

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5191904号
(P5191904)

(45) 発行日 平成25年5月8日(2013.5.8)

(24) 登録日 平成25年2月8日(2013.2.8)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 3 Q 17/22 (2006.01)

B 2 3 Q 17/22 B

G O 1 B 5/012 (2006.01)

G O 1 B 5/012

請求項の数 20 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-550749 (P2008-550749)	(73) 特許権者	500200708
(86) (22) 出願日	平成19年1月16日 (2007.1.16)		マーボス、ソチエタ、ベル、アツィオーニ
(65) 公表番号	特表2009-523620 (P2009-523620A)		MARPOSS S. P. A.
(43) 公表日	平成21年6月25日 (2009.6.25)		イタリア国ベンティボーリオ、ピア、サリ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/050419		チェート、13
(87) 国際公開番号	W02007/082892	(74) 代理人	100075812
(87) 国際公開日	平成19年7月26日 (2007.7.26)		弁理士 吉武 賢次
審査請求日	平成21年12月1日 (2009.12.1)	(74) 代理人	100091982
(31) 優先権主張番号	B02006A000031		弁理士 永井 浩之
(32) 優先日	平成18年1月18日 (2006.1.18)	(74) 代理人	100096895
(33) 優先権主張国	イタリア (IT)		弁理士 岡田 淳平
		(74) 代理人	100117787
			弁理士 勝沼 宏仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 チェックプローブのためのタイミング測定

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

時間の特定の瞬間 (t_{01} , t_{02} , t_{03}) に起こる事象を表わす信号 (OS ; OS_1 , OS_2 ; OS_3) を送信するための送信システムであって、

前記送信システムは、第1の周期基準信号 ($LF S$) を発生するための第1の発生器 (101) と、前記事象が生じたときに第2の基準信号 (HFS_1 , HFS_2 ; VS) を発生するための第2の発生器 (106 ; $97-99$) と、前記第1の基準信号 ($LF S$) に基づいて第1の遅延 (TL) を発生するとともに前記第2の基準信号 (HFS_1 , HFS_2 ; VS) に基づいて第2の遅延 (TH ; TV) を発生するようになっている処理手段 (102 , 103 , 104 ; 96 , 107 , 109) と、前記事象からの送信遅延 (t_1 , t_2 ; t_3) を伴って、事象を表わす前記信号 (OS ; OS_1 , OS_2 ; OS_3) を送信するようになっている送信器 (105) とを含み、前記送信遅延 (t_1 , t_2 ; t_3) は前記第1 (TL) および前記第2 (TH ; TV) の遅延の和によって規定され、前記第1および前記第2の遅延のうち的一方が他方よりも実質的に長くあり、

前記処理手段は、第1のカウンタ (102) を含むとともに、前記第1の基準信号 ($LF S$) の周期の予め設定された数 (QLF) に基づいて前記第1の遅延 (TL) を発生するようになっており、

前記第2の遅延 (TH ; TV) は、前記事象が生じる前記特定の瞬間 (t_{01} , t_{02} ; t_{03}) に開始するとともに前記第1の周期基準信号 ($LF S$) の継続する最初の

10

20

パルスエッジで終了する第 1 部分と、予め設定した値 (Q H F ; V 2) に基づいた前記第 2 の遅延 (T H ; T V) から前記第 1 部分を減算した第 2 部分とから構成されている送信システム。

【請求項 2】

前記処理手段は、前記第 1 の発生器 (1 0 1) および前記第 2 の発生器 (1 0 6 ; 9 7 - 9 9) に接続される論理ユニット (1 0 3 ; 1 0 9) を含む請求項 1 に記載の送信システム。

【請求項 3】

前記第 1 の発生器 (1 0 1) が同期パルスの発生器である請求項 1 ~ 2 のいずれか一項に記載の送信システム。

10

【請求項 4】

前記第 1 の発生器 (1 0 1) が水晶振動子である請求項 3 に記載の送信システム。

【請求項 5】

前記第 2 の発生器 (1 0 6) が第 2 の周期基準信号 (H F S 1 , H F S 2) を発生するようになっており、前記処理手段は、第 2 のカウンタ (1 0 4) を含むとともに、前記第 2 の基準信号 (H F S 1 , H F S 2) の周期の予め設定された数 (Q H F) に基づいて前記第 2 の遅延 (T H) を発生するようになっている請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の送信システム。

【請求項 6】

前記第 2 の発生器 (1 0 6) が同期パルスの発生器である請求項 5 に記載の送信システム。

20

【請求項 7】

前記第 2 の発生器 (1 0 6) が R C リング発振器である請求項 6 に記載の送信システム。

【請求項 8】

前記第 1 (1 0 1) および前記第 2 (1 0 6) の発生器のうちの少なくとも一方と、前記第 1 (1 0 2) および前記第 2 (1 0 4) のカウンタとが C M O S スタティックタイプの論理に組み込まれる請求項 5 ~ 7 のいずれか一項に記載の送信システム。

【請求項 9】

前記第 1 の周期基準信号 (L F S) が第 1 の周波数を有し、前記第 2 の周期基準信号 (H F S 1 , H F S 2) が前記第 1 の周波数よりも高い第 2 の周波数を有する請求項 5 ~ 8 のいずれか一項に記載の送信システム。

30

【請求項 10】

前記第 2 の発生器 (9 7 - 9 9) は、公知の方法で変えることができる大きさを表わすアナログ信号 (V S) を発生するようになっている回路を含み、前記処理手段は、コンパレータ (9 6) を含むとともに、前記大きさの予め設定された値 (V ref) に基づいて前記第 2 の遅延 (T V) を発生するようになっている請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の送信システム。

【請求項 11】

前記第 2 の発生器がキャパシタ (9 9) を含み、前記処理手段は、キャパシタ (9 9) の帯電を制御するようになっているセレクタスイッチ (1 0 7) を含む請求項 10 に記載の送信システム。

40

【請求項 12】

時間の特定の瞬間 (t 0 1 , t 0 2 , t 0 3) に起こる事象を表わす信号 (O S ; O S 1 , O S 2 ; O S 3) を送信するための方法であって、

- 第 1 の周期基準信号 (L F S) を発生するステップ (1 1 0) と、
- 前記第 1 の基準信号 (L F S) によって規定される第 1 の遅延 (T L) を含む送信遅延 (t 1 , t 2 ; t 3) 後に事象を表わす信号 (O S 1 , O S 2 ; O S 3) を送信するステップ (2 4 0) と、

を含む方法において、

50

- 事象が起こる瞬間 (t_{01} , t_{02} ; t_{03}) にほぼ対応する作動の瞬間を発端として、第2の基準信号 ($HFS1$, $HFS2$; VS) の発生を促すステップ (130) と、

- 前記第2の基準信号 ($HFS1$, $HFS2$; VS) のパラメータの値をチェックするステップ (220) と、

- 前記第2の基準信号 ($HFS1$, $HFS2$; VS) の前記パラメータの予め設定された値 (QHF ; $V2$) の到達に基づいて第2の遅延 (TH ; TV) を特定するステップと、

を更に含み、

前記送信遅延 (t_1 , t_2 ; t_3) は、作動の前記瞬間 (130) を発端として、前記第1 (TL) および前記第2 (TH ; TV) の遅延の和として規定されることを特徴とする方法。

10

【請求項13】

- 作動の瞬間 (130) 後、前記第1の基準信号 (LFS) の周期の開始を検出するステップ (150) と、

- その結果として、前記第2の基準信号 ($HFS1$, $HFS2$; VS) の前記パラメータの値のチェックを中断するステップと、

- チェックされたパラメータの現在の値 (P ; $V1$) を記憶するステップ (160) と、

- 前記第1の遅延 (TL) に対応する第1の基準信号 (LFS) の周期の予め設定された数 (QLF) の到達をチェックするステップ (190) と、

20

- 記憶された現在の値 (P ; $V1$) を発端として、前記第2の基準信号 ($HFS1$, $HFS2$; VS) の前記パラメータの値のチェックを続けるステップ (210) と、
- 前記第2の遅延 (TH ; TV) の結果的な識別および前記送信遅延 (t_1 , t_2 ; t_3) の定義を用いて、前記パラメータの予め設定された値 (QHF ; $V2$) の到達をチェックするステップ (230) と、

を含む請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記パラメータの値のチェックが中断された後、前記チェックが再開される前に、前記第2の基準信号 ($HFS1$, $HFS2$; VS) の発生を中断させるステップ (170) と、前記第2の基準信号 ($HFS1$, $HFS2$; VS) の発生を再び促すステップ (200) とをそれぞれ更に含む請求項13に記載の方法。

30

【請求項15】

前記第2の遅延 (TH ; TV) の継続時間は、前記第1の基準信号 (LFS) の周期 (TLF) の継続時間よりも短くない請求項12～14のいずれか一項に記載の方法。

【請求項16】

前記第2の基準信号 ($HFS1$, $HFS2$) は、前記第1の基準信号 (LFS) の周波数よりも高い周波数の周期信号である請求項12～15のいずれか一項に記載の方法。

【請求項17】

前記第2の基準信号の前記パラメータが周期の数である請求項16に記載の方法。

【請求項18】

40

前記第2の基準信号は、公知の方法で変えることができる大きさを表わすアナログ信号 (VS) である請求項12～15のいずれか一項に記載の方法。

【請求項19】

前記第2の基準信号の前記パラメータが電圧である請求項18に記載の方法。

【請求項20】

機械部品 (3) の位置及び/又は寸法をチェックするためのシステムであって、

- チェックプローブ (1) と、

- 前記チェックプローブに設けられ、感触器 (8) を支持する可動アーム (5) と、

- 前記感触器 (8) と要素 (3) との間の接触に加えて、接触信号 (TS ; $TS1$, $TS2$; $TS3$) を供給するようになっている検出装置 (2) と、
- 接触を示す信号 (O

50

S 1 , O S 2 ; O S 3) を無線送信するようになっている送信システム (4) と、
- 接触を示す前記信号 (O S 1 , O S 2 ; O S 3) を受けるようになっている受信器 (7) と、

を含むシステムにおいて、

前記送信システム (4) が請求項 1 ~ 1 1 のいずれか一項に記載の送信システムであり、接触を伴う事象が前記感触器 (8) と前記要素 (3) との間で起こることを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、事象を表わす信号を送信するためのシステムに関する。

【 0 0 0 2 】

また、本発明は、時間の特定の瞬間に起こる事象を表わす信号を送信するための方法であって、第 1 の周期基準信号を発生するステップと、第 1 の基準信号によって規定される第 1 の遅延を含む送信遅延後に事象を表わす信号を発生して送信するステップとを含む方法に関する。

【 0 0 0 3 】

本発明のシステムおよび方法は、機械部品をチェックするための接触検出プローブで有利に利用できる。

【背景技術】

【 0 0 0 4 】

機械に装着されるヘッドまたは接触検出プローブをチェックすることにより生成される機械要素の位置及び／又は寸法を示す信号を送信するために、例えば数値制御工作機で利用される、信号の無線送信のための公知のシステムが存在する。より具体的には、サイクルをチェックする過程で、プローブは、チェックされるべき要素に対して移動して、要素の表面に接触するとともに、接触信号を発生することにより接触に応答する。接触信号は、適切な送信装置が接触を表わす信号を受信ユニットへ無線送信できるようにするために、処理装置によって処理される。また、各受信ユニットは、インタフェース装置によって、その関連する数値制御ユニットに対して接続される。プローブと要素との間の相互の空間的位置に関連する他の信号を処理することにより、数値制御ユニットは、要素表面の位置に関する情報を得る。送信された信号は、例えば、光学タイプまたは無線周波数タイプの電磁信号であっても良い。一般に、プローブは、プローブの内部に完全に位置されるバッテリーによって給電される。バッテリー寿命を保つため、したがって、想定し得る動作欠陥および非常に頻繁な置き換えを回避するためには、電力消費をできる限り制限する必要がある。

【 0 0 0 5 】

プローブと要素との間の接触点を正確に特定するためには、- プローブの状態を送信する際に必然的に導入される - 遅延が十分に短く、とりわけ正確で且つ再現可能であることが求められる。

【 0 0 0 6 】

極めて正確で再現可能な導入遅延を得ることができるシステムおよび方法が技術的に知られている。

【 0 0 0 7 】

例えば、プローブと要素との間の接触が起こる瞬間にパルス発生器または“クロック”発生器を作動させるとともに、チェックの最中にそれを作動状態に維持し、それにより、非常に安定した周波数を有する基準信号を発生させることは知られており、基準信号のサイクルはカウンタによってカウントされ、一方、プローブ論理回路が必要とされるチェック動作を行なう。カウンタによってカウントされる基準信号（あるいは、等価な方法では、クロック）のサイクルの総数は、プローブ論理回路がチェックの過程で行なう動作（例えば、前の接触信号、または、プローブの状態を表す信号の送信に関連する動作）がカウ

10

20

30

40

50

ント終了前に常に完了されるような態様で予め設定される。カウン트의最後に、接触を示す出力信号が受信ユニットへ送信される。

【 0 0 0 8 】

図 1 および図 2 は、プローブ論理回路が必要とされるチェック動作を完了できるようにするために必要な 2 つの異なる時間間隔 $t_{1\text{CPU}}$ および $t_{2\text{CPU}}$ の場合において前述したものを簡略された形態で示している。より具体的には、これらの図は、基準信号 RS 、接触後に論理回路によって行なわれる動作を表わす信号 $CPUA$ 、出力信号 OS_{01} 、および、接触信号 TS_{01} の - 瞬間 t_0 (接触が起こる瞬間) と瞬間 t_1 (出力信号の送信の瞬間) との間の時間間隔における時間 t に応じた - 傾向を示している。信号 $CPUA$ の時間間隔 $t_{1\text{CPU}}$ および $t_{2\text{CPU}}$ 、すなわち、チェックの過程でプローブ論理回路により行なわれる動作の継続時間にかかわらず、瞬間 t_0 を発端として、同一の遅延 t_{01} 後に、図 1 および図 2 の両方の出力信号 OS_{01} が瞬間 t_1 で発生されて送信されるのが理解され得る。この公知の方法によれば、接触と関連する信号の送信との間に発生される遅延 t_{01} の精度は、基準信号の周波数の安定性と、接触信号または他の適当な信号のエッジに加えてクロックが作動するために必要な時間として規定されるクロックの短い作動 (または “起動”) 時間とに厳格に関連付けられる。信号の周期に対して長い時間間隔にわたって周波数が安定する基準信号を有するためには、例えば水晶共振器または同様の装置によってクロックを実現することが必要である。しかしながら、これらの装置は、発生される信号の周期の数万倍程度の可変の長い起動時間を有している。実際には、比較的長い時間間隔にわたって安定した周波数を与えると同時に比較的短い起動時間を与える発振器や共振器のような装置は技術的に知られていない。また、発振器の振動数が増大するにつれて発振器のエネルギー消費量が増大することも知られている。

【 0 0 0 9 】

説明の冒頭で言及された方法とほぼ同様の異なる方法は、チェックの開始時 (接触が起こる前) に結晶共振器の作動を予見し、一方、接触信号のエッジでカウンタだけが作動される。

【 0 0 1 0 】

この場合、基準信号の周波数の選択は重要である。これは、振動周期が、接触の瞬間と出力信号の送信の開始との間の所定量の時間遅延で得られる分解能を規定するからである。

【 0 0 1 1 】

実際に、カウンタは、任意のどんな瞬間でも作動することができず、状態の変化、すなわち、エッジ、一般には基準信号の立ち上がりエッジを待たなければならない。

【 0 0 1 2 】

以上の結果を図 3 において容易に見ることができる。図 3 には、比較的遅いクロック (比較的長い周期 T_{RS} を有する基準信号 RS を発生する) が示されており、3 つの接触信号 TS_A 、 TS_B 、 TS_C が 3 つの異なる接触瞬間 t_{0A} 、 t_{0B} 、 t_{0C} で表わされている。この場合、全ての接触信号 TS_A 、 TS_B 、 TS_C において、カウンタは、常に、接触後に基準信号 RS の同じ第 1 の立ち上がりエッジにおける時間 t_c で始まり、それにより、それらの当初の時間分離はもはや存在せず、出力信号 OS_{ABC} は、瞬間 t_c からの同じ遅延 t の直後に同じ時間 t_{ABC} において全ての信号に関して発生されて送信される。

【 0 0 1 3 】

この種の問題を克服するため、欧州特許出願 $EP - A - 0826201$ は、接触を表わす出力信号の周期を僅かに変更する (増大するまたは減少する) ことにより、接触と出力信号の送信の最後との間の遅延を一定に保つことを提案する。

【 0 0 1 4 】

前述の問題を克服するための他の方法は、基準信号の周波数を増大させることにより遅延時間の分解能を増大することを予見する。

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

先に記載された出願において、一般に必要とされる分解能は $1\ \mu\text{s}$ 程度であり、これは 1MHz の基準信号の最小周波数に対応する。同様の周波数での動作は、関連するクロックの電流の高い一定の消費量に起因して、バッテリー給電式のシステムにおいてはかなり問題である。

【0016】

したがって、バッテリー給電式の接触検出プローブを備えるチェックシステムでは、良好な再現特性を伴う送信を確保するため、短い起動時間および経時的に安定した周波数を有する基準信号を保証する発振器 / 共振器を利用することが都合良い。また、バッテリー寿命を延ばすため、低いエネルギー消費量の要求もある。

【0017】

残念ながら、前述したように、単一の発振器 / 共振器においてこれらの全ての特性を有することは実質的に不可能であり、また、既存の公知のシステムおよび方法においては、しばしば不満足な妥協的解決策を受け入れることが必要である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

本発明の目的は、送信精度及び / 又は再現性に関して、より具体的には、意味のある事象が起こる瞬間とそのような事象を示す信号の送信の開始との間の遅延と共に低エネルギー消費に関して、高い性能基準を達成できる信号の無線送信のためのシステムおよび方法を提供することである。

【0019】

この目的および他の目的は、請求項 1 に係るシステムおよび請求項 13 に係る方法によって達成される。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明に係るシステムおよび方法は、電気エネルギーの消費量を最小にすることができ、したがって、有利な方法で且つ高い性能基準で、機械部品、例えば機械要素および工作機をチェックするためのバッテリー電源式接触検出プローブを利用する。

【0021】

本発明が与える更なる利点は、低コスト構成部品およびハードウェアシステムを利用しても正確で且つ再現可能なシステムを保証するという点である。

【0022】

これらの利点および他の利点は、以下の説明で明らかになる。

【0023】

信号を無線送信するための本発明に係るシステムは、例えば数値制御工作機のための接触検出プローブで利用でき、事象を示す信号、例えばプローブとチェックされるべき要素との間で起こる接触を示す接触信号を受けるための回路システム及び / 又は構成部品と、基準信号の少なくとも 2 つの発生器であって、基準信号のうちの少なくとも 1 つが周期的である少なくとも 2 つの発生器と、基準信号の少なくとも 1 つのサイクルの予め設定された数をカウントするための少なくとも 1 つのカウンタを含む処理手段と、考慮中の事象を示す出力信号の送信器とを含んでいる。処理手段は 2 つの別個の遅延を発生し、これらの遅延は、組み合わせられると、考慮中の事象と関連する出力信号の送信の開始との間に正確な再現可能な全体の遅延を規定する。より具体的には、第 1 の発生器は、非常に安定しており、遅延全体の大部分を発生するために利用され、一方、第 2 の発生器は、精度が比較的低い、短い起動時間を有しており、全遅延の比較的短い間隔を発生するためだけに利用される。

【0024】

本発明に係る方法において、周期基準信号を発生する第 1 の発生器は、システムが動作モードにあるときに作動し、一方、第 2 の基準信号を発生する第 2 の発生器は、事象が起こるとき、例えば接触検出プローブと要素との間の接触が起こるとき、正確にはそのよう

10

20

30

40

50

な接触を信号が示すときに作動される。処理手段は、第2の発生器の作動（正確な近似をもって、接触が起こる瞬間に対応する）と例えば第1の基準信号の第1のその後の立ち上がりエッジとの間で第2の基準信号のパラメータの値をチェックする。チェックが短い時間間隔にわたって、より具体的には第1の基準信号の周期よりも短い時間間隔にわたって行なわれることは言うまでもない。第1の基準信号の第1のその後の立ち上がりエッジにおいては、第2の基準信号のパラメータのチェックが停止され、パラメータの現在の値が記憶される。この時点で、処理手段は、カウンタにより、第1の基準信号の予め設定されたサイクル数をカウントし、また、システムの他の回路及び/又は装置、例えば第2の発生器を有利にOFFすることができる。

【0025】

10

第1の基準信号の予め設定されたサイクル数のカウントの最後に、第2の発生器が再び作動され、処理手段は、既に検出された値を発端として、予め設定された値まで、第2の基準信号のパラメータのチェックを続ける。予め設定された値に達すると、プローブと要素との間の接触を示す出力信号を無線送信することができる。

【0026】

本発明の他の特徴は、非限定的な単なる例として与えられる添付の図面シートおよび以下の詳細な説明から更に明らかになると思われる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

20

図4を参照すると、本発明に係る送信システムは、第1の同期パルス発生器または第1の低周波クロック101を含んでいる。第1の低周波で第1の周期基準信号を発生する低周波クロック101は、例えば、公知のようにその周波数が低ければ低いほど電気エネルギー消費量が少なくなるという特性を有する水晶振動子によって実現され得る。一例として、32768Hzの周波数で振動する水晶振動子は、1μA程度の平均電流消費量で動作できる。低周波クロック101の出力は、第1の低周波カウンタ102、第2の高周波カウンタ104、および、論理ユニット103を含む処理手段に対して接続される。より具体的には、低周波クロック101の出力は、第1の低周波カウンタ102および論理ユニット103の適切な入力に対して接続される。通常の動作の過程で、論理ユニット103および低周波クロック101には常に電力が供給される。また、論理ユニット103は、入力において、事象を表わす信号、例えば、接触検出プローブとチェックされるべき要素との間の接触を示す接触信号TS、および、低周波カウンタ102の出力も受ける。論理ユニット103は、3つの出力、すなわち、低周波カウンタ102へ向かう第1の出力と、第2の同期パルス発生器または第2の高周波クロック106へ向かう第2の出力と、第2の高周波カウンタ104へ向かう第3の出力とを有している。高周波クロック106は、第2の高周波で第2の周期基準信号を発生するとともに、論理作動回路を含んでいる。論理ユニット103は高周波カウンタ104をゼロ設定し、また、高周波カウンタは、適切な入力で高周波クロック106の出力を受けるとともに、接触を表わす出力信号OSを送信するための公知のタイプの送信器105を制御する信号を供給する。高周波クロック106は、多くの方法で実現することができ、例えばそれが短い起動時間を有する場合には高周波発振器によって実現され得る。すなわち、より短い起動時間の利点に対して長期安定性の特徴を取っておくことができる。

30

40

【0028】

高周波クロック106の長期安定性を取っておくことができ、ノイズを許容でき、高い位相歪みでさえ許容できる理由は、高周波クロック106が好ましくは後述するように低周波クロック101のほぼ周期程度で非常に短い時間間隔にわたってパルスを発生するというタスクのみを有しているからである。したがって、高周波クロック106が蓄積できるタイムエラーは、いかなる場合でも制限され、遅延全体にわたって実質的に影響がない。例えば、約30000Hzの周波数パルスを発生する水晶振動子を用いて低周波クロック101を実現することにより、また、3%の精度をもって1MHzの周波数でパルスを発生する高周波クロック106の利用可能性を有することにより、低周波クロック101

50

により発生される信号の全周期で高周波クロック 106 によって引き起こされるエラーは約 $1\ \mu\text{s}$ である。また、 $32768\ \text{Hz}$ で動作する水晶低周波振動子を用いると、 $1\ \text{MHz}$ または $2\ \text{MHz}$ でそれぞれ動作する発振器を用いて高周波クロック 106 を実現することにより、接触信号 TS と出力信号 OS の送信の開始との間の送信遅延において $1\ \mu\text{s}$ または $0.5\ \mu\text{s}$ の分解能を得ることができる。

【0029】

クロック 101、106、カウンタ 102、104、および、論理ユニット 103 は、CMOS スタティック低消費電力型のロジックに適切に組み込むことができ、あるいは、他の類似の低消費電力技術によって実現できる。

【0030】

図 4 に示される送信システムは、例えば、接触検出プローブの感触器と接触を伴ってチェックされるべき要素との間の接触を示すとともに、接触が起こる瞬間と出力信号の送信の開始との間の繰り返し可能な遅延を示す出力信号を送信するために、図 5 を参照してここで説明される本発明に係る方法によって有利に利用できる。

【0031】

方法は、チェック開始時に送信システムを ON すること（ステップ 110）、より具体的には、第 1 の低周波基準信号を発生するために低周波クロック 101 に電力を供給すること、および、論理ユニット 103 に電力を供給することを予測する。この状態下で、システムは待機状態の低エネルギー消費モードにある。方法は、プローブと要素との間の接触が起こったかどうかを検証するステップ（ステップ 120）と、システムを完全作動モードに置くために接触に加えてシステムを“目覚めさせる”ステップ（ステップ 130）とを更に含んでいる。より具体的には、接触が起こると、論理ユニット 103 は、論理作動回路を用いて、第 2 の高周波基準信号を発生するために高周波クロック 106 の作動 ON を制御すると同時に、高周波カウンタ 104 のゼロ設定を制御する。接触に加えて、高周波カウンタ 104 は、第 2 の基準信号のパラメータのチェックを開始し、より具体的には、接触の瞬間と低周波クロック 101 の立ち上がりエッジ、好ましくは第 1 のその後の立ち上がりエッジとの間の高周波基準信号のサイクル数のカウント（ステップ 140）を開始する。高周波カウンタ 104 のカウント毎に、低周波基準信号の第 1 のその後の立ち上がりエッジの存在または不存在が検証される（ステップ 150）。

【0032】

そのような立ち上がりエッジが存在する場合には、ここまでにカウントされた高周波基準信号のサイクルの数 P が論理ユニット 103 によって記憶され（ステップ 160）、高周波クロック 106 の作動を有利に停止させることができ（ステップ 170）、また、低周波カウンタ 102 がゼロ設定される一方で、低周波基準信号のサイクルのカウントが作動される（ステップ 180）。ステップ 160、170、180 は、接触後、低周波信号の第 1 の立ち上がりエッジでほぼ同時に行なわれる。

【0033】

低周波カウンタ 102 が非常に安定した駆動源（低周波クロック 101）によって駆動され、したがって、数十ミリ秒程度の時間間隔にわたって正確にカウントできることは言うまでもない。また、低周波カウンタ 102 によって行なわれるカウントの最中に、他の装置/回路を OFF できることが有益であり、より具体的には（ステップ 170 で示されるように）、前述したようにエネルギー消費に関して特に費用がかかる高周波クロック 106 を OFF できることが有益であることは言うまでもない。このようにすれば、電流の消費量を最小まで減らすことができる。

【0034】

低周波基準信号のサイクル数のカウントは、予め設定された数 Q_{LF} まで続く（ステップ 190）。この場合、予め設定された数に達すると、論理ユニット 103 は、低周波カウンタ 102 をフリーズさせ、論理作動回路を用いて高周波クロック 106 を再び ON する（クロックが既に OFF されていた場合）（ステップ 200）。高周波クロック 106 が ON される瞬間には、第 2 の基準信号のパラメータのチェックが継続する。すなわち、

10

20

30

40

50

高周波カウンタ 104 は、既に記憶された数 P を発端として、高周波基準信号のサイクル数のカウントを続ける（ステップ 210）。

【0035】

予め設定されたサイクル数 Q_{HF} に達すると（ステップ 220）、高周波クロック 160 を OFF することができるとともに、高周波カウンタ 104 をフリーズさせることができ、また、システムは、プローブと要素との間の接触を示す出力信号を送信する（ステップ 230）。

【0036】

言うまでもなく、接触が起こる瞬間から、出力信号が送信される瞬間まで、低周波カウンタ 102 によって生み出される遅延（低周波基準信号の周期 \times 予め設定された数 Q_{LF} ）と、高周波カウンタ 104 によって生み出される遅延（高周波基準信号の周期 \times 予め設定された数 Q_{HF} ）と、高周波クロック 106 を 2 回作動させるために必要な時間との和から成る再現性の高い時間間隔が経過する。

【0037】

接触と低周波基準信号の第 1 の立ち上がりエッジとの間の経過時間の一部に対する高周波カウンタ 104 により生み出される遅延の任意の依存関係を排除するため、高周波カウンタ 104 は、以下の条件を満たす予め設定されたサイクル数 Q_{HF} までカウントするようにプログラムされなければならない。

$$Q_{HF} > (T_{LF} / Y_{HF}) + 1 \quad (1)$$

ここで、 T_{LF} および T_{HF} は、低周波基準信号および高周波基準信号のそれぞれの周期である。条件 (1) を満たす全ての整数のうちで、 Q_{HF} が最小値を有利にとることができる。

【0038】

図 6 は、2 つの接触信号 TS_1 、 TS_2 が 2 つの異なる瞬間 t_{01} 、 t_{02} にそれぞれ発生される場合であるが、いかなる場合にも、第 1 の低周波クロック 101 によって発生され且つ図 6 に基準 LFS によって特定される低周波基準信号の同一の周期 T_{LF} 内で、図 5 の方法を利用する図 4 のシステムによって生成される 2 つの出力信号 OS_1 、 OS_2 の時間に応じた傾向を概略的に示している。いずれの場合にも、 Q_{LF} 、 Q_{HF} は一定であり、 Q_{HF} は例えば 12 である。第 2 の高周波クロック 106 は既知の起動時間 t_{HF} を有しているものとする。言うまでもなく、そのような起動時間 t_{HF} は極めて制限され、いかなる場合でも無視できる（このため、図 6 には示されていない）。

【0039】

第 1 の接触信号 TS_1 の場合、論理ユニット 103 は、論理作動回路によって、起動時間 t_{HF} 後に信号 HFS_1 を発生する高周波クロック 106 を作動させる。カウンタ 104 は信号 HFS_1 のサイクルをカウントし始める。信号 LFS の第 1 のその後の立ち上がりエッジが瞬間 t_c で検出されると、論理ユニット 103 は、カウンタ 104 のカウントを停止し、カウントされるその瞬間まで数 P をフリーズさせる（図 6 の例では、それが 8）とともに、信号 LFS の予め設定されたサイクル数 Q_{LF} （第 1 の遅延 TL を規定する）をカウントする低周波カウンタ 102 を時間 t_D まで作動させる。 Q_{LF} サイクルの過程で、高周波クロック 106 を OFF することができる。 Q_{LF} サイクルの最後に、論理ユニット 103 は、論理作動回路によって高周波クロック 106 を再び作動させ（導入される遅延は起動時間 t_{HF} に等しい）、また、高周波カウンタ 104 は、既に記憶された (8) 数 P から値 Q_{HF} (12) まで、すなわち、特定のケースでは 4 まで、信号 HFS_1 のサイクルを再びカウントし始める。出力信号 OS_1 は、カウンタ 104 のカウントの最後の瞬間 t_{11} において送られる。この場合、接触の瞬間 t_{01} と瞬間 t_{11} との間の全送信遅延 t_1 は、高周波クロック 106 の起動時間 t_{HF} （前述したように無視できる）の 2 倍の他、信号 HFS_1 の 12（すなわち、 $8 + 4$ ）サイクル（全体で第 2 の遅延 TH を規定する）と信号 LFS の Q_{LF} サイクルによって規定される第 1 の遅延 TL とに等しい。

【0040】

10

20

30

40

50

言うまでもなく、前述した条件(1)によれば、第2の遅延 T_H (すなわち、 $Q_{HF} \times T_{HF}$)の継続時間は、第1の基準信号 LFS の周期(T_{LF})の継続時間よりも長い。

【0041】

接触信号 TS_1 が発生される瞬間 t_{01} とは異なる瞬間 t_{02} に発生される第2の接触信号 TS_2 (しかし、とにかく、常に信号 LFS の同じ周期 T_{LF} 内で)の場合、論理ユニット103は、論理作動回路により、先のケースと同様に起動時間 t_{HF} 後に信号 HFS_2 を発生する高周波クロック106を作動させる。しかしながら、この第2のケースにおいて、信号 HFS_2 は、それが瞬間 t_c において再び低周波クロック101によって発生される信号 LFS の第1のその後の立ち上がりエッジ(先のケースで考慮された同じ立ち上がりエッジ)に直面する前に、ちょうど2つのサイクル($P=2$)を果たす。先のケースと同様に、低周波カウンタ102が時間 t_D まで信号 LFS の Q_{LF} サイクル(第1の遅延 T_L)をカウントする間に高周波クロック106をOFFすることができ、カウントの最後に、高周波クロック106が再び作動される(導入される遅延は常に起動時間 t_{HF} に等しい)とともに、高周波カウンタ104が信号 HFS_2 の($Q_{HF}-P$)サイクルをカウントする。特定の例では、($Q_{HF}-P$)=10である。カウントの最後に、時間 t_{12} において、接触の瞬間 t_{02} からの遅延 t_2 後、第2の出力信号 OS_2 が送信される。この場合にも、遅延 t_2 は、高周波クロック106の起動時間 t_{HF} (前述したように無視できる)の2倍の他、信号 HFS_2 の12(すなわち、 $2+10$)サイクル(第2の遅延 T_H)と信号 LFS の Q_{LF} サイクル(第1の遅延 T_L)とに等しい。すなわち、遅延 t_2 は遅延 t_1 にほぼ等しい。

【0042】

好ましい実施形態では、第1の低周波クロック101としての32768Hz(約30.5 μs 周期)の水晶振動子、および、第2の高周波クロック106としての2 μs 起動時間を有する1MHz(1 μs 周期)のリング発振器RCのような市販の構成部品が利用される。 Q_{LF} および Q_{HF} の値を適切に選択することにより、例えば、 $\pm 2.5 \mu s$ の精度および3.0V電源電圧で25 μA 未満または2.4V電源電圧で15 μA 未満の平均電流消費を伴って、接触の瞬間から出力信号の送信までの5msの送信遅延を生み出すことができる。

【0043】

図7に示される他の実施形態によれば、アナログ/デジタル型の本発明に係る送信システムを実施するため、図4に示される送信システムの高周波クロック106および高周波カウンタ104が類似の構成部品と置き換えられている。

【0044】

以下、図7および図8を参照して、本発明に係るアナログ/デジタルからの送信システムおよびその動作について説明する。図7および図8では、図4および図6の参照符号と同様の参照符号を使用して、同様の或いは類似の構成部品または信号を示す。

【0045】

図7の送信システムは、同期パルスの第1の発生器または第1の低周波クロック101を含んでおり、第1の低周波クロック101は、第1の低周波基準信号 LFS を発生するとともに、低周波カウンタ102、論理ユニット109、セレクトスイッチ107、および、コンパレータ96を含む処理手段に対して接続される。より具体的には、低周波クロック101は、信号 LFS の予め設定されたサイクル数 Q_{LF} をカウントするための低周波カウンタ102の適切な入力と、論理ユニット109の適切な入力とに対して接続され、また、論理ユニット109は、その入力において、低周波カウンタ102の出力、事象、例えば接触検出プローブとチェックされるべき要素との間の接触を表わす信号 TS_3 、および、コンパレータ96の出力信号を表わす信号を受ける。接触検出プローブがチェックサイクルを開始すると、基準信号 LFS を発生させるために低周波クロック101(および、論理ユニット109)に電力が供給される。また、論理ユニット109は、2つの出力、すなわち、低周波カウンタ102に対して接続される第1の出力と、セレクトスイ

ッチ 107 に対して接続される第 2 の出力とを有しており、セレクトスイッチ 107 は、第 1 のプレート 90 が一般にグランドに接続されるキャパシタ 99 のための 3 つの可能な接続を規定する。第 1 の位置 A において、セレクトスイッチ 107 は、キャパシタ 99 を抵抗 98 に対して（例えば直列に）接続する。この第 1 の位置 A では、第 1 の電圧発生器 97 によって抵抗 98 およびキャパシタ 99 が給電される。第 1 の電圧発生器 97、抵抗 98、および、キャパシタ 99 は、第 2 の基準信号を発生するための第 2 の発生器を形成する公知の帯電傾向を有する回路 RC を実現する。回路 RC は、例えばインピーダンスを含むリアクタンス回路と置き換えることができる。以下で更に詳しく説明するように、発生される信号は、公知の方法で変えることができる大きさを表わすアナログ信号である。より具体的には、図 7 に示される回路 RC に関して、発生されるアナログ信号は電圧を表わし、当該電圧は、その値がチェックされるべき正にそのパラメータである。

10

【0046】

時間 t_{03} で接触が起こると、接触信号 TS_3 が論理ユニット 109 に到達し、論理ユニットは、セレクトスイッチ 107 を制御して第 1 の位置 A に切り換える。第 1 の電圧発生器 97 は、論理ユニット 109 が信号 $LF S$ の立ち上がりエッジ、好ましくは第 1 のその後の立ち上がりエッジを時間 t_c で検出する瞬間までキャパシタ 99 を帯電し始める。第 1 のその後の立ち上がりエッジにおいて、論理ユニット 109 は、セレクトスイッチ 107 を制御して第 2 の位置 B に切り換え、この第 2 の位置では、キャパシタ 99 が電氣的に絶縁され、そのため、キャパシタ 99 の帯電は、事象 (t_{03}) と信号 $LF S$ の第 1 のその後の立ち上がりエッジ (t_c) との間の時間間隔に依存する特定の電圧値 V_1 で中断される。図 8 において、基準 VS は、キャパシタ 99 の端部の電圧値の時間に応じた傾向によって規定される第 2 の基準信号を示している。図 4 のシステムの場合と同様、低周波カウンタ 102 は、接触後の第 1 の立ち上がりエッジを発端として、信号 $LF S$ の予め設定されたサイクル数 Q_{LF} をカウントする。時間 t_D において、低周波カウンタ 102 が信号 $LF S$ の Q_{LF} サイクルのカウントを終了すると、論理ユニット 109 は、セレクトスイッチ 107 を制御して元の第 1 の位置 A に切り換え、また、キャパシタ 99 が帯電を再開し、キャパシタの端部の電圧が、先に到達した値 V_1 を発端として増大する。

20

【0047】

コンパレータ 96 の非反転入力キャパシタ 99 の端部に接続され、一方、同じコンパレータ 96 の反転入力、基準電圧 V_{ref} の第 2 の電圧発生器 95 に接続される。より具体的には、セレクトスイッチ 107 の位置にかかわらず、キャパシタ 99 の端部の電圧が基準電圧 V_{ref} に等しい（または、基準電圧 V_{ref} を上回る）値 V_2 に達すると、コンパレータ 96 はゼロでない出力信号を送る。逆に、キャパシタ 99 の端部の電圧が基準電圧 V_{ref} を下回ると、コンパレータ 96 の出力がゼロになる。

30

【0048】

基準電圧 V_{ref} を超えると、したがって、コンパレータ 96 がゼロでない出力信号を発すると、そのような出力信号を使用して、時間 t_{13} において、公知のタイプの送信器 105 により、考慮中の事象を表わす信号 OS_3 の送信を制御できるとともに、キャパシタ 99 がその後のチェックのために放電されなければならないという情報を論理ユニット 109 に対して与えることができる（図 7 において、破線は、コンパレータ 96 と論理ユニット 109 との間の接続を極めて簡単に概略的な態様で示している）。したがって、論理ユニット 109 がセレクト 107 を制御して第 3 の位置 C に切り換え、この第 3 の位置では、例えば第 2 のプレート 91 もグランドに接続することによりキャパシタ 99 が放電される。

40

【0049】

言うまでもなく、図 7 の実施形態においても、回路のエネルギー消費量が特に制限され、低周波信号 $LF S$ の Q_{LF} サイクルのカウントの過程で、セレクトスイッチ 107 が第 2 の位置 B にあり、この位置で、電流消費量が実質的にゼロになる。

【0050】

図 8 を参照すると明らかなように、正確で且つ繰り返し可能な時間間隔 t_3 が時間 t

50

t_{03} と時間 t_{13} との間で経過する。実際に、そのような間隔 t_3 が、信号 $LF S$ の Q_{LF} 周期 (図 4 および図 6 に示されるケースの場合と同様、第 1 の遅延 T_L を規定する) によって形成されるとともに、キャパシタをゼロ値から値 V_1 (信号 $LF S$ の第 1 の立ち上がりエッジにある) まで帯電させるため及び値 V_1 から値 V_2 (コンパレータ 96 の基準電圧 V_{ref} に等しい) まで帯電させるために要する時間量によって形成されることに留意すべきである。また、ゼロ値から値 V_2 までキャパシタ 99 を帯電させるためにどの程度の時間 (第 2 の遅延 T_V を規定する時間) 量が必要なのかが、信号 $LF S$ の第 1 の立ち上がりエッジに関して事象が起こる瞬間に依存するのではなく、 RC 回路の特徴のみに依存することにも留意すべきである。

【0051】

値 V_2 (V_{ref}) は、図 4 の実施形態で起こる場合と同様、第 2 の遅延 T_V が第 1 の基準信号 $LF S$ の周期 T_{LF} よりも (僅かな量だけ) 長くなるように選択されて予め設定される。

【0052】

前述したように、本発明に係るシステムおよび方法は、機械加工前、機械加工中および機械加工後に機械要素をチェックするために工作機上に装着される接触検出プローブに有利に設けることができる。図 9 は、工作機 6 上に装着された機械要素 3 の位置または寸法を検出するためのシステムを概略的に示している。この場合、チェックプローブ、例えば接触検出プローブ 1 は、アーム 5 を用いて感触器 8 を支持する。公知のタイプの検出装置 2 は、プローブ 1 と要素 3 との間の相互の移動に加えて、感触器 8 が要素 3 の表面と接触するときに接触信号を供給する。これまで説明され且つ図 4 - 6 または図 7 - 8 を参照して例示された送信システムの特徴を有する送信システム 4 は、検出装置 2 に (公知の方法で) 接続され、接触信号を受けるとともに、プローブ 1 から離間して位置され且つインタフェース装置 9 によって工作機 6 の数値制御ユニット 11 に接続された受信器 7 に対して接触を表わす信号を無線送信する。プローブ 1 と要素 3 との間の互いの空間的な位置に関連する他の信号を処理することにより、数値制御ユニットは、要素 3 の表面の位置に関する情報を得る。無線送信される信号は、例えば、光学タイプであっても良く或いは無線周波数タイプであっても良く、ブルートゥース (登録商標)、 $WiFi$ (登録商標)、および、 UWB (“ウルトラワイドバンド”) のような公知の技術を利用することができる。また、例えば機内プローブ回路の作動/停止のため、あるいは、本発明に直接に関与しない決定されたパラメータを公知の方法でプログラミングするために、受信器 7 からプローブ 1 へと信号を無線送信するための装置も予見できる。

【0053】

大まかに言えば、本発明に係る送信システムは、事象を表わす信号の送信のために正確な、繰り返し可能な、低エネルギー消費システムの必要性があるときにいつでも利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図 1】公知の送信システムにおける幾つかの信号の時間に応じた傾向を概略的に示すグラフである。

【図 2】公知の送信システムにおける幾つかの信号の時間に応じた傾向を概略的に示すグラフである。

【図 3】公知の送信システムにおける幾つかの信号の時間に応じた傾向を概略的に示すグラフである。

【図 4】本発明の第 1 の好ましい実施形態に係る送信システムの簡略化された機能ブロック図である。

【図 5】本発明に係る方法を示す論理ブロック図である。

【図 6】図 5 の方法を利用する図 4 の送信システムにおける 2 つの別個の事象を表わす出力信号の送信の瞬間を示すグラフである。

【図 7】本発明の第 2 の好ましい実施形態にかかる送信システムの簡略化された機能プロ

10

20

30

40

50

ック図である。

【図 8】図 7 の送信システムにおける事象を表わす出力信号の送信の瞬間を示すグラフである。

【図 9】本発明に係る送信システムを有する接触検出プローブを支持する工作機の概略図である。

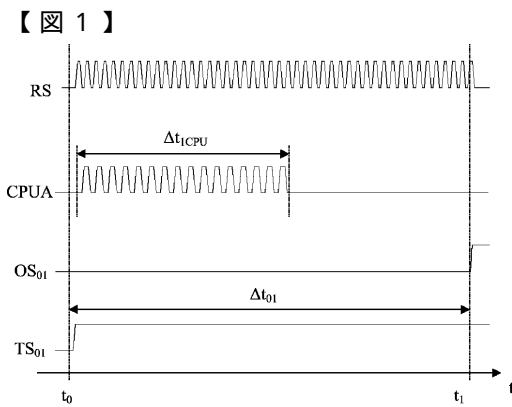


Fig. 1

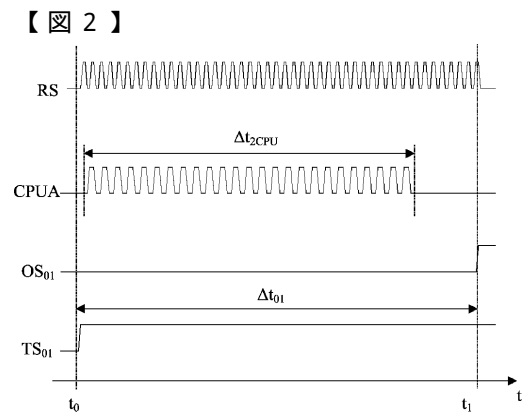


Fig. 2

【図 3】

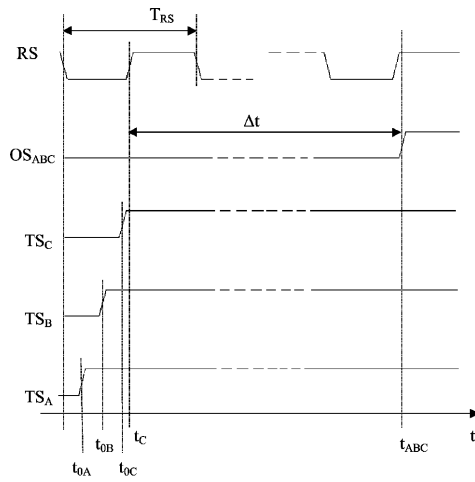


Fig. 3

【図 4】

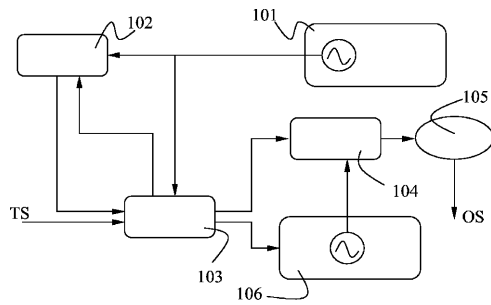
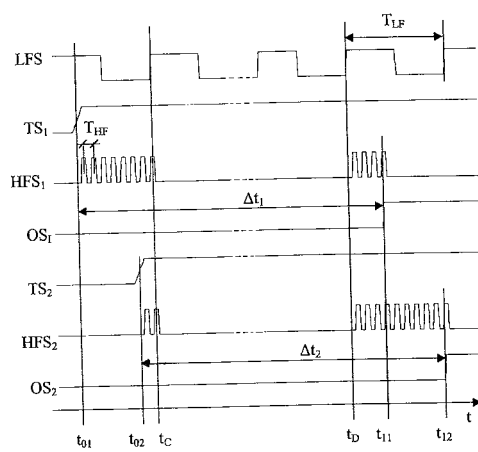


Fig. 4

【図 6】



【図 7】

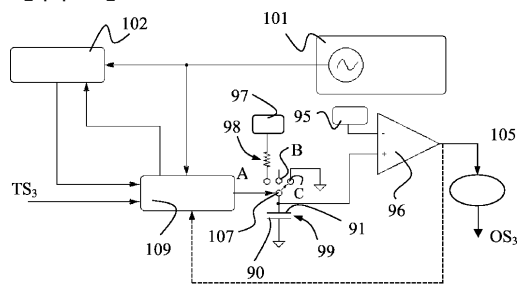


Fig. 7

【図 5】

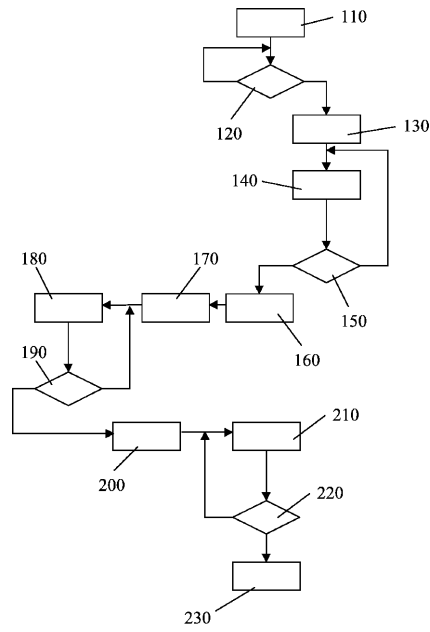


Fig. 5

【図 8】

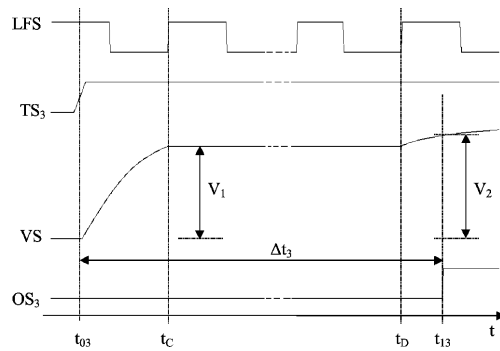


Fig. 8

【図 9】

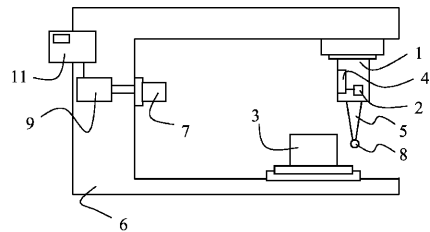


Fig. 9

フロントページの続き

(72)発明者 アンドレア、フェラーリ

イタリア国フェラーラ、ピア、バレ、ガラレ、36

(72)発明者 ロベルト、バドバーニ

イタリア国ボローニャ、ミネルピオ、ピア、マンドリオリ、1

審査官 大川 登志男

(56)参考文献 特表平11-505048(JP,A)

特開平11-154826(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

B23Q 17/22

G01B 5/012