

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-118003

(P2012-118003A)

(43) 公開日 平成24年6月21日(2012.6.21)

|                        |                |             |
|------------------------|----------------|-------------|
| (51) Int.Cl.           | F I            | テーマコード (参考) |
| GO 1 R 19/00 (2006.01) | GO 1 R 19/00 B | 2 G O 3 5   |
| HO 1 M 10/48 (2006.01) | HO 1 M 10/48 P | 5 H O 3 0   |

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

|           |                              |          |                                |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-270262 (P2010-270262) | (71) 出願人 | 000004260                      |
| (22) 出願日  | 平成22年12月3日 (2010.12.3)       |          | 株式会社デンソー                       |
|           |                              |          | 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地                |
|           |                              | (74) 代理人 | 110000567                      |
|           |                              |          | 特許業務法人 サトー国際特許事務所              |
|           |                              | (72) 発明者 | 牧原 哲哉                          |
|           |                              |          | 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会            |
|           |                              |          | 社デンソー内                         |
|           |                              | Fターム(参考) | 2G035 AB03 AC01 AD03 AD13 AD20 |
|           |                              |          | AD27 AD28 AD47 AD56 AD65       |
|           |                              |          | 5H030 AA09 AS08 FF44           |

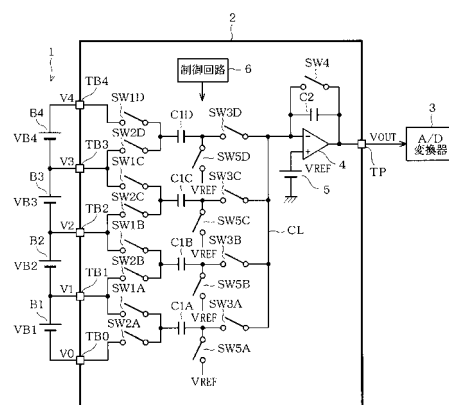
(54) 【発明の名称】 組電池の電圧検出装置

(57) 【要約】

【課題】 高耐圧トランジスタを用いることなく組電池の電圧検出装置を構成する。

【解決手段】 電池セルB<sub>n</sub>ごとに第1コンデンサC<sub>1x</sub>を備え、電池側回路とオペアンプ側回路との間を絶縁する。電池セルB<sub>4</sub>の電圧V<sub>B4</sub>を検出する場合、制御回路6は、電池セルB<sub>1</sub>～B<sub>3</sub>に対応する第3スイッチS<sub>W3x</sub>をオフし、第1スイッチS<sub>W1x</sub>と第5スイッチS<sub>W5x</sub>をオンする。電池セルB<sub>4</sub>に対応する第1スイッチS<sub>W1D</sub>と第3スイッチS<sub>W3D</sub>および第4スイッチS<sub>W4</sub>をオンし、第2コンデンサC<sub>2</sub>を初期化し、第1コンデンサC<sub>1D</sub>をV<sub>4</sub>－V<sub>REF</sub>で充電する。その後、第1スイッチS<sub>W1D</sub>に替えて第2スイッチS<sub>W2D</sub>をオンし、第1コンデンサC<sub>1D</sub>の充電電荷を第2コンデンサC<sub>2</sub>との間で再分配する。

【選択図】 図1



B1～B4 : 単位電池  
1 : 組電池  
2 : 組電池の電圧検出装置  
4 : オペアンプ  
C1A～C1D : 第1コンデンサ  
C2 : 第2コンデンサ  
SW1A～SW1D : 第1スイッチ  
SW2A～SW2D : 第2スイッチ  
SW3A～SW3D : 第3スイッチ  
SW4 : 第4スイッチ  
SW5A～SW5D : 第5スイッチ  
6 : 制御手段  
VREF : 基準電圧、電位固定用電圧

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

直列接続された複数の単位電池からなる組電池について各単位電池の電圧を検出する組電池の電圧検出装置であって、

入力端子が所定の基準電圧にバイアスされたオペアンプと、

前記各単位電池に対応してそれぞれ設けられた第 1 コンデンサと、

前記第 1 コンデンサに対応する単位電池の高電位側端子、低電位側端子と当該第 1 コンデンサの一端との間にそれぞれ設けられた第 1、第 2 スイッチと、

前記オペアンプの反転入力端子と前記第 1 コンデンサの他端との間に設けられた第 3 スイッチと、

前記オペアンプの反転入力端子と出力端子との間に並列に設けられた第 2 コンデンサおよび第 4 スイッチと、

電圧検出対象外の単位電池に対応する前記第 2 および第 3 スイッチを開いた状態とし、前記第 4 スイッチを閉じるとともに電圧検出対象の単位電池に対応する前記第 1 および第 3 スイッチを閉じて前記第 1 コンデンサを充電し、その後、前記第 4 スイッチを開き、前記電圧検出対象の単位電池について前記第 1 スイッチに替えて前記第 2 スイッチを閉じることにより電圧を検出する制御手段とを備えたことを特徴とする組電池の電圧検出装置。

## 【請求項 2】

前記オペアンプは前記基準電圧をコモン電圧とする差動出力構成を備え、そのオペアンプの反転入力端子と非反転出力端子の側および非反転入力端子と反転出力端子の側のそれぞれに対して前記第 1、第 2 コンデンサと前記第 1 ないし第 4 スイッチを備え、

前記オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子の側では、前記第 1、第 2 スイッチは、前記第 1 コンデンサに対応する単位電池の高電位側端子、低電位側端子と当該第 1 コンデンサの一端との間に設けられ、前記第 3 スイッチは、前記オペアンプの反転入力端子と前記第 1 コンデンサの他端との間に設けられ、前記第 2 コンデンサおよび第 4 スイッチは、前記オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子との間に並列に設けられ、

前記オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子の側では、前記第 1、第 2 スイッチは、前記第 1 コンデンサに対応する単位電池の低電位側端子、高電位側端子と当該第 1 コンデンサの一端との間に設けられ、前記第 3 スイッチは、前記オペアンプの非反転入力端子と前記第 1 コンデンサの他端との間に設けられ、前記第 2 コンデンサおよび第 4 スイッチは、前記オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子との間に並列に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の組電池の電圧検出装置。

## 【請求項 3】

前記基準電圧との電圧差がスイッチの耐圧以下となる電位固定用電圧が付与された電圧線と前記第 1 コンデンサの他端との間に第 5 スイッチが設けられ、

前記制御手段は、電圧検出対象外の単位電池に対応する前記第 2 および第 3 スイッチを開くとともに前記第 1 および第 5 スイッチを閉じた状態とし、前記第 4 スイッチを閉じるとともに電圧検出対象の単位電池に対応する前記第 1 および第 3 スイッチを閉じて前記第 1 コンデンサを充電することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の組電池の電圧検出装置。

## 【請求項 4】

前記電位固定用電圧は、前記基準電圧に等しく設定されていることを特徴とする請求項 3 記載の組電池の電圧検出装置。

## 【請求項 5】

直列接続された複数の単位電池からなる組電池について各単位電池の電圧を検出する組電池の電圧検出装置であって、

入力端子が所定の基準電圧にバイアスされたオペアンプと、

前記各単位電池に対応してそれぞれ設けられた第 1 コンデンサと、

前記第 1 コンデンサに対応する単位電池の高電位側端子、低電位側端子と当該第 1 コンデンサの一端との間にそれぞれ設けられた第 1、第 2 スイッチと、

前記オペアンプの反転入力端子と前記第 1 コンデンサの他端との間に設けられた第 3 スイッチと、

前記オペアンプの反転入力端子と出力端子との間に設けられた第 4 A スイッチと、

前記オペアンプの反転入力端子と出力端子との間に直列に設けられた第 2 コンデンサおよび第 4 B スイッチと、

前記第 2 コンデンサと第 4 B スイッチとの共通接続点と定電圧が付与された電圧線との間に設けられた第 4 C スイッチと、

電圧検出対象外の単位電池に対応する前記第 2 および第 3 スイッチを開いた状態とし、前記第 4 A、第 4 C スイッチを閉じ、前記第 4 B スイッチを開くとともに電圧検出対象の単位電池に対応する前記第 1 および第 3 スイッチを閉じて前記第 1 コンデンサを充電し、その後、前記第 4 A、第 4 C スイッチを開き、前記第 4 B スイッチを閉じ、前記電圧検出対象の単位電池について前記第 1 スイッチに替えて前記第 2 スイッチを閉じることにより電圧を検出する制御手段とを備えたことを特徴とする組電池の電圧検出装置。

10

#### 【請求項 6】

前記オペアンプは前記基準電圧をコモン電圧とする差動出力構成を備え、そのオペアンプの反転入力端子と非反転出力端子の側および非反転入力端子と反転出力端子の側のそれぞれに対して前記第 1、第 2 コンデンサと前記第 1、第 2、第 3、第 4 A、第 4 B、第 4 C スイッチを備え、

前記オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子の側では、前記第 1、第 2 スイッチは、前記第 1 コンデンサに対応する単位電池の高電位側端子、低電位側端子と当該第 1 コンデンサの一端との間に設けられ、前記第 3 スイッチは、前記オペアンプの反転入力端子と前記第 1 コンデンサの他端との間に設けられ、前記第 4 A スイッチは、前記オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子との間に設けられ、前記第 2 コンデンサおよび第 4 B スイッチは、前記オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子との間に直列に設けられ、前記第 4 C スイッチは、前記第 2 コンデンサと第 4 B スイッチとの共通接続点と定電圧が付与された電圧線との間に設けられ、

20

前記オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子の側では、前記第 1、第 2 スイッチは、前記第 1 コンデンサに対応する単位電池の低電位側端子、高電位側端子と当該第 1 コンデンサの一端との間に設けられ、前記第 3 スイッチは、前記オペアンプの非反転入力端子と前記第 1 コンデンサの他端との間に設けられ、前記第 4 A スイッチは、前記オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子との間に設けられ、前記第 2 コンデンサおよび第 4 B スイッチは、前記オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子との間に直列に設けられ、前記第 4 C スイッチは、前記第 2 コンデンサと第 4 B スイッチとの共通接続点と定電圧が付与された電圧線との間に設けられていることを特徴とする請求項 5 記載の組電池の電圧検出装置。

30

#### 【請求項 7】

前記オペアンプは前記基準電圧をコモン電圧とする差動出力構成を備え、そのオペアンプの反転入力端子と非反転出力端子の側および非反転入力端子と反転出力端子の側のそれぞれに対して前記第 1、第 2 コンデンサと前記第 1、第 3、第 4 A、第 4 B、第 4 C スイッチを備え、

40

前記オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子の側では、前記第 1 スイッチは、前記第 1 コンデンサに対応する単位電池の高電位側端子と当該第 1 コンデンサの一端との間に設けられ、前記第 3 スイッチは、前記オペアンプの反転入力端子と前記第 1 コンデンサの他端との間に設けられ、前記第 4 A スイッチは、前記オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子との間に設けられ、前記第 2 コンデンサおよび第 4 B スイッチは、前記オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子との間に直列に設けられ、前記第 4 C スイッチは、前記第 2 コンデンサと第 4 B スイッチとの共通接続点と定電圧が付与された電圧線との間に設けられ、

前記オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子の側では、前記第 1 スイッチは、前記第 1 コンデンサに対応する単位電池の低電位側端子と当該第 1 コンデンサの一端との間に

50

設けられ、前記第 3 スイッチは、前記オペアンプの非反転入力端子と前記第 1 コンデンサの他端との間に設けられ、前記第 4 A スイッチは、前記オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子との間に設けられ、前記第 2 コンデンサおよび第 4 B スイッチは、前記オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子との間に直列に設けられ、前記第 4 C スイッチは、前記第 2 コンデンサと第 4 B スイッチとの共通接続点と定電圧が付与された電圧線との間に設けられ、

前記共通の第 2 スイッチは、前記オペアンプの反転入力端子側および非反転入力端子側にそれぞれ設けられた第 1 コンデンサの各一端の間に設けられていることを特徴とする請求項 5 記載の組電池の電圧検出装置。

【請求項 8】

前記基準電圧との電圧差がスイッチの耐圧以下となる電位固定用電圧が付与された電圧線と前記第 1 コンデンサの他端との間に第 5 スイッチが設けられ、

前記制御手段は、電圧検出対象外の単位電池に対応する前記第 2 および第 3 スイッチを開くとともに前記第 1 および第 5 スイッチを閉じた状態とし、前記第 4 A、第 4 C スイッチを閉じ、前記第 4 B スイッチを開くとともに電圧検出対象の単位電池に対応する前記第 1 および第 3 スイッチを閉じて前記第 1 コンデンサを充電することを特徴とする請求項 5 ないし 7 の何れかに記載の組電池の電圧検出装置。

【請求項 9】

前記電位固定用電圧は、前記基準電圧に等しく設定されていることを特徴とする請求項 8 記載の組電池の電圧検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、直列接続された複数の単位電池からなる組電池について各単位電池の電圧を検出する組電池の電圧検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド自動車や電気自動車には、複数の 2 次電池（単位電池）を直列に接続して構成される組電池が搭載されている。このような組電池においては、各 2 次電池の容量計算や保護管理のため、各 2 次電池の電圧を個別に検出する必要がある。しかし、上記用途において組電池を構成する 2 次電池の直列接続数は非常に多いため、組電池における接続位置に応じて 2 次電池の電位が高くなり、2 次電池の電圧検出装置に高い電圧が印加される。

【0003】

特許文献 1 には、オペアンプ、一端がオペアンプの反転入力端子に接続された第 1 コンデンサ、オペアンプの反転入力端子と出力端子との間に接続された第 2 コンデンサと放電回路、および単位電池の各端子と第 1 コンデンサの他端との間にそれぞれ接続されたスイッチから構成された電圧検出回路が開示されている。単位電池のプラス端子と第 1 コンデンサとの間のスイッチおよび放電回路をオンして第 1 コンデンサを充電し、その後、放電回路をオフした状態で当該スイッチに替えて単位電池のマイナス端子と第 1 コンデンサとの間のスイッチをオンすることにより単位電池の電圧を検出する。

【0004】

また、特許文献 2 には、各単位電池に対応させて複数のコンデンサを直列接続したコンデンサ群を備え、単位電池とコンデンサとの間の経路に設けられたスイッチを閉じて各単位電池の電圧に対応する各コンデンサに一齐に充電した後、低電位側のコンデンサから順に電圧検出し、検出が終了したコンデンサを放電させて未検出のコンデンサの電位を順次下げよう工夫した電圧検出回路が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2008-145180号公報（図1）

【特許文献2】特開2001-56350号公報（図1、図2）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1、2に記載された電圧検出回路は、オペアンプやマイコンに対する低耐圧化が図られている。しかし、そこに用いられる半導体スイッチには依然として高い電圧が印加されるため、例えば5V系、3.3V系といった低耐圧プロセスを採用することができない。その結果、高耐圧トランジスタの採用およびレイアウト面積の増大により製造コストが増大するという問題があった。

10

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的は、高耐圧トランジスタを用いることなく構成できる組電池の電圧検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1に記載した組電池の電圧検出装置は、直列接続された複数の単位電池からなる組電池について各単位電池の電圧を検出する組電池の電圧検出装置であり、入力端子が所定の基準電圧にバイアスされたオペアンプと、各単位電池に対応してそれぞれ設けられた第1コンデンサと、第1コンデンサに対応する単位電池の高電位側端子、低電位側端子と当該第1コンデンサの一端との間にそれぞれ設けられた第1、第2スイッチと、オペアンプの反転入力端子と第1コンデンサの他端との間に設けられた第3スイッチと、オペアンプの反転入力端子と出力端子との間に並列に設けられた第2コンデンサおよび第4スイッチと、制御手段とを備えている。

20

【0009】

制御手段は、電圧検出対象外の単位電池に対応する第2および第3スイッチを開いた状態とし、第4スイッチを閉じて第2コンデンサの電荷を放電するとともに電圧検出対象の単位電池に対応する第1および第3スイッチを閉じて第1コンデンサを充電する。この状態では、各単位電池に対応する第2スイッチにはその単位電池の電圧だけが印加される。また、電圧検出対象外の単位電池に対応する第3スイッチにも高々その単位電池の電圧だけが印加される。

30

【0010】

制御手段は、その後第4スイッチを開き、電圧検出対象の単位電池について第1スイッチに替えて第2スイッチを閉じることにより電圧を検出する。第1、第2コンデンサの容量値をC1、C2とし、基準電圧をVREFとすれば、電荷再分配によるオペアンプの出力電圧は $(C1 / C2 \times \text{単位電池電圧} + VREF)$ となる（ただし、オペアンプのオフセット電圧も現れる）。この状態では、電圧検出対象の単位電池に対応する第1スイッチにはその単位電池の電圧だけが印加され、第4スイッチには $(C1 / C2 \times \text{単位電池電圧})$ が印加される。

【0011】

本手段によれば、各単位電池に対応してそれぞれ設けられた第1コンデンサが、各単位電池の電位と基準電圧との差電圧を負担するので、オペアンプは勿論各スイッチにも各単位電池の電位に応じた高電圧が印加されることはない。従って、オペアンプおよびスイッチを構成する回路を、高耐圧トランジスタを用いることなく、5V系、3.3V系といった低耐圧トランジスタにより構成できる。その結果、レイアウト面積が低減するので製造コストを低減できる。

40

【0012】

請求項2に記載した組電池の電圧検出装置は、請求項1に記載した組電池の電圧検出装置の構成を全差動構成としたものである。すなわち、オペアンプは上記基準電圧をコモン電圧とする差動出力構成を備え、そのオペアンプの反転入力端子と非反転出力端子の側および非反転入力端子と反転出力端子の側のそれぞれに対して第1、第2コンデンサと第1

50

ないし第4スイッチを備えている。

【0013】

オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子の側では、第1、第2スイッチは、第1コンデンサに対応する単位電池の高電位側端子、低電位側端子と当該第1コンデンサの一端との間に設けられ、第3スイッチは、オペアンプの反転入力端子と第1コンデンサの他端との間に設けられ、第2コンデンサおよび第4スイッチは、オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子との間に並列に設けられている。

【0014】

オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子の側では、第1、第2スイッチは、第1コンデンサに対応する単位電池の低電位側端子、高電位側端子と当該第1コンデンサの一端との間に設けられ、第3スイッチは、オペアンプの非反転入力端子と第1コンデンサの他端との間に設けられ、第2コンデンサおよび第4スイッチは、オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子との間に並列に設けられている。

10

【0015】

全差動構成にすることで、第1スイッチが閉じた第1コンデンサの充電時のみならず、第1スイッチに替えて第2スイッチが閉じた電荷再分配の時に組電池にコモンモードノイズが重畳した場合でも、オペアンプの出力電圧から当該コモンモードノイズを除去することができる。さらに、回路構成が対称となっているので、各スイッチの切り替え時に発生するフィードスルーなどによる誤差を相殺でき、より高い精度の検出電圧を得ることができる。

20

【0016】

請求項3に記載した組電池の電圧検出装置は、基準電圧との電圧差がスイッチの耐圧以下となる電位固定用電圧が付与された電圧線と第1コンデンサの他端との間に第5スイッチを備えている。制御手段は、電圧検出対象外の単位電池に対応する第2および第3スイッチを開くとともに第1および第5スイッチを閉じた状態とし、第4スイッチを閉じるとともに電圧検出対象の単位電池に対応する第1および第3スイッチを閉じて第1コンデンサを充電する。

【0017】

各単位電池に対応してそれぞれ第5スイッチを設け、電圧検出対象外の単位電池に対応した第5スイッチを閉じた状態にすることで、第1コンデンサの他端の電位を固定しておくことができる。このとき、第1スイッチも閉じた状態とするので、単位電池が電圧検出対象外にある期間、その第1コンデンサを当該単位電池の高電位側端子の電位と電位固定用電圧との差電圧で予め充電（予備充電）しておくことができる。これにより、当該単位電池が電圧検出対象となったときに、第1コンデンサの充電時間を短縮することができる。

30

【0018】

請求項4に記載した組電池の電圧検出装置では、電位固定用電圧は基準電圧に等しく設定されている。上述した第1コンデンサの予備充電により、当該単位電池が電圧検出対象となったときに第1コンデンサに充電される電荷に等しい電荷が充電される。従って、当該単位電池が電圧検出対象となったときの第1コンデンサの充電時間をほぼゼロにまで短縮することができる。

40

【0019】

請求項5に記載した組電池の電圧検出装置は、請求項1に記載した組電池の電圧検出装置に対し、第2コンデンサと第4スイッチの構成を異にする。すなわち、請求項1記載の構成と同様のオペアンプ、第1コンデンサ、第1、第2スイッチおよび第3スイッチに加え、オペアンプの反転入力端子と出力端子との間に設けられた第4Aスイッチと、オペアンプの反転入力端子と出力端子との間に直列に設けられた第2コンデンサおよび第4Bスイッチと、第2コンデンサと第4Bスイッチとの共通接続点と定電圧が付与された電圧線との間に設けられた第4Cスイッチとを備えている。

【0020】

50

制御手段は、電圧検出対象外の単位電池に対応する第2および第3スイッチを開いた状態とし、第4A、第4Cスイッチを閉じ、第4Bスイッチを開いて、第2コンデンサに（定電圧－基準電圧＋オペアンプのオフセット電圧）に応じた電荷を充電する。この状態では、各単位電池に対応する第2スイッチにはその単位電池の電圧だけが印加される。また、電圧検出対象外の単位電池に対応する第3スイッチにも高々その単位電池の電圧だけが印加される。

#### 【0021】

制御手段は、その後第4A、第4Cスイッチを開き、第4Bスイッチを閉じ、電圧検出対象の単位電池について第1スイッチに替えて第2スイッチを閉じることにより電圧を検出する。定電圧をVAとすれば、電荷再分配によるオペアンプの出力電圧は（ $C1/C2 \times$  単位電池電圧＋VA）となる。この状態では、電圧検出対象の単位電池に対応する第1スイッチにはその単位電池の電圧だけが印加され、第4A、第4Cスイッチには（ $C1/C2 \times$  単位電池電圧）が印加される。本手段によれば、請求項1に記載した組電池の電圧検出装置と同様の効果が得られる他、単位電池の検出電圧からオペアンプのオフセット電圧を取り除くことができる。

#### 【0022】

請求項6に記載した組電池の電圧検出装置は、請求項5に記載した組電池の電圧検出装置の構成を全差動構成としたものである。すなわち、オペアンプは基準電圧をコモン電圧とする差動出力構成を備え、そのオペアンプの反転入力端子と非反転出力端子の側および非反転入力端子と反転出力端子の側のそれぞれに対して第1、第2コンデンサと第1、第2、第3、第4A、第4B、第4Cスイッチを備えている。

#### 【0023】

オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子の側では、第1、第2スイッチは、第1コンデンサに対応する単位電池の高電位側端子、低電位側端子と当該第1コンデンサの一端との間に設けられ、第3スイッチは、オペアンプの反転入力端子と第1コンデンサの他端との間に設けられ、第4Aスイッチは、オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子との間に設けられ、第2コンデンサおよび第4Bスイッチは、オペアンプの反転入力端子と非反転出力端子との間に直列に設けられ、第4Cスイッチは、第2コンデンサと第4Bスイッチとの共通接続点と定電圧が付与された電圧線との間に設けられている。

#### 【0024】

オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子の側では、第1、第2スイッチは、第1コンデンサに対応する単位電池の低電位側端子、高電位側端子と当該第1コンデンサの一端との間に設けられ、第3スイッチは、オペアンプの非反転入力端子と第1コンデンサの他端との間に設けられ、第4Aスイッチは、オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子との間に設けられ、第2コンデンサおよび第4Bスイッチは、オペアンプの非反転入力端子と反転出力端子との間に直列に設けられ、第4Cスイッチは、第2コンデンサと第4Bスイッチとの共通接続点と定電圧が付与された電圧線との間に設けられている。本手段によれば、全差動構成について請求項2記載の手段と同様の効果が得られるとともに、請求項5記載の手段と同様に単位電池の検出電圧からオペアンプのオフセット電圧を取り除くことができる。

#### 【0025】

請求項7に記載した組電池の電圧検出装置は、請求項5に記載した組電池の電圧検出装置の構成を全差動構成としたものである。請求項6記載の構成に対し、オペアンプの反転入力端子側および非反転入力端子側にそれぞれ設けられた第1コンデンサの各一端の間に共通化した第2スイッチを備えた点が異なっている。本手段によれば、請求項6記載の手段と同様の効果が得られる。

#### 【0026】

また、電荷再分配時に第1コンデンサの他端が組電池から切り離されてフローティング状態になるので、第1スイッチが閉じた第1コンデンサの充電時および第2スイッチが閉じた電荷再分配の時に組電池にコモンモードノイズが重畳しても、オペアンプの入力端コ

10

20

30

40

50

モン電圧から当該コモンモードノイズの影響を除去することができる。

【0027】

請求項8に記載した組電池の電圧検出装置は、基準電圧との電圧差がスイッチの耐圧以下となる電位固定用電圧が付与された電圧線と第1コンデンサの他端との間に第5スイッチを備えている。制御手段は、電圧検出対象外の単位電池に対応する第2および第3スイッチを開くとともに第1および第5スイッチを閉じた状態とし、第4A、第4Cスイッチを閉じ、第4Bスイッチを開くとともに電圧検出対象の単位電池に対応する第1および第3スイッチを閉じて第1コンデンサを充電する。本手段によれば、請求項3記載の手段と同様の作用および効果が得られる。

【0028】

請求項9に記載した組電池の電圧検出装置では、電位固定用電圧は基準電圧に等しく設定されている。本手段によれば、請求項4記載の手段と同様の作用および効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の第1の実施形態を示す電圧検出装置の構成図

【図2】第1、第2スイッチおよびその駆動回路の構成図

【図3】レベルシフト回路の構成図

【図4】ノンオーバーラップ信号生成回路の構成図

【図5】ノンオーバーラップ信号生成回路のタイミングチャート

【図6】スイッチのオンオフ状態および出力電圧の波形を示す図

【図7】本発明の第2の実施形態を示す図1相当図

【図8】図6相当図

【図9】本発明の第3の実施形態を示す図1相当図

【図10】図6相当図

【図11】セル電圧と差動出力電圧との関係を示す説明図

【図12】本発明の第4の実施形態を示す図1相当図

【図13】本発明の第5の実施形態を示す図1相当図

【図14】図6相当図

【発明を実施するための形態】

【0030】

各実施形態において実質的に同一部分には同一符号を付して説明を省略する。

(第1の実施形態)

以下、第1の実施形態について図1ないし図6を参照しながら説明する。

図1は、組電池の電圧検出装置の構成を示している。組電池1は、ハイブリッド自動車や電気自動車に搭載され、インバータを介して電動機に電力を供給するものである。実際の組電池1は、多数のリチウム2次電池、ニッケル水素2次電池等（単位電池）を直列に接続した構成を有しているが、ここでは説明の都合上低電位側の電池セルB1から高電位側の電池セルB4までを示している。

【0031】

リチウム2次電池は、電池セルごとの容量の個体差や自己放電特性の差等によって、各電池セルの充電状態（SOC：State Of Charge）ひいてはセル電圧がばらつく。このような組電池1においては、各2次電池の容量計算や保護管理（例えば電池電圧の均等化）のため、各2次電池の電圧を個別に検出する必要がある。組電池1の電圧検出装置2の端子TB0～TB4には、それぞれ電池セルB1～B4の各端子が接続されている。端子TB0～TB4の電圧は、それぞれV0～V4である。電圧検出装置2は、組電池1を構成する各電池セルBn（n=1、2、3、4）の電圧BVn（n=1、2、3、4）を検出し、その検出電圧をVOUTとして出力端子TPからA/D変換器3に対し出力する。

【0032】

電圧検出装置2は、A/D変換器3などの回路とともにICとして構成されている。電

10

20

30

40

50

圧検出装置 2 は、グランド電位  $V_{SS}$  を基準とする電源電圧  $V_{DD}$  の供給を受けて動作するオペアンプ 4 を備えている。オペアンプ 4 の非反転入力端子は、電圧生成回路 5 によって基準電圧  $V_{REF}$  にバイアスされている。オペアンプ 4 の反転入力端子と出力端子との間には、第 2 コンデンサ  $C_2$  と第 4 スイッチ  $SW_4$  とが並列に接続されている。

#### 【0033】

端子  $TB_n$  とオペアンプ 4 との間には、各電池セル  $B_n$  に対応してそれぞれ同一構成の充電切換回路が設けられている。例えば電池セル  $B_4$  に対応する充電切換回路の場合、電池セル  $B_4$  の高電位側端子  $TB_4$ 、低電位側端子  $TB_3$  と第 1 コンデンサ  $C_{1D}$  の一端との間に、それぞれ第 1 スイッチ  $SW_{1D}$ 、第 2 スイッチ  $SW_{2D}$  が接続されている。オペアンプ 4 の反転入力端子に繋がるコモンライン  $CL$  とコンデンサ  $C_{1D}$  の他端との間には電池セル選択用の第 3 スイッチ  $SW_{3D}$  が接続されている。コンデンサ  $C_{1D}$  の他端には、第 5 スイッチ  $SW_{5D}$  を介して、基準電圧と等しく設定された電位固定用電圧  $V_{REF}$  が印加可能とされている。

#### 【0034】

他の電池セル  $B_n$  に対応する充電切換回路も同様に、第 1 コンデンサ  $C_{1x}$  と第 1、第 2、第 3、第 5 スイッチ  $SW_{1x}$ 、 $SW_{2x}$ 、 $SW_{3x}$ 、 $SW_{5x}$  ( $x$  は低電位側の充電切換回路から順に A、B、C、D とし、それぞれ上記  $n$  の 1、2、3、4 に対応する。) とから構成されている。各スイッチは MOS トランジスタから構成されており、これらのスイッチの切り換えは、制御手段としての制御回路 6 によって行われる。

#### 【0035】

図 2 は、第 1 コンデンサ  $C_{1x}$  を挟んで組電池側に配される第 1、第 2 スイッチ  $SW_{1D}$ 、 $SW_{2D}$  およびその駆動回路の構成を示している。制御回路 6 から出力されるグランド電位  $V_{SS}$  を基準電位とする信号  $S_1$  は、レベルシフト回路 7 により絶縁およびレベルシフトされる。レベルシフト回路 7 は、図 3 に示すように、制御回路 6 と同じくグランドを基準電位として電源電圧  $V_{DD}$  により動作するインバータ 8、端子  $TB_3$  の電位  $V_3$  を基準電位として電池セル  $B_4$  の電圧  $V_{B4}$  ( $=V_4 - V_3$ ) により動作するインバータ 9、10 および両基準電位回路間を絶縁するコンデンサ 11 から構成されている。インバータ 9、10 はリング状に接続されており、インバータ 8 の出力端子とインバータ 10 の入力端子との間にコンデンサ 11 が接続されている。

#### 【0036】

インバータ 8 に信号  $S_1$  が入力され、その信号  $S_1$  のレベルが変化すると、コンデンサ 11 を通してインバータ 10 の入力電位を変化させる。これにより、インバータ 10 の入力レベルがしきい値を超え、インバータ 10 の出力信号  $S_2$  が反転する。この信号  $S_2$  は、インバータ 9 で反転されてインバータ 10 の入力端子に印加されるので、安定した信号  $S_2$  が出力される。なお、第 3 スイッチ  $SW_{3x}$ 、第 4 スイッチ  $SW_4$  および第 5 スイッチ  $SW_{5x}$  は、グランド電位  $V_{SS}$  を基準電位とする駆動回路を用いることができるのでレベルシフト回路 7 は不要となる。

#### 【0037】

スイッチ  $SW_{1D}$ 、 $SW_{2D}$  は、図 1 に示すようにそれぞれ低耐圧の PMOS トランジスタ、NMOS トランジスタにより構成されている。ノンオーバーラップ信号生成回路 12 は、上述した信号  $S_2$  を入力し、そのレベルに応じてスイッチ  $SW_{1D}$ 、 $SW_{2D}$  の一方だけをオンする駆動信号  $S_3$ 、 $S_4$  を生成してスイッチ  $SW_{1D}$ 、 $SW_{2D}$  に出力する。

#### 【0038】

ノンオーバーラップ信号生成回路 12 は、図 4 に示すように NAND ゲート 13 とインバータ 14～17 の直列回路およびインバータ 18 と NAND ゲート 19 とインバータ 20～23 の直列回路を備えている。インバータ 14～17、20～23 は、遅延時間を生成するために設けられている。インバータ 17 の出力端子は NAND ゲート 19 の入力端子に接続され、インバータ 23 の出力端子は NAND ゲート 13 の入力端子に接続されている。

10

20

30

40

50

## 【0039】

図5は、スイッチ駆動回路の動作を示すタイミングチャートである。ノンオーバーラップ信号生成回路12において、NANDゲート13とインバータ18に入力される信号S2がLレベル（電圧V3）のとき駆動信号S3、S4はHレベル（電圧V4）となり、信号S2がHレベルのとき駆動信号S3、S4はLレベルとなる。信号S2のレベルが変化した時、駆動信号S3がHレベル、駆動信号S4がLレベルとなるノンオーバーラップ期間が生じるので、スイッチSW1D、SW2Dの同時オンを防止できる。

## 【0040】

次に、図6を参照しながら本実施形態の作用および効果を説明する。

制御回路6は、各スイッチを切り替えながらセル電圧VB1～VB4を降順に繰り返し検出し、A/D変換器3に出力する。図6は、スイッチのオンオフ状態（高レベルがオン状態、低レベルがオフ状態を示す）および出力電圧VOUTの波形を示している。電池セルB4の電圧VB4の検出を例にして、同図に示す期間ごとに説明する。

## 【0041】

## 〔期間1〕

制御回路6は、電圧検出対象外の電池セルB1～B3に対応する第3スイッチSW3A～SW3Cをオフしており、第1コンデンサC1A～C1Cの他端はコモンラインCLから切り離されている。切り離された第1コンデンサC1A～C1Cの他端の電位を固定するため、第5スイッチSW5A～SW5Cをオンして基準電圧VREFを与えている。第1コンデンサC1A～C1Cの一端は、電池セルB1～B3と切り離しておいてもよいが、後に電圧検出する際に充電時間を短縮するため、第1スイッチSW1A～SW1Cをオンしておく。

## 【0042】

制御回路6は、電圧検出対象の電池セルB4に対応する第1スイッチSW1Dおよび第3スイッチSW3Dをオンして、第1コンデンサC1Dを端子TB4とコモンラインCLとの間に接続する。これとともに第4スイッチSW4をオンし、第2コンデンサC2の電荷をゼロに初期化する。これにより、オペアンプ4は基準電圧VREFを入力とするボルテージフォロア接続状態となるため出力電圧VOUTはVREFとなり、第1コンデンサC1DはV4－VREFの電圧で充電される。

## 【0043】

このとき、オフ状態にあるSW2A～SW2Dには、それぞれ電池セルB1～B4の電圧VB1～VB4だけが印加されている。また、基準電圧VREFと電位固定用電圧VREFは等しいので、スイッチSW3A～SW3C、SW5Dには電圧が印加されない。オペアンプ4の入力端子には、電源電圧VDDより低く設定された基準電圧VREFが印加されている。

## 【0044】

## 〔期間2〕

第1スイッチSW1Dと第2スイッチSW2Dが同時にオフするノンオーバーラップ期間である。制御回路6は、第4スイッチSW4をオフする。

## 【0045】

## 〔期間3〕

制御回路6は、期間2でオフした第1スイッチSW1Dに替えて第2スイッチSW2Dをオンする。第1コンデンサC1Dの一端には、電圧V4に替えて電圧V3が印加される。このとき、期間1で第1コンデンサC1Dに蓄積された電荷が、第2コンデンサC2との間で再分配される。期間2と期間3との間の電荷保存の一般式は、第1コンデンサの容量をC1、第2コンデンサの容量をC2とすれば(1)式となる。電池セルB4については $V_n = V_4$ 、 $V_{n-1} = V_3$ となる。

$$C_1 (V_n - V_{REF}) = C_1 (V_{n-1} - V_{REF}) + C_2 (V_{OUT} - V_{REF}) \quad \cdots (1)$$

これを解くと(2)式が得られる。

$$V_{OUT} = C_1 / C_2 (V_n - V_{n-1}) + V_{REF} \quad \cdots (2)$$

10

20

30

40

50

## 【0046】

すなわち、オペアンプの出力電圧 $V_{OUT}$ は、電荷再分配の後、電池セルB4の端子間電圧（＝電池セルB4の電圧 $V_{B4}$ ）を $C1/C2$ 倍し、基準電圧 $V_{REF}$ だけオフセットした電圧となる。この場合でも、オフ状態にある $SW2A \sim SW2C$ 、 $SW1D$ には、それぞれ電池セルB1～B4の電圧 $V_{B1} \sim V_{B4}$ だけが印加される。

## 【0047】

## 〔期間4〕

制御回路6は、電圧検出対象の電池セルをB4からB3に切り替える。電圧検出対象外の電池セルB4について、第3スイッチ $SW3D$ をオフして第1コンデンサ $C1D$ をコモンライン $CL$ から切り離し、第2スイッチ $SW2D$ をオフ、第5スイッチ $SW5D$ をオン

10

## 【0048】

一方、電圧検出対象の電池セルB3について、制御回路6は、第1スイッチ $SW1C$ をオン、第2スイッチ $SW2C$ をオフした状態に保持し、第3スイッチ $SW3C$ をオンして第1コンデンサ $C1C$ をコモンライン $CL$ に接続し、第5スイッチ $SW5C$ をオフする。また、第4スイッチ $SW4$ をオンにする。これにより、期間1と同様に出力電圧 $V_{OUT}$ が $V_{REF}$ となり、第1コンデンサ $C1C$ は $V3 - V_{REF}$ の電圧で充電される。ただし、第1コンデンサ $C1C$ は期間1～3の間に既に同電圧に充電されているので、期間4、5の時間幅は短くて済む。

20

## 【0049】

この場合、オフ状態にあるスイッチ $SW2D$ 、 $SW3A$ 、 $SW3B$ 、 $SW3D$ 、 $SW5C$ には電圧が印加されず、スイッチ $SW2A \sim SW2C$ 、 $SW1D$ にはそれぞれ電池セルB1～B4の電圧 $V_{B1} \sim V_{B4}$ だけが印加される。

## 【0050】

## 〔期間5以降〕

期間1に対応する。期間4と同様の動作をするが、第1スイッチ $SW1D$ がオンして第1コンデンサ $C1D$ が $V4 - V_{REF}$ で予備充電される。期間6、7、8、…の動作は、上記期間2、3、4、…と同様となるため説明を省略する。

## 【0051】

30

本実施形態によれば、電池セル $B_n$ （ $n = 1, 2, 3, 4$ ）ごとに設けられた第1コンデンサ $C1x$ （ $x = A, B, C, D$ ）が、電池側回路とオペアンプ側回路との間を絶縁して両回路間の電位差を負担し、コモンライン $CL$ を介した第3スイッチ $SW3x$ 相互の接続がオペアンプ側回路でのみ行われる。このため、電池側回路のスイッチ $SW1x$ 、 $SW2x$ には単一の電池セル電圧 $V_{Bn}$ 以下の電圧しか印加されない。また、基準電圧と電位固定用電圧が等しく設定されているので、オペアンプ側回路のスイッチ $SW3x$ 、 $SW5x$ には電圧が印加されず、スイッチ $SW4$ にも電源電圧 $V_{DD}$ 以下の電圧しか印加されない。つまり、オペアンプ4および全てのスイッチを低耐圧トランジスタで構成できる。

## 【0052】

40

第1コンデンサ $C1x$ には電源電圧 $V_{DD}$ を超える高耐圧が必要であるが、メタル配線の層間絶縁膜を利用することにより高耐圧を確保でき、専用の製造工程は不要である。従って、 $IC$ として構成される電圧検出装置2は、高耐圧トランジスタを用いることなく、5V系、3.3V系といった低耐圧トランジスタを用いて構成できる。これにより、レイアウト面積が低減するので製造コストを低減できる。

## 【0053】

第1コンデンサ $C1x$ の他端側に第5スイッチ $SW5x$ を設け、電圧検出対象外の電池セル $B_n$ に対応した第5スイッチ $SW5x$ をオンした状態とするので、第1コンデンサ $C1x$ の他端の電位を固定しておくことができる。このとき、第1スイッチ $SW1x$ もオンした状態とするので、電池セル $B_n$ が電圧検出対象外にある期間、その第1コンデンサ $C1x$ を単位電池の電圧 $V_{Bn}$ と電位固定用電圧 $V_{REF}$ との差電圧で予め充電しておくこと

50

ができる。これにより、その電池セル  $B_n$  が電圧検出対象となったときに、第 1 コンデンサ  $C_{1x}$  の充電時間を短縮することができる。

#### 【0054】

上述したように電位固定用電圧は基準電圧に等しく設定されているので、上記第 1 コンデンサ  $C_{1x}$  の予備充電により、その電池セル  $B_n$  が電圧検出対象となったときに第 1 コンデンサ  $C_{1x}$  に充電される電荷に等しい電荷が充電される。従って、第 1 コンデンサ  $C_{1x}$  の充電時間をほぼゼロにまで短縮することができる。

#### 【0055】

(第 2 の実施形態)

次に、図 7 および図 8 を参照しながら第 2 の実施形態について説明する。

本実施形態の電圧検出装置 31 は、オペアンプ 4 のオフセット電圧の影響を排除するため、第 1 の実施形態に対し第 4 スイッチの構成を変更したものである。オペアンプ 4 の反転入力端子と出力端子との間には、第 4 A スイッチが接続され、これと並列に第 2 コンデンサ  $C_2$  と第 4 B スイッチ  $SW_{4B}$  との直列回路が接続されている。第 2 コンデンサ  $C_2$  と第 4 B スイッチ  $SW_{4B}$  との共通接続点と定電圧  $V_A$  が付与された電圧線との間には第 4 C スイッチ  $SW_{4C}$  が接続されている。制御回路 6 は、第 4 A スイッチ  $SW_{4A}$  と第 4 C スイッチ  $SW_{4C}$  を常に同一状態に制御する。その他の構成は電圧検出装置 2 と同様である。

#### 【0056】

図 8 は、スイッチのオンオフ状態および出力電圧  $V_{OUT}$  の波形を示している。電池セル  $B_4$  の電圧  $V_{B4}$  の検出を例にして、第 1 の実施形態と異なる作用のみを説明する。期間 1 において、制御回路 6 は、第 4 A、第 4 C スイッチ  $SW_{4A}$ 、 $SW_{4C}$  をオン、第 4 B スイッチ  $SW_{4B}$  をオフする。これにより、第 2 コンデンサ  $C_2$  は、 $V_A - V_{REF}$  の電圧に応じた電荷で初期化される。オペアンプ 4 は基準電圧  $V_{REF}$  を入力とするボルテージフォロア接続状態となるため、出力電圧  $V_{OUT}$  は  $V_{REF}$  となる。第 1 コンデンサ  $C_{1D}$  は  $V_4 - V_{REF}$  の電圧で充電される。

#### 【0057】

制御回路 6 は、期間 2 において第 4 A、第 4 C スイッチ  $SW_{4A}$ 、 $SW_{4C}$  をオフし、期間 3 において第 4 B スイッチ  $SW_{4B}$  をオンする。このとき、期間 1 で第 1 コンデンサ  $C_{1D}$  に蓄積された電荷が、第 2 コンデンサ  $C_2$  との間で再分配される。期間 2 と期間 3 との間の電荷保存の一般式は (3) 式となり、これを解くと (4) 式が得られる。

$$C_1 (V_n - V_{REF}) + C_2 (V_A - V_{REF}) = C_1 (V_{n-1} - V_{REF}) + C_2 (V_{OUT} - V_{REF}) \quad \cdots (3)$$

$$V_{OUT} = C_1 / C_2 (V_n - V_{n-1}) + V_A \quad \cdots (4)$$

#### 【0058】

ここで、電圧  $V_A$  の取り得る数値例を示す。オペアンプ 4 の出力可能な電圧範囲を  $V_{min}$  から  $V_{max}$  とすると (5) 式、(6) 式が成立する。

$$V_{min} \leq C_1 / C_2 (V_n - V_{n-1}) + V_A \leq V_{max} \quad \cdots (5)$$

$$V_{min} - C_1 / C_2 (V_n - V_{n-1}) \leq V_A \leq V_{max} - C_1 / C_2 (V_n - V_{n-1}) \quad \cdots (6)$$

#### 【0059】

$C_1 = C_2$ 、 $V_{min} = 0V$ 、 $V_{max} = 5V$  とすると、(6) 式は (7) 式のようにになる。

$$-(V_n - V_{n-1}) \leq V_A \leq 5 - (V_n - V_{n-1}) \quad \cdots (7)$$

$V_n - V_{n-1}$  は電池セル  $B_n$  の電圧  $V_{Bn}$  であり、例えばリチウム 2 次電池の場合に  $V_n - V_{n-1}$  の最小値を  $0V$ 、最大値を  $5V$  とすれば、(7) 式の条件を満たす  $V_A$  は  $0V$  と求められる。

#### 【0060】

ところで、オペアンプは一般にオフセット電圧を有している。そこで、オペアンプ 4 のオフセット電圧  $\Delta V_{OS}$  も考慮して、本実施形態と第 1 の実施形態とを対比説明する。この場合、本実施形態の電荷保存の式は (8) 式となり、これを解くとオフセット電圧  $\Delta V_{OS}$

が相殺されて（４）式と同一結果が得られる。

$$C1(Vn - VREF + \Delta VOS) + C2(VA - VREF + \Delta VOS) = C1(Vn-1 - VREF + \Delta VOS) + C2(VOUT - VREF + \Delta VOS) \quad \dots (8)$$

【００６１】

一方、オフセット電圧  $\Delta VOS$  を考慮した第１の実施形態の電荷保存の式は（９）式となり、これを解くとオフセット電圧  $\Delta VOS$  が含まれた（１０）式が得られる。

$$C1(Vn - VREF + \Delta VOS) = C1(Vn-1 - VREF + \Delta VOS) + C2(VOUT - VREF + \Delta VOS) \quad \dots (9)$$

$$VOUT = C1 / C2 (Vn - Vn-1) + VREF - \Delta VOS \quad \dots (10)$$

【００６２】

このように、本実施形態は、第４スイッチを第４Ａ～第４Ｃスイッチ  $SW4A \sim SW4C$  から構成した。これにより、セル電圧  $VBn$  の検出電圧からオペアンプ４のオフセット電圧  $\Delta VOS$  の影響を排除することができ、一層高精度の電圧検出が可能となる。

【００６３】

（第３の実施形態）

次に、図９ないし図１１を参照しながら第３の実施形態を説明する。

本実施形態の電圧検出装置４１は、差動出力形式のオペアンプ４２を用いることにより、第２の実施形態の電圧検出装置３１を全差動形式としたものである。オペアンプ４２のコモン電圧  $VCOM$  は基準電圧  $VREF$  に等しく設定されており、オペアンプ４２は、その非反転出力端子、反転出力端子からそれぞれ差動電圧  $VOP$ 、 $VOM$  を出力する。出力端子  $TP$ 、 $TM$  から出力される差動電圧  $VOP$ 、 $VOM$  は、差動入力形式の  $A/D$  変換器４３によりデジタルデータに変換される。

【００６４】

オペアンプ４２の反転入力端子と非反転出力端子の側および非反転入力端子と反転出力端子の側は対称回路構成を有し、それぞれ電圧検出装置３１と同様の接続形態で第１コンデンサ  $C1x$ 、第２コンデンサ  $C2$ 、スイッチ  $SW1x \sim SW3x$ 、 $SW5x$  およびスイッチ  $SW4A \sim SW4C$  を備えている（ $x$  は低電位側の充電切換回路から順に  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  とする）。オペアンプ４２の非反転入力端子と反転出力端子の側においては、第１、第２スイッチ  $SW1x$ 、 $SW2x$  は、第１コンデンサ  $C1x$  に対応する電池セル  $Bn$  の低電位側端子、高電位側端子と第１コンデンサ  $C1x$  の一端との間に設けられている。

【００６５】

図１０は、スイッチのオンオフ状態および差動出力電圧  $VOP - VOM$  の波形を示している。スイッチ制御は第２の実施形態と同様である。期間２と期間３との間の電荷保存の一般式は（１１）式、（１２）式となり、（１１）式から（１２）式を減ずると（１３）式が得られる。ここで、 $VX$  は入力側のコモン電圧である。

【００６６】

$$C1(Vn - VCOM) + C2(VA - VCOM) = C1(Vn-1 - VX) + C2(VOP - VX) \quad \dots (11)$$

$$C1(Vn-1 - VCOM) + C2(VB - VCOM) = C1(Vn - VX) + C2(VOM - VX) \quad \dots (12)$$

$$VOP - VOM = 2C1 / C2 (Vn - Vn-1) + (VA - VB) \quad \dots (13)$$

【００６７】

また、期間３の電荷再分配時に組電池１にコモンモードノイズ  $\Delta V$  が重畳した場合、電荷保存の一般式は（１４）式、（１５）式となる。（１４）式から（１５）式を減ずると  $\Delta V$  の項は相殺されて上記（１３）式と同じ結果が得られる。つまり、電圧検出装置４１は全差動形式であるため、電荷再分配時に組電池１にコモンモードノイズ  $\Delta V$  が重畳しても、差動出力電圧  $VOP - VOM$  に影響しない。

【００６８】

$$C1(Vn - VCOM) + C2(VA - VCOM) = C1(Vn-1 + \Delta V - VX) + C2(VOP - VX) \quad \dots (14)$$

10

20

30

40

50

$$C1(V_{n-1} - V_{COM}) + C2(V_B - V_{COM}) = C1(V_n + \Delta V - V_X) + C2(V_{OM} - V_X) \quad \cdots (15)$$

## 【0069】

さらに、オペアンプ42のオフセット電圧VOSも考慮すると、電荷保存の一般式は上記(11)式に替えて(16)式となる。(16)式から(12)式を減ずると $\Delta V_{OS}$ の項は相殺されて上記(13)式と同じ結果が得られる。つまり、電圧検出装置41は、第2の実施形態と同様にオペアンプ42のオフセット電圧 $\Delta V_{OS}$ の影響を排除することができる。

$$C1(V_n - V_{COM} + V_{OS}) + C2(V_A - V_{COM} + V_{OS}) = C1(V_{n-1} - V_X + V_{OS}) + C2(V_{OP} - V_X + V_{OS}) \quad \cdots (16)$$

## 【0070】

ここで、図11を参照しながら電圧V<sub>A</sub>、V<sub>B</sub>の設定例を説明する。一般にオペアンプの出力は電源電圧V<sub>DD</sub>付近またはグラウンド電圧V<sub>SS</sub>付近までスイングさせるとゲインや帯域などの特性が悪化する。このため、電源電圧V<sub>DD</sub>とグラウンド電圧V<sub>SS</sub>との中間レベルをコモン電圧にして、オペアンプの特性が確保できる範囲でスイングさせる。

## 【0071】

例えばセル電圧V<sub>n</sub> - V<sub>n-1</sub>が0V～5Vの範囲で変動し、オペアンプ42の電源電圧V<sub>DD</sub>が5Vで、電圧検出装置41のゲインが1倍(C<sub>1</sub> = C<sub>2</sub>)の場合を考える。セル電圧V<sub>n</sub> - V<sub>n-1</sub>の中央値2.5Vが、上記電源電圧V<sub>DD</sub>とグラウンド電圧V<sub>SS</sub>との中間レベル2.5Vとなるようにオペアンプ42の出力電圧を合わせるためには、V<sub>A</sub> - V<sub>B</sub> = -2.5Vとすればよい。このとき、出力電圧V<sub>OP</sub>、V<sub>OM</sub>は1.25V～3.75Vまでしかス

10

20

## 【0072】

以上述べたように、全差動構成を有する本実施形態によれば、第1コンデンサC<sub>1x</sub>の充電時に組電池1にコモンモードノイズが重畳した場合のみならず、電荷再分配の時に組電池1にコモンモードノイズが重畳した場合でも、オペアンプ42の差動出力電圧V<sub>OP</sub> - V<sub>OM</sub>から当該コモンモードノイズを除去することができる。さらに、回路構成が対称となっているので、各スイッチの切り替え時に発生するフィードスルーなどによる誤差を相殺でき、より高い精度の検出電圧を得ることができる。さらに、オペアンプ42のオフセット電圧 $\Delta V_{OS}$ の影響を排除でき、一層高精度の電圧検出が可能となる。

## 【0073】

(第4の実施形態)

次に、図12を参照しながら第4の実施形態を説明する。

本実施形態の電圧検出装置51は、第3の実施形態に対し第2スイッチの構成を変更したものである。すなわち、オペアンプ42の反転入力端子と非反転出力端子の側および非反転入力端子と反転出力端子の側にそれぞれ第2スイッチS<sub>W2x</sub>を設けるのではなく、オペアンプ42の反転入力端子側および非反転入力端子側にそれぞれ設けられた第1コンデンサC<sub>1x</sub>の各一端の間に共通の第2スイッチS<sub>W2x</sub>を設けている。その他の構成およびスイッチのオンオフ制御は電圧検出装置41と同様である。

## 【0074】

第2スイッチS<sub>W2x</sub>がオンする期間3において、2つの第1コンデンサC<sub>1x</sub>同士の接続ノードの電圧をV<sub>Y</sub>とすると、期間2と期間3との間の電荷保存の一般式は(17)式、(18)式となり、(17)式から(18)式を減ずると(19)式が得られる。すなわち、容量比を調整すれば、差動出力電圧V<sub>OP</sub> - V<sub>OM</sub>は第3の実施形態に示す(13)式と同様となる。

30

40

## 【0075】

$$C1(V_n - V_{COM}) + C2(V_A - V_{COM}) = C1(V_Y - V_X) + C2(V_{OP} - V_X) \quad \cdots (17)$$

$$C1(V_{n-1} - V_{COM}) + C2(V_B - V_{COM}) = C1(V_Y - V_X) + C2(V_{OM} - V_X) \quad \cdots (18)$$

$$V_{OP} - V_{OM} = C1 / C2 (V_n - V_{n-1}) + (V_A - V_B) \quad \cdots (19)$$

50

## 【0076】

次に、電荷再分配が行われる期間3における入力側のコモン電圧 $V_X$ を求める。第1コンデンサ $C_{1x}$ の充電時に組電池1にコモンモードノイズ $\Delta V$ が重畳した場合、期間2と期間3との間の電荷保存の一般式は(20)式、(21)式となる。このときの差動出力電圧 $V_{OP}-V_{OM}$ は、上記(19)式と同じである。

## 【0077】

$$C_1 (V_n + \Delta V - V_{COM}) + C_2 (V_A - V_{COM}) = C_1 (V_Y - V_X) + C_2 (V_{OP} - V_X) \quad \cdots (20)$$

$$C_1 (V_{n-1} + \Delta V - V_{COM}) + C_2 (V_B - V_{COM}) = C_1 (V_Y - V_X) + C_2 (V_{OM} - V_X) \quad \cdots (21)$$

10

## 【0078】

(20)式と(21)式とを加算すると(22)式が得られる。

$$2(C_1 + C_2)V_X = 2C_1V_Y + 2(C_1 + 2C_2)V_{COM} - C_1(V_n + V_{n-1}) - 2C_1\Delta V - C_2(V_A + V_B) \quad \cdots (22)$$

ここで、 $C_1 = C_2$ に設定した場合には、(22)式は(23)式となる。

$$4V_X = 2V_Y + 6V_{COM} - (V_n + V_{n-1}) - 2\Delta V - (V_A + V_B) \quad \cdots (23)$$

## 【0079】

電圧 $V_Y$ は、(24)式に示すように電圧 $V_n$ と $V_{n-1}$ の中央電圧になる。

$$V_Y = (V_n + V_{n-1} + 2\Delta V) / 2 \quad \cdots (24)$$

(23)式と(24)式より、入力側のコモン電圧 $V_X$ は(25)式のようになる。

20

$$V_X = (6V_{COM} - (V_A + V_B)) / 4 \quad \cdots (25)$$

## 【0080】

すなわち、第1コンデンサ $C_{1x}$ の充電時に組電池1にコモンモードノイズが重畳しても、電荷再分配時に入力側のコモン電圧 $V_X$ には影響しない。また、第1スイッチ $SW_{1x}$ がオフし、第2スイッチ $SW_{2x}$ がオンする期間3では、第1コンデンサ $C_{1x}$ 同士の接続ノードは電池セル $B_n$ から切り離されてフローティングの状態にあるので、電荷再分配時に組電池1にコモンモードノイズが重畳しても、入力側のコモン電圧 $V_X$ には影響しない。

## 【0081】

本実施形態によれば、第1コンデンサ $C_{1x}$ の充電時に組電池1にコモンモードノイズが重畳した場合のみならず、電荷再分配の時に組電池1にコモンモードノイズが重畳した場合でも、オペアンプ42の差動出力電圧 $V_{OP}-V_{OM}$ および入力側のコモン電圧 $V_X$ から当該コモンモードノイズを除去することができる。その他、フィードスルーなどによる誤差およびオペアンプ42のオフセット電圧 $\Delta V_{OS}$ の影響について、第3の実施形態と同様の効果を得ることができる。

30

## 【0082】

(第5の実施形態)

図13に示す電圧検出装置61は、第1の実施形態の電圧検出装置2を全差動形式としたものである。図14は、スイッチのオンオフ状態および出力電圧 $V_{OP}-V_{OM}$ の波形を示している。スイッチ制御は第1の実施形態と同様である。オペアンプ42の差動出力電圧 $V_{OP}-V_{OM}$ は(26)式となる。

40

$$V_{OP} - V_{OM} = 2C_1 / C_2 (V_n - V_{n-1}) \quad \cdots (26)$$

本実施形態によれば、オペアンプ42のオフセット電圧 $\Delta V_{OS}$ の影響を排除できることを除き、第3の実施形態と同様の効果が得られる。

## 【0083】

(その他の実施形態)

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形、拡張を行うことができる。

各実施形態において、電位固定用電圧 $V_{REF}$ および第5スイッチ $SW_{5x}$ は必ずしも付

50

加する必要はない。この場合でも、オペアンプおよび全てのスイッチを低耐圧トランジスタで構成できる。ただし、第1コンデンサC1xの他端の電位を固定し安定動作させるためおよび第1コンデンサC1xの充電時間の短縮のためには付加することが好ましい。

電位固定用電圧は、オペアンプ4、42の基準電圧VREFと異なる電圧に設定してもよい。ただし、第1コンデンサC1xの充電時間の短縮のためには、両電圧を等しく設定することが好ましい。

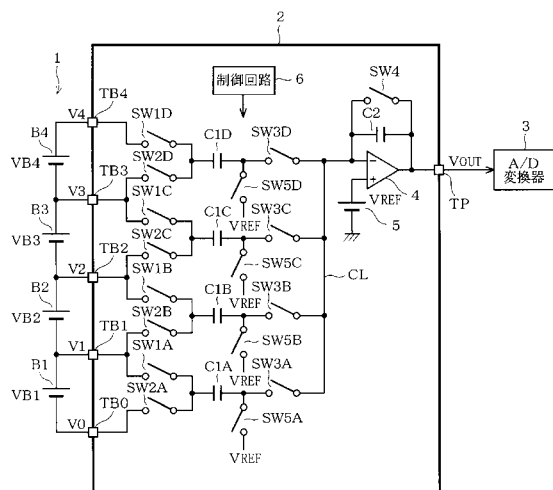
【符号の説明】

【0084】

図面中、Bn (B1～B4) は電池セル (単位電池)、1 は組電池、2、31、41、51、61 は組電池の電圧検出装置、4、42 はオペアンプ、C1x (C1A～C1D) は第1コンデンサ、C2 は第2コンデンサ、SW1x (SW1A～SW1D) は第1スイッチ、SW2x (SW2A～SW2D) は第2スイッチ、SW3x (SW3A～SW3D) は第3スイッチ、SW4 は第4スイッチ、SW4A、SW4B、SW4C は第4A、第4B、第4Cスイッチ、SW5x (SW5A～SW5D) は第5スイッチ、6 は制御回路 (制御手段)、VREF は基準電圧および電位固定用電圧、VA、VB は定電圧である。

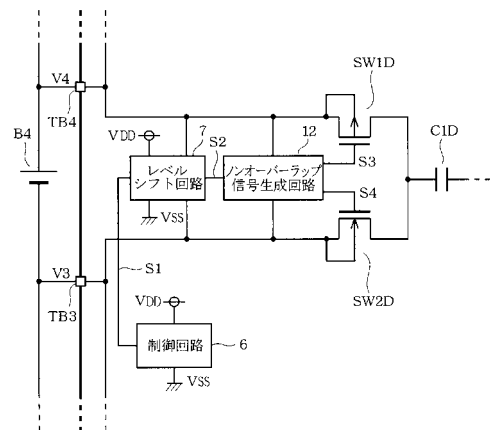
10

【図1】

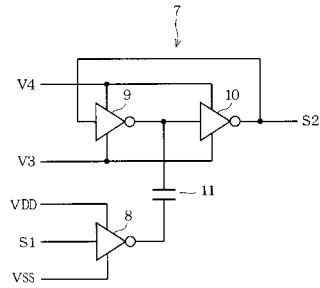


- B1～B4 : 単位電池  
 1 : 組電池  
 2 : 組電池の電圧検出装置  
 4 : オペアンプ  
 C1A～C1D : 第1コンデンサ  
 C2 : 第2コンデンサ  
 SW1A～SW1D : 第1スイッチ  
 SW2A～SW2D : 第2スイッチ  
 SW3A～SW3D : 第3スイッチ  
 SW4 : 第4スイッチ  
 SW5A～SW5D : 第5スイッチ  
 6 : 制御手段  
 VREF : 基準電圧、電位固定用電圧

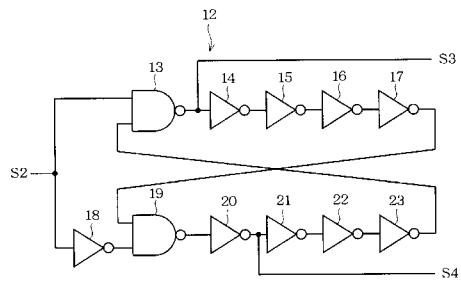
【図2】



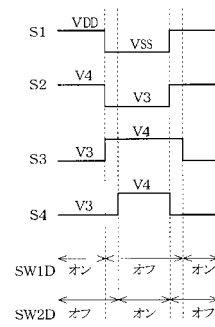
【図 3】



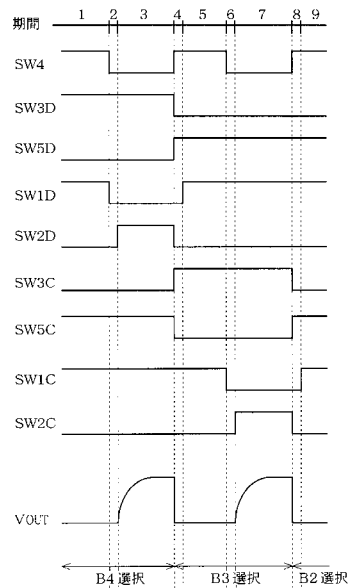
【図 4】



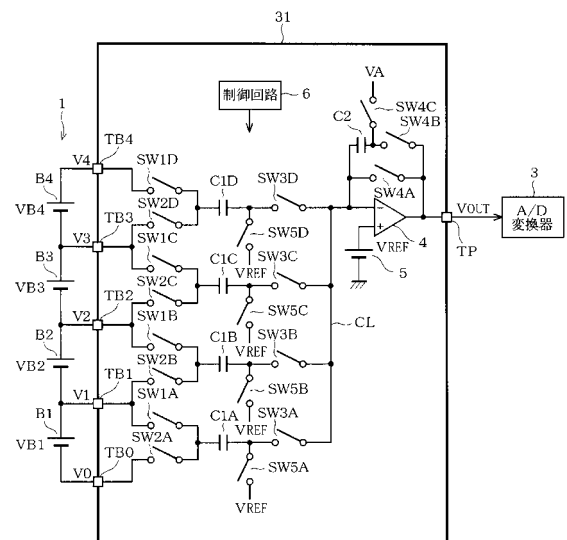
【図 5】



【図 6】

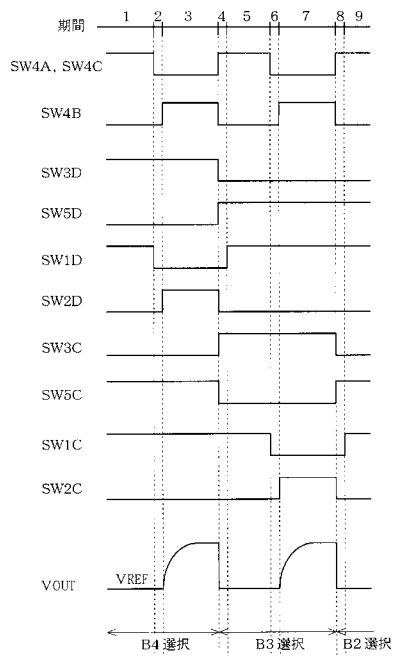


【図 7】

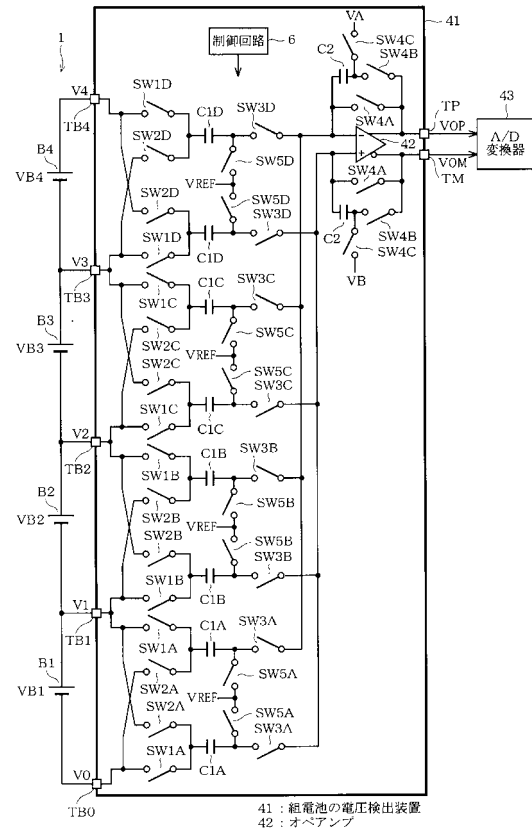


31 : 組電池の電圧検出装置  
SW4A、SW4B、SW4C : 第4 A、第4 B、第4 Cスイッチ

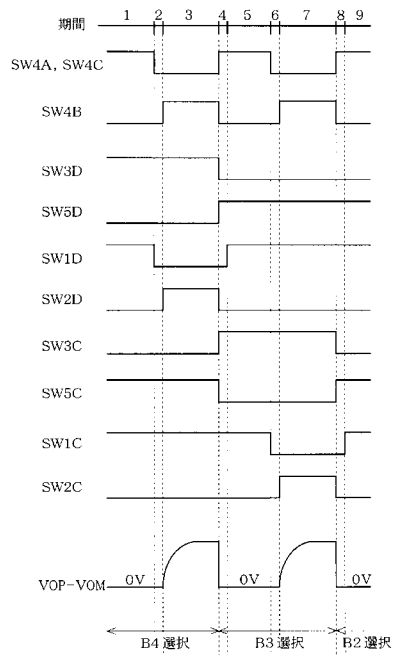
【図 8】



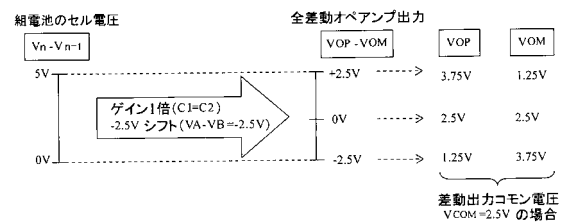
【図 9】



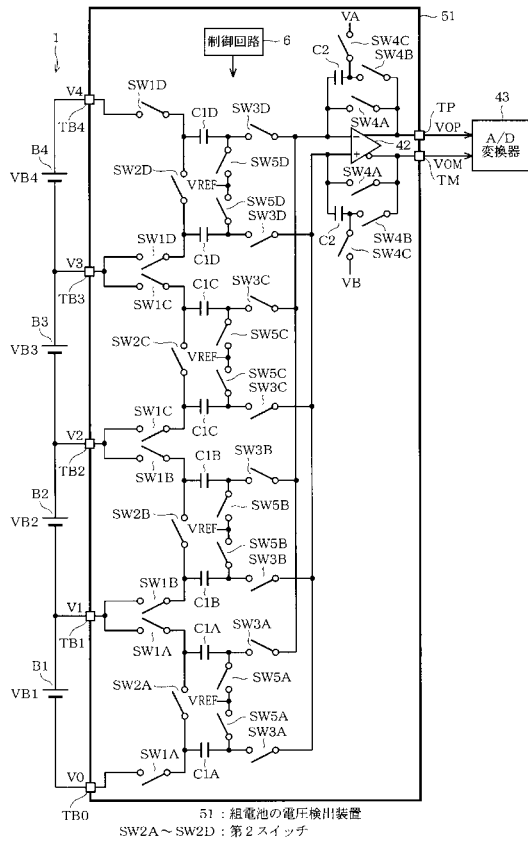
【図 10】



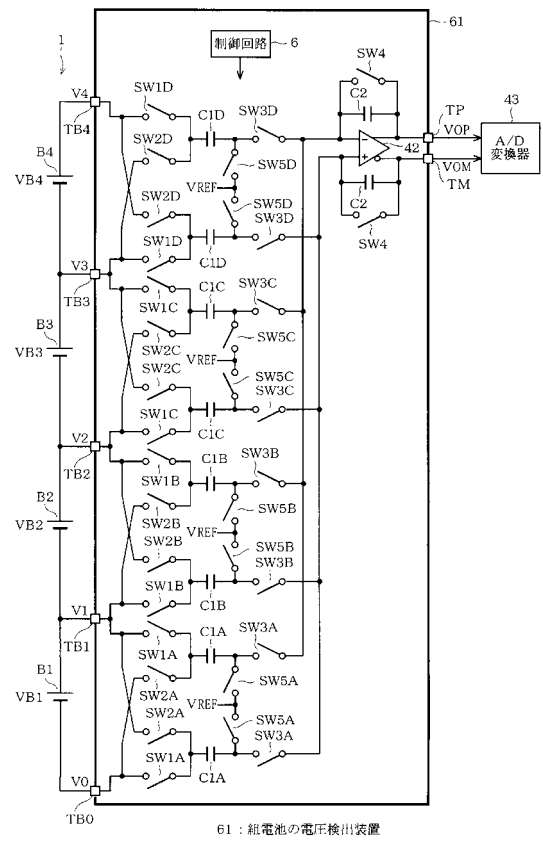
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

