回路 91 により、速度パルス信号に変換処理され、車速が検出される。そして、この車速値に基づき、モータ電流指令作成回路 93 は、人力をモータ出力によって補助する補助比率を設定する（図 38（2）参照）。次に、この設定された補助比率に、トルクセンサ 30 により検出した人力検出値を掛け合わせて、実際に必要なモータ補助出力が決定される（図 38（3）参照）。そして、このモータ補助出力をモータ M に出力させるモータ電流指令値が設定され、この指令値がモータ駆動信号作成回路 94 に出力される。

尚、モータが補助動作を開始する場合、モータが停止していた場合には、予め定められた補助比率が設定される。

そして、この電流指令値と、ロータ回転位置検出信号とに基づき、モータ駆動信号作成回路 94 は、モータ駆動信号を作成し、このモータ駆動信号がモータ駆動回路 20 に出力される。

そして、このモータ駆動信号に基づき、モータ駆動回路 20 が通電制御を行って、モータ M に電力を供給する。

この結果、運転者が入力した人力と、その時点の車速に応じたモータ補助出力が、モータ M から出力され、モータ補助出力が人力に追加合成される（図 38（4）参照）。

尚、車速検出手段として兼用するロータ回転位置検出手段 90 は、上述したものに限らず、従来用いられている各種の検出手段を用いることができる。

すなわち、例えば、ロータに同軸に固着され、周方向に N・S 極が交互に着磁された検出円板と、この検出円板の近傍に、ホール素子を用いた磁気センサを設けた構成のロータ回転位置検出手

段に適用することもできる。この場合には、ロータの回転に伴った細かな回転パルス信号を得ることができ、測定装置としての分解能を高めて検出精度が向上され、速度検出の正確度を向上することができる。

- 5 また、ロータ回転位置検出手段としては、フォトインタラプタ方式を用いたものにも適用できる。すなわち、このフォトインタラプタ方式のロータ回転位置検出手段とは、ロータと同期回転する円盤状の検出円板と、この検出円板を挟んで設けられた、発光ダイオードと、この発光を受光するフォトランジスタとから構成され、この検出円板の外周側の所定位置には、複数のスリットが設けられている。従って、ロータの回転に伴ない検出円板が回転し、スリットを設けた回転位置まで回転した場合には、検出円板のスリットを通過して、発光ダイオードからの発光がフォトランジスタに到達し、フォトランジスタから検出信号が出力されるので、スリットを設けた回転位置にロータが回転したことを判別できるようになっている。

そして、このようなフォトインタラプタ方式のロータ回転位置検出手段から得られる回転位置信号の時間間隔を計測することにより、速度信号を得ることができる。

- 20 従って、この場合には、ロータに設けられた検出円板の回転に伴い、周方向に回転移動するスリットを光学的に検知する回転位置検出手段なので、アナログ・デジタル変換器等が不要となり、回路構成が簡素化できる。また、同検出手段は、光学的な検知手法を用いていることにより、周囲からの電磁的なノイズ干渉の悪影響を受けずに済み、同様に、その動作時には、回りに電磁的なノイズを撒き散らさない電磁的にクリーンなので、モータに一体に組込むことができる。すなわち、モータ・コイル等の近傍に配置しても、モータ動作時の回転磁界を妨げないので、コンパクト化を図ることができる。

更に、回転位置検出手段として、一般的な光学方式又は磁気方式の速度FG（周波数ジェネレータ）を用いている場合にも適用でき、この速度FGは、ロータの回転に伴った非常に細かいパルス列を出力するようになっている。また、この場合には、この速度FGの検出信号から速度信号を得る手法としては、アナログ的に処理する手法、つまり、検出信号を、F/Vコンバータ（周波数/電圧変換器）により、アナログ電圧に変換処理して、電圧の高低による速度情報とする方法や、また、デジタル・カウント処理する手法、つまり、ある単位時間内のパルスの発生数を、そのまま、カウントして、このカウント数の多少を速度情報として用いる方法等を、適宜、適用することができる。

また更に、ロータの回転に伴って励磁コイルに発生する逆起電力を利用してロータ回転位置を判別し、次パターンの励磁コイルへの転流信号を得る位置センサレス方式の位置センサレス・ブラシレスDCモータにも、同様な手法により、当然、適用することができる。

また、このような前述の検出パターン以外に、ロータの1回転毎に、単一の検出パルスを出力するセンサを備えたロータ回転位置検出手段にも適用することができ、更に、ロータ回転位置検出手段以外の用途に用いられているセンサの場合にも、このような検出機能を持つものならば、その検出信号の変換処理のみで、速度センサとして、兼用することができる。

以上説明したように、本例の電動自転車によれば、人力を伝達する人力駆動手段と、所定条件下で人力を補助するブラシレスDCモータと、トルクセンサ等の主要各構成部を合理的に配置して、一体のケース内に収納したことにより、全体として十分にコンパクトな補助駆動装置を得ることができる。

すなわち、小型軽量のモータをケース内にクランク軸と平行に収納しているので、モータからクランク軸への回転駆動力を、そ



の伝達方向を変更せずに、スムーズに伝達・追加することが可能であり、また、両者の回転軸間に介在するスペースを有効利用してモータ減速機構を適正配置し、更に、トルクセンサを駆動力の伝達機構の一部として組み込むことにより、トルクセンサに必要なスペースを削減し、これらの結果、電動自転車に最適な補助駆動装置とすることが可能となる。

また、人力走行を補助するモータとして、耐久性及び信頼性に優れたブラシレスDCモータを用いているので、自転車としての耐久性及び信頼性も、同様に十分に確保できる。

10 更に、走行用モータにブラシレスDCモータに予め備えられている回転位置検出手段を速度センサに兼用しているので、専用の速度センサや付属回路機器及びこれらの機器用の配線を不要にして、速度センサを構成することができ、専用の速度センサを配置するスペースの確保や配線等の手間が不要となり、省スペース化  
15 や低コスト化を図ることができる。すなわち、ロータ回転位置検出手段から出力されるロータ位置検出信号を、適宜、変換処理することにより、速度信号を容易に得ることができる。

また、この回転位置検出手段は、モータの主要な構成部品として、信頼性に優れたものが用いられ、また、耐久性に優れた非接  
20 触な検出方式のものが用いられているので、速度センサとして、同様に高度な耐久性及び信頼性の効果を奏することができる。

また、走行速度を検出する車速検出手段がモータケース内に、十分に保護されて収納されていることになるので、風雨等の外部自然環境からの悪影響や、車両走行時に生じる砂塵や泥土の悪影  
25 響を直接的に被ることがなく、誤検出等の信頼性を損うことや、装置の寿命が低下するおそれを回避することができる。

また、同様に、ブラシレス・モータに既存の主要な構成部品であるロータ回転位置検出手段を、速度センサとして兼用している  
ので、ブラシレス・モータならば、広範囲に適用することができ

る。すなわち、モータの規模に拘わりなく、例えば、軽量コンパクトなモータに適用することができるとともに、従来のモータにも、位置検出手段の検出信号を速度値に変換処理する付加回路の追加のみで、容易に適用することができる。

- 5 尚、本例においては、本発明を自転車に応用した場合を例に採って説明したが、ボート等の他の人力を用いて駆動する軽車両にも適宜適用することもできるものである。

次に、本発明に係る駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構の第1具体例を、図39及び図42に基づいて説明する。

- 10 本例の零点調整機構は、電動自転車の動作を開始させる電源投入時に、トルクセンサが検出したトルク値を、零点値として採択保持し、以降、電源がオフとされるまで、この保持した零点値を用いて、現時点に検出した人力トルク値を補正するようにしている。
- 15 この零点調整機構は、図39の回路ブロック図に示すように、人力伝達系に接続されペダル入力された人力を検出するトルクセンサ30の出力端子と、制御回路19の入力端子との間に配設された回路101から構成され、上述したように、この制御回路19の他方の入力端子には、車速検出手段40が接続され、その出力端子には、人力補助用のモータMに接続され同モータ出力を制御するモータ駆動回路20が接続されている。そして、この回路101により、電源投入時にトルクセンサ30から出力された人力トルク値を保持して、この人力トルク値を零点補正值とし、この零点補正值を用いて、以後の検出した人力トルク値を補正し、
- 20 補正した人力トルク値を制御回路19に入力している。

すなわち、この零点調整機構を実現する回路101は、トルクセンサ30の出力端子から制御回路19に接続された信号線を分岐した線に、その入力端子103aが接続された零点保持回路103と、同信号線の分岐点よりもモータ側に直列接続され零点保

持回路 103 の出力端子 103 b が接続された加減算器 105 と、零点保持回路 103 のホールド入力端子 103 c に接続され電源スイッチ 8 a に連動したオン・オフ式連動スイッチ 107 とから構成されている。

- 5     そして、電源投入時にトルクセンサ 30 から出力された入力トルク値を、零点保持回路 103 が零点値として保持するとともに、これ以降のトルクセンサ 30 が出力する検出信号から、この保持した零点値を加減算器 105 により差引いて補正し、この補正した入力トルク値信号  $T_n$  を、制御回路 19 に入力することで、
- 10    モータ M の出力をコントロールしている。

この零点保持回路 103 は、トルクセンサ 30 の出力端子に、並列接続された入力端子 103 a と、加減算器 105 に接続された出力端子 103 b と、電源スイッチ 8 a に連動した連動スイッチ 107 に接続されたホールド入力端子 103 c とを備え、この

15    ホールド入力端子 103 c の入力状態に応じて、入力された信号を保持して出力したり、入力された信号を、そのまま出力するようになっている。

また、この零点保持回路 103 のホールド入力端子 103 c に、その出力端子が接続された連動スイッチ 107 は、使用者による電源スイッチ 8 a のオン・オフ動作に連動して、切換え動作し、

20    ハイレベル信号又はローレベル信号を出力するようにしている。すなわち、この連動スイッチ 107 は、電源スイッチ 8 a がオフ状態の時には、所定電圧の電源に接続動作され、ハイレベル信号をホールド入力端子 103 c に入力している。他方、電源スイ

25    ッチ 8 a がオン状態になると、これに連動して、この連動スイッチ 107 は、その電源との接続を解除するとともに、アース（接地）側端子に接続され、ローレベル信号をホールド入力端子 103 c に入力する。

更に、この零点保持回路 103 は、そのホールド入力端子 10

3 c の入力状態が変化した場合に、所定の動作を実行するエッジ動作を行うように構成され、しかも、ハイレベルからローレベルに変化するエッジのみを動作トリガとしている。すなわち、この零点保持回路 103 は、そのホールド入力端子 103 c の入力状態がハイレベルの時には、入力端子 103 a に入力された信号を、そのまま出力端子 103 b から出力する一方、その入力状態がハイレベルからローレベルになった時には、このハイからローに変化する直前に、零点保持回路 103 の入力端子 103 a に入力された信号を、零点値として零点保持回路 103 内に保持し、この保持した信号を出力端子 103 b から出力し続ける。

この結果、この零点保持回路 103 は、電源スイッチ 8 a がオンになった瞬間に、その時点でのトルクセンサ 30 が検出し出力した検出信号を保持し、以降、電源スイッチ 8 a がオフになるまで、この保持した検出信号を、出力端子 103 b から出力する。

そして、この保持された零点値を用いて、補正を行ったトルク信号  $T_n$  等に基づいて、モータ M が制御されることになる。

すなわち、トルクセンサ 30 の出力端子は、加減算器 105 のプラス入力端子に接続されるとともに、零点保持回路 103 の出力端子は、加減算器 105 のマイナス入力端子に接続され、この加減算器 105 の出力端子は、制御回路 19 に接続されている。

従って、この加減算器 105 により、トルクセンサ 30 から出力された出力信号から、この保持された零点値が減算されて、補正されたトルク信号  $T_n$  となる。そして、このトルク信号  $T_n$  や、各種センサの検出値に基づいて、人力を補助するモータ補助出力が決定され、モータ M の駆動制御が行われる。

次に、このような回路 101 により構成されたトルクセンサ零点調整機構の動作を説明する。

図 40 は、自転車に搭載されたトルクセンサが、使用者によりペダル入力された人力駆動力を検出して、出力した信号波形を示

している。

尚、このトルクセンサは、前述したように、使用者によりペダル入力された人力駆動力の大きさに比例して、出力電圧が変化し、人力駆動力が大きくなれば、これに比例して出力電圧が上昇するとともに、人力駆動力が小さくなれば、これに比例して出力電圧が下降するように出力動作が設定されている。

また、使用者が自転車のペダルを漕いで自転車に入力する人力駆動力は、このペダルの回転角度位置により、ペダル入力できる人力駆動力の大きさが違うので、連続的に人力がペダル入力されても、この走行中にトルクセンサが検出する人力駆動力は、常に脈動した波状のトルクセンサ信号波形Tになる。

更に、図40において、 $t = 0$ の時点で、人力補助装置の動作を開始する電源スイッチ8aがオン操作され、そのときには、使用者による人力駆動力が、電動自転車にペダル入力されていないものとする。

そこで、この $t = 0$ 時点のトルクセンサ出力電圧 $T_0$ を、トルクセンサ零点調整機構が保持し、これを、零点値 $L_0$ としている。

従って、この時点以降のトルクセンサが検出した人力駆動力値は、トルクセンサ零点調整機構が保持した零点値 $L_0$ により、補正される。

すなわち、例えば、 $t = t_A$ の時点で、モータ制御に用いる人力駆動力値は、その時のトルクセンサの出力電圧から、零点値 $L_0$ として保持されている $T_0$ を引いた値、つまり $T_A$ となる。

また、図41は、 $t = 0$ の時点で、使用者が故意に、ある人力を加えたまま電源をオンした場合の動作説明図である。

このような場合にも、 $t = 0$ 時点の人力が加わったトルクセンサからの出力電圧 $T_0'$ が零点値 $L_0'$ として保持され、この零点値 $L_0'$ が補正に用いられる。

従って、 $t = t_B$  の時点の人力駆動力としては、そのときのトルクセンサの電圧値から、零点値  $L_0'$  である  $T_0'$  を引いた値  $T_B'$  が出力され、この値  $T_B'$  がモータ制御に用いられる。

しかしこの場合、より正確な零点値  $L_0$  として、これよりも低い値であるトルクセンサの出力電圧  $T_0$  が存在することになり、  
5 本来は、 $t = t_B$  時点でのトルクセンサの出力電圧から、この  $T_0$  を引いたものが正しい人力駆動力  $T_B$  となる。

このため、出力される  $T_B'$  は、実際の値  $T_B$  よりも小さい値になってしまうが、電動自転車においては、最大限、ここで検出された人力駆動力と同じ大きさの駆動力を、モータによって追加補助する構成になっているので、人力を補助するモータ駆動力が小さくなるだけで、少なくとも電動自転車が暴走するような危険な状態に陥ることを阻止できる。

更に、使用者が誤って、ある人力を加えたまま電源をオンした場合にも、当然、同様に零点値が設定されるので、電動自転車としての危険防止を図ることができる。すなわち、従来の零点補正機構の場合には、この比較的にな大きな人力に応じて、比較的にな大きなモータ補助が突発的に追加されるので、走行時には走行バランスが崩れ、停止時には電動自転車が急発進してしまうことになる。  
15 20 25 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930 935 940 945 950 955 960 965 970 975 980 985 990 995 1000

ところで、このような電動自転車において、トルクセンサの機械的な機構がロックしたり、人力トルクの検出信号を送信する配線がショートしたりして、トルクセンサから、常時、人力トルクが入力されていることを現わす信号が出力される障害が生起する場合がある。このような場合は、図 4 2 ( a ) に示すように、人力トルク (実線により示す) の入力状態に拘らず、トルクセンサにより検出される人力検出値 (破線にて示される) が、一定値となってしまう。

この結果、駆動力補助手段から補助出力が出力され続けて、常に一定のモータ補助出力が追加されるので、電動自転車が人力を補助した走行状態では無く、使用者の意志に反した自走状態となってしまう。特に、このような障害時に、停止している電動自転車

5 車を、人力補助動作を開始するオン動作させてしまうと、使用者の乗車・降車に拘らず、不意に電動自転車が発進してしまう。従って、電動自転車の概念規制に違反するだけではなく、不意に発進したり走行中にブレーキが利きにくくなったりして、安全上、極めて危険になってしまう。

- 10 また、この程度の障害が生じなくても、トルクセンサの円滑な動作に支障をきたした場合には、モータの補助駆動制御がスムーズに行われなくなり、かえって補助駆動によって、使用者の快適な走行感を損なうおそれがある。

- 例えば、トルクセンサの機構的な可動部分が半固着の状態（可
- 15 動部分又はこの部分までの途中経路に介在する各種可動部材の移動／回転等の機械的な動作が遅くなった状態）の場合には、この可動部分が、人力入力 of 減少にすみやかに追従動作できず、人力検出値が実際と異なってしまう不都合が生じる。すなわち、人力トルクの減少に応じて、可動部分が、人力トルクが未入力な初期
- 20 位置まで、追従して復帰動作できず、その復帰途中で次の人力トルクが入力されてしまう場合には、図 4 2 (b) に破線により示すように、このトルクセンサが検出する人力検出値は、一定値より下がらない鋸歯状の波形となり、電動自転車が部分的に自走するだけではなく、補助駆動手段から鋸歯波形状の補助出力が追加
- 25 されるので、使用者は違和感を感じてしまう。

また、トルクセンサが円滑に動作していても、機構的な可動部分に異物等が挟まり、人力トルクの減少に応じて、可動部分が、人力トルクが未入力な初期位置まで、全く復帰できない場合には、同図中の (c) に破線により示すように、このトルクセンサが

出力する人力検出値は、一定値以下に低下しないことになり、同様な不都合が生じる。また、この場合は、使用者が人力トルクの入力を停止しても、トルクセンサからの人力検出値が一定値以下に低下しないので、図42(a)と同様な状態となり、車両が自走状態になってしまう。

しかし、本例によれば、このような機械的な障害が生じたトルクセンサにおいても、常に、動作の開始時に、零点設定を行っているので、前述した電動自転車が生走状態となることを防止できるとともに、人力補助比率は低下するが、違和感を減少することができる。

すなわち、トルクセンサの機構的な又は配線的な障害によって、トルクセンサから常に一定の人力値が出力された場合にも、本例によれば、この一定な人力値を零点値として採択するので、零点値により補正された人力補助制御に用いる人力値は零となり、モータ補助を行わずに済み、確実に自走化を防止することができる。従って、自走化を防止できるので、同様に、不意の発進を防止できるとともに、走行中のブレーキ操作を妨害しないので、十分な安全性を確保できる。

また、トルクセンサの機構的な可動部分が半固着の状態となり、トルクセンサから一定値以下に低下しない鋸歯波形状の人力値が出力された場合にも、同様に、少なくとも、この鋸歯波形状のうちの最小値を零点値として採択するので、確実に自走化を防止でき、安全性も確保できるとともに、鋸歯波形状に対するモータ補助比率が低下するので、違和感を減少することができる。

更に、トルクセンサの機構的な可動部分に異物等が挟まり、トルクセンサから一定値以下に低下しない山形波形状の人力値が出力された場合にも、少なくとも、この山形波形状のうちの最小値を零点値として採択するので、確実に自走化を防止でき、安全性も確保できるとともに、山形波形状に対するモータ補助比率が低



下するので、違和感を減少することができる。

以上説明したように、駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構の第1具体例によれば、電動自転車として動作を開始させる初回の電源投入時に、トルクセンサが最初に検出した人力トルク

5 値を零点補正值として採択しているので、確実に電動自転車の自走を防止できるとともに、低コスト化を図ることができる。

すなわち、トルクセンサ零点調整機構として、機械的な調整機構や電氣的な調整素子を用いずに、また、組立時に調整を施さず、電動自転車として作動を開始する毎回の電源投入時に、自動的

10 に調整を行うようにしている。

従って、初回のトルクセンサ作動時に検出した値を零点補正值として採択し、この零点補正值を用いて、トルクセンサが検出した人力トルクを補正しているので、人為的な自走化を試みる不法改造に対する保安性を、向上することができる。すなわち、たと

15 えば、トルクセンサの機構的な可動部分を、常時、人力が入力した位置状態に固定して改造しても、本例の零点調整機構によって、不正な入力位置状態を零点位置として再設定するので、自転車が自走することを阻止できる。

また、専用の機械的な調整機構や電氣的な調整素子を不要として

20 いるので、部品点数が削減されて部品コストを低下できるとともに、組立時の調整行程も不要となるので、工程数の削減による生産性の向上、ひいては組立コストが低減でき、経済性を向上できる。

更に、トルクセンサの特性に経時変化を生じていても、毎回の

25 使用開始時に、自動的な零点調整を行っているので、経時変化による悪影響を回避することができる。同様に、使用者等による再調整の手間を必要としないので、簡便な取扱いが可能となる。

また更に、トルクセンサ自体に機械的な障害が発生した場合にも、少なくとも、電動自転車の自走や暴走等を防止することがで

きる。すなわち、トルクセンサに配線的や機構的な障害が生じ、人力の入力状態に拘らず、トルクセンサからの検出値が一定値以下に低下しない場合にも、少なくとも、この一定値以上を零点補正值として採択できるので、確実に電動自転車の自走防止を図ることができ、また、同様に、使用者の意志に反した自走が防止されるので、安全性も十分に確保でき、電動自転車としての完成度を高めることができる。

また、使用者が故意に、又は誤って、比較的にな大きな人力を入力したまま、人力補助を開始させるスイッチをオン操作した場合にも、この開始時の比較的にな大きな人力を零点値として採択するので、急激にな大きなモータ補助駆動が加わることが防止され、電動自転車の急加速や急発進等が回避されることになり、安全性を向上することができる。

次に、駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構の第2具体例を、図43及び図44に基づいて説明する。本例の零点調整機構は、上述した第1具体例の調整機構における機能動作を、ソフトウェア・プログラムを用いて実現したものである。本例のトルクセンサ零点調整機構は、トルクセンサが検出した人力値信号を、デジタル変換し、このデジタル化された人力値信号を、前記第1具体例と同機能の処理プログラムを用いたマイクロプロセッサにより、補正するように構成されている。

すなわち、図43の回路ブロック図に示すように、このソフトウェアにより調整動作を行う場合の回路111は、第1具体例と同様に、トルクセンサ30と、制御回路19との間に配設され、図示を省略した電源スイッチ8aがオン操作されると、その動作処理を開始するように構成されている。

この回路111は、トルクセンサ30の出力端子に接続されたA/Dコンバータ113と、このA/Dコンバータ113の出力端子に接続されたマイクロプロセッサ115と、このマイクロプ

ロセッサ 115 に接続されたメモリ 117 とから構成され、このマイクロプロセッサ 115 の出力端子は、モータ M の補助出力を制御する制御回路 19 に接続されている。

この A/D コンバータ 113 は、トルクセンサ 30 から出力されたアナログな検出信号を、デジタル信号に変換し、マイクロプロセッサに入力している。すなわち、このトルクセンサ 30 の検出信号は、人力トルクに応じた高低の電圧を有しており、この電圧を、A/D コンバータ 113 によって、所定の量子化ビット数により数値表現されたデジタル信号に変換し、プログラムのな

10 理を可能にしている。

また、このマイクロプロセッサ 115 は、一般的な所定の演算能力を有するマイクロプロセッサが用いられ、このマイクロプロセッサは、外部からの信号を入力し、演算処理した信号を外部に出力する I/O ポートを備えるとともに、専用のメモリ・バス・

15 ラインを介して、メモリ 117 に接続されている。

更に、このメモリ 117 は、予め本例の処理プログラムが格納された読取り専用メモリと、プログラム演算用の可変する変数データ等を保持する読み書き可能なメモリとから構成されている。

従って、トルクセンサ 30 から検出出力された人力値信号は、

20 A/D コンバータ 113 によって、デジタル信号に変換されて、マイクロプロセッサ 115 に入力され、このマイクロプロセッサ 115 は、メモリ 117 に格納されたプログラムやデータを用いて、デジタル化変換された人力値信号を補正し、この補正した人力値信号等に基づいて、制御回路 19 は、モータ補助出力を制御

25 するようにしている。

図 4 4 は、図 4 3 に示した構成の回路を用いて零点調整を行う場合のプログラムの動作を示したフローチャートである。

この図 4 3 のマイクロプロセッサ 115 は、図 4 4 のフローチャートに従ったプログラム動作を実行して、図 4 3 の回路と同様

な零点調整動作を行うようにしている。

この図 4 4 に示すフローチャートのステップ P 1 0 1 において、使用者によって、人力補助装置の動作を開始する電源スイッチ 8 a がオン操作されると、同様にトルクセンサ零点調整機構の回路が動作状態となり、本プログラムの実行処理が開始される。

すなわち、電源オン直後には、ステップ P 1 0 2 とステップ P 1 0 3 とにより構成される初期化処理が行われる。

まず、ステップ P 1 0 2 においては、トルクセンサ 3 0 が検出した電源オン直後の人力トルク値  $T_{in}$  を取得する。

10 次に、ステップ P 1 0 3 では、この取得した人力トルク値  $T_{in}$  を、零点値として変数  $L_0$  に保持する。

そして、以降のステップ P 1 0 4 からステップ P 1 0 6 まだが、検出した人力トルク値を、動作開始時に保持した零点値  $L_0$  により、補正するメインループであり、使用者等により電源がオフ  
15 されるまで、本プログラムは、このループ処理を継続する。

まず、ステップ P 1 0 4 において、トルクセンサ 3 0 が検出した現時点での人力トルク値  $T_{in}$  を取得する。

次に、ステップ P 1 0 5 で、この人力トルク値  $T_{in}$  から零点値  $L_0$  を減算して、この零点値  $L_0$  を基準とした補正後のトルク出力  
20 値  $T_{out}$  を算出する。

最後に、ステップ P 1 0 6 において、この補正されたトルク出力値  $T_{out}$  と各種センサ値に基づいて、モータ M の出力制御が行われ、処理がステップ P 1 0 4 に復帰する。

尚、既に、電動自転車の走行制御回路として、マイクロプロセッサを用い、処理能力に余裕がある場合には、同マイクロプロセッサに、本例の処理を行わせるように構成しても良く、これは、  
25 後述する回路構成をソフトウェア・プログラムによって実現する第 4, 第 6, 第 8 具体例も同様である。従って、この場合には、配線や回路構成等の簡素化が図れ、所要スペースや信頼性、コス

ト的に有利となる。

以上説明したように、本例の零点調整機構によれば、前記第 1 具体例と同様な効果を奏するのみならず、トルクセンサが検出した人力信号をデジタル信号化し、このデジタル人力信号をソフトウェア・プログラムを用いて、同様に補正しているの  
5 5 ウェア・プログラムを用いて、同様に補正しているのので、柔軟に設計変更や人力補助比率が変更された場合等にも対処することができる。

すなわち、例えば、自転車の大きさや、モータ出力が変更されても、付属回路を変更すること無く、プログラムの変更のみで、  
10 適切にモータ出力を制御するようにできる。

また、このようなプログラムは、読取り専用のメモリに内蔵され、プログラム及びデータの解読や変更を困難にしているの  
15 自走化を試みる不法改造に対する保安性を、より向上することができる。

15 次に、駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構の第 3 具体例を、図 4 5 及び図 4 6 に基づいて説明する。

本例の零点調整機構は、常に、保持されている零点値と、現時点の検出された人力トルク値とを比較し、人力トルク値が以前の零点値よりも小さい場合には、この人力トルク値を、新たにトルクセンサの零点値として採択するようにしている。  
20

この零点調整機構は、上述した第 1 具体例と同様に、回路により実現されており、この回路 1 2 1 は、図 4 5 に示すように、第 1 具体例の回路 1 0 1 に、零点保持回路 1 0 3 に保持されている以前の零点値と、新たな零点値の候補である現時点での人力トルク値を比較して、零点保持回路 1 0 3 に新たなホールド動作を行  
25 わせるコンパレータ 1 2 3 を、主として追加して構成されている。

尚、電動自転車及び本回路の作動を開始する電源投入時には、第 1 具体例と同様に、零点保持回路 1 0 3 によって、電源投入直

後のトルクセンサが検出した検出値を零点値として保持し、この初回の検出値を暫定的に制御に用いるようになっており、これは、後述する第5具体例、第7具体例においても、同様である。

図45の回路121は、図39の回路構成と同様に、配置され  
5 接続された零点保持回路103、加減算器105、連動スイッチ107とを備え、これに、コンパレータ123、及び、このコンパレータ123からの動作信号と連動スイッチ107からの動作信号とを単一の動作信号に整合させるオア論理素子125を追加した構成に設けられている。

10 そして、このコンパレータ123によって、零点保持回路103のホールド入力端子103cに入力する信号を、トルクセンサ30からの入力トルク値信号、すなわち、これと同一な零点保持回路103の入力端子103aに入力される入力トルク値信号と、零点保持回路103からの出力信号とを、比較判定することにより、新たに追加して生成している。  
15

このコンパレータ123のマイナス入力端子は、トルクセンサ30の出力端子から制御回路19に接続された信号線に接続され、この接続箇所は、同信号線上の零点保持回路103の入力端子103aに分岐接続する分岐点と、同信号線上に配設された加減  
20 算器105との中間に設定されている。また、このコンパレータ123のプラス入力端子は、零点保持回路103の出力端子50と、加減算器105のマイナス入力端子とを接続する接続線の中間に接続されている。更に、このコンパレータ123の出力端子123aは、オア論理素子125の一方の入力端子に接続されて  
25 いる。

また、同様に、電源スイッチ8aに連動した連動スイッチ107の出力端子は、オア論理素子125の他方の入力端子に接続され、このオア論理素子125の出力端子は、零点保持回路103のホールド入力端子103cに接続されている。このオア論理素

子125は、これらのコンパレータ123の出力信号と、連動スイッチ107の出力信号とのオア論理比較を行って、単一の動作信号を零点保持回路103を入力するようになっている。

そして、このコンパレータ123は、そのプラス入力端子に入力されている基準値が、そのマイナス入力端子に入力されている比較値よりも、大きいか等しい場合には、コンパレータ123の比較が不成立となり、その出力端子からハイレベル信号を出力する一方、そのプラス入力端子の入力値が、そのマイナス入力端子の入力値よりも、小さい場合に、比較が成立して、その出力端子からロウレベル信号を出力するようになっている。

従って、このコンパレータ123の出力動作としては、新たにトルクセンサ30が検出し、零点保持回路103の入力端子103aに入力されているのと同様な入力トルク値が、既に保持回路103に保持され同出力端子103bから出力されている零点値より、大きいか（等しい）場合には、保持回路103に、その動作を維持するハイレベル信号を出力する一方、小さい場合には、保持回路103に、新たな保持動作を行わせるハイレベルからローレベルに変化する信号を出力するようになっている。

そして、これに係した零点保持回路103の動作としては、電源オン以降、電源スイッチ8aがオフになるまで、及び新たに零点値を再設定する保持信号が入力されるまで、零点保持回路103内に保持した検出信号を、出力端子103bから出力するようになっている。また、この零点保持回路103は、電源オン時に、上述した第1具体例と同様に、この電源スイッチ8aがオンになった瞬間でのトルクセンサ30が検出し出力した検出信号を零点値として保持するようになっている。

すなわち、この電源オン時点では、コンパレータ123からは、ロウレベル信号が出力され続けるが、連動スイッチ107からは、電源スイッチ8aに動作に伴ない、ハイレベルからローレベ

ルに変化する信号が出力され、これらの両信号がオア論理素子 1 2 5 に入力される。従って、オア論理によって、オア論理素子 1 2 5 からは、連動スイッチ 1 0 7 から出力されたハイレベルからローレベルに変化する信号が、出力され、この信号が、零点保持回路 1 0 3 のホールド入力端子 1 0 3 c に入力され、零点保持回路 1 0 3 が保持動作する。

尚、これに限らず、電源をオン操作した動作開始時に、予め任意に設定した所定値を、零点保持回路 1 0 3 が保持するように構成しても良い。

10     そして、このような電源オン以降において、零点保持回路 1 0 3 は、トルクセンサ 3 0 からの検出値が、既に零点保持回路 1 0 3 内に保持している零点値より大きい場合には、そのまま保持している零点値を出力し続けるとともに、トルクセンサ 3 0 からの検出値が、零点保持回路 1 0 3 内に保持している零点値より小さい場合は、このトルクセンサ 3 0 からの検出値を、新たに零点値として保持し直すという動作が行われる。

この零点値の再設定動作は、まず、トルクセンサ 3 0 からの検出値が、零点保持回路 1 0 3 から出力されている零点値よりも小さいことを、コンパレータ 1 2 3 が比較判定して、コンパレータ 1 2 3 からの出力信号が、ハイレベルからローレベルに変化して出力される。次に、このコンパレータ 1 2 3 の下段に接続されたオア論理素子 1 2 5 の一方の入力端子には、連動スイッチ 1 0 7 からローレベル信号が入力され続けているので、コンパレータ 1 2 3 からの出力信号が主体的になり、このオア論理素子 1 2 5 から零点保持回路 1 0 3 のホールド入力端子 1 0 3 c に、ハイレベルからローレベルに変化する信号が出力される。この結果、零点保持回路 1 0 3 が保持動作を行い、その入力端子 1 0 3 a に入力されているトルクセンサ 3 0 からの検出値が、新たな零点値として零点保持回路 1 0 3 に保持され、この再設定された零点値が、



零点保持回路 103 から出力され、補正に用いられる。

このような動作によって、トルクセンサ 30 からの検出信号を補正して、トルク値信号  $T_n$  を算出する際に用いる零点値を、常にトルクセンサ 30 から得られる最小出力値とすることができる

5。

次に、このような回路 121 により構成されたトルクセンサ零点調整機構の動作を説明する。

図 46 は、前記第 1 具体例と同様に、トルクセンサが、使用者によりペダル入力された人力を検出して、出力した信号波形を示し、人力補助装置の動作中には、常にトルクセンサの出力電圧の最低値を保持し、これを零点値として採択して、補正処理を行っている。

すなわち、時間  $t = 0$  のときに、人力補助装置の動作を開始する電源スイッチ 8a がオン操作されているが、そのときには、既に、使用者による人力が、電動自転車にペダル入力されており、また、この人力の入力状態は、ペダルの回転位置が略水平な位置付近であり、人力入力が最大値まで上昇する途中の状態であるものとする。

そして、電源オン直後のトルクセンサの出力電圧値  $T_{01}$  を保持し、この値  $T_{01}$  を、 $t = t_0 \sim t_a$  時点の間の零点値  $L_{01}$  として、補正に用いている。

すなわち、例えば、 $t = t_1$  時点における人力駆動力は、この時点にトルクセンサが検出し出力した検出電圧から零点値  $L_{01}$  を差し引いた値  $T_1$  となる。

この  $T_1$  は、実際の人力駆動力に比べると小さい値になるが、 $t = t_a \sim t_b$  の間においては、トルクセンサの出力電圧が、零点値  $L_{01}$  よりも低下し続けるので、順次、更新され、これらの最低点である  $t = t_b$  の時点において、新たに出力電圧値  $T_{02}$  が零点値  $L_{02}$  として記憶保持され、この零点値  $L_{02}$  が補正に用いられる

。従って、 $t = t_2$  時点における人力駆動力は、 $T_2$ となる。

この $T_2$ もまた、実際的人力駆動力よりも小さい値となるが、 $t = t_c \sim t_d$  時点の間でトルクセンサの出力電圧が、零点値  $L_{02}$  よりも低下し続けるので、再び  $t = t_d$  の時点において、出力電  
5 圧値  $T_{03}$  が、零点値  $L_{03}$  として保持し直され、この零点値  $L_{03}$  が補正に用いられる。従って、 $t = t_3$  時点での人力駆動力は、 $T_3$  となり、これ以降、トルクセンサの出力電圧が、保持された零点値  $L_{03}$  を下回ることがないので、 $L_{03}$  が最終的な零点値として確定される。

10 このようにして、より正確な零点値を採択して、トルクセンサの検出精度や信頼性を向上できるとともに、これらの要素の向上に応じて、電動自転車自体の走行制御の性能も向上を図ることができる。

以上説明したように、本例の零点調整機構によれば、前記第 1  
15 具体例と同様な効果を奏するのみならず、常時、動作中のトルクセンサが検出した人力トルク値のうち、最小値を零点値として、更新して採択しているので、より正確な零点値を取得することができ、電動自転車としての走行制御を適正化することができる。例えば、初回の電源投入時に採択した零点値が、不正確な場合に  
20 も、この零点値と、以降にトルクセンサが検出した最小の検出値とを比較判定し、より正確な零点値に更新することができる。

また、トルクセンサに機械的な障害が生じ、トルクセンサが異常動作した場合の安全性を十分に確保できるのみならず、この場合に、使用者が電源をオンしたまま、障害を排除したときにも、  
25 自動的に、正常作動したトルクセンサに対応した零点値を新たに設定することができ、取扱い性を向上することができる。すなわち、トルクセンサが機械的に半固着状態となった場合や、未入力状態へ復帰する追従動作が遅くなった場合にも、確実に自走状態となることが防止できるとともに、このようなトルクセンサの障

害が自然に、又は、人為的に解消された場合には、自動的に零点値が再設定される。

次に、駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構の第4具体例を、図47に基づいて説明する。本例の零点調整機構は、第2  
5 具体例と同様に、前述した第3具体例の調整機構における機能動作を、ソフトウェア・プログラムを用いて実現したものである。

尚、本例及び、後述する第6具体例、第8具体例においては、第2具体例に用いた図43に示す回路と同一の回路を用いており、説明を省略することにする。

10 図47は、図45に示す構成の回路を、図43に示す回路を用いて実現する際に必要なソフトウェアの処理を示すフローチャートである。

この図47のステップP201において、使用者によって、人力補助装置の動作を開始する電源スイッチ8aがオン操作されると、同時にトルクセンサ零点調整機構の回路が動作状態となり、  
15 本プログラムの実行処理が開始される。

まず、この電源オン時には、前述した第2具体例と同様に、初期化処理が行われ、ステップP202で電源オン直後のトルク入力値 $T_{in}$ を取得し、次のステップP203で、この取得した $T_{in}$   
20 を、零点値として変数 $L_0$ に保持する。

そして、以降のステップP204からステップP208までが、動作開始時に保持した零点値 $L_0$ を新たに再設定するかを判別するとともに、この保持された又は更新された零点値 $L_0$ より、検出した人力トルク値を補正するメインループであり、使用者等  
25 により電源がオフされるまで、本プログラムは、このループ処理を継続する。

まず、ステップP204で、トルクセンサが検出した現時点での人力トルク値 $T_{in}$ を取得する。

次に、ステップP205においては、現在保持されている零点値

L0と、新たに検出された人カトルク値  $T_{in}$  とを比較し、零点値 L0を更新するかが判定される。

すなわち、人カトルク値  $T_{in}$  が零点値 L0と等しい、又は大きい場合には、零点値 L0 を更新しないと判定され、そのまま、ステップ P 2 0 7 に進む。

また、人カトルク値  $T_{in}$  が零点値 L0より小さい場合には、零点値 L0を更新すると判定され、ステップ P 2 0 6 に処理が進み、このステップ P 2 0 6 において、人カトルク値  $T_{in}$  を新しい零点値 L0として保持して更新され、ステップ P 2 0 7 に進む。

10 そして、ステップ P 2 0 7 では、この人カトルク値  $T_{in}$  から、従前と同様に保持された又は更新された零点値 L0 を減算して、この零点値 L0を基準とした補正後のトルク出力値  $T_{out}$  を算出する。

最後に、ステップ P 2 0 8 において、この補正されたトルク出力値  $T_{out}$  と各種センサ値に基づいて、モータ M の出力制御が行われ、処理がステップ P 2 0 4 に復帰する。

以上説明したように、本例の零点調整機構によれば、前記第 3 具体例と同様の効果を奏するのみならず、第 2 具体例と同様に、ソフトウェア・プログラムによって第 3 具体例の処理内容を実現しているので、各種の条件が変化した場合にも、このプログラムの変更のみで対応でき、柔軟な適応が可能となる。

次に、駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構の第 5 具体例を、図 4 8 及び図 4 9 に基づいて説明する。

本例の零点調整機構は、予め定めた所定期間の中に、トルクセンサから出力された検出値のうちの最小値を複数、保持し、これらを平均した値を、トルクセンサの零点値として採択している。

この零点調整機構を実現する回路 1 3 1 は、図 4 8 に示すように、第 3 具体例の回路構成に、前段のコンパレータにより比較判定された零点値の候補となる最小値を、所定数、記憶保持すると

ともに、これらの記憶保持した複数の最小値の平均値を演算出力する演算器133を追加して構成されている。

図48の回路131は、図45の回路121と同様に、配置され接続された零点保持回路103、加減算器105、連動スイッチ107、コンパレータ123、オア論理素子125とを備え、このオア論理素子125の後段に、オア論理素子125から出力された保持動作信号に基づいて、トルクセンサ30が検出し出力した検出値のうちの最小値を記憶保持するとともに、これらの記憶保持した複数の最小値の平均値を演算し、この平均値を、零点保持回路103に出力すると同時に、該零点保持回路103に保持動作させる指令を出力する演算器133を追加している。

この演算器133は、その演算動作信号を受領する動作入力端子と、演算する検出値を受領するデータ入力端子と、零点保持回路103を保持動作させる指令信号を出力する動作出力端子と、零点保持回路103に保持する演算値を出力するデータ出力端子とを備えている。

そして、この演算器133の動作入力端子は、オア論理素子125の出力端子に接続され、そのデータ入力端子は、トルクセンサ30の出力端子から制御回路19に接続された信号線を分岐した線に接続され、その動作出力端子は、零点保持回路103のホールド入力端子に接続され、そのデータ出力端子は、零点保持回路103の入力端子に接続されている。

尚、本例においては、このように零点保持回路103の入力端子は、演算器133のデータ出力端子に接続されており、トルクセンサ30の出力線には、接続されていない。

また、この演算器133は、その動作入力端子の入力状態が、ハイレベルからロウレベルに変化した場合に、演算出力動作を開始するようになっている。そして、この演算器133の演算出力動作は、まず、データ入力端子に入力された値を、記憶保持する

ともに、記憶保持した値の個数をカウントし、所定の個数になった場合に、これらの記憶保持した値を合計し、この合計値をデータ個数で割ることにより、平均値を算出する。そして、この算出した平均値を、そのデータ出力端子から出力するとともに、その

5 動作出力端子から零点保持回路 103 に保持動作を行わせる指令信号を出力する。また、この演算器 133 は、データ個数が所定個数を越えた場合には、少なくとも、動作出力端子からの指令動作を停止するようになっている。

従って、零点保持回路 103 の動作としては、第 3 具体例と同様に、トルクセンサ 30 からの検出値が、既に零点保持回路 103 内に保持している零点値より大きい場合は、そのまま保持している零点値を出力し続ける。しかし、トルクセンサ 30 からの検出値が、零点保持回路 103 内に保持している零点値より小さい場合は、所定の個数となるまで、この検出値を演算器 133 によ

10 15 って記憶保持するとともに、これらの検出値の平均値を算出し、この平均値を新たに零点値として保持し直すという動作が行われる。

また、このように所定期間を、トルクセンサ 30 から得られる最小値を、所定個数、取得するまでの期間としているので、電動

20 自転車の走行状況に応じて、この所定期間が可変するようになっている。すなわち、電動自転車が比較的到低速走行し、使用者によるペダル入力サイクルが長い場合には、この最小値の個数が揃うまでの期間が長くなる一方、電動自転車が高速走行し、ペダル入力サイクルが短い場合には、データ個数が揃うまでの期間が短

25 くなることになる。従って、高速又は加速走行時には、比較的短時間で、零点値が確定されるので、走行状況に応じた安定した走行制御が行われことになる。

このような動作によって、トルクセンサ 30 からの検出信号を補正してトルク値信号  $T_n$  を算出する際の零点値を、常に、トル

クセンサ 30 から出力された最小出力値の所定個数から算出した平均値とすることができる。

尚、電源スイッチ 8 a をオン操作した動作開始後には、この電源投入直後のトルクセンサ 30 の検出値を零点値として採択し、  
5 以降、この零点値を、最小値の個数が所定数に達するまで、用いるものとする。従って、この初回の検出値を零点値として用いているので、上述した第 1 具体例と同様な効果を奏することができるとともに、補助制御の開始時に、制御が不安定とならず、安定した電動自転車の走行を確保できる。また、この初回に採択された  
10 零点値は、平均値を算出するデータやデータ個数にも含めないものとする。

次に、このような回路により構成されたトルクセンサ零点調整機構の動作を説明する。

尚、本動作説明の制御のデータ個数としては、2 個が設定されているものとする。  
15

まず、図 49 に示すように、使用者により、電源スイッチ 8 a がオン操作されると、人力補助装置の動作が開始され、この電源オン直後のトルクセンサの出力電圧値が零点値 L01 として、記憶保持され、この零点値 L01 が、新たな零点値が再設定されるまで  
20 、トルクセンサが出力した検出値  $T_n$  の補正に用いられる。

そして、 $t_b$  時点において、トルクセンサからの検出値  $T_{02}$  が、零点値 L01 より小さい場合には、データ個数として、カウントするとともに、この検出値  $T_{02}$  が記憶される。

また、 $t_c$  時点において、トルクセンサからの検出値  $T_{03}$  が、  
25 零点値 L01 より小さい場合には、データ個数として、カウントするとともに、この検出値  $T_{03}$  が記憶される。

更に、データ個数の合計が、所定の個数 (2) に達したので、記憶された検出値  $T_{02}$ 、 $T_{03}$  の平均値が演算され、この平均値が、新たな零点値 L02 として採択され、この零点値 L02 が、以降、

人力補助制御が停止されるまで、トルクセンサが出力した検出値  $T_n$  の補正に用いられる。

このようにして、より正確な零点値を採択して、人力検出値を補正できるので、トルクセンサの検出精度や信頼性を向上できる  
5 とともに、これらの要素の向上に応じて、電動自転車自体の走行制御の性能も向上を図ることができる。

尚、本例においては、トルクセンサから所定数の最小値の個数  
10 を取得するまでの期間を、所定期間とし、走行状況に応じて所定期間が、可変するように構成したが、これに限らず、所定期間を  
15 固定的に設定したり、他の要素により可變的に設定しても良い。  
すなわち、例えば、前者の固定的な場合とは、タイマーにより直接的に時間をカウントすることにより、所定期間が経過したかを判定することである。また、後者の可變的な場合とは、電動自転車の人力伝達系に備えられている特定部材の回転数をカウントする  
20 ことにより、所定期間が経過したかを判定したり、バッテリーの残存容量に応じて、これらの時間やカウント数を増減させたりすることである。更に、これらを、走行状況等に応じて、使用者の任意に、又は、自動的に所定期間のカウント方法を選択するようにしても良い。

25 以上説明したように、本例の零点調整機構によれば、予め定めた一定期間の間に、トルクセンサから出力された検出値のうちの最小値を複数、保持し、これらを平均した値を、トルクセンサの零点値として採択していることにより、前記第3具体例と同様な効果を奏するのみならず、より零点値の正確度を向上することができる。

すなわち、零点値の候補となるトルクセンサから得られる複数の最小値から平均値を算出して、この平均値を零点値としているので、個々の最小値に含まれていると予測できる誤差の悪影響を低減することができる。



次に、駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構の第6具体例を、図50に基づいて説明する。

本例の零点調整機構は、第2具体例と同様に、上述した第5具体例の調整機構における機能動作を、ソフトウェア・プログラム5を用いて実現したものである。

図50は、図48に示す構成の回路を、図43に示す回路を用いて実現する際に必要なソフトウェアの処理を示すフローチャートである。

この図50のステップP301において、使用者によって、人力補助装置の動作を開始する電源スイッチ8aがオン操作されると、同時にトルクセンサ零点調整機構の回路が動作状態となり、本プログラムの実行処理が開始される。

まず、この電源オン時には、上述した第2具体例と同様に、初期化処理が行われ、ステップP302で電源オン直後のトルク入力値 $T_{in}$ を取得し、次のステップP303で、この取得した $T_{in}$ を、零点値として変数 $L_0$ に保持する。

そして、以降のステップP304からステップP310までが、動作開始時に保持した零点値 $L_0$ を新たに再設定するかを判別するとともに、この保持された又は更新された零点値 $L_0$ より、検出した人力トルク値を補正するメインループであり、使用者等により電源がオフされるまで、本プログラムは、このループ処理を継続する。

まず、ステップP304で、トルクセンサが検出した現時点での人力トルク値 $T_{in}$ を取得する。

次に、ステップP305においては、現在保持されている零点値 $L_0$ と、新たに検出された人力トルク値 $T_{in}$ とを比較し、零点値 $L_0$ を更新するかが判定される。

すなわち、人力トルク値 $T_{in}$ が $L_0$ と等しい、又は大きい場合には、零点値 $L_0$ を更新しないと判定され、そのまま、ステップ

P 3 0 7 に進む。

他方、人力トルク値  $T_{in}$  が零点値  $L_0$  より小さい場合には、零点値  $L_0$  を更新すると判定され、ステップ P 3 0 9 及び ステップ P 3 1 0 からなる更新処理に進む。

- 5 このステップ P 3 0 9 においては、判定により選別された人力トルク値  $T_{in}$  の個数がデータ個数値  $n$  として、カウントするとともに、得られた人力トルク値  $T_{in}$  を合計し、この合計値をデータ個数値により割ることによって、平均値  $T_{in}$  が算出される。

- 10 尚、カウントしたデータ個数が、所定数を越えた場合には、本ステップ P 3 0 9 の平均値演算を、実行しないようにしている。

また、このような演算は、人力補助制御の動作中に継続して実行され、データ個数値  $n$  と、合計数とをメモリに記憶保持するが、電動自転車の電源がオフされたりして、人力補助制御が停止すると、これらのデータは、消去されるようになっている。

- 15 そして、ステップ P 3 1 0 において、演算された平均値  $T_{in}$  が零点値  $L_0$  に代入され、零点値  $L_0$  が新たに設定される。

- 20 そして、ステップ P 3 0 7 では、この人力トルク値  $T_{in}$  から、従前と同様に保持された又は更新された零点値  $L_0$  を減算して、この零点値  $L_0$  を基準とした補正後のトルク出力値  $T_{out}$  を算出する。

最後に、ステップ P 3 0 8 において、この補正されたトルク出力値  $T_{out}$  と各種センサ値に基づいて、モータ M の出力制御が行われ、処理がステップ P 3 0 4 に復帰する。

- 25 尚、本例においては、常に、トルクセンサから得られた以前の零点値を下回る検出値を記憶保持し、これらの平均値を零点値としているが、これに限らず、第 5 具体例と同様に、予め設定した一定期間が経過した後は、この更新を判定するステップをスキップするように構成しても良い。また、この一定期間も、第 5 具体例と同様に、固定的に設定したり、他の要素により可変的に設定

して、第5具体例と同様な効果を得られるようにしても良い。

以上説明したように、本例の零点調整機構によれば、前記第5具体例と同様な効果を奏するのみならず、第2具体例と同様に、ソフトウェア・プログラムによって第3具体例の処理内容を実現している5ので、各種の条件が変化した場合にも、このプログラムの変更のみで対応でき、柔軟な適応が可能となる。

また、常に、零点値の候補となるトルクセンサから得られる最小値を用い、平均値を演算して、零点値を更新していることにより、零点値が急激に変化することが阻止され、これに応じて人力補助が急激に変化することが防止できるので、使用者に不快感を10与えることが回避できる。

次に、駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構の第7具体例を、図51及び図52に基づいて説明する。

本例の零点調整機構は、上述した第3具体例と同様に、保持さ15れている零点値と、現時点の検出された人力トルク値とを比較し、この人力トルク値が零点値よりも小さい場合には、この人力トルク値を、新たな零点値の候補に選択しているが、これに加えて更に、この人力トルク値が、予め設定されたしきい値以上の場合にのみ、零点値として採択して、零点値を再設定するようにして20いる。すなわち、自転車の走行状況によってトルクセンサに衝撃が加わったり、トルクセンサの信号伝達系にノイズ信号が混入して、明かに不正な低い値の検出信号が得られた場合には、この信号をしきい値によりカットして補償するようにしている。

この零点調整機構を実現する回路141は、図51に示すよう25に、第3具体例の回路121に、零点値の候補となるトルク検出値と、しきい値とを比較判定するコンパレータ143を追加して構成されている。

すなわち、図51の回路141は、図45の回路121と同様に、配置され接続された零点保持回路103、加減算器105、

連動スイッチ107、コンパレータ123、オア論理素子125とを備え、この回路121に、そのプラス入力端子に、所定の入力電圧値を印加する電源145を備えたコンパレータ143を追加して構成されている。

- 5 このコンパレータ143のマイナス入力端子は、コンパレータ123のマイナス入力端子とのトルクセンサ30の出力線とを接続する接続線の間際に接続され、そのプラス入力端子は、しきい値設定用の電源145に接続され、その出力端子は、零点保持回路103の第2ホールド入力端子103dに接続されている。
- 10 また、この電源145は、予め設定されたしきい値に応じた、所定の出力電圧を出力するように構成され、このしきい値電圧は、例えば、予想されるスパイク状ノイズの最低値に設定されている。

- 従って、このコンパレータ143は、トルクセンサ30から出力される検出値が、しきい値よりも大きい場合に、比較が成立し、その出力端子から零点保持回路103の第2ホールド入力端子に、動作信号を出力するようになっている。
- 15

- 尚、零点保持回路103は、その保持及び出力動作は同一だが、上述した各例と異なり、第1及び第2ホールド入力端子を備えており、この第1ホールド入力端子は、上述した各例と同様に、オア論理素子125の出力端子に接続され、第2ホールド入力端子は、前記コンパレータ143の出力端子に接続されている。そして、電源投入時の初回は、第1ホールド入力端子への動作指令が入力されると、零点保持回路103は保持動作するが、これ以降は、両ホールド入力端子へ動作指令が入力された場合にのみ、保持動作を行うように構成されている。
- 20
- 25

従って、零点保持回路103の動作としては、第3具体例と同様に、トルクセンサ30からの検出値が、既に零点保持回路103内に保持している零点値より大きい場合は、そのまま保持して

いる零点値を出力し続ける。しかし、トルクセンサ 30 からの検  
出値（この例では二次曲線の変曲点）が、零点保持回路 103 内  
に保持している零点値より小さい場合は、この検出値を、更に、  
5 所定のしきい値と比較し、この検出値がしきい値よりも大きいと  
きに、このトルクセンサ 30 からの検出値を、新たな零点値とし  
て保持し直すという動作が行われる。

次に、このような回路により構成されたトルクセンサ零点調整  
機構の動作を説明する。

まず、図 5 2 に示すように、使用者により、電源スイッチ 8 a  
10 がオン操作されると、人力補助装置の動作が開始され、この電源  
オン直後のトルクセンサの出力電圧値が零点値 L01 として、記憶  
保持され、この零点値 L01 が、新たな零点値が再設定されるまで  
、トルクセンサが出力した検出値  $T_n$  の補正に用いられる。

この再設定は、例えば、 $t = t_b$  時点において、トルクセンサの  
15 出力電圧値  $T_{02}$  が、記憶保持された零点値 L01 よりも小さく、  
且つ、しきい値  $T_{th}$  よりも大きい場合に、出力電圧値  $T_{02}$  が新た  
な零点値 L02 として採択され、記憶保持され、以降、この零点値  
L02 が、検出値  $T_n$  の補正に用いられる。

また、 $t = t_c$  時点において、トルクセンサから、しきい値を  
20 越えて下方に伸びたスパイク状信号が出力された場合にも、この  
信号の出力電圧値  $T_{03}$  を新たな零点値 L03 として、採択すること  
が阻止される。

すなわち、このような下方に伸びるスパイク状信号は、電動自  
転車が走行中に急激な衝撃を受けたり、回路的に外乱ノイズ等が  
25 混入したりして、生起することが予想される。

しかし、本例によれば、このトルクセンサの出力電圧値  $T_{03}$  が  
、記憶保持された零点値よりも小さいが、しきい値よりも小さい  
ので、出力電圧値  $T_{03}$  が新たな零点値 L03 として採択されず、以  
前の零点値 L02 が補正に用いられる。

尚、本例においては、まず、保持されている零点値と、現時点の検出された人力トルク値とを比較し、次に、この比較条件を満たした人力トルク値と、予め設定されたしきい値とを比較しているが、これとは逆に、まず、予め設定されたしきい値と、現時点  
5 の検出された人力トルク値とを比較し、次に、比較条件を満たした人力トルク値と、保持されている零点値とを比較するようにしても良い。

また、前述した第5具体例に、本例の構成を追加しても良い。

以上説明したように、本例の零点調整機構によれば、保持され  
10 ている零点値と、現時点の検出された人力トルク値とを比較し、この人力トルク値が零点値よりも小さいく、且つ、予め設定したしきい値以上の場合にのみ、零点値として採択しているので、走行状況及び回路・配線的な障害に起因する異常信号が、制御に悪影響を与えるのが防止され、電動自転車として人力補助制御の信  
15 頼性を向上することができる。

すなわち、走行中の急激な衝撃による異常に低い値を有するトルク信号をカットでき、この異常信号に基づく、不適切な人力補助制御を未然に防止することができる。

また、回路的に外乱ノイズ等によって、下方に伸びたスパイク  
20 状ノイズ信号が混入した場合にも、誤動作を防止することができ、信頼性を向上することができる。

次に、駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構の第8具体例を、図53に基づいて説明する。

本例の零点調整機構は、第2具体例と同様に、前述した第7具  
25 体例の調整機構における機能動作を、ソフトウェア・プログラムを用いて実現したものである。

図53は、図51に示す構成の回路141を、図43に示す回路111を用いて実現する際に必要なソフトウェアの処理を示すフローチャートである。

この図 5 3 のステップ P 4 0 1 において、使用者によって、人力補助装置の動作を開始する電源スイッチ 8 a がオン操作されると、同時にトルクセンサ零点調整機構の回路が動作状態となり、本プログラムの実行処理が開始される。

- 5 まず、この電源オン時には、上述した第 2 具体例と同様に、初期化処理が行われ、ステップ P 4 0 2 で電源オン直後のトルク入力値  $T_{in}$  を取得し、次のステップ P 4 0 3 で、この取得した  $T_{in}$  を、零点値として変数  $L_0$  に保持する。

- 10 そして、以降のステップ P 4 0 4 からステップ P 4 1 1 までが、動作開始時に保持した零点値  $L_0$  を新たに再設定するかを判別するとともに、この保持された又は更新された零点値  $L_0$  により、検出した人力トルク値を補正するメインループであり、使用者等により電源がオフされるまで、本プログラムは、このループ処理を継続する。

- 15 ステップ P 4 0 4 で、トルクセンサが検出した現時点での人力トルク値  $T_{in}$  を取得する。

次に、ステップ P 4 0 5 においては、現在保持されている零点値  $L_0$  と、新たに検出された人力トルク値  $T_{in}$  とを比較し、零点値  $L_0$  を更新する第 1 条件が満たされているかが判定される。

- 20 すなわち、人力トルク値  $T_{in}$  が  $L_0$  と等しい、又は大きい場合には、第 1 条件が満たされておらず、零点値  $L_0$  を更新しないと判定され、そのまま、ステップ P 4 0 7 に進む。

- また、人力トルク値  $T_{in}$  が零点値  $L_0$  より小さい場合には、第 1 条件が満たされており、零点値  $L_0$  を更新すると判定され、ス  
25 テップ P 4 1 1 及びステップ P 4 1 1 からなる更新処理に進む。

このステップ P 4 1 1 においては、人力トルク値  $T_{in}$  と、予め設定したしきい値  $T_{th}$  とが比較され、零点値  $L_0$  を更新する第 2 条件が満たされているかが判定される。

すなわち、人力トルク値  $T_{in}$  がしきい値  $T_{th}$  よりも小さい場合

には、第2条件が満たされておらず、零点値  $L_0$  を更新しないと判定され、そのまま、ステップ P 4 0 7 に進む。

また、人力トルク値  $T_{in}$  がしきい値  $T_{th}$  と等しい、又は大きい場合には、第2条件が満たされており、零点値  $L_0$  を更新すると  
5 判定され、ステップ P 4 1 1 に進み、このステップ P 4 1 1 で、人力トルク値  $T_{in}$  を新しい零点値  $L_0$  として保持して更新され、ステップ P 4 0 7 に進む。

そして、ステップ P 4 0 7 では、この人力トルク値  $T_{in}$  から、従前と同様に保持された又は更新された零点値  $L_0$  を減算して、  
10 この零点値  $L_0$  を基準とした補正後のトルク出力値  $T_{out}$  を算出する。

最後に、ステップ P 4 0 8 において、この補正されたトルク出力値  $T_{out}$  と各種センサ値に基づいて、モータ M の出力制御が行われ、処理がステップ P 4 0 4 に復帰する。

15 以上説明したように、本例の零点調整機構によれば、前記第7具体例と同様な効果を奏するのみならず、第2具体例と同様に、ソフトウェア・プログラムによって第3具体例の処理内容を実現しているので、各種の条件が変化した場合にも、このプログラムの変更のみで対応でき、柔軟な適応が可能となる。

20

#### 産業上の利用可能性

本発明は、磁石と磁気検出素子を用いるセンサ装置であり、回転する機構、装置等の入出力を検出するもの一般に適用される。  
また、本発明のセンサ装置は、自転車等の軽車両やボート等に用  
25 いられて、踏力等の人力駆動力の負荷を軽減する駆動力補助装置に適用される。この駆動力補助装置は、速度検出やトルクセンサに必須な零点調整機構を備えているので、微妙なコントロールを必要とする機器、装置一般に好適である。



## 請求の範囲

1. 磁石と磁気検出素子を備えたセンサ装置において、  
検出軸と、この検出軸に固定された検出円板と、この検出円板の外周縁に固定された磁性片と、この磁性片を、所定形状のギャップ間に挟むように配設されたヨークと、このヨークに、それぞれ固定された磁石及び磁気検出素子とを備えたことを特徴とするセンサ装置。
- 5  
2. 前記検出円板の外周縁に固定された磁性片は、半径が漸次減少もしくは増加し、又は、厚さが漸次減少もしくは増加して設けられていることを特徴とする請求項1記載のセンサ装置。
- 10  
3. 磁石と磁気検出素子を備えたセンサ装置において、  
円筒状のケースと、このケースの端面に両端が軸支された検出軸と、この検出軸の回りに設けられた分割磁石と、前記ケースに固定された磁気検出素子とを備え、
- 15  
前記ケースの一部を、磁石が生成する磁束を前記磁気検出素子に集束化して誘導するヨークにより形成するものであって、前記ヨークは、その検出軸方向の幅が、前記磁気検出素子に向けて減少するような形状に形成されていることを特徴とするセンサ装置。
- 20  
4. 磁石と磁気検出素子を備えたセンサ装置において、  
検出軸と、この検出軸に固定されるとともに周上に間歇的に設けられた突出部が交互にN/S着磁された磁石円板又は磁石半円板と、この磁石円板又は磁石半円板の回転初期位置に対応して先端を対峙させ且つケース側に固定された略コ字形状のヨークと、
- 25  
このヨークに設けられた磁気検出素子とを備えたことを特徴とするセンサ装置。

5. 磁石と磁気検出素子を備えたセンサ装置において、

検出軸と、この検出軸に固定され且つ高透磁率材料もしくは軟磁性材を用いて円弧形状に形成されるとともに周方向の両端に突出部が設けられた半円板と、この半円板の回転初期位置に対応して両端を対峙させてケース側に固定された略コ字形状のヨークと、このヨークの一端に設けられた磁石と、ヨーク他端に設けられた磁気検出素子とを備えたことを特徴とするセンサ装置。

6. 前記請求項 1、3～5 に記載したセンサ装置を用いた駆動力補助装置において、

10 前記駆動力補助装置は、人力駆動手段、補助駆動手段、及び、トルクセンサを具備し、

前記人力駆動手段は、踏力が伝達されるクランク軸の外周に、第 1 及び第 2 回転体を有する駆動力伝達機構を設けて構成され、前記駆動力伝達機構は、第 1 の一方向クラッチと、人力駆動力を  
15 伝達する弾性体と、を備え、

前記補助駆動手段は、モータ及び減速機構を設けて構成され、更に、前記モータからの駆動力を、第 2 の一方向クラッチを介して、前記クランク軸外周にて前記駆動力伝達機構に合成し、

前記トルクセンサは、前記弾性体の駆動力伝達経路の前後に介在させた第 1 及び第 2 回転体の回転差を回転角センサで検出する構成のものであることを特徴とする駆動力補助装置。

7. 前記請求項 6 記載の駆動力補助装置において、

前記回転角センサの検出軸を、該回転角センサの値が零点になる方向に回転付勢する、回転付勢用の弾性体を設けたことを特徴  
25 とする駆動力補助装置。

8. 前記請求項 6 記載の駆動力補助装置において、

前記回転付勢用の弾性体は、少なくとも前記トルクセンサの機構及び前記回転角センサを総計した摩擦トルクより大きい予圧値を備えていることを特徴とする駆動力補助装置。

9. 前記請求項 6 記載の駆動力補助装置において、

前記回転角センサは、回転差を生じる回転体に設けられた磁石と、当該磁石の近傍における固定体側の適所に設けられた磁気検出素子とを備えて構成したことを特徴とする駆動力補助装置。

5 10. 前記請求項 9 記載の駆動力補助装置において、

前記磁気検出素子にはホール素子が用いられるとともに、該ホール素子に温度補償回路を接続して、この補償回路によりホール素子の出力電圧を補償するようにしたことを特徴とする駆動力補助装置。

10 11. 前記請求項 9 記載の駆動力補助装置において、

前記磁気検出素子には、ホール素子、ホール IC、又は、MR 素子が用いられることを特徴とする駆動力補助装置。

12. 前記請求項 6 記載の駆動力補助装置において、

15 前記回転角センサは、その検出軸に固定された検出円板と、該検出円板の外周縁に固定された磁性片と、該磁性片を、下方に開口したコ字形状のギャップ間に挟むように配設されたヨークと、該ヨークの対向した両端部に、それぞれ固定された磁石及び磁気検出素子とを備えて構成したことを特徴とする駆動力補助装置。

13. 前記請求項 6 記載の駆動力補助装置において、

20 前記回転角センサを、磁気シールドを備えたケース内に収納したことを特徴とする駆動力補助装置。

14. 前記請求項 6 記載の駆動力補助装置において、

前記トルクセンサは、前記弾性体の駆動力伝達経路の前後に介在させた第 1 及び第 2 回転体の回転差をセンサで検出する構成であり、

25 更に、前記人力駆動手段及びトルクセンサのいずれかの回転部材の側方で外周付近に、磁石を埋設するとともに、この磁石に対応する側方の近傍箇所に、磁気検出素子を固定して、速度センサを構成したことを特徴とする駆動力補助装置。

15. 前記請求項6記載の駆動力補助装置において、

前記トルクセンサは、前記弾性体の駆動力伝達経路の前後に介在させた第1及び第2回転体の回転差をセンサで検出する構成であり、

- 5 更に、前記モータは、ブラシレスモータであって、ロータの回転位置を検出して各相の励磁コイルに通電制御するための、ロータ端面にロータの回転位置を特定する被検出用の磁石片を具備し、この被検出用磁石片の回転軌道の近傍に磁気検出素子を設け、この磁気検出素子によって被検出用磁石片の磁気を検知して、ロータの回転位置を検出するものであり、

加えて、前記磁気検出素子の一方の出力端子に、増幅器の入力端子を接続し、この増幅器の出力端子を制御回路に接続して、速度センサを構成したことを特徴とする駆動力補助装置。

16. 前記請求項6記載の駆動力補助装置において、

- 15 入力された人力を検出するトルクセンサと、駆動力補助装置の走行速度を検出する車速検出手段と、モータを用いた補助動力手段と、を備えるとともに、これらのトルクセンサ、車速検出手段及び補助動力手段を単一のケース内に収納したことを特徴とする駆動力補助装置の車速検出機構。

- 20 17. 前記請求項6記載の駆動力補助装置において、

入力された人力を検出するトルクセンサと、駆動力補助装置の走行速度を検出する車速検出手段と、モータを用いた補助動力手段と、を備え、

- 25 前記モータは、ロータの回転位置を検出して転流制御するロータ回転位置検出手段を備えたモータであり、

更に、前記車速検出手段は、前記ロータ回転位置検出手段から得られる回転位置信号に基づき、駆動力補助装置の走行速度を検出することを特徴とする駆動力補助装置の車速検出機構。

18. 前記請求項17記載の駆動力補助装置の車速検出機構において、

前記車速検出手段は、前記ロータ回転位置検出手段から得られるロータ位置信号の発生時間間隔に基づき、走行速度を検出することを特徴とする駆動力補助装置の車速検出機構。

19. 前記請求項17記載の駆動力補助装置の車速検出機構において、

前記車速検出手段は、所定期間における前記ロータ回転位置検出手段から得られるロータ位置信号数に基づき、走行速度を検出することを特徴とする駆動力補助装置の車速検出機構。

20. 前記請求項17記載の駆動力補助装置の車速検出機構において、

前記ロータ回転位置検出手段は、ロータ端面にロータの回転位置を特定する被検出用の磁石片を設けるとともに、この被検出用磁石片の回転軌道の近傍に単一の磁気検出素子又は所定間隔の角度を設けた複数の磁気検出素子を配設し、この磁気検出素子によって被検出用磁石片の磁気を検知して、ロータの回転位置を検出するものであることを特徴とする駆動力補助装置の車速検出機構。

2 1 . 前記請求項 6 記載の駆動力補助装置において、

人力伝達系に接続され入力された人力を検出するトルクセンサと、このトルクセンサの人力検出値を零点値により修正する零点調整機構とを備え、

5 前記零点調整機構が、トルクセンサの出力値を保持する保持手段と、

前記トルクセンサの出力値から前記保持手段が保持する値を減算する減算手段とから構成され、

10 前記駆動力補助装置の動作を開始させる操作が行われたときに、前記トルクセンサからの初回の出力値を前記保持手段によって保持し、この保持した値をトルクセンサの零点とし、常時、前記減算手段によってトルクセンサ出力値から前記保持値を減算して零点調整後の出力を得ることを特徴とする駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構。

15 2 2 . 前記請求項 2 1 記載の駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構において、

前記駆動力補助装置の動作を開始させる操作が行われた以降、前記トルクセンサからの出力値が、前記保持手段によって保持された零点値よりも小さい場合に、この出力値を新たな零点値として採択することを特徴とする駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構。

20 2 3 . 前記請求項 2 1 記載の駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構において、

前記駆動力補助装置の動作を開始させる操作が行われた以降の一定期間に、前記保持手段によって保持された零点値よりも、前記トルクセンサからの出力値が小さい場合に、これらの複数の最小値を記憶保持するとともに、これらの複数の最小値の平均値を算出し、この平均値を新たな零点値として採択することを特徴とする駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構。

24. 前記請求項21記載の駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構において、

前記駆動力補助装置の動作を開始させる操作が行われた以降、前記トルクセンサからの出力値が、前記保持手段によって保持された零点値よりも小さく、且つ、予め設定されたしきい値よりも大きい場合に、この出力値を新たな零点値として採択することを特徴とする駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構。

25. 前記請求項21～24記載の駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構において、

10 前記保持手段ないし前記減算手段を、アナログ回路によるハードウェアで構成することを特徴とする駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構。

26. 前記請求項21～24記載の駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構において、

15 前記保持手段ないし前記減算手段を、マイクロプロセッサとメモリを用いてソフトウェア・プログラムによって実現することを特徴とする駆動力補助装置のトルクセンサ零点調整機構。

FIG. 1

1 / 52

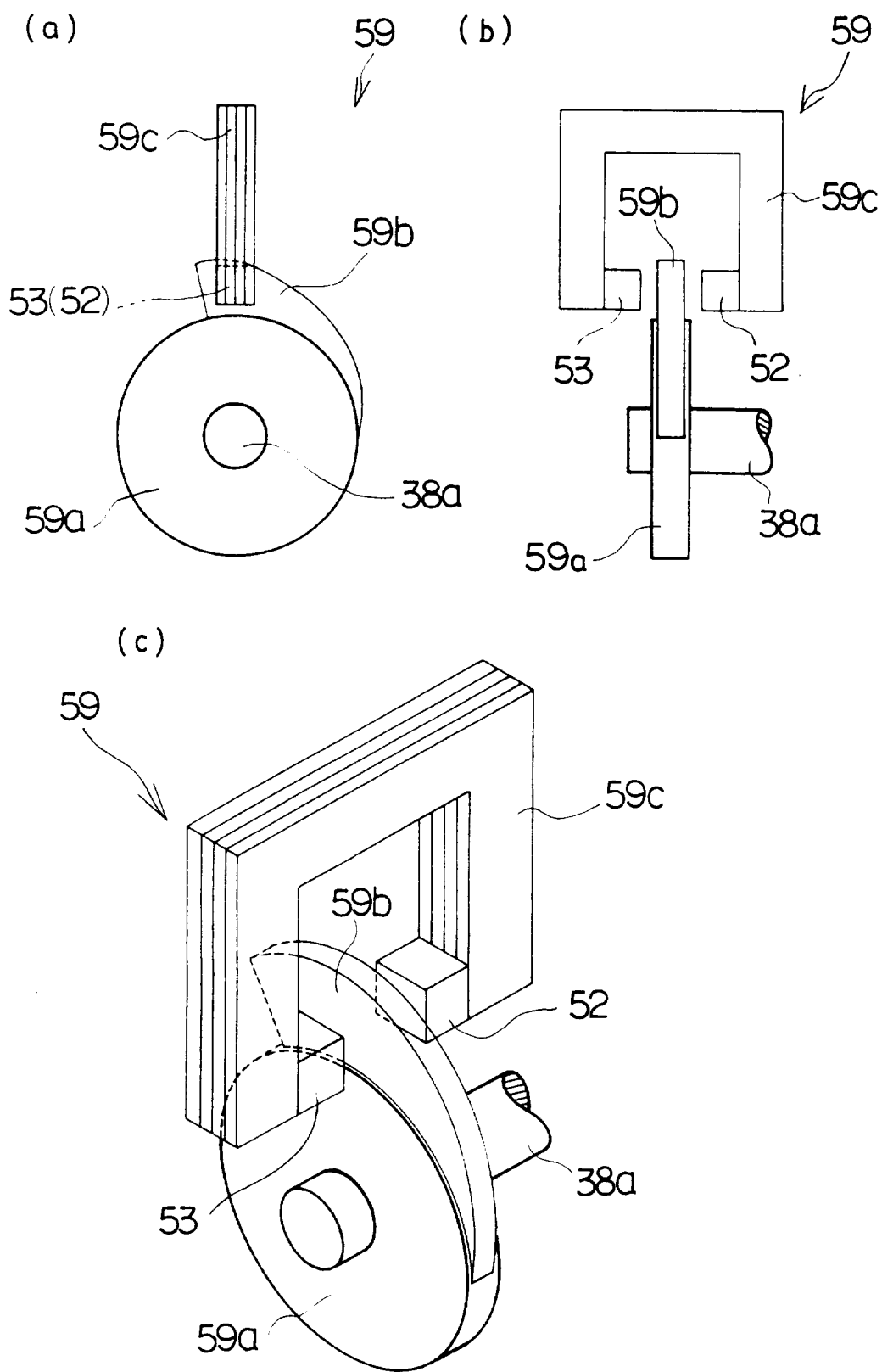




FIG.2

2/52

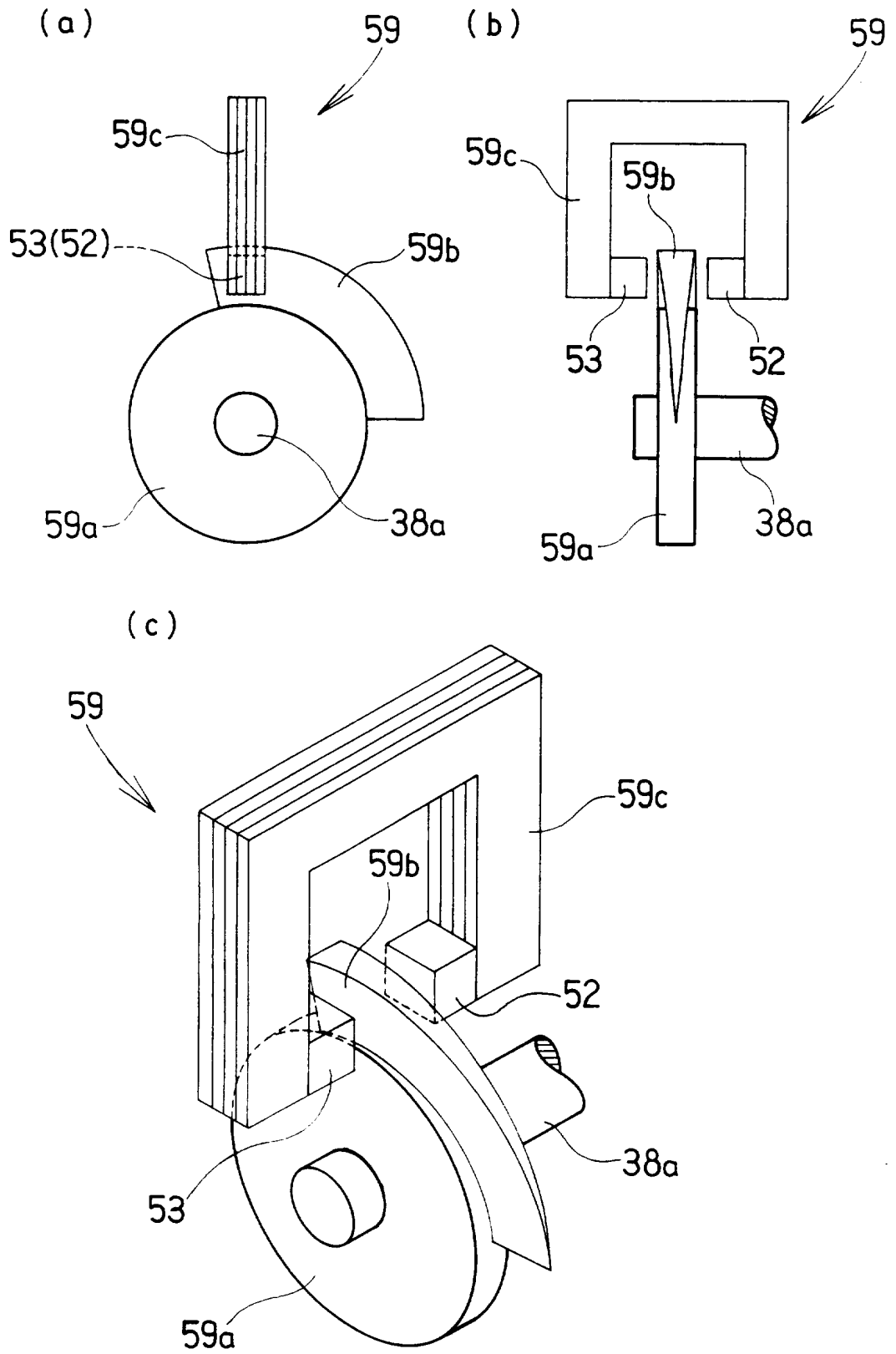


FIG. 3

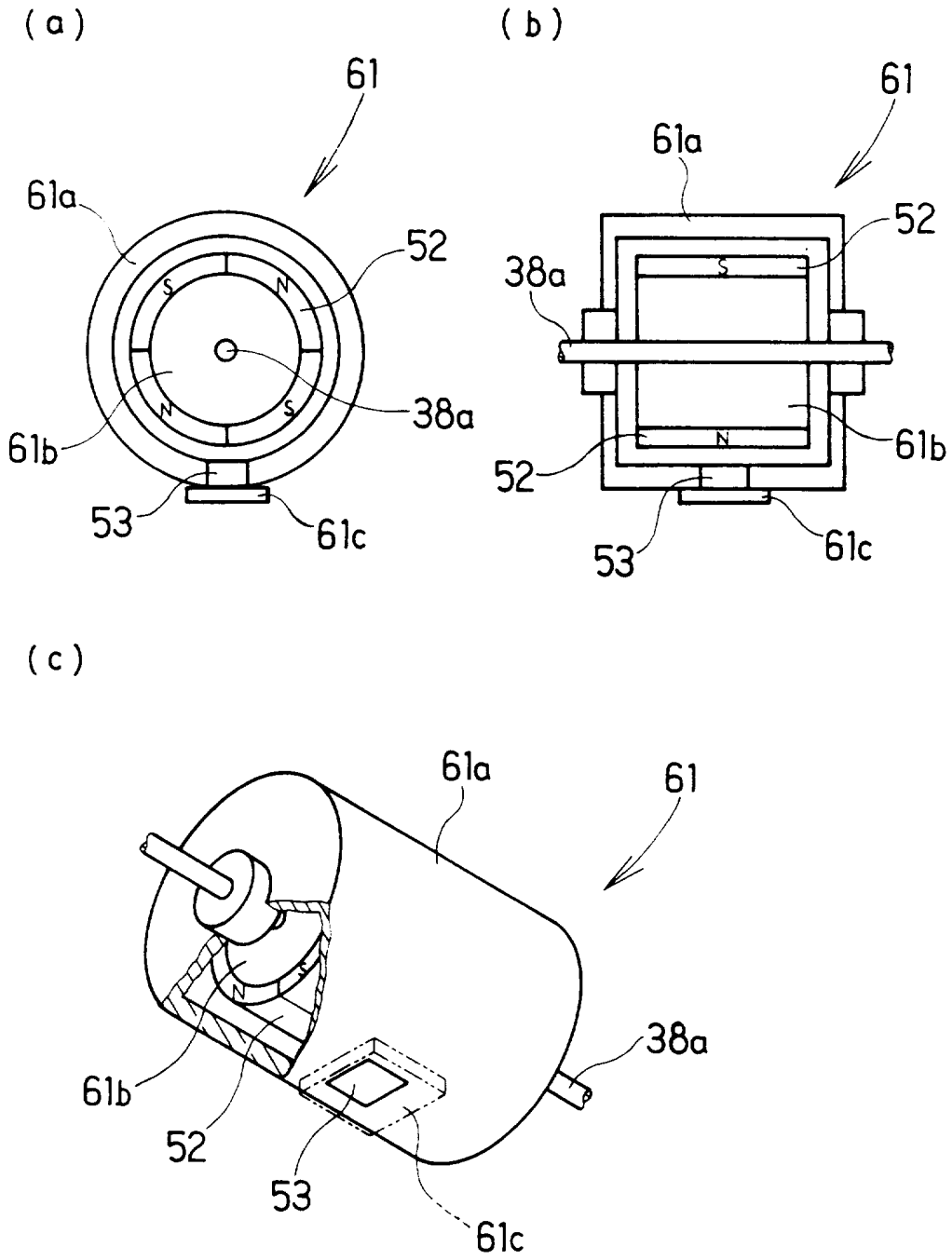
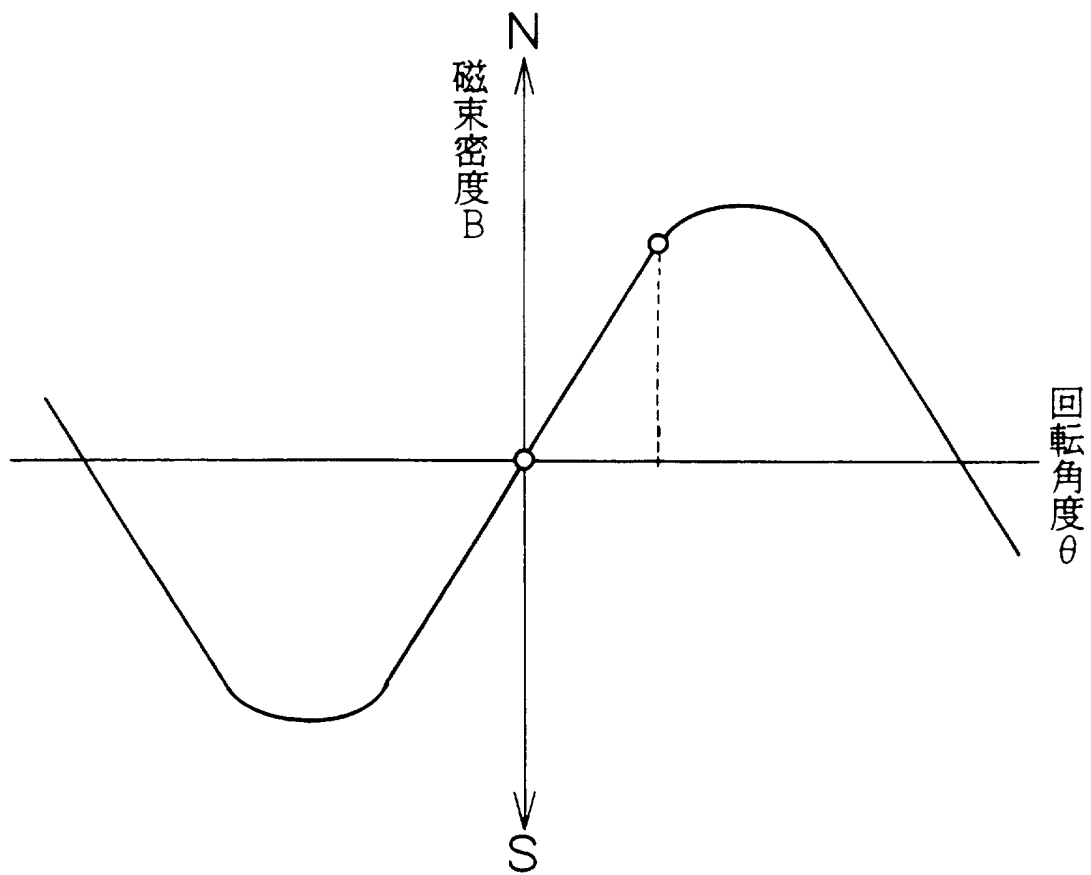


FIG.4



5/52

FIG.5

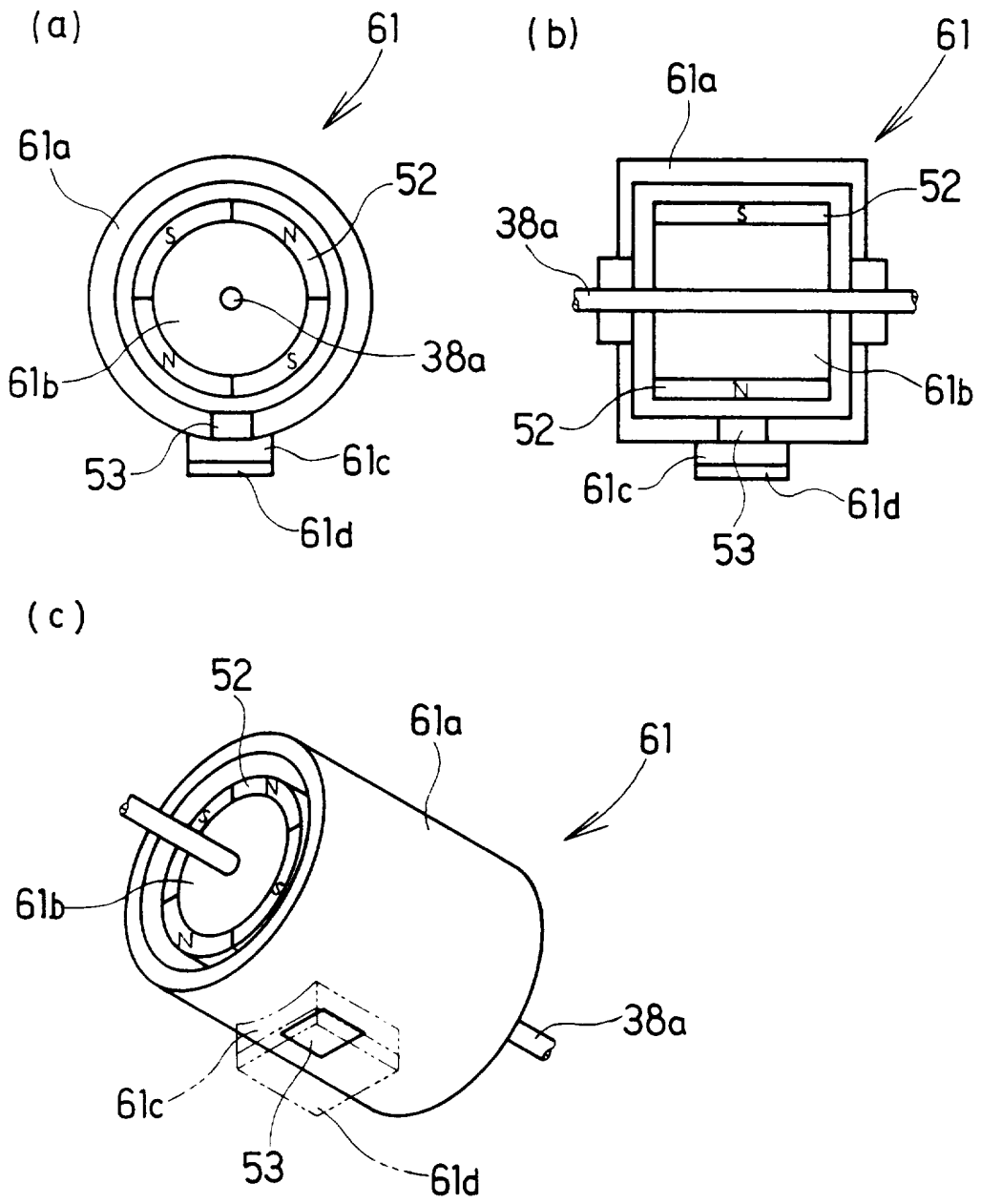


FIG.6

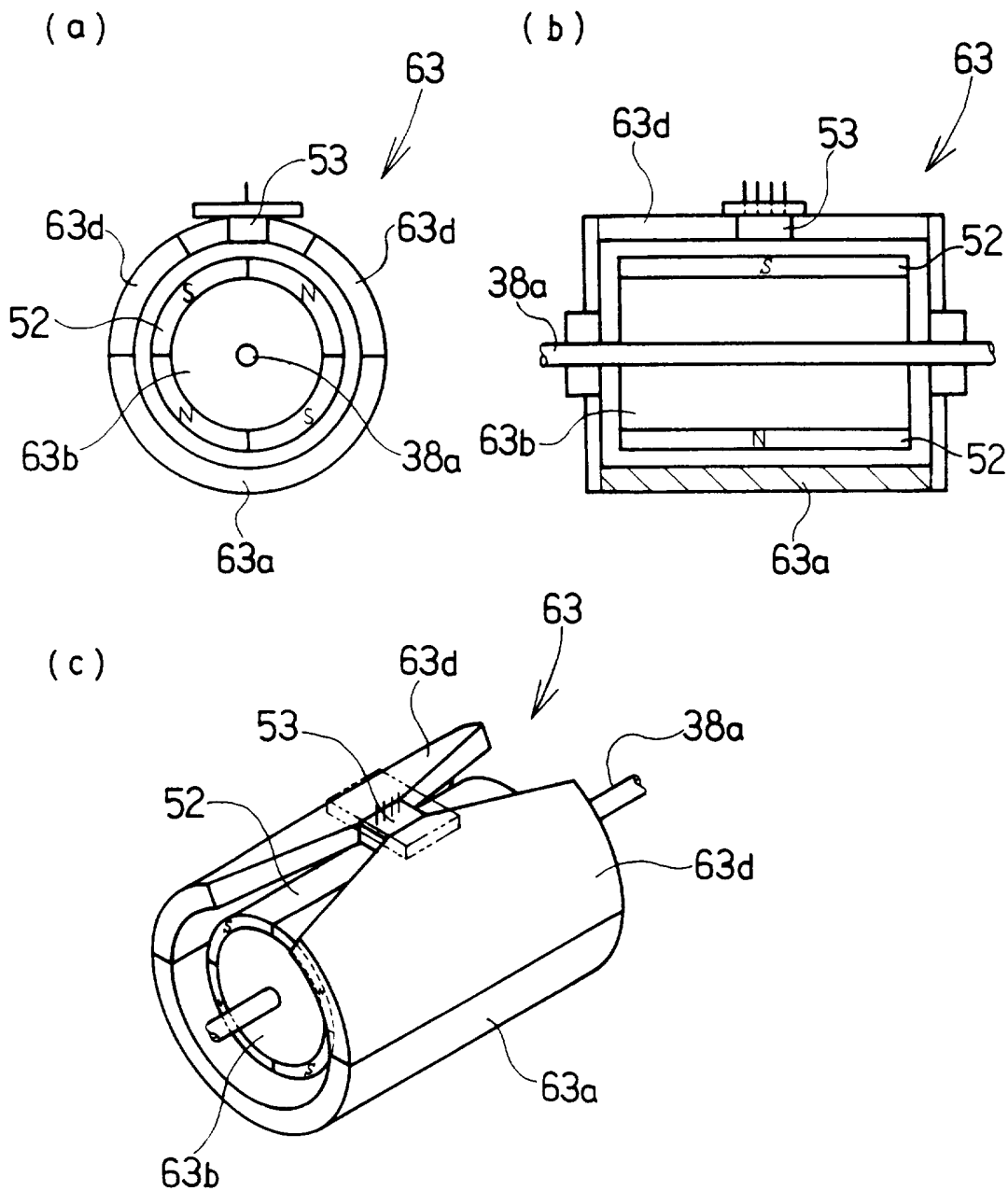


FIG.7

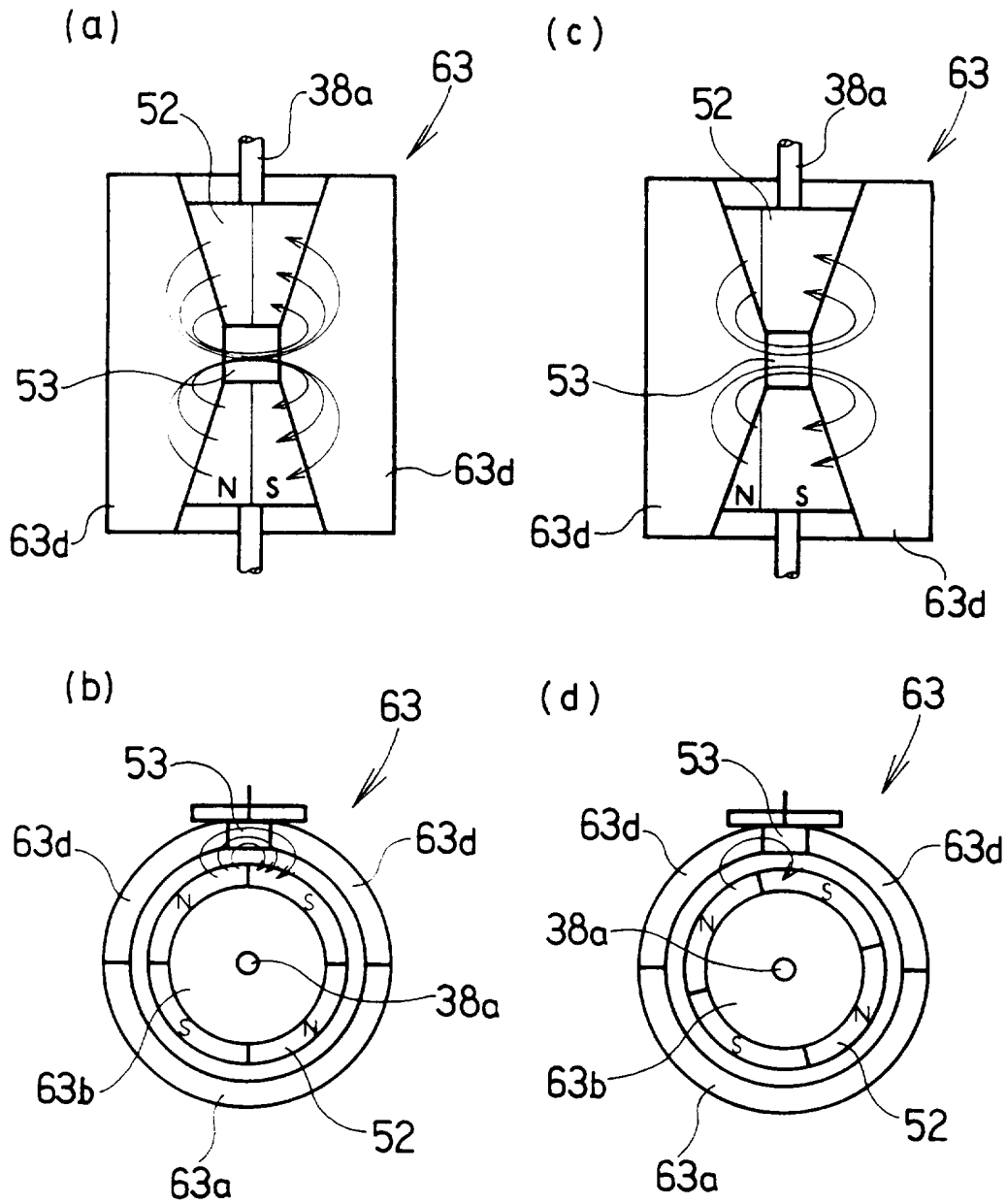
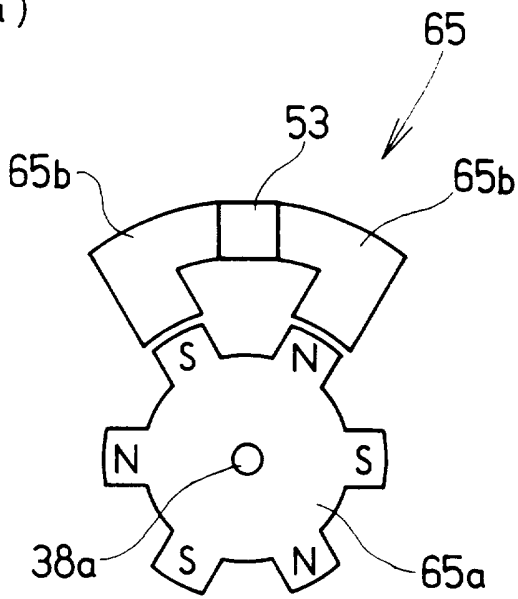


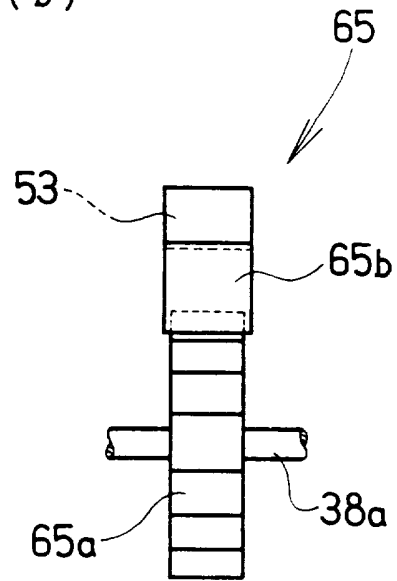
FIG. 8

8/52

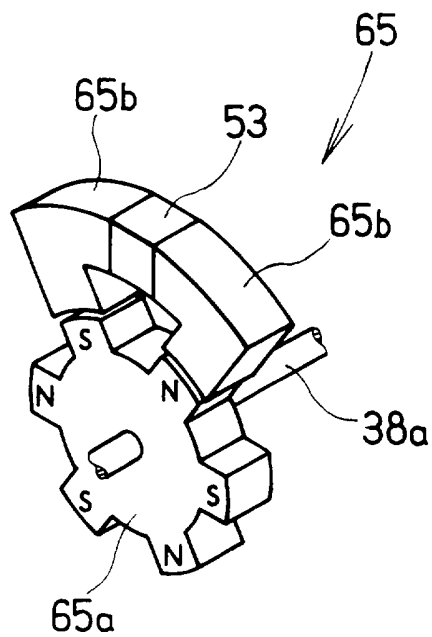
(a)



(b)

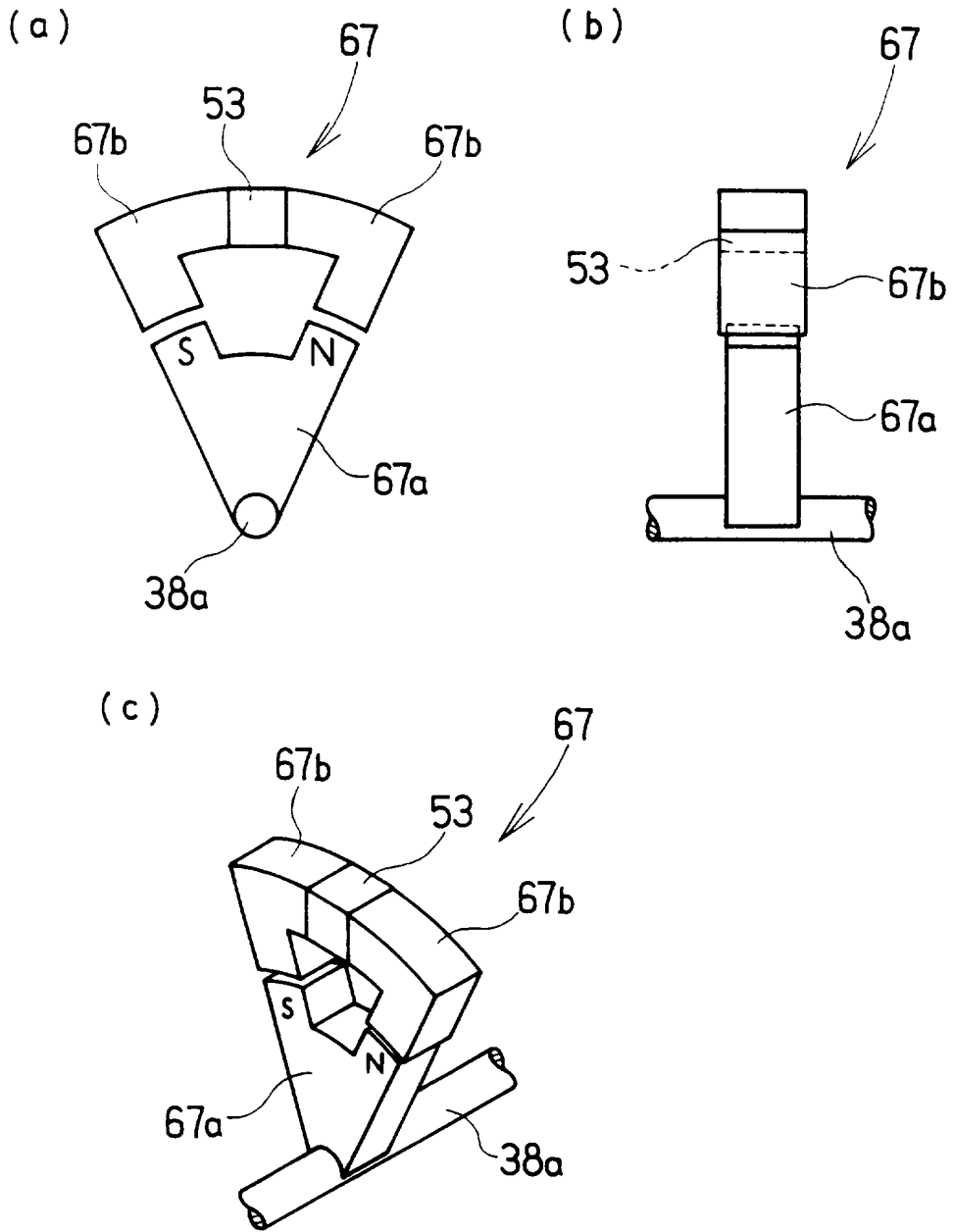


(c)



9/52

FIG.9





10/52

FIG.10

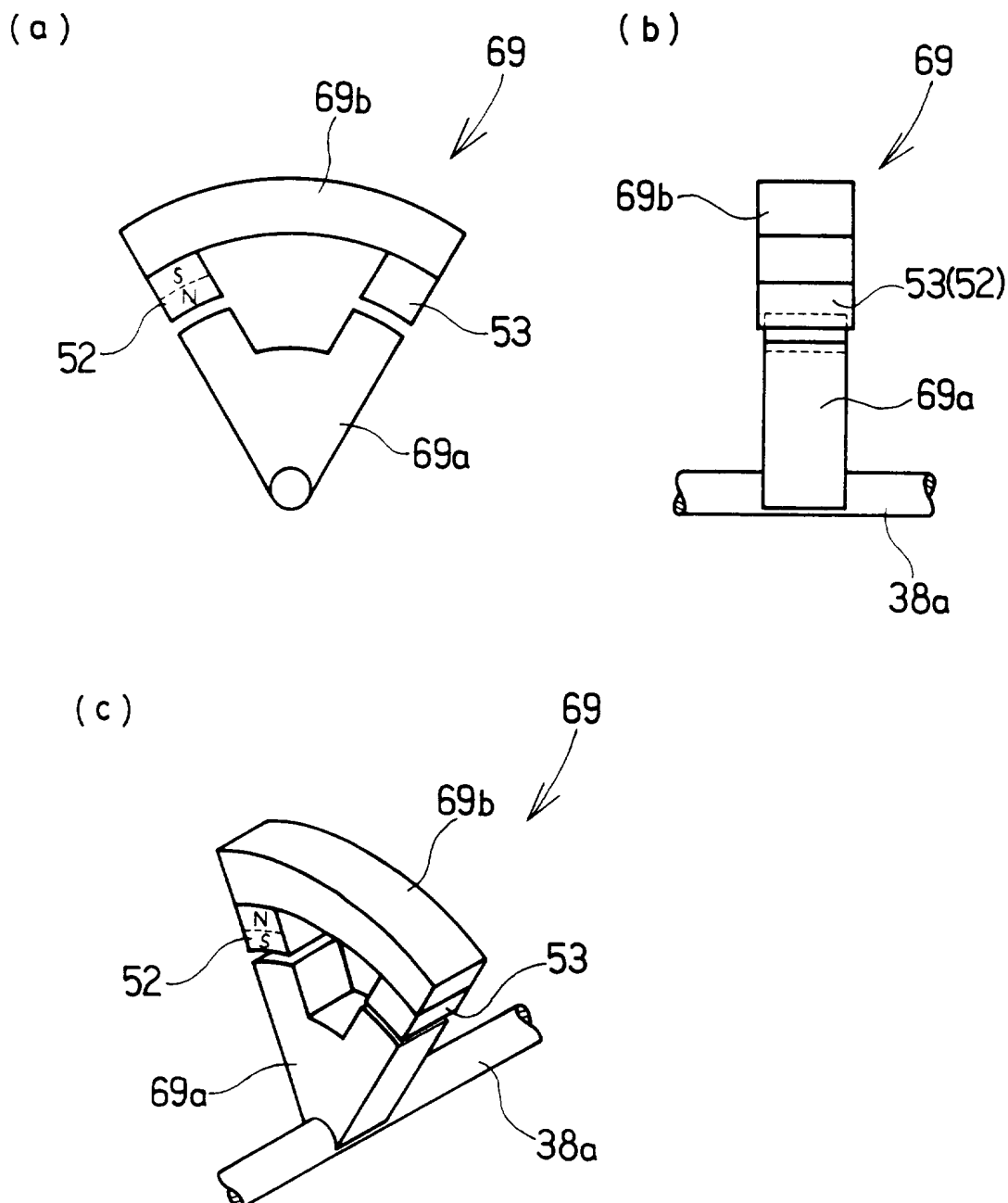


FIG.11

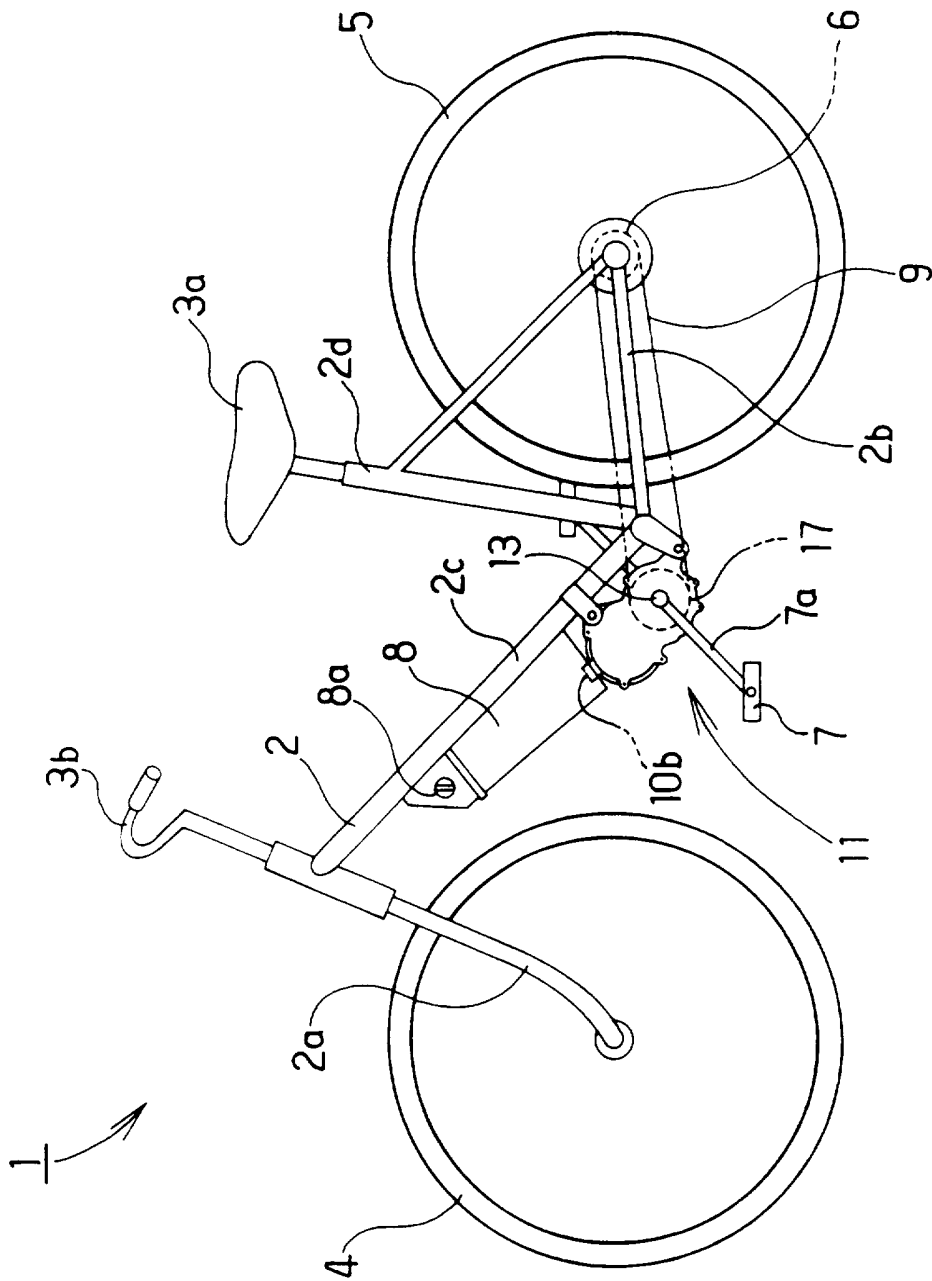
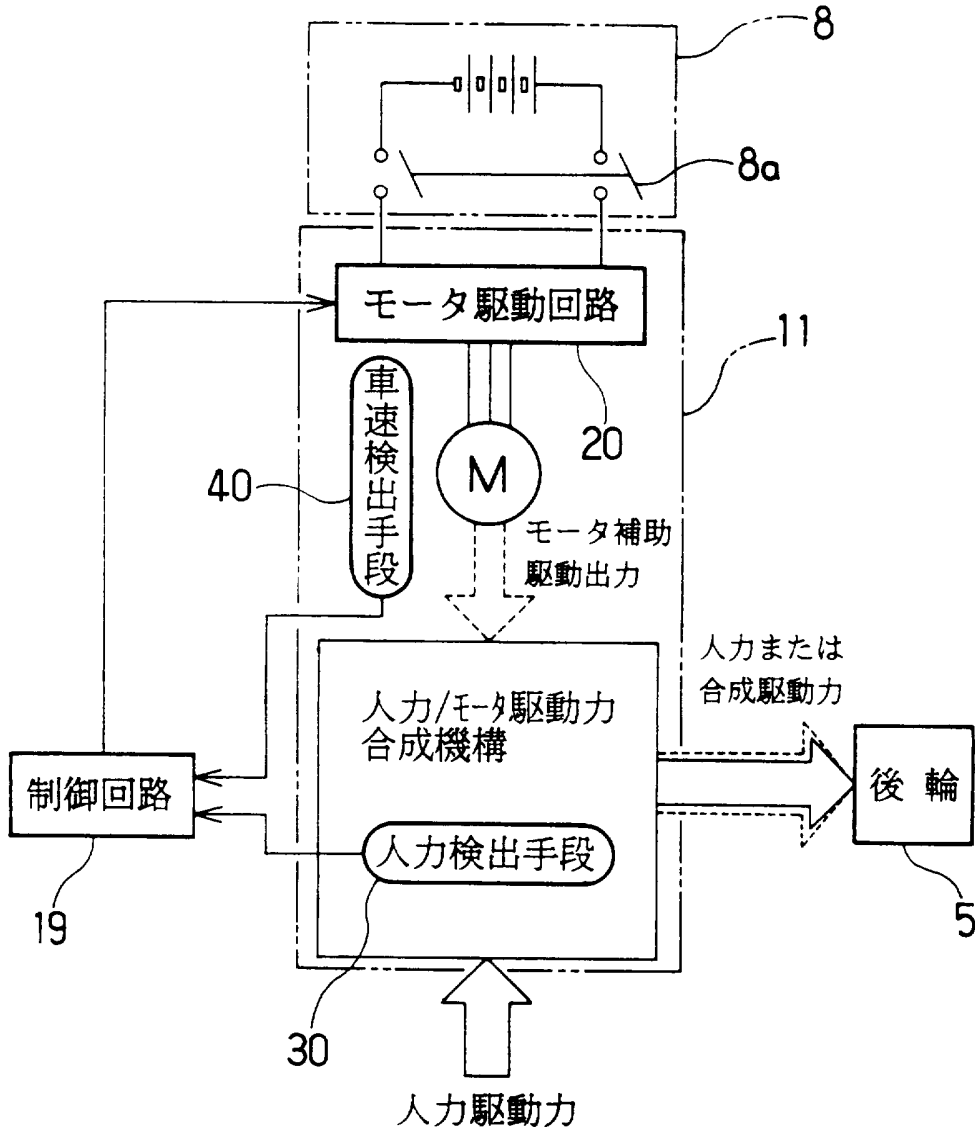
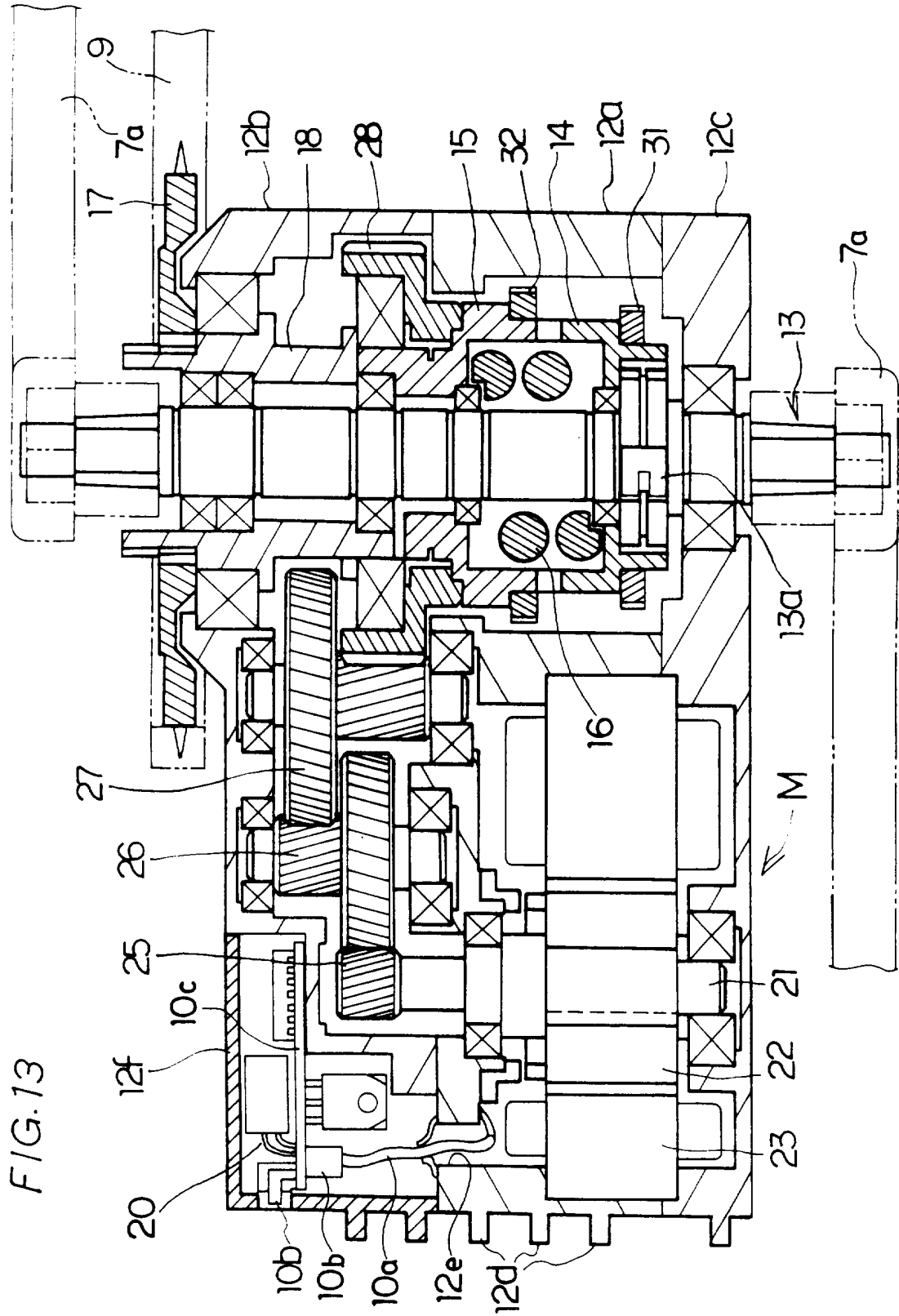


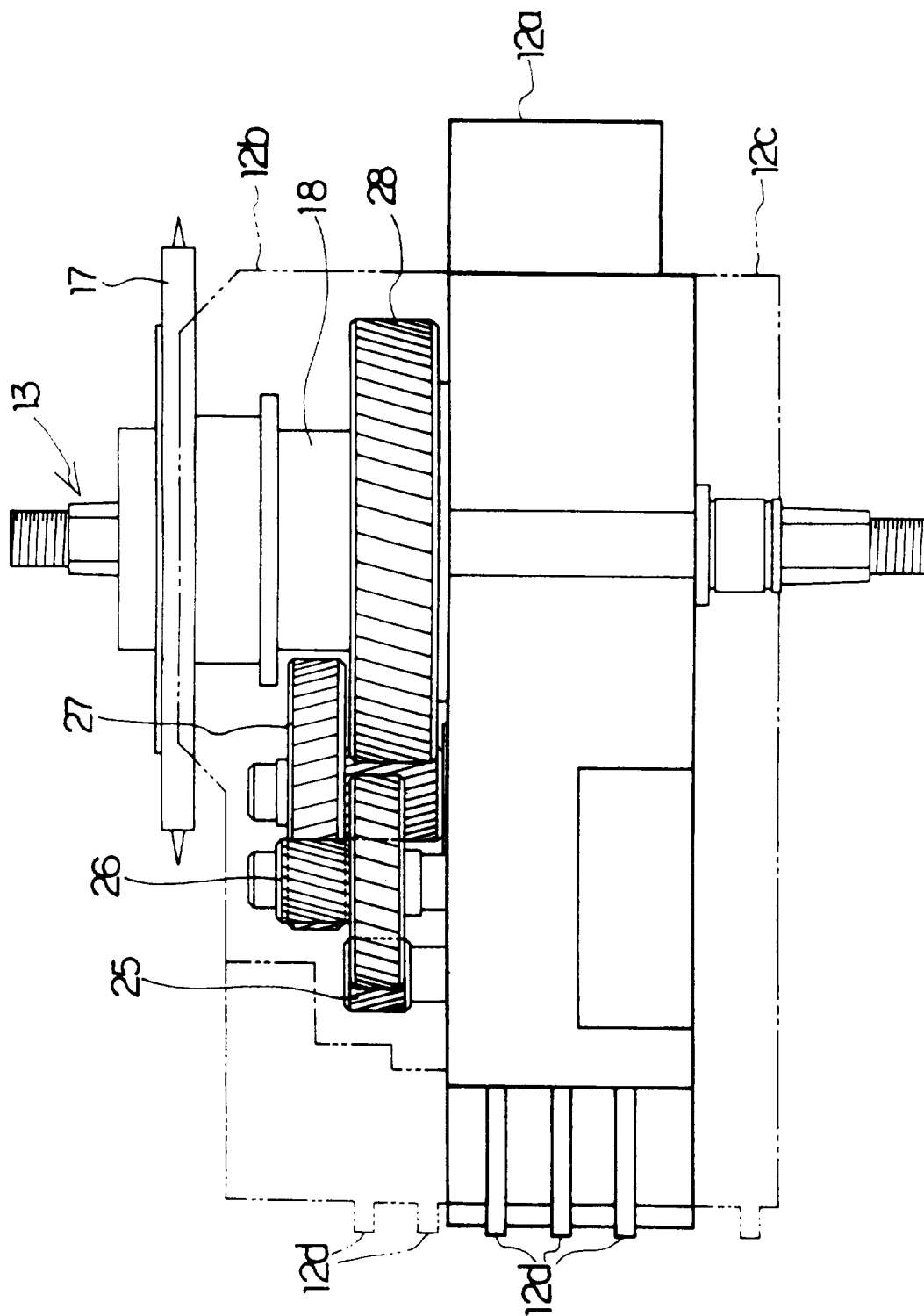
FIG.12





14/52

FIG. 14



15/52

FIG.15

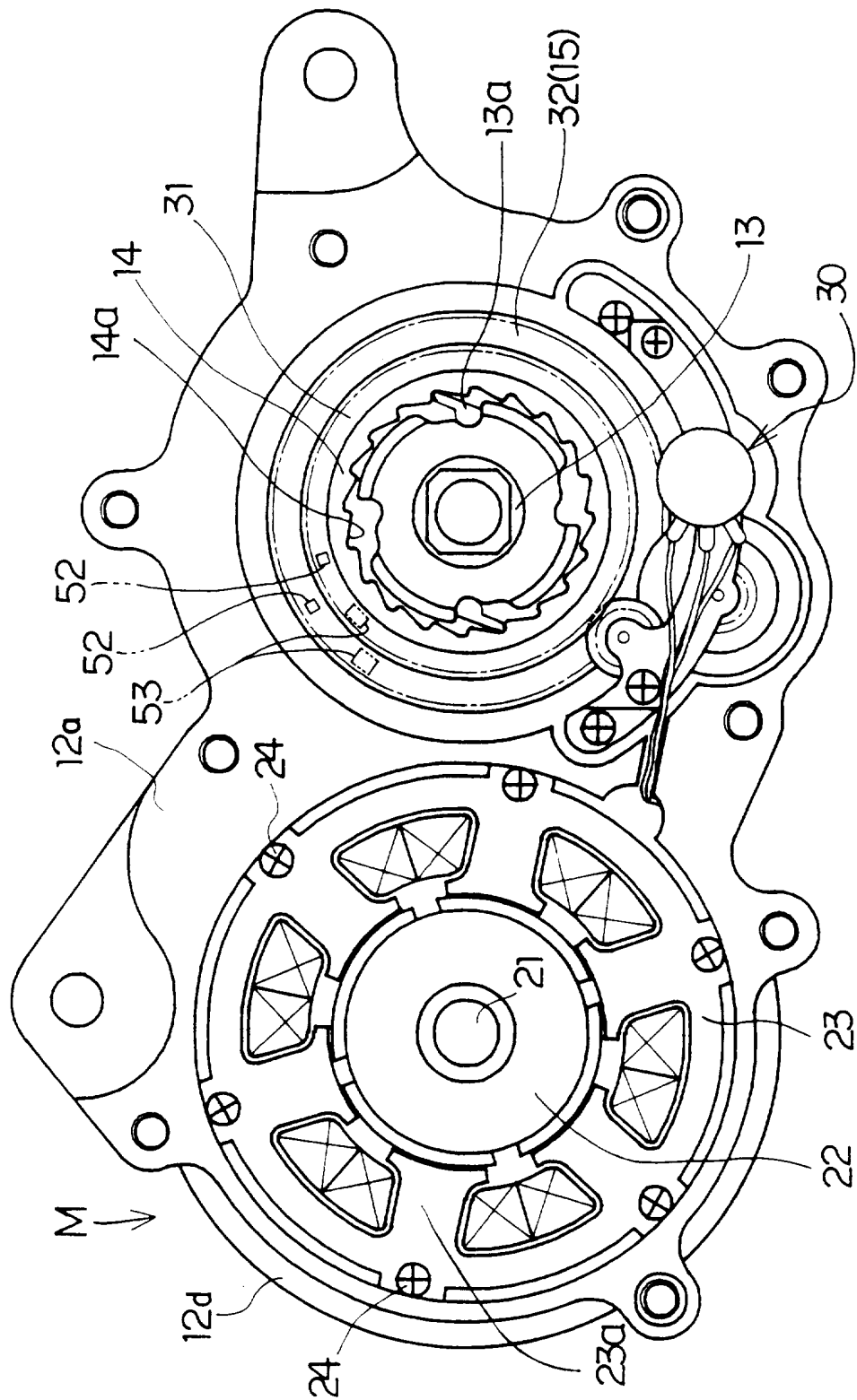


FIG.16

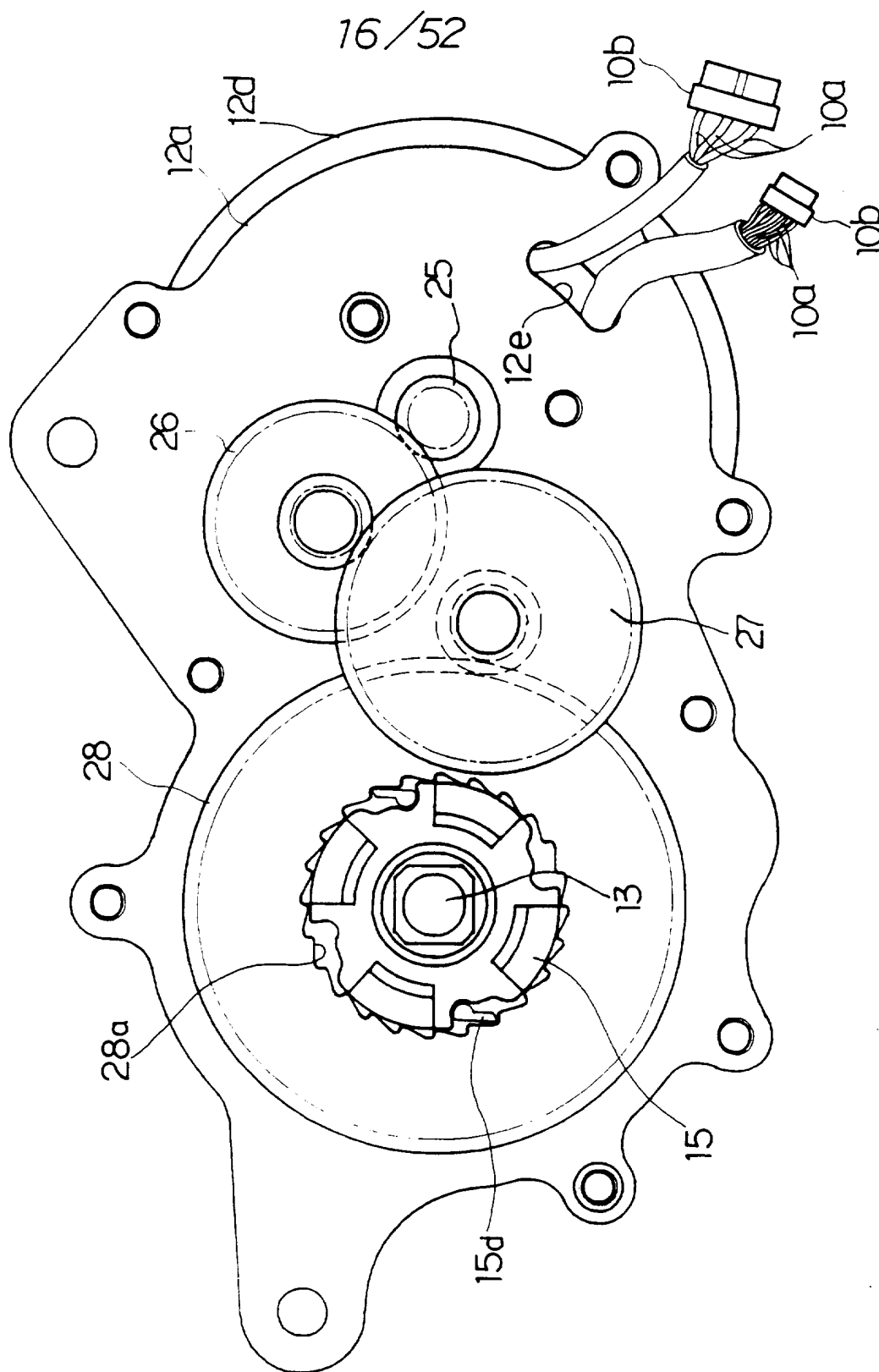


FIG.17

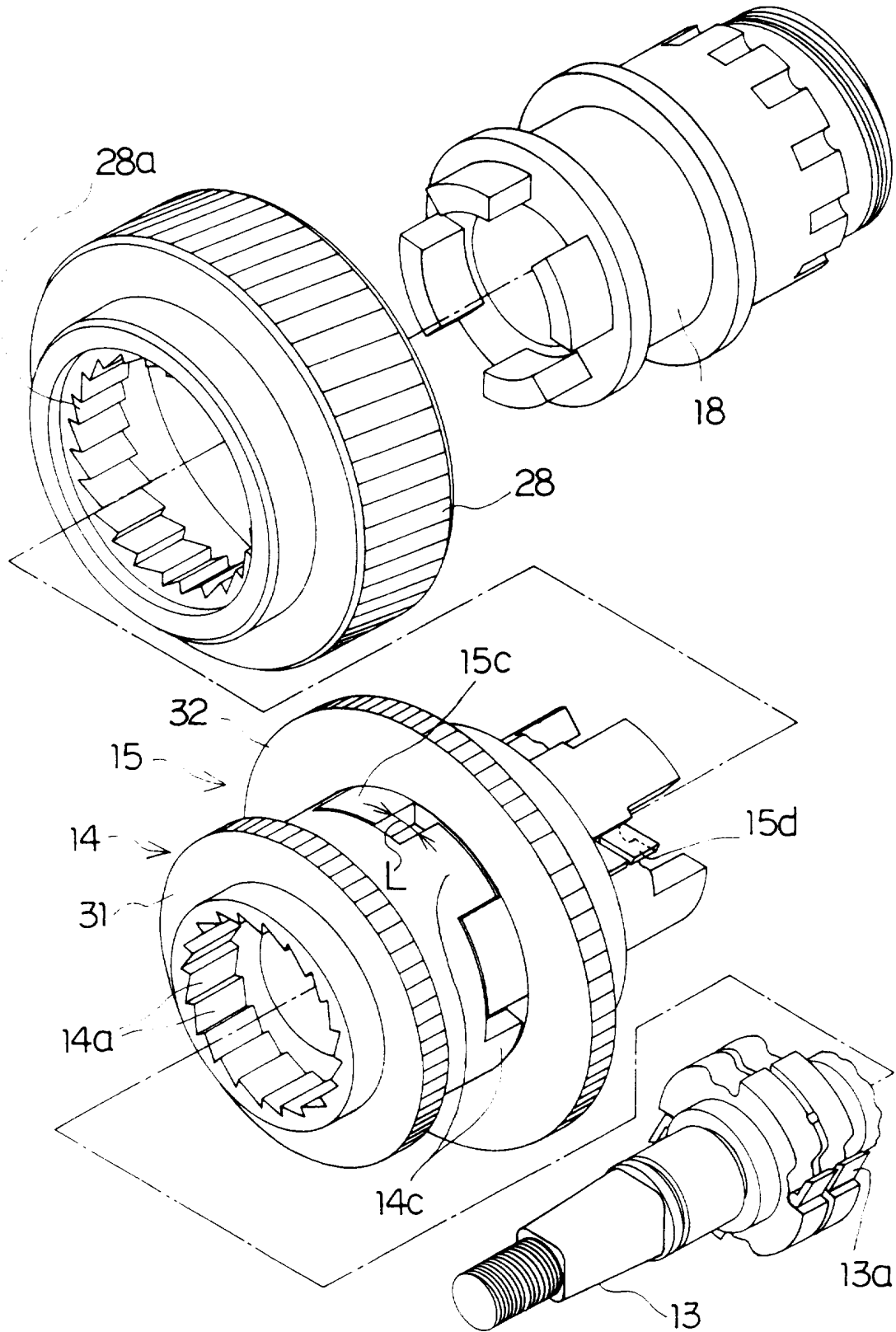




FIG.18

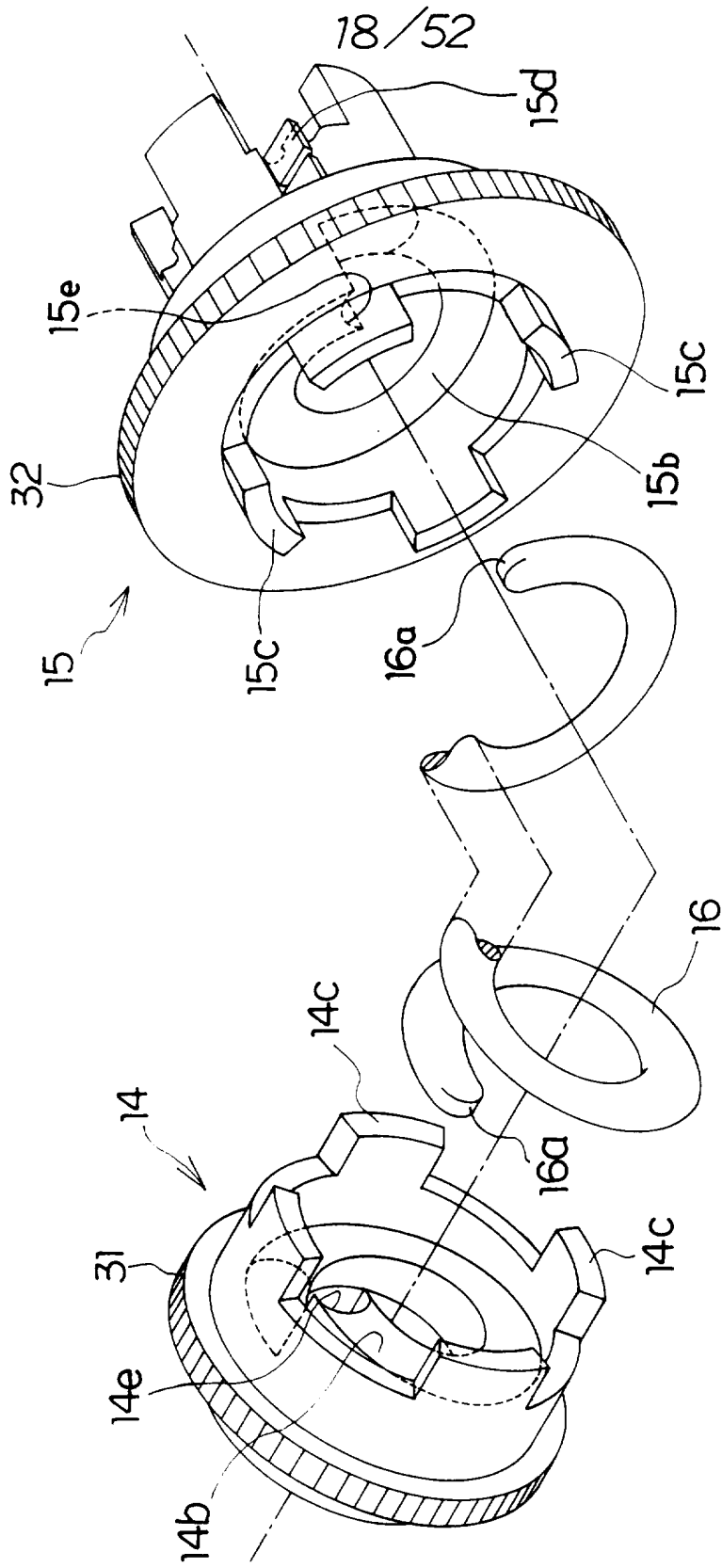


FIG.19

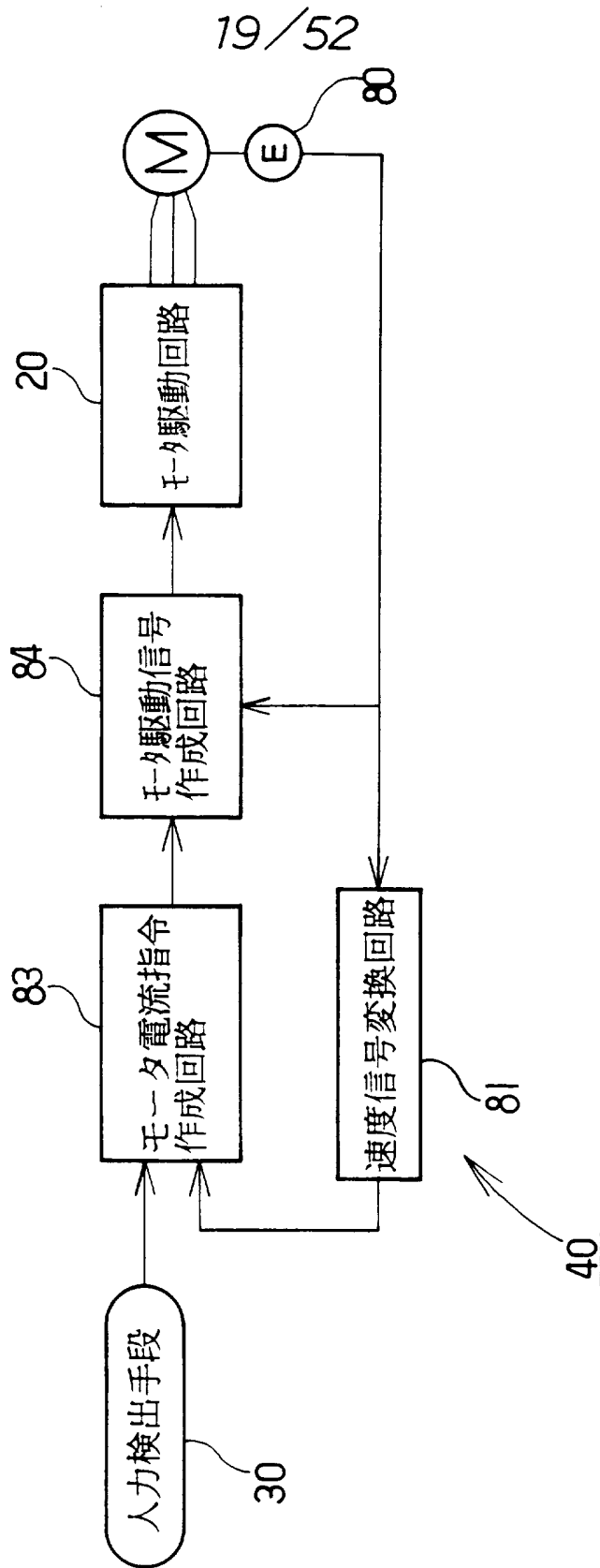


FIG. 20

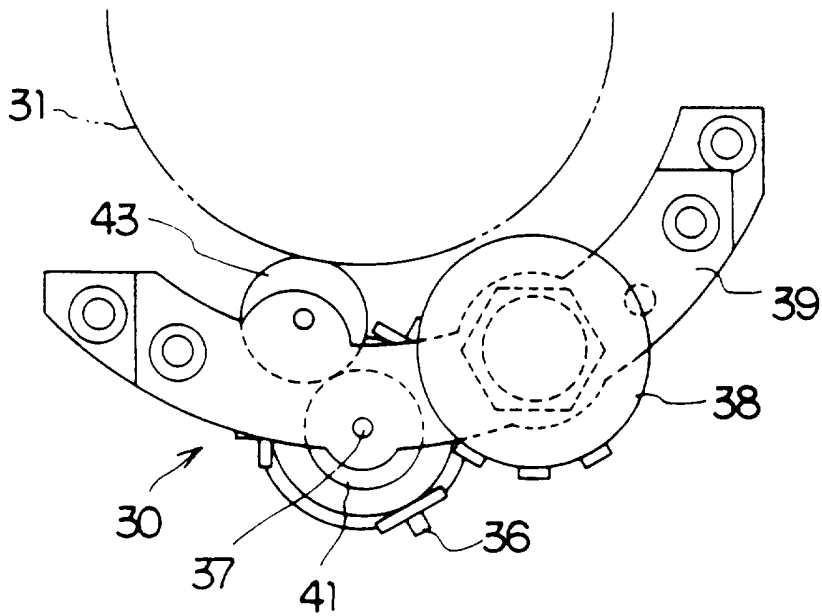


FIG. 21

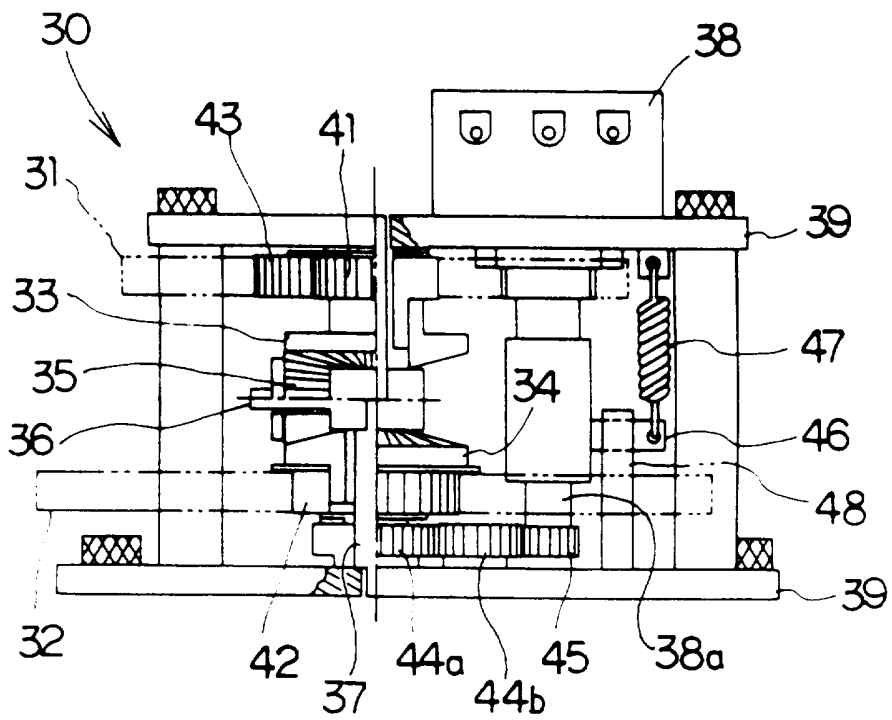


FIG. 22

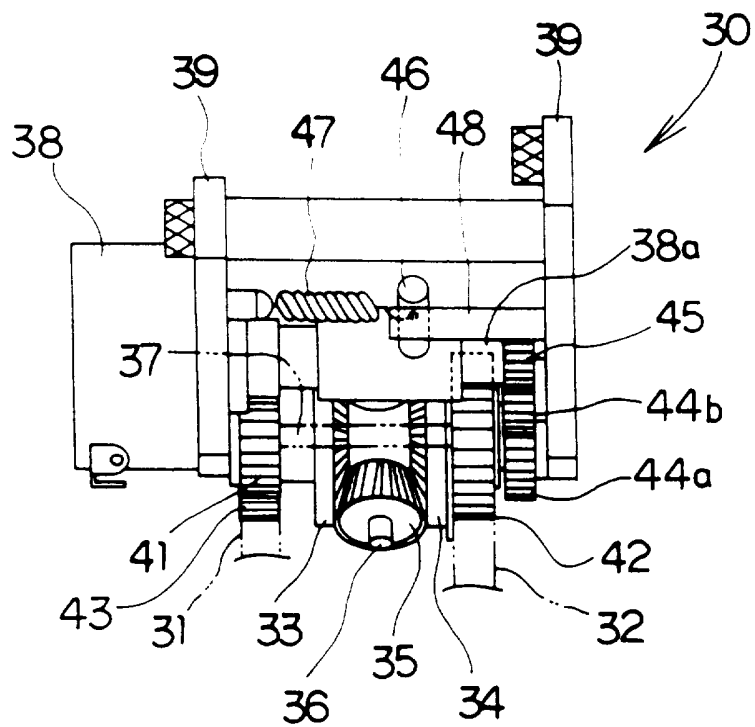
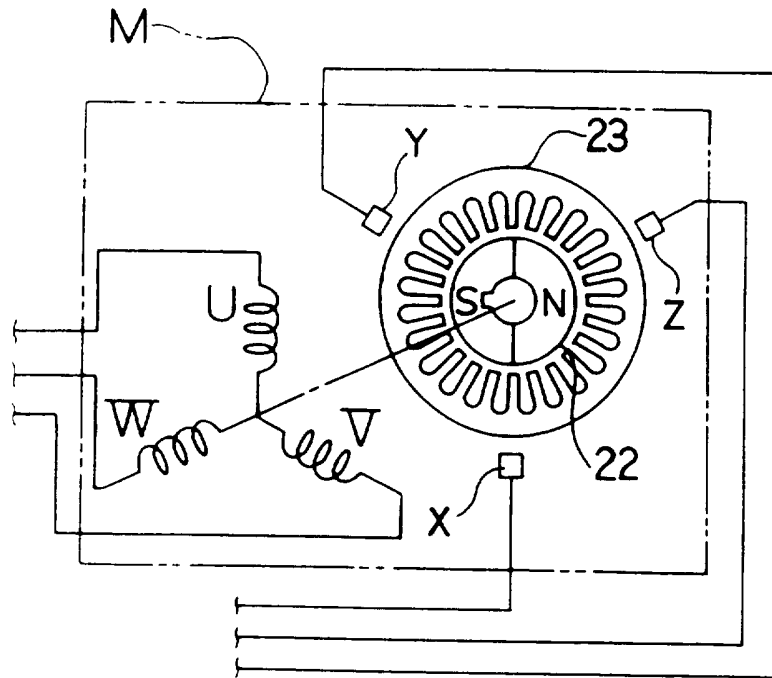
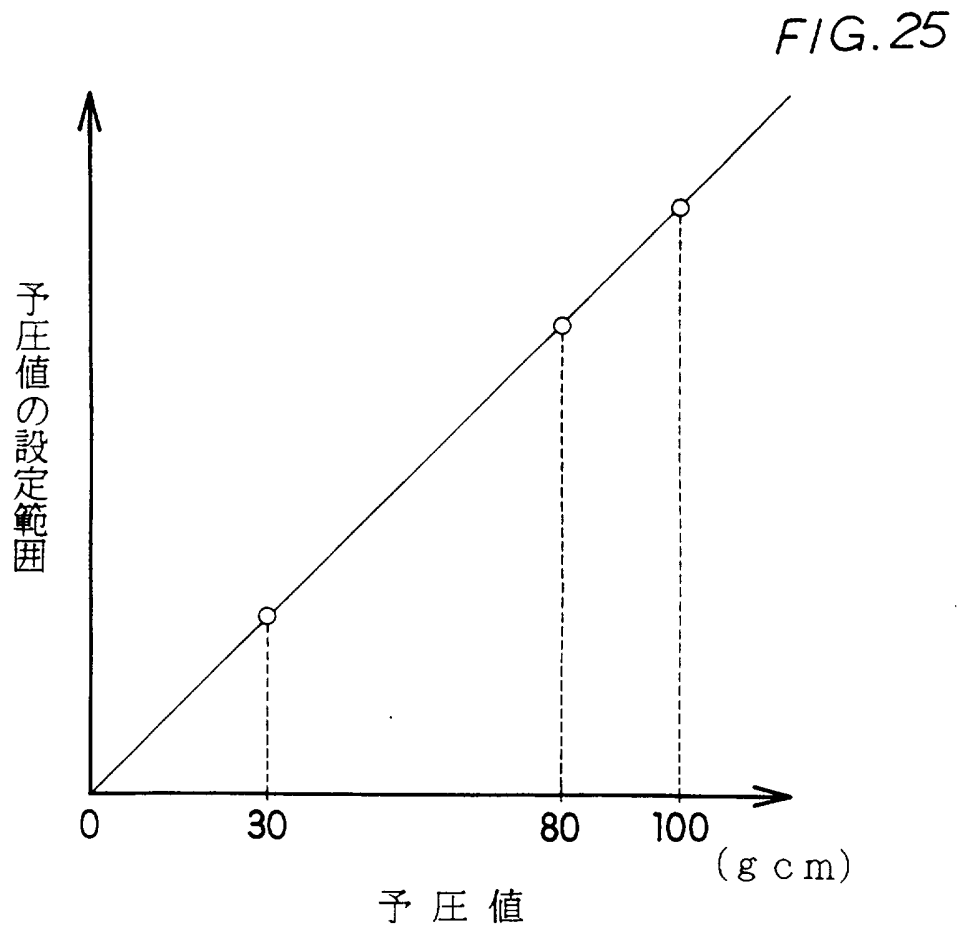
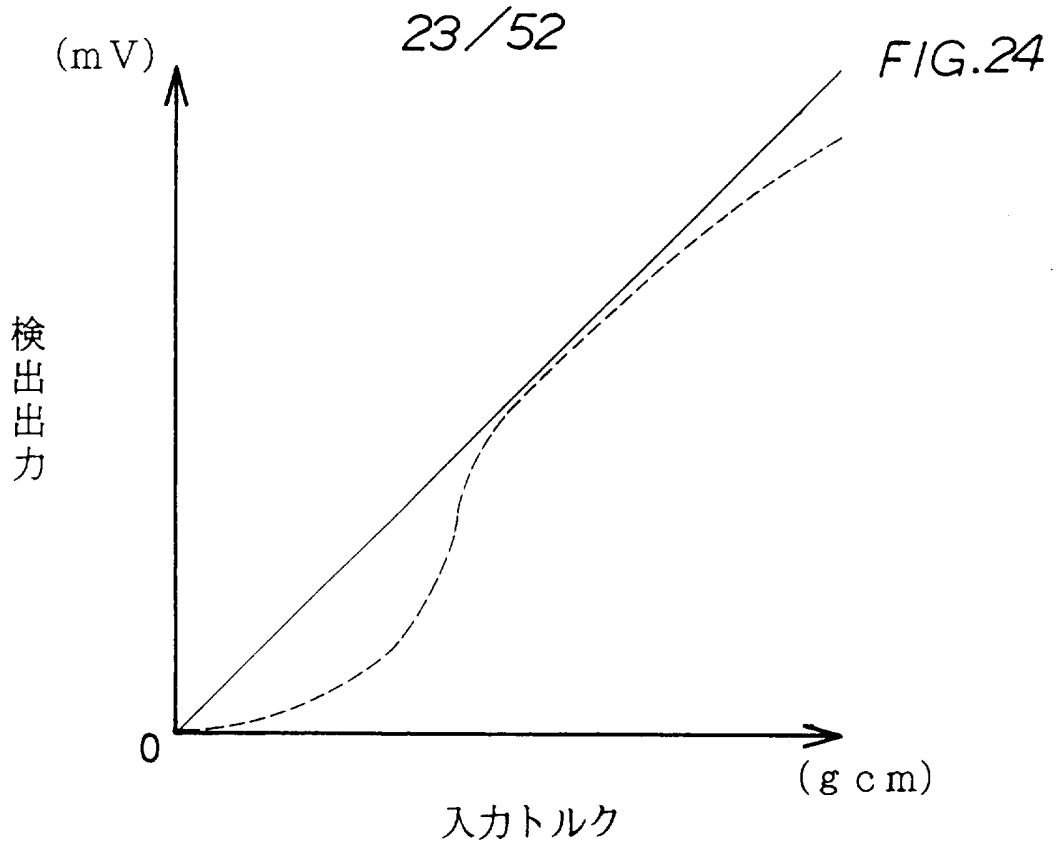


FIG. 23

22/52





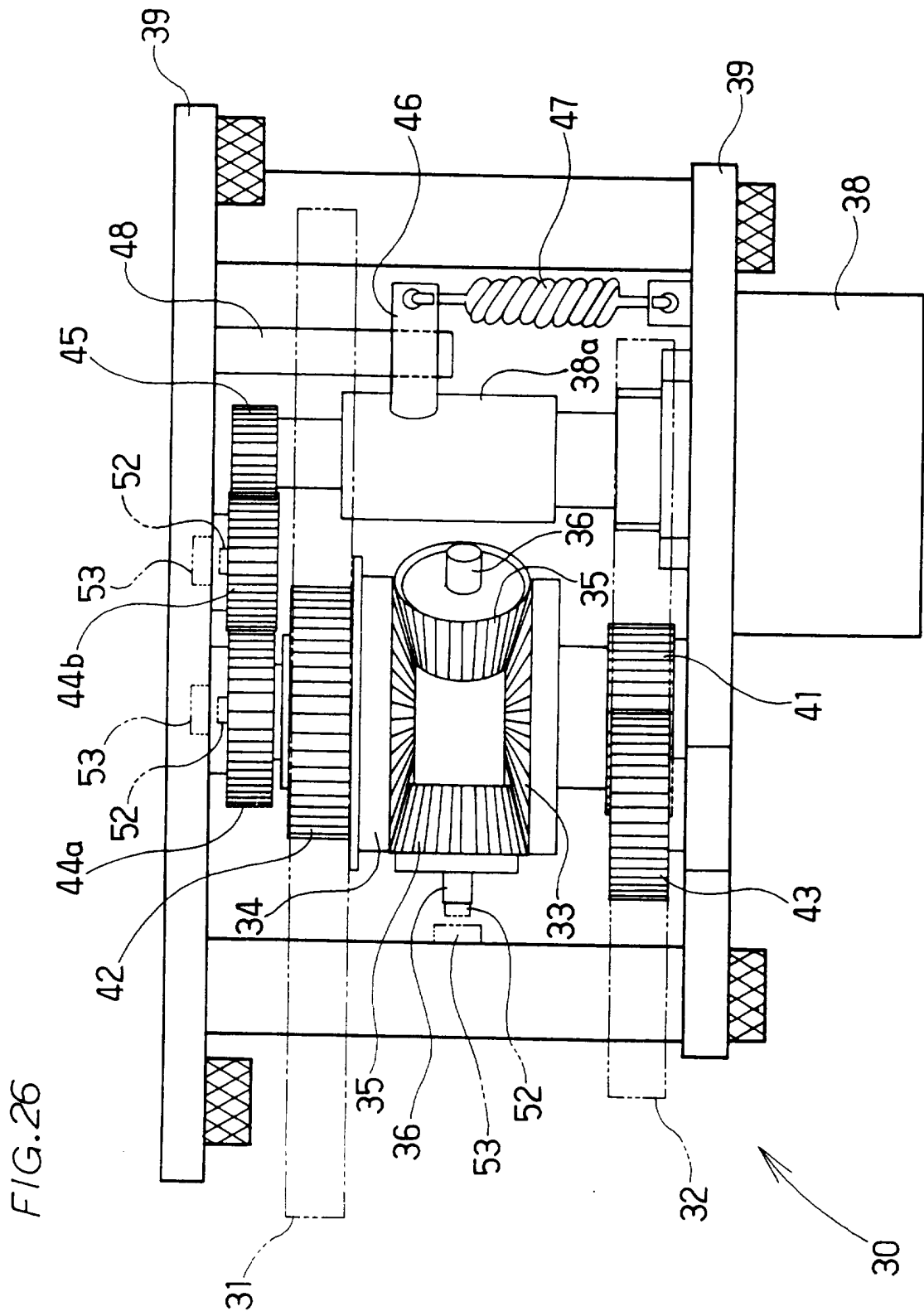
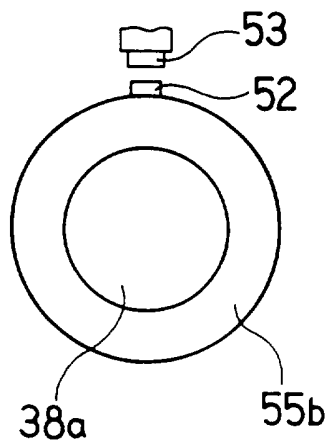
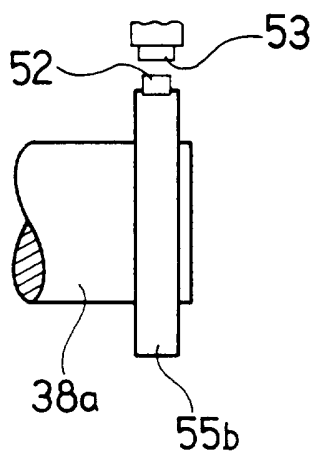


FIG.27

25/52

(a)

(b)



(c)

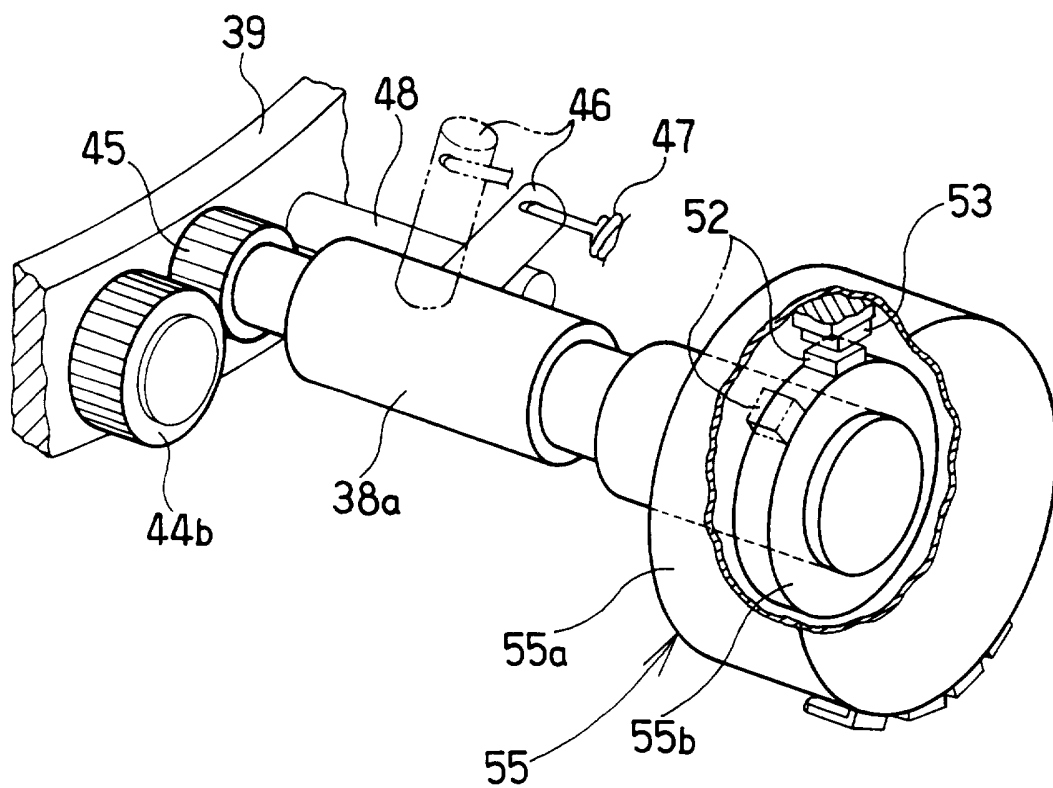




FIG.28

26/52

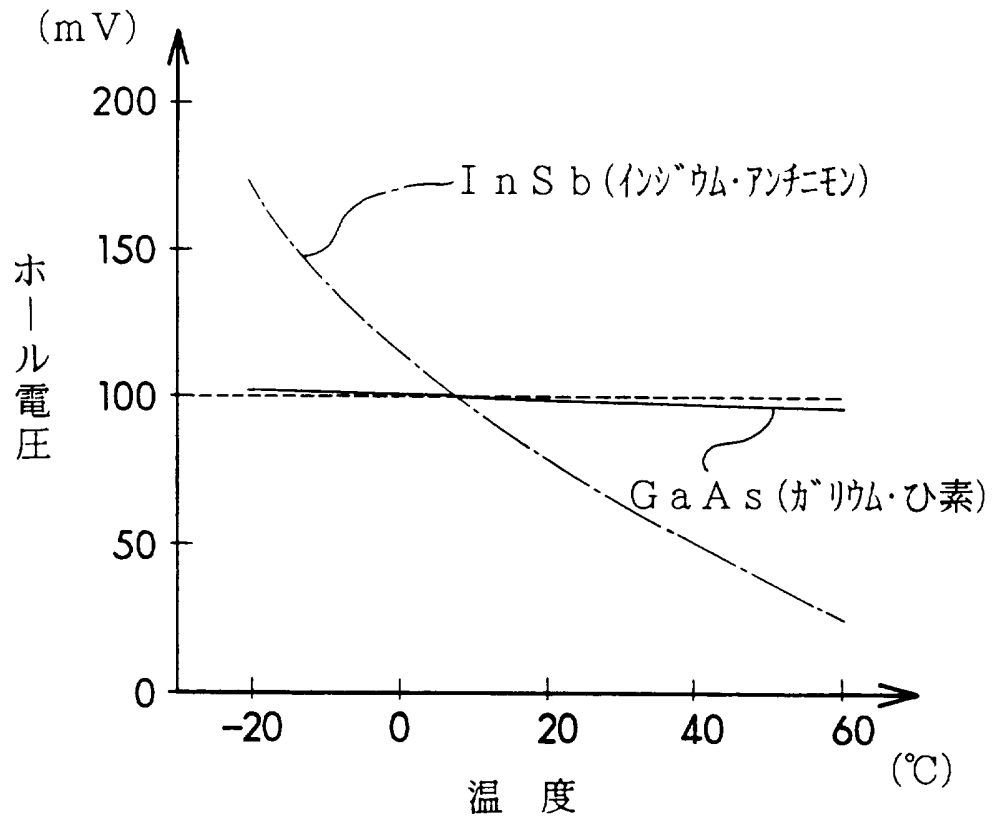
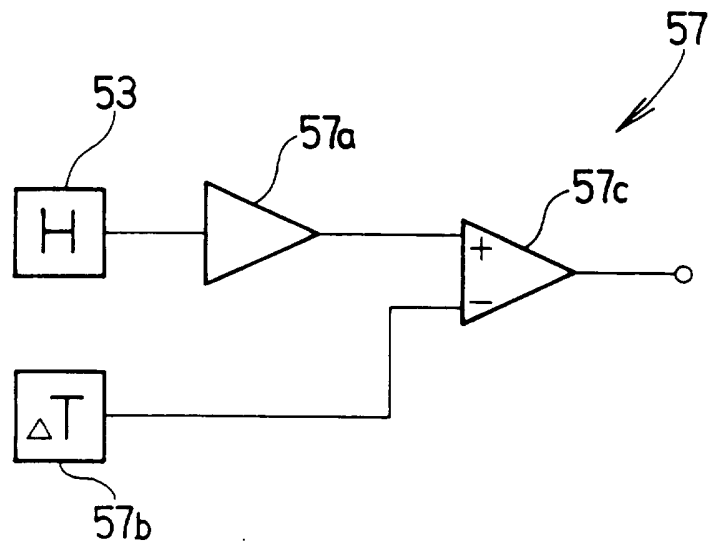


FIG.29



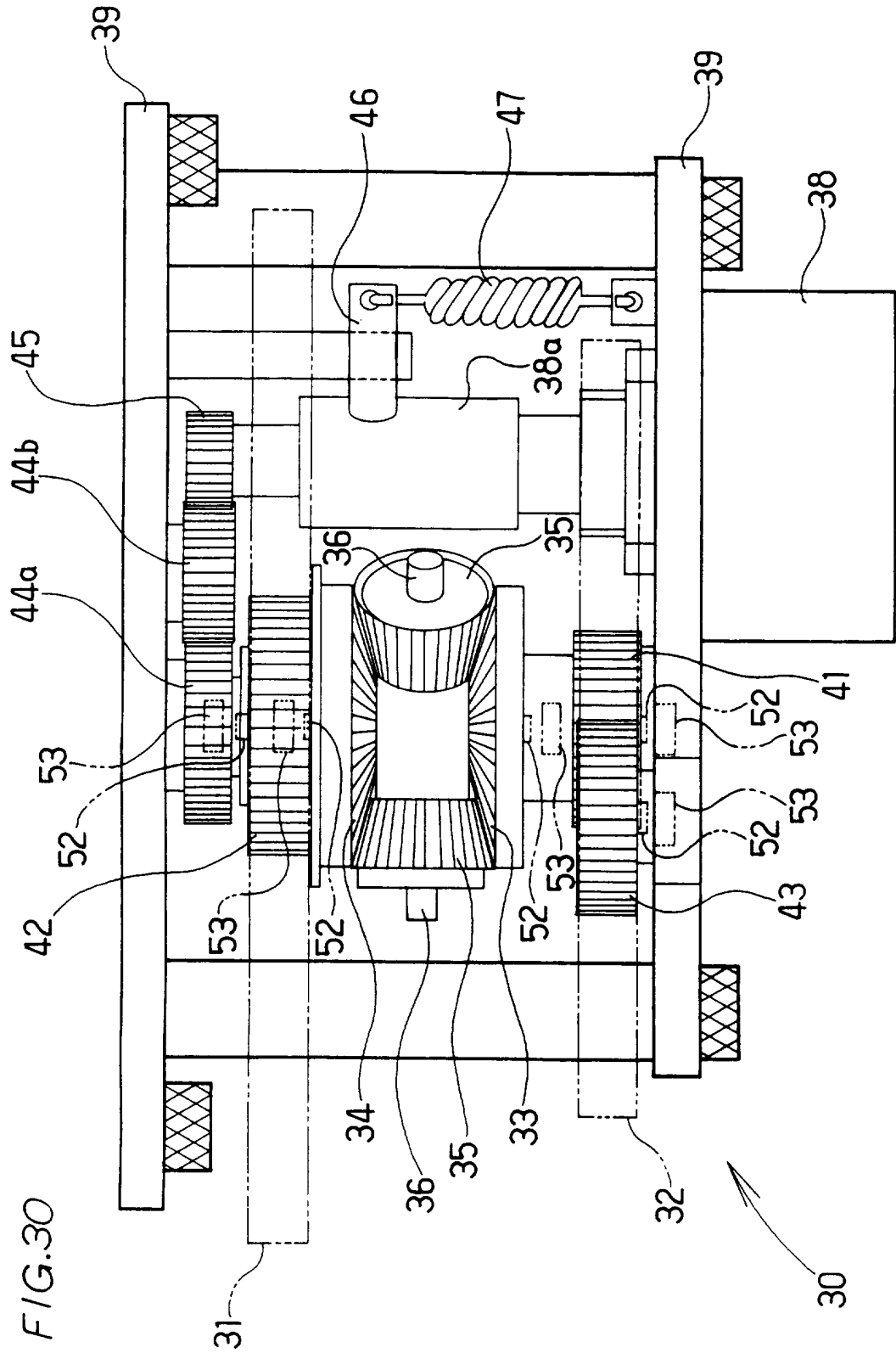
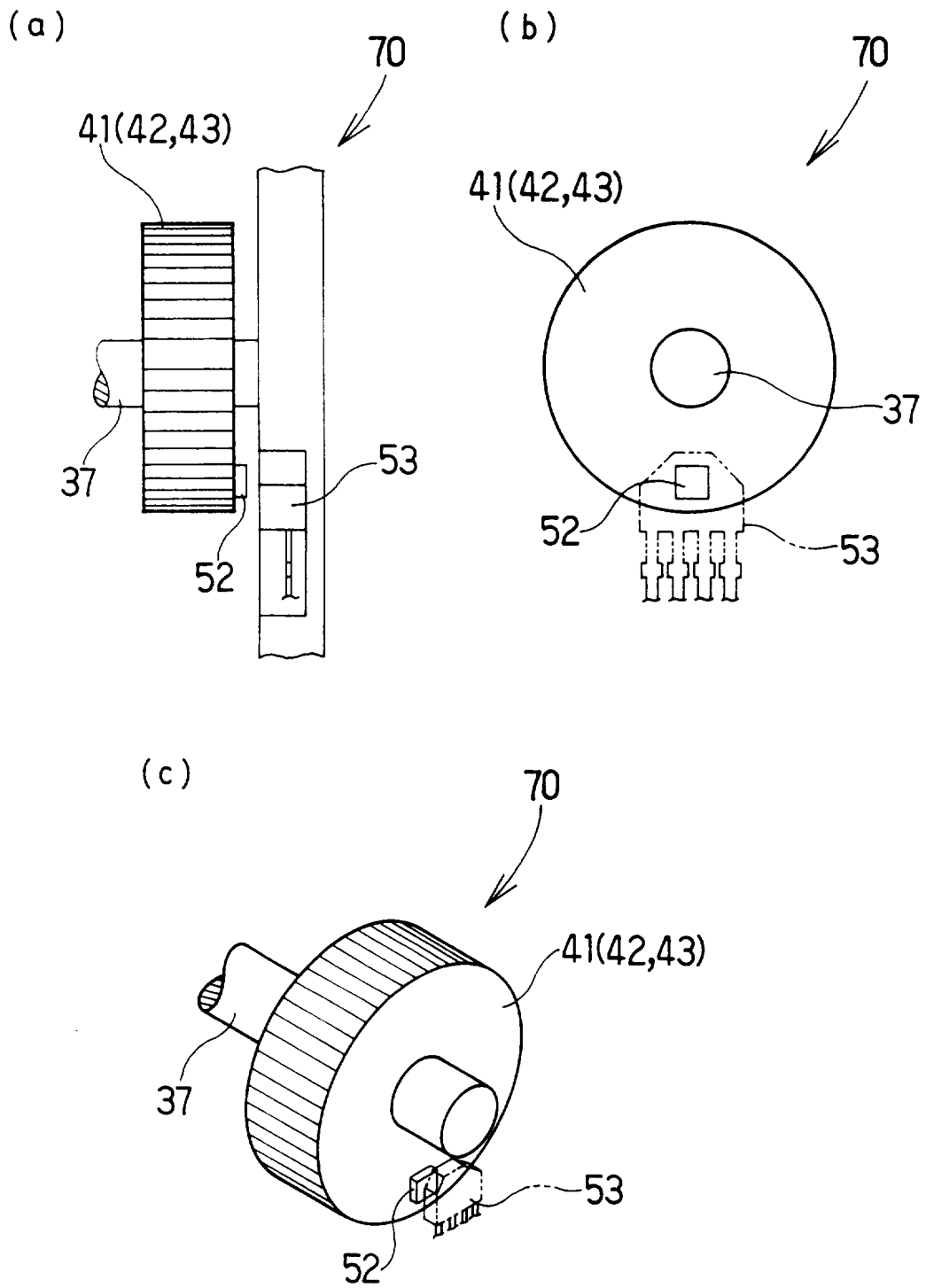
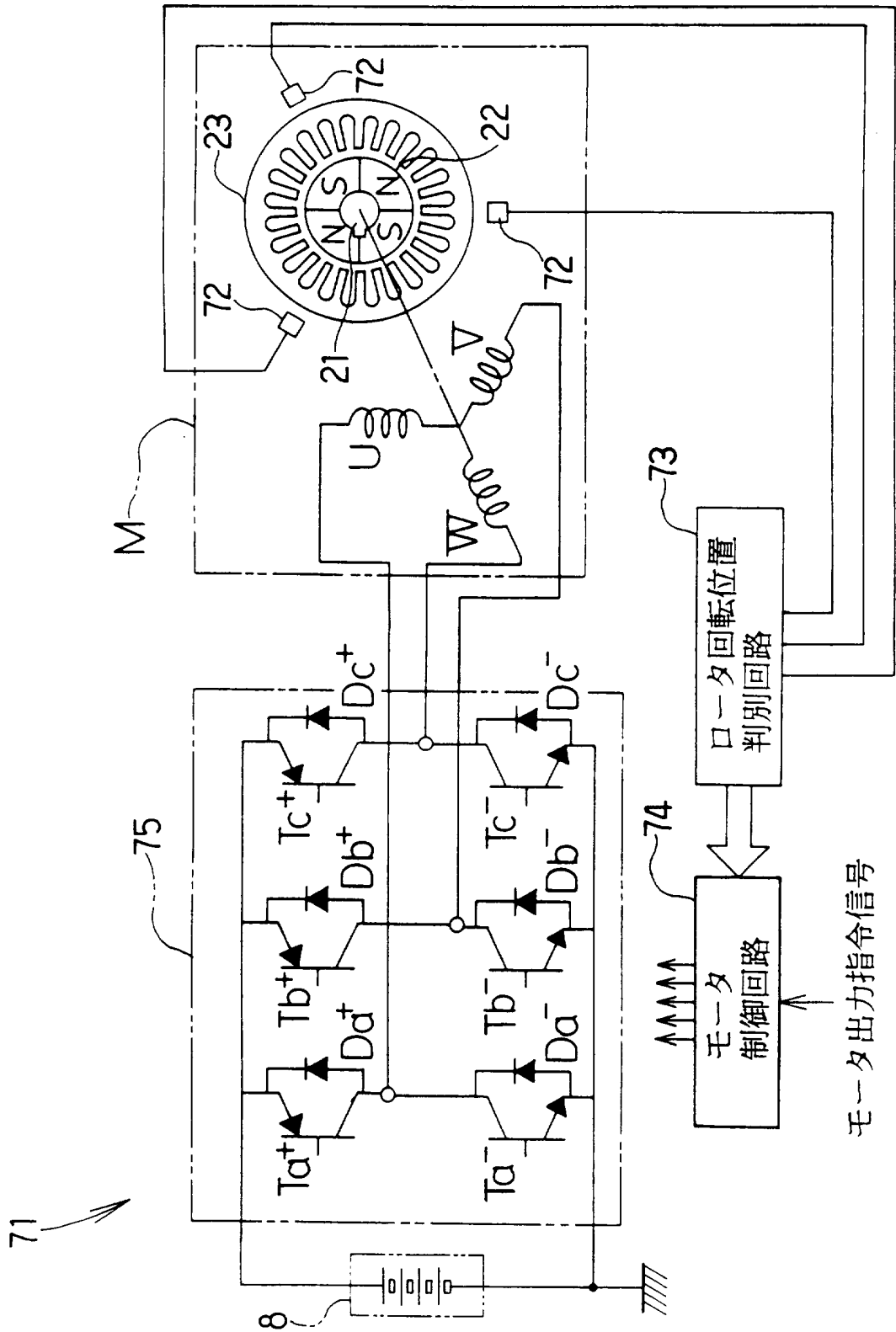


FIG.31 29/52



30/52

FIG.32



71

モータ  
制御回路

ロータ回轉位置  
判別回路

モータ出力指令信号

31/52

FIG. 33

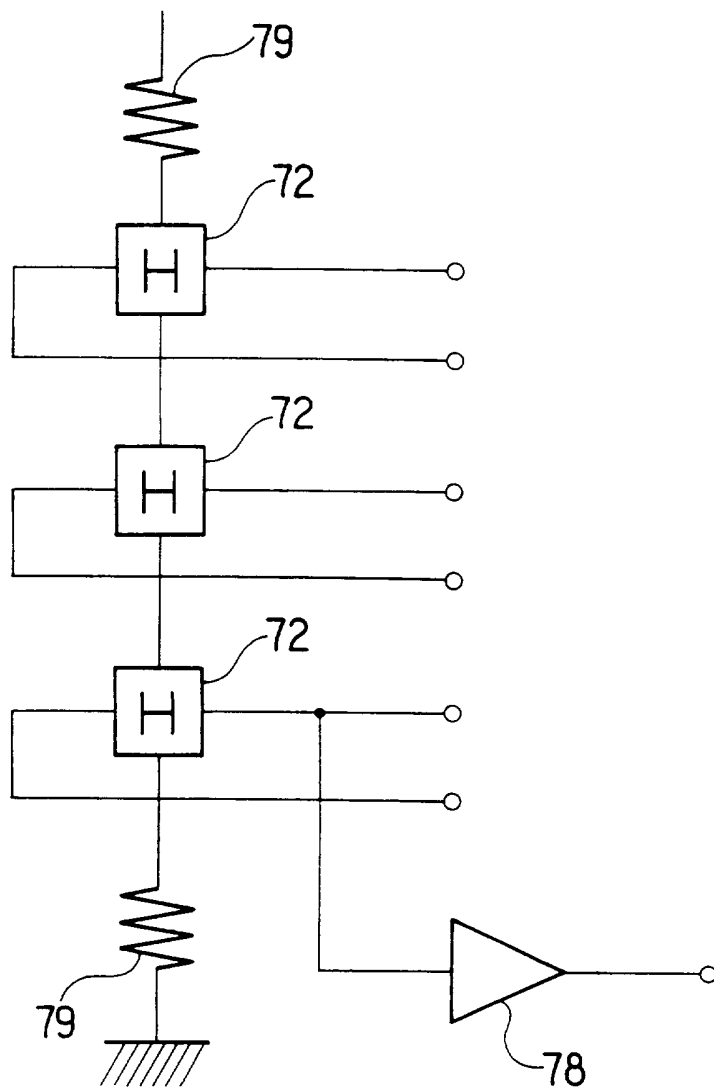
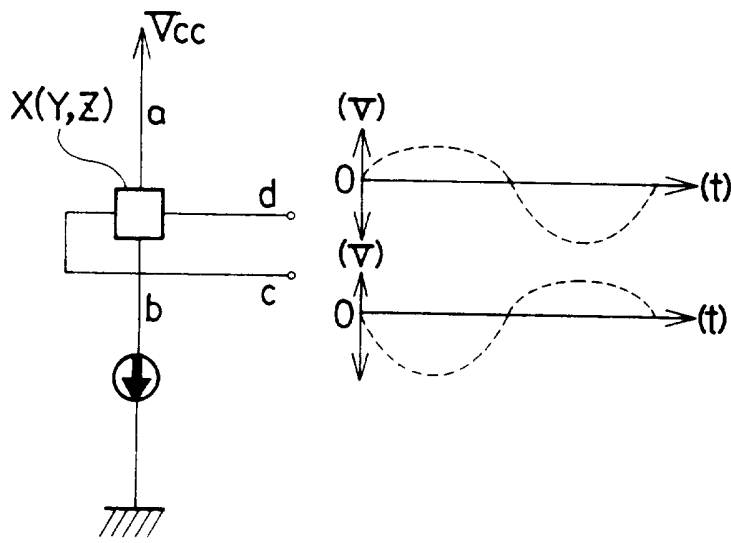


FIG.34

(1)



(2)

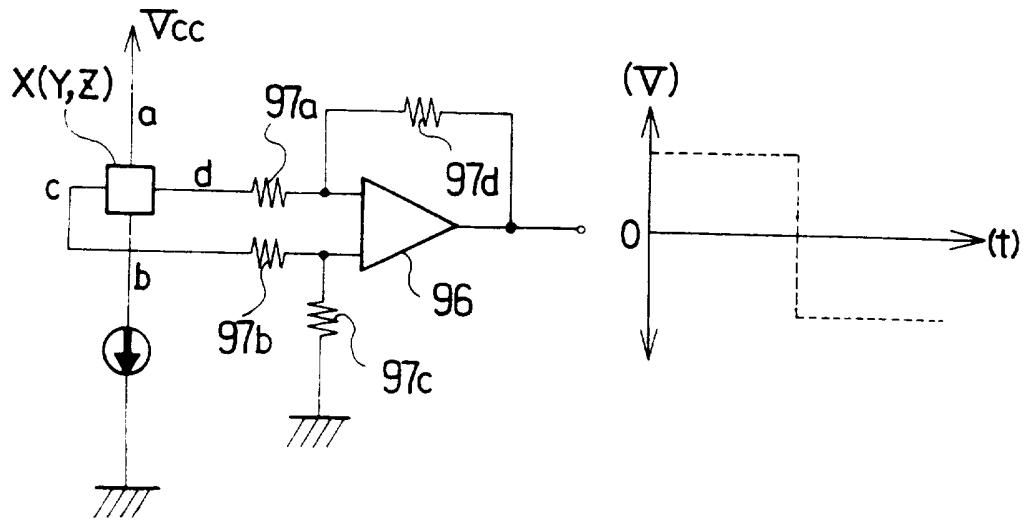


FIG.35

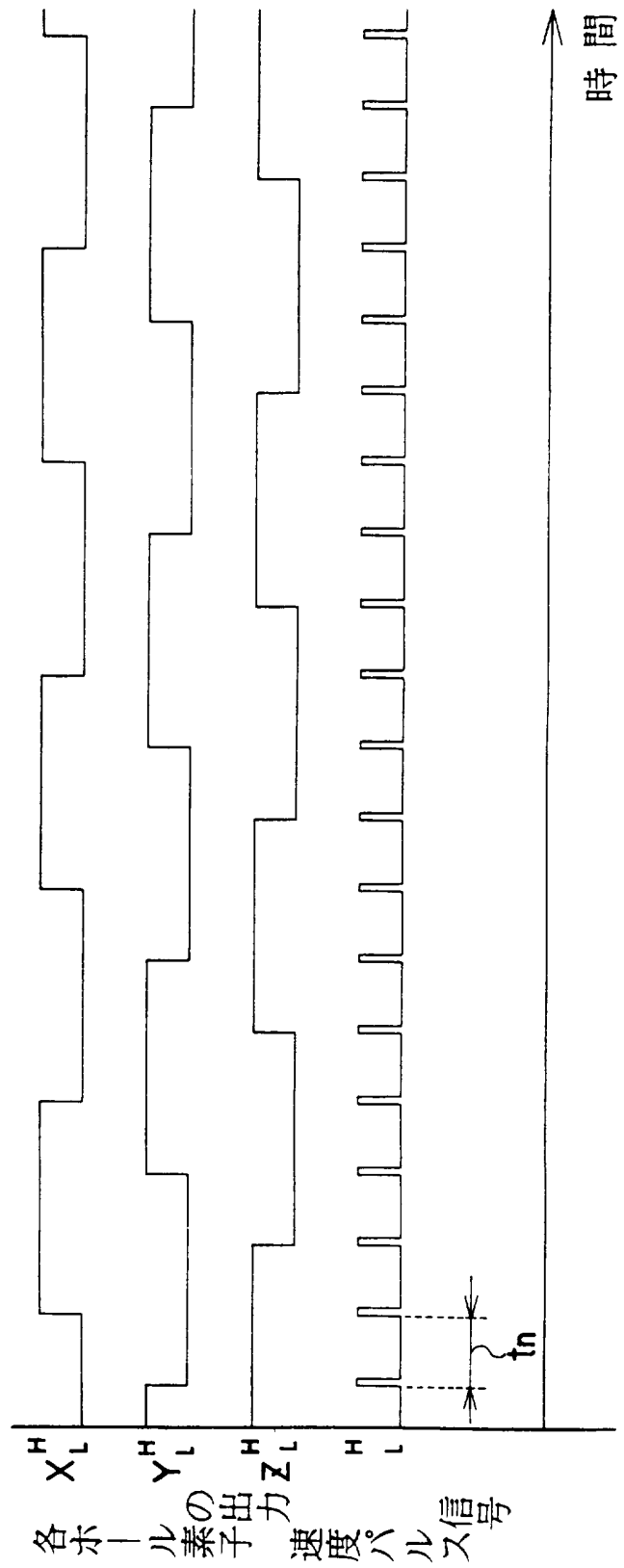




FIG.36

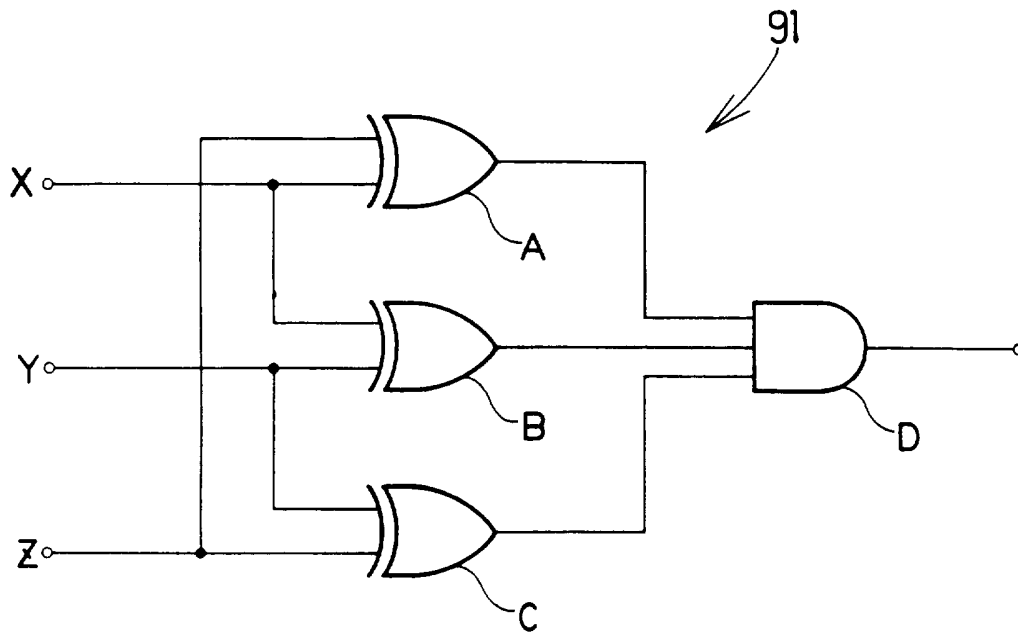
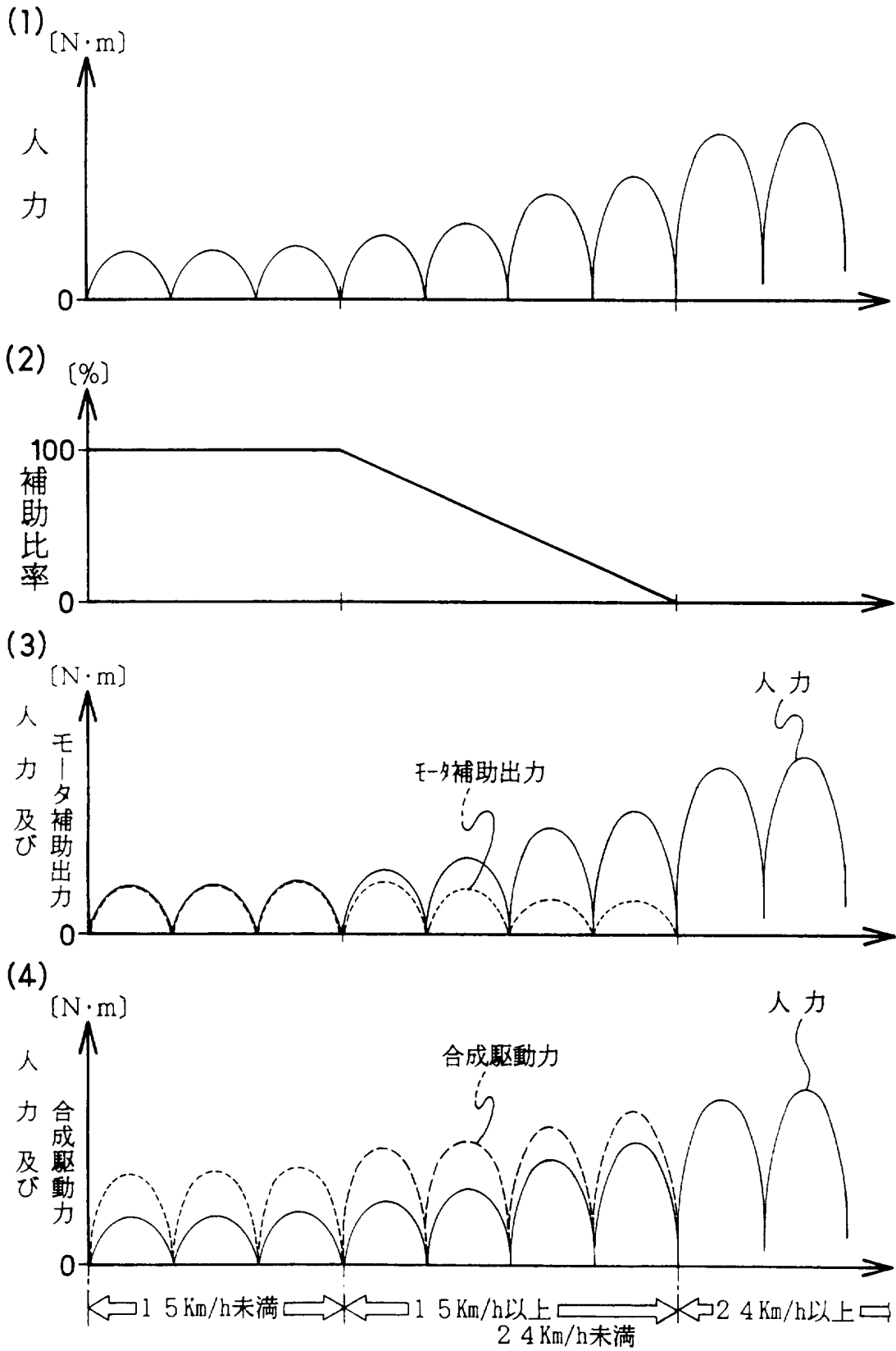


FIG.37

各ホール素子の出力	X	L	L → H	H	H	H → L	L
	Y	H → L	L	L	L → H	H	H
	Z	H	H	H → L	L	L	L → H
各オア論理素子の入出力	A	H )D H L	H )D H L → H L	H → L L )D ↓ H H	L )D H H	L )D H H → L L	L → H L )D ↓ L H
	B	L )D H H → L L	L → H L )D ↓ L H	H )D H L	H )D H L → H L	H → L L )D ↓ H H	L )D H H
	C	H → L L )D ↓ H H	H )D H L	L )D H H → L L	L → H L )D ↓ L H	H )D H L	H )D H L → H L



37/52

FIG.39

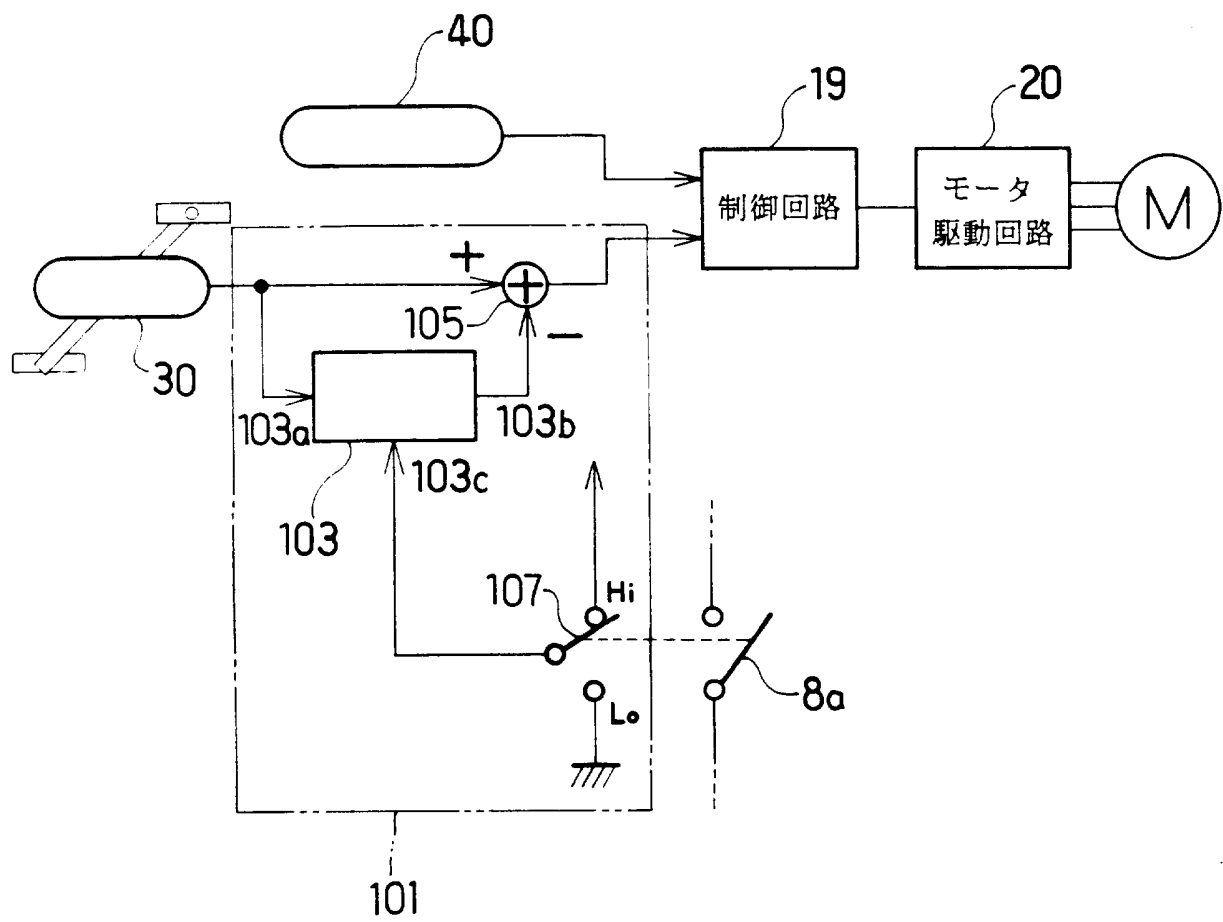


FIG.40

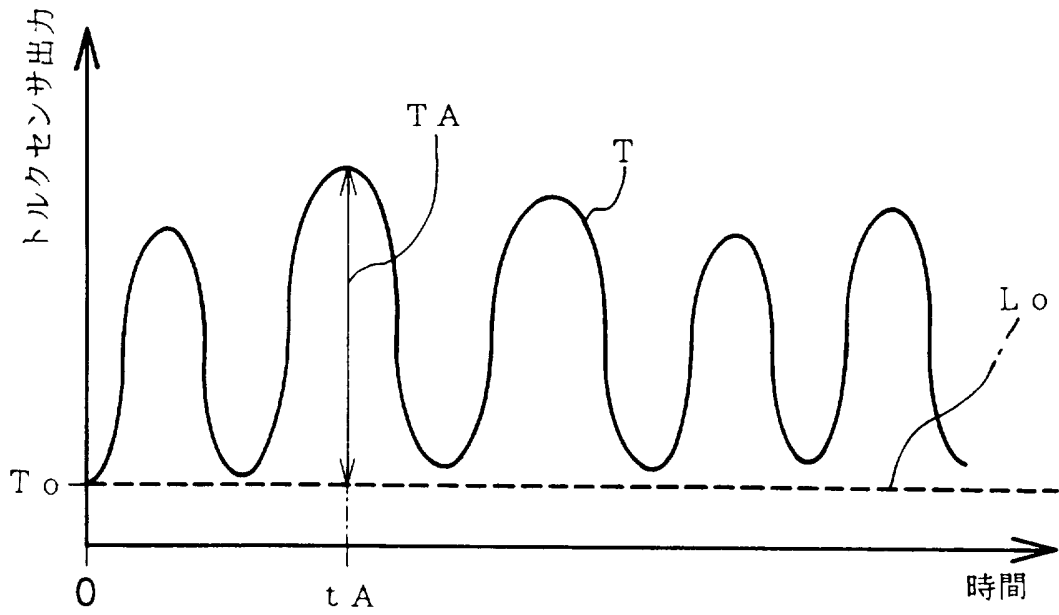


FIG.41

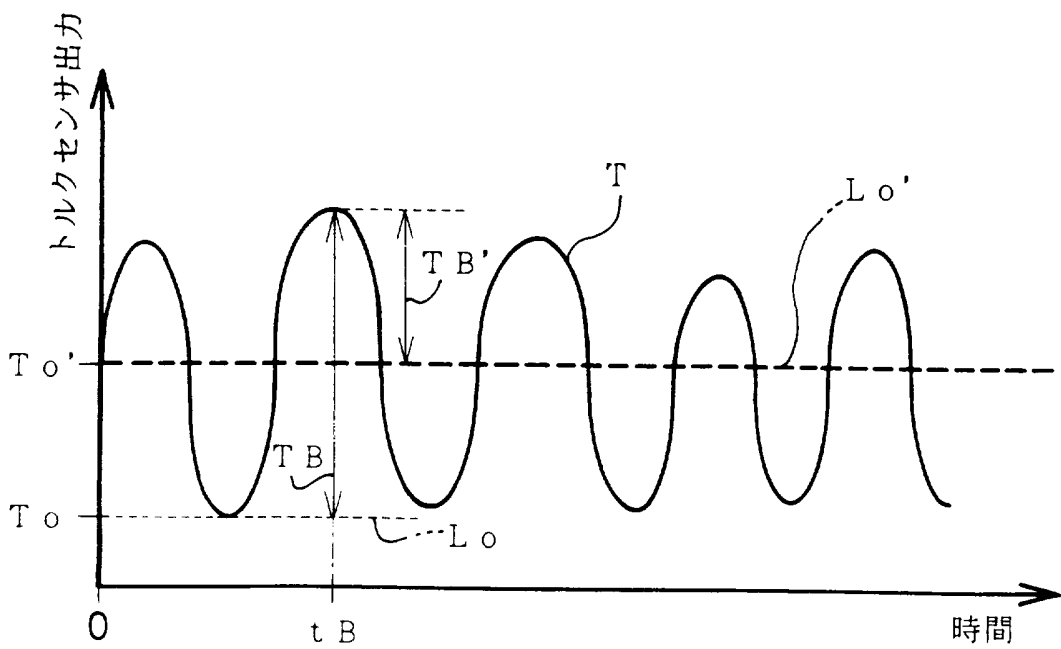
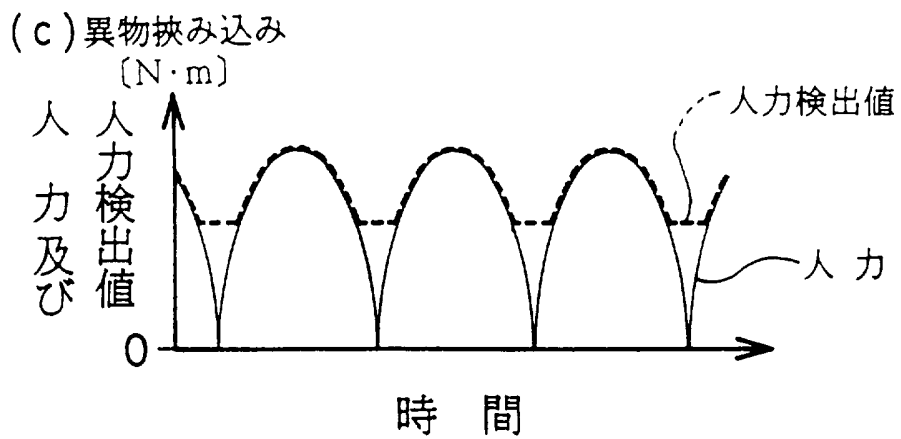
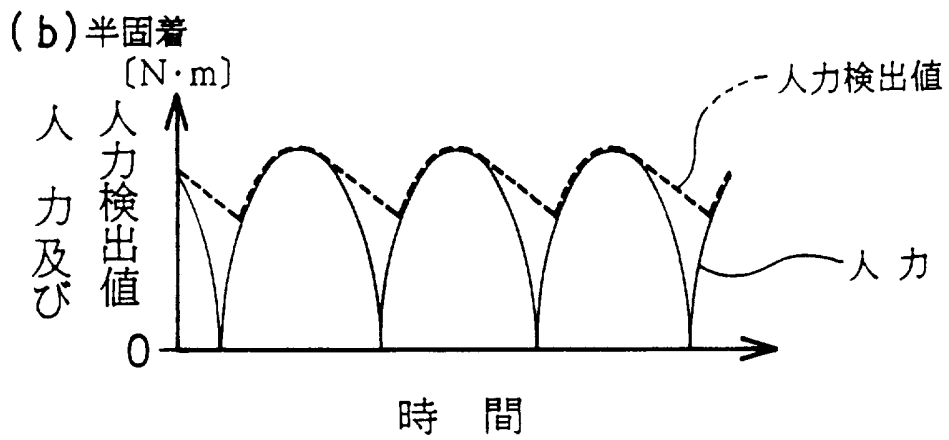
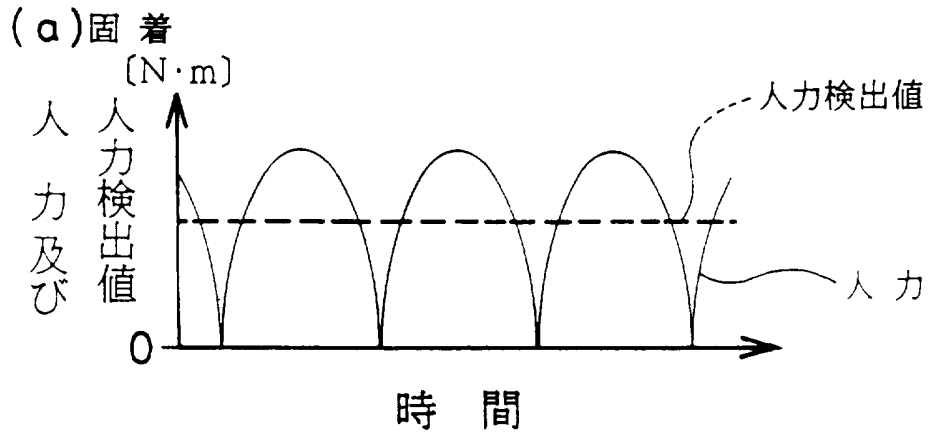
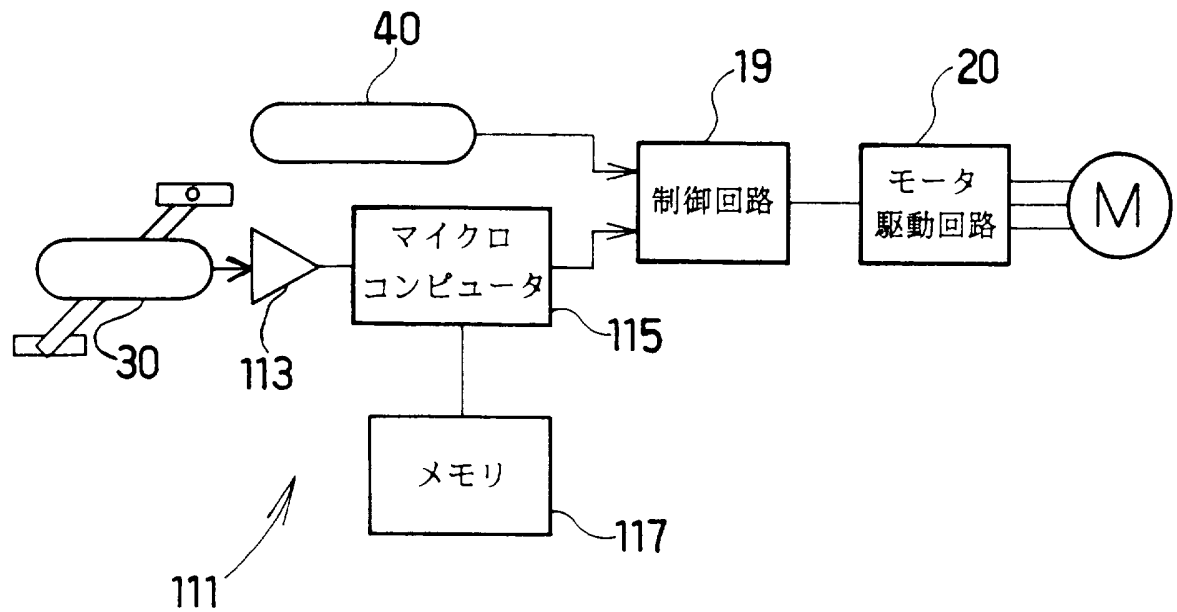


FIG. 42



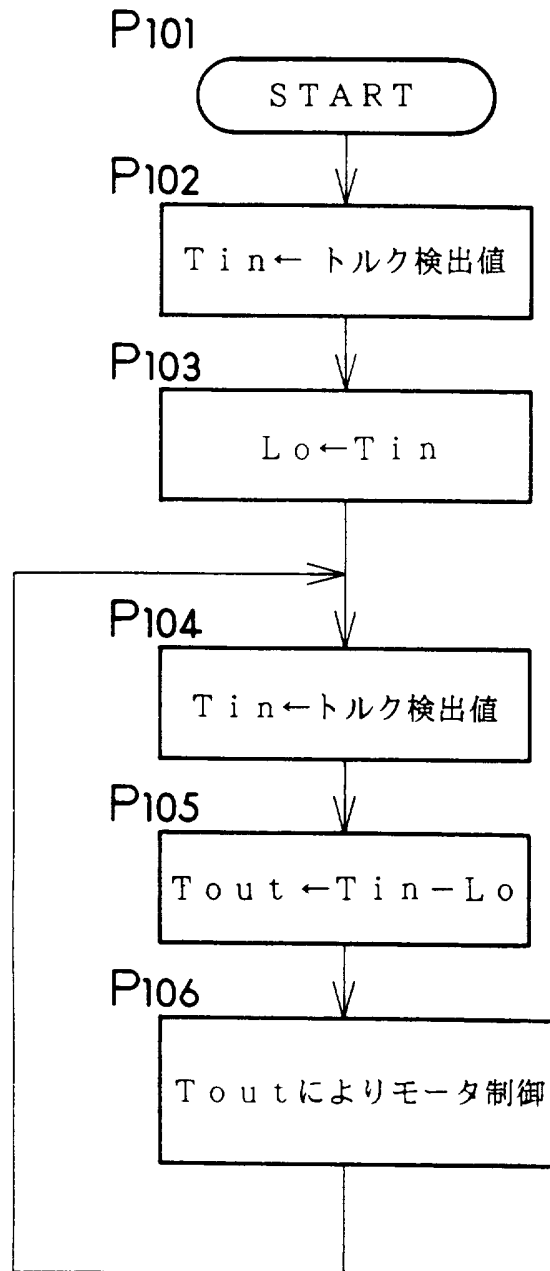
40/52

FIG. 43



41/52

FIG. 44





42/52

FIG. 45

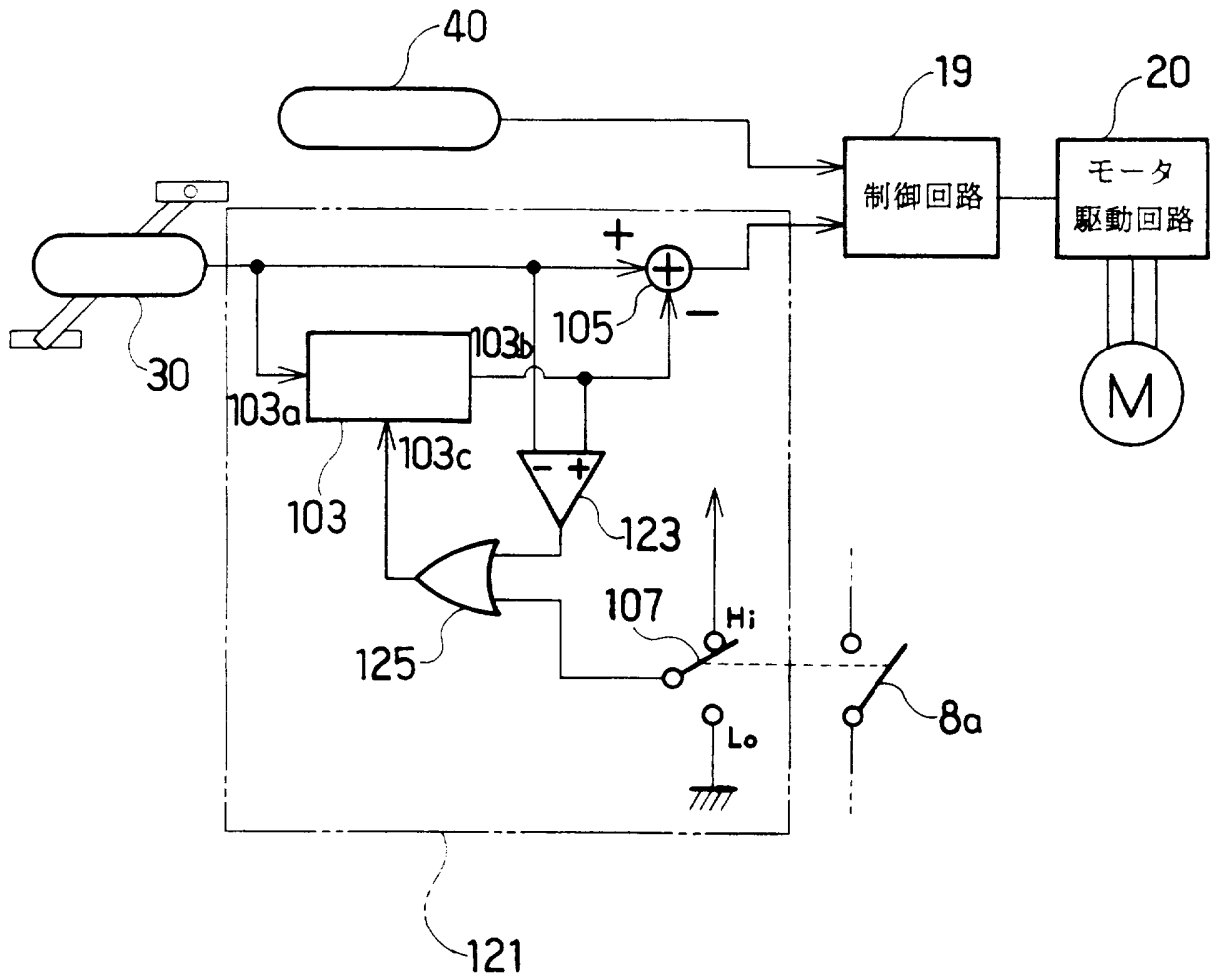


FIG.46

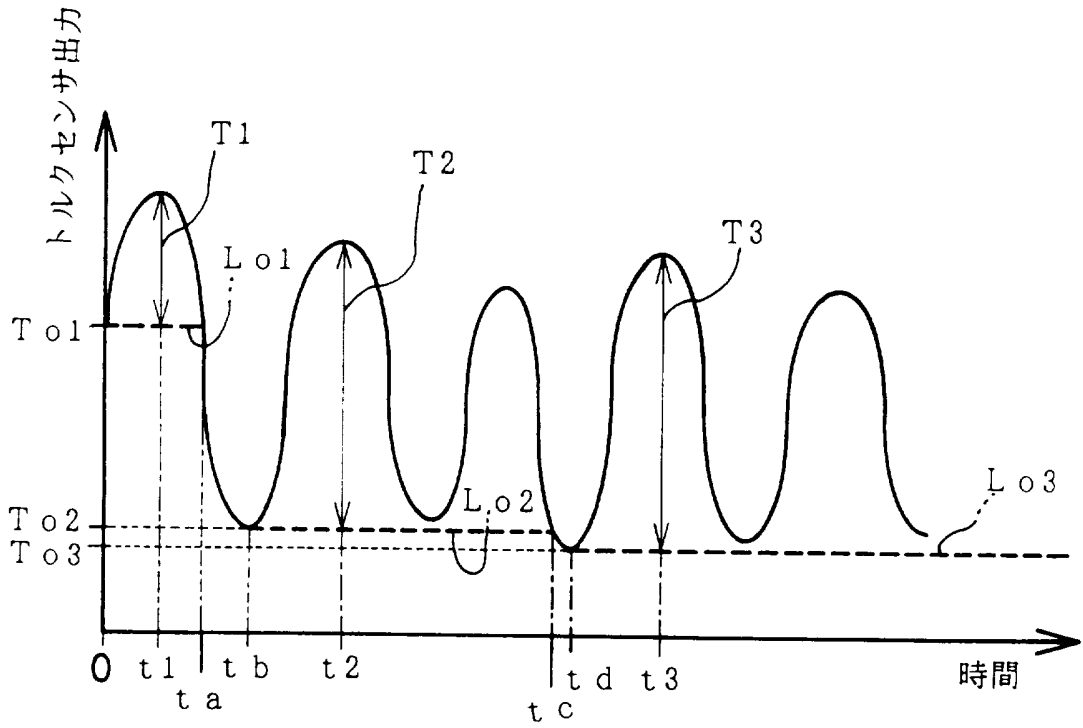
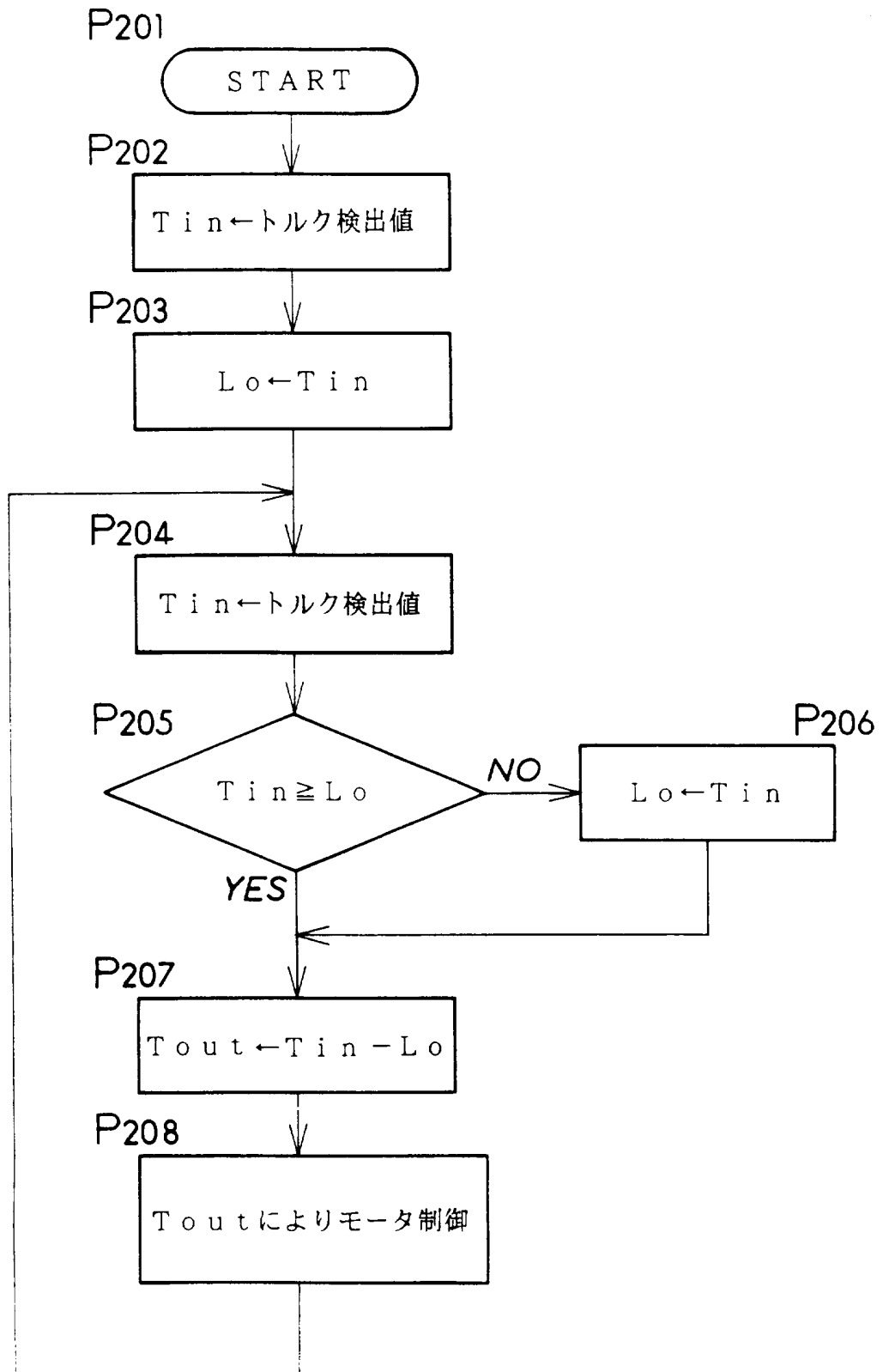


FIG.47



45 / 52

FIG.48

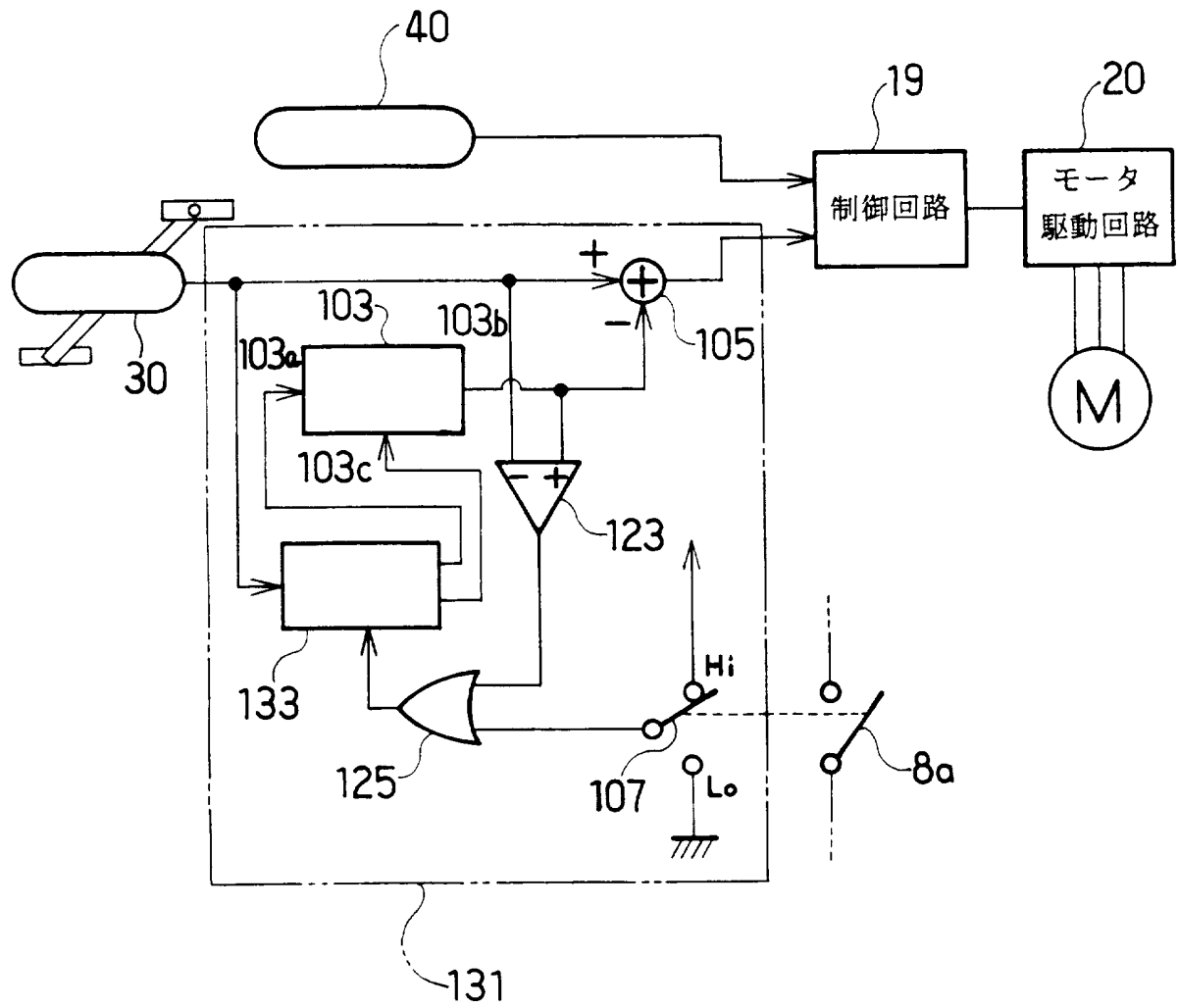


FIG.49

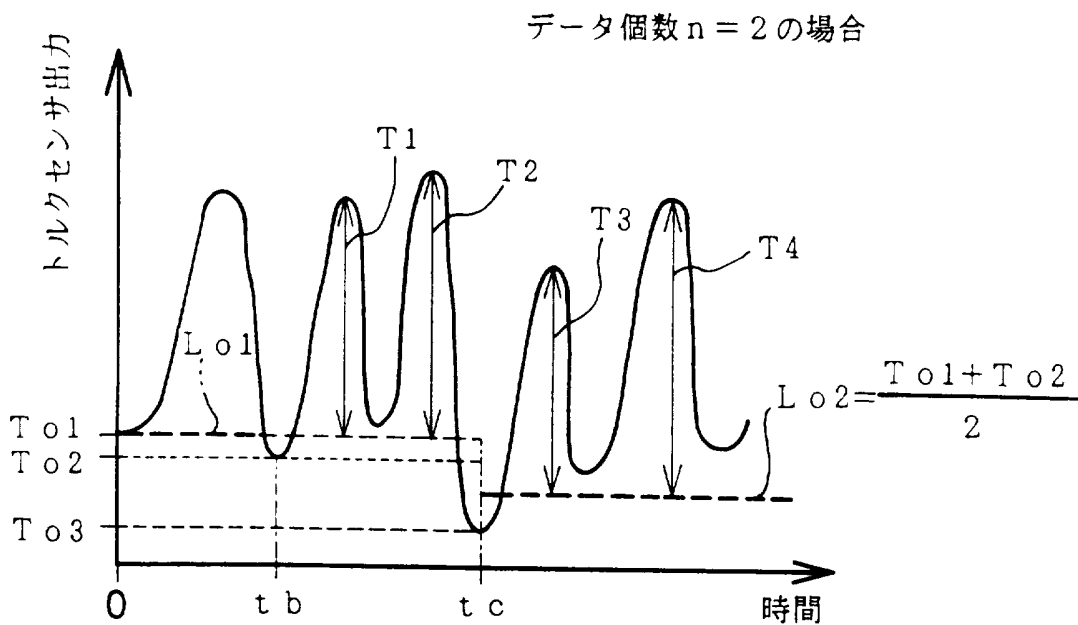
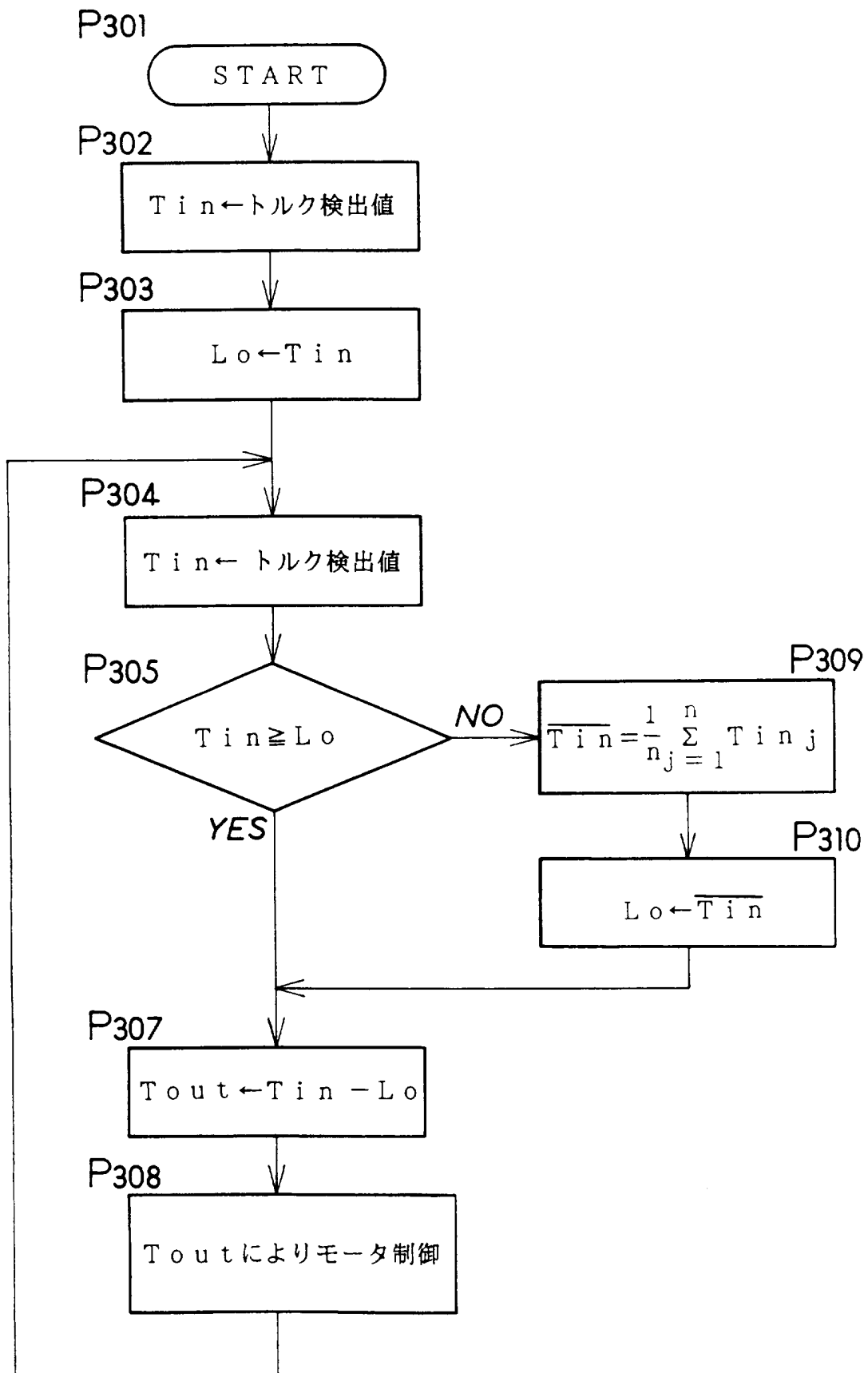
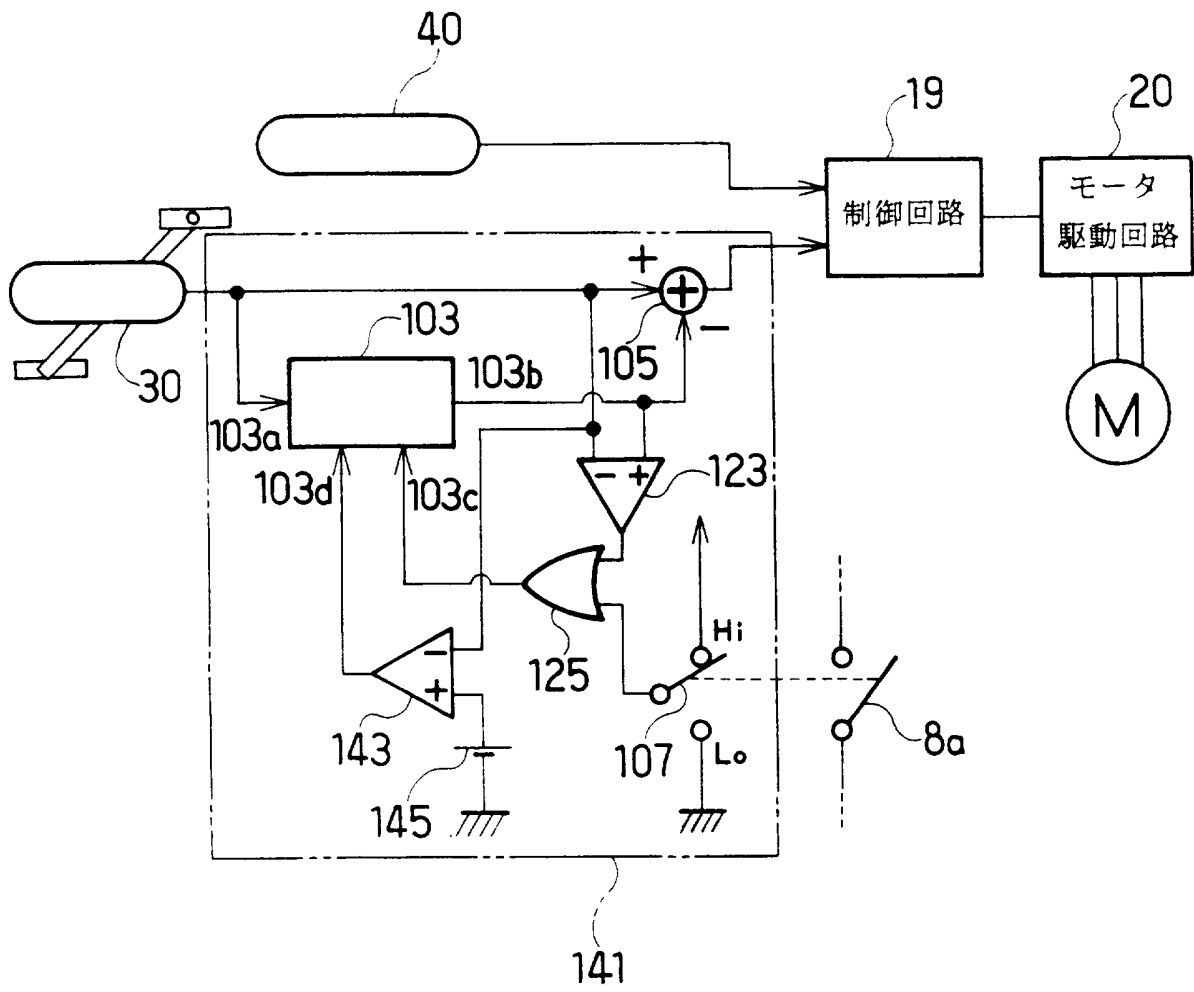


FIG. 50



48 / 52

FIG. 51



49/52

FIG. 52

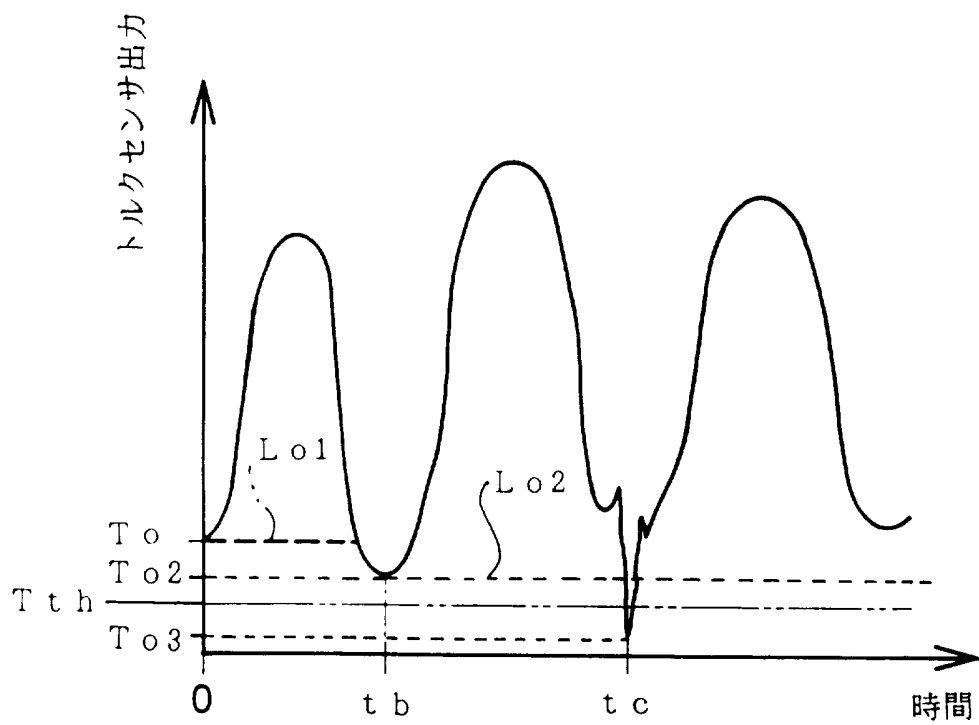
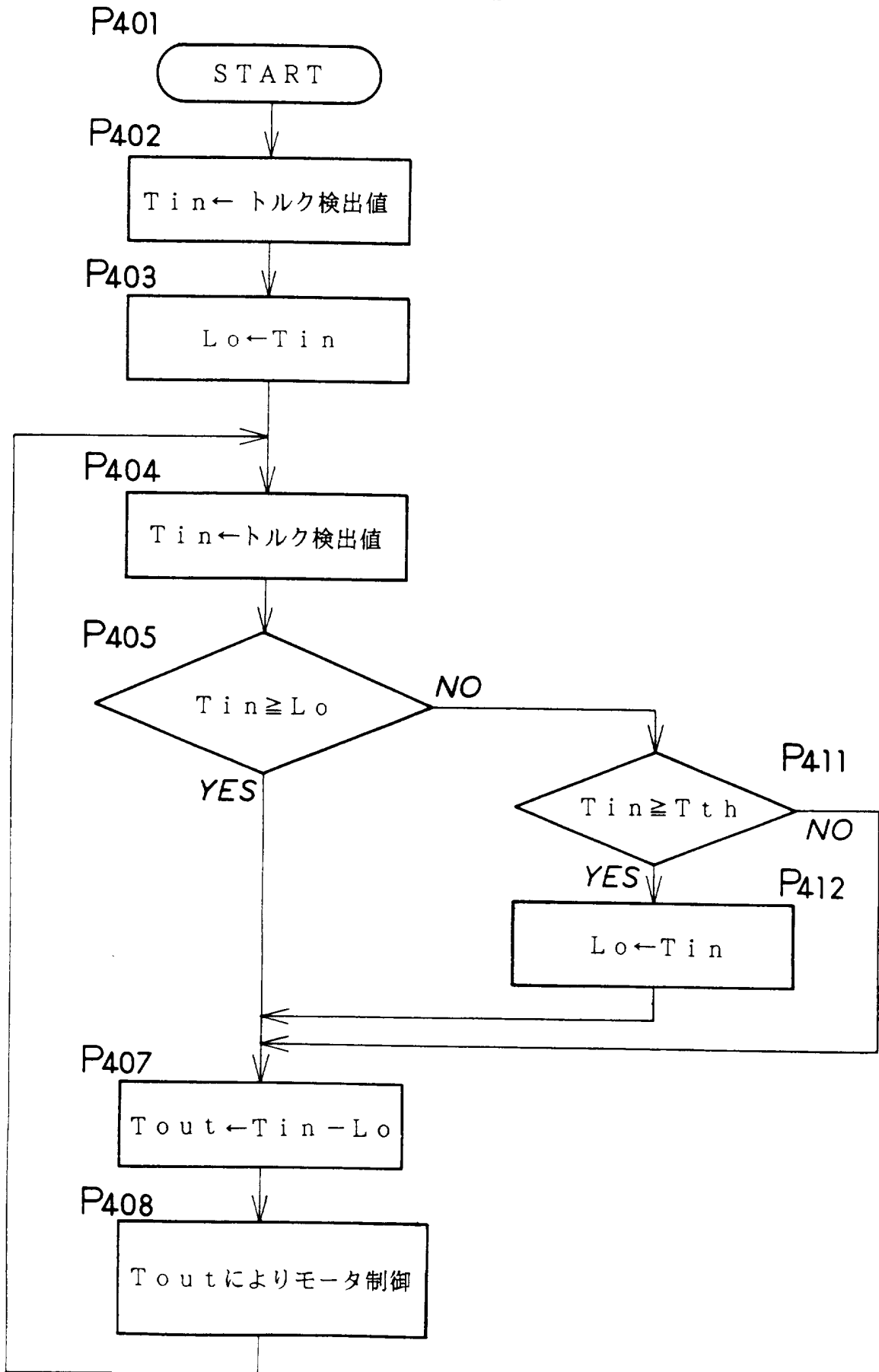




FIG.53



51/52

FIG.54

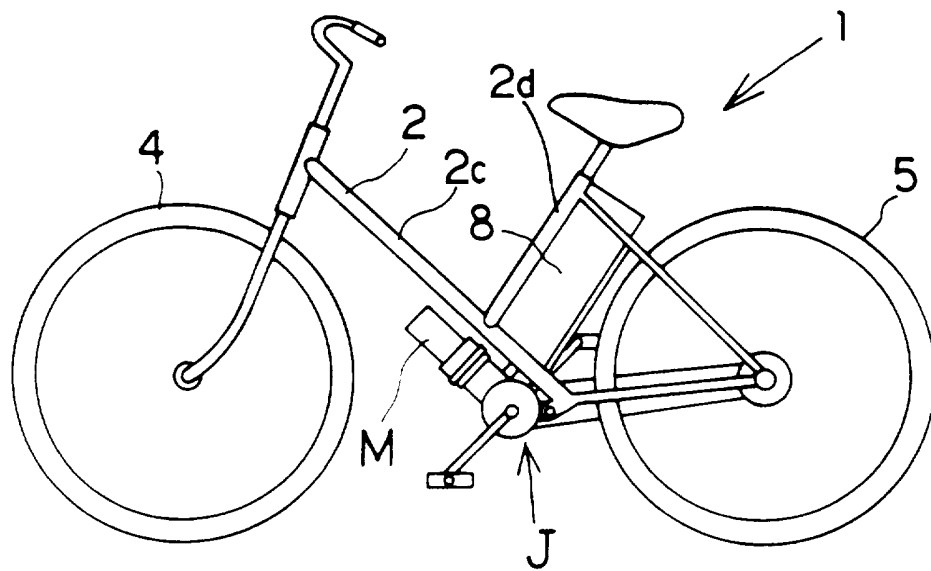
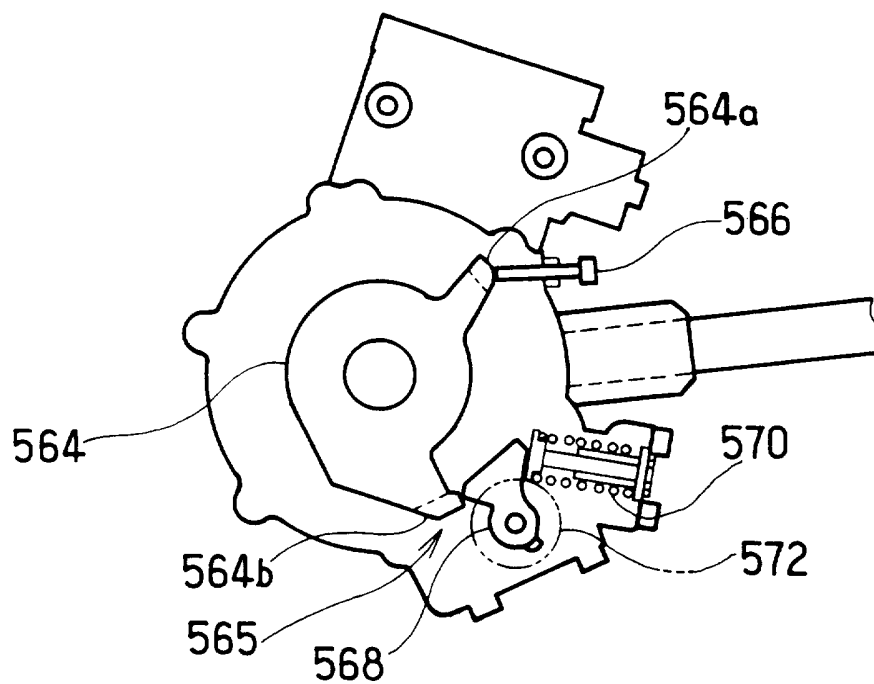


FIG. 55



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/02988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int. Cl <sup>6</sup> B62M23/02, G01B7/30, G01L3/14 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) Int. Cl <sup>6</sup> B62M23/02, G01B7/30, G01L3/14 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996 - 1996 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994 - 1996		
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.
Y	JP, 50-57657, A (Honda Motor Co., Ltd.), May 20, 1975 (20. 05. 75) (Family: none)	1, 2
Y	JP, 5-196520, A (Jatco Corp.), August 6, 1993 (06. 08. 93) (Family: none)	1, 2, 5
P	JP, 8-105706, A (K.K. Midori Sokki), April 23, 1996 (23. 04. 96) (Family: none)	3
Y	JP, 5-280920, A (K.K. Shiko Giken, Sumitomo Metal Industries, Ltd.), October 29, 1993 (29. 10. 93) (Family: none)	3, 4
Y	JP, 5-196517, A (Ivan, J. Garshelis), August 6, 1993 (06. 08. 93) & WO, 9533982, A1 & US, 520059, A	4, 12, 13
Y	JP, 5-310177, A (Yamaha Motor Co., Ltd.), November 22, 1993 (22. 11. 93) (Family: none)	6 - 20
Y	JP, 4-321482, A (Yamaha Motor Co., Ltd.),	6 - 11
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 document 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 November 21, 1996 (21. 11. 96)		Date of mailing of the international search report December 3, 1996 (03. 12. 96)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/02988

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	November 11, 1992 (11. 11. 92) (Family: none)	
Y	JP, 2-52136, U (Nippon Seiko Co., Ltd.), April 13, 1990 (13. 04. 90) (Family: none)	9 - 11
P	JP, 7-327394, A (Sanyo Electric Co., Ltd.), December 12, 1995 (12. 12. 95) (Family: none)	15 - 20
Y	JP, 6-317491, A (Kubota Corp.), November 15, 1994 (15. 11. 94) (Family: none)	21 - 25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
B 6 2 M 2 3 / 0 2 G 0 1 B 7 / 3 0 G 0 1 L 3 / 1 4		
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 (IPC))		
B 6 2 M 2 3 / 0 2 G 0 1 B 7 / 3 0 G 0 1 L 3 / 1 4		
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 1926-1996 日本国公開実用新案公報 1971-1996 日本国登録実用新案公報 1994-1996 日本国実用新案登録公報 1996-1996		
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 請求の範囲の番号
Y	J P, 5 0 - 5 7 6 5 7, A (本田技研工業株式会社), 2 0. 5 月. 1 9 7 5, (2 0. 0 5. 7 5) (ファミリーなし)	1, 2
Y	J P, 5 - 1 9 6 5 2 0, A (ジャトコ株式会社), 6. 8 月. 1 9 9 3, (0 6. 0 8. 9 3) (ファミリーなし)	1, 2, 5
P	J P, 8 - 1 0 5 7 0 6, A (株式会社緑測器), 2 3. 4 月. 1 9 9 6, (2 3. 0 4. 9 6) (ファミリーなし)	3
Y	J P, 5 - 2 8 0 9 2 0, A (株式会社シコー技研, 住友金属鉱山株式会社), 2 9. 1 0 月. 1 9 9 3, (2 9. 1 0. 9 3) (ファミリーなし)	3, 4
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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		の日の後に公表された文献
「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		「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
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの		「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
「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)		「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		
国際調査を完了した日	2 1. 1 1. 9 6	国際調査報告の発送日
		03.12.96
国際調査機関の名称及びあて先	日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 1 0 0 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) 平城 俊雅
		3 D 9 0 2 7
		電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 4 3

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 請求の範囲の番号
Y	J P, 5-196517, A (イヴァン ジェイ ガーシェリス), 6. 8月. 1993, (06. 08. 93) & WO, 9533982, A1, & US, 520059, A	4, 12, 13
Y	J P, 5-310177, A (ヤマハ発動機株式会社), 22. 11月. 1993, (22. 11. 93) (ファミリーなし)	6-20
Y	J P, 4-321482, A (ヤマハ発動機株式会社), 11. 11月. 1992, (11. 11. 92) (ファミリーなし)	6-11
Y	J P, 2-52136, U (日本精工株式会社), 13. 4月. 1990, (13. 04, 90) (ファミリーなし)	9-11
P	J P, 7-327394, A (三洋電機株式会社), 12. 12月. 1995, (12. 12. 95) (ファミリーなし)	15-20
Y	J P, 6-317491, A (株式会社クボタ), 15. 11月. 1994, (15 . 11. 94) (ファミリーなし)	21-25