

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6814660号  
(P6814660)

(45) 発行日 令和3年1月20日(2021.1.20)

(24) 登録日 令和2年12月23日(2020.12.23)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>GO4G</b>	<b>3/02</b>	<b>(2006.01)</b>	GO4G	3/02	E
<b>GO1C</b>	<b>15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1C	15/00	103E
<b>GO6F</b>	<b>1/06</b>	<b>(2006.01)</b>	GO6F	1/06	520
<b>GO6F</b>	<b>1/14</b>	<b>(2006.01)</b>	GO6F	1/14	510
<b>GO4G</b>	<b>99/00</b>	<b>(2010.01)</b>	GO4G	99/00	302Z

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2017-35134 (P2017-35134)  
 (22) 出願日 平成29年2月27日 (2017.2.27)  
 (65) 公開番号 特開2018-141678 (P2018-141678A)  
 (43) 公開日 平成30年9月13日 (2018.9.13)  
 審査請求日 令和2年1月28日 (2020.1.28)

(73) 特許権者 000220343  
 株式会社トプコン  
 東京都板橋区蓮沼町75番1号  
 (74) 代理人 100087826  
 弁理士 八木 秀人  
 (74) 代理人 100168088  
 弁理士 太田 悠  
 (72) 発明者 池上 宏之  
 東京都板橋区蓮沼町75-1 株式会社  
 トプコン内  
 審査官 平野 真樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 システムタイマおよび同システムタイマを備えた測量機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

CPUの動作クロックを原振とし、それぞれ同一周期の割り込み処理で桁上がりをカウントし、割り込み処理のタイミングがそれぞれ異なる複数のタイマを備え、

前記複数のタイマのうち、時刻取得時に割り込み処理が発生していないタイマの桁上がりのカウント値が読み取られる

ことを特徴とするシステムタイマ。

【請求項2】

CPUの動作クロックを原振とする主タイマと、

前記CPUの動作クロックを原振とし、前記主タイマと同一周期の割り込み処理で桁上がりをカウントし、カウント値の初期値が前記主タイマから半周期ずれた状態でスタートされる副タイマと、を備え、

前記主タイマのカウント値が周期の1/4未満の時は副タイマの桁上がりのカウント値が読み取られ、

前記主タイマのカウント値が周期の1/4以上3/4未満の時は主タイマの桁上がりのカウント値が読み取られ、

前記主タイマのカウント値が周期の3/4以上の時は副タイマの桁上がりのカウント値が読み取られる

ことを特徴とするシステムタイマ。

## 【請求項3】

UTC時刻を取得可能なGPSモジュールと、  
測距および測角を行う測量モジュールと、  
前記測量モジュールおよび前記GPSモジュールを制御するCPUと、  
前記CPUの動作クロックを原振とし、それぞれ同一周期の割り込み処理で桁上りをカウントし、割り込み処理のタイミングがそれぞれ異なる複数のタイマを備えたシステムタイマと、

前記GPSモジュールからPPS信号を受信し、前記PPS信号の割り込みが入ったタイミングの前記システムタイマの時刻を取得し、前記システムタイマの時間のズレを補正して秒以上のUTC時刻を更新するUTC時刻演算部と、

前記測量モジュールから測量値を取得したタイミングで通知信号を受信し、前記通知信号の割り込みが入ったタイミングの前記システムタイマの時刻および前記UTC時刻演算部の時刻を取得し、前記通知信号にUTC時刻を付加する測量時刻演算部と、

を備えることを特徴とする測量機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、システムタイマおよび同システムタイマを備えた測量機に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

図9は、システムタイマの基本動作を示すタイミングチャートである。システムタイマは、ハードウェアのクロックパルスをカウントするカウント値(Count\_A0)と、一定周期で割り込みを発生させるソフトウェア処理による桁上がりカウント値(Count\_A1)を読み取る。Count\_A0が0からN(自然数)に達するのを1周期とすると、現在の時刻tは、 $t = \text{Count\_A1} + \text{Count\_A0} / N$ で取得される(特許文献1)。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2010-101793号

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかし、現在時刻を取得する際、割り込みの優先順位や割り込み禁止などの制約により、桁上げの処理が遅延することがある。この遅延期間を図9に符号Dで示す。この期間Dに時刻を取得すると、Count\_A0は更新されているのに、Count\_A1が加算されていない状態となるため、時刻を読み間違えるという問題が生じる。この桁上げの読み取りミスによる誤差は、時間の経過とともに積算的に大きくなるため、長いスパンで見ると大きく時刻がずれこむおそれがある。

## 【0005】

本発明は、桁上げのカウント値を読み間違えないシステムタイマおよび同システムタイマを備えた測量機を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記課題を解決するために、本発明のある態様のシステムタイマは、CPUの動作クロックを原振とし、それぞれ同一周期の割り込み処理で桁上りをカウントし、割り込み処理のタイミングがそれぞれ異なる複数のタイマを備え、前記複数のタイマのうち、時刻取得時に割り込み処理が発生していないタイマの桁上げのカウント値が読み取られることを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 7 】

本発明の別の態様のシステムタイマは、CPUの動作クロックを原振とする主タイマと、前記CPUの動作クロックを原振とし、前記主タイマと同一周期の割り込み処理で桁上がりをカウントし、カウント値の初期値が前記主タイマから半周期ずれた状態でスタートされる副タイマと、を備え、前記副タイマは、動作開始時の、前記主タイマのカウント値が周期の1/4未満の時は副タイマの桁上がりのカウント値が読み取られ、前記主タイマのカウント値が周期の1/4以上3/4未満の時は主タイマの桁上がりのカウント値が読み取られ、前記主タイマのカウント値が周期の3/4以上の時は副タイマの桁上がりのカウント値が読み取られることを特徴とする。

## 【 0 0 0 8 】

本発明のある態様の測量機は、UTC時刻を取得可能なGPSモジュールと、測距および測角を行う測量モジュールと、前記測量モジュールおよび前記GPSモジュールを制御するCPUと、前記CPUの動作クロックを原振とし、それぞれ同一周期の割り込み処理で桁上がりをカウントし、割り込み処理のタイミングがそれぞれ異なる複数のタイマを備えたシステムタイマと、前記GPSモジュールからPPS信号を受信し、前記PPS信号の割り込みが入ったタイミングの前記システムタイマの時刻を取得し、前記システムタイマの時間のズレを補正して秒以上のUTC時刻を更新するUTC時刻演算部と、前記測量モジュールから測量値を取得したタイミングで通知信号を受信し、前記通知信号の割り込みが入ったタイミングの前記システムタイマの時刻および前記UTC時刻演算部の時刻を取得し、前記通知信号にUTC時刻を付加する測量時刻演算部と、を備えることを特徴とする。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 0 9 】

本発明のシステムタイマおよび同システムタイマを備えた測量機によれば、桁上がりのカウント値を読み間違えることがないので、精度良く時刻を取得することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 第 1 の実施の形態に係るシステムタイマのブロック図である。

【 図 2 】 第 1 の実施の形態に係るシステムタイマのタイミングチャートである。

【 図 3 】 第 2 の実施の形態に係るシステムタイマのブロック図である。

【 図 4 】 第 2 の実施の形態に係るシステムタイマのタイミングチャートである。

【 図 5 】 第 3 の実施の形態に係る測量機のブロック図である。

【 図 6 】 UTC時刻演算部の動作フローチャートである。

【 図 7 】 測量時刻演算部の動作フローチャートである。

【 図 8 】 測量時刻演算部のタイミングチャート図である。

【 図 9 】 システムタイマの基本動作を示すタイミングチャートである。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 1 】

次に、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照して説明する。

## 【 0 0 1 2 】

( 第 1 の実施形態 )

図 1 は第 1 の実施の形態に係るシステムタイマ 10 のブロック図である。図 1 において、CPU 1 の動作クロック ( 以下、CPUクロック ) 2 からは、一定周期でクロックパルスが出力されている。CPU 1 のシステムタイマ 10 は、主タイマ 4 と副タイマ 5 の二つのタイマと、システムタイム演算部 3 を備えている。

## 【 0 0 1 3 】

主タイマ 4 は、CPUクロック 2 を原振とし、CPUクロック 2 のクロックパルスをカウントする主ハードウェアタイマ 4 1 と、主ハードウェアタイマ 4 1 と同一周期で割り込み処理を発生させ桁上がりをカウントする主ソフトウェアタイマ 4 2 を有する。

## 【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

副タイマ5は、CPU1のCPUクロック2を原振とし、CPUクロック2のクロックパルスをカウントする副ハードウェアタイマ51と、副ハードウェアタイマ51と同一周期で割り込みを発生させ桁上りをカウントする副ソフトウェアタイマ52を有する。副タイマ5は、動作開始時のカウント値(Count\_B0)の初期値を、主タイマ4から半周期進めた状態でスタートされる。

【0015】

システムタイム演算部3は、次のように現在時刻を取得する。図2は第1の実施の形態に係るシステムタイマ10のタイミングチャートである。

【0016】

一例として、主タイマ4の主ハードウェアタイマ41のカウント値(Count\_A0)が、12に達するのを1周期とする。主ソフトウェアタイマ42は、主ハードウェアタイマ41のカウント値(Count\_A0)が12に達し0に戻る時に割り込み処理を発生させ、桁上りのカウント値(Count\_A1)を1つ増加させる。

【0017】

副タイマ5の副ハードウェアタイマ51のカウント値(Count\_B0)は、主ハードウェアタイマ41のカウント値(Count\_A0)から半周期進んでいるので、図2では、Count\_B0 = 6からスタートしている。副ソフトウェアタイマ52は、副ハードウェアタイマ51のカウント値(Count\_B0)が12に達し0に戻る時に割り込み処理を発生させ、桁上りのカウント値(Count\_B1)を1つ増加させる。

【0018】

本形態のシステムタイマ10では、割り込み処理の制約により、主ソフトウェアタイマ42のカウント値(Count\_A1)の桁上げの処理が遅延することがある(遅延期間D1)。この遅延期間D1に時刻を取得すると、Count\_A0は更新されているのに、Count\_A1が加算されていない状態となるため、時刻を読み間違える。また、副タイマ5においても、割り込み処理の制約により、副ソフトウェアタイマ52のカウント値(Count\_B1)の桁上げの処理が遅延することがある(遅延期間D2)。この遅延期間D2の桁上りのカウント値(Count\_B1)を読むと、Count\_B0は更新されているのに、Count\_B1が加算されていない状態となるため、時刻を読み間違える。

【0019】

ここで、システムタイム演算部3は、現在時刻tを取得する時は、主タイマ4の主ハードウェアタイマ41のカウント値(Count\_A0)を一度だけ読む。そして、そのカウント値(Count\_A0)が周期の1/4未満の時(図2に示す期間P1)は、副タイマ5の桁上りのカウント値(Count\_B1)を読み取り、現在の時刻tは、式(1)で取得する。

$$t = \text{Count\_B1} + \text{Count\_A0} / 12 \quad \dots (1)$$

この場合において、副タイマ5のカウント値(Count\_B0)は割り込み処理発生から少なくとも1/4周期離れており、また、副タイマ5の桁上りのカウント値(Count\_B1)は、主タイマ4の桁上りのカウント値(Count\_A1)よりも早い段階でカウントアップしているので、副タイマ5は桁上りの変数を間違えない。

【0020】

システムタイム演算部3は、主タイマ4のカウント値(Count\_A0)が周期の1/4以上3/4未満の時(図2に示す期間P2)は、主タイマ4の桁上りのカウント値(Count\_A1)を読み取り、現在の時刻tは、式(2)で取得する。

$$t = \text{Count\_A1} + \text{Count\_A0} / 12 \quad \dots (2)$$

この場合において、主タイマ4のカウント値(Count\_A0)は割り込み処理発生から少なくとも1/4周期離れ、十分なマージンが取られているため、主タイマ4は桁上りの変数を間違えない。

【0021】

システムタイム演算部3は、主タイマ4のカウント値(Count\_A0)が周期の3/

10

20

30

40

50

4 以上の時 ( 図 2 に示す期間 P 3 ) は、副タイマ 5 の桁上がりのカウント値 ( C o u n t \_ B 1 ) を読み取り、現在の時刻 t は、式 ( 3 ) で取得する。

$$t = ( C o u n t _ B 1 - 1 ) + C o u n t _ A 0 / 1 2 \quad \cdot \cdot \cdot ( 3 ) 。$$

【 0 0 2 2 】

この場合において、副タイマ 5 のカウント値 ( C o u n t \_ B 0 ) は割り込み処理発生から少なくとも 1 / 4 周期離れており、また、副タイマ 5 の桁上がりのカウント値 ( C o u n t \_ B 1 ) は、主タイマ 4 の桁上がりのカウント値 ( C o u n t \_ A 1 ) よりも早い段階でカウントアップしているため、副タイマ 5 は桁上がりの変数を間違えることがない。

【 0 0 2 3 】

なお、副タイマ 5 を主タイマ 4 から半周期遅れた状態でスタートさせた場合も同様である。この場合の現在の時刻 t は、カウント値 ( C o u n t \_ A 0 ) が周期の 1 / 4 以上 3 / 4 未満の時は式 ( 2 ) で取得し、カウント値 ( C o u n t \_ A 0 ) が周期の 3 / 4 以上の時は式 ( 1 ) で取得し、カウント値 ( C o u n t \_ A 0 ) が周期の 1 / 4 未満の時は、副タイマ 5 の桁上がりのカウント値 ( C o u n t \_ B 1 ) を読み取り、現在の時刻 t は、式 ( 4 ) で取得する。

【 0 0 2 4 】

$$t = ( C o u n t _ B 1 + 1 ) + C o u n t _ A 0 / 1 2 \quad \cdot \cdot \cdot ( 4 )$$

以上のように、本形態のシステムタイマ 1 0 によれば、主タイマ 4 と桁上がりをカウントするための副タイマ 5 との二つのタイマを備えたから、現在時刻の取得時に、割り込みの優先順位や割り込み禁止などの制約が発生しても、割り込み処理が発生していないほうのタイマの桁上がりのカウント値を採用することができるので、精度良く現在時刻を取得することができる。

【 0 0 2 5 】

また、システムタイム演算部 3 が主タイマ 4 の主ハードウェアタイマ 4 1 のカウント値 ( C o u n t \_ A 0 ) を一度読むだけで、正確な現在時刻が取得されるので、桁上がりが正確かを判定するためにカウント値 ( C o u n t \_ A 1 ) を複数回読み込むような処理は必要なく、余計なタイムロスが生じない。

【 0 0 2 6 】

また、主タイマ 4 と副タイマ 5 を半周期ずらすことで、主タイマ 4 と副タイマ 5 に、割り込みのマーヅン ( 余裕分 ) を、半周期ずつ、均等にふるることができるので、桁あがりのカウント値の読み間違いを防ぐことができる。

【 0 0 2 7 】

( 第 2 の実施形態 )

図 3 は第 2 の実施の形態に係るシステムタイマ 1 0 のブロック図である。図 3 において、C P U 1 の C P U クロック 2 からは、一定周期でクロックパルスが出力されている。C P U 1 のシステムタイマ 1 0 は、第 1 タイマ 1 1 と第 2 タイマ 1 2 および第 3 タイマ 1 3 の三つのタイマと、システムタイム演算部 3 を備えている。

【 0 0 2 8 】

第 1 タイマ 1 1 は、C P U クロック 2 を原振とし、C P U クロック 2 のクロックパルスをカウントする第 1 ハードウェアタイマ 1 1 1 と、第 1 ハードウェアタイマ 1 1 1 と同一周期で割り込み処理を発生させ桁上がりをカウントする第 1 ソフトウェアタイマ 1 1 2 を有する。

【 0 0 2 9 】

第 2 タイマ 1 2 は、C P U クロック 2 を原振とし、C P U クロック 2 のクロックパルスをカウントする第 2 ハードウェアタイマ 2 1 1 と、第 2 ハードウェアタイマ 2 1 1 と同一周期で割り込み処理を発生させ桁上がりをカウントする第 2 ソフトウェアタイマ 2 1 2 を有する。第 2 タイマ 1 2 は、動作開始時のカウント値の初期値を、第 1 タイマ 1 1 から 1 / 3 周期進めた状態でスタートされる。

【 0 0 3 0 】

第 3 タイマ 1 3 は、C P U クロック 2 を原振とし、C P U クロック 2 のクロックパルス

10

20

30

40

50

をカウントする第3ハードウェアタイマ311と、第3ハードウェアタイマ311と同一周期で割り込み処理を発生させ桁上がりをカウントする第3ソフトウェアタイマ312を有する。第3タイマ13は、動作開始時のカウント値の初期値を、第1タイマ11から2/3周期進めた状態でスタートされる。

【0031】

システムタイム演算部3は、次のように現在時刻を取得する。図4は第2の実施の形態に係るシステムタイマ10のタイミングチャートである。

【0032】

一例として、第1タイマ11の第1ハードウェアタイマ111のカウント値(Count\_A0)が、12に達するのを1周期とする。第1ソフトウェアタイマ112は、第1ハードウェアタイマ111のカウント値(Count\_A0)が12に達し0に戻る時に割り込み処理を発生させ、桁上がりのカウント値(Count\_A1)を1つ増加させる。

【0033】

第2タイマ12の第2ハードウェアタイマ211のカウント値(Count\_B0)は、第1ハードウェアタイマ111のカウント値(Count\_A0)から1/3周期進んでいるので、図4では、Count\_B0 = 4からスタートしている。第2ソフトウェアタイマ212は、第2ハードウェアタイマ211のカウント値(Count\_B0)が12に達し0に戻る時に割り込み処理を発生させ、桁上がりのカウント値(Count\_B1)を1つ増加させる。

【0034】

第3タイマ13の第3ハードウェアタイマ311のカウント値(Count\_C0)は、第1ハードウェアタイマ111のカウント値(Count\_A0)から2/3周期進んでいるので、図4では、Count\_C0 = 8からスタートしている。第3ソフトウェアタイマ312は、第3ハードウェアタイマ311のカウント値(Count\_C0)が12に達し0に戻る時に割り込み処理を発生させ、桁上がりのカウント値(Count\_C1)を1つ増加させる。

【0035】

本形態のシステムタイマ10では、割り込み処理の制約により、第1ソフトウェアタイマ112のカウント値(Count\_A1)の桁上げの処理が遅延することがある(遅延期間D1)。同様に、第2ソフトウェアタイマ212のカウント値(Count\_B1)の桁上げの処理が遅延することがある(遅延期間D2)。同様に、第3ソフトウェアタイマ312のカウント値(Count\_C1)の桁上げの処理が遅延することがある(遅延期間D3)。この遅延期間D1, D2, およびD3の間の桁上がりのカウント値を読むと、桁上がりのカウント値が加算されていない状態となるため、時刻を読み間違えてしまう。

【0036】

ここで、システムタイム演算部3は、現在時刻tを取得する時は、第1タイマ11の第1ハードウェアタイマ111のカウント値(Count\_A0)を一度だけ読む。そして、そのカウント値(Count\_A0)が周期の1/3未満の時(図4に示す期間P4)は、第2タイマ12の桁上がりのカウント値(Count\_B1)を読み取り、現在の時刻tは、式(1)で取得する

$$t = \text{Count\_B1} + \text{Count\_A0} / 12 \quad \dots (1)$$

この場合において、副タイマ5の桁上がりのカウント値(Count\_B1)は、主タイマ4の桁上がりのカウント値(Count\_A1)よりも早い段階でカウントアップしており、また、第2タイマ12が最も割り込み処理が発生する位置から離れているので、第2タイマ12が最も桁上がりの変数を間違えない。

【0037】

システムタイム演算部3は、第1タイマ11のカウント値(Count\_A0)が周期の1/3以上2/3未満の時(図4に示す期間P5)は、第1タイマ11の桁上がりのカウント値(Count\_A1)を読み取り、現在の時刻tは、式(2)で取得する。

$$t = \text{Count\_A1} + \text{Count\_A0} / 12 \quad \dots (2)$$

10

20

30

40

50

この場合において、第1タイマ11が最も割り込みが発生する位置から離れているので、第1タイマ11が最も桁上がりの変数を間違えない。

【0038】

システムタイム演算部3は、第1タイマ11のカウンタ値(Count\_A0)が周期の2/3以上の時(図4に示す期間P6)は、第3タイマ13の桁上りのカウンタ値(Count\_C1)を読み取り、現在の時刻tは、式(5)で取得する。

$$t = (\text{Count\_C1} - 1) + \text{Count\_A0} / 12 \quad \dots (5)$$

【0039】

この場合において、第3タイマ13の桁上りのカウンタ値(Count\_C1)は、第1タイマ11の桁上りのカウンタ値(Count\_A1)よりも早い段階でカウンタアップしており、また、第3タイマ13が最も割り込みが発生する位置から離れているので、第3タイマ13が最も桁上がりの変数を間違えない。

【0040】

なお、第2タイマ12および第3タイマ13を第1タイマ11よりも遅れた状態でスタートさせた場合も同様である。この場合の現在の時刻tは、カウンタ値(Count\_A0)が周期の1/3以上2/3未満の時は第1タイマ11のカウンタ値(Count\_A1)を読み、式(2)で取得する。カウンタ値(Count\_A0)が周期の2/3以上の時は第2タイマ12のカウンタ値(Count\_B1)を読み、現在の時刻tは、式(1)で取得する。カウンタ値(Count\_A0)が周期の1/3未満の時は第3タイマ13のカウンタ値(Count\_C1)を読み、式(6)で取得する。

$$t = (\text{Count\_C1} + 1) + \text{Count\_A0} / 12 \quad \dots (6)$$

【0041】

以上のように、本形態のシステムタイマ10によれば、第1タイマ11と桁上りをカウントするための第2タイマ12および第3タイマ13の三つのタイマを備えたから、現在時刻の取得時に、割り込みの優先順位や割り込み禁止などの制約が発生しても、三つのタイマのうち、割り込み処理の発生から最も離れているタイマの桁上りのカウンタ値を採用することができるので、精度良く現在時刻を取得することができる。

【0042】

本形態においても、システムタイム演算部3が第1タイマ11の第1ハードウェアタイマ111のカウンタ値(Count\_A0)を一度読むだけで、正確な現在時刻が取得されるので、余計なタイムロスが生じない。

【0043】

なお、システムタイマ10は、桁上りをカウントするためのタイマをさらに追加し、複数のタイマで構成されるようにしてもよい。複数のタイマは、CPUクロック2を原振とし、それぞれ同一周期の割り込み処理で桁上りをカウントし、割り込み処理のタイミングがそれぞれ異なるように構成されるのが好ましい。タイマの数や割り込み処理のタイミングのズレは、制御のしやすさや、割り込みのマージンが取れているかを考慮するのが好ましい。

【0044】

(第3の実施形態)

第3の実施形態は、第1または第2の実施形態のシステムタイマ10を測量機に搭載した例である。

【0045】

図5は第3の実施の形態に係る測量機20のブロック図である。測量機20は、トータルステーション(電子式測距測角儀)である。測量機20は、GPSモジュール21と、測量モジュール22と、演算制御部23と、記憶部24と、図示を略する表示部および操作部を備えている。

【0046】

GPSモジュール21は、GPS衛星から時刻情報を含むGPS信号を受信し、GPS時刻(UTC時刻)と定周期パルスを持つPPS信号を生成する。

## 【 0 0 4 7 】

測量モジュール 2 2 は、図示しないが、測量機 2 0 の望遠鏡内に構成された光波距離計 ( E D M ) , 上記望遠鏡の鉛直回転角を検出するエンコーダ, 上記望遠鏡を水平回転させる筐体の水平回転角を検出するエンコーダ, および上記望遠鏡および上記筐体の回転駆動部を備えている。上記 E D M により、測量機 2 0 からターゲットまでの距離が測定され ( 測距 ) 、上記エンコーダにより、ターゲットまでの水平角および鉛直角が測定される ( 測角 ) 。なお、測量モジュール 2 2 は、ターゲットを自動追尾する追尾部を有していてもよい。測量モジュール 2 2 は、これら測量値 ( 斜距離、水平角、鉛直角 ) を取得したタイミングで、通知信号 ( 以下、 S y n c 信号 ) を生成する。

## 【 0 0 4 8 】

演算制御部 2 3 は、 C P U 1 と記憶部 2 4 ( R O M , R A M 等 ) を集積回路に実装したマイクロコントローラである。演算制御部 2 3 は、測量モジュール 2 2 を制御して測量を実行する。

## 【 0 0 4 9 】

演算制御部 2 3 の C P U 1 は、第 1 の実施形態のシステムタイマ 1 0 を備えている。但し、第 2 の実施形態のシステムタイマ 1 0 を備えていてもよい。

## 【 0 0 5 0 】

C P U 1 は、 U T C 時刻演算部 3 1 と、測量時刻演算部 3 2 をさらに備えている。

## 【 0 0 5 1 】

図 6 は、 U T C 時刻演算部 3 1 の動作フローチャートである。 U T C 時刻演算部 3 1 は、ステップ S 6 1 で、 G P S モジュール 2 1 から P P S 信号を受信し、該 P P S 信号の割り込み処理を行う。次に、ステップ S 6 2 で、割り込み処理時のシステムタイム演算部 3 のシステムタイムを取得する。次に、ステップ S 6 3 で、前回の P P S 信号の割り込みで取得した時刻との差から、正確な 1 秒の間隔を計算し、 U T C 時刻とシステムタイムのズレを測定する。次に、ステップ S 6 4 で、ズレを補正して U T C 時刻 ( 秒以上の時間 ) を更新する。

## 【 0 0 5 2 】

図 7 は測量時刻演算部 3 2 の動作フローチャート、図 8 は測量時刻演算部 3 2 のタイミングチャート図である。測量時刻演算部 3 2 は、ステップ S 7 1 で、測量モジュール 2 2 から S y n c 信号を受信し、該 S y n c 信号の割り込み処理を行う。次に、ステップ S 7 2 で、割り込み処理時のシステムタイム演算部 3 のシステムタイムを取得する。次に、ステップ S 7 3 で、測量時刻演算部 3 2 は、 U T C 時刻演算部 3 1 から前回の P P S 割り込み ( 図 8 の矢印 i ) の時刻と、 S y n c 信号 ( 図 8 の矢印 j x ) の間隔 ( 図 8 の符号 d ) から、前回の P P S 割り込み ( 矢印 i ) から時刻を取得したい S y n c 信号 ( 図 8 の矢印 j 1 ) までの経過時間 ( 図 8 の符号 d pass ) を計算し、秒未満の時間を求める。次に、ステップ S 7 4 で、 U T C 時刻演算部 3 1 から U T C 時刻 ( 秒以上 ) を取得し、ステップ S 7 3 で取得した時間 ( 秒未満 ) を足して、 S y n c 信号 j 1 に U T C 時刻を付加する。

## 【 0 0 5 3 】

以上のように、本形態の測量機 2 0 によれば、システムタイマ 1 0 が搭載されているから、図 6 のステップ S 6 2 および図 7 のステップ S 7 2 のシステムタイムの時刻取得が、たとえ割り込み処理があっても、精度良く求まる。その結果、図 7 のステップ S 7 4 における、測距・測角をした U T C 時刻を精度良く求めることができる。

## 【 0 0 5 4 】

以上、本発明の好ましい実施の形態および変形例を述べたが、各形態および各変形例を当業者の知識に基づいて組み合わせることも可能であり、そのような形態は本発明の範囲に含まれる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 5 】

1 0 システムタイマ

1 C P U

10

20

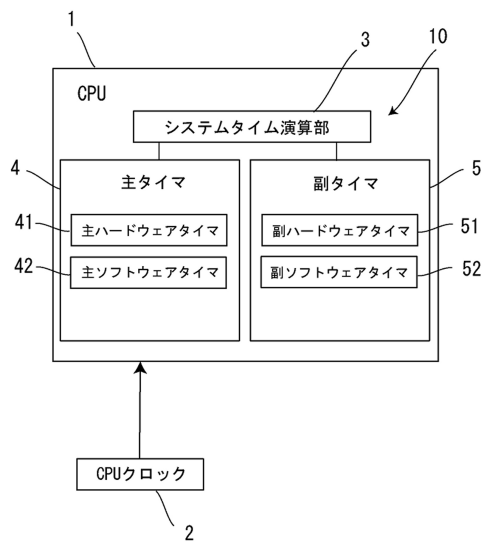
30

40

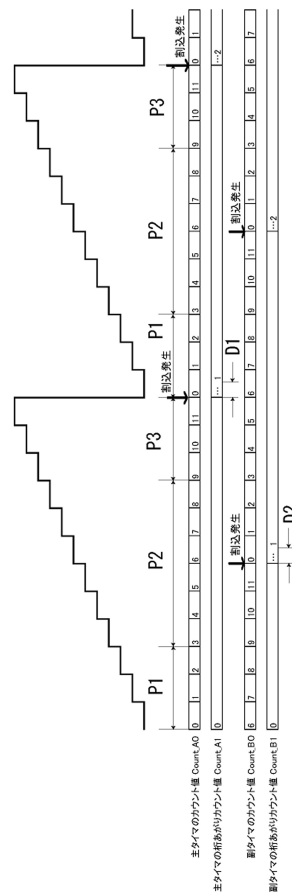
50

- 2 CPUクロック
- 3 システムタイム演算部
- 4 主タイマ
- 5 副タイマ
- 11 第1タイマ
- 12 第2タイマ
- 13 第3タイマ
- 20 測量機
- 21 GPSモジュール
- 22 測量モジュール
- 31 UTC時刻演算部
- 32 測量時刻演算部

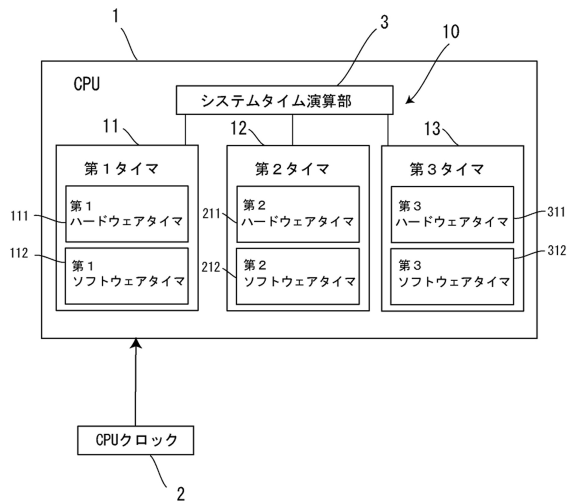
【図1】



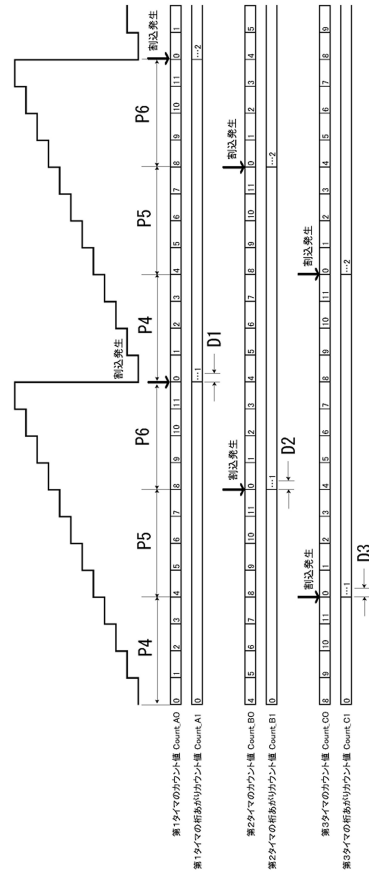
【図2】



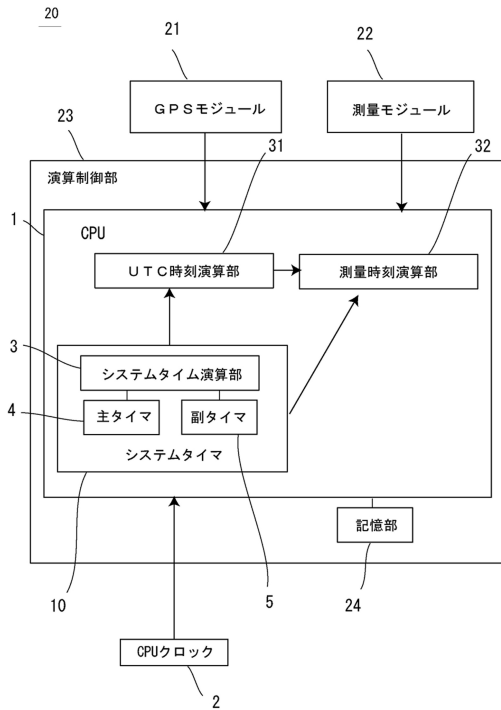
【図3】



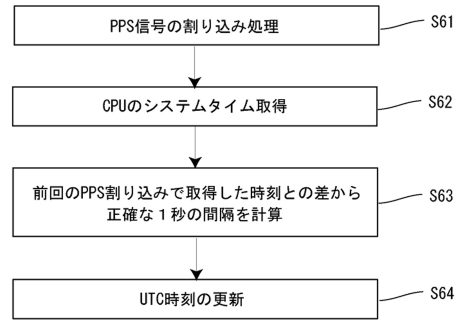
【図4】



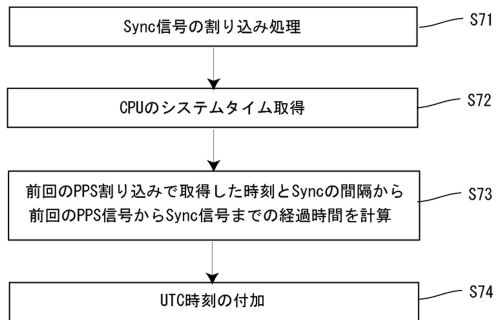
【図5】



【図6】



【図7】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-155493(JP,A)  
特開2007-26028(JP,A)  
特開2014-145784(JP,A)  
米国特許第6545950(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G04G 3/02, 5/00, 15/00, 99/00  
G06F 1/04 - 1/14  
G01C 15/00 - 15/14