

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5420108号  
(P5420108)

(45) 発行日 平成26年2月19日(2014.2.19)

(24) 登録日 平成25年11月29日(2013.11.29)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/244 (2006.01)

G O 1 D 5/244

H

請求項の数 16 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-501850 (P2013-501850)	(73) 特許権者	390023711
(86) (22) 出願日	平成23年3月31日 (2011.3.31)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2013-524191 (P2013-524191A)		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(43) 公表日	平成25年6月17日 (2013.6.17)		ROBERT BOSCH GMBH
(86) 国際出願番号	PCT/EP2011/055004		ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (
(87) 国際公開番号	W02011/121069		番地なし)
(87) 国際公開日	平成23年10月6日 (2011.10.6)		Stuttgart, Germany
審査請求日	平成24年9月28日 (2012.9.28)	(74) 代理人	100114890
(31) 優先権主張番号	102010003526.2		弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
(32) 優先日	平成22年3月31日 (2010.3.31)		ンハルト
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)	(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也
		(72) 発明者	エーバーハルト ベール
			ドイツ連邦共和国 ロイトリンゲン ハイ
			ムビュールシュトラッセ 36
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータの軸の角度位置を表す信号を処理するための装置と方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータの軸 ( 1 0 0 ) の角度位置を表す信号を処理するための装置 ( 2 0 0 ) において

、

前記信号が入力された時点をメモリ ( 2 0 6 ) に記憶する記憶手段 ( 2 0 2 ) が設けられており、

前記記憶手段 ( 2 0 2 ) は、更に前記軸 ( 1 0 0 ) の回転方向情報を評価し、

前記記憶手段 ( 2 0 2 ) は、前記軸 ( 1 0 0 ) が第 1 の方向に回転する際には、前記メモリ ( 2 0 2 ) における前記時点の記憶を第 1 の順序で行ない、前記軸 ( 1 0 0 ) が前記第 1 の回転方向とは逆方向の第 2 の方向に回転する際には、前記メモリ ( 2 0 2 ) における前記記憶を前記第 1 の順序とは逆の第 2 の順序で行い、

記憶された前記時点を算出に使用し、該算出時に前記順序において最後に記憶された時点と、前記順序において先行して記憶された時点とを使用し、

前記先行して記憶された時点の選択を、前記軸 ( 1 0 0 ) が前記第 1 の方向に回転する場合には、前記第 1 の順序において最後に記憶された時点を起点として、前記第 1 の順序に反して、前記算出に必要とされる時点が選択されるように行い、前記軸 ( 1 0 0 ) が前記第 2 の方向に回転する場合には、前記第 2 の順序において最後に記憶された時点を起点として、前記第 2 の順序に反して、前記算出に必要とされる時点が選択されるように行ない、

前記メモリ ( 2 0 2 ) のメモリスペースに前記時点の記憶を行い、

10

20

前記最後に記憶された時点のメモリスペース又は次の空いているメモリスペースを示すアドレスポインタ(205)が設けられており、

前記第1の方向における順序は前記アドレスポインタ(205)の増分によって設定され、前記第2の方向における順序は前記アドレスポインタ(205)の減分によって設定されることを特徴とする、装置。

【請求項2】

モータの軸の角度位置を表す連続する二つの信号の間に所定数の位置パルス(150)を形成するDPLL(Digital Phase locked loop)回路(203)が設けられており、  
該位置パルス(150)をカウントする位置カウンタが設けられており、

前記モータの前記軸の回転方向が変化した際に前記位置カウンタ(204)を補正するための補償調整パルスを形成する補正手段が設けられている、請求項1に記載の装置。

10

【請求項3】

前記モータの前記軸の回転方向が変化した際に前記位置カウンタ(204)のカウント方向が変更される、請求項2に記載の装置。

【請求項4】

前記補正手段は、前記位置パルスが所定数に達し、且つ、角度位置を表す後続の信号がまだ入力されていない場合には、更なる位置パルス(150)の出力を停止する、請求項2又は3に記載の装置。

【請求項5】

前記補正手段は、前記位置パルス(150)がまだ所定数に達しておらず、且つ、角度位置を表す後続の信号が入力された場合には、更なる位置パルス(150)を出力する、請求項3又は4に記載の装置。

20

【請求項6】

別のアドレスポインタ(30)が設けられており、

該別のアドレスポインタ(30)は、前記DPLL回路(203)から出力されるべき位置パルス(150)の数に関する情報を含んでいるメモリスペース(301-304)を示し、

前記軸の回転方向が変化すると、前記別のアドレスポインタ(30)はカウント方向を変更し、該別のアドレスポインタ(30)の位置が補正される、請求項3乃至5のいずれか一項に記載の装置。

30

【請求項7】

前記アドレスポインタ(205)及び前記別のアドレスポインタ(30)は相互にオフセットを有しており、該オフセットは、前記軸(100)が前記第1の方向に回転する際には第1の値を示し、前記軸が前記第2の方向に回転する際には第2の値を示す、請求項6に記載の装置。

【請求項8】

前記回転方向が変化した際に少なくとも前記アドレスポインタ(205)及び/又は前記別のアドレスポインタ(30)を変化させる複数の手段が設けられている、請求項6又は7に記載の装置。

【請求項9】

40

モータの軸(100)の角度位置を表す信号を処理するための方法において、

記憶手段(202)が前記信号の入力された時点メモリ(206)に記憶し、

前記記憶手段(202)は、更に前記軸(100)の回転方向情報を評価し、

前記記憶手段(202)は、前記軸(100)が第1の方向に回転する際には、前記メモリ(202)における前記時点の記憶を第1の順序で行ない、前記軸(100)が前記第1の回転方向とは逆方向の第2の方向に回転する際には、前記メモリ(202)における前記記憶を前記第1の順序とは逆の第2の順序で行ない、

記憶された前記時点を算出に使用し、該算出時に前記順序において最後に記憶された時点と、前記順序において先行して記憶された時点とを使用し、

前記先行して記憶された時点の選択を、前記軸(100)が前記第1の方向に回転する

50

場合には、前記第 1 の順序において最後に記憶された時点を起点として、前記第 1 の順序に反して、前記算出に必要とされる時点が選択されるように行い、前記軸 ( 1 0 0 ) が前記第 2 の方向に回転する場合には、前記第 2 の順序において最後に記憶された時点を起点として、前記第 2 の順序に反して、前記算出に必要とされる時点が選択されるように行ない、

前記メモリ ( 2 0 2 ) のメモリスペースに前記時点の記憶を行い、  
アドレスポインタ ( 2 0 5 ) が前記最後に記憶された時点のメモリスペース又は次の空いているメモリスペースを示し、

前記第 1 の方向における順序を前記アドレスポインタ ( 2 0 5 ) の増分によって設定し、前記第 2 の方向における順序を前記アドレスポインタ ( 2 0 5 ) の減分によって設定することを特徴とする、方法。

10

【請求項 1 0】

D P L L ( Digital Phase locked loop ) 回路 ( 2 0 3 ) が、モータの軸の角度位置を表す連続する二つの信号の間に所定数の位置パルス ( 1 5 0 ) を形成し、

位置カウンタが前記位置パルス ( 1 5 0 ) をカウントし、

補正手段が、前記モータの前記軸の回転方向が変化した際に前記位置カウンタ ( 2 0 4 ) を補正するための補償調整パルスを形成する、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 1】

前記モータの前記軸の回転方向が変化した際に前記位置カウンタ ( 2 0 4 ) のカウント方向を変更する、請求項 1 0 に記載の方法。

20

【請求項 1 2】

前記補正手段は、前記位置パルスが所定数に達し、且つ、角度位置を表す後続の信号がまだ入力されていない場合には、更なる位置パルス ( 1 5 0 ) の出力を停止する、請求項 1 0 又は 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記補正手段は、前記位置パルス ( 1 5 0 ) がまだ所定数に達しておらず、且つ、角度位置を表す後続の信号が入力された場合には、更なる位置パルス ( 1 5 0 ) を出力する、請求項 1 0 乃至 1 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 4】

別のアドレスポインタ ( 3 0 ) が、前記 D P L L 回路 ( 2 0 3 ) から出力されるべき位置パルス ( 1 5 0 ) の数に関する情報を含んでいるメモリスペース ( 3 0 1 - 3 0 4 ) を示し、

30

前記軸の回転方向が変化すると、前記別のアドレスポインタ ( 3 0 ) はカウント方向を変更し、該別のアドレスポインタ ( 3 0 ) の位置が補正される、請求項 1 0 乃至 1 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記アドレスポインタ ( 2 0 5 ) 及び前記別のアドレスポインタ ( 3 0 ) は相互にオフセットを有しており、該オフセットは、前記軸 ( 1 0 0 ) が前記第 1 の方向に回転する際には第 1 の値を示し、前記軸が前記第 2 の方向に回転する際には第 2 の値を示す、請求項 1 4 に記載の方法。

40

【請求項 1 6】

前記回転方向が変化した際に少なくとも前記アドレスポインタ ( 2 0 5 ) 及び / 又は前記別のアドレスポインタ ( 3 0 ) を変化させる、請求項 1 4 又は 1 5 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1】

本発明は、独立請求項の上位概念に記載されている、モータの軸の角度位置を表す信号を処理するための装置乃至方法に関する。DE 199 33 844 A1からは、軸の回転方向が識別される、内燃機関の軸の角度位置を表す信号を処理するための装置乃至方法が既に公知である。

50

## 【 0 0 0 2 】

## 発明の利点

独立請求項に記載されている本発明に係る装置乃至本発明に係る方法は、情報の更なる処理にとって特に有利である、時点の記憶が行なわれるという利点を有している。その種の記憶によって、特に簡単なロジックを情報の格納にも後続の算出にも使用できる。また特に、一周期前に行なわれたイベントが新規の算出時に考慮される場合には、周期的なイベントをより精確に予測することができる。つまり、軸の角度位置を表す信号を処理するための非常に簡単な装置乃至非常に簡単な方法が提供される。

## 【 0 0 0 3 】

別の利点及び改善形態は従属請求項に記載されている利点より明らかになる。所定の順序で記憶を行なうことによって、通常の場合は最後に記憶された最新の時点及び先行の時点を使用する算出が非常に簡単に構成される。この算出は特に、相応の記憶スペースを指示するアドレスポインタが設けられていることによって簡略化される。相応の順序はアドレスポインタを増分又は減分することによって形成される。更には、ディジタルPLL(DPLL)回路を設けることができ、このDPLL回路は軸の角度位置を表す複数の信号間の角度位置に関する位置パルスを形成する。続いてそれらの位置パルスを軸の回転方向に依存して、補償調整パルスによって補正することができる。したがってこの場合には、回転方向が変わる際に、位置カウンタのカウント方向も変更される。補正手段を位置カウンタの補正を目的として、パルスに付加することができるか、又は、パルスから除去することができる。

## 【 0 0 0 4 】

本発明の実施例を図面に示し、以下の記述において詳細に説明する。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 5 】

【図 1】モータの軸と、この軸の角度位置を表す信号を形成するセンサ装置とを示す。

【図 2】図 1 のセンサの信号を示す。

【図 3】図 2 の信号から導出されて、更に処理された信号を示す。

【図 4】図 2 の信号から導出されて、更に処理された信号を示す。

【図 5】本発明に係る装置の概略図を示す。

【図 6】別のアドレスポインタを示す。

【図 7】電気モータにおける位置信号を形成するセンサ装置を示す。

【図 8】8 個の極ペアを備えている電気モータを示す。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 0 6 】

図 1 には、モータの軸 100、例えば内燃機関のクランク軸が示されている。軸にはセンサ歯車 101 が固く接続されており、このセンサ歯車 101 はその外周に歯構造 102 を備えている。その種のセンサ歯車 101 として例えば金属性のセンサ歯車が考えられ、また外側の歯構造 102 はその金属性のセンサ歯車 101 の外周における相応の切欠形成によって設けられている。歯構造 102 は例えば、それらの歯構造 102 が一定の角度間隔、例えば 6° の間隔で配置されているように設けられている。その場合、センサ歯車 101 の全周は 60 の歯構造 102 を有することになるが、図 1 においては見易くするために、その内の幾つかの歯構造 102 しか示されておらず、さらにはそれぞれが 6° よりも大きい角度領域をカバーしている。軸 100 の特別な位置を特徴付けるために、所定の角度位置においては歯構造 102 が二つ省略されており、それにより歯溝 103 が生じる。この歯溝 103 は、軸 100 の特定の位置を一義的に特徴付けるために使用される。内燃機関のクランク軸におけるセンサディスクのこの配置構成は、例えば DE 199 33 844 A1 から既に公知である。歯構造 102 はセンサ 104 の前を通過し、その際に、歯構造 102 がセンサ 104 の目の前に存在する場合にはセンサ 104 は高い信号レベル、即ちハイ信号を出力し、また、歯構造 102 の二つ分の溝がセンサ 104 の目の前に存在する場合にはセンサ 104 は低い信号レベル、即ちロー信号を出力する。センサ 104 の出力信号が

図 2 に例示的に示されている。

【 0 0 0 7 】

図 2 には、センサ 1 0 4 の出力信号 S と時間 t の関係がプロットされている。図 2 から見て取れるように、センサ 1 0 4 の信号 S は時点 t 1 においてローレベルからハイレベルへと変化し、歯構造 1 0 2 がセンサ 1 0 4 の前を通過するまでこのハイレベルを維持する。続いて、歯構造 1 0 2 がセンサ 1 0 4 を通過し終わると、信号レベル S は再び値 0 に低下する。その後時点 t 2 においては、後続の歯構造 1 0 2 がセンサ 1 0 4 の前に現れるので、信号レベルが再び高い値に変化する。従って図 2 においては、それぞれの時点 t 1、t 2、t 3、t 4、t 5 及び t 6 において信号レベル S の変化が示されている。時点 t 1、t 2、t 3、t 4、t 5 に示されている信号は、一方の方向における軸の通常の回転に属している。時点 t 5 と時点 t 6 との間では軸の回転方向が反転する。これにより生じる結果を以下において説明する。

【 0 0 0 8 】

センサ 1 0 4 の信号を更に処理するために、図 2 に示した信号ではなく、正の切り替え側縁、即ちローレベルからハイレベルへの切り替え側縁が考慮される。図 3 には、信号レベル S = l o w から信号レベル S = h i g h へのこの正の切り替え側縁に対する反応としての信号が示されている。センサ信号が直接的にセンサ 1 0 4 において事前処理されるか、又は後段に設けられている処理ユニットにおいて事前処理されることによって、図 2 の直接的なセンサ信号が、図 3 に示されている信号に変換される。正の切り替え側縁それぞれに関して、所定の幅を有する矩形信号が形成される。軸 1 0 0 が第 1 の方向に回転する場合、時点 t 1、t 2、t 3、t 4 及び t 5 において示されているように、例えば 4 5  $\mu$  s の所定の幅を有する矩形信号が形成される。その第 1 の方向とは反対方向への軸 1 0 0 の回転が確認されると、図 3 の時点 t 6 に示されているような異なる幅の信号が形成される。時点 t 6 におけるその信号はその幅に関して明白に区別することができる。例えば、時点 t 6 に対応付けられている信号は 9 0  $\mu$  s の幅を有することができる。図 3 においては、この信号の幅が誇張された幅で示されている。従って、図 3 と図 4 を比較すると信号のオーバーラップが生じる。即ち、図 4 においては既に、図 3 の信号の幅の評価に起因して複数の別の信号が形成されている。しかしながら、これは実際の効果ではなく、図 3 における誇張された幅によってしか生じない。この異なる幅によって、センサ 1 0 4 の信号の更なる処理のために、回転方向情報を付加的に使用することができる。センサ信号 1 0 4 に基づき、どちらの方向に軸 1 0 0 が動いているかをどのように確認できるかは、例えば DE 199 33 844 A1 に記載されている。しかしながらまた、同様に軸 1 0 0 の回転方向を識別することができる、別のセンサ又は、ずらされた複数のセンサの多重配置も公知である。

【 0 0 0 9 】

図 3 に示した信号の更なる処理を図 4 及び図 5 に基づき説明する。図 5 にはセンサ 1 0 4 が再度示されており、このセンサ 1 0 4 は図 3 に基づき説明したような信号を信号処理装置 2 0 0 に転送する。信号処理装置 2 0 0 は例えば、モータの軸の角度位置を表す信号を処理するための装置である。この信号処理装置 2 0 0 は記憶手段 2 0 2 及び D P L L (digital Phase Locked Loop) 2 0 3 を有している。評価手段 2 0 0 における内部的な結線はここでは見易くするために図示していない。しかしながら、以下において説明する信号処理装置 2 0 0 の各部分に、それらの部分の機能に必要なとされる全ての情報が供給されることは保証されている。個々の部分を固定的に結線されている回路ロジックとして構成することができるか、又は少なくとも部分的に、プログラムを実施する汎用回路によって構成することができる。

【 0 0 1 0 】

更には、信号処理装置 2 0 0 はタイミング回路 2 0 1 及びアドレスポインタ 2 0 5 も有している。信号処理装置 2 0 0 は相応の線路を介して位置カウンタ 2 0 4 及びメモリ 2 0 6 と接続されている。メモリ 2 0 6 は複数のメモリスペースを有しており、それらのメモリスペースの内、二つのメモリスペース 2 0 6 1 及び 2 0 6 2 が例示的に示されている。

勿論、位置カウンタ 204 及びメモリ 206 が信号処理装置 200 の構成部分であっても良い。同様に、タイミング回路 201 及びアドレスポインタ 205 を外部コンポーネントとして実現することもできる。

#### 【0011】

図 5 に示されている装置は以下のように動作する。図 3 において時点 T1, T2, T3, T4 及び t5 に示されているような信号が入力されると、常に記憶手段は信号が入力された時点をタイミング回路 201 から読み込み、その時点をメモリ 206 に記憶する。メモリ 206 への記憶は所定の順序で行なわれる。即ち、例えば、時点 t1 における信号の入力の時点がメモリスペース 2061 に記憶されると、それによって、時点 t2 における信号の入力の時点はメモリスペース 2062 に記憶されることが明らかになる。この固定の順序でのメモリ 206 における記憶に基づき、後続の算出に関して、最新の時点、即ち最後に入力された時点が何処に記憶されており、且つ、それ以前の時点が何処に記憶されているかが一義的に確認されている。連続する複数の時点が固定の順序で記憶されることによって、後続の算出に関して、関連する時間情報を何処で発見できるかが明らかになっている。このために、メモリ 206 内の所定のメモリスペースを示すアドレスポインタ 205 が設けられている。例えば、アドレスポインタ 205 は、情報の書き込みが最後にどのメモリスペースに行なわれたかに関する情報を取得することができる。択一的に、アドレスポインタは勿論、順番的に次に使用されるメモリスペースを示すこともできる。原則として、アドレスポインタがどのメモリスペースを示すかは重要ではないが、しかしながらアドレスポインタ 205 における情報に基づき、次の記憶過程の相対的な位置はどのようなものであるのか、また先行の複数の記憶過程の時間情報をどこで発見できるのかを明確に求めることができなければならない。

#### 【0012】

図 3 に示されている、軸 100 の回転方向に依存する信号 S の種々のパルス幅が評価手段 200 において評価され、メモリ 206 における記憶を制御するために使用される。軸 100 が第 1 の方向に回転する場合、メモリ 206 における記憶の順序は第 1 の順序で行われる。軸 100 が反対の方向に回転する場合、メモリ 206 における記憶は反対の順序で行われる。例えば、軸 100 が時計回りに回転する場合、記憶はトップダウンで行われ、軸 100 が時計回りとは反対に回転する場合には記憶がボトムアップで行われる。メモリ 206 における記憶のこの異なる順序は、アドレスポインタ 205 を相応に制御することによって行われる。アドレスポインタ 205 がその都度後続の空いたメモリスペースを示唆する場合、第 1 の方向への回転時にはアドレスポインタ 205 が図 3 に示した信号の発生時にその都度増分され、反対方向への回転時にはアドレスポインタは信号の発生時にその都度減分される。

#### 【0013】

図 3 には、例えば時点 t5 と時点 t6 との間の複数の信号に基づき回転方向の反転が示されている。モータが逆向きに動くことが識別された時点 t6 以降では、アドレスポインタはもはや増分されずに減分される。従って、後続の時点での記憶はメモリ 206 においてはもはやトップダウンで行われずに、ボトムアップで行われる。従ってこの順序は、更に計算が行なわれる場合、別の複数の値がこの順序においてメモリ 206 に格納されていることを考慮しなければならない。

#### 【0014】

メモリ 206 に記憶されている時点は例えば DPLL (digital Phase Locked Loop) 203 の動作にとって重要である。DPLL 203 は、図 3 に示した個々のパルスから複数のサブパルスを形成する機能を有している。それらのサブパルスを以下では位置パルスと称する。このことは、図 3 と図 4 を単純に比較することによって、例えば時点 t1 と時点 t2 との間を単純に比較することによって理解できる。図 3 においては、時点 t1 及び時点 t2 がそれぞれ短い矩形パルスによって表されている。図 4 においては時点 t1 と時点 t2 との間に複数の位置パルス 150 が示されており、それらの位置パルス 150 は DPLL 203 から出力され、また位置カウンタ 204 においてカウントされる。従って位

10

20

30

40

50

置カウンタ 204 は常に、歯構造 102 の区分によって実現されるものよりも遥かに高い分解能でもって、軸 100 の正確な位置を常に取得している。つまり位置カウンタ 204 からは如何なる時点においても、軸 100 の軸位置を高い分解能で、すなわちより高い精度で得ることができる。DPLL203 は、センサ 104 の二つのパルスの間に、図 3 に示されているように常に同数の位置パルス 150 を出力するように構成されている。このために DPLL は、メモリ 206 に記憶されている、センサ 104 の二つのパルスの間の先行の時間に関する情報に基づき、センサ 104 の次のパルスは何時生じるかを予想することができる予測時間を算出する。DPLL は続いて、センサ 104 の次の信号が入力されるまでに所定数の位置パルス 150 が出力されるように設定されている周波数を有する位置パルス 150 を出力する。軸 100 が予測よりも遙かに高速に回転していたか、又は予測よりも遙かに緩慢に回転していたことによって、この予測が外れた場合には、DPLL の相応の補正手段が補正を行い介入する。このことを図 3 及び図 4 における時点 t2 及び時点 t3 の信号に基づき説明する。図 3 から見て取れるように、時点 t2 から時点 t3 までの期間は時点 t1 から時点 t2 までの期間よりも明らかに長い。しかしながら予想に関して、DPLL203 は、軸 100 の回転数が落ちずに、また図 4 に示されているように、時点 t2 から時点 t3 までの期間中に位置パルス 150 が時点 t1 から時点 t2 までの期間中における周波数と同じ周波数でもって出力されることを前提としている。その後、所定数の位置パルス 150 が出力されると、DPLL203 によって更なる位置パルス 150 の出力が抑制される。何故ならば、抑制されない場合には位置カウンタ 204 が過度に大きい値を取る虞が生じるからである。従って、相応の数の位置パルス 150 が出力された後には、位置パルスが出力されない短い期間が続く。この期間は時点 t3 の直前に現れる。時点 t3 を過ぎると、位置パルスの出力が再び行われる。時点 t2 から時点 t3 までの期間中に軸 100 の回転の予測されなかった加速が行われたならば、図示されている周波数では、時点 t3 までに所定数の位置パルス 150 を出力することは不可能であろう。その場合には、DPLL の補正手段が時点 t3 の直後に付加的な位置パルス 150 を出力し、位置カウンタ 204 の相応の状態を生じさせなければならない。この措置によって、位置カウンタ 204 は軸 100 の角度位置の正確な情報を常に取得することができる。

#### 【0015】

軸 100 の回転方向が変化すると、位置カウンタ 204 も相応に自身のカウント方向を変更しなければならない。位置カウンタ 204 が第 1 の回転方向においてカウントアップされる場合、その第 1 の回転方向とは反対の第 2 の回転方向に軸が回転する際には位置カウンタ 204 が相応にカウントダウンされなければならない。回転方向を信号処理装置 200 の DPLL203 又は別の手段によって位置カウンタ 204 に通知することができる。如何なる場合においても、位置カウンタ 204 は、DPLL から供給された位置パルス 150 が加算されるべきか減算されるべきかについての情報を取得する。回転方向の変化を図 3 及び図 4 に基づき、特に時点 t6 に関して説明する。典型的には、内燃機関において回転方向が反転すると、センサ 104 の連続する二つのパルスの間隔の顕著な変化も生じる。図 3 においては、このことが時点 t5 と時点 t6 との間の比較的長い時間間隔によって表されている。従って図 4 においては、時点 t5 から時点 t6 までの時間間隔のほぼ中央において位置パルス 150 の数が所定数に達したことから、その時間間隔のほぼ中央において位置パルス 150 の出力が終了している。後続の時点 t6 においては、図 3 におけるパルスの終了後に、回転方向の反転が行なわれたことが確認される。この時点以降は、DPLL203 から出力される位置パルス 150 が位置カウンタにもはや加算されずに、位置カウンタから減算される。図 3 の時点 t6 においてパルスが終了した直後は、差し当たり DPLL203 から相次ぐ一連の位置パルス 150 が出力され、それらの位置パルス 150 は位置カウンタ 204 の状態を相応に低減する。従って、それらの位置パルスは位置カウンタ 204 の状態を相応に補正する補償調整パルスである。それらのパルスはその数に関して、時点 t5 から時点 t6 までの期間中に誤って位置カウンタ 204 に加算された位置パルス 150 に相応する。それらのパルスはまた、図 4 において個別のパルスとし

10

20

30

40

50

ては表すことができないほどに密に連続するものなので、図4においては時点t6の直後に黒いブロックとして示されている。従って、相応の数の位置パルス150が減算されることによって、第1の措置として位置カウンタが補正される。その後、PLL203は通常のカウントパルスを出力し、それらのカウントパルスの周波数から、回転方向が反転した際にセンサ104の次のパルスは何時生じるかを予想することができる。従って、時点t6の直後に生じる著しく高い周波数を有するパルスは、位置カウンタ204の状態を補正する補償調整パルスである。

#### 【0016】

図6においては、信号処理回路200における別のアドレスポインタ30の使用と、DPLL203にとってのこの別のアドレスポインタ30の意味を説明する。別のアドレスポインタ30は別のメモリ300のメモリスペース301, 302, 303, 304を示し、またセンサ104の信号が入力される度に、即ち図3の各時点t1, t2, t3, t4, t5, t6において情報をメモリ300に保持し、それらの情報をDPLL203に供給する。つまり、センサ歯車101の歯構造102又は歯の間の溝と同数のメモリスペース301, 302, 303が設けられている。図1に基づき説明したような例の場合、60-2個、即ち58個のメモリスペースが設けられている。欠けている歯を考慮すべきか否かに応じて、溝は異なる長さを有していることが考えられる。図6に示されているように、歯構造102の間の通常の溝に対応付けられているメモリスペース301, 302, 303はそれぞれ数値1を保持しており、また二つ分の歯が欠けている溝103に対応付けられているメモリスペース304は数値3を保持している。

#### 【0017】

それらの数値はDPLL203が出力すべき位置パルスの量に対応する。通常の歯構造102に関して、センサ104の次のパルスが入力されるまでに例えば100個の位置パルス150がDPLL203から出力される場合、(歯構造が二つ分欠けている)歯溝103では、3倍の数、即ち300個の位置パルス150が出力されなければならない。内燃機関の始動時にアドレスポインタ30を同期させることによって、アドレスポインタ30は次の歯構造102又は歯溝103に関する位置パルス150の数を示すメモリスペースをその都度示すように調整される。DPLL302から常に適切な数の位置パルス150が出力されることが保証される。

#### 【0018】

軸100の回転方向が変化すると、別のアドレスポインタ30も相応に変更されなければならない。センサ104のパルスが入力される前にメモリ300に記憶されている情報が常に読み出されてDPLL302に供給され、またその読み出しの直後に別のアドレスポインタ30が調整されることを前提とすると、回転方向が変化した際には、別のアドレスポインタはそれまでの調整方向とは反対方向にメモリスペース4つ分変更されなければならない。別のアドレスポインタ30が、軸の第1の方向への回転時に、読み出しが終わる度にカウントアップされる場合、回転方向が変化すると、この別のアドレスポインタは値4だけ低減されなければならない。その後は軸が反対の回転方向に回転する限り、別のアドレスポインタは読み出し過程が行なわれる度に低減される。この値4は単なる例である。この値4は例えば、回転方向が変化した際のセンサ104の信号変化時に差し当たりその方向変化に関する情報が存在せず、アドレスポインタが最後のセンサ信号時点txと同様に増分又は減分される場合、更には、二つの歯の測定された時間間隔に関してメモリ206に記憶されている値が常に相応の期間の経過後まで記憶され、且つ、期間の持続時間に関する情報がその該当する期間の前に常にプロフィールメモリ300から取り出される場合には、減算又は加算されなければならない。他の周辺条件の下では別の補正值も考えられる。

#### 【0019】

別のアドレスポインタ30の代わりに、図5のアドレスポインタ205に相対的なメモリ300へのアクセスを行なう別のモジュールも使用することができる。その場合、このモジュールはメモリ300にアクセスするためにアドレスポインタ205の内容を読み込



み、オフセットを用いて加算又は減算を行なうことになる。例えば、軸が第 1 の方向に回転する場合、アドレスポイント 2 0 5 の内容に値 2 を加算し、相応のメモリスペースをメモリ 3 0 0 から読み出すことができる。その後、回転方向が変化すると、再び単純にアドレスポイント 2 0 5 の内容が読み出され、その値からメモリスペース二つ分の値が減算される。同様に、順方向においては値 1 7 がアドレスポイント 2 0 5 に加算され、逆方向では値 1 3 をアドレスポイント 2 0 5 に加算することができる。アドレスポイント 3 0 における順方向の経過と逆方向の経過との間での値 4 の差は、二つのアドレスポイントが図 3 のパルスの開始直後に以前と同様に増分又は減分される場合、また、パルスの方向情報がまだ評価されておらず、アドレスポイント 2 0 5 が常に最後の増分を示し（タイムスタンプ又は最後から二つの歯の間の算出された期間）、且つ、アドレスポイント 3 0 が将来的な次の増分を示す（次の歯とその次の歯との間の期待される期間）場合にのみ正しい。他の実現形態では別の差分値も考えられる。この方法でもって、D P L L 2 0 3 が 1 倍の量の位置パルスを出力すべきか、又は 3 倍の量の位置パルスを出力すべきかを示すその都度の値が常にメモリ 3 0 0 から読み出されることを保証することができる。

#### 【 0 0 2 0 】

メモリ 3 0 0 の記憶内容がその都度の歯溝 1 0 3 に適合されて選択されなければならないことを言及しておく。図 1 による歯車では、このことは例えば歯 3 によって生じている。何故ならば、二つの歯が欠けている場合には 3 倍の量の位置パルス 1 5 0 が出力されなければならないからである。歯溝がより小さい場合、例えば歯が一つしか欠けていない場合には、例えば 2 倍の量の位置パルス 1 5 0 が D P L L から出力されれば良い。

#### 【 0 0 2 1 】

図 7 には電気モータのロータ 1 3 0 0 が概略的に示されている。ロータ 1 3 0 0 は図 7 において丸いロータとして示されておらず、開かれた形態で示されている。即ち、軸を中心とした円形の構造として示されているのではなく、直線形の構造として示されている。ロータのこのような図示は単に図 7 を見易くするために使用されるに過ぎない。実際にはロータ 1 3 0 0 は、図 8 に示されているように、軸を中心にした円形の構造として構成されている。

#### 【 0 0 2 2 】

図 8 には電気モータのロータ 1 3 0 0 が再度概略的に示されている。この電気モータは 8 個の極ペアを備えている。即ち、それぞれ交互に配置されている、8 個の N 極及び 8 個の S 極を備えている。各極ペア 1 3 0 1 , 1 3 2 1 には一つの歯 1 3 0 5 と一つの歯溝 1 3 0 6 とを備えた歯構造 1 3 0 4 が対応付けられている。この図はロータの全体の構造を示すために使用される。センサと歯溝の対応付けの詳細は図 7 の詳細な図に基づき説明する。

#### 【 0 0 2 3 】

ロータ 1 3 0 0 には永久磁石 1 3 0 1 , 1 3 2 1 が埋め込まれており、それらの永久磁石 1 3 0 1 , 1 3 2 1 は電気モータのステータにおける相応のコイルによって外部から交番磁界が印加されることによって、永久磁石 1 3 0 1 , 1 3 2 1 の磁場に対向する力を形成し、この力によってロータ 1 3 0 0 は例えば矢印 1 3 0 3 によって示されている方向に動かされる。相応の制御コイルはここでは図示していない。永久磁石 1 3 0 1 は N 極を形成し、永久磁石 1 3 2 1 は S 極を形成する。

#### 【 0 0 2 4 】

ロータ 1 3 0 0 は、それぞれが一つの歯 1 3 0 5 と一つの歯溝 1 3 0 6 とから構成されている、複数の歯構造 1 3 0 4 を備えている。歯 1 3 0 5 の領域においてはロータ 1 3 0 0 が比較的厚く形成されており、従って、その領域は歯 1 3 0 5 を形成する。また、歯溝 1 3 0 6 の領域においてはロータ 1 3 0 0 が比較的薄く形成されており、従って、その領域は歯溝 1 3 0 6 を形成する。更なる議論に関して重要であることは、歯 1 3 0 5 が前面 1 3 0 7 及び後面 1 3 0 8 を有しており、この前面 1 3 0 7 が矢印 1 3 0 3 の運動方向において歯溝 1 3 0 6 から歯 1 3 0 5 への移行部を表し、また後面 1 3 0 8 が矢印 1 3 0 3 の運動方向において歯 1 3 0 5 から歯溝 1 3 0 6 への移行部を表すことである。以下の議

10

20

30

40

50

論に関しては、図 7 の左側に示した歯構造 1 3 0 4 を第 1 の歯構造と称し、図 7 の中央における次の歯構造を第 2 の歯構造 1 3 0 4 と称する。

【 0 0 2 5 】

ロータは、永久磁石 1 3 0 1 , 1 3 2 1 の各ペアに一つの歯構造 1 3 0 4 が対応付けられているように構成されている。歯構造 1 3 0 4 に対向して三つのセンサ 1 3 1 1 , 1 3 1 2 , 1 3 1 3 が配置されており、それらのセンサ相互の間隔は、各間隔が歯構造 1 3 0 4 の周期の三分の一に対応している。このことは、第 1 のセンサ 1 3 1 1 と第 2 のセンサ 1 3 1 2 の間隔が、連続する二つの歯構造 1 3 0 4 のそれぞれの前面 1 3 0 7 の間隔の三分の一に対応していることを意味している。センサ 1 3 1 1 , 1 3 1 2 , 1 3 1 3 及び歯構造 1 3 0 4 のこの配置構成においては、ロータ 1 3 0 0 が矢印 1 3 0 3 の方向に運動する際に、三つのセンサの所定の順序の信号が生じる。センサ 1 3 1 1 , 1 3 1 2 , 1 3 1 3 は、歯 1 3 0 5 がそれらセンサ 1 3 1 1 , 1 3 1 2 , 1 3 1 3 の前に配置されている場合には論理値 1 を供給し、歯溝 1 3 0 6 がそれらのセンサ 1 3 1 1 , 1 3 1 2 , 1 3 1 3 の前に配置されている場合には論理値 0 を供給する。図 7 においては、例えば、センサ 1 3 1 1 及び 1 3 1 2 が論理値 1 を出力し、センサ 1 3 1 3 が論理値 0 を出力する。ロータ 1 3 0 0 が矢印 1 3 0 3 の方向に更に動くと、センサ 1 3 1 2 が第 1 の歯の後面 1 3 0 8 の後ろ側に来て、信号レベルが即座に変化する。センサ 1 3 1 1 は依然として歯 1 3 0 5 に対向して配置されているが、センサ 1 3 1 2 及び 1 3 1 3 の二つのセンサは歯溝 1 3 0 6 に対向して配置されている。従って、センサは値 1 0 0 の出力信号を供給する。更に移動すると、センサ 1 3 1 3 が第 2 の歯 1 3 0 5 の前面 1 3 0 7 を通過し、それによってセンサの信号の値が 1 0 1 に変化する。ロータ 1 3 0 0 が更に移動すると、二つのセンサ 1 3 1 1 及び 1 3 1 2 が第 1 の歯構造の歯溝 1 3 0 6 の上方に位置し、第 3 のセンサ 1 3 1 3 は第 2 の歯構造の歯 1 3 0 5 の前に位置する。従ってセンサは値 0 0 1 の信号を出力する。更に移動が続くと信号の値は 0 1 1 になり、そこから更に移動すると信号の値は 0 1 0 になる。ロータ 1 3 0 0 の回転が更に続くと、値 1 1 0 の信号が出力される。この場合、複数のセンサが第 1 の歯構造 1 3 0 4 に関連させて図 7 に示したように、第 2 の歯構造 1 3 0 4 の前に配置されている。矢印 1 3 0 3 の方向に更に移動すると、それらの一連の信号が繰り返し出力される。即ち、値 1 1 0 , 1 0 0 , 1 0 1 , 0 0 1 , 0 1 1 , 0 1 0 の信号が順番に出力される。しかしながら電気モータが反対方向に動くと、それらの順序の信号は反対の順序で生じる。これによって、電気モータの一方の方向への移動と他方の方向への移動を区別することができる。

【 0 0 2 6 】

三つのセンサ 1 3 1 1 , 1 3 1 2 , 1 3 1 3 の信号の更なる処理は、センサ 1 0 4 の信号に関して既に説明したやり方と同様にして信号処理装置 2 0 0 によって行なわれる。センサ 1 3 1 1 , 1 3 1 2 又は 1 3 1 3 の信号の信号レベルが変化すると、記憶手段は常に、信号が入力された時点を読み出し、この時点メモリ 2 0 6 に記憶する。メモリ 2 0 6 への記憶は所定の順序で行なわれる。即ち例えば、値 1 1 0 から値 1 0 0 への信号遷移の入力の時点の記憶はメモリスペース 2 0 6 1 において行なわれ、これによって、値 1 1 0 から値 1 0 0 への信号遷移が入力された時点の記憶が続いてメモリスペース 2 0 6 2 において行なわれることが明らかになる。センサ 1 3 1 1 , 1 3 1 2 及び 1 3 1 3 は全部で 6 個の状態しか有していないので（状態 0 0 0 及び 1 1 1 は生じない）、メモリスペースを 6 個だけ用いる記憶によって、極ペア 1 3 0 1 , 1 3 2 1 を通過するロータの完全な運動が全て記憶されている。しかしながら、回転数についての更に別の制御も試みることができるようにするために、より多くの数のメモリスペースを設けることも有効であると考えられる。記憶された時間は、図 5 に関連させて既に説明したように、相応のアドレスポインタ 2 0 5 によって管理される。三つのセンサ 1 3 1 1 , 1 3 1 2 及び 1 3 1 3 の所定の順序の信号によって、信号が変化する度に電気モータの回転方向を求めることができる。アドレスポインタ 2 0 5 に応じて一方の方向又は他方の方向にカウントするためにこの情報を利用することができる。記憶されている時点に基づき、D P L L 2 0 3 において、それぞれが電気モータの位置を表す複数の位置パルス 1 5 0 が形成される。しかしながら、

内燃機関とは異なりロータ 1 3 0 0 の完全な移動をマッピングすることは必要なく、電気モータの制御のためには極ペアの位置を識別することのみが必要とされる。何故ならば、ロータが一つの極ペアについて回転する場合には同一の出発位置が存在するからである。しかしながらこのことは、全ての極ペアが相互に精確に等しく位置決めされており、且つ、歯構造 1 3 0 4 に相対的に精確に等しく位置決めされている場合にしか生じない。極の構造的な差異が存在する場合には、モータの機械的な一回転全体についての測定値も記憶することが有効となりうる。何故ならば、その場合には、一回転前の測定値を必要に応じて使用することができるからである。考えられる偏差については例を用いて下記において詳細に説明する。

【 0 0 2 7 】

必要に応じて、電気モータに対しても別のアドレスポインタ 3 0 及び相応のメモリスペース 3 0 1 , 3 0 2 , 3 0 3 , 3 0 4 を設けることができる。しかしながら、クランクシャフト信号の評価とは異なり、それらのメモリスペースには予期される複数の歯に関する情報は記憶されておらず、その代わりに、電気モータのセンサ歯車の製造公差又は三つのセンサ 1 3 1 1 , 1 3 1 2 , 1 3 1 3 の配置構成に関する情報が記憶されている。それらの情報は、次の信号遷移の入力までにどれ程の数の位置パルス 1 5 0 を予期することができるかについての情報を含んでいる。製造公差をセンサの 6 個の考えられる状態の周期的に連続する信号列に関連付けることができ、例えば、製造公差に基づいて、連続的な回転数においては値が 1 1 0 から 1 0 0 に遷移するまでの持続時間と値が 0 1 1 から 0 1 0 に遷移するまでの持続時間を区別することができる。この差異は 6 個の信号変化全てについて繰り返し起こり、6 個のメモリスペース 3 0 1 , 3 0 2 ... 3 0 6 における相応の補正值によって補正することができる。別の補正值はロータ全体の製造公差、例えばロータ 1 3 0 0 全体の一個所にのみ関連する歯構造 1 3 0 4 における偏差に関連付けることができる。この偏差に関しては、勿論ロータ 1 3 0 0 全体に対してメモリスペースを設けなければならない。このことは択一的に、別のセンサによって行なうことができるか、又は、図 1 と同様のやり方でロータ 1 3 0 0 の一個所を特徴付けることによって行なうことができるか、又は、学習過程によって行なうことができる。その種の学習過程は、モータに相対的に平行動作している電気モータの動作フェーズ、例えば電気モータによって駆動される車両が徐々に停止する動作フェーズを評価する。その種のフェーズにおいては、信号遷移の入力に関してどの程度の差が存在するのかを学習することができ、また相応の補正情報をメモリスペース 3 0 1 , 3 0 2 , 3 0 3 等に記憶することができる。それらの情報は、次の信号変化の入力は何時生じるかに応じて異なる数の位置パルス 1 5 0 を出力するために、D P L L によって利用される。

10

20

30

【図 1】

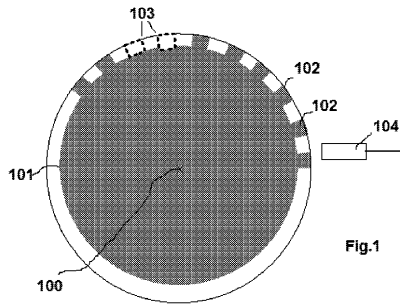


Fig.1

【図 2】

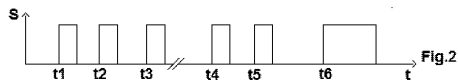


Fig.2

【図 3】

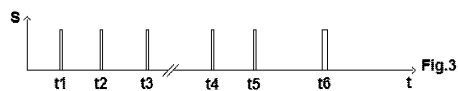


Fig.3

【図 4】

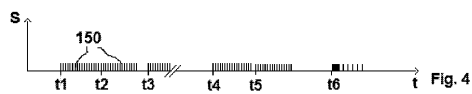


Fig. 4

【図 5】

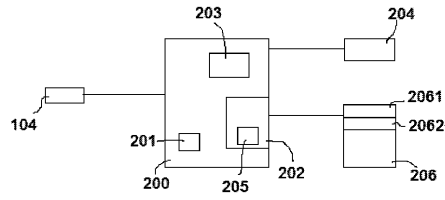


Fig. 5

【図 6】

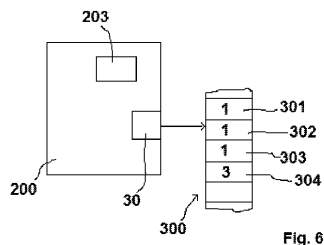


Fig. 6

【図 7】

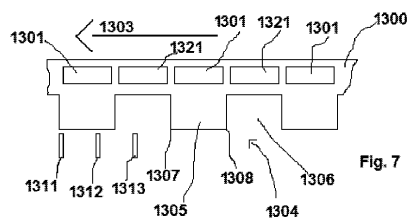


Fig. 7

【図 8】

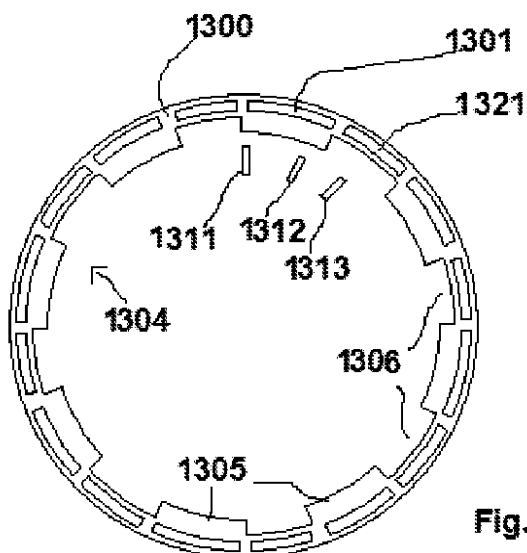


Fig. 8

---

フロントページの続き

審査官 眞岩 久恵

(56)参考文献 独国特許出願公開第19933844(DE, A1)  
実開昭59-157544(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01D 5/00 - 5/252  
G01D 5/39 - 5/62