

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 3 月 27 日(27.03.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/045568 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/005504
- (22) 国際出願日: 2013 年 9 月 18 日(18.09.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-205118 2012 年 9 月 18 日(18.09.2012) JP
- (71) 出願人: 三洋電機株式会社(SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 古川 公彦(FURUKAWA, Kimihiko).
- (74) 代理人: 内藤 浩樹, 外(NAITO, Hiroki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

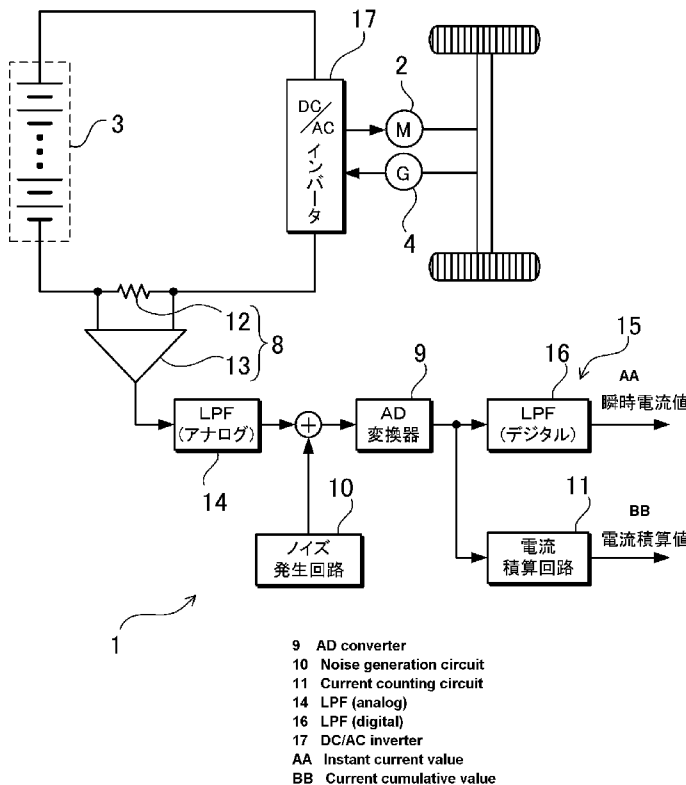
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: CURRENT DETECTION CIRCUIT, AND ELECTRIC VEHICLE AND POWER ACCUMULATION DEVICE PROVIDED WITH SAID CURRENT DETECTION CIRCUIT

(54) 発明の名称: 電流検出回路とこの電流検出回路を備える電動車両及び蓄電装置



(57) Abstract: The present invention detects the current cumulative value with extremely high accuracy while using an inexpensive AD converter having low resolution. A current detection circuit (1) is provided with: a current sensor (8) for detecting the current of a battery (3); an AD converter (9) for converting an analog signal detected by means of the current sensor (8) into a digital signal; a current counting circuit (11) for adding the current values converted into digital signals by means of the AD converter (9) and for computing the current cumulative value; and a noise generation circuit (10) for inputting a noise signal, which does not contain a signal of the integral multiple of a sampling frequency of the AD converter (9), to the input side of the AD converter (9). The voltage inputted into the AD converter (9) from the current sensor (8) by means of the noise generation circuit (10) functions as a current signal to which the noise signal was supplied. Said current signal is converted into a digital signal by means of the AD converter (9) and the digital signals outputted from the AD converter (9) are added by means of the current counting circuit (11), thereby detecting the cumulative value of the current circulating the battery (3).

(57) 要約:

[続葉有]



分解能の低い安価なＡＤ変換器を使用しながら、電流の積算値を極めて高精度に検出する。電流検出回路(１)は、電池(３)の電流を検出する電流センサ(８)と、この電流センサ(８)で検出されるアナログ信号をデジタル信号に変換するＡＤ変換器(９)と、ＡＤ変換器(９)でデジタル信号に変換される電流値を積算して電流の積算値を演算する電流積算回路(１１)と、ＡＤ変換器(９)の入力側に、ＡＤ変換器(９)のサンプリング周波数の整数倍の信号を含まないノイズ信号を入力するノイズ発生回路(１０)を備える。ノイズ発生回路(１０)によって、電流センサ(８)からＡＤ変換器(９)に入力される電圧をノイズ信号の供給された電流信号とし、この電流信号をＡＤ変換器(９)でデジタル信号に変換して、ＡＤ変換器(９)から出力されるデジタル信号を電流積算回路(１１)で積算して、電池(３)に流れる電流の積算値を検出する。

明 細 書

発明の名称：

電流検出回路とこの電流検出回路を備える電動車両及び蓄電装置

技術分野

[0001] 本発明は、電池に流れる電流の積算値を検出する電流検出回路と、この電流検出回路を備える電動車両及び蓄電装置に関する。

背景技術

[0002] 電池システムは、充放電される電流値を検出して残容量を演算している。電池の残容量は、過充電や過放電を防止しながら充放電するために重要なデータである。電池は残容量が0%で完全に放電された状態となり、残容量が100%で満充電された状態となる。電池は、残容量を0%～100%とする範囲で充放電されて、過放電や過充電を防止できる。さらに、電池は残容量が0%に近づき、あるいは100%に近づくと劣化する特性があるので、50%を中心とする範囲で充放電して劣化を少なくできる。このことを実現するには、電池の残容量を正確に検出する必要がある。

[0003] 電池の残容量は、充放電電流の積算値を元に演算される。充放電電流の積算値は、電池の電流を電流センサで検出し、電流センサで検出される電流値を積算して演算される。電流の積算値を検出するために、電流センサのアナログ出力をA/D変換器でデジタル信号に変換し、デジタル信号を演算して電流の積算値を検出する電流検出回路は開発されている。（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2004-170385

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] この電流検出回路は、電流センサで検出するアナログ信号をA/D変換器で

デジタル信号に変換して演算するが、このとき量子化ノイズが発生して、電流の測定精度を低下させる。たとえば、A/D変換器の分解能が0.2 A、最大電流を200 A～300 Aのシステムでは0.06%～0.1%と十分な分解能であるが、これを1時間積算すると0.2 (A h) の誤差となってしまう。満充電容量を20 (A h) とする電池では、0.2 (A h) の誤差は1%にも達する。積算時間が長くなると、さらに積算精度の誤差は大きくなる。

[0006] 以上の弊害は、A/D変換器の分解能を高くして、たとえば12ビットのA/D変換器に代わって、16ビットのA/D変換器を使用して解消できる。しかしながら、16ビットのA/D変換器のコストは、12ビットのA/D変換器の数倍にも高価となり、さらに、デジタル回路も複雑になって部品コストが著しく高くなる欠点がある。

[0007] 本発明は、この欠点を解決することを目的に開発されたものである。本発明の重要な目的は、分解能の低い安価なA/D変換器を使用しながら、電流の積算値を極めて高精度に検出できる電流検出回路を提供することにある。

課題を解決するための手段及び効果

[0008] 本発明の電流検出回路は、電池の電流を検出する電流センサと、この電流センサで検出されるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器と、A/D変換器でデジタル信号に変換される電流値を積算して電流の積算値を演算する電流積算回路とを備える。さらに、電流検出回路は、A/D変換器の入力側に、A/D変換器のサンプリング周波数の整数倍の信号を含まない小さいノイズ信号を供給するノイズ発生回路を備える。ノイズ発生回路は、電流センサからA/D変換器に入力される電流信号にノイズ信号を供給し、ノイズ信号の加算された電流信号がA/D変換器でデジタル信号に変換されて出力される。A/D変換器から出力されるデジタル信号は、電流積算回路で積算されて、電流の積算値が検出される。

[0009] ところで、本明細書において、「整数倍」とは、1倍、2倍、3倍、・・・に加えて、1/2倍、1/3倍、1/4倍・・・を含む広い意味に使用

する。

[0010] 以上の電流検出回路は、分解能の低い安価なA/D変換器を使用しながら、電流の積算値を極めて高精度に検出できる特徴がある。それは、以上の電流検出回路がA/D変換器の入力にノイズ信号を供給してA/D変換器でデジタル信号に変換し、変換されたデジタル信号を積算して電流の積算値を検出することでノイズ信号をキャンセルして、量子化ノイズによる誤差を低減して、電流の積算値を検出するからである。

[0011] 以下、ノイズ信号を加算して電流の積算値をA/D変換器の分解能を越える精度で検出する動作原理を説明する。図1は、4ビットのA/D変換器が、電流センサの出力信号である入力電圧をデジタル信号に変換して出力する特性を示すグラフである。この図のA/D変換器は、横軸の入力電圧を縦軸に示す4ビットのデジタル信号に変換して出力する。さらにこの図に示す変換特性のA/D変換器は、1LSBの分解能を0.1Vとしている。この図は、電流センサからA/D変換器に入力される入力電圧に、三角波のノイズ信号を加算している。ノイズ信号の三角波は、振幅を1LSBの分解能の $1/2$ 、すなわち $1/2$ LSBに相当する0.05Vとしている。A/D変換器は、図のA、B、C、D、・・・で示すタイミングで、順番に入力電圧をデジタル信号に変換して出力する。

[0012] 図1のA/D変換器は、入力電圧にノイズ信号を加えない状態では、常に0101を出力する。入力電圧に三角波のノイズ信号が加算して入力されると、A/D変換器は0101と、これより1LSB低い、0100のデジタル信号を出力する。0101のデジタル信号が出力される頻度と、0100のデジタル信号が出力される頻度は、三角波を加算しない入力電圧によって特定される。図1において、三角波が加算されない入力電圧は、 $0.5\text{V} + 0.025\text{V}$ 、すなわち、 $0.5 + 0.1/4$ とするので、三角波の加算された入力電圧が、0101のデジタル信号を出力する電圧範囲となる時間帯と、0100のデジタル信号を出力する電圧範囲とする時間帯は、3:1の割合となる。したがって、A/D変換器が、0101のデジタル信号を出力する頻

度と、0100のデジタル信号を出力する頻度の比率も3:1の割合となる。このため、AD変換器から出力されるデジタル信号を所定の時間にわたって積算すると、積算値は、0101のデジタル信号と0100が積算されて、その割合は3:1となる。したがって、0101のデジタル信号（入力電圧に換算して0.5V～0.6V）が3回に対して、0100（入力電圧に換算して0.4V～0.5V）1回の割合で積算される。0101のデジタル信号は、入力電圧に換算して0.5V～0.6Vとなって中心電圧を0.55Vとし、0100のデジタル信号は入力電圧に換算して0.4V～0.5Vとなって中心電圧を0.45Vとするので、デジタル信号の積算値は、0.55Vが3回、0.45Vが1回の割合で積算される。したがって、AD変換器のデジタル信号が所定の時間積算されると、ノイズ信号がキャンセルされて、0.525Vの電圧の積算値と同じになる。すなわち、1ビットの分解能を0.1Vとする4ビットのAD変換器を使用しながら、分解能を0.025Vと小さくして、すなわち分解能をAD変換器より高くして、電流センサの出力電圧を積算できる特徴がある。

[0013] 本発明の電流検出回路は、ノイズ発生回路からAD変換器に入力されるノイズ信号の振幅を、AD変換器の0.3LSB以上であって3LSB以下とすることができる。

[0014] 以上の電流検出回路は、ノイズ信号の振幅を、AD変換器の1LSBの分解能の近傍として、AD変換器の出力信号を積算して、電流の積算値をより正確に演算できる。

[0015] 本発明の電流検出回路は、ノイズ発生回路のノイズ信号を、三角波として、三角波のノイズ信号をAD変換器の入力側に入力することができる。

[0016] 以上の電流検出回路は、AD変換器の入力電圧が加算される三角波のノイズ信号でもって、AD変換器の出力信号の積算値を正確にできる。それは、三角波が、電流センサの出力電圧を規則的に変化させるからである。

[0017] さらに、本発明の電流検出回路は、ノイズ発生回路から出力されるノイズ信号の周波数を、AD変換器のサンプリング周波数の $1/10$ 以上であって

100倍以下とすることができる。

[0018] 以上の電流検出回路は、ノイズ信号でもって、A/D変換器の入力電圧を好ましい周期で変動させて、A/D変換器の出力信号から電流の積算値を正確に演算できる。

[0019] さらにまた、本発明の電流検出回路は、ノイズ発生回路が直流レベルがゼロのホワイトノイズをA/D変換器の入力側に出力することができる。

[0020] 以上の電流検出回路は、A/D変換器の入力電圧を、周波数帯域の広いホワイトノイズを加算するので、直流レベルがゼロのホワイトノイズのノイズ信号でもって、入力電圧をより好ましい状態で変動させて、A/D変換器の出力信号から電流の積算値を正確に演算できる。

[0021] さらに、本発明の電流検出回路は、A/D変換器の出力側に、瞬時電流値を検出する瞬時電流検出部を備えることができ、この瞬時電流検出部には、A/D変換器の出力側に接続してなるデジタルの低域通過フィルターを設けて、低域通過フィルターのカットオフ周波数を、ノイズ信号の最低周波数又は基本周波数の $1/4$ 以下とすることができる。低域通過フィルターの効果は積算と類似するが、制御に必要な帯域を持つ信号を出力させることができる。

[0022] 以上の電流検出回路は、A/D変換器にノイズ信号を加算しながら、A/D変換器の出力信号より分解能の高い電池の瞬時電流値を検出できる。それは、A/D変換器から得た既知のノイズ信号で変動されるデジタル信号を、低域通過フィルターに通過させることで、ノイズ信号成分を低減し、分解能の高い瞬時電流値を検出できるからである。

[0023] 本発明の電流検出回路は、10ビット以上であって16ビット以下のデジタル信号を出力するA/D変換器を使用することができる。

[0024] 本発明の電動車両は、車両を走行される電池と、この電池から電力が供給されて車両を走行させるモータと、電池に流れる電流の積算値を検出する電流検出回路とを備え、電流検出回路が、電池の電流を検出する電流センサと、この電流センサで検出されるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器と、A/D変換器でデジタル信号に変換される電流値を積算して電流の

積算値を演算する電流積算回路とを備える。さらに、電流検出回路は、A/D変換器の入力側に、A/D変換器のサンプリング周波数の整数倍の信号を含まないノイズ信号を供給するノイズ発生回路を備える。ノイズ発生回路は、電流センサからA/D変換器に入力される電流信号にノイズ信号を供給し、ノイズ信号の加算された電流信号がA/D変換器でデジタル信号に変換されて出力される。A/D変換器から出力されるデジタル信号は、電流積算回路で積算されて、電流の積算値が検出される。

[0025] 本発明の蓄電装置は、電力を蓄電する蓄電用の電池と、電池に流れる電流の積算値を検出する電流検出回路とを備え、電流検出回路は、電池の電流を検出する電流センサと、この電流センサで検出されるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器と、A/D変換器でデジタル信号に変換される電流値を積算して電流の積算値を演算する電流積算回路とを備える。さらに、電流検出回路は、A/D変換器の入力側に、A/D変換器のサンプリング周波数の整数倍の信号を含まないノイズ信号を供給するノイズ発生回路を備える。ノイズ発生回路は、電流センサからA/D変換器に入力される電流信号にノイズ信号を供給し、ノイズ信号の加算された電流信号がA/D変換器でデジタル信号に変換されて出力される。A/D変換器から出力されるデジタル信号は、電流積算回路で積算されて、電流の積算値が検出される。

図面の簡単な説明

[0026] [図1] A/D変換器の入力電圧にノイズ信号を加算してデジタル信号に変換する特性を示すグラフである。

[図2] 本発明の実施例にかかる電流検出回路を装備するハイブリッドカーのブロック図である。

[図3] 本発明の実施例にかかる電流検出回路を装備する蓄電装置のブロック図である。

[図4] A/D変換器の出力波形を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。ただし、以下に示す実

施例は、本発明の技術思想を具体化するための電流検出回路を例示するものであって、本発明は電流検出回路を以下に特定しない。

[0028] 図2の電流検出回路1は、電動車両に搭載されて、車両を走行させるモータに電力を供給する電池の積算電流を検出するのに使用される具体例を示す。この図に示す電動車両は、車両を走行させるモータ2と、このモータ2に電力を供給する電池3と、電池3に流れる電流を検出する電流検出回路1と、電池3を充電する発電機4と、モータ2と発電機4を電池3に接続するDC/ACインバータ17とを備える。

[0029] 図2の電流検出回路1は、車両用の電源装置に設けられて、車両を走行させる電池3の電流を検出するが、本発明の電流検出回路は、用途を車両を走行させるモータに電力を供給する電池の電流を検出する用途には特定せず、例えば、図3に示すように、太陽電池や風力発電などの自然エネルギー、あるいは深夜電力を蓄電する蓄電装置に使用することもできる。この蓄電装置は、太陽電池などの発電部5の電力をDC/DCコンバータ6で電池3に供給して電池3を充電する。充電された電池3は、DC/ACインバータ7を介して商用電力の交流を出力して放電される。図2と図3に示す電源装置は、電池3の充放電の電流の積算値を電流検出回路1で検出し、電流の積算値から残容量を演算して、演算する残容量で電池3の充放電をコントロールする。

[0030] 図2は、電源装置を搭載するハイブリッドカーのブロック図を示している。この電源装置は、複数の素電池を直列に接続している電池3と、この電池3に流れる電流の積算値を検出する電流検出回路1とを備える。

[0031] 電流検出回路1は、電池3の電流を検出する電流センサ8と、この電流センサ8で検出されるアナログ信号をデジタル信号に変換するAD変換器9と、AD変換器9の入力側にノイズ信号を供給するノイズ発生回路10とAD変換器9でデジタル信号に変換される電流値を積算して電流の積算値を演算する電流積算回路11とを備える。

[0032] 電池3は、充電できる複数の素電池を直列に接続している。素電池は、リ

チウムイオン二次電池又はリチウムポリマー二次電池等の非水系電解液二次電池である。ただ、素電池には、ニッケル水素電池などの充電できる他の全ての電池も使用できる。

[0033] 電流センサ 8 は、電池 3 の電流に比例した電圧を出力する。図 2 の電流センサ 8 は、線路に接続しているシャント抵抗 12 と、このシャント抵抗 12 の両端に誘導される電圧を増幅する差動アンプ 13 とを備える。この電流センサ 8 は、シャント抵抗 12 の両端に、電流 (I) とシャント抵抗 12 の抵抗値 (R) との積に比例する電圧 (E) が誘導される。すなわち、シャント抵抗 12 の電圧が、電流に比例して直線的に大きくなるので、電圧から電流を検出できる。また、電池 3 に流れる電流の方向、すなわち充電電流と放電電流とでシャント抵抗 12 に誘導される電圧の正負が反転するので、シャント抵抗 12 の電圧を検出して、電池 3 に流れる電流の方向と大きさの両方を検出できる。差動アンプ 13 は、シャント抵抗 12 に誘導される電圧を、A/D 変換器 9 の入力電圧に最適な電圧に増幅する。差動アンプ 13 の増幅率を A とするとき、この電流センサ 8 の出力電圧 (E₀) は、以下の式 1 で示される値となる。

[0034] $E_0 = A \times R \times I$ …式 1

以上の式で示すように、差動アンプ 13 の出力電圧 (E₀) は、差動アンプ 13 の増幅率 (A) とシャント抵抗 12 の抵抗値 (R) と電流 (I) の積となる。したがって、電流センサ 8 の出力電圧 (E₀) から、以下の式 2 で電池 3 の電流を検出することができる。

[0035] $I = E_0 / (A \times R)$ …式 2

電流センサは、電池の電流を検出できる全てのセンサ、たとえば、磁気式の電流センサを使用することもできる。磁気式の電流センサは、線路に流れる電流によって発生する磁束を検出して、電流を検出する。この方式の電流センサも、放電電流と充電電流とで発生する磁束の方向が逆転するので、磁束の方向で放電電流と充電電流を判別できる。

[0036] A/D 変換器 9 は、電流センサ 8 から入力される電圧信号をデジタル信号に

変換する。図2の電流検出回路1は、電流センサ8の出力側とAD変換器9の入力側との間にアナログの低域通過フィルター14を接続している。アナログの低域通過フィルター14は、サンプリング周波数で発生する折り返しノイズを低減する。また、電流センサ8の出力信号に含まれるノイズ成分を除去することもできる。この低域通過フィルター14は、カットオフ周波数を、AD変換器9のサンプリング周波数の $1/2$ 以下としている。低域通過フィルター14は、減衰特性を好ましくは、 $6\text{ dB}/\text{オクターブ} \sim 18\text{ dB}/\text{オクターブ}$ とする。

[0037] たとえば、AD変換器9のサンプリング周波数を100ヘルツとする電流検出回路1にあっては、低域通過フィルター14のカットオフ周波数を、好ましくは50Hz以下とする。電流センサ8の出力側にアナログの低域通過フィルター14を接続して、AD変換器のサンプリング周波数の折り返しノイズを低減できるで、本発明の電流検出回路は必ずしも低域通過フィルターを設ける必要はない。

[0038] AD変換器9は、電流センサ8から入力されるアナログ信号を所定のサンプリング周期でデジタル信号に変換して出力する。AD変換器9のサンプリング周波数は、電池3に流れる電流の変化する特性と、制御に必要な信号帯域から特定される。電池3の電流の積算値を演算する電流検出回路1は、AD変換器9のサンプリング周期を、例えば10msecとする。このAD変換器9は、100Hzのサンプリング周波数でアナログ信号をデジタル信号に変換する。ただし、AD変換器9のサンプリング周期は、10msecよりも速く、あるいは遅くすることができるので、たとえば、サンプリング周期を100μsecよりも遅く、100msecよりも速くすることもできる。

[0039] AD変換器9は、好ましくは出力コードを10ビット以上であって16ビット以下、好ましくは出力コードを12ビットとするAD変換器9を使用する。AD変換器9は、出力コードのビット数を多くして、分解能を高くできる。たとえば、12ビットのAD変換器9の分解能は、最大入力電圧の $1/$

4096となるので、 $\pm 500\text{ A}$ の電流値をデジタル信号に変換するとき、1LSBの分解能は $1000\text{ A} / 4096$ となって、約 0.24 A となる。16ビットのAD変換器9は、12ビットのAD変換器9の16倍の分解能を実現するが、部品コストが数倍にもなる。本発明の電流絶縁回路は、分解能の低いAD変換器を使用しながら、電流積算値の精度を高くできるので、好ましくは12ビットのAD変換器を使用する。ただ、さらに電池電流の積算値をより高精度に検出する電流検出回路にあっては、出力コードを16ビット以上とするAD変換器を使用することもできる。

[0040] AD変換器9は図1に示すように、入力されるデジタル信号を電圧信号に変換して出力する。AD変換器9は、分解能を高くするために、入力電圧にノイズ信号を加算している。ノイズ信号はノイズ発生回路10から入力される。

[0041] ノイズ発生回路10は、AD変換器9のサンプリング周波数の整数倍の信号を含まない、好ましくはサンプリング周波数の整数倍近傍の信号を含まないノイズ信号を入力する。ノイズ信号は、直流レベルがゼロのホワイトノイズ、好ましくは、サンプリング周波数の整数倍近傍の周波数成分を含まず直流レベルをゼロとするホワイトノイズ、あるいは、サンプリング周波数の整数倍近傍の信号を含まない周期的信号である。

[0042] 図1は、ノイズ信号として三角波を使用する。三角波のノイズ信号は、例えばAD変換器9のサンプリング周波数を 100 Hz として、基本周波数を 45 Hz とする。サンプリング周波数を 100 Hz とするAD変換器は、その $1/2$ 倍の周波数が 50 Hz となる。したがって、ノイズ信号は、基本周波数を 45 Hz として、AD変換器のサンプリング周波数の整数倍（ $1/2$ 倍）を含まないノイズ信号となる。三角波のノイズ信号を出力するノイズ発生回路10は、発振回路で矩形波を発振させて、出力される矩形波を、低域通過フィルターと高域通過フィルターに通過させて簡単に三角波を出力できる。三角波は、直線的に増加し、また減少するので、AD変換器9の出力コードに、小さい信号の振れを発生させる。ホワイトノイズもランダムに変化

するので、同様にA D変換器9の出力コードに信号の振を発生させる。ただし、本発明はノイズ信号を三角波には特定せず、たとえば、矩形波やサイン波など、他の周期的信号も使用できる。

[0043] ノイズ発生回路10からA D変換器9に入力されるノイズ信号の振幅は、好ましくは、A D変換器9の0.3LSB以上であって、3LSB以下とする。ノイズ信号の振幅は、三角波などの周期的信号にあっては、その振幅をA D変換器9の0.5LSBとし、ホワイトノイズにあっては、電圧の実効値をA D変換器9の1/3LSBに設定して、最も高精度に電流の積算値を演算できる。

[0044] 電流積算回路11は、A D変換器9から入力されデジタル信号を所定の時間にわたって積算して、電流の積算値を演算する。電流積算回路11の積算時間は、電流を検出する目的に最適な時間に設定されるが、例えばA D変換器9のサンプリング周期を10msec、積算時間を2秒間とする電流積算回路11は、A D変換器9から出力されるデジタル信号を200回積算して電流の積算値を演算する。200回積算される電流の積算値は、ノイズ信号で変動しながら、A D変換器9の分解能を越える精度で検出される。電流積算値は、電池の残容量の演算に使用され、電流の積算値から演算される残容量は、インターフェース回路（図示せず）を介して車両側に伝送される。電池の残容量は、充電電流の積算値と放電電流の積算値から演算できるので、電流の積算値から残容量を検出できる。車両側は、電池の残容量で充放電をコントロールして、電池の過充電や過放電を防止する。

[0045] 図2の電流検出回路1は、電池3の瞬時電流値を検出するために、A D変換器9の出力側に、電池3の瞬時電流値を検出する瞬時電流検出部15を備えている。図2の電流検出回路1は、A D変換器9から出力されるデジタル信号にノイズ信号を含んでいる。すなわち、ノイズ信号で変動される電流値がデジタル信号としてA D変換器9から出力される。したがって、A D変換器9から出力されるデジタル信号は、図4の矢印Aで示すように、ノイズ信号で変動する。ノイズ信号を除去して電池3の瞬時電流値を正確に検出する

ために、瞬時電流検出部 15 は、デジタルの低域通過フィルター 16 を備える。図 4 の矢印 A で示す波形は、低域通過フィルター 16 を通過して太線で示す矢印 B で示す波形となる。矢印 B で示す電流波形はノイズ成分を含まないので、電池の瞬時電流値を正確に検出できる。低域通過フィルター 16 は、A/D 変換器 9 の出力側に接続されて、デジタル信号からノイズ信号を除去する。この低域通過フィルター 16 は、ノイズ信号を除去するために、カットオフ周波数を、たとえばノイズ信号の最低周波数又は基本周波数の $1/4$ 以下、好ましくは $1/10$ 以下とし、減衰特性を、好ましくは $6\text{ dB}/\text{オクターブ}$ ~ $24\text{ dB}/\text{オクターブ}$ とする。

[0046] 前述したノイズ信号を三角波とする電流検出回路 1 は、デジタルの低域通過フィルター 16 のカットオフ周波数を、三角波の基本周波数の $1/4$ 以下、好ましくは $1/10$ 以下、さらに好ましくは $1/20$ 以下とする。したがって、三角波の基本周波数を 45 Hz とする電流検出回路 1 は、デジタルの低域通過フィルター 16 のカットオフ周波数を好ましくは 4.5 Hz 以下、最適には約 2 Hz として、ノイズ成分を効果的に除去する。デジタルの低域通過フィルター 16 は、カットオフ周波数を低くして、ノイズ信号をより効率よく除去する。ただ、カットオフ周波数が低すぎると、電流の変化を正確に検出できなくなるので、電流の変化を正確に検出するために、デジタルの低域通過フィルター 16 のカットオフ周波数は、制御に必要な帯域を持つ信号となるように設定して、変動する電流の瞬時電流値を正確に検出する。

[0047] 以上の瞬時電流検出部 15 は、デジタルの低域通過フィルター 16 でもって、A/D 変換器 9 から出力されるデジタル信号から、A/D 変換器 9 の入力側に供給されるノイズ成分を除去して、電池 3 の瞬時電流値を正確に検出する。瞬時電流検出部 15 で検出される電池 3 の瞬時電流値は、インターフェース回路（図示せず）を介して車両側に伝送される。

産業上の利用可能性

[0048] 本発明の電流検出回路は、電池を充放電する電流の積算値を高精度に検出する用途に最適であって、好ましくは車両用の電源装置や蓄電装置の電池に

流れる電流の積算値を正確に検出して、電池の残容量を正確に検出する用途に最適である。

符号の説明

- [0049]
- 1…電流検出回路
 - 2…モータ
 - 3…電池
 - 4…発電機
 - 5…発電部
 - 6…DC／DCコンバータ
 - 7…DC／ACインバータ
 - 8…電流センサ
 - 9…AD変換器
 - 10…ノイズ発生回路
 - 11…電流積算回路
 - 12…シャント抵抗
 - 13…差動アンプ
 - 14…低域通過フィルター（アナログ）
 - 15…瞬時電流検出部
 - 16…低域通過フィルター（デジタル）
 - 17…DC／ACインバータ

請求の範囲

[請求項1] 電池の電流を検出する電流センサと、この電流センサで検出されるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換器と、A/D変換器でデジタル信号に変換される電流値を積算して電流の積算値を演算する電流積算回路とを備える電流検出回路であって、

前記A/D変換器の入力側に、前記A/D変換器のサンプリング周波数の整数倍の信号を含まないノイズ信号を入力するノイズ発生回路を備え、

前記ノイズ発生回路によって、前記電流センサからA/D変換器に入力される信号がノイズ信号の供給された電流信号となり、この電流信号がA/D変換器でデジタル信号に変換されて、A/D変換器から出力されるデジタル信号が前記電流積算回路で積算されるようにしてなる電流検出回路。

[請求項2] 前記ノイズ発生回路からA/D変換器に入力されるノイズ信号の振幅が、前記A/D変換器の0.3LSB以上であって3LSB以下である請求項1に記載される電流検出回路。

[請求項3] 前記ノイズ発生回路が三角波をA/D変換器の入力側に出力する請求項1又は2に記載される電流検出回路。

[請求項4] 前記ノイズ発生回路から出力されるノイズ信号の周波数が、A/D変換器のサンプリング周波数の1/10以上であって100倍以下である請求項3に記載される電流検出回路。

[請求項5] 前記ノイズ発生回路が直流レベルがゼロのホワイトノイズをA/D変換器の入力側に出力する請求項1又は2に記載される電流検出回路。

[請求項6] 前記A/D変換器の出力側に、瞬時電流値を検出する瞬時電流検出部を備え、

この瞬時電流検出部が、前記A/D変換器の出力側に接続してなるデジタルの低域通過フィルターを備え、この低域通過フィルターのカットオフ周波数が、前記ノイズ信号の最低周波数又は基本周波数の1/

4 以下である請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載される電流検出回路。
。

[請求項7] 前記 A/D 変換器が、10 ビット以上であって 16 ビット以下のデジタル信号を出力する A/D 変換器である請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載される電流検出回路。

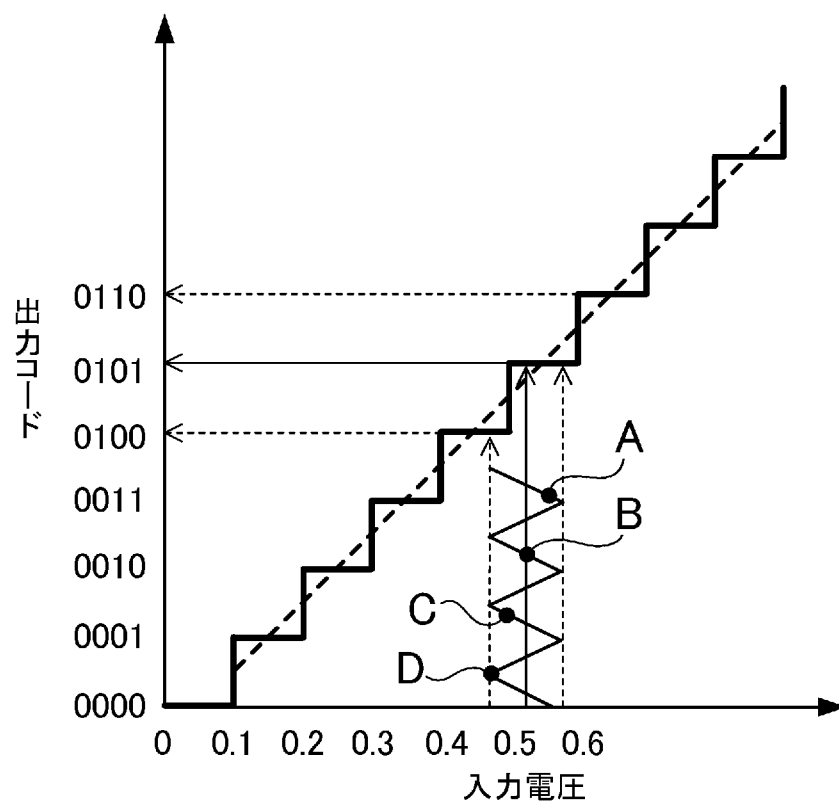
[請求項8] 車両を走行される電池と、この電池から電力が供給されて車両を走行させるモータと、前記電池に流れる電流の積算値を検出する電流検出回路とを備える電動車両であって、

前記請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載される前記電流検出回路を備えることを特徴とする電動車両。

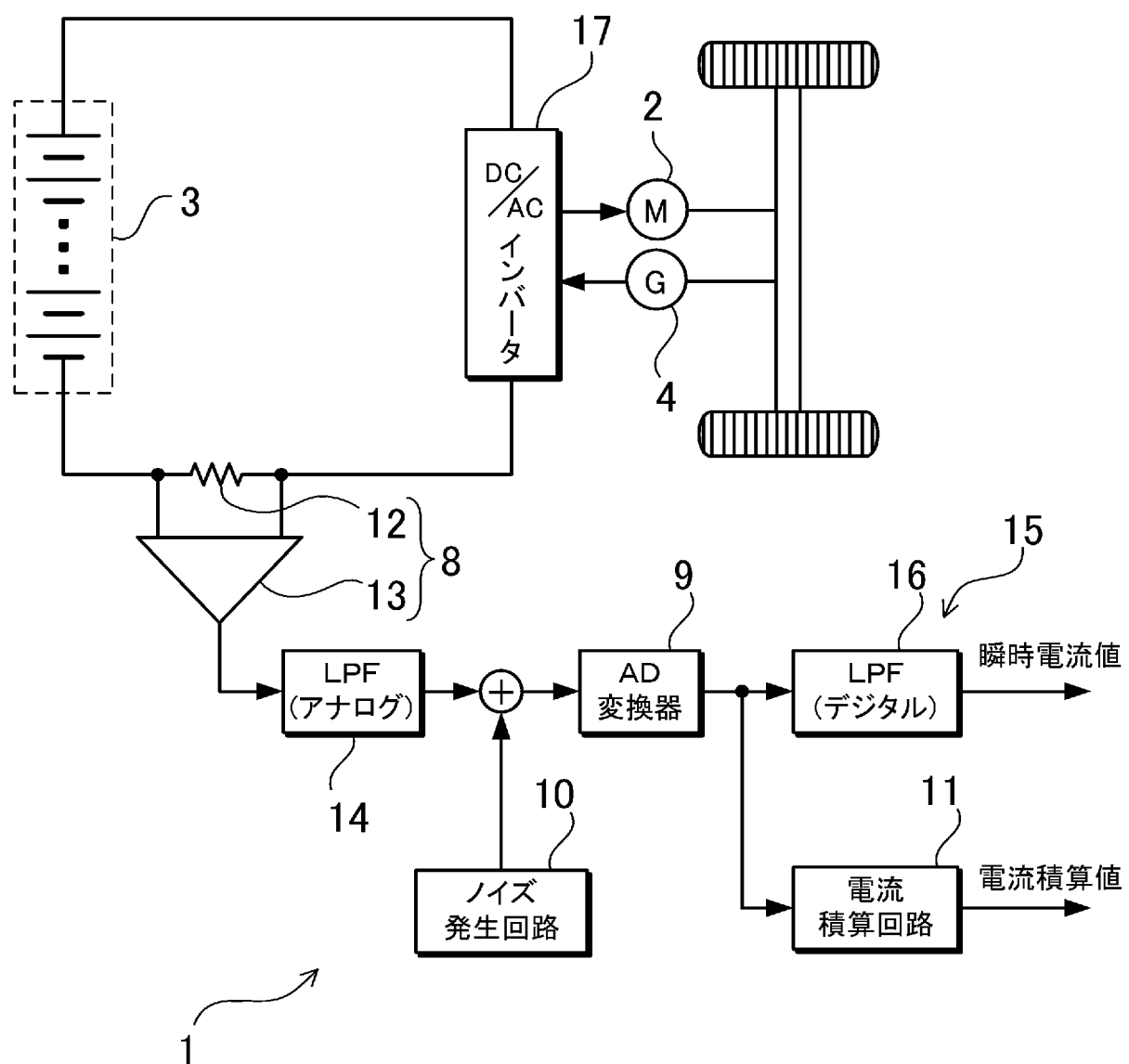
[請求項9] 電力を蓄電する蓄電用の電池と、前記電池に流れる電流の積算値を検出する電流検出回路とを備える蓄電装置であって、

前記請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載される前記電流検出回路を備えることを特徴とする蓄電装置。

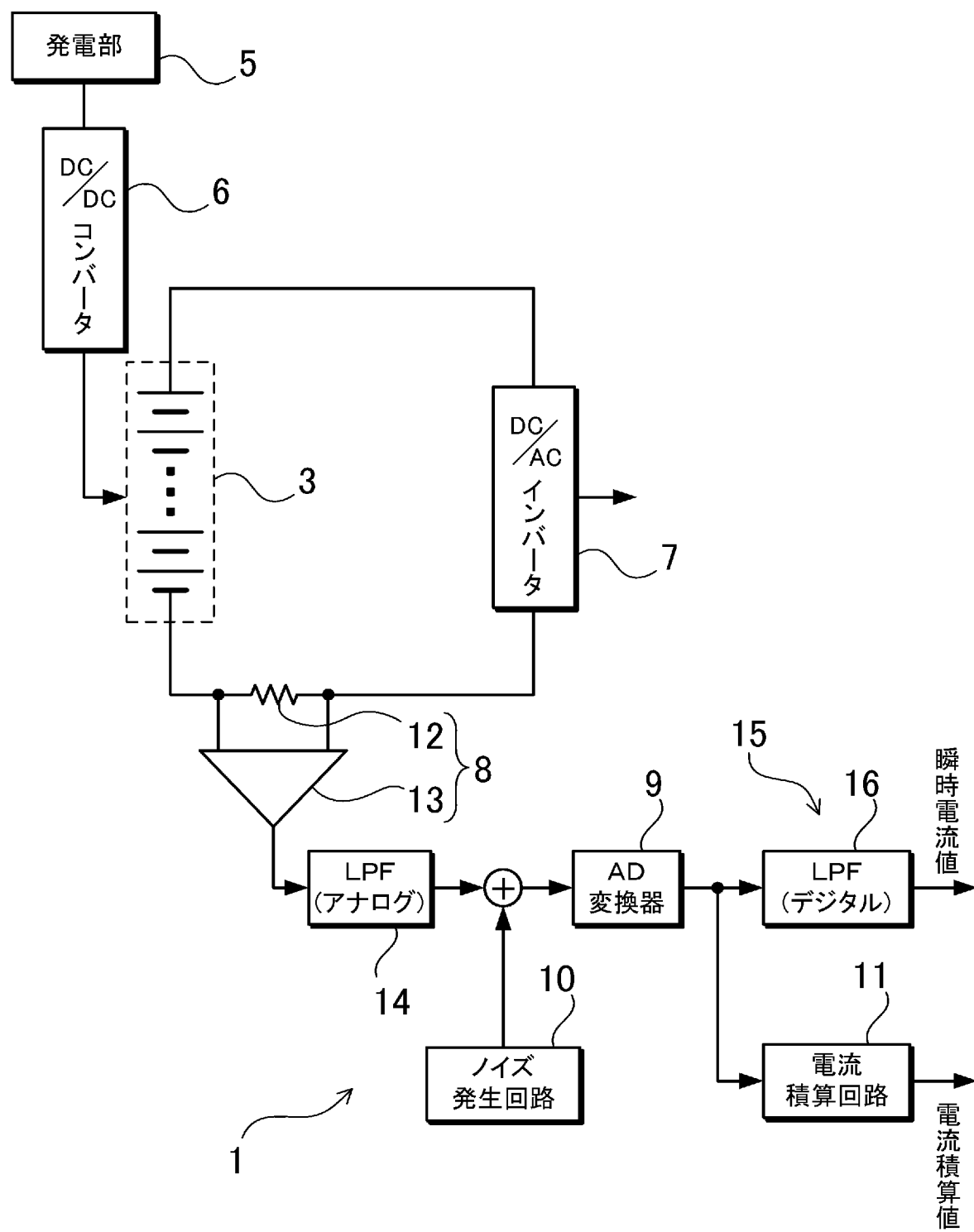
[図1]



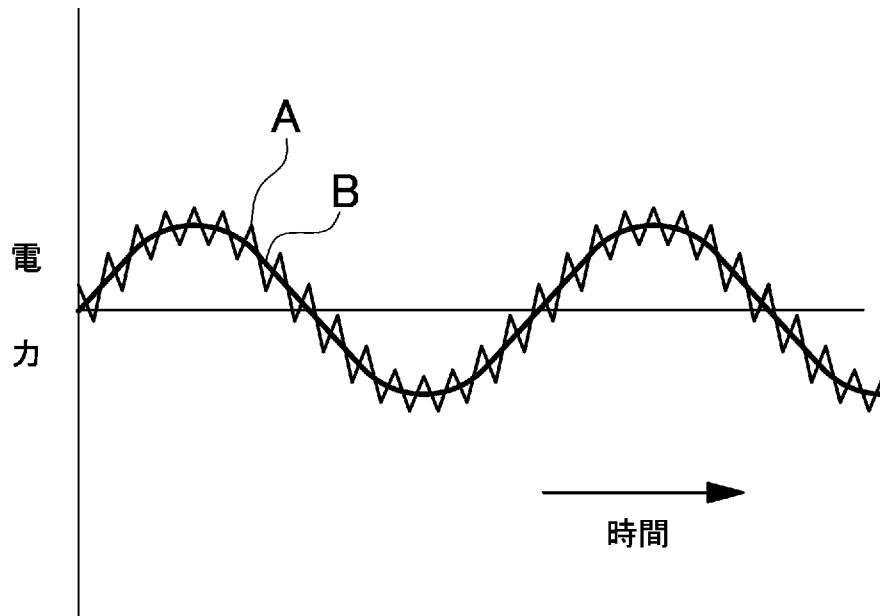
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/005504

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R19/00(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R19/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 1-305624 A (Diesel Kiki Co., Ltd.), 08 December 1989 (08.12.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
Y	JP 2002-267698 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 18 September 2002 (18.09.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
Y	JP 2005-77137 A (Mitsutoyo Corp.), 24 March 2005 (24.03.2005), entire text; all drawings (Family: none)	5-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28 November, 2013 (28.11.13)

Date of mailing of the international search report
10 December, 2013 (10.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01R19/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01R19/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 1-305624 A（ディーゼル機器株式会社）1989. 12. 08, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-9
Y	JP 2002-267698 A（三洋電機株式会社）2002. 09. 18, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-9
Y	JP 2005-77137 A（株式会社ミットヨ）2005. 03. 24, 全文, 全図（ファミリーなし）	5-6

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

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 8 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 0 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

武田 知晋

2 S

9 8 0 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8