

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6628552号
(P6628552)

(45) 発行日 令和2年1月8日 (2020. 1. 8)

(24) 登録日 令和1年12月13日 (2019. 12. 13)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 R 19/00 (2006. 01)	GO 1 R 19/00 B
GO 1 R 31/396 (2019. 01)	GO 1 R 31/396
HO 2 J 7/00 (2006. 01)	HO 2 J 7/00 Q
HO 1 M 10/48 (2006. 01)	HO 1 M 10/48 P

請求項の数 8 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2015-212065 (P2015-212065)	(73) 特許権者 308033711 ラピスセミコンダクタ株式会社 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目4番地8
(22) 出願日 平成27年10月28日 (2015. 10. 28)	
(65) 公開番号 特開2017-83303 (P2017-83303A)	
(43) 公開日 平成29年5月18日 (2017. 5. 18)	(74) 代理人 100079049 弁理士 中島 淳
審査請求日 平成30年9月20日 (2018. 9. 20)	(74) 代理人 100084995 弁理士 加藤 和詳
	(74) 代理人 100099025 弁理士 福田 浩志
	(72) 発明者 関口 勝 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目4番8 ラピスセミコンダクタ株式会社内
	審査官 名取 乾治
	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置およびセル電圧の測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直列に接続された複数の電池セルを含む組電池の両端および前記電池セル同士の接続点の各々に接続される複数のセル電圧入力端子と、

第1の入力端子、第2の入力端子および出力端子を有し、前記第1の入力端子および前記第2の入力端子の各々に入力される電圧の差分に応じた差分電圧を前記出力端子から出力する差分電圧出力部と、

前記複数のセル電圧入力端子の各々と、前記第1の入力端子および前記第2の入力端子とを切り換え可能に接続する接続部と、

前記複数の電池セルのうちの1の電池セルの陽極に接続されるセル電圧入力端子が前記第1の入力端子に接続され、当該1の電池セルの陰極に接続されるセル電圧入力端子が前記第2の入力端子に接続された第1の接続状態、および当該1の電池セルの陰極に接続されるセル電圧入力端子が前記第1の入力端子に接続され、当該1の電池セルの陽極に接続されるセル電圧入力端子が前記第2の入力端子に接続された第2の接続状態を順次形成するように前記接続部を制御するセル電圧測定制御を前記複数の電池セルの各々について行う場合に、前記第1の接続状態および前記第2の接続状態のうち、当該1の電池セルについて最初に形成される接続状態が、直前に前記セル電圧測定制御が行われる他の電池セルについて最後に形成される接続状態と同じとなるように前記接続部を制御する制御部と、を含む、

前記差分電圧出力部は、前記第1の入力端子に入力される電圧が前記第2の入力端子に

10

20

入力される電圧よりも高い場合に前記差分電圧を出力する第 1 の回路接続と、前記第 2 の入力端子に入力される電圧が前記第 1 の入力端子に入力される電圧よりも高い場合に前記差分電圧を出力する第 2 の回路接続と、に切り換え可能に構成され、

前記制御部は、前記第 1 の接続状態を形成する場合に前記差分電圧出力部において前記第 1 の回路接続を形成し、前記第 2 の接続状態を形成する場合に前記差分電圧出力部において前記第 2 の回路接続を形成する

半導体装置。

【請求項 2】

前記第 1 の接続状態の下で前記差分電圧出力部の前記出力端子から出力された前記複数の電池セルのうちの 1 の電池セルのセル電圧に応じた差分電圧と、前記第 2 の接続状態の下で前記差分電圧出力部の前記出力端子から出力された当該 1 の電池セルのセル電圧に応じた差分電圧と、の平均値に相当する値を当該 1 の電池セルのセル電圧の測定値として算出する算出部を更に含む請求項 1 に記載の半導体装置。

10

【請求項 3】

前記接続部は、前記複数のセル電圧入力端子の各々を、前記第 1 の入力端子および前記第 2 の入力端子に対応する第 1 のノードおよび第 2 のノードに選択的に接続する複数のスイッチを含む第 1 のスイッチ群を含み、

前記制御部は、前記第 1 のスイッチ群における複数のスイッチのオンオフを制御する請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

20

前記接続部は、前記第 1 のノードおよび前記第 2 のノードに対応する第 3 のノードおよび第 4 のノードを選択的に前記第 1 の入力端子および前記第 2 の入力端子に接続する複数のスイッチを含む第 2 のスイッチ群を含み、

前記制御部は、前記第 2 のスイッチ群における複数のスイッチのオンオフを制御する請求項 3 に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記複数のセル電圧入力端子と前記第 1 の入力端子および前記第 2 の入力端子との間に設けられ、入力される前記電池セルからの電圧をインピーダンス変換して出力する一対のバッファ回路を更に含む

請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

30

【請求項 6】

前記一対のバッファ回路の各々は、第 1 のバッファ入力端子、第 2 のバッファ入力端子およびバッファ出力端子を有し、前記第 1 のバッファ入力端子に前記電池セルからの電圧が入力され且つ前記第 2 のバッファ入力端子が前記バッファ出力端子に接続された第 1 の状態と、前記第 2 のバッファ入力端子に前記電池セルからの電圧が入力され且つ前記第 1 のバッファ入力端子が前記バッファ出力端子に接続された第 2 の状態と、に切り換え可能に構成され、

前記制御部は、前記第 1 の接続状態と前記第 2 の接続状態の切り換えに応じて、前記一対のバッファ回路の各々において、前記第 1 の状態と前記第 2 の状態との切り換えを行う請求項 5 に記載の半導体装置。

40

【請求項 7】

前記差分電圧出力部は、一端に前記電池セルからの電圧が入力され、他端が前記第 1 の入力端子に接続された第 1 の抵抗素子と、一端が前記第 1 の入力端子に接続された第 2 の抵抗素子と、一端に前記電池セルからの電圧が入力され、他端が前記第 2 の入力端子に接続された第 3 の抵抗素子と、一端が前記第 2 の入力端子に接続された第 4 の抵抗素子と、を含み、

前記第 2 の抵抗素子の他端と固定電位との間に設けられた第 1 のスイッチと、前記第 2 の抵抗素子の他端と前記差分電圧出力部の前記出力端子との間に設けられた第 2 のスイッチと、前記第 4 の抵抗素子の他端と前記差分電圧出力部の前記出力端子との間に設けられた第 3 のスイッチと、前記第 4 の抵抗素子の他端と前記固定電位との間に設けられた第 4

50

のスイッチと、を更に含み、

前記制御部は、前記第 1 の接続状態を形成する場合に、前記第 1 のスイッチおよび前記第 3 のスイッチをオン状態とすると共に前記第 2 のスイッチおよび前記第 4 のスイッチをオフ状態とし、前記第 2 の接続状態を形成する場合に、前記第 2 のスイッチおよび前記第 4 のスイッチをオン状態とすると共に前記第 1 のスイッチおよび前記第 3 のスイッチをオフ状態とする

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 8】

第 1 の入力端子、第 2 の入力端子および出力端子を有し、前記第 1 の入力端子に入力される電圧が前記第 2 の入力端子に入力される電圧よりも高い場合に前記第 1 の入力端子および前記第 2 の入力端子の各々に入力される電圧の差分に応じた差分電圧を前記出力端子から出力する第 1 の回路接続と、前記第 2 の入力端子に入力される電圧が前記第 1 の入力端子に入力される電圧よりも高い場合に前記差分電圧を出力する第 2 の回路接続と、に切り換え可能に構成された差分電圧出力部の前記第 1 の入力端子および前記第 2 の入力端子に、直列に接続された複数の電池セルを含む組電池の両端および前記電池セル同士の接続点の各々を順次接続して前記複数の電池セルの各々のセル電圧を測定するセル電圧の測定方法であって、

前記複数の電池セルのうちの 1 の電池セルの陽極が前記第 1 の入力端子に接続され、当該 1 の電池セルの陰極が前記第 2 の入力端子に接続された第 1 の接続状態、および当該 1 の電池セルの陰極が前記第 1 の入力端子に接続され、当該 1 の電池セルの陽極が前記第 2 の入力端子に接続された第 2 の接続状態を順次形成するセル電圧測定制御を前記複数の電池セルの各々について行う場合に、前記第 1 の接続状態および前記第 2 の接続状態のうち、当該 1 の電池セルについて最初に形成される接続状態が、直前に前記セル電圧測定制御が行われる他の電池セルについて最後に形成される接続状態と同じとなるように、前記複数の電池セルの各々の陰極および陽極と、前記第 1 の入力端子および前記第 2 の入力端子との間の接続を切り換え、前記第 1 の接続状態を形成する場合に前記差分電圧出力部において前記第 1 の回路接続を形成し、前記第 2 の接続状態を形成する場合に前記差分電圧出力部において前記第 2 の回路接続を形成する

セル電圧の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置およびセル電圧の測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

直列接続された複数の電池セルの各々の各セル電圧を測定する技術として、以下の技術が知られている。例えば、特許文献 1 には、複数の電圧入力ノードと、一对の検出入力ノードと、上記複数の電圧入力ノードと上記一对の検出入力ノードとの接続をオン又はオフする複数のスイッチを備えたスイッチ部と、上記一对の検出入力ノードの各々に入力される電圧をそれぞれ異なるゲインで増幅し、当該増幅結果の和若しくは差に応じた第 1 検出信号を生成する第 1 検出信号生成部と、を備えた電圧検出装置が記載されている。この電圧検出装置は、上記複数の電圧入力ノードから一对の電圧入力ノードを選択し、当該選択した一对の電圧入力ノードと上記一对の検出入力ノードとを極性が異なる 2 通りのパターンで接続するように上記スイッチ部を制御する制御部と、上記 2 通りの接続パターンにおいて上記第 1 検出信号生成部により生成される 2 つの上記第 1 検出信号の差に応じた第 2 検出信号を生成する第 2 検出信号生成部とを有する。

【0003】

一方、特許文献 2 には、一对の入力端子に入力された電圧の差分を出力するアナログレベルシフタを用いてセル電圧を測定する構成が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-60435号公報

【特許文献2】特開2011-232161号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

例えば、特許文献2に記載されるようなアナログレベルシフトを用いて組電池を構成する各電池セルのセル電圧を測定する場合、アナログレベルシフトを構成する演算増幅器におけるオフセット電圧が、測定されたセル電圧に重畳されて出力される場合がある。このオフセット電圧をキャンセルするためには、例えば、演算増幅器が備える一対の入力端子に入力される入力電圧を、順方向に入力してセル電圧を測定する順方向測定と、逆方向に入力してセル電圧を測定する逆方向測定を行い、それぞれの測定で得られた電圧値を平均化する方法が考えられる。順方向測定を行う場合には演算増幅器を順方向測定に対応した回路接続とし、逆方向測定を行う場合には演算増幅器を逆方向測定に対応した回路接続とする。すなわち、演算増幅器の回路接続を、順方向測定を行う場合と逆方向測定を行う場合とで切り換える。複数の電池セルの各々についてセル電圧を順次測定する場合に、各電池セルについて、例えば、1回目の測定を常に順方向測定とし、2回目の測定を常に逆方向測定とした場合、または1回目の測定を常に逆方向測定とし、2回目の測定を常に順方向測定とした場合には、以下のような問題が生じる。

【0006】

すなわち、上記の手順で各電池セルのセル電圧を測定した場合には、各電池セルについて行われる1回目の測定および2回目の測定の双方において、アナログレベルシフトを構成する演算増幅器の回路接続を切り換える必要がある。しかしながら、演算増幅器の回路接続の切り換え直後においては、演算増幅器の出力電圧は不安定となり、出力電圧が安定するまでにある程度の時間を要する。従って、各電池セルについて行われる1回目の測定および2回目の測定の双方において演算増幅器の回路接続を切り換えた場合には、全ての電池セルについてセル電圧の測定が完了するまでに長い時間を要する。

【0007】

本発明は、上記した点に鑑みてなされたものであり、複数の電池セルの各々について、順方向測定および逆方向測定を含む複数回に亘るセル電圧の測定を行う場合の測定時間を従来よりも短縮することができる半導体装置およびセル電圧測定方法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】

【0008】

本発明に係る半導体装置は、直列に接続された複数の電池セルを含む組電池の両端および前記電池セル同士の接続点の各々に接続される複数のセル電圧入力端子と、第1の入力端子、第2の入力端子および出力端子を有し、前記第1の入力端子および前記第2の入力端子の各々に入力される電圧の差分に応じた差分電圧を前記出力端子から出力する差分電圧出力部と、前記複数のセル電圧入力端子の各々と、前記第1の入力端子および前記第2の入力端子とを切り換え可能に接続する接続部と、前記複数の電池セルのうちの1の電池セルの陽極に接続されるセル電圧入力端子が前記第1の入力端子に接続され、当該1の電池セルの陰極に接続されるセル電圧入力端子が前記第2の入力端子に接続された第1の接続状態、および当該1の電池セルの陰極に接続されるセル電圧入力端子が前記第1の入力端子に接続され、当該1の電池セルの陽極に接続されるセル電圧入力端子が前記第2の入力端子に接続された第2の接続状態を順次形成するセル電圧測定制御部を前記複数の電池セルの各々について行う場合に、前記第1の接続状態および前記第2の接続状態のうち、当該1の電池セルについて最初に形成される接続状態が、直前に前記セル電圧測定制御が行われる他の電池セルについて最後に形成される接続状態と同じとなるように前記接続部を制御する制御部と、を含み、前記差分電圧出力部は、前記第1の入力端子に入力される電

圧が前記第 2 の入力端子に入力される電圧よりも高い場合に前記差分電圧を出力する第 1 の回路接続と、前記第 2 の入力端子に入力される電圧が前記第 1 の入力端子に入力される電圧よりも高い場合に前記差分電圧を出力する第 2 の回路接続と、に切り換え可能に構成され、前記制御部は、前記第 1 の接続状態を形成する場合に前記差分電圧出力部において前記第 1 の回路接続を形成し、前記第 2 の接続状態を形成する場合に前記差分電圧出力部において前記第 2 の回路接続を形成する。

【 0 0 0 9 】

本発明に係るセル電圧の測定方法は、第 1 の入力端子、第 2 の入力端子および出力端子を有し、前記第 1 の入力端子に入力される電圧が前記第 2 の入力端子に入力される電圧よりも高い場合に前記第 1 の入力端子および前記第 2 の入力端子の各々に入力される電圧の差分に応じた差分電圧を前記出力端子から出力する第 1 の回路接続と、前記第 2 の入力端子に入力される電圧が前記第 1 の入力端子に入力される電圧よりも高い場合に前記差分電圧を出力する第 2 の回路接続と、に切り換え可能に構成された差分電圧出力部の前記第 1 の入力端子および前記第 2 の入力端子に、直列に接続された複数の電池セルを含む組電池の両端および前記電池セル同士の接続点の各々を順次接続して前記複数の電池セルの各々のセル電圧を測定するセル電圧の測定方法であって、前記複数の電池セルのうちの 1 の電池セルの陽極が前記第 1 の入力端子に接続され、当該 1 の電池セルの陰極が前記第 2 の入力端子に接続された第 1 の接続状態、および当該 1 の電池セルの陰極が前記第 1 の入力端子に接続され、当該 1 の電池セルの陽極が前記第 2 の入力端子に接続された第 2 の接続状態を順次形成するセル電圧測定制御を前記複数の電池セルの各々について行う場合に、前記第 1 の接続状態および前記第 2 の接続状態のうち、当該 1 の電池セルについて最初に形成される接続状態が、直前に前記セル電圧測定制御が行われる他の電池セルについて最後に形成される接続状態と同じとなるように、前記複数の電池セルの各々の陰極および陽極と、前記第 1 の入力端子および前記第 2 の入力端子との間の接続を切り換え、前記第 1 の接続状態を形成する場合に前記差分電圧出力部において前記第 1 の回路接続を形成し、前記第 2 の接続状態を形成する場合に前記差分電圧出力部において前記第 2 の回路接続を形成する、というものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明に係る半導体装置およびセル電圧の測定方法によれば、複数の電池セルの各々について、順方向測定および逆方向測定を含む複数回に亘るセル電圧の測定を行う場合の測定時間を従来よりも短縮することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の実施形態に係る半導体装置の構成を示す回路ブロック図である。

【図 2 A】本発明の実施形態に係る演算増幅器の内部構成を示す回路図である。

【図 2 B】本発明の実施形態に係る演算増幅器の内部構成を示す回路図である

【図 3】本発明の実施形態に係るセル電圧の測定方法を示すタイミングチャートである。

【図 4】比較例に係るセル電圧の測定方法を示すタイミングチャートである。

【図 5】本発明の他の実施形態に係る半導体装置の構成を示す回路ブロック図である。

【図 6】本発明の他の実施形態に係るセル電圧の測定方法を示すタイミングチャートである。

【図 7】本発明の他の実施形態に係る半導体装置の構成を示す回路ブロック図である。

【図 8】本発明の他の実施形態に係るセル電圧の測定方法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 2 】

以下、本発明の実施形態の一例を図面を参照しつつ説明する。なお、各図面において同一または等価な構成要素および部分には同一の参照符号を付与している。

【 0 0 1 3 】

[第1の実施形態]

図1は、本発明の実施形態に係る半導体装置100の構成を示す回路ブロック図である。半導体装置100は、組電池を構成する直列接続された複数の電池セルの各々のセル電圧を測定する機能を有する電池監視IC(integrated circuit)を構成する。なお、セル電圧とは、1つの電池セルの陽極と陰極との間の電圧である。図1には、一例として、直列接続された12個の電池セルs1～s12を備える組電池200が、半導体装置100と共に示されている。組電池200は、最も低電位の電池セルs1の陰極が、例えば、接地電位(GND)に接続される。

【0014】

半導体装置100は、電池セル選択部10と、入力電圧切り換え部20と、抵抗素子R1～R4および演算増幅器30を含んで構成されるアナログレベルシフタと、AD変換器40と、制御部60と、を有する。また、半導体装置100は、セル電圧入力端子x0～x12、グラウンド端子x13および出力端子x14を有する。

【0015】

セル電圧入力端子x0～x12は、組電池200を構成する電池セルs1～s12の各々の陽極または陰極に生ずる電圧を入力するための端子である。セル電圧入力端子x0には、電池セルs1の陰極の電圧V0(接地電位)が入力される。セル電圧入力端子x1～x11には、それぞれ、互いに隣接する電池セル同士の接続点の電圧V1～V11が入力される。セル電圧入力端子x12には、電池セルs12の陽極の電圧V12が入力される。

【0016】

電池セル選択部10は、セル電圧入力端子x0～x12をノードn1およびノードn2に選択的に接続する複数のスイッチa1～a26からなるスイッチ群を有する。セル電圧入力端子x0～x12には、それぞれ、スイッチa1～a26のうち、対応する2つのスイッチの一端が接続されている。1つのセル電圧入力端子に接続された2つのスイッチのうちの一方のスイッチの他端はノードn1に接続され、他方のスイッチの他端はノードn2に接続されている。例えば、セル電圧入力端子x0には、スイッチa1およびa2の一端が接続され、スイッチa1の他端はノードn2に接続され、スイッチa2の他端はノードn1に接続されている。スイッチa1がオン状態となることで、電池セルs1の陰極の電圧V0がノードn2に出力され、スイッチa2がオン状態となることで、電池セルs1の陰極の電圧V0がノードn1に出力される。また、例えば、スイッチa3およびa6がオン状態となることで、電池セルs2の陰極の電圧V1がノードn2に出力され、電池セルs2の陽極の電圧V2がノードn1に出力される。これにより、電池セルs2のセル電圧が測定可能な状態とされる。スイッチa1～a26は、制御部60から供給される制御信号SS1に基づいてオンオフする。

【0017】

抵抗素子R1～R4とともにアナログレベルシフタを構成する演算増幅器30は、第1の入力端子31、第2の入力端子32および出力端子33を有する。演算増幅器30は、第1の入力端子31に入力される電圧と、第2の入力端子32に入力される電圧の差分を、抵抗素子R1～R4の抵抗値によって定まる増幅率で増幅した差分電圧Voutを出力端子33から出力する。本実施形態において、抵抗素子R1～R4は、互いに同じ抵抗値を有しており、増幅率は1とされている。すなわち、アナログレベルシフタは、ノードn1に入力される電圧とノードn2に入力される電圧の差分を、接地電位を基準とした電圧に変換して出力する。演算増幅器30は、制御部60から供給される制御信号SS3に基づいて内部の回路接続を切り換える。なお、この点については、演算増幅器30の内部構成とともに後述する。

【0018】

抵抗素子R1は、一端がノードn1に接続され、他端がノードn3に接続されている。抵抗素子R2は、一端が抵抗素子R1の他端(ノードn3)に接続され、他端がグラウンド端子x13を介して接地電位に接続されている。抵抗素子R3は一端がノードn2に接続

10

20

30

40

50

され、他端がノードn4に接続されている。抵抗素子R4は、一端が抵抗素子R3の他端（ノードn4）に接続され、他端が演算増幅器30の出力端子33に接続されている。

【0019】

入力電圧切り換え部20は、ノードn3およびノードn4を選択的に演算増幅器30の第1の入力端子31および第2の入力端子32に接続する複数のスイッチb1～b4からなるスイッチ群を有する。例えば、スイッチb1およびb4がオン状態となることで、ノードn3がスイッチb4を介して演算増幅器30の第1の入力端子31に接続され、ノードn4がスイッチb1を介して演算増幅器30の第2の入力端子32に接続される。一方、スイッチb2およびb3がオン状態となることで、ノードn3がスイッチb3を介して演算増幅器30の第2の入力端子32に接続され、ノードn4がスイッチb2を介して演算増幅器30の第1の入力端子31に接続される。スイッチb1～b4は、制御部60から供給される制御信号SS2に基づいてオンオフする。

10

【0020】

AD変換器40は、演算増幅器30から出力される差分電圧VoutをデジタルデータSdに変換し、これを制御部60に供給する。AD変換器40は、制御部60から供給される制御信号SS4に基づいて、AD変換を実行する。

【0021】

制御部60は、電池セル選択部10に制御信号SS1を供給することで、スイッチa1～a26のオンオフを制御し、入力電圧切り換え部20に制御信号SS2を供給することで、スイッチb1～b4のオンオフを制御する。また、制御部60は、演算増幅器30に制御信号SS3を供給することで、演算増幅器30の内部の回路接続の切り換えを行い、AD変換器40に制御信号SS4を供給することで、AD変換器40におけるAD変換タイミングを制御する。また、制御部60は、AD変換器40から供給されるデジタルデータSdに対して後述する演算処理を行うことで、電池セルs1～s12の各セル電圧を示すデータ信号Vcellを出力する。データ信号Vcellは、出力端子x14から半導体装置100の外部に取り出すことが可能である。なお、データ信号Vcellを、記憶しておくためのレジスタ（図示せず）が、制御部60の内部または外部に設けられていてもよい。

20

【0022】

図2Aおよび図2Bは、アナログレベルシフタを構成する演算増幅器30内部の回路構成の一例を示す図である。演算増幅器30は、スイッチc1およびc2によって、内部の回路接続が切り換え可能に構成されている。図2Aは、第1の回路接続が形成された場合を示し、図2Bは、第2の回路接続が形成された場合を示す。演算増幅器30において、第1の回路接続および第2の回路接続のいずれか一方が、制御部60から供給される制御信号SS3に基づいて形成される。

30

【0023】

演算増幅器30は、電流源34、35、PチャネルMOSトランジスタP1、P2（以下、単にトランジスタP1、P2と称する）、NチャネルMOSトランジスタN1、N2、N3（以下、単にトランジスタN1、N2、N3と称する）、位相補償用のキャパシタCおよびスイッチc1およびc2を含んで構成されている。

40

【0024】

電流源34、35の一端は、電源電位VCCに接続されている。トランジスタP1、P2のソースは、それぞれ、電流源34の他端に接続されている。トランジスタP1のゲートは、第1の入力端子31に接続され、トランジスタP2のゲートは、第2の入力端子32に接続されている。トランジスタP1のドレインはトランジスタN1のドレインに接続され、トランジスタP2のドレインはトランジスタN2のドレインに接続されている。トランジスタN1およびN2のソースは、それぞれ、接地電位に接続されている。トランジスタN1およびN2のゲートは相互に接続されている。トランジスタN3は、ドレインが電流源35の他端および出力端子33に接続され、ソースが接地電位に接続されている。位相補償用のキャパシタCは、一端がトランジスタN3のドレインに接続され、他端が

50

トランジスタ N 3 のソースに接続されている。

【 0 0 2 5 】

スイッチ c 1 は、端子 y 1、y 2、y 3 を有する。端子 y 1 はトランジスタ P 1 のドレインおよびトランジスタ N 1 のドレインに接続され、端子 y 2 はトランジスタ P 2 のドレインおよびトランジスタ N 2 のドレインに接続され、端子 y 3 はトランジスタ N 1 のゲートおよびトランジスタ N 2 のゲートに接続されている。スイッチ c 1 は、端子 y 3 が端子 y 1 に接続された状態および端子 y 3 が端子 y 2 に接続された状態のいずれかの状態に切り換えることが可能である。スイッチ c 1 の切り換えは、制御部 6 0 から供給される制御信号 S S 3 に基づいて行われる。

【 0 0 2 6 】

スイッチ c 2 は、端子 y 4、y 5、y 6 を有する。端子 y 4 はトランジスタ P 2 のドレインおよびトランジスタ N 2 のドレインに接続され、端子 y 5 はトランジスタ P 1 のドレインおよびトランジスタ N 1 のドレインに接続され、端子 y 6 はトランジスタ N 3 のゲートに接続されている。スイッチ c 2 は、端子 y 6 が端子 y 4 に接続された状態および端子 y 6 が端子 y 5 に接続された状態のいずれかの状態に切り換えることが可能である。スイッチ c 2 の切り換えは、制御部 6 0 から供給される制御信号 S S 3 に基づいて行われる。

【 0 0 2 7 】

図 2 A は、スイッチ c 1 において、端子 y 3 が端子 y 1 に接続され、スイッチ c 2 において、端子 y 6 が端子 y 4 に接続されることにより、演算増幅器 3 0 において第 1 の回路接続が形成された場合を示している。第 1 の回路接続が形成された演算増幅器 3 0 は、第 1 の入力端子 3 1 に入力された電圧が第 2 の入力端子 3 2 に入力された電圧よりも高い場合に、これらの電圧の差分に応じた差分電圧 V o u t を出力端子 3 3 から出力することが可能である。

【 0 0 2 8 】

図 2 B は、スイッチ c 1 において、端子 y 3 が端子 y 2 に接続され、スイッチ c 2 において、端子 y 6 が端子 y 5 に接続されることにより、演算増幅器 3 0 において、第 2 の回路接続が形成された場合を示している。第 2 の回路接続が形成された演算増幅器 3 0 は、第 2 の入力端子 3 2 に入力された電圧が第 1 の入力端子 3 1 に入力された電圧よりも高い場合に、これらの差分に応じた差分電圧 V o u t を出力端子 3 3 から出力することが可能である。

【 0 0 2 9 】

制御部 6 0 は、組電池 2 0 0 を構成する電池セル s 1 ~ s 1 2 の各々のセル電圧を測定する場合に、電池セル選択部 1 0 のスイッチ a 1 ~ a 2 6、入力電圧切り換え部 2 0 のスイッチ b 1 ~ b 4、演算増幅器 3 0 内部のスイッチ c 1、c 2 を以下のように制御する。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、本発明の実施形態に係るセル電圧の測定方法を示す図であり、制御部 6 0 から供給される制御信号 S S 1 ~ S S 3 に基づいて動作するスイッチ a 1 ~ a 2 6、b 1 ~ b 4、c 1 および c 2 の状態の推移の一例を示すタイミングチャートである。

【 0 0 3 1 】

本実施形態において、最下位の電池セル s 1 からセル電圧の測定が行われ、その後、順次上位の電池セルがセル電圧の測定対象となり、最上位の電池セル s 1 2 のセル電圧が最後に測定される。

【 0 0 3 2 】

制御部 6 0 は、時刻 t 1 において、電池セル選択部 1 0 を構成するスイッチ a 1 および a 4 をオン状態とし、電池セル選択部 1 0 を構成する他のスイッチをオフ状態とする。これにより、電池セル s 1 の陰極の電圧 V 0 がノード n 2 に出力されると共に電池セル s 1 の陽極の電圧 V 1 がノード n 1 に出力され、電池セル s 1 が、セル電圧の測定対象として選択される。

【 0 0 3 3 】

また、制御部 6 0 は、時刻 t 1 において、入力電圧切り換え部 2 0 を構成するスイッチ

10

20

30

40

50

b 1 および b 4 をオン状態とし、スイッチ b 2 および b 3 をオフ状態とする。これにより、電池セル s 1 の陰極の電圧 V 0 が演算増幅器 3 0 の第 2 の入力端子 3 2 に入力され、電池セル s 1 の陽極の電圧 V 1 が演算増幅器 3 0 の第 1 の入力端子 3 1 に入力される。

【 0 0 3 4 】

また、制御部 6 0 は、時刻 t 1 において、図 2 A に示す第 1 の回路接続を形成するように、演算増幅器 3 0 の内部のスイッチ c 1 および c 2 を制御する。すなわち、制御部 6 0 は、端子 y 1 と端子 y 3 とが接続されるようにスイッチ c 1 を制御すると共に、端子 y 4 と端子 y 6 とが接続されるようにスイッチ c 2 を制御する。

【 0 0 3 5 】

上記のように各スイッチが制御されることで、演算増幅器 3 0 は、電池セル s 1 の陽極の電圧 V 1 と電池セル s 1 の陰極の電圧 V 0 の差分、すなわち、電池セル s 1 のセル電圧に相当する差分電圧 V o u t を出力端子 3 3 から出力する。しかしながら、演算増幅器 3 0 を構成する各素子のばらつき、電源変動および温度変動などに起因するオフセット電圧 V o f が、電圧 V 1 と電圧 V 0 の差分に重畳される。すなわち、上記の各スイッチの状態の下で演算増幅器 3 0 から出力される電池セル s 1 に対応する差分電圧 V o u t は、下記の (1) 式で表される。

$$V o u t = V 1 - V 0 + V o f \quad \cdots (1)$$

【 0 0 3 6 】

制御部 6 0 は、差分電圧 V o u t が安定するタイミングで A D 変換器 4 0 に、上記 (1) 式で表される差分電圧 V o u t をデジタルデータ S d に変換させる。制御部 6 0 は、A D 変換器 4 0 から供給されるデジタルデータ S d を自身が備えるレジスタ (図示せず) に格納する。

【 0 0 3 7 】

上記のように、演算増幅器 3 0 の第 1 の入力端子 3 1 にセル電圧の測定対象となる電池セルの陽極の電圧を入力し、演算増幅器 3 0 の第 2 の入力端子 3 2 にセル電圧の測定対象となる電池セルの陰極の電圧を入力し、演算増幅器 3 0 において図 2 A に示される第 1 の回路接続を形成した状態で行われるセル電圧の測定を、本明細書において「順方向測定」と称する。

【 0 0 3 8 】

制御部 6 0 は、時刻 t 2 において、電池セル選択部 1 0 を構成する各スイッチの状態を維持する。すなわち、スイッチ a 1 および a 4 のオン状態および電池セル選択部 1 0 を構成する他のスイッチのオフ状態が維持される。従って、電池セル s 1 の陰極の電圧 V 0 がノード n 2 に出力されると共に電池セル s 1 の陽極の電圧 V 1 がノード n 1 に出力される状態が維持される。

【 0 0 3 9 】

また、制御部 6 0 は、時刻 t 2 において、入力電圧切り換え部 2 0 を構成するスイッチ b 2 および b 3 をオン状態とし、スイッチ b 1 および b 4 をオフ状態とする。これにより、電池セル s 1 の陽極の電圧 V 1 が演算増幅器 3 0 の第 2 の入力端子 3 2 に入力され、電池セル s 1 の陰極の電圧 V 0 が演算増幅器 3 0 の第 1 の入力端子 3 1 に入力される。

【 0 0 4 0 】

また、制御部 6 0 は、時刻 t 2 において、図 2 B に示す第 2 の回路接続を形成するように、演算増幅器 3 0 の内部のスイッチ c 1 および c 2 を制御する。すなわち、制御部 6 0 は、端子 y 2 と端子 y 3 とが接続されるようにスイッチ c 1 を制御すると共に、端子 y 5 と端子 y 6 とが接続されるようにスイッチ c 2 を制御する。

【 0 0 4 1 】

上記のように各スイッチを制御することで、演算増幅器 3 0 は、電池セル s 1 の陽極の電圧 V 1 と電池セル s 1 の陰極の電圧 V 0 の差分、すなわち、電池セル s 1 のセル電圧に相当する差分電圧 V o u t を出力端子 3 3 から出力する。しかしながら、演算増幅器 3 0 を構成する各素子のばらつき、電源変動および温度変動などに起因するオフセット電圧 V o f が、電圧 V 1 と電圧 V 0 の差分に重畳される。すなわち、上記の各スイッチの状態の

10

20

30

40

50

下で演算増幅器 30 から出力される電池セル s 1 に対応する差分電圧 V_{out} は、下記の (2) 式で表される。

$$V_{out} = V_1 - V_0 - V_{of} \quad \dots (2)$$

【0042】

制御部 60 は、差分電圧 V_{out} が安定するタイミングで A/D 変換器 40 に、上記 (2) 式で表される差分電圧 V_{out} をデジタルデータ S_d に変換させる。制御部 60 は、A/D 変換器 40 から供給されるデジタルデータ S_d を自身が備えるレジスタ (図示せず) に格納する。

【0043】

上記のように、演算増幅器 30 の第 1 の入力端子 31 にセル電圧の測定対象となる電池セルの陰極の電圧を入力し、演算増幅器 30 の第 2 の入力端子 32 にセル電圧の測定対象となる電池セルの陽極の電圧を入力し、演算増幅器 30 において図 2 B に示される第 2 の回路接続を形成した状態で行われるセル電圧の測定を、本明細書において「逆方向測定」と称する。

【0044】

制御部 60 は、順方向測定によって取得された (1) 式で示される差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d と、逆方向測定によって取得された (2) 式で示される差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d との加算平均値を電池セル s 1 のセル電圧の測定値として算出する。上記のように、順方向測定によって取得された差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d と、逆方向測定によって取得された差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d の加算平均をとることで、オフセット電圧 V_{of} を含まないセル電圧の測定値を取得することが可能となる。上記のように、各スイッチのオンオフを制御することで、順方向測定による差分電圧 V_{out} と、逆方向測定による差分電圧 V_{out} を、演算増幅器 30 の出力端子 33 から連続的に出力させる制御部 60 による制御を本明細書において「セル電圧測定制御」と称する。

【0045】

上記のように、本実施形態において、制御部 60 は、電池セル s 1 のセル電圧の 1 回目の測定を順方向測定によって行い、電池セル s 1 のセル電圧の 2 回目の測定を逆方向測定によって行う。

【0046】

ここで、最初にセル電圧の測定対象とされる電池セル s 1 の順方向測定においては、演算増幅器 30 から出力される差分電圧 V_{out} が安定するまでにある程度の時間を要し、電池セル s 1 について順方向測定を行う場合の測定時間は、 T とされる。また、電池セル s 1 の逆方向測定では、演算増幅器 30 は、図 2 A に示される第 1 の回路接続から図 2 B に示される第 2 の回路接続に切り換えられる。これにより、演算増幅器 30 から出力される差分電圧 V_{out} が安定するまでにある程度の時間を要し、電池セル s 1 について逆方向測定を行う場合の測定時間は、順方向測定の場合と同じ T とされる。

【0047】

電池セル s 1 について順方向測定および逆方向測定によるセル電圧の測定が終了すると、制御部 60 は、時刻 t_3 において、セル電圧の測定対象として電池セル s 2 を選択する。制御部 60 は、電池セル s 2 の 1 回目の測定を、電池セル s 1 の 2 回目の測定と同じ逆方向測定によって行う。

【0048】

すなわち、制御部 60 は、時刻 t_3 において、電池セル選択部 10 を構成するスイッチ a_3 および a_6 をオン状態とし、電池セル選択部 10 を構成する他のスイッチをオフ状態とする。これにより、電池セル s 2 の陰極の電圧 V_1 がノード n_2 に出力されると共に電池セル s 2 の陽極の電圧 V_2 がノード n_1 に出力され、電池セル s 2 が、セル電圧の測定対象として選択される。

【0049】

また、制御部 60 は、時刻 t_3 において、入力電圧切り換え部 20 を構成するスイッチ

10

20

30

40

50

b 2 および b 3 のオン状態およびスイッチ b 1 および b 4 のオフ状態を維持する。これにより、電池セル s 2 の陽極の電圧 V 2 が演算増幅器 3 0 の第 2 の入力端子 3 2 に入力され、電池セル s 2 の陰極の電圧 V 1 が演算増幅器 3 0 の第 1 の入力端子 3 1 に入力される。

【 0 0 5 0 】

また、制御部 6 0 は、時刻 t 3 において、図 2 B に示す第 2 の回路接続が形成された状態を維持する。すなわち、演算増幅器 3 0 の内部において、スイッチ c 1 の端子 y 2 と端子 y 3 とが接続され、スイッチ c 2 の端子 y 5 と端子 y 6 とが接続された状態が維持される。

【 0 0 5 1 】

上記のように各スイッチを制御することで、演算増幅器 3 0 は、電池セル s 2 の陽極の電圧 V 2 と電池セル s 2 の陰極の電圧 V 1 の差分、すなわち、電池セル s 2 のセル電圧に相当する差分電圧 V o u t を出力端子 3 3 から出力する。しかしながら、演算増幅器 3 0 を構成する各素子のばらつき、電源変動および温度変動などに起因するオフセット電圧 V o f が、電圧 V 2 と電圧 V 1 の差分に重畳される。すなわち、上記の各スイッチの状態の下で演算増幅器 3 0 から出力される電池セル s 2 に対応する差分電圧 V o u t は、下記の (3) 式で表される。

$$V o u t = V 2 - V 1 - V o f \quad \cdots (3)$$

【 0 0 5 2 】

制御部 6 0 は、差分電圧 V o u t が安定するタイミングで A D 変換器 4 0 に、上記 (3) 式で表される差分電圧 V o u t をデジタルデータ S d に変換させる。制御部 6 0 は、A D 変換器 4 0 から供給されるデジタルデータ S d を自身が備えるレジスタ (図示せず) に格納する。

【 0 0 5 3 】

制御部 6 0 は、逆方向測定による電池セル s 2 の 1 回目の測定が完了すると、電池セル s 2 の 2 回目の測定を順方向測定によって行う。

【 0 0 5 4 】

制御部 6 0 は、時刻 t 4 において、電池セル選択部 1 0 を構成する各スイッチの状態を維持する。すなわち、スイッチ a 3 および a 6 のオン状態および電池セル選択部 1 0 を構成する他のスイッチのオフ状態が維持される。従って、電池セル s 2 の陰極の電圧 V 1 がノード n 2 に出力されると共に電池セル s 2 の陽極の電圧 V 2 がノード n 1 に出力される状態が維持される。

【 0 0 5 5 】

また、制御部 6 0 は、時刻 t 4 において、入力電圧切り換え部 2 0 を構成するスイッチ b 1 および b 4 をオン状態とし、スイッチ b 2 および b 3 をオフ状態とする。これにより、電池セル s 2 の陽極の電圧 V 2 が演算増幅器 3 0 の第 1 の入力端子 3 1 に入力され、電池セル s 2 の陰極の電圧 V 1 が演算増幅器 3 0 の第 2 の入力端子 3 2 に入力される。

【 0 0 5 6 】

また、制御部 6 0 は、時刻 t 4 において、図 2 A に示す第 1 の回路接続を形成するように、演算増幅器 3 0 の内部のスイッチ c 1 および c 2 を制御する。すなわち、制御部 6 0 は、端子 y 1 と端子 y 3 とが接続されるようにスイッチ c 1 を制御すると共に、端子 y 4 と端子 y 6 とが接続されるようにスイッチ c 2 を制御する。

【 0 0 5 7 】

上記のように各スイッチを制御することで、演算増幅器 3 0 は、電池セル s 2 の陽極の電圧 V 2 と電池セル s 2 の陰極の電圧 V 1 の差分、すなわち、電池セル s 2 のセル電圧に相当する差分電圧 V o u t を出力端子 3 3 から出力する。しかしながら、演算増幅器 3 0 を構成する各素子のばらつき、電源変動および温度変動などに起因するオフセット電圧 V o f が、電圧 V 2 と電圧 V 1 の差分に重畳される。すなわち、上記の各スイッチの状態の下で演算増幅器 3 0 から出力される電池セル s 2 に対応する差分電圧 V o u t は、下記の (4) 式で表される。

$$V o u t = V 2 - V 1 + V o f \quad \cdots (4)$$

【 0 0 5 8 】

制御部 60 は、逆方向測定によって取得された (3) 式で示される差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d と、順方向測定によって取得された (4) 式で示される差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d との加算平均値を電池セル s_2 のセル電圧の測定値として算出する。上記のように、順方向測定によって取得された差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d と、逆方向測定によって取得された差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータの加算平均をとることで、オフセット電圧 V_{of} を含まないセル電圧の測定値を取得することが可能となる。

【 0 0 5 9 】

ここで、電池セル s_2 の 1 回目の測定は、電池セル s_1 の 2 回目の測定と同じ逆方向測定によって行われる。従って、電池セル s_1 の 2 回目の測定から電池セル s_2 の 1 回目の測定に移行する際に、演算増幅器 30 の内部の回路接続を切り換えることを要しない。従って、電池セル s_2 の 1 回目の測定において演算増幅器 30 から出力される差分電圧 V_{out} の安定に要する時間は、演算増幅器 30 の回路接続の切り換えを伴う電池セル s_1 の 2 回目の測定における差分電圧 V_{out} の安定に要する時間よりも短くなる。従って、電池セル s_2 の 1 回目の測定における測定時間は、電池セル s_1 の 2 回目の測定における測定時間よりも短い T_1 ($< T$) とされる。一方、電池セル s_2 の 2 回目の測定は演算増幅器 30 の回路接続の切り換えを伴うので、電池セル s_2 の 2 回目の測定における測定時間は、電池セル s_1 の 2 回目の測定における測定時間と同じ T とされる。

【 0 0 6 0 】

電池セル s_2 について順方向測定および逆方向測定によるセル電圧の測定が終了すると、制御部 60 は、セル電圧の測定対象として電池セル s_3 を選択する。制御部 60 は、電池セル s_3 のセル電圧の 1 回目の測定を、電池セル s_2 の 2 回目の測定と同じ順方向測定によって行い、電池セル s_3 のセル電圧の 2 回目の測定を逆方向測定によって行う。従って、電池セル s_2 の 2 回目の測定から電池セル s_3 の 1 回目の測定に移行する際に、演算増幅器 30 の内部の回路接続を切り換えることを要しない。従って、電池セル s_3 の 1 回目の測定において演算増幅器 30 から出力される差分電圧 V_{out} の安定に要する時間は、演算増幅器 30 の回路接続の切り換えを伴う電池セル s_1 の 2 回目の測定における差分電圧 V_{out} の安定に要する時間よりも短くなる。従って、電池セル s_3 の 1 回目の測定における測定時間は、電池セル s_1 の 2 回目の測定における測定時間よりも短い T_1 ($< T$) とされる。一方、電池セル s_3 の 2 回目の測定は、演算増幅器 30 の回路接続の切り換えを伴うので、電池セル s_3 の 2 回目の測定における測定時間は、電池セル s_1 の 2 回目の測定における測定時間と同じ T とされる。

【 0 0 6 1 】

以降同様に、各電池セルについて順方向測定および逆方向測定によるセル電圧の測定が行われる。各電池セルの 1 回目のセル電圧の測定は、直前にセル電圧の測定対象とされた他の電池セルの 2 回目のセル電圧の測定と同じ測定状態で行われる。すなわち、直前にセル電圧の測定対象とされた電池セルの 2 回目の測定が順方向測定で行われた場合、次にセル電圧の測定対象とされる電池セルの 1 回目の測定は、順方向測定で行われる。一方、直前にセル電圧の測定対象とされた電池セルの 2 回目の測定が逆方向測定で行われた場合、次にセル電圧の測定対象とされる電池セルの 1 回目の測定は、逆方向測定で行われる。

【 0 0 6 2 】

電池セル $s_1 \sim s_{12}$ の各々について行われる順方向測定および逆方向測定によるセル電圧の測定を上記の手順で行うことにより、電池セル $s_2 \sim s_{12}$ の 1 回目の測定における測定時間を、 T よりも短い T_1 とすることができる。従って、本実施形態に係る半導体装置 100 によれば、全ての電池セル $s_1 \sim s_{12}$ についてセル電圧の測定が完了するまでに要する時間は、 $13T + 11T_1$ となる。

【 0 0 6 3 】

図 4 は、比較例に係るセル電圧の測定方法を示す図であり、制御部 60 から供給される制御信号 $SS_1 \sim SS_3$ に基づいて動作するスイッチ $a_1 \sim a_{26}$ 、入力電圧切り換え部

20のスイッチb1～b4、c1およびc2の状態の推移の一例を示すタイミングチャートである。

【0064】

比較例に係るセル電圧の測定方法において、各電池セルの1回目のセル電圧の測定は、常に順方向測定で行われ、各電池セルの2回目のセル電圧の測定は、常に逆方向測定で行われる。すなわち、順方向測定と逆方向測定が交互に行われる。この態様によれば、各電池セルの1回目の測定は、直前にセル電圧の測定対象とされた他の電池セルの2回目の測定とは常に異なる測定状態で行われる。

【0065】

従って、直前にセル電圧の測定対象とされた電池セルの2回目の測定から、次にセル電圧の測定対象とされる電池セルの1回目の測定に移行する際にも演算増幅器30の内部の回路接続を切り換えることを要する。演算増幅器30の内部の回路接続の切り換えを伴う場合には、差分電圧Voutの安定化にはある程度の時間を要し、演算増幅器30の内部の回路接続の切り換えを伴う場合のセル電圧の測定時間は、Tとされる。すなわち、比較例に係るセル電圧の測定方法によれば、各電池セルの1回目および2回目の測定における測定時間は共にTとされ、全ての電池セルs1～s12についてセル電圧の測定が完了するまでに要する時間は、24Tとなる。

【0066】

一方、本発明の実施形態に係る半導体装置100によって実施されるセル電圧の測定方法によれば、演算増幅器30の回路接続を切り替える回数を比較例よりも少なくすることができ、全ての電池セルs1～s12についてセル電圧の測定が完了するまでに要する時間は、上記したように $13T + 11T_1$ となる。例えば、 T_1 をTの50%程度とすることができる場合には、本発明の実施形態に係るセル電圧の測定方法によれば、全ての電池セルs1～s12についてセル電圧の測定が完了するまでに要する時間は、比較例に係るセル電圧の測定方法を用いた場合の75%程度に短縮することができる。

【0067】

また、本発明の実施形態に係る半導体装置100によって実施されるセル電圧の測定方法によれば、1つの電池セルについての順方向測定と逆方向測定とが連続して行われるので、順方向測定および逆方向測定におけるセル電圧の測定値の同時性が確保される。これにより、1つの電池セルについての順方向測定と逆方向測定とを比較的長い時間を隔てて行う場合と比較して、セル電圧の測定精度を高めることが可能となる。

【0068】

[第2の実施形態]

図5は、本発明の第2の実施形態に係る半導体装置101の構成を示す回路ブロック図である。半導体装置101は、第1のバッファ回路71および第2のバッファ回路81を更に含む点が、上記した第1の実施形態に係る半導体装置100と異なる。

【0069】

第1のバッファ回路71は、演算増幅器72と、スイッチd1、d2、d3およびd4と、を含んで構成されている。演算増幅器72は、第1のバッファ入力端子73、第2のバッファ入力端子74およびバッファ出力端子75を有する。スイッチd1はノードn1と第1のバッファ入力端子73との間に設けられ、スイッチd2は、ノードn1と第2のバッファ入力端子74との間に設けられている。スイッチd3は、第1のバッファ入力端子73とバッファ出力端子75との間に設けられ、スイッチd4は、第2のバッファ入力端子74とバッファ出力端子75との間に設けられている。スイッチd1～d4は、制御部60から供給される制御信号SS5に基づいてオンオフする。

【0070】

第1のバッファ回路71は、電池セル選択部10の一方の出力端であるノードn1に出力された電圧を、インピーダンス変換し、これを抵抗素子R1の一端であるノードn5に出力する。第1のバッファ回路71から出力された電圧は、抵抗素子R1および入力電圧切り換え部20を介して、アナログレベルシフタを構成する演算増幅器30の第1の入力

端子 3 1 または第 2 の入力端子 3 2 に入力される。

【 0 0 7 1 】

第 1 のバッファ回路 7 1 において、スイッチ d 1 および d 4 がオン状態とされ且つスイッチ d 2 および d 3 がオフ状態とされることにより、第 1 のバッファ入力端子 7 3 に電池セルからの電圧が入力され、第 2 のバッファ入力端子 7 4 がバッファ出力端子 7 5 に接続された第 1 の状態が形成され得る。また、第 1 のバッファ回路 7 1 において、スイッチ d 2 および d 3 がオン状態とされ且つスイッチ d 1 および d 4 がオフ状態とされることにより、第 2 のバッファ入力端子 7 4 に電池セルからの電圧が入力され且つ第 1 のバッファ入力端子 7 3 がバッファ出力端子 7 5 に接続された第 2 の状態が形成され得る。

【 0 0 7 2 】

一方、第 2 のバッファ回路 8 1 は、第 1 のバッファ回路 7 1 と同様の構成を有する。すなわち、第 2 のバッファ回路 8 1 は、演算増幅器 8 2 と、スイッチ d 5、d 6、d 7 および d 8 と、を含んで構成されている。演算増幅器 8 2 は、第 1 のバッファ入力端子 8 3、第 2 のバッファ入力端子 8 4 およびバッファ出力端子 8 5 を有する。スイッチ d 5 はノード n 2 と第 1 のバッファ入力端子 8 3 との間に設けられ、スイッチ d 6 は、ノード n 2 と第 2 のバッファ入力端子 8 4 との間に設けられている。スイッチ d 7 は、第 1 のバッファ入力端子 8 3 とバッファ出力端子 8 5 との間に設けられ、スイッチ d 8 は、第 2 のバッファ入力端子 8 4 とバッファ出力端子 8 5 との間に設けられている。スイッチ d 5 ~ d 8 は、制御部 6 0 から供給される制御信号 S S 5 に基づいてオンオフする。

【 0 0 7 3 】

第 2 のバッファ回路 8 1 は、電池セル選択部 1 0 の他方の出力端であるノード n 2 に出力された電圧を、インピーダンス変換し、これを抵抗素子 R 3 の一端であるノード n 6 に出力する。第 2 のバッファ回路 8 1 から出力された電圧は、抵抗素子 R 3 および入力電圧切り換え部 2 0 を介して、アナログレベルシフタを構成する演算増幅器 3 0 の第 1 の入力端子 3 1 または第 2 の入力端子 3 2 に入力される。

【 0 0 7 4 】

第 2 のバッファ回路 8 1 において、スイッチ d 5 および d 8 がオン状態とされ且つスイッチ d 6 および d 7 がオフ状態とされることにより、第 1 のバッファ入力端子 8 3 にセル電圧が入力され、第 2 のバッファ入力端子 8 4 がバッファ出力端子 8 5 に接続された第 1 の状態が形成され得る。また、第 2 のバッファ回路 8 1 において、スイッチ d 6 および d 7 がオン状態とされ且つスイッチ d 5 および d 8 がオフ状態とされることにより、第 2 のバッファ入力端子 8 4 にセル電圧が入力され且つ第 1 のバッファ入力端子 8 3 がバッファ出力端子 8 5 に接続された第 2 の状態が形成され得る。

【 0 0 7 5 】

第 1 のバッファ回路 7 1 を構成する演算増幅器 7 2 および第 2 のバッファ回路 8 1 を構成する演算増幅器 8 2 の内部構成は、図 2 A および図 2 B に示されたアナログレベルシフタを構成する演算増幅器 3 0 と、同じである。演算増幅器 7 2 および 8 2 において、図 2 A に示される第 1 の回路接続および図 2 B に示される第 2 の回路接続のいずれか一方の回路接続が、制御部 6 0 から供給される制御信号 S S 5 に基づいて形成される。

【 0 0 7 6 】

以下に、本発明の第 2 の実施形態に係る半導体装置 1 0 1 におけるセル電圧の測定方法について説明する。本実施形態において、電池セル選択部 1 0 のスイッチ a 1 ~ a 2 6、入力電圧切り換え部 2 0 のスイッチ b 1 ~ b 4 およびアナログレベルシフタを構成する演算増幅器 3 0 内部のスイッチ c 1、c 2 の切り換え制御は、上記した第 1 の実施形態に係る半導体装置 1 0 0 の場合と同様である。すなわち、各電池セルについて順方向測定および逆方向測定によるセル電圧の測定が行われ、各電池セルの 1 回目のセル電圧の測定は、直前にセル電圧の測定対象とされた他の電池セルの 2 回目のセル電圧の測定と同じ測定状態で行われる。

【 0 0 7 7 】

図 6 は、各電池セルのセル電圧の測定時における、第 1 のバッファ回路 7 1 を構成する

10

20

30

40

50

スイッチ d 1 ~ d 4 の状態および演算増幅器 7 2 内部のスイッチ c 1、c 2 の状態、並びに第 2 のバッファ回路 8 1 を構成するスイッチ d 5 ~ d 8 の状態および演算増幅器 8 2 内部のスイッチ c 1、c 2 の状態の推移の一例を示す図である。

【 0 0 7 8 】

制御部 6 0 は、電池セル s 1 について順方向測定を行う時刻 t 1 から時刻 t 2 までの期間において、第 1 のバッファ回路 7 1 を構成するスイッチ d 1 および d 4 をオン状態とするとともに、スイッチ d 2 および d 3 をオフ状態とする。また、制御部 6 0 は、第 2 のバッファ回路 8 1 を構成するスイッチ d 5 および d 8 をオン状態とするとともに、スイッチ d 6 および d 7 をオフ状態とする。また、制御部 6 0 は、時刻 t 1 から時刻 t 2 までの期間において、図 2 A に示す第 1 の回路接続を形成するように、演算増幅器 7 2 および 8 2 10
の内部のスイッチ c 1 および c 2 を制御する。すなわち、制御部 6 0 は、端子 y 1 と端子 y 3 とが接続されるようにスイッチ c 1 を制御すると共に、端子 y 4 と端子 y 6 とが接続されるようにスイッチ c 2 を制御する。第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 の各スイッチを上記のように制御することで、第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 において、第 1 の状態が形成される。そして、第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 の各々において、入力された電池セルからの電圧に対してインピーダンス変換処理が行われる。

【 0 0 7 9 】

制御部 6 0 は、電池セル s 1 について逆方向測定を行う時刻 t 2 から時刻 t 3 までの期間において、第 1 のバッファ回路 7 1 を構成するスイッチ d 1 および d 4 をオフ状態とするとともに、スイッチ d 2 および d 3 をオン状態とする。また、制御部 6 0 は、第 2 のバッファ回路 8 1 を構成するスイッチ d 5 および d 8 をオフ状態とするとともに、スイッチ d 6 および d 7 をオン状態とする。また、制御部 6 0 は、時刻 t 2 から時刻 t 3 までの期間において、図 2 B に示す第 2 の回路接続を形成するように、演算増幅器 7 2 および 8 2 20
の内部のスイッチ c 1 および c 2 を制御する。すなわち、制御部 6 0 は、端子 y 2 と端子 y 3 とが接続されるようにスイッチ c 1 を制御すると共に、端子 y 5 と端子 y 6 とが接続されるようにスイッチ c 2 を制御する。第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 の各スイッチを上記のように制御することで、第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 において、第 2 の状態が形成される。そして、第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 の各々において、入力された電池セルからの電圧に対してインピーダンス変換処理が行われる。 30

【 0 0 8 0 】

制御部 6 0 は、電池セル s 2 について逆方向測定を行う時刻 t 3 から時刻 t 4 までの期間においては、第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 における各スイッチの状態を、電池セル s 1 について逆方向測定を行ったときの状態と同じ状態に維持する。すなわち、第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 において、第 1 の状態が維持される。

【 0 0 8 1 】

制御部 6 0 は、電池セル s 2 について順方向測定を行う時刻 t 4 から時刻 t 5 までの期間においては、第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 における各スイッチの状態を、電池セル s 1 について順方向測定を行ったときの状態と同じ状態に切り換える。すなわち、第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 は、第 2 の状態に切り換えられる。 40

【 0 0 8 2 】

制御部 6 0 は、以降同様に、各電池セルについて順方向測定を行う場合には、第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 を第 1 の状態とする。すなわち、第 1 のバッファ入力端子 7 3、8 3 に電池セルからの電圧を入力し、第 2 のバッファ入力端子 7 4、8 4 をバッファ出力端子 7 5、8 5 に接続し、演算増幅器 7 2 および 8 2 において図 2 A に示す第 1 の回路接続を形成する。また、制御部 6 0 は、各電池セルについて逆方向測定を行う場合には、第 1 のバッファ回路 7 1 および第 2 のバッファ回路 8 1 を第 2 の状態 50

とする。すなわち、第2のバッファ入力端子74、84に電池セルからの電圧を入力し、第1のバッファ入力端子73、83をバッファ出力端子75、85に接続し、演算増幅器72および82において図2Bに示す第2の回路接続を形成する。

【0083】

本実施形態に係る半導体装置101によれば、第1の実施形態に係る半導体装置100と同様、セル電圧の測定時間を比較例に対して短縮することが可能となる。また、本実施形態に係る半導体装置101によれば、電池セルs1～s12の各々についてオフセット電圧Vofを含まないセル電圧の測定値を取得することが可能となる。本実施形態に係る半導体装置101によれば、各電池セルについて2回ずつ行われるセル電圧の測定において、第1のバッファ回路71および第2のバッファ回路81の接続を上記のように切り換えることで、第1のバッファ回路71および第2のバッファ回路81に起因するオフセット電圧が、セル電圧の測定値に重畳されることを防止することができる。

10

【0084】

なお、本実施形態においては、第1のバッファ回路71および第2のバッファ回路81の状態の切り換えを、順方向測定および逆方向測定の切り換えに対応させているが、この態様に限定されるものではない。すなわち、第1のバッファ回路71および第2のバッファ回路81において、各電池セルについて行われる2回の測定のうちの一方の測定において第1の状態が形成され、他方の測定において第2の状態が形成されることで、第1のバッファ回路71および第2のバッファ回路81に起因するオフセット電圧をキャンセルすることができる。

20

【0085】

[第3の実施形態]

図7は、本発明の第3の実施形態に係る半導体装置102の構成を示す回路ブロック図である。半導体装置102は、第1の実施形態に係る半導体装置100に対して入力電圧切り換え部20が削除され、接続切り換え部90が追加された構成を有する。

【0086】

アナログレベルシフタを構成する演算増幅器30の第1の入力端子31は、抵抗素子R1の一端であるノードn3に接続され、演算増幅器30の第2の入力端子32は、抵抗素子R3の一端であるノードn4に接続されている。

【0087】

接続切り換え部90は、スイッチe1、e2、e3およびe4を有する。スイッチe1は一端が抵抗素子R2に接続され、他端が接地電位に接続されている。スイッチe2は一端が抵抗素子R2に接続され、他端が演算増幅器30の出力端子33に接続されている。スイッチe3は一端が抵抗素子R4に接続され、他端が演算増幅器30の出力端子33に接続されている。スイッチe4は一端が抵抗素子R4に接続され、他端が接地電位に接続されている。スイッチe1～e4は、制御部60から供給される制御信号SS6に基づいてオンオフする。

30

【0088】

図8は、本発明の第3の実施形態に係るセル電圧の測定方法を示す図であり、制御部60から供給される制御信号に基づいて動作する電池セル選択部10のスイッチa1～a26、演算増幅器30内部のスイッチc1、c2、および接続切り換え部90のスイッチe1～e4の状態の推移の一例を示すタイミングチャートである。

40

【0089】

本実施形態に係る半導体装置102においては、第1の実施形態に係る半導体装置100と同様、各電池セルについて順方向測定および逆方向測定によるセル電圧の測定が行われ、各電池セルの1回目のセル電圧の測定は、直前にセル電圧の測定対象とされた他の電池セルの2回目のセル電圧の測定と同じ測定状態で行われる。

【0090】

電池セルs1について順方向測定を行う場合、制御部60は、電池セル選択部10を構成するスイッチa1～a26のうち、スイッチa1およびa4をオン状態とし、他のスイ

50

ッチをオフ状態とする。また、制御部60は、接続切り換え部90を構成するスイッチe1～e4のうち、スイッチe1およびe3をオン状態とし、スイッチe2およびe4をオフ状態とする。また、制御部60は、図2Aに示す第1の回路接続を形成するように、演算増幅器30の内部のスイッチc1およびc2を制御する。すなわち、制御部60は、端子y1と端子y3とが接続されるようにスイッチc1を制御すると共に、端子y4と端子y6とが接続されるようにスイッチc2を制御する。制御部60は、各スイッチを上記のように制御することで、順方向測定による電池セルs1についての差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータSdを取得する。

【0091】

電池セルs1についての順方向測定に続き、電池セルs1の逆方向測定が行われる。電池セルs1について逆方向測定を行う場合、制御部60は、電池セル選択部10を構成するスイッチa1～a26のうち、スイッチa2およびa3をオン状態とし、他のスイッチをオフ状態とする。また、制御部60は、接続切り換え部90を構成するスイッチe1～e4のうち、スイッチe2およびe4をオン状態とし、スイッチe1およびe3をオフ状態とする。また、制御部60は、図2Bに示す第2の回路接続を形成するように、演算増幅器30の内部のスイッチc1およびc2を制御する。すなわち、制御部60は、端子y2と端子y3とが接続されるようにスイッチc1を制御すると共に、端子y5と端子y6とが接続されるようにスイッチc2を制御する。制御部60は、各スイッチを上記のように制御することで、逆方向測定による電池セルs1についての差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータSdを取得する。

【0092】

制御部60は、順方向測定によって取得された(1)式で示される差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータSdと、逆方向測定によって取得された(2)式で示される差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータSdとの加算平均値を電池セルs1のセル電圧の測定値として算出する。

【0093】

電池セルs1についての逆方向測定に続き、電池セルs2の逆方向測定が行われる。電池セルs2について逆方向測定を行う場合、制御部60は、電池セル選択部10を構成するスイッチa1～a26のうち、スイッチa4およびa5をオン状態とし、他のスイッチをオフ状態とする。また、制御部60は、接続切り換え部90を構成するスイッチe2およびe4のオン状態を維持すると共にスイッチe1およびe3のオフ状態を維持する。また、制御部60は、演算増幅器30において、図2Bに示す第2の回路接続が形成された状態を維持する。すなわち、制御部60は、端子y2と端子y3とが接続されるようにスイッチc1を制御すると共に、端子y5と端子y6とが接続されるようにスイッチc2を制御する状態を維持する。制御部60は、各スイッチを上記のように制御することで、逆方向測定による電池セルs2についての差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータSdを取得する。

【0094】

電池セルs2についての逆方向測定に続き、電池セルs2の順方向測定が行われる。電池セルs2について順方向測定を行う場合、制御部60は、電池セル選択部10を構成するスイッチa1～a26のうち、スイッチa3およびa6をオン状態とし、他のスイッチをオフ状態とする。また、制御部60は、接続切り換え部90を構成するスイッチe1～e4のうち、スイッチe1およびe3をオン状態とし、スイッチe2およびe4をオフ状態とする。また、制御部60は、図2Aに示す第1の回路接続を形成するように、演算増幅器30の内部のスイッチc1およびc2を制御する。すなわち、制御部60は、端子y1と端子y3とが接続されるようにスイッチc1を制御すると共に、端子y4と端子y6とが接続されるようにスイッチc2を制御する。制御部60は、各スイッチを上記のように制御することで、順方向測定による電池セルs2についての差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータSdを取得する。

【0095】

制御部 60 は、逆方向測定によって取得された (3) 式で示される差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d と、順方向測定によって取得された (4) 式で示される差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d との加算平均値を電池セル s_2 のセル電圧の測定値として算出する。

【0096】

以降同様に、制御部 60 は、各電池セルについて順方向測定を行う場合には、当該電池セルの陽極をノード n_1 に接続し、当該電池セルの陰極をノード n_2 に接続するように電池セル選択部 10 を構成するスイッチ $a_1 \sim a_6$ を制御する。また、制御部 60 は、各電池セルについて順方向測定を行う場合には、接続切り換え部 90 を構成するスイッチ $e_1 \sim e_4$ のうち、スイッチ e_1 および e_3 をオン状態とし、スイッチ e_2 および e_4 をオフ状態とする。一方、制御部 60 は、各電池セルについて逆方向測定を行う場合には、当該電池セルの陽極をノード n_2 に接続し、当該電池セルの陰極をノード n_1 に接続するように電池セル選択部 10 を構成するスイッチ $a_1 \sim a_6$ を制御する。また、制御部 60 は、各電池セルについて逆方向測定を行う場合には、接続切り換え部 90 を構成するスイッチ $e_1 \sim e_4$ のうち、スイッチ e_2 および e_4 をオン状態とし、スイッチ e_1 および e_3 をオフ状態とする。

【0097】

制御部 60 は、電池セル $s_1 \sim s_{12}$ の各々について、順方向測定によって取得された差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d と、逆方向測定によって取得された差分電圧 V_{out} に対応するデジタルデータ S_d との加算平均値を算出する。制御部 60 は、算出した値を、当該電池セルのセル電圧の測定値として出力する。

【0098】

本実施形態に係る半導体装置 102 によれば、第 1 の実施形態に係る半導体装置 100 と同様、セル電圧の測定時間を比較例に対して短縮することが可能となる。また、本実施形態に係る半導体装置 102 によれば、電池セル $s_1 \sim s_{12}$ の各々についてオフセット電圧 V_{of} を含まないセル電圧の測定値を取得することが可能となる。さらに、本実施形態に係る半導体装置 102 によるセル電圧の測定方法によれば、抵抗素子 $R_1 \sim R_4$ のばらつきに起因するオフセットもキャンセルすることができる。

【0099】

なお、本実施形態に係る半導体装置 102 において、ノード n_1 と抵抗素子 R_1 との間、およびノード n_2 と抵抗素子 R_2 との間にそれぞれ、図 5 に示すバッファ回路 71 および 82 を設けてもよい。この場合、スイッチ $d_1 \sim d_8$ の切り換え、およびバッファ回路 71、81 の内部の回路接続の切り換えは不要である。

【0100】

上記の第 1 ～ 第 3 の実施形態においては、最初にセル電圧の測定対象となる電池セル s_1 の 1 回目の測定を順方向測定によって行い、電池セル s_1 の 2 回目の測定を逆方向測定によって行う場合を例示したが、電池セル s_1 の 1 回目の測定を逆方向測定によって行い、電池セル s_1 の 2 回目の測定を順方向測定によって行ってもよい。

【0101】

また、第 1 ～ 第 3 の実施形態において、最下位の電池セル s_1 からセル電圧の測定を行い、その後、順次上位の電池セルをセル電圧の測定対象とする場合を例示したが、セル電圧の測定対象とする電池セルをどのような順序で選択してもよい。

【0102】

なお、セル電圧入力端子 $x_0 \sim x_{12}$ は、本発明におけるセル電圧入力端子の一例である。演算増幅器 30 は、本発明における差分電圧出力部の一例である。電池セル選択部 10 および入力電圧切り換え部 20 は、本発明における接続部の一例である。制御部 60 は、本発明における制御部および算出部の一例である。バッファ回路 71 および 81 は、本発明における一対のバッファ回路の一例である。抵抗素子 $R_1 \sim R_4$ は、本発明における第 1 の抵抗素子～第 4 の抵抗素子の一例である。

【符号の説明】

10

20

30

40

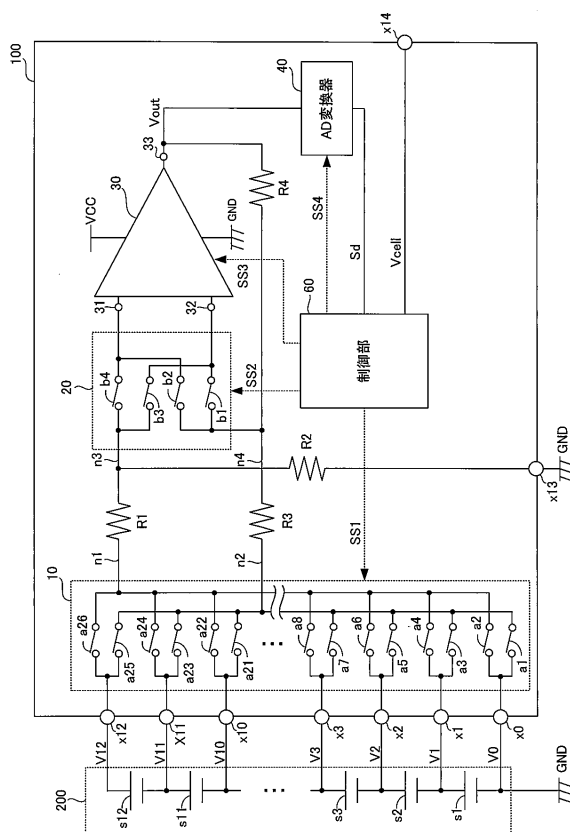
50

【 0 1 0 3 】

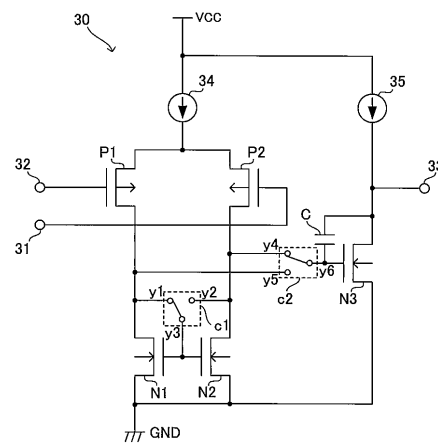
- 1 0 電池セル選択部
- 2 0 入力電圧切り換え部
- 3 0、7 2、8 2 演算増幅器
- 4 0 A/D変換器
- 6 0 制御部
- 7 1、8 1 バッファ回路
- 7 3、8 3 第1のバッファ入力端子
- 7 4、8 4 第2のバッファ入力端子
- 7 5、8 5 バッファ出力端子
- 1 0 0、1 0 1、1 0 2 半導体装置
- a 1 ~ a 2 6 スイッチ
- b 1 ~ b 4 スイッチ
- c 1、c 2 スイッチ
- d 1 ~ d 8 スイッチ
- e 1 ~ e 4 スイッチ
- s 1 ~ s 1 2 電池セル
- x 0 ~ x 1 2 セル電圧入力端子

10

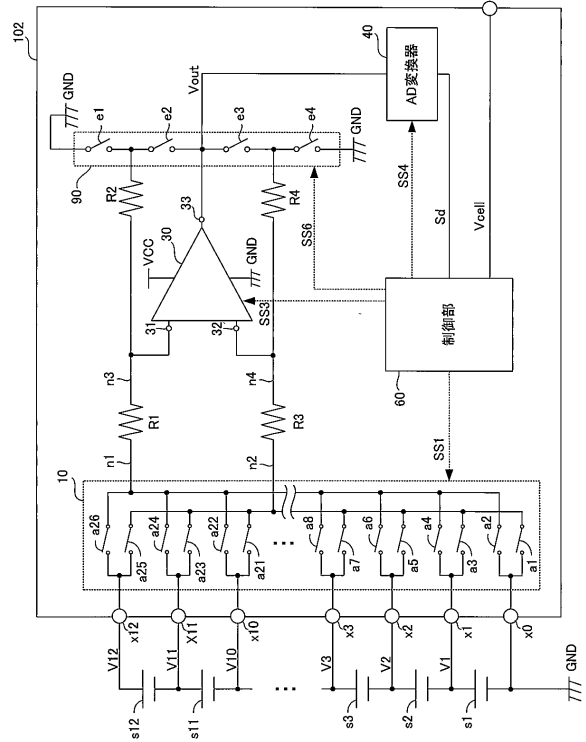
【 図 1 】



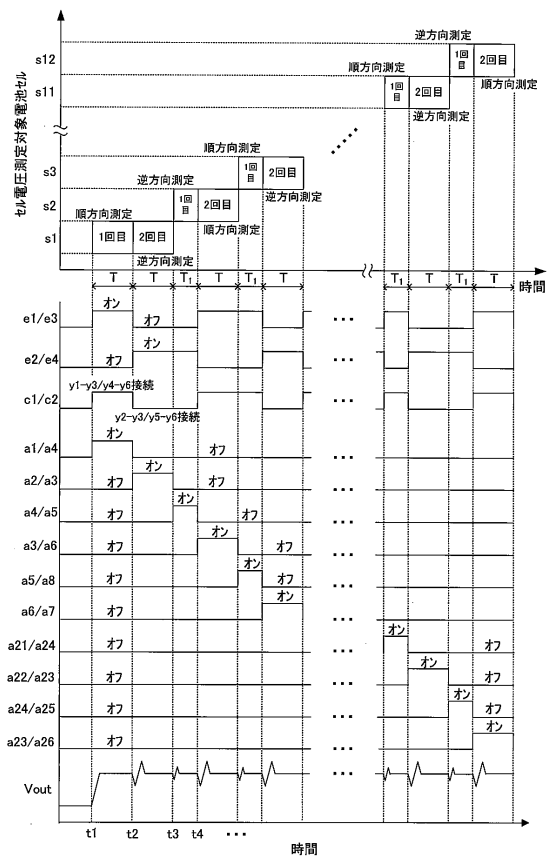
【 図 2 A 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 2 3 2 1 6 1 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 1 2 3 0 8 3 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 3 0 4 1 2 8 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 1 1 8 7 5 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 1 3 5 7 3 8 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 8 5 1 7 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 2 / 1 4 3 4 2 2 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 R 1 9 / 0 0
G 0 1 R 3 1 / 3 6
H 0 1 M 1 0 / 4 8
H 0 2 J 7 / 0 0