

(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
2020年7月30日(30.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/152541 A1

(51) 国際特許分類:

H01M 10/42 (2006.01)	H01L 27/06 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)	H01L 27/088 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)	H01L 29/786 (2006.01)
H01L 21/822 (2006.01)	H02J 7/02 (2016.01)
H01L 27/04 (2006.01)	H02J 7/10 (2006.01)
H01L 21/8234 (2006.01)	G01R 31/36 (2020.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2020/050244

(22) 国際出願日: 2020年1月14日(14.01.2020)

(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 2019-010581	2019年1月24日(24.01.2019)	JP
特願 2019-012339	2019年1月28日(28.01.2019)	JP
特願 2019-019478	2019年2月6日(06.02.2019)	JP
特願 2019-219308	2019年12月4日(04.12.2019)	JP
特願 2019-221555	2019年12月6日(06.12.2019)	JP

(71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY

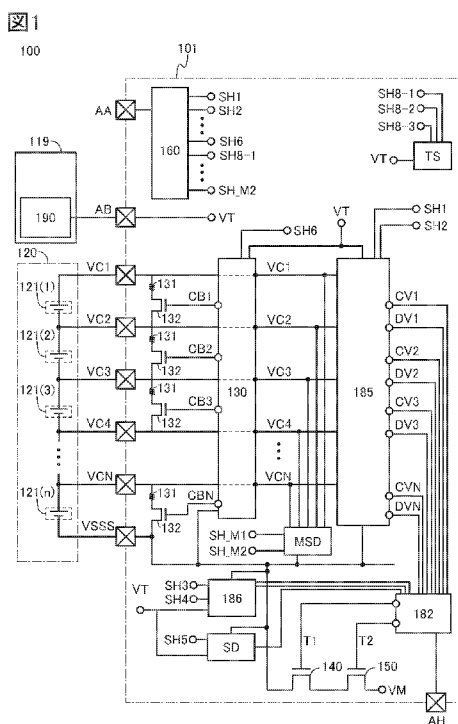
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 岡本 佑樹 (OKAMOTO, Yuki); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 石津貴彦 (ISHIZU, Takahiko). 高橋圭 (TAKAHASHI, Kei); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 池田隆之 (IKEDA, Takayuki); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE AND METHOD OF OPERATING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置及び半導体装置の動作方法



(57) Abstract: Provided are: a battery control circuit having a novel structure; a battery protection circuit having a novel structure; and a power storage device including the battery circuit. This semiconductor device comprises n sets of cell balance circuits respectively corresponding to one secondary battery, and each having a transistor, a comparison circuit, and a capacitive element, and has a function such that in each of the n sets of cell balance circuits, the inverting input terminal of the comparison circuit and one electrode of the capacitive element are electrically connected to one among the source and the drain of the transistor, a ground potential is applied to the other electrode of the capacitive element to turn on the transistor, a first potential is applied to one electrode of the capacitive element to turn off the transistor, the other electrode of the capacitive element and the negative electrode of each secondary battery corresponding to each cell balance circuit are electrically connected, and the sum of the first potential and the potential of the negative electrode of the secondary battery corresponding to each cell balance circuit is applied to one electrode of the capacitive element to control charging of a secondary battery corresponding to each cell balance circuit.



WO 2020/152541 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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))

(57) 要約 : 新規な構成の電池制御回路、新規な構成の電池保護回路、および当該電池回路を備えた蓄電装置を提供する。一の二次電池にそれぞれ対応する n 組のセルバランス回路であり、トランジスタと比較回路と容量素子を有し、 n 組のセルバランス回路のそれぞれにおいて、トランジスタのソースおよびドレインの一方に比較回路の反転入力端子と容量素子の一方の電極を電氣的に接続し、容量素子の他方の電極に接地電位を与え、トランジスタをオン状態とし、容量素子の一方の電極に第 1 の電位を与え、トランジスタをオフ状態とし、容量素子の他方の電極とそれぞれのセルバランス回路に対応するそれぞれの二次電池の負極を電氣的に接続し、容量素子の一方の電極に第 1 の電位とそれぞれのセルバランス回路に対応する二次電池の負極の電位の和を与え、それぞれのセルバランス回路に対応する二次電池の充電を制御する機能を有する半導体装置である。

明細書

発明の名称

半導体装置及び半導体装置の動作方法

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、半導体装置、及び半導体装置の動作方法に関する。また、本発明の一態様は、電池制御回路、電池保護回路、蓄電装置、及び電気機器に関する。

[0002]

なお本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する発明の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関するものである。そのため、より具体的に本明細書で開示する本発明の一態様の技術分野としては、表示装置、発光装置、蓄電装置、撮像装置、記憶装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法、を一例として挙げることができる。

背景技術

[0003]

蓄電装置（バッテリー、二次電池ともいう）は、小型の電気機器から自動車に至るまで幅広い分野で利用されるようになってきている。電池の応用範囲が広がるにつれて、複数の電池セルを直列に接続したマルチセル構成のバッテリースタックを使ったアプリケーションが増えている。

[0004]

蓄電装置は、過放電、過充電、過電流、または短絡といった充放電時の異常を把握するための回路を備えている。このように、電池の保護、及び制御を行う回路において、充放電時の異常を検知するため、電圧や電流等のデータを取得する。また、このような回路においては、観測されるデータに基づいて、充放電の停止やセル・バランスングなどの制御を行う。

[0005]

特許文献1は、電池保護回路として機能する保護ICについて開示している。特許文献1に記載の保護ICでは、内部に複数のコンパレータ（比較器）を設け、参照電圧と、電池が接続された端子の電圧と、を比較して充放電時の異常を検出する構成について開示している。

[0006]

また特許文献2では、二次電池の微小短絡を検出する電池状態検知装置及びそれを内蔵する電池パックが示されている。

[0007]

また特許文献3では、二次電池のセルが直列接続された組電池を保護する保護用半導体装置が示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0008]

[特許文献1] 米国特許出願公開第2011-267726号明細書

[特許文献2] 特開2010-66161号公報

[特許文献3] 特開2010-220389号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009]

本発明の一態様は、新規な電池制御回路、新規な電池保護回路、蓄電装置、及び電気機器等を提供することを課題の一とする。または、本発明の一態様は、消費電力の低減を図ることができる、新規な構成の電池制御回路、電池保護回路、蓄電装置、及び電気機器等を提供することを課題の一とする。

[0010]

なお本発明の一態様の課題は、上記列挙した課題に限定されない。上記列挙した課題は、他の課題の存在を妨げるものではない。なお他の課題は、以下の記載で述べる、本項目で言及していない課題である。本項目で言及していない課題は、当業者であれば明細書又は図面等の記載から導き出せるものであり、これらの記載から適宜抽出することができる。なお、本発明の一態様は、上記列挙した記載、及び／又は他の課題のうち、少なくとも一つの課題を解決するものである。

課題を解決するための手段

[0011]

本発明の一態様は、 n 組のセルバランス回路を有し、 n 組のセルバランス回路は、一の二次電池にそれぞれ対応し、 n 組のセルバランス回路のそれぞれは、トランジスタと、比較回路と、容量素子と、を有し、 n 組のセルバランス回路のそれぞれにおいて、トランジスタのチャネル形成領域はインジウムを含む金属酸化物を有し、 n 組のセルバランス回路のそれぞれにおいて、トランジスタのソースおよびドレインの一方には比較回路の反転入力端子と、容量素子の一方の電極と、が電氣的に接続され、容量素子の他方の電極に接地電位が与えられる第1のステップと、トランジスタがオン状態となる第2のステップと、容量素子の一方の電極に、第1の電位が与えられる第3のステップと、トランジスタがオフ状態となる第4のステップと、容量素子の他方の電極と、それぞれのセルバランス回路に対応するそれぞれの二次電池の負極とが電氣的に接続される第5のステップと、容量素子の一方の電極に、第1の電位と、それぞれのセルバランス回路に対応する二次電池の負極の電位の和が与えられる第6のステップと、比較回路の出力から、それぞれのセルバランス回路に対応する二次電池の充電を制御する信号が出力される第7のステップと、を有する半導体装置の動作方法である。

[0012]

また上記構成において、 n 組のセルバランス回路のそれぞれにおいて、比較回路の非反転入力端子には、それぞれのセルバランス回路に対応する二次電池の正極が電氣的に接続されることが好ましい。

[0013]

または本発明の一態様は、第1の比較回路と、第2の比較回路と、第3の比較回路と、第1のトランジスタと、第2のトランジスタと、第3のトランジスタと、第1の容量素子と、第2の容量素子と、第3の容量素子と、選択回路と、を有し、第1の比較回路の出力端子から二次電池の充電を制御する第1の信号が出力され、第2の比較回路の出力端子から二次電池の充電を制御する第2の信号が出力され、第3の比較回路の出力端子から二次電池の放電を制御する第3の信号が出力され、第1のトランジスタのソースおよびドレインの一方、第2のトランジスタのソースおよびドレインの一方および第3のトランジスタのソースおよびドレインの一方は互いに電氣的に接続され、第1のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、第1の比較回路の反転入力端子と、第1の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、第2のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、第2の比較

回路の反転入力端子と、第2の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、第3のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、第3の比較回路の非反転入力端子と、第3の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、選択回路は、2つの入力端子および1つの出力端子を有し、選択回路の出力端子は、第1の容量素子の他方の電極と、第2の容量素子の他方の電極と、第3の容量素子の他方の電極と、に電氣的に接続され、非反転入力端子および反転入力端子の一方は、二次電池の負極と電氣的に接続される半導体装置である。

[0014]

また上記構成において、二次電池の正極には、第1の比較回路の非反転入力端子と、第2の比較回路の非反転入力端子と、第3の比較回路の反転入力端子と、が電氣的に接続されることが好ましい。また上記構成において、第1のトランジスタ、第2のトランジスタおよび第3のトランジスタのそれぞれのチャンネル形成領域は、インジウムを含む金属酸化物を有することが好ましい。

[0015]

または本発明の一態様は、第1の比較回路と、第2の比較回路と、第3の比較回路と、第1のトランジスタと、第2のトランジスタと、第3のトランジスタと、第1の容量素子と、第2の容量素子と、第3の容量素子と、を有し、第1のトランジスタのソースおよびドレインの一方、第2のトランジスタのソースおよびドレインの一方および第3のトランジスタのソースおよびドレインの一方は互いに電氣的に接続され、第1のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、第1の比較回路の反転入力端子と、第1の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、第2のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、第2の比較回路の反転入力端子と、第2の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、第3のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、第3の比較回路の非反転入力端子と、第3の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、第1の容量素子の他方の電極、第2の容量素子の他方の電極および第3の容量素子の他方の電極に接地電位が与えられる第1のステップと、第1のトランジスタと、第2のトランジスタと、第3のトランジスタと、がオン状態となる第2のステップと、第1の容量素子の一方の電極に第1の電位が与えられる第3のステップと、第1のトランジスタがオフ状態となる第4のステップと、第2の容量素子の一方の電極に第2の電位が与えられる第5のステップと、第2のトランジスタがオフ状態となる第6のステップと、第3の容量素子の一方の電極に第3の電位が与えられる第7のステップと、第3のトランジスタがオフ状態となる第8のステップと、を有する半導体装置の動作方法である。

[0016]

また上記構成において、第3のステップの後、第1の容量素子の他方の電極は二次電池の負極と電氣的に接続され、第1の容量素子の一方の電極に第1の電位と二次電池の負極の電位の和が与えられ、第1の比較回路から前記二次電池の充電を制御する信号が出力されることが好ましい。

[0017]

また上記構成において、第5のステップの後、第2の容量素子の他方の電極は二次電池の負極と電氣的に接続され、第2の容量素子の一方の電極に第2の電位と二次電池の負極の電位の和が与えられ、第2の比較回路から前記二次電池の放電を制御する信号が出力されることが好ましい。

[0018]

また上記構成において、第7のステップの後、第3の容量素子の他方の電極は二次電池の負極と電氣的に接続され、第3の容量素子の一方の電極に第3の電位と二次電池の負極の電位の和が与えられ、第3の比較回路から前記二次電池の放電を制御する信号が出力されることが好ましい。

発明の効果

[0019]

本発明の一態様により、新規な電池制御回路、新規な電池保護回路、蓄電装置、及び電気機器等を提供することができる。また、本発明の一態様により、消費電力の低減を図ることができる、新規な構成の電池制御回路、電池保護回路、蓄電装置、及び電気機器等を提供することができる。

[0020]

なお本発明の一態様の効果は、上記列挙した効果に限定されない。上記列挙した効果は、他の効果の存在を妨げるものではない。なお他の効果は、以下の記載で述べる、本項目で言及していない効果である。本項目で言及していない効果は、当業者であれば明細書又は図面等の記載から導き出せるものであり、これらの記載から適宜抽出することができる。なお、本発明の一態様は、上記列挙した効果、及び／又は他の効果のうち、少なくとも一つの効果を有するものである。従って本発明の一態様は、場合によっては、上記列挙した効果を有さない場合もある。

図面の簡単な説明

[0021]

図1は本発明の一態様を説明するブロック図である。

図2Aは本発明の一態様を説明する回路図である。図2Bは本発明の一態様の説明する回路図である。

図3Aは本発明の一態様を説明するブロック図である。図3Bは本発明の一態様の説明するブロック図である。

図4は本発明の一態様を説明するブロック図である。

図5Aは本発明の一態様の蓄電装置の動作を説明するブロック図である。図5Bは本発明の一態様を説明する回路図である。図5Cは本発明の一態様を説明する回路図である。図5Dは本発明の一態様を説明する回路図である。

図6は本発明の一態様を説明するブロック図である。

図7Aは本発明の一態様を説明する回路図である。図7Bは本発明の一態様を説明する回路図である。

図8Aは本発明の一態様を説明する回路図である。図8Bは本発明の一態様を説明する回路図である。図8Cは本発明の一態様を説明する回路図である。

図9は本発明の一態様を説明する回路図である。

図10は半導体装置の構成例を示す断面図である。

図11は半導体装置の構成例を示す断面図である。

図12Aはトランジスタの構造例を示す断面図である。図12Bはトランジスタの構造例を示す断面図である。図12Cはトランジスタの構造例を示す断面図である。

図13Aは半導体装置の一例を示す斜視図である。図13Bは半導体装置の一例を示す斜視図である。図13Cは半導体装置の一例を示す斜視図である。

図14Aは半導体装置の一例を示す斜視図である。図14Bは半導体装置の一例を示す斜視図である。

図15Aは電子部品の作製工程を示すフローチャート図である。図15Bは電子部品の作製工程を示す斜視模式図である。

図16Aは本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図16Bは本発明の一態様の電気機器

を説明する図である。図 1 6 C は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 1 6 D は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。

図 1 7 A は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 1 7 B は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 1 7 C は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。

図 1 8 A は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 1 8 B は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 1 8 C は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。

図 1 9 A は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 1 9 B は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。

図 2 0 A は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 2 0 B は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 2 0 C は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。

図 2 1 は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。

図 2 2 A は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 2 2 B は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 2 2 C は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 2 2 D は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。図 2 2 E は本発明の一態様の電気機器を説明する図である。

図 2 3 A、図 2 3 B、図 2 3 C は本発明の一態様のシステムの一例である。

図 2 4 A、図 2 4 B は本発明の一態様のシステムの一例である。

図 2 5 は本発明の一態様のシステムの一例である。

図 2 6 は本発明の一態様の蓄電装置の動作例である。

図 2 7 A、図 2 7 B、図 2 7 C はコンパレータの動作結果である。

図 2 8 は、本発明の一態様を示す斜視図である。

図 2 9 は、本発明の一態様を示す写真である。

図 3 0 は、半導体の構成例を示す断面図である。

図 3 1 A は、トランジスタの構成例を示す断面図である。図 3 1 B は、トランジスタの構成例を示す断面図である。図 3 1 C は、トランジスタの構成例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0022]

以下、実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、実施の形態は多くの異なる態様で実施することが可能であり、趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は、以下の実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

[0023]

なお本明細書等において、「第1」、「第2」、「第3」という序数詞は、構成要素の混同を避けるために付したものである。従って、構成要素の数を限定するものではない。また、構成要素の順序を限定するものではない。また例えば、本明細書等の実施の形態の一において「第1」に言及された構成要素が、他の実施の形態、あるいは特許請求の範囲において「第2」に言及された構成要素とすることもありうる。また例えば、本明細書等の実施の形態の一において「第1」に言及された構成要素を、他の実施の形態、あるいは特許請求の範囲において省略することもありうる。

[0024]

なお図面において、同一の要素または同様な機能を有する要素、同一の材質の要素、あるいは同時

に形成される要素等には同一の符号を付す場合があり、その繰り返しの説明は省略する場合がある。

[0025]

また、図面等において示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、発明の理解を容易とするため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも、図面等に開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。例えば、実際の製造工程において、エッチングなどの処理によりレジストマスクなどが意図せずに目減りすることがあるが、理解を容易とするために図に反映しないことがある。

[0026]

また、上面図（「平面図」ともいう）や斜視図などにおいて、図面をわかりやすくするために、一部の構成要素の記載を省略する場合がある。

[0027]

また、本明細書等において「電極」や「配線」の用語は、これらの構成要素を機能的に限定するものではない。例えば、「電極」は「配線」の一部として用いられることがあり、その逆もまた同様である。さらに、「電極」や「配線」の用語は、複数の「電極」や「配線」が一体となって形成されている場合なども含む。

[0028]

なお、本明細書等において「上」や「下」の用語は、構成要素の位置関係が直上または直下で、かつ、直接接していることを限定するものではない。例えば、「絶縁層A上の電極B」の表現であれば、絶縁層Aの上に電極Bが直接接して形成されている必要はなく、絶縁層Aと電極Bとの間に他の構成要素を含むものを除外しない。

[0029]

また、ソースおよびドレインの機能は、異なる極性のトランジスタを採用する場合や、回路動作において電流の方向が変化する場合など、動作条件などによって互いに入れ替わるため、いずれがソースまたはドレインであるかを限定することが困難である。このため、本明細書においては、ソースおよびドレインの用語は、入れ替えて用いることができるものとする。

[0030]

また、本明細書等において、「電氣的に接続」には、直接接続している場合と、「何らかの電氣的作用を有するもの」を介して接続されている場合が含まれる。ここで、「何らかの電氣的作用を有するもの」は、接続対象間での電気信号の授受を可能とするものであれば、特に制限を受けない。よって、「電氣的に接続する」と表現される場合であっても、現実の回路においては、物理的な接続部分がなく、配線が延在しているだけの場合もある。

[0031]

また、本明細書などにおいて、「平行」とは、例えば、二つの直線が -10° 以上 10° 以下の角度で配置されている状態をいう。従って、 -5° 以上 5° 以下の場合も含まれる。また、「垂直」および「直交」とは、例えば、二つの直線が 80° 以上 100° 以下の角度で配置されている状態をいう。従って、 85° 以上 95° 以下の場合も含まれる。

[0032]

なお、本明細書などにおいて、計数値および計量値に関して「同一」、「同じ」、「等しい」または「均一」などと言う場合は、明示されている場合を除き、プラスマイナス20%の誤差を含むものとする。

[0033]

また、本明細書において、レジストマスクを形成した後にエッチング処理を行う場合は、特段の説明がない限り、レジストマスクは、エッチング処理終了後に除去するものとする。

[0034]

また、電圧は、ある電位と、基準の電位（例えば接地電位またはソース電位）との電位差のことを示す場合が多い。よって、電圧と電位は互いに言い換えることが可能な場合が多い。本明細書などでは、特段の明示が無いかぎり、電圧と電位を言い換えることができるものとする。

[0035]

なお、「半導体」と表記した場合でも、例えば、導電性が十分低い場合は「絶縁体」としての特性を有する。よって、「半導体」を「絶縁体」に置き換えて用いることも可能である。この場合、「半導体」と「絶縁体」の境界は曖昧であり、両者の厳密な区別は難しい。したがって、本明細書に記載の「半導体」と「絶縁体」は、互いに読み換えることができる場合がある。

[0036]

また、「半導体」と表記した場合でも、例えば、導電性が十分高い場合は「導電体」としての特性を有する。よって、「半導体」を「導電体」に置き換えて用いることも可能である。この場合、「半導体」と「導電体」の境界は曖昧であり、両者の厳密な区別は難しい。したがって、本明細書に記載の「半導体」と「導電体」は、互いに読み換えることができる場合がある。

[0037]

なお、本明細書等において、トランジスタの「オン状態」とは、トランジスタのソースとドレインが電氣的に短絡しているとみなせる状態（「導通状態」ともいう。）をいう。また、トランジスタの「オフ状態」とは、トランジスタのソースとドレインが電氣的に遮断しているとみなせる状態（「非導通状態」ともいう。）をいう。

[0038]

また、本明細書等において、「オン電流」とは、トランジスタがオン状態の時にソースとドレイン間に流れる電流をいう場合がある。また、「オフ電流」とは、トランジスタがオフ状態である時にソースとドレイン間に流れる電流をいう場合がある。

[0039]

また、本明細書等において、高電源電位VDD（以下、単に「VDD」または「H電位」ともいう）とは、低電源電位VSSよりも高い電位の電源電位を示す。また、低電源電位VSS（以下、単に「VSS」または「L電位」ともいう）とは、高電源電位VDDよりも低い電位の電源電位を示す。また、接地電位をVDDまたはVSSとして用いることもできる。例えばVDDが接地電位の場合には、VSSは接地電位より低い電位であり、VSSが接地電位の場合には、VDDは接地電位より高い電位である。

[0040]

また、本明細書等において、ゲートとは、ゲート電極およびゲート配線の一部または全部のことをいう。ゲート配線とは、少なくとも一つのトランジスタのゲート電極と、別の電極や別の配線とを電氣的に接続させるための配線のことをいう。

[0041]

また、本明細書等において、ソースとは、ソース領域、ソース電極、およびソース配線の一部または全部のことをいう。ソース領域とは、半導体層のうち、抵抗率が一定値以下の領域のことをいう。ソース電極とは、ソース領域に接続される部分の導電層のことをいう。ソース配線とは、少なくとも

一つのトランジスタのソース電極と、別の電極や別の配線とを電氣的に接続させるための配線のことをいう。

[0042]

また、本明細書等において、ドレインとは、ドレイン領域、ドレイン電極、及びドレイン配線の一部または全部のことをいう。ドレイン領域とは、半導体層のうち、抵抗率が一定値以下の領域のことをいう。ドレイン電極とは、ドレイン領域に接続される部分の導電層のことをいう。ドレイン配線とは、少なくとも一つのトランジスタのドレイン電極と、別の電極や別の配線とを電氣的に接続させるための配線のことをいう。

[0043]

(実施の形態1)

本実施の形態では、電池制御回路、および当該電池制御回路を備えた蓄電装置の構成について説明する。

[0044]

本発明の一態様の電池制御回路、または当該電池制御回路を備えた蓄電装置を「BTOS」と呼ぶ場合がある。「BTOS」は、低い消費電力によりシステムを構築できる場合がある。「BTOS」は、簡便な回路によりシステムを構築できる場合がある。

[0045]

本発明の一態様の電池制御回路は、電池の制御を行う機能を有する。例えば、電池の充電または放電の条件を変更する機能を有する。該条件は例えば、電流密度、上限電圧、下限電圧、モードの切り替え、等を含む。モードとして例えば、定電流モード、定電圧モード、等が挙げられる。また、本発明の一態様の電池制御回路は、電池の保護を行う機能を有することが好ましい。例えば、電池の充電または放電を停止する機能を有する。例えば、過充電の検出に伴い、電池を放電する機能を有する。例えば、電池の異常を検出し、電池の動作を停止、あるいは電池の条件を変更する機能を有する。電池の動作を停止とは例えば、充電の停止、あるいは放電の停止が挙げられる。電池の異常とは例えば、過充電、過放電、充電時の過電流、放電時の過電流、ショート、後述するマイクロショート、動作温度の所定の範囲からの逸脱、等が挙げられる。また、本発明の一態様の電池制御回路は、電池保護回路と呼ばれる場合がある。

[0046]

<蓄電装置の一例1>

図1には蓄電装置100の一例について示す。図1に示す蓄電装置100は、電池制御回路101、電圧生成回路119および組電池120を有する。電池制御回路101には、チャンネル形成領域に酸化半導体を有するトランジスタ(以下、OSトランジスタという)を用いた回路が搭載されることが好ましい。

[0047]

電池制御回路101は、セルバランス回路130、検出回路185、検出回路186、検出回路MSD、検出回路SD、温度センサTS、デコーダ160および論理回路182を有する。

[0048]

また、電池制御回路101は、トランジスタ140およびトランジスタ150を有する。トランジスタ140およびトランジスタ150としてOSトランジスタを用いることができる。

[0049]

電池制御回路101が有するセルバランス回路130、検出回路185、検出回路186、検出回路MSD、検出回路SD、温度センサTS、デコーダ160および論理回路182が有するトランジスタとしてOSトランジスタを用いることができる。これらの回路には、OSトランジスタと、該OSトランジスタが設けられる層の下層に構成されるSiトランジスタが含まれてもよい。あるいは、これらの回路がOSトランジスタにより構成され、その下層に、これらの回路とは異なる回路がSiトランジスタを用いて構成されてもよい。あるいは、これらの回路の下層には、Siトランジスタが設けられない構成としてもよい。

[0050]

一例として、デコーダ160が有するトランジスタがOSトランジスタにより構成され、その下層に電圧生成回路119が有するトランジスタがSiトランジスタにより構成されてもよい。

[0051]

電池制御回路101が有するセルバランス回路130、検出回路185、検出回路186、検出回路MSD、検出回路SD、温度センサTS、デコーダ160および論理回路182が有するトランジスタと、トランジスタ140と、トランジスタ150として、同一基板上に設けられた一の酸化物半導体層、あるいは複数の酸化物半導体層をチャンネル形成領域として有するOSトランジスタを用いる場合には、電池制御回路101を同一基板上に設けることができる。このような場合には例えば、後述する端子AA、端子ABおよび端子AHは、電池制御回路101とは異なる基板に設けられる回路、例えばMCU、MPU、等の演算回路との信号の授受に用いられる。

[0052]

端子AA、端子ABおよび端子AHは「外部端子」と呼ばれる場合がある。

[0053]

組電池120は複数の電池セル121を有する。図1ではN個の電池セル121を有する例を示す。第kの電池セル(kは1以上N以下の整数)を電池セル121(k)と表す場合がある。組電池120が有する複数の電池セルは電氣的に直列に接続される。

[0054]

ここで電池セルとして例えば、後述する実施の形態に示す二次電池を用いることができる。例えば、捲回された電池素子を有する二次電池を用いることができる。また、電池セルは外装体を有することが好ましい。例えば、円筒型の外装体や、角型の外装体等を用いることができる。外装体の材料として絶縁体に覆われた金属板や、絶縁体に挟まれた金属フィルム等を用いることができる。電池セルは例えば、一对の正極と負極を有する。また、電池セルは正極に電氣的に接続される端子、および負極に電氣的に接続される端子を有してもよい。また、電池セルが本発明の一態様の電池制御回路の一部の構成を有する場合がある。

[0055]

セルバランス回路130は、組電池120が有する個々の電池セル121の充電を制御する機能を有する。検出回路185は組電池120の過充電および過放電を検出する機能を有する。検出回路186は組電池120の放電過電流および充電過電流を検出する機能を有する。

[0056]

検出回路MSDはマイクロショートを検出する機能を有する。

[0057]

マイクロショートとは、二次電池の内部の微小な短絡のことを指しており、二次電池の正極と負極

が短絡して充放電不可能の状態になるというほどではなく、微小な短絡部で短絡電流が短期間流れてしまう現象を指している。マイクロショートの原因は、充放電が複数回行われることによって、劣化が生じ、リチウムやコバルトなどの金属元素が電池内部で析出し、析出物が成長することにより、正極の一部と負極の一部で局所的な電流の集中が生じ、セパレータの一部が機能しなくなる箇所が発生すること、または副反応物が発生することにあると推定されている。

[0058]

検出回路SDは例えば、組電池120を用いて動作させる回路群の短絡を検出する。また、検出回路SDは例えば、組電池120の充電電流および放電電流を検出する。

[0059]

電池制御回路101は、組電池120が有するN個の電池セル121のそれぞれの正極に電氣的に接続される端子VC1乃至端子VCNと、第Nの電池セル121の負極に電氣的に接続される端子VSSSと、を有する。

[0060]

また、電池制御回路101は端子群AA、端子群ABおよび端子群AHを有する。端子群AA、端子群ABおよび端子群AHはそれぞれ一の端子、または複数の端子を有する。

[0061]

デコーダ160には、端子群AAより所定のビット数に対応するデジタル信号が与えられる。デコーダ160は、セルバランス回路130が有する端子SH6に与える信号、検出回路185が有する端子SH1および端子SH2に与える信号、検出回路186が有する端子SH3および端子SH4に与える信号、検出回路SDが有する端子SH5に与える信号、および温度センサTSが有する端子SH8-1、端子SH8-2および端子SH8-3に与える信号を生成し、出力する機能を有する。

[0062]

電圧生成回路119は、デジタル-アナログ変換回路190を有する。電圧生成回路119において生成される電位は例えば、デジタル-アナログ変換回路190によりアナログ信号に変換された後、端子群ABに与えられる。

[0063]

電池制御回路が有するそれぞれの回路に与える電位がそれぞれ異なる場合において、あるいは一の回路に複数の電位を与える場合において、本発明の一態様の電池制御回路では、必要な電位の数に対応した数の端子を設けることなく、それぞれの電位を供給することができる。よって、端子数を削減することができる。より具体的には例えば、本発明の一態様の電池制御回路において、セルバランス回路130、検出回路185、等の回路がOSトランジスタを有することにより、端子群ABの端子数を削減することができる。例えば一の端子から入力される信号を順次、それぞれの回路に与え、OSトランジスタを有する記憶素子により保持することができる。図1に示す例においては、端子群ABに一の端子（以下、端子VT）が電氣的に接続され、端子VTはセルバランス回路130、検出回路185、検出回路186、検出回路SDおよび温度センサTSにそれぞれ、アナログ信号を与える。

[0064]

また、電圧生成回路119から与えた信号が記憶素子により保持されるため、それぞれの回路に信号を与えた後、電圧生成回路119の電源をオフとする、あるいは電圧生成回路119を待機状態とすることにより、電圧生成回路119の消費電力を低減することができる。例えば、電圧生成回路の

パワーゲーティングを行えばよい。

[0065]

記憶素子として、図2Aに示す記憶素子114の構成を用いることができる。図2Aに示す記憶素子114は、容量素子161およびトランジスタ162を有する。

[0066]

トランジスタ162として、OSトランジスタを用いることが好ましい。本発明の一態様の構成では、OSトランジスタを有する記憶素子114を用いる構成とすることで、オフ時にソースとドレイン間を流れるリーク電流（以下、オフ電流）が極めて低いことを利用して、所望の電圧を記憶素子に保持させることができる。

[0067]

図2Bは、記憶素子114が有するトランジスタ162が第2のゲートを有する点が図2Aと異なる。第2のゲートはバックゲート、あるいはボトムゲートと呼ばれる場合がある。OSトランジスタが有する第2のゲートについては、後の実施の形態で詳述する。

[0068]

端子群AHは、論理回路182に信号を与える機能、および論理回路182からの信号を電池制御回路101の外部に設けられる回路に与える機能を有することが好ましい。

[0069]

論理回路182は、検出回路185、検出回路186、検出回路SD、検出回路MSDおよび温度センサTSからの出力信号に応じて、トランジスタ140およびトランジスタ150の制御を行う機能を有する。また、論理回路182は、電池制御回路101の外部または内部に設けられる充電回路へ信号を与えてもよい。この場合には例えば、論理回路182から該充電回路に与えられる信号に応じて、二次電池の充電が制御される。ここで充電回路は例えば、電池の充電の条件を制御する機能を有する。あるいは、電池の充電の条件を制御する信号を、他の回路、例えば本発明の一態様が有するデコーダ160、セルバランス回路、過充電検出回路、トランジスタ140、トランジスタ150、トランジスタ140およびトランジスタ150を制御する回路、等に与える。

[0070]

トランジスタ140およびトランジスタ150は、組電池120への充電または放電を制御する機能を有する。一例としては、トランジスタ140は、論理回路182が与える制御信号T1によって導通状態または非導通状態が制御され、組電池120を充電させるか否かが制御される。またトランジスタ150は、論理回路182が与える制御信号T2によって導通状態または非導通状態が制御され、組電池120を放電するか否かが制御される。また図1に示す例において、トランジスタ140のソースおよびドレインの一方は、端子VSSSに電氣的に接続される。トランジスタ140のソースおよびドレインの他方は、トランジスタ150のソースおよびドレインの一方に電氣的に接続される。トランジスタ150のソースおよびドレインの他方は、端子VMに電氣的に接続される。端子VMは例えば、充電器のマイナス極に電氣的に接続される。また、端子VMは例えば、放電の際の負荷に電氣的に接続される。

[0071]

電池制御回路101は、組電池120が有する電池セル121の各端子の電圧値（モニタ電圧）、および組電池に流れる電流値（モニタ電流）を観測する機能を有してもよい。例えばトランジスタ140またはトランジスタ150のオン電流をモニタ電流として観測する構成としてもよい。あるい

は、トランジスタ140等に直列に抵抗素子を設け、該抵抗素子の電流値を観測してもよい。

[0072]

また、電池制御回路101は、電池セル121の温度を測定し、測定された温度に基づき電池セルの充電および放電を制御する機能を有してもよい。例えば低い温度においては二次電池の抵抗が増加する場合があるため、充電電流密度および放電電流密度を小さくする場合がある。また高い温度においては二次電池の抵抗が減少する場合があるため、放電電流密度を高くする場合がある。また、高い温度において充電電流を高くすることにより、二次電池特性の劣化が懸念される場合には例えば、劣化が抑制される充電電流に制御すればよい。充電条件、放電条件等のデータは、本発明の一態様の電池制御回路101が有する記憶回路等に格納されることが好ましい。また、充電により電池制御回路101、あるいは組電池120の温度が上昇する場合がある。このような場合には、測定される温度に合わせて、充電の制御を行うことが好ましい。例えば温度の上昇に伴い、充電電流を抑制すればよい。

[0073]

本発明の一態様のセルバランス回路130および検出回路185は、組電池120が有する複数の電池セル121のそれぞれに対して一ずつ設けられることが好ましい。

[0074]

図3Aを用いてセルバランス回路130および検出回路185の構成要素を説明する。図3Aには簡略化のため、一の電池セル121に対応するセルバランス回路130および検出回路185を示す。

[0075]

図3Aには、一の電池セル121にセルバランス回路130および検出回路185が接続される例を示す。検出回路185は回路185cと回路185dを有する。検出回路185は過充電を検出する機能を有し、検出回路186は過放電を検出する機能を有する。

[0076]

図3Aにおいて、トランジスタ132および抵抗素子131が直列に接続され、トランジスタ132のソースおよびドレインの一方は電池セル121の負極に、他方は抵抗素子の一方の電極にそれぞれ電氣的に接続される。抵抗素子の他方の電極は、二次電池の正極に電氣的に接続される。

[0077]

ここで、トランジスタ132のソースおよびドレインの一方が電池セル121の正極に、他方が抵抗素子131の一方の電極に、抵抗素子131の他方の電極が電池セル121の負極に、それぞれ電氣的に接続されてもよい。

[0078]

図3Aにおいて、セルバランス回路130および検出回路185はそれぞれ、スイッチSWを有する。それぞれのスイッチSWは、端子VC2と、接地電位が与えられる端子と、に電氣的に接続され、いずれかの端子の電位を容量素子161の一方の電極に与える機能を有する。

[0079]

図3Bに示すように、セルバランス回路130および検出回路185が共通のスイッチSWを有してもよい。

[0080]

また図3Aにおいて、セルバランス回路130、回路185cおよび回路185dはそれぞれ、コ

ンパレータ 1 1 3 および記憶素子 1 1 4 を有する。記憶素子 1 1 4 は、容量素子 1 6 1 およびトランジスタ 1 6 2 を有する。セルバランス回路 1 3 0、回路 1 8 5 c および回路 1 8 5 d が有するそれぞれのトランジスタ 1 6 2 のソースおよびドレインの一方には、共通の端子、ここでは端子 V T が電氣的に接続される。それぞれのトランジスタ 1 6 2 のソースおよびドレインの他方には、それぞれの回路が有する容量素子 1 6 1 の他方の電極と、コンパレータ 1 1 3 の非反転入力端子または反転入力端子のいずれかと、がそれぞれ電氣的に接続される。

[0081]

図 3 A において、セルバランス回路 1 3 0 は電池セル 1 2 1 の正極および負極に電氣的に接続される。電池セル 1 2 1 の正極は端子 V C 1 に電氣的に接続され、負極は端子 V C 2 に電氣的に接続される。セルバランス回路 1 3 0 において、トランジスタ 1 6 2 のソースおよびドレインの他方にはコンパレータ 1 1 3 の反転入力端子が電氣的に接続され、トランジスタ 1 6 2 のゲートには端子 S H 6 が電氣的に接続される。セルバランス回路 1 3 0 において、コンパレータ 1 1 3 の非反転入力端子は端子 V C 1 に電氣的に接続されることが好ましい。あるいは図 3 A に示すように、コンパレータ 1 1 3 の非反転入力端子には端子 V C 1 と端子 V C 2 の間が抵抗分割された電圧が与えられてもよい。セルバランス回路 1 3 0 において、トランジスタ 1 6 2 のソースおよびドレインの他方に接続されるノードをノード N 6 とする。

[0082]

図 3 A において、検出回路 1 8 5 は電池セル 1 2 1 の正極および負極に電氣的に接続される。回路 1 8 5 c において、トランジスタ 1 6 2 のソースおよびドレインの他方にはコンパレータの反転入力端子が電氣的に接続され、トランジスタ 1 6 2 のゲートには端子 S H 1 が電氣的に接続される。回路 1 8 5 c において、コンパレータ 1 1 3 の非反転入力端子は端子 V C 1 に電氣的に接続されることが好ましい。あるいは図 3 A に示すように、コンパレータ 1 1 3 の非反転入力端子には端子 V C 1 と端子 V C 2 の間が抵抗分割された電圧が与えられてもよい。回路 1 8 5 c において、トランジスタ 1 6 2 のソースおよびドレインの他方に接続されるノードをノード N 1 とする。

[0083]

回路 1 8 5 d において、トランジスタ 1 6 2 のソースおよびドレインの他方にはコンパレータの非反転入力端子が電氣的に接続され、トランジスタ 1 6 2 のゲートには端子 S H 2 が電氣的に接続される。回路 1 8 5 d において、コンパレータ 1 1 3 の反転入力端子は端子 V C 1 に電氣的に接続されることが好ましい。あるいは図 3 に示すように、コンパレータ 1 1 3 の反転入力端子には端子 V C 1 と端子 V C 2 の間が抵抗分割された電圧が与えられてもよい。回路 1 8 5 d において、トランジスタ 1 6 2 のソースおよびドレインの他方に接続されるノードをノード N 2 とする。

[0084]

セルバランス回路 1 3 0 および検出回路 1 8 5 において、それぞれの回路が有する容量素子 1 6 1 の他方の電極が接続されるノード（ここではノード N 6、ノード N 1 およびノード N 2）にはトランジスタ 1 6 2 をオフ状態にすることにより電位が保持される。

[0085]

端子 V T はセルバランス回路 1 3 0、回路 1 8 5 c および回路 1 8 5 d に順次、アナログ信号を与える。ノード N 6、ノード N 1 およびノード N 2 に順次、アナログ信号が与えられ、保持される。第 1 のノードにアナログ信号を与えた後、ノードに接続されるトランジスタ 1 6 2 をオフ状態にすることにより、第 1 のノードの電位が保持される。その後、第 2 のノードに電位を与えて保持し、その

後、第3のノードの電位を与えて保持する。トランジスタ162のオンとオフの制御は、デコーダ160から出力される信号（ここでは端子SH1、端子SH2および端子SH6に与えられる信号）により制御される。

[0086]

次に、ノードに電位が保持された状態で、スイッチSWの切り替えにより容量素子161の一方の電極に与える電位を接地電位から端子VC2の電位に変動させ、容量結合により、ノードN6、ノードN1およびノードN2に保持されたそれぞれの電位を端子VC2と接地電位との差分だけ変動させることができる。

[0087]

このように、セルバランス回路130および検出回路185は、ノードN6、ノードN1およびノードN2に、端子VTから与えられた電位と端子VC2の電位の和を保持することができる。ここで端子VC2は電池セル121の負極電位であることから、ノードN6、ノードN1およびノードN2には、端子VTから与えられた電位と、電池セル121の負極の電位との和を保持することができる。

[0088]

図4は、図3Aに示すセルバランス回路130および検出回路185を、組電池120が有する電池セル121の一に対してそれぞれ、設ける例を示す。組電池120は電池セル121をN個有する。第kの電池セル121（kは1以上N以下の整数）を電池セル121（k）と表す。電池セル121（k）に接続されるセルバランス回路130をセルバランス回路130（k）、電池セル121（k）に接続される検出回路185を検出回路185（k）とそれぞれ表す。以下、セルバランス回路130（1）乃至セルバランス回路130（N）をセルバランス回路130と表す。また、検出回路185（1）乃至検出回路185（N）を検出回路185と表す。

[0089]

セルバランス回路130および検出回路185は、接続される複数の電池セル121のそれぞれにおいて、個別に、その両端の電圧差（正極と負極との電圧の差）を制御する機能を有する。

[0090]

セルバランス回路130は、電池セル121毎に、正極の第1の上限電圧として好ましい値を、記憶素子114に保持させることができる。

[0091]

セルバランス回路130（k）が有するノードN6をノードN6（k）とする。セルバランス回路130（k）が有するスイッチSWには、電池セル（k）の負極の電位が電気的に接続される。すなわち、それぞれのセルバランス回路130が有するスイッチSWには、それぞれの電池セルの負極に対応する電位が与えられる。ノードN6（k）には、端子VTから与えられた電位と、電池セル121（k）の負極の電位の和を保持することができる。

[0092]

このように、それぞれのセルバランス回路に、それぞれの電池セルの負極を基準とし、端子VTから与えられる共通の電位を用いた電位を与えることができるため、N個の電池セルに対して端子を共通とすることができる。よって、端子数の削減が可能となる。

[0093]

セルバランス回路130は、電池セル121の正極の電圧と、コンパレータ113の非反転入力端子の電圧と、の関係に応じて、トランジスタ132をオン状態にするか、あるいはオフ状態にするか、

の制御を行う。トランジスタ132の制御を行うことにより、抵抗素子131に流れる電流量と、電池セル121に流れる電流量と、の比を調整することができる。例えば、電池セル121の充電を停止する場合には、抵抗素子131に電流を流し、電池セル121に流れる電流を制限する。

[0094]

図1において、複数の電池セル121が端子VDDDと端子VSSSとの間に直列に電氣的に接続されている。端子VDDDと端子VSSSとの間に電流を流すことにより、複数の電池セル121の充電を行う。

[0095]

複数の電池セル121のうち一の電池セル121において、正極が所定の電圧に達し、電流が制限される場合を考える。このような場合には、該電池セルに並列に接続されるトランジスタ132および抵抗素子131に電流を流すことにより、端子VDDDと端子VSSSとの間の電流の経路が遮断されることなく、正極が所定の電圧に達していないその他の電池セル121の充電を継続することができる。すなわち、充電が完了した電池セル121においては、トランジスタ132をオン状態とすることにより充電を停止し、充電が完了していない電池セル121においては、トランジスタ132をオフ状態として充電を継続する。

[0096]

電池セル121毎に例えば抵抗のばらつきがある場合、抵抗の低い電池セル121の充電が先に完了し、ある電池セル121と比べて抵抗の高い電池セル121の充電が不充分となる場合がある。ここで、充電が不充分とは例えば、正極と負極の電圧差が所望の電圧より低いことを指す。セルバランス回路130を用いることにより、充電における電池セル121の正極の電圧を、それぞれの電池セルの負極の電圧を基準として制御することができる。

[0097]

本発明の一態様のセルバランス回路において、電池制御回路101の外部に設けられる回路、例えばMPUあるいはMCU等の演算回路を用いることなく、一の電池セル、あるいは複数の電池セルの充電電圧、あるいは充電容量、等を制御することができる。

[0098]

すなわち、N個のセルバランス回路130を用いることにより、複数の電池セル121の充電後の状態、例えば満充電時のばらつきを小さくすることができる。よって、組電池120全体としての容量が高まる場合がある。また、容量を高めることにより、電池セル121の充放電サイクルの回数を減少させることができる場合があるため、組電池120の耐久性が高まる場合がある。

[0099]

回路185cは、電池セル121毎に、電池セル121の充電における正極の第2の上限電圧を記憶素子114に保持させることができる。該第2の上限電圧は、過充電電圧と呼ばれる場合がある。回路185dは、放電における正極の下限電圧を記憶素子114に保持させることができる。該下限電圧は、過放電電圧と呼ばれる場合がある。

[0100]

なお、検出回路185を構成するコンパレータは、出力がLレベルからHレベルに変化する場合と、HレベルからLレベルに変化する場合とで閾値が異なる、すなわちヒステリシスコンパレータとしてもよい。ヒステリシスコンパレータの参照電位の入力部に接続される記憶素子は2つの閾値を保持する機能を有することが好ましい。

[0101]

検出回路185(k)が有するノードN1およびノードN2をそれぞれ、ノードN1(k)およびノードN2(k)とする。検出回路185(k)が有するスイッチSWには、電池セル(k)の負極の電位が電氣的に接続される。すなわち、それぞれの検出回路185が有するスイッチSWには、それぞれの電池セルの負極に対応する電位が与えられる。ノードN1(k)には、端子VTから与えられた電位と、電池セル121(k)の負極の電位の和を保持することができる。ノードN2(k)には、端子VTから与えられた電位と、電池セル121(k)の負極の電位の和を保持することができる。

[0102]

このように、それぞれの検出回路に、それぞれの電池セルの負極を基準とし、端子VTから与えられる共通の電位を用いた電位を与えることができるため、N個の電池セルに対して端子を共通とすることができる。よって、端子数の削減が可能となる。

[0103]

検出回路185において、電池制御回路101の外部に設けられる回路、例えばMPUあるいはMCU等の演算回路を用いることなく、一の電池セル、あるいは複数の電池セルの過充電および過放電を検知し、電池セルの保護を行うことができる。過放電による電圧の低下が検知されると、本発明の一態様の制御回路は放電電流を遮断し、電圧の低下を防止する。放電電流の遮断が不十分な場合、リーク電流が生じ、電圧の低下が生じてしまう場合がある。パワーゲーティングを用いた回路構成により、リーク電流が抑制される場合がある。また、OSトランジスタを用いた回路構成により、リーク電流が抑制される場合がある。

[0104]

電池セルは、該電池セルに接続されるセルバランス回路と、過充電を検出する回路と、においてそれぞれ、上限の電圧が制御される。セルバランス回路が検出する上限電圧は例えば、過充電を検出する回路が検出する上限電圧よりも低い。よって、充電を行う過程で、第1のステップによりセルバランス回路が電池セルの上限電圧への到達を検知し、充電条件を変更する。ここでは例えば、充電の電流密度を低くする。あるいは、放電を開始してもよい。その後、電池セルの充電電圧の上昇に伴い、過充電を検出する回路が検出する上限電圧への到達が検知される場合には、第2のステップにより電池セルの充電条件を変更する。ここでは例えば、充電を停止し、放電を開始する。

[0105]

<蓄電装置の動作例>

図26に示すタイミングチャートには、本発明の一態様の蓄電装置の動作例を示す。図26に示す例において、セルバランス回路130は、電池セル121(1)、電池セル121(2)および電池セル121(n)のそれぞれの正極と負極の電位差である電圧 $V_{C1} - V_{C2}$ 、電圧 $V_{C2} - V_{C3}$ および電圧 $V_{CN} - V_{SSS}$ が電圧 v_1 を超える場合に、それぞれの電池セルに対応するコンパレータの出力端子である端子CB1、端子CB2および端子CBNから高電位信号が出力される。

[0106]

図26に示すタイミングチャートでは、まず時刻 t_0 乃至時刻 t_1 の期間において組電池120の充電が行われる。

[0107]

次に、時刻 t_1 に電圧 $V_{CN} - V_{SSS}$ が電圧 v_1 を超えて端子CBNから高電位信号が出力さ

れ、電池セル121(n)に並列に接続されるトランジスタ132のゲートに高電位信号が与えられ、トランジスタ132に電流が流れ、電池セル121(n)に流れる電流は小さくなる、あるいはほとんど流れなくなる。

[0108]

次に、時刻t2において、電圧(VC2-VC3)が電圧v1を超えて端子CB2から高電位信号が出力され、電池セル121(2)に流れる電流は小さくなる、あるいはほとんど流れなくなる。

[0109]

次に、時刻t3において、電圧(VC1-VC2)が電圧v1を超えて端子CB1から高電位信号が出力され、電池セル121(1)に流れる電流は小さくなる、あるいはほとんど流れなくなる。

[0110]

時刻t4には、組電池120の放電が開始され、電圧(VC1-VC2)、電圧(VC2-VC3)および電圧(VCN-VSSS)の電圧が低下する。電圧(VC1-VC2)、電圧(VC2-VC3)および電圧(VCN-VSSS)が電圧v1より小さくなるのに伴い端子CB1、CB2およびCBNから低電位信号が出力される。

[0111]

ここで、時刻t1から時刻t4の期間において、電圧(VC1-VC2)、電圧(VC2-VC3)および電圧(VCN-VSSS)のいずれかの電圧が電圧v2を超える場合には、回路185cが過充電を検出し、例えばトランジスタ140のゲートに高電位信号が与えられ、充電が停止される。

[0112]

ここで、コンパレータ113に入力される値は電池セルの正極と負極の差の電圧を抵抗分割により分配した値としてもよい。この場合にはセルバランス回路の上限電圧および過充電検出回路の上限電圧についても、電圧v1および電圧v2を抵抗分割により分配した値を用いればよい。

[0113]

<コンパレータの動作結果>

OSトランジスタを用いた記憶素子114が反転入力端子に接続されたコンパレータ113を準備し、その動作を確認した。

[0114]

3通りの条件の電圧をコンパレータ113の非反転入力端子および反転入力端子に順次与え、動作確認を行った。第1の条件において、非反転入力端子の電圧を電圧Vaとし、出力端子において得られる電圧をVoaとする。第2の条件において、非反転入力端子の電圧を電圧Vbとし、出力端子において得られる電圧をVobとする。第3の条件において、非反転入力端子の電圧を電圧Vcとし、出力端子において得られる電圧をVocとする。

[0115]

電圧Vaとして電圧(VC1-VC2)を抵抗分割により1/4にした値、電圧Vbとして(電圧VC1-VC2)を抵抗分割により1/4にした値、電圧Vcとして(電圧VCN-VSSS)を抵抗分割により1/4にした値をそれぞれ想定し、入力した。

[0116]

また反転入力端子には、第1の条件、第2の条件および第3の条件においてそれぞれ4.2Vを1/4にした電圧を与え、記憶素子114によりその値を保持した。4.2Vとはここでは例えば、負極の電位2Vに対して、セルバランス回路が検出する所定の電位差として2.2Vを加えた値を想定

している。すなわち図26において示した電圧 v_1 を4.2Vと想定した。

[0117]

なお、本検証では、それぞれのコンパレータが高電位信号を与えた後のトランジスタ132を用いた制御については検証を行わなかった。

[0118]

図27Aには第1の条件をコンパレータに与えた場合の結果として、入力した電圧 V_a と出力された電圧 V_{oa} を、図27Bには第2の条件をコンパレータに与えた場合の結果として、入力した電圧 V_b と出力された電圧 V_{ob} を、図27Cには第3の条件をコンパレータに与えた場合の結果として、入力した電圧 V_c と出力された電圧 V_{oc} を、それぞれ示す。入力電圧が反転入力端子に記憶された値を超えると、それぞれのコンパレータから高電位信号を出力されることが確認された。

[0119]

<蓄電装置のさらなる構成要素>

以下に、本発明の一態様の蓄電装置が有するさらなる構成要素の一例を説明する。

[0120]

図5Aには端子AAからデコーダ160へ、6ビットの信号が与えられる例を示す。図5Aは一例を示すのに過ぎず、端子AAからデコーダ160へ与えられる信号のビット数は制限されない。図5BにはNAND回路90の回路記号を示す。図5Cに示すように、デコーダ160は複数のNAND回路90を用いて構成することができる。図5DにはNAND回路90の具体例を示す。ここで配線VDDには例えば、高電位電源電位が与えられる。

[0121]

図6には、論理回路182の一例を示す。図6に示す論理回路182は、インターフェース回路IF、カウンタ回路CND、ラッチ回路LTCおよびトランジスタ172を有する。トランジスタ172としてOSトランジスタを用いることが好ましい。

[0122]

インターフェース回路IFには、検出回路185の出力端子OUT11および出力端子OUT12からの信号、検出回路186の出力端子OUT31および出力端子OUT32からの信号、および検出回路SDの出力端子OUT41からの信号が与えられる。出力端子OUT11は例えば、過充電に対応する信号を与える。出力端子OUT12は例えば、過放電に対応する信号を与える。出力端子OUT31は例えば、充電時の過電流に対応する信号を与える。出力端子OUT32は例えば、放電時の過電流に対応する信号を与える。

[0123]

インターフェース回路IFは、異常を検知する信号、例えば過充電、過放電および過電流の少なくともいずれかに対応する信号の検知する場合に、信号PGをトランジスタ172のゲートに与える。

[0124]

トランジスタ172はカウンタ回路に接続される。

[0125]

カウンタ回路は、信号PGがトランジスタ172をオン状態とする信号、より具体的には例えば高電位信号を出力する場合には、カウンタと、遅延回路と、を動作させる。一方、信号PGがトランジスタ172をオフ状態とする信号、より具体的には例えば低電位信号を出力する場合には、カウンタ回路CNDの動作を停止、あるいはカウンタ回路CNDを待機状態とすることができる。インターフ

フェース回路 I F からカウンタ回路 C N D およびラッチ回路 L T C に信号 r e s が与えられる。信号 r e s はリセット信号である。カウンタ回路 C N D に信号 r e s が与えられ、カウントを開始する。信号 e n はイネーブル信号である。カウンタ回路 C N D は信号 e n により動作を開始、あるいは動作を停止する。

[0126]

インターフェース回路 I F に異常を検知する信号が与えられる場合には、カウンタ回路 C N D で一定期間、カウントを行った後、検知した異常に対応する信号が、カウンタ回路 C N D を介してラッチ回路 L T C に与えられる。

[0127]

ラッチ回路 L T C は検知した異常に応じてトランジスタ 140 またはトランジスタ 150 のゲートに、トランジスタをオフ状態とする信号を与える。

[0128]

図 7 A には検出回路 186 の回路図の一例を示す。検出回路 186 は 2 つのコンパレータ 113 を有する。

[0129]

一方のコンパレータ 113 の非反転入力端子には放電過電流検出に対応する電圧が保持される記憶素子 114 が電氣的に接続される。記憶素子 114 が有するトランジスタのゲートには端子 S H 3 が電氣的に接続される。また、反転入力端子には端子 S E N S が電氣的に接続される。反転入力端子に与えられる電圧により過電流を検出すると、出力端子 O U T 3 2 からの出力が反転する。

[0130]

他方のコンパレータ 113 の非反転入力端子には端子 S E N S が電氣的に接続される。また、反転入力端子には充電過電流検出に対応する記憶素子 114 が電氣的に接続される。記憶素子 114 が有するトランジスタのゲートには端子 S H 4 が電氣的に接続される。非反転入力端子に与えられる電圧により過電流を検出すると、出力端子 O U T 3 1 からの出力が反転する。

[0131]

温度センサ T S は、組電池 120、あるいは組電池 120 を含む蓄電装置 100 の温度を測定する機能を有する。図 7 B は温度センサ T S の一例を示す回路図である。なお、図 7 B に示す回路図は、温度センサ T S の一部の回路を表す場合がある。

[0132]

図 7 B において、温度センサ T S はコンパレータ 113 を 3 つ有し、それぞれのコンパレータの反転入力端子には異なる温度に対応する電圧 V T ($V T = T m 1, T m 2, T m 3$) がそれぞれ与えられる。与えられたそれぞれの電圧 V T は、反転入力端子に電氣的に接続された記憶素子 114 により保持される。電圧 T m 1、T m 2、T m 3 は例えば電圧生成回路 119 から与えられてもよい。

[0133]

入力端子 V t には測定された温度に対応する電圧が与えられる。入力端子 V t は 3 つのコンパレータ 113 のそれぞれの非反転入力端子に与えられる。

[0134]

入力端子 V t に与えられた電圧とそれぞれのコンパレータ 113 の反転入力端子の電圧との比較結果に対応し、それぞれのコンパレータの出力端子（出力端子 O U T 5 1、出力端子 O U T 5 2、出力端子 O U T 5 3）から信号が出力され、温度を判定することができる。

[0135]

OSトランジスタは温度が上昇すると抵抗値が小さくなる性質を有する。この性質を利用して、環境温度を電圧に変換することができる。この電圧を例えば、入力端子V_tに与えればよい。

[0136]

論理回路182は、温度センサTSの出力を検知し、組電池120の動作可能な温度範囲を超えた場合、トランジスタ140および(または)トランジスタ150を非導通とし、充電および(または)放電を停止する構成としてもよい。

[0137]

<電池セル>

電池セル121としてリチウムイオン二次電池セルを用いることができる。また、電池セル121は、リチウムイオン二次電池セルに限定されず、二次電池の正極材料として例えば、元素A、元素X、及び酸素を有する材料を用いることができる。元素Aは第1族の元素および第2族の元素から選ばれる一以上である。第1族の元素として例えば、リチウム、ナトリウム、カリウム等のアルカリ金属を用いることができる。また、第2族の元素として例えば、カルシウム、ベリリウム、マグネシウム等を用いることができる。元素Xとして例えば金属元素、シリコン及びリンから選ばれる一以上を用いることができる。また、元素Xはコバルト、ニッケル、マンガン、鉄、及びバナジウムから選ばれる一以上である。代表的には、リチウムコバルト複合酸化物LiCoO₂や、リン酸鉄リチウムLiFePO₄が挙げられる。

[0138]

<トランジスタ>

本発明の一態様の構成では、OSトランジスタを有する記憶素子を用いる構成とすることで、オフ時にソースとドレイン間を流れるリーク電流(以下、オフ電流)が極めて低いことを利用して、参照電圧を記憶素子に保持させることができる。このとき、記憶素子の電源をオフ状態にすることができるため、OSトランジスタを有する記憶素子を用いることにより、極めて低い消費電力で、参照電圧を保持させることができる。

[0139]

また、OSトランジスタを有する記憶素子は、アナログ電位を保持することができる。例えば、二次電池の電圧を、アナログ-デジタル変換回路を用いてデジタル値に変換することなく、記憶素子に保持することができる。変換回路が不要となり、回路面積を縮小することができる。

[0140]

加えてOSトランジスタを用いた記憶素子では、電荷を充電又は放電することによって参照電圧の書き換えおよび読み出しが可能となるため、実質的に無制限回のモニタ電圧の取得および読み出しが可能である。OSトランジスタを用いた記憶素子は、磁気メモリあるいは抵抗変化型メモリなどのように原子レベルでの構造変化を伴わないため、書き換え耐性に優れている。またOSトランジスタを用いた記憶素子は、フラッシュメモリのように繰り返し書き換え動作でも電子捕獲中心の増加による不安定性が認められない。

[0141]

またOSトランジスタは、オフ電流が極めて低く、高温環境下においてもスイッチング特性が良好といった特性を有する。そのため、高温環境下においても、組電池120への充電または放電の制御を誤動作なく行うことができる。

[0142]

またOSトランジスタを用いた記憶素子は、Siトランジスタを用いた回路上などに積層することで自由に配置可能であるため、集積化を容易に行うことができる。またOSトランジスタは、Siトランジスタと同様の製造装置を用いて作製することが可能であるため、低コストで作製可能である。

[0143]

またOSトランジスタは、ゲート電極、ソース電極およびドレイン電極に加えて、バックゲート電極を含む、4端子の半導体素子とすることができる。ゲート電極またはバックゲート電極に与える電圧に応じて、ソースとドレインとの間を流れる信号の入出力が独立制御可能な電気回路網で構成することができる。そのため、LSIと同一思考で回路設計を行うことができる。加えてOSトランジスタは、高温環境下において、Siトランジスタよりも優れた電気特性を有する。具体的には、100℃以上200℃以下、好ましくは125℃以上150℃以下といった高温下においてもオン電流とオフ電流の比が大きいため、良好なスイッチング動作を行うことができる。

[0144]

トランジスタ162としてOSトランジスタを用いることが好ましい。また、トランジスタ132としてOSトランジスタを用いてもよい。また、トランジスタ140およびトランジスタ150としてOSトランジスタを用いてもよい。

[0145]

また、コンパレータをOSトランジスタを用いて構成してもよい。

[0146]

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

[0147]

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一形態に係わる半導体装置の構成例について説明する。本発明の一形態に係わる半導体装置は、充放電中の二次電池において、二次電池の正極負極間電位を所定の時間ごとにサンプリングし（取得し）、サンプリングした電位と、サンプリング後の正極負極間電位とを比較することで、マイクロショートによる瞬間的な電位変動（ここでは、電位が下がる）を検知する機能を有する。所定時間ごとのサンプリングを繰り返すことで、充放電中における二次電池の電位変動に対応し、また、当該半導体装置は、二次電池の正極負極間電位を用いて動作させることができる。

[0148]

なお、本実施の形態では、充電中の二次電池において、二次電池および半導体装置の電位変動を、タイミングチャート等を用いて説明する。放電中の電位変動については、当業者であれば容易に理解できるため、その説明は省略する。

[0149]

<検出回路の一例>

図8Aは、検出回路MSDの構成例を示す回路図である。検出回路MSDは、トランジスタ11乃至トランジスタ15、容量素子C11、および、コンパレータ50を有する。なお、本明細書等で説明する図面においては、主な信号の流れを矢印または線で示しており、電源線等は省略する場合がある。検出回路MSDが有するコンパレータ50として、ヒステリシスコンパレータを用いてもよい。なお、検出回路MSDは複数の直列に接続された電池セルにおいて検出を行ってもよいし、電池セル

の一毎に検出をおこなってもよい。図7においては、図4に示す複数の直列に接続された電池セルの検出を行う場合について、端子VC1と端子VSSSに検出回路MSDが接続される例を示すが、端子VC1への接続および端子VSSSへの接続をそれぞれ、一の電池セルの正極および負極に替えればよい。

[0150]

また、図8Aに示す検出回路MSDは、端子VC1、所定の電位VB1が供給される配線VB1__IN、所定の電位VB2が供給される配線VB2__IN、サンプリング信号が供給される配線SH__IN、および、出力端子S__OUTを有する。

[0151]

ここで、所定の電位VB1は、所定の電位VB2より高い電位であり、所定の電位VB2は、端子VSSSの電位より高い電位である。

[0152]

図8Bは検出回路MSDが有するトランジスタ11乃至トランジスタ15が第2のゲートを有する点が図8Aと異なる。

[0153]

図8Cは端子VSSSを有する点、配線VB1__INに接続される記憶素子114を有する点と、配線VB2__INに接続される記憶素子114を有する点と、が図8Bと異なる。また図8Cにおいて、トランジスタ11のソースおよびドレインの一方と、トランジスタ13のソースおよびドレインの一方と、容量素子C11の一方の電極と、は端子VSSSに電氣的に接続される。電位VB1および電位VB2が記憶素子114を介してそれぞれ配線VB1__INおよび配線VB2__INに与えられるため、記憶素子114により与えた電位を保持することができる。よって、電位VB1および電位VB2を供給する電圧生成回路、より具体的には例えば電圧生成回路119の電源をオフとする、あるいは待機状態とすることができる。

[0154]

トランジスタ11乃至トランジスタ15は、nチャネル型のトランジスタである。本明細書等では、検出回路MSDを、nチャネル型のトランジスタを用いて構成した例を示すが、pチャネル型のトランジスタであってもよい。nチャネル型のトランジスタを用いて構成した回路図から、トランジスタをpチャネル型に変更することは、当業者であれば容易に理解できるため、その説明は省略する。

[0155]

検出回路MSDにおいて、トランジスタ11のソースまたはドレインの一方は、端子VSSSと電氣的に接続され、トランジスタ11のソースまたはドレインの他方は、トランジスタ12のソースまたはドレインの一方、および、トランジスタ15のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続され、トランジスタ11のゲートは、配線VB1__INと電氣的に接続され、トランジスタ12のソースまたはドレインの他方、および、トランジスタ12のゲートは、端子VC1と電氣的に接続される。

[0156]

トランジスタ13のソースまたはドレインの一方は、端子VSSSと電氣的に接続され、トランジスタ13のソースまたはドレインの他方は、トランジスタ14のソースまたはドレインの一方、および、コンパレータ50の反転入力端子（図8Aでは、“-”と表記）と電氣的に接続され、トランジスタ13のゲートは、配線VB2__INと電氣的に接続され、トランジスタ14のソースまたはドレインの他方、および、トランジスタ14のゲートは、端子VC1と電氣的に接続される。

[0157]

また、トランジスタ15のソースまたはドレインの他方は、容量素子C11の他方の端子、および、コンパレータ50の非反転入力端子（図8Aでは、“+”と表記）と電氣的に接続され、トランジスタ15のゲートは、配線SH_INと電氣的に接続され、容量素子C11の一方の端子は、端子VSSと電氣的に接続され、コンパレータ50の出力端子は、出力端子S_OUTと電氣的に接続される。なお、容量素子C11の一方の端子は、所定の電位が供給される配線であれば、端子VSS以外の配線と電氣的に接続されてもよい。

[0158]

ここで、トランジスタ11のソースまたはドレインの他方と、トランジスタ12のソースまたはドレインの一方、および、トランジスタ15のソースまたはドレインの一方が、電氣的に接続された接続部をノードN11と呼称し、トランジスタ13のソースまたはドレインの他方と、トランジスタ14のソースまたはドレインの一方、および、コンパレータ50の反転入力端子が、電氣的に接続された接続部をノードN12と呼称し、トランジスタ15のソースまたはドレインの他方と、容量素子C11の他方の端子、および、コンパレータ50の非反転入力端子が、電氣的に接続された接続部をノードN13と呼称する。

[0159]

また、トランジスタ11およびトランジスタ12は、第1ソースフォロワを構成し、トランジスタ13およびトランジスタ14は、第2ソースフォロワを構成する。すなわち、トランジスタ11のゲートは、第1ソースフォロワの入力に相当し、第1ソースフォロワはノードN11に信号を出力する。トランジスタ13のゲートは、第2ソースフォロワの入力に相当し、第2ソースフォロワはノードN12に信号を出力する。

[0160]

検出回路MSDの動作の一例を図8Cに示す回路を用いて説明する。

[0161]

組電池において充電が開始されると、配線SH_INへ与えられるサンプリング信号は所定の時間ごとにハイレベルとなる。電位VB1として電位VB2より高い電位を与える。充電に伴い、ノードN11の電位およびノードN12の電位が上昇する。

[0162]

マイクロショートが発生により正極電位が瞬間的に低下すると、ノードN11およびノードN12の電位は瞬間的に低下する。一方、配線SH_INへ与えられるサンプリング信号がローレベルの場合、ノードN13の電位はノードN11の電位に影響されず、ノードN12の電位がノードN13の電位より低くなる。すると、コンパレータ50の出力が反転し、マイクロショートが検出される。

[0163]

また、マイクロショートの検出精度を高めるため、二次電池の電圧をアナログデジタル変換回路によりデジタルデータに変換し、プロセッサユニット等を用いて該デジタルデータを基に演算を行い、充電の波形または放電の波形を解析し、マイクロショートの検出、またはマイクロショートの予測を行ってもよい。例えば、充電の波形または放電の波形において、各時間ステップの電圧誤差の変位を用いてマイクロショートの検出、あるいは予測を行う。電圧誤差の変位とは、電圧誤差を算出し、前のステップとの差を算出することにより求められる。

[0164]

マイクロショートを検出精度を高めるため、ニューラルネットワークを用いてもよい。

[0165]

ニューラルネットワークとは手法であり、ニューラルネットワーク部（例えば、CPU (Central Processor Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、APU (Accelerated Processing Unit)、メモリなどを含む）で行うニューラルネットワーク処理である。なお、APUは、CPUとGPUを一つに統合したチップを指している。

[0166]

デバイスに搭載される二次電池は、放電に関しては使用者の使用方法に依存しやすいためランダムであるが、充電に関しては充電条件がきまっているため、放電に比べれば充電は予想しやすいといえる。ある程度多くの充電カーブを学習用のデータとすることで正確な値をニューラルネットワークを用いて予測することができる。充電カーブを取得すれば、ニューラルネットワークを利用して初期SOC (0)、FCC、 R_0 、 R_d 、 C_d を得ることができる。ニューラルネットワークの演算には例えばマイクロプロセッサ等を用いればよい。

[0167]

具体的には、得られる様々なデータを機械学習または人工知能を用いて評価、及び学習し、予想される二次電池の劣化度合いを解析し、異常があれば二次電池への充電を停止、または定電流充電の電流密度を調整する。

[0168]

例えば、電気自動車において、走行中に学習データの取得ができ、二次電池の劣化状態を把握することができる。なお、二次電池の劣化状態の予測にはニューラルネットワークを用いる。ニューラルネットワークは、隠れ層を複数有するニューラルネットワーク、すなわち、ディープニューラルネットワークによって構成することができる。なお、ディープニューラルネットワークにおける学習を、ディープラーニングと呼ぶことがある。

[0169]

機械学習は、まず、学習データから特徴値を抽出する。時間によって変化する相対的変化量の特徴値として抽出し、抽出された特徴値に基づいてニューラルネットワークを学習させる。学習手段は時間区間ごとに互いに異なる学習パターンに基づいてニューラルネットワークを学習させることができる。学習データに基づいた学習結果に従ってニューラルネットワークに適用された結合重みを更新することができる。

[0170]

ニューラルネットワークを用いて行う二次電池の充電状態推定方法としては、回帰モデル、例えばカルマンフィルタなどを用いて計算処理して得ることもできる。

[0171]

カルマンフィルタは、無限インパルス応答フィルタの一種である。また、重回帰分析は多変量解析の一つであり、回帰分析の独立変数を複数にしたものである。重回帰分析としては、最小二乗法などがある。回帰分析では観測値の時系列が多く必要とされる一方、カルマンフィルタは、ある程度のデータの蓄積さえあれば、逐次的に最適な補正係数が得られるメリットを有する。また、カルマンフィルタは、非定常時系列に対しても適用できる。

[0172]

二次電池の内部抵抗及び充電率（SOC）を推定する方法として、非線形カルマンフィルタ（具体的には無香料カルマンフィルタ（UKFとも呼ぶ））を利用することができる。また、拡張カルマンフィルタ（EKFともよぶ）を用いることもできる。SOCとは、充電状態（充電率ともよぶ）を示しており、満充電時を100%、完全放電時を0%とする指標である。

[0173]

最適化アルゴリズムにより得られた初期パラメータを n （ n は整数、例えば50）サイクル毎に集め、それらのデータ群を教師データに用いてニューラルネットワーク処理することで高精度のSOCの推定を行うことができる。

[0174]

学習システムは、教師データ作成装置及び学習装置を有する。教師データ作成装置は、学習装置が学習する際に利用する教師データを作成する。教師データとは処理対象データと認識対象が同一のデータと、そのデータに対応するラベルの評価とを含む。教師データ作成装置は、入力データ取得部、評価取得部、教師データ作成部とを有する。入力データ取得部は、記憶装置に記憶されたデータから取得してもよいし、インターネットを介して学習の入力データを取得してもよく、入力データとは学習に用いるデータであり、二次電池の電流値や電圧値を含む。また、教師データとしては、実測のデータでなくともよく、初期パラメータを条件振りすることで多様性を持たせ、実測に近いデータを作成し、それらの所定の特性データベースを教師データに用いてニューラルネットワーク処理することで充電率（SOC）を推定してもよい。ある一つの電池の充放電特性を基に、実測に近いデータを作成し、それらの所定の特性データベースを教師データに用いてニューラルネットワーク処理することで、同種の電池のSOC推定を効率よく行うこともできる。

[0175]

二次電池の劣化が進んだ場合、初期パラメータのFCCが大きく変化するとSOCの誤差が生じる恐れがあるため、SOCの推定のための演算に用いる初期パラメータを更新してもよい。更新する初期パラメータは、予め実測した充放電特性のデータを用いて最適化アルゴリズムにより算出する。更新された初期パラメータを用いた回帰モデル、例えばカルマンフィルタで計算処理することで、劣化後であっても高精度のSOCの推定を行うことができる。本明細書ではカルマンフィルタを用いて計算処理することをカルマンフィルタ処理するとも表現する。

[0176]

初期パラメータを更新するタイミングは任意でよいが、高い精度でSOCの推定を行うためには、更新頻度は多い方が好ましく、定期的、連続的に更新するほうが好ましい。なお、二次電池の温度が高い状態において、SOCが高いと劣化が進みやすい場合がある。このような場合には、二次電池の放電を行い、SOCを低くすることにより二次電池の劣化を抑制することが好ましい。

[0177]

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

[0178]

(実施の形態3)

本実施の形態は、コンパレータの構成例を示す。

[0179]

図9には、先の実施の形態で述べたコンパレータ50の構成の一例を示す。コンパレータ50はトランジスタ21乃至トランジスタ25を有する。またコンパレータ50は、二次電池の負極電位が供

給される配線VBM__IN、二次電池の正極電位VBPが供給される配線VBP__IN、所定の電位VB3が供給される配線VB3__IN、入力端子CP1__IN、入力端子CM1__IN、出力端子CP1__OUT、および、出力端子CM1__OUTを有する。

[0180]

図9のコンパレータ50を図4のセルバランス回路130(1)および検出回路185(1)に適用する場合には例えば、配線VBP__INには端子VC1から、配線VBN__INには端子VC2から、それぞれ電位が与えられる。

[0181]

ここで、所定の電位VB3は、負極電位VBMより高い電位であり、また、コンパレータ50において、正極電位VBPは高電源電位であり、負極電位VBMは低電源電位である。

[0182]

コンパレータ50において、トランジスタ21のソースまたはドレインの一方は、配線VBM__INと電氣的に接続され、トランジスタ21のソースまたはドレインの他方は、トランジスタ22のソースまたはドレインの一方、および、トランジスタ24のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続され、トランジスタ21のゲートは、配線VB3__INと電氣的に接続される。

[0183]

トランジスタ22のソースまたはドレインの他方は、トランジスタ23のソースまたはドレインの一方、および、出力端子CM1__OUTと電氣的に接続され、トランジスタ23のソースまたはドレインの他方、および、トランジスタ23のゲートは、配線VBP__INと電氣的に接続され、トランジスタ22のゲートは、入力端子CP1__INと電氣的に接続される。

[0184]

トランジスタ24のソースまたはドレインの他方は、トランジスタ25のソースまたはドレインの一方、および、出力端子CP1__OUTと電氣的に接続され、トランジスタ25のソースまたはドレインの他方、および、トランジスタ25のゲートは、配線VBP__INと電氣的に接続され、トランジスタ24のゲートは、入力端子CM1__INと電氣的に接続される。

[0185]

また、図9に示す回路を並列に複数接続して、コンパレータ50として用いてもよい。すなわち、図9に示すコンパレータの出力を次段のコンパレータ50に入力し、複数のコンパレータを接続して用いてもよい。

[0186]

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

[0187]

(実施の形態4)

上記実施の形態で説明した電池制御回路に適用可能な半導体装置の構成例について説明する。

[0188]

図10に示す半導体装置は、トランジスタ300と、トランジスタ500と、容量素子600と、を有している。図12Aはトランジスタ500のチャネル長方向の断面図であり、図12Bはトランジスタ500のチャネル幅方向の断面図であり、図12Cはトランジスタ300のチャネル幅方向の断面図である。

[0189]

トランジスタ500は、OSトランジスタである。トランジスタ500は、オフ電流が小さいため、これを半導体装置が有するOSトランジスタに用いることにより、長期にわたり書き込んだデータを保持することが可能である。

[0190]

トランジスタ500は例えば、nチャネル型トランジスタである。

[0191]

ここで、先の実施の形態に述べた電池制御回路は例えば、OSトランジスタで構成されてもよい。また例えば先の実施の形態に述べた電池制御回路はその一部をOSトランジスタで構成されることが好ましい。例えば、電池制御回路が有するトランジスタ162およびトランジスタ172はOSトランジスタであることが好ましい。また例えば、電池制御回路が有するコンパレータをOSトランジスタで構成することができる。電池制御回路が有するコンパレータを単極性のトランジスタ、例えばnチャネル型トランジスタのみで構成してもよい。

[0192]

本実施の形態で説明する半導体装置は、図10に示すようにトランジスタ300、トランジスタ500、容量素子600を有する。トランジスタ500はトランジスタ300の上方に設けられ、容量素子600はトランジスタ300、及びトランジスタ500の上方に設けられている。層385は、トランジスタ300が設けられる層である。図10においては例えば層385は、基板311と、基板311と絶縁体322に挟まれた各層と、を有する。層585は、トランジスタ500が設けられる層である。図10においては例えば層585は、絶縁体514と絶縁体574に挟まれた各層を有する。基板311、絶縁体322、絶縁体514および絶縁体574については後述する。

[0193]

トランジスタ300は、基板311上に設けられ、導電体316、絶縁体315、基板311の一部からなる半導体領域313、ソース領域又はドレイン領域として機能する低抵抗領域314a、及び低抵抗領域314bを有する。なお、トランジスタ300は、例えば、上記実施の形態におけるコンパレータが有するトランジスタ等に適用することができる。

[0194]

トランジスタ300は、図12Cに示すように、半導体領域313の上面及びチャネル幅方向の側面が絶縁体315を介して導電体316に覆われている。このように、トランジスタ300をFin型とすることにより、実効上のチャネル幅が増大することによりトランジスタ300のオン特性を向上させることができる。また、ゲート電極の電界の寄与を高くすることができるため、トランジスタ300のオフ特性を向上させることができる。

[0195]

なお、トランジスタ300は、pチャネル型、あるいはnチャネル型のいずれでもよい。

[0196]

半導体領域313のチャネルが形成される領域、その近傍の領域、ソース領域、又はドレイン領域となる低抵抗領域314a、及び低抵抗領域314bなどにおいて、シリコン系半導体などの半導体を含むことが好ましく、単結晶シリコンを含むことが好ましい。又は、Ge（ゲルマニウム）、SiGe（シリコンゲルマニウム）、GaAs（ガリウムヒ素）、GaAlAs（ガリウムアルミニウムヒ素）などを有する材料で形成してもよい。結晶格子に応力を与え、格子間隔を変化させることで有効質量を制御したシリコンを用いた構成としてもよい。又はGaAsとGaAlAs等を用いること

で、トランジスタ300をHEMT (High Electron Mobility Transistor) としてもよい。

[0197]

低抵抗領域314a、及び低抵抗領域314bは、半導体領域313に適用される半導体材料に加え、ヒ素、リンなどのn型の導電性を付与する元素、又はホウ素などのp型の導電性を付与する元素を含む。

[0198]

ゲート電極として機能する導電体316は、ヒ素、リンなどのn型の導電性を付与する元素、もしくはホウ素などのp型の導電性を付与する元素を含むシリコンなどの半導体材料、金属材料、合金材料、又は金属酸化物材料などの導電性材料を用いることができる。

[0199]

なお、導電体の材料によって仕事関数が決まるため、当該導電体の材料を選択することで、トランジスタのしきい値電圧を調整することができる。具体的には、導電体に窒化チタンや窒化タンタルなどの材料を用いることが好ましい。さらに導電性と埋め込み性を両立するために導電体にタングステンやアルミニウムなどの金属材料を積層として用いることが好ましく、特にタングステンをうることが耐熱性の点で好ましい。

[0200]

なお、図10に示すトランジスタ300は一例であり、その構造に限定されず、回路構成や駆動方法に応じて適切なトランジスタを用いればよい。例えば、半導体装置をOSトランジスタのみで構成する場合、図11に示すとおり、トランジスタ300の構成を、酸化物半導体を用いているトランジスタ500と同様の構成にすればよい。なお、トランジスタ500の詳細については後述する。

[0201]

トランジスタ300を覆って、絶縁体320、絶縁体322、絶縁体324、及び絶縁体326が順に積層して設けられている。

[0202]

絶縁体320、絶縁体322、絶縁体324、及び絶縁体326として、例えば、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム、窒化アルミニウムなどを用いればよい。

[0203]

なお、本明細書中において、酸化窒化シリコンとは、その組成として窒素よりも酸素の含有量が多い材料を指し、窒化酸化シリコンとは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を示す。また、本明細書中において、酸化窒化アルミニウムとは、その組成として窒素よりも酸素の含有量が多い材料を指し、窒化酸化アルミニウムとは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を示す。

[0204]

絶縁体322は、その下方に設けられるトランジスタ300などによって生じる段差を平坦化する平坦化膜としての機能を有していてもよい。例えば、絶縁体322の上面は、平坦性を高めるために化学機械研磨 (CMP) 法等を用いた平坦化処理により平坦化されていてもよい。

[0205]

また、絶縁体324には、基板311、又はトランジスタ300などから、トランジスタ500が

設けられる領域に、水素や不純物が拡散しないようなバリア性を有する膜を用いることが好ましい。

[0206]

水素に対するバリア性を有する膜の一例として、例えば、CVD法で形成した窒化シリコンを用いることができる。ここで、トランジスタ500等の酸化物半導体を有する半導体素子に、水素が拡散することで、当該半導体素子の特性が低下する場合がある。したがって、トランジスタ500と、トランジスタ300との間に、水素の拡散を抑制する膜を用いることが好ましい。水素の拡散を抑制する膜とは、具体的には、水素の脱離量が少ない膜とする。

[0207]

水素の脱離量は、例えば、昇温脱離ガス分析法(TDS)などを用いて分析することができる。例えば、絶縁体324の水素の脱離量は、TDS分析において、膜の表面温度が50℃から500℃の範囲において、水素原子に換算した脱離量が、絶縁体324の面積当たりに換算して、 $10 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ 以下、好ましくは $5 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ 以下であればよい。

[0208]

なお、絶縁体326は、絶縁体324よりも誘電率が低いことが好ましい。例えば、絶縁体326の比誘電率は4未満が好ましく、3未満がより好ましい。また例えば、絶縁体326の比誘電率は、絶縁体324の比誘電率の0.7倍以下が好ましく、0.6倍以下がより好ましい。誘電率が低い材料を層間膜とすることで、配線間に生じる寄生容量を低減することができる。

[0209]

また、絶縁体320、絶縁体322、絶縁体324、及び絶縁体326には容量素子600、又はトランジスタ500と接続する導電体328、及び導電体330等が埋め込まれている。なお、導電体328、及び導電体330は、プラグ又は配線としての機能を有する。また、プラグ又は配線としての機能を有する導電体は、複数の構造をまとめて同一の符号を付与する場合がある。また、本明細書等において、配線と、配線と接続するプラグとが一体物であってもよい。すなわち、導電体の一部が配線として機能する場合、及び導電体の一部がプラグとして機能する場合もある。

[0210]

各プラグ、及び配線(導電体328、導電体330等)の材料としては、金属材料、合金材料、金属窒化物材料、又は金属酸化物材料などの導電性材料を、単層又は積層して用いることができる。耐熱性と導電性を両立するタングステンやモリブデンなどの高融点材料を用いることが好ましく、タングステンを用いることが好ましい。又は、アルミニウムや銅などの低抵抗導電性材料で形成することが好ましい。低抵抗導電性材料を用いることで配線抵抗を低くすることができる。

[0211]

絶縁体326、及び導電体330上に、配線層を設けてもよい。例えば、図10において、絶縁体350、絶縁体352、及び絶縁体354が順に積層して設けられている。また、絶縁体350、絶縁体352、及び絶縁体354には、導電体356が形成されている。導電体356は、トランジスタ300と接続するプラグ、又は配線としての機能を有する。なお導電体356は、導電体328、及び導電体330と同様の材料を用いて設けることができる。

[0212]

なお、例えば、絶縁体350は、絶縁体324と同様に、水素に対するバリア性を有する絶縁体を用いることが好ましい。また、導電体356は、水素に対するバリア性を有する導電体を含むことが好ましい。特に、水素に対するバリア性を有する絶縁体350が有する開口部に、水素に対するバリ

ア性を有する導電体が形成される。当該構成により、トランジスタ300とトランジスタ500とは、バリア層により分離することができ、トランジスタ300からトランジスタ500への水素の拡散を抑制することができる。

[0213]

なお、水素に対するバリア性を有する導電体としては、例えば、窒化タンタル等を用いるとよい。また、窒化タンタルと導電性が高いタングステンを積層することで、配線としての導電性を保持したまま、トランジスタ300からの水素の拡散を抑制することができる。この場合、水素に対するバリア性を有する窒化タンタル層が、水素に対するバリア性を有する絶縁体350と接する構造であることが好ましい。

[0214]

絶縁体354、及び導電体356上に、配線層を設けてもよい。例えば、図10において、絶縁体360、絶縁体362、及び絶縁体364が順に積層して設けられている。また、絶縁体360、絶縁体362、及び絶縁体364には、導電体366が形成されている。導電体366は、プラグ又は配線としての機能を有する。なお導電体366は、導電体328、及び導電体330と同様の材料を用いて設けることができる。

[0215]

なお、例えば、絶縁体360は、絶縁体324と同様に、水素に対するバリア性を有する絶縁体を用いることが好ましい。また、導電体366は、水素に対するバリア性を有する導電体を含むことが好ましい。特に、水素に対するバリア性を有する絶縁体360が有する開口部に、水素に対するバリア性を有する導電体が形成されることが好ましい。当該構成により、トランジスタ300とトランジスタ500とは、バリア層により分離することができ、トランジスタ300からトランジスタ500への水素の拡散を抑制することができる。

[0216]

絶縁体364、及び導電体366上に、配線層を設けてもよい。例えば、図10において、絶縁体370、絶縁体372、及び絶縁体374が順に積層して設けられている。また、絶縁体370、絶縁体372、及び絶縁体374には、導電体376が形成されている。導電体376は、プラグ又は配線としての機能を有する。なお導電体376は、導電体328、及び導電体330と同様の材料を用いて設けることができる。

[0217]

なお、例えば、絶縁体370は、絶縁体324と同様に、水素に対するバリア性を有する絶縁体を用いることが好ましい。また、導電体376は、水素に対するバリア性を有する導電体を含むことが好ましい。特に、水素に対するバリア性を有する絶縁体370が有する開口部に、水素に対するバリア性を有する導電体が形成されることが好ましい。当該構成により、トランジスタ300とトランジスタ500とは、バリア層により分離することができ、トランジスタ300からトランジスタ500への水素の拡散を抑制することができる。

[0218]

絶縁体374、及び導電体376上に、配線層を設けてもよい。例えば、図10において、絶縁体380、絶縁体382、及び絶縁体384が順に積層して設けられている。また、絶縁体380、絶縁体382、及び絶縁体384には、導電体386が形成されている。導電体386は、プラグ又は配線としての機能を有する。なお導電体386は、導電体328、及び導電体330と同様の材料を

用いて設けることができる。

[0219]

なお、例えば、絶縁体380は、絶縁体324と同様に、水素に対するバリア性を有する絶縁体を用いることが好ましい。また、導電体386は、水素に対するバリア性を有する導電体を含むことが好ましい。特に、水素に対するバリア性を有する絶縁体380が有する開口部に、水素に対するバリア性を有する導電体が形成されることが好ましい。当該構成により、トランジスタ300とトランジスタ500とは、バリア層により分離することができ、トランジスタ300からトランジスタ500への水素の拡散を抑制することができる。

[0220]

上記において、導電体356を含む配線層、導電体366を含む配線層、導電体376を含む配線層、及び導電体386を含む配線層、について説明したが、本実施の形態に係る半導体装置はこれに限られるものではない。導電体356を含む配線層と同様の配線層を3層以下にしてもよいし、導電体356を含む配線層と同様の配線層を5層以上にしてもよい。

[0221]

絶縁体384上には絶縁体510、絶縁体512、絶縁体514、及び絶縁体516が、順に積層して設けられている。絶縁体510、絶縁体512、絶縁体514、及び絶縁体516のいずれかは、酸素や水素に対してバリア性のある物質を用いることが好ましい。

[0222]

例えば、絶縁体510、及び絶縁体514には、例えば、基板311、又はトランジスタ300を設ける領域などから、トランジスタ500を設ける領域に、水素や不純物が拡散しないようなバリア性を有する膜を用いることが好ましい。したがって、絶縁体324と同様の材料を用いることができる。

[0223]

水素に対するバリア性を有する膜の一例として、CVD法で形成した窒化シリコンを用いることができる。ここで、トランジスタ500等の酸化物半導体を有する半導体素子に、水素が拡散することで、当該半導体素子の特性が低下する場合がある。したがって、トランジスタ500と、トランジスタ300との間に、水素の拡散を抑制する膜を用いることが好ましい。水素の拡散を抑制する膜とは、具体的には、水素の脱離量が少ない膜とする。

[0224]

また、水素に対するバリア性を有する膜として、例えば、絶縁体510、及び絶縁体514には、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化タンタルなどの金属酸化物を用いることが好ましい。

[0225]

特に、酸化アルミニウムは、酸素、及びトランジスタの電気特性の変動要因となる水素、水分などの不純物、の両方に対して膜を透過させない遮断効果が高い。したがって、酸化アルミニウムは、トランジスタの作製工程中及び作製後において、水素、水分などの不純物のトランジスタ500への混入を防止することができる。また、トランジスタ500を構成する酸化物からの酸素の放出を抑制することができる。そのため、トランジスタ500に対する保護膜として用いることに適している。

[0226]

また、例えば、絶縁体512、及び絶縁体516には、絶縁体320と同様の材料を用いることができる。また、これらの絶縁体に、比較的誘電率が低い材料を適用することで、配線間に生じる寄生

容量を低減することができる。例えば、絶縁体512、及び絶縁体516として、酸化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜などを用いることができる。

[0227]

また、絶縁体510、絶縁体512、絶縁体514、及び絶縁体516には、導電体518、及びトランジスタ500を構成する導電体（例えば、導電体503）等が埋め込まれている。なお、導電体518は、容量素子600、又はトランジスタ300と接続するプラグ、又は配線としての機能を有する。導電体518は、導電体328、及び導電体330と同様の材料を用いて設けることができる。

[0228]

特に、絶縁体510、及び絶縁体514と接する領域の導電体518は、酸素、水素、及び水に対するバリア性を有する導電体であることが好ましい。当該構成により、トランジスタ300とトランジスタ500とは、酸素、水素、及び水に対するバリア性を有する層で、分離することができ、トランジスタ300からトランジスタ500への水素の拡散を抑制することができる。

[0229]

絶縁体516の上方には、トランジスタ500が設けられている。

[0230]

図12A、図12Bに示すように、トランジスタ500は、絶縁体514及び絶縁体516に埋め込まれるように配置された導電体503と、絶縁体516及び導電体503の上に配置された絶縁体520と、絶縁体520の上に配置された絶縁体522と、絶縁体522の上に配置された絶縁体524と、絶縁体524の上に配置された酸化物530aと、酸化物530aの上に配置された酸化物530bと、酸化物530b上に互いに離れて配置された導電体542a及び導電体542bと、導電体542a及び導電体542b上に配置され、導電体542aと導電体542bの間に重畳して開口が形成された絶縁体580と、開口の底面及び側面に配置された酸化物530cと、酸化物530cの形成面に配置された絶縁体550と、絶縁体550の形成面に配置された導電体560と、を有する。

[0231]

また、図12A、図12Bに示すように、酸化物530a、酸化物530b、導電体542a、及び導電体542bと、絶縁体580との間に絶縁体544が配置されることが好ましい。また、図12A、図12Bに示すように、導電体560は、絶縁体550の内側に設けられた導電体560aと、導電体560aの内側に埋め込まれるように設けられた導電体560bと、を有することが好ましい。また、図12A、図12Bに示すように、絶縁体580、導電体560、及び絶縁体550の上に絶縁体574が配置されることが好ましい。

[0232]

なお、以下において、酸化物530a、酸化物530b、及び酸化物530cをまとめて酸化物530という場合がある。

[0233]

なお、トランジスタ500では、チャンネルが形成される領域と、その近傍において、酸化物530a、酸化物530b、及び酸化物530cの3層を積層する構成について示しているが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、酸化物530bの単層、酸化物530bと酸化物530aの2層構造、酸化物530bと酸化物530cの2層構造、又は4層以上の積層構造を設ける構成にして

もよい。また、トランジスタ500では、導電体560を2層の積層構造として示しているが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、導電体560が、単層構造であってもよいし、3層以上の積層構造であってもよい。また、図10、図12Aに示すトランジスタ500は一例であり、その構造に限定されず、回路構成や駆動方法に応じて適切なトランジスタを用いればよい。

[0234]

ここで、導電体560は、トランジスタのゲート電極として機能し、導電体542a及び導電体542bは、それぞれソース電極又はドレイン電極として機能する。上記のように、導電体560は、絶縁体580の開口、及び導電体542aと導電体542bに挟まれた領域に埋め込まれるように形成される。導電体560、導電体542a及び導電体542bの配置は、絶縁体580の開口に対して、自己整合的に選択される。つまり、トランジスタ500において、ゲート電極を、ソース電極とドレイン電極の間に、自己整合的に配置させることができる。よって、導電体560を位置合わせのマージンを設けることなく形成することができるので、トランジスタ500の占有面積の縮小を図ることができる。これにより、半導体装置の微細化、高集積化を図ることができる。

[0235]

さらに、導電体560が、導電体542aと導電体542bの間の領域に自己整合的に形成されるので、導電体560は、導電体542a又は導電体542bと重畳する領域を有さない。これにより、導電体560と導電体542a及び導電体542bとの間に形成される寄生容量を低減することができる。よって、トランジスタ500のスイッチング速度を向上させ、高い周波数特性を有せしめることができる。

[0236]

導電体560は、第1のゲート（トップゲートともいう）電極として機能する場合がある。また、導電体503は、第2のゲート（ボトムゲートともいう）電極として機能する場合がある。その場合、導電体503に印加する電位を、導電体560に印加する電位と、連動させず、独立して変化させることで、トランジスタ500のしきい値電圧を制御することができる。特に、導電体503に負の電位を印加することにより、トランジスタ500のしきい値電圧を0Vより大きくし、オフ電流を低減することが可能となる。したがって、導電体503に負の電位を印加したほうが、印加しない場合よりも、導電体560に印加する電位が0Vのときのドレイン電流を小さくすることができる。

[0237]

導電体503は、酸化物530、及び導電体560と、重なるように配置する。これにより、導電体560、及び導電体503に電位を印加した場合、導電体560から生じる電界と、導電体503から生じる電界と、がつながり、酸化物530に形成されるチャネル形成領域を覆うことができる。本明細書等において、第1のゲート電極、及び第2のゲート電極の電界によって、チャネル形成領域を電氣的に取り囲むトランジスタの構造を、surrounded channel (S-channel) 構造とよぶ。

[0238]

また、導電体503は、導電体518と同様の構成であり、絶縁体514及び絶縁体516の開口の内壁に接して導電体503aが形成され、さらに内側に導電体503bが形成されている。なお、トランジスタ500では、導電体503a及び導電体503bを積層する構成について示しているが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、導電体503は、単層、又は3層以上の積層構造として設ける構成にしてもよい。

[0239]

ここで、導電体503aは、水素原子、水素分子、水分子、銅原子などの不純物の拡散を抑制する機能を有する（上記不純物が透過しにくい。）導電性材料を用いることが好ましい。又は、酸素（例えば、酸素原子、酸素分子などの少なくとも一）の拡散を抑制する機能を有する（上記酸素が透過しにくい。）導電性材料を用いることが好ましい。なお、本明細書において、不純物、又は酸素の拡散を抑制する機能とは、上記不純物、又は上記酸素のいずれか一又は、すべての拡散を抑制する機能とする。

[0240]

例えば、導電体503aが酸素の拡散を抑制する機能を持つことにより、導電体503bが酸化して導電率が低下することを抑制することができる。

[0241]

また、導電体503が配線の機能を兼ねる場合、導電体503bは、タングステン、銅、又はアルミニウムを主成分とする、導電性が高い導電性材料を用いることが好ましい。その場合、導電体503aは、必ずしも設けなくともよい。なお、導電体503bを単層で図示したが、積層構造としてもよく、例えば、チタンまたは窒化チタンと上記導電性材料との積層としてもよい。

[0242]

絶縁体520、絶縁体522および絶縁体524は、第2のゲート絶縁膜としての機能を有する。

[0243]

ここで、酸化物530と接する絶縁体524は、化学量論的組成を満たす酸素よりも多くの酸素を含む絶縁体を用いることが好ましい。つまり、絶縁体524には、過剰酸素領域が形成されていることが好ましい。このような過剰酸素を含む絶縁体を酸化物530に接して設けることにより、酸化物530中の酸素欠損を低減し、トランジスタ500の信頼性を向上させることができる。

[0244]

過剰酸素領域を有する絶縁体として、具体的には、加熱により一部の酸素が脱離する酸化物材料を用いることが好ましい。加熱により酸素を脱離する酸化物とは、TDS (Thermal Desorption Spectroscopy) 分析にて、酸素原子に換算しての酸素の脱離量が $1.0 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以上、好ましくは $1.0 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以上、さらに好ましくは $2.0 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以上、又は $3.0 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以上である酸化物膜である。なお、上記TDS分析時における膜の表面温度としては 100°C 以上 700°C 以下、又は 100°C 以上 400°C 以下の範囲が好ましい。

[0245]

また、絶縁体524が、過剰酸素領域を有する場合、絶縁体522は、酸素（例えば、酸素原子、酸素分子など）の拡散を抑制する機能を有する（上記酸素が透過しにくい）ことが好ましい。

[0246]

絶縁体522が、酸素や不純物の拡散を抑制する機能を有することで、酸化物530が有する酸素は、絶縁体520側へ拡散することがなく、好ましい。また、導電体503が、絶縁体524や、酸化物530が有する酸素と反応することを抑制することができる。

[0247]

絶縁体522は、例えば、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、アルミニウム及びハフニウムを含む酸化物（ハフニウムアルミネート）、酸化タンタル、酸化ジルコニウム、チタン酸ジルコン酸鉛（P

ZT)、チタン酸ストロンチウム (SrTiO_3)、又は (Ba, SrTiO_3) (BST) などのいわゆる high-k 材料を含む絶縁体を単層又は積層で用いることが好ましい。トランジスタの微細化、及び高集積化が進むと、ゲート絶縁膜の薄膜化により、リーク電流などの問題が生じる場合がある。ゲート絶縁膜として機能する絶縁体に high-k 材料を用いることで、物理膜厚を保ちながら、トランジスタ動作時のゲート電位の低減が可能となる。

[0248]

特に、不純物、及び酸素などの拡散を抑制する機能を有する（上記酸素が透過しにくい）絶縁性材料であるアルミニウム、ハフニウム的一方又は双方の酸化物を含む絶縁体を用いるとよい。アルミニウム、ハフニウム的一方又は双方の酸化物を含む絶縁体として、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、アルミニウム及びハフニウムを含む酸化物（ハフニウムアルミネート）などを用いることが好ましい。このような材料を用いて絶縁体522を形成した場合、絶縁体522は、酸化物530からの酸素の放出や、トランジスタ500の周辺部から酸化物530への水素等の不純物の混入を抑制する層として機能する。

[0249]

又は、これらの絶縁体に、例えば、酸化アルミニウム、酸化ビスマス、酸化ゲルマニウム、酸化ニオブ、酸化シリコン、酸化チタン、酸化タングステン、酸化イットリウム、酸化ジルコニウムを添加してもよい。又はこれらの絶縁体を窒化処理してもよい。上記の絶縁体に酸化シリコン、酸化窒化シリコン又は窒化シリコンを積層して用いてもよい。

[0250]

また、絶縁体520は、熱的に安定していることが好ましい。例えば、酸化シリコン及び酸化窒化シリコンは、熱的に安定であるため、好適である。また、high-k 材料の絶縁体を酸化シリコン、または酸化窒化シリコンと組み合わせることで、熱的に安定かつ比誘電率の高い積層構造の絶縁体520を得ることができる。

[0251]

なお、図12A、図12Bのトランジスタ500では、3層の積層構造からなる第2のゲート絶縁膜として、絶縁体520、絶縁体522、及び絶縁体524が図示されているが、第2のゲート絶縁膜は、単層、2層、又は4層以上の積層構造を有していてもよい。その場合、同じ材料からなる積層構造に限定されず、異なる材料からなる積層構造でもよい。

[0252]

トランジスタ500は、チャンネル形成領域を含む酸化物530に、酸化物半導体として機能する金属酸化物を用いることが好ましい。例えば、酸化物530として、In-M-Zn酸化物（元素Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、ホウ素、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、又はマグネシウムなどから選ばれた一種、又は複数種）等の金属酸化物を用いるとよい。

[0253]

具体的には、酸化物530aとして、 $\text{In:Ga:Zn}=1:3:4$ [原子数比]、または $1:1:0.5$ [原子数比]の金属酸化物を用いればよい。また、酸化物530bとして、 $\text{In:Ga:Zn}=4:2:3$ [原子数比]、または $1:1:1$ [原子数比]の金属酸化物を用いればよい。また、酸化物530cとして、 $\text{In:Ga:Zn}=1:3:4$ [原子数比]、 $\text{Ga:Zn}=2:1$ [原子数比]、

または $G a : Z n = 2 : 5$ [原子数比] の金属酸化物を用いればよい。また、酸化物530cを積層構造とする場合の具体例としては、 $I n : G a : Z n = 4 : 2 : 3$ [原子数比] と、 $I n : G a : Z n = 1 : 3 : 4$ [原子数比] との積層構造、 $G a : Z n = 2 : 1$ [原子数比] と、 $I n : G a : Z n = 4 : 2 : 3$ [原子数比] との積層構造、 $G a : Z n = 2 : 5$ [原子数比] と、 $I n : G a : Z n = 4 : 2 : 3$ [原子数比] との積層構造、酸化ガリウムと、 $I n : G a : Z n = 4 : 2 : 3$ [原子数比] との積層構造などが挙げられる。

[0254]

また、酸化物530bは、結晶性を有していてもよい。例えば、後述するCAAC-OS (c-axis aligned crystalline oxide semiconductor) を用いることが好ましい。CAAC-OSなどの結晶性を有する酸化物は、不純物や欠陥(酸素欠損など)が少なく、結晶性の高い、緻密な構造を有している。よって、ソース電極またはドレイン電極による、酸化物530bからの酸素の引き抜きを抑制することができる。また、加熱処理を行っても、酸化物530bから酸素が、引き抜かれることを低減できるので、トランジスタ500は、製造工程における高い温度(所謂サーマルバジェット)に対して安定である。

[0255]

酸化物530においてチャネル形成領域として機能する金属酸化物は、バンドギャップが $2 e V$ 以上、好ましくは $2.5 e V$ 以上のもを用いることが好ましい。このように、バンドギャップの大きい金属酸化物を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができる。

[0256]

酸化物530は、酸化物530b下に酸化物530aを有することで、酸化物530aよりも下方に形成された構造物から、酸化物530bへの不純物の拡散を抑制することができる。また、酸化物530b上に酸化物530cを有することで、酸化物530cよりも上方に形成された構造物から、酸化物530bへの不純物の拡散を抑制することができる。

[0257]

なお、酸化物530は、各金属原子の原子数比が異なる複数の酸化物層の積層構造を有することが好ましい。具体的には、酸化物530aに用いる金属酸化物において、構成元素中の元素Mの原子数比が、酸化物530bに用いる金属酸化物における、構成元素中の元素Mの原子数比より、大きいことが好ましい。また、酸化物530aに用いる金属酸化物において、 $I n$ に対する元素Mの原子数比が、酸化物530bに用いる金属酸化物における、 $I n$ に対する元素Mの原子数比より大きいことが好ましい。また、酸化物530bに用いる金属酸化物において、元素Mに対する $I n$ の原子数比が、酸化物530aに用いる金属酸化物における、元素Mに対する $I n$ の原子数比より大きいことが好ましい。また、酸化物530cは、酸化物530a又は酸化物530bに用いることができる金属酸化物を、用いることができる。

[0258]

また、酸化物530a及び酸化物530cの伝導帯下端のエネルギーが、酸化物530bの伝導帯下端のエネルギーより高くなることが好ましい。また、言い換えると、酸化物530a及び酸化物530cの電子親和力が、酸化物530bの電子親和力より小さいことが好ましい。

[0259]

ここで、酸化物530a、酸化物530b、及び酸化物530cの接合部において、伝導帯下端のエネルギー準位はなだらかに変化する。換言すると、酸化物530a、酸化物530b、及び酸化物

530cの接合部における伝導帯下端のエネルギー準位は、連続的に変化又は連続接合するともいうことができる。このようにするためには、酸化物530aと酸化物530bとの界面、及び酸化物530bと酸化物530cとの界面において形成される混合層の欠陥準位密度を低くするとよい。

[0260]

具体的には、酸化物530aと酸化物530b、酸化物530bと酸化物530cが、酸素以外に共通の元素を有する（主成分とする）ことで、欠陥準位密度が低い混合層を形成することができる。例えば、酸化物530bがIn-Ga-Zn酸化物の場合、酸化物530a及び酸化物530cとして、In-Ga-Zn酸化物、Ga-Zn酸化物、酸化ガリウムなどを用いるとよい。

[0261]

このとき、キャリアの主たる経路は酸化物530bとなる。酸化物530a、酸化物530cを上述の構成とすることで、酸化物530aと酸化物530bとの界面、及び酸化物530bと酸化物530cとの界面における欠陥準位密度を低くすることができる。そのため、界面散乱によるキャリア伝導への影響が小さくなり、トランジスタ500は高いオン電流を得られる。

[0262]

酸化物530b上には、ソース電極、及びドレイン電極として機能する導電体542a、及び導電体542bが設けられる。導電体542a、及び導電体542bとしては、アルミニウム、クロム、銅、銀、金、白金、タンタル、ニッケル、チタン、モリブデン、タングステン、ハフニウム、バナジウム、ニオブ、マンガン、マグネシウム、ジルコニウム、ベリリウム、インジウム、ルテニウム、イリジウム、ストロンチウム、ランタンから選ばれた金属元素、又は上述した金属元素を成分とする合金か、上述した金属元素を組み合わせた合金等を用いることが好ましい。例えば、窒化タンタル、窒化チタン、タングステン、チタンとアルミニウムを含む窒化物、タンタルとアルミニウムを含む窒化物、酸化ルテニウム、窒化ルテニウム、ストロンチウムとルテニウムを含む酸化物、ランタンとニッケルを含む酸化物などを用いることが好ましい。また、窒化タンタル、窒化チタン、チタンとアルミニウムを含む窒化物、タンタルとアルミニウムを含む窒化物、酸化ルテニウム、窒化ルテニウム、ストロンチウムとルテニウムを含む酸化物、ランタンとニッケルを含む酸化物は、酸化しにくい導電性材料、又は、酸素を吸収しても導電性を維持する材料であるため、好ましい。更に、窒化タンタルなどの金属窒化物膜は、水素又は酸素に対するバリア性があるため好ましい。

[0263]

また、図12では、導電体542a、及び導電体542bを単層構造として示したが、2層以上の積層構造としてもよい。例えば、窒化タンタル膜とタングステン膜を積層するとよい。また、チタン膜とアルミニウム膜を積層してもよい。また、タングステン膜上にアルミニウム膜を積層する二層構造、銅-マグネシウム-アルミニウム合金膜上に銅膜を積層する二層構造、チタン膜上に銅膜を積層する二層構造、タングステン膜上に銅膜を積層する二層構造としてもよい。

[0264]

また、チタン膜又は窒化チタン膜と、そのチタン膜又は窒化チタン膜上に重ねてアルミニウム膜又は銅膜を積層し、さらにその上にチタン膜又は窒化チタン膜を形成する三層構造、モリブデン膜又は窒化モリブデン膜と、そのモリブデン膜又は窒化モリブデン膜上に重ねてアルミニウム膜又は銅膜を積層し、さらにその上にモリブデン膜又は窒化モリブデン膜を形成する三層構造等がある。なお、酸化インジウム、酸化錫又は酸化亜鉛を含む透明導電材料を用いてもよい。

[0265]

また、図12Aに示すように、酸化物530の、導電体542a（導電体542b）との界面とその近傍には、低抵抗領域として、領域543a、及び領域543bが形成される場合がある。このとき、領域543aはソース領域又はドレイン領域の一方として機能し、領域543bはソース領域又はドレイン領域の他方として機能する。また、領域543aと領域543bに挟まれる領域にチャンネル形成領域が形成される。

[0266]

酸化物530と接するように上記導電体542a（導電体542b）を設けることで、領域543a（領域543b）の酸素濃度が低減する場合がある。また、領域543a（領域543b）に導電体542a（導電体542b）に含まれる金属と、酸化物530の成分とを含む金属化合物層が形成される場合がある。このような場合、領域543a（領域543b）のキャリア密度が増加し、領域543a（領域543b）は、低抵抗領域となる。

[0267]

絶縁体544は、導電体542a、及び導電体542bを覆うように設けられ、導電体542a、及び導電体542bの酸化を抑制する。このとき、絶縁体544は、酸化物530の側面を覆い、絶縁体524と接するように設けられてもよい。

[0268]

絶縁体544として、ハフニウム、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、ジルコニウム、タンダステン、チタン、タンタル、ニッケル、ゲルマニウム、ネオジム、ランタン又は、マグネシウムなどから選ばれた一種、又は二種以上が含まれた金属酸化物を用いることができる。また、絶縁体544として、窒化酸化シリコン又は窒化シリコンなども用いることができる。

[0269]

特に、絶縁体544として、アルミニウム、又はハフニウムの一方又は双方の酸化物を含む絶縁体である、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、アルミニウム、及びハフニウムを含む酸化物（ハフニウムアルミネート）などを用いることが好ましい。特に、ハフニウムアルミネートは、酸化ハフニウム膜よりも、耐熱性が高い。そのため、後の工程での熱処理において、結晶化しにくいいため好ましい。なお、導電体542a、及び導電体542bが耐酸化性を有する材料、又は、酸素を吸収しても著しく導電性が低下しない場合、絶縁体544は、必須の構成ではない。求めるトランジスタ特性により、適宜設計すればよい。

[0270]

絶縁体544を有することで、絶縁体580に含まれる水、及び水素などの不純物が酸化物530c、絶縁体550を介して、酸化物530bに拡散することを抑制することができる。また、絶縁体580が有する過剰酸素により、導電体560が酸化するのを抑制することができる。

[0271]

絶縁体550は、第1のゲート絶縁膜として機能する。絶縁体550は、酸化物530cの内側（上面、及び側面）に接して配置することが好ましい。絶縁体550は、上述した絶縁体524と同様に、過剰に酸素を含み、かつ加熱により酸素が放出される絶縁体を用いて形成することが好ましい。

[0272]

具体的には、過剰酸素を有する酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、フッ素を添加した酸化シリコン、炭素を添加した酸化シリコン、炭素、及び窒素を添加した酸化シリコン、空孔を有する酸化シリコンを用いることができる。特に、酸化シリコン、及び酸化窒化シ

リコンは熱に対し安定であるため好ましい。

[0273]

加熱により酸素が放出される絶縁体を、絶縁体550として、酸化物530cの上面に接して設けることにより、絶縁体550から、酸化物530cを通じて、酸化物530bのチャンネル形成領域に効果的に酸素を供給することができる。また、絶縁体524と同様に、絶縁体550中の水又は水素などの不純物濃度が低減されていることが好ましい。絶縁体550の膜厚は、1nm以上20nm以下とするのが好ましい。

[0274]

また、絶縁体550が有する過剰酸素を、効率的に酸化物530へ供給するために、絶縁体550と導電体560との間に金属酸化物を設けてもよい。当該金属酸化物は、絶縁体550から導電体560への酸素拡散を抑制することが好ましい。酸素の拡散を抑制する金属酸化物を設けることで、絶縁体550から導電体560への過剰酸素の拡散が抑制される。つまり、酸化物530へ供給する過剰酸素量の減少を抑制することができる。また、過剰酸素による導電体560の酸化を抑制することができる。当該金属酸化物としては、絶縁体544に用いることができる材料を用いればよい。

[0275]

なお、絶縁体550は、第2のゲート絶縁膜と同様に、積層構造としてもよい。トランジスタの微細化、及び高集積化が進むと、ゲート絶縁膜の薄膜化により、リーク電流などの問題が生じる場合があるため、ゲート絶縁膜として機能する絶縁体を、high-k材料と、熱的に安定している材料との積層構造とすることで、物理膜厚を保ちながら、トランジスタ動作時のゲート電位の低減が可能となる。また、熱的に安定かつ比誘電率の高い積層構造とすることができる。

[0276]

第1のゲート電極として機能する導電体560は、図12A、図12Bでは2層構造として示しているが、単層構造でもよいし、3層以上の積層構造であってもよい。

[0277]

導電体560aは、水素原子、水素分子、水分子、窒素原子、窒素分子、酸化窒素分子(N₂O、NO、NO₂など)、銅原子などの不純物の拡散を抑制する機能を有する導電性材料を用いることが好ましい。又は、酸素(例えば、酸素原子、酸素分子などの少なくとも一)の拡散を抑制する機能を有する導電性材料を用いることが好ましい。導電体560aが酸素の拡散を抑制する機能を持つことにより、絶縁体550に含まれる酸素により、導電体560bが酸化して導電率が低下することを抑制することができる。酸素の拡散を抑制する機能を有する導電性材料としては、例えば、タンタル、窒化タンタル、ルテニウム、又は酸化ルテニウムなどを用いることが好ましい。また、導電体560aとして、酸化物530に適用できる酸化物半導体を用いることができる。その場合、導電体560bをスパッタリング法で成膜することで、導電体560aの電気抵抗値を低下させて導電体にすることができる。これをOC(Oxide Conductor)電極と呼ぶことができる。

[0278]

また、導電体560bは、タングステン、銅、又はアルミニウムを主成分とする導電性材料を用いることが好ましい。また、導電体560bは、配線としても機能するため、導電性が高い導電体を用いることが好ましい。例えば、タングステン、銅、又はアルミニウムを主成分とする導電性材料を用いることができる。また、導電体560bは積層構造としてもよく、例えば、チタンまたは窒化チタンと上記導電性材料との積層構造としてもよい。

[0279]

絶縁体580は、絶縁体544を介して、導電体542a、及び導電体542b上に設けられる。絶縁体580は、過剰酸素領域を有することが好ましい。例えば、絶縁体580として、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、フッ素を添加した酸化シリコン、炭素を添加した酸化シリコン、炭素、及び窒素を添加した酸化シリコン、空孔を有する酸化シリコン、又は樹脂などを有することが好ましい。特に、酸化シリコン、及び酸化窒化シリコンは、熱的に安定であるため好ましい。特に、酸化シリコン、空孔を有する酸化シリコンは、後の工程で、容易に過剰酸素領域を形成することができるため好ましい。

[0280]

絶縁体580は、過剰酸素領域を有することが好ましい。加熱により酸素が放出される絶縁体580を、酸化物530cと接して設けることで、絶縁体580中の酸素を、酸化物530cを通じて、酸化物530へと効率良く供給することができる。なお、絶縁体580中の水又は水素などの不純物濃度が低減されていることが好ましい。

[0281]

絶縁体580の開口は、導電体542aと導電体542bの間の領域に重畳して形成される。これにより、導電体560は、絶縁体580の開口、及び導電体542aと導電体542bに挟まれた領域に、埋め込まれるように形成される。

[0282]

半導体装置を微細化するに当たり、ゲート長を短くすることが求められるが、導電体560の導電性が下がらないようにする必要がある。そのために導電体560の膜厚を大きくすると、導電体560はアスペクト比が高い形状となりうる。本実施の形態では、導電体560を絶縁体580の開口に埋め込むように設けるため、導電体560をアスペクト比の高い形状にしても、工程中に導電体560を倒壊させることなく、形成することができる。

[0283]

絶縁体574は、絶縁体580の上面、導電体560の上面、及び絶縁体550の上面に接して設けられることが好ましい。絶縁体574をスパッタリング法で成膜することで、絶縁体550、及び絶縁体580へ過剰酸素領域を設けることができる。これにより、当該過剰酸素領域から、酸化物530中に酸素を供給することができる。

[0284]

例えば、絶縁体574として、ハフニウム、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、ジルコニウム、タングステン、チタン、タンタル、ニッケル、ゲルマニウム、又はマグネシウムなどから選ばれた一種、又は二種以上が含まれた金属酸化物を用いることができる。

[0285]

特に、酸化アルミニウムはバリア性が高く、0.5nm以上3.0nm以下の薄膜であっても、水素、及び窒素の拡散を抑制することができる。したがって、スパッタリング法で成膜した酸化アルミニウムは、酸素供給源であるとともに、水素などの不純物のバリア膜としての機能も有することができる。

[0286]

また、絶縁体574の上に、層間膜として機能する絶縁体581を設けることが好ましい。絶縁体581は、絶縁体524などと同様に、膜中の水又は水素などの不純物濃度が低減されていることが

好ましい。

[0287]

また、絶縁体581、絶縁体574、絶縁体580、及び絶縁体544に形成された開口に、導電体540a、及び導電体540bを配置する。導電体540a及び導電体540bは、導電体560を挟んで対向して設ける。導電体540a及び導電体540bは、後述する導電体546、及び導電体548と同様の構成である。

[0288]

絶縁体581上には、絶縁体582が設けられている。絶縁体582は、酸素や水素に対してバリア性のある物質を用いることが好ましい。したがって、絶縁体582には、絶縁体514と同様の材料を用いることができる。例えば、絶縁体582には、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化タンタルなどの金属酸化物を用いることが好ましい。

[0289]

特に、酸化アルミニウムは、酸素、及びトランジスタの電気特性の変動要因となる水素、水分などの不純物、の両方に対して膜を透過させない遮断効果が高い。したがって、酸化アルミニウムは、トランジスタの作製工程中及び作製後において、水素、水分などの不純物のトランジスタ500への混入を防止することができる。また、トランジスタ500を構成する酸化物からの酸素の放出を抑制することができる。そのため、トランジスタ500に対する保護膜として用いることに適している。

[0290]

また、絶縁体582上には、絶縁体586が設けられている。絶縁体586は、絶縁体320と同様の材料を用いることができる。また、これらの絶縁体に、比較的誘電率が低い材料を適用することで、配線間に生じる寄生容量を低減することができる。例えば、絶縁体586として、酸化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜などを用いることができる。

[0291]

また、絶縁体520、絶縁体522、絶縁体524、絶縁体544、絶縁体580、絶縁体574、絶縁体581、絶縁体582、及び絶縁体586には、導電体546、及び導電体548等が埋め込まれている。

[0292]

導電体546、及び導電体548は、容量素子600、トランジスタ500、又はトランジスタ300と接続するプラグ、又は配線としての機能を有する。導電体546、及び導電体548は、導電体328、及び導電体330と同様の材料を用いて設けることができる。

[0293]

続いて、トランジスタ500の上方には、容量素子600が設けられている。容量素子600は、導電体610と、導電体620、絶縁体630とを有する。

[0294]

また、導電体546、及び導電体548上に、導電体612を設けてもよい。導電体612は、トランジスタ500と接続するプラグ、又は配線としての機能を有する。導電体610は、容量素子600の電極としての機能を有する。なお、導電体612、及び導電体610は、同時に形成することができる。

[0295]

導電体612、及び導電体610には、モリブデン、チタン、タンタル、タングステン、アルミニ

ウム、銅、クロム、ネオジム、スカンジウムから選ばれた元素を含む金属膜、又は上述した元素を成分とする金属窒化物膜（窒化タンタル膜、窒化チタン膜、窒化モリブデン膜、窒化タングステン膜）等を用いることができる。又は、インジウム錫酸化物、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などの導電性材料を適用することもできる。

[0296]

図10では、導電体612、及び導電体610は単層構造を示したが、当該構成に限定されず、2層以上の積層構造でもよい。例えば、バリア性を有する導電体と導電性が高い導電体との間に、バリア性を有する導電体、及び導電性が高い導電体に対して密着性が高い導電体を形成してもよい。

[0297]

絶縁体630を介して、導電体610と重畳するように、導電体620を設ける。なお、導電体620は、金属材料、合金材料、又は金属酸化物材料などの導電性材料を用いることができる。耐熱性と導電性を両立するタングステンやモリブデンなどの高融点材料を用いることが好ましく、特にタングステンをを用いることが好ましい。また、導電体などの他の構造と同時に形成する場合は、低抵抗金属材料であるCu（銅）やAl（アルミニウム）等を用いればよい。

[0298]

導電体620、及び絶縁体630上には、絶縁体640が設けられている。絶縁体640は、絶縁体320と同様の材料を用いて設けることができる。また、絶縁体640は、その下方の凹凸形状を被覆する平坦化膜として機能してもよい。

[0299]

本構造を用いることで、酸化物半導体を有するトランジスタを用いた半導体装置において、電気特性の変動を抑制するとともに、信頼性を向上させることができる。又は、酸化物半導体を有するトランジスタを用いた電池制御回路において、微細化又は高集積化を図ることができる。

[0300]

実施の形態1に示すトランジスタ140およびトランジスタ150はパワーMOSFET（Power MOSFET）と呼ばれる場合がある。図30、図31A、図31Bおよび図31Cに例示するトランジスタ300は特にトランジスタ140およびトランジスタ150に適用することが好ましい。図30、図31A、図31Bおよび図31Cに示すトランジスタ300はD-MOS（Double Diffusion Metal Oxide Semiconductor）FETと呼ばれる。

[0301]

図30に示すトランジスタ300は、プレーナー型のトランジスタである。低抵抗領域314a及び低抵抗領域314bの一方と他方をそれぞれソース領域及びドレイン領域として用いることにより、MOSFETとして動作させることができるが、ここでは低抵抗領域314a及び低抵抗領域314bをともにソースとして機能させ、低抵抗領域314a及び低抵抗領域314bの外側に領域319を形成し、シリコン基板の半導体領域313に対して、図30に示す断面において下方にあたる領域に低抵抗領域317を設け、その下方にドレイン電極として機能する裏面電極318を設けることにより、トランジスタ300をD-MOSFETとして機能させることができる。なお、低抵抗領域314a及び低抵抗領域314bをともにドレインとして機能させ、裏面電極318をソー

ス電極として機能させてもよい。領域319は、低抵抗領域314a及び低抵抗領域314bと逆の極性の領域であることが好ましい。例えば、低抵抗領域314a及び低抵抗領域314bがn型領域の場合には領域319はp型領域であることが好ましい。あるいは領域319は高抵抗領域としてもよい。領域319は真性領域である場合がある。

[0302]

なお、図30において、低抵抗領域314a及び低抵抗領域314bは逆の極性の領域である領域319と接することにより、pn接合が形成される。このようなpn接合領域を本発明書等では寄生ダイオードと呼ぶ。寄生ダイオードは、逆流防止、整流、等の機能を有する。また、寄生ダイオードはトランジスタを保護する機能を有する。寄生ダイオードがドレイン（例えば低抵抗領域314a及び低抵抗領域314b）とソース（例えば裏面電極318）の間に形成されることにより、ソースとドレインの間に高電圧が印加される際の電界集中等が緩和され、トランジスタの破壊あるいは劣化を抑制することができる。

[0303]

図30では低抵抗領域314a及び低抵抗領域314bにそれぞれ、導電体328等のプラグが電氣的に接続される例を示すが、図31Aに示す例では、導電体328bが複数の低抵抗領域に電氣的に接続される例を示す。導電体328bは複数の低抵抗領域のそれぞれの少なくとも一部を覆う形状であることが好ましい。また、導電体328bは複数の低抵抗領域のそれぞれの少なくとも一部と重畳することが好ましい。

[0304]

図30には、トランジスタ300がプレーナー構造を有するD-MOSFETの例を示すが、図31Bにはトランジスタ300がトレンチ構造を有するD-MOSFETの例を示す。図31Aにおいて、ゲートとして機能する導電体316は、低抵抗領域314aと低抵抗領域314bの間に設けられるトレンチ内に形成される。低抵抗領域314a及び低抵抗領域314bと、導電体316との間にはゲート絶縁体として機能する絶縁体315が形成される。

[0305]

図31Bにおいては、低抵抗領域314a及び低抵抗領域314bにそれぞれ、導電体328等のプラグが電氣的に接続される例を示すが、図31Cに示す例では、導電体328bが複数の低抵抗領域に電氣的に接続される例を示す。導電体328bは複数の低抵抗領域のそれぞれの少なくとも一部を覆う形状であることが好ましい。また、導電体328bは複数の低抵抗領域のそれぞれの少なくとも一部と重畳することが好ましい。

[0306]

プレーナー構造と比較して、トレンチ構造においては、集積回路の面積は0.5倍以下に縮小されることが好ましく、0.4倍以下に縮小されることがより好ましい。

[0307]

図13A、図13B、図13C、図14Aおよび図14Bは、本発明の一態様の半導体装置の構成の一例を示す斜視図である。図13A、図13B、図13C、図14Aおよび図14Bには、半導体装置900が有する各回路を、前述の層385および前述の層585に設ける一例を示す。層385は例えば、Siトランジスタを有する層である。層585は例えばOSトランジスタを有する層である。なお、各回路が層385または層585に設けられる、と述べる場合には例えば、それぞれの回路を構成する素子のうちトランジスタが層385または層585に構成されればよい。また、それぞ

れの回路が有する容量素子および抵抗素子は例えば、これらの層の間、あるいは層585の上層に設けられてもよい。

[0308]

図13A、図13B、図13C、図14Aおよび図14Bに示す半導体装置900の一例において、先の実施の形態に述べた電池制御回路101は例えば回路102および回路103を有する。

[0309]

回路102は例えば、セルバランス回路130、検出回路185、検出回路186、検出回路MSD、検出回路SD、温度センサTS、デコーダ160および論理回路182の一以上を有する。

[0310]

回路103はトランジスタ140およびトランジスタ150の一以上を有する。

[0311]

回路102が有する回路の一部の回路は回路102bに含まれ、その他の回路が回路102aに含まれる。回路102bが有するトランジスタは主として、層385に設けられる。回路102aが有するトランジスタは主として、層585に設けられる。回路102bは例えば、デコーダ160および論理回路182を有する。

[0312]

回路102bは例えば、充電回路を有してもよい。

[0313]

また例えば、先の実施の形態に述べた電圧生成回路119が有するトランジスタは主として層385に設けられる。

[0314]

回路195はMPU、MCU、CPU等の演算回路を有する。また回路195は記憶素子を有することが好ましい。回路195が有する演算回路は層385に設けられるトランジスタを主として有する回路195bの他に、層385に設けられるトランジスタを主として有する回路195aを有してもよい。回路195が有する演算回路が回路195aを有することにより、待機時の消費電力を低減できる場合がある。より具体的には例えば、回路195aはOSトランジスタを含むフリップフロップ回路等を有する。

[0315]

回路195は例えば、劣化度に応じた充電電流量制御を行う機能、残量計の機能、等を有する。また、回路195は、電池制御回路101との信号の授受を行う機能を有する。回路195は例えば、電池制御回路101からの信号を用いて演算を行い、演算結果に基づき電池制御回路101に信号を与える。

[0316]

図13Aに示す半導体装置の一例は、層385に回路103および回路195が設けられ、層585に回路102が設けられる。

[0317]

図13Bに示す半導体装置の一例は、層385に回路195、回路102b、回路103および電圧生成回路119が設けられ、層585に回路102aが設けられる。

[0318]

図13Cに示す半導体装置の一例は、層385に回路195b、回路102b、回路103および

電圧生成回路 1 1 9 が設けられ、層 5 8 5 に回路 1 9 5 a および回路 1 0 2 a が設けられる。

[0 3 1 9]

図 1 4 A に示す半導体装置の一例は、層 3 8 5 に回路 1 9 5 が設けられ、層 5 8 5 に回路 1 0 2 および回路 1 0 3 が設けられる。

[0 3 2 0]

図 1 4 B に示す半導体装置の一例は、層 3 8 5 に回路 1 9 5 b、回路 1 0 2 b および電圧生成回路 1 1 9 が設けられ、層 5 8 5 に回路 1 9 5 a、回路 1 0 2 a および回路 1 0 3 が設けられる。

[0 3 2 1]

図 1 3 A、図 1 3 B、図 1 3 C、図 1 4 A および図 1 4 B に示す半導体装置の一例は例えば、後述する制御回路 4 2 0 および制御回路 5 9 0 等の制御回路に適用することができる。

[0 3 2 2]

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

[0 3 2 3]

(実施の形態 5)

本実施の形態では、本発明の一態様の金属酸化物について説明する。

[0 3 2 4]

<<金属酸化物>>

酸化物 5 3 0 として、酸化物半導体として機能する金属酸化物を用いることが好ましい。以下では、本発明に係る酸化物 5 3 0 に適用可能な金属酸化物について説明する。

[0 3 2 5]

金属酸化物は、少なくともインジウムまたは亜鉛を含むことが好ましい。特に、インジウムおよび亜鉛を含むことが好ましい。また、それらに加えて、ガリウム、イットリウム、錫などが含まれていることが好ましい。また、ホウ素、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、マグネシウムなどから選ばれた一種、または複数種が含まれていてもよい。

[0 3 2 6]

ここでは、金属酸化物が、インジウム、元素Mおよび亜鉛を有する $I n - M - Z n$ 酸化物である場合を考える。なお、元素Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、または錫とする。そのほかの元素Mに適用可能な元素としては、ホウ素、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、マグネシウムなどがある。ただし、元素Mとして、前述の元素を複数組み合わせても構わない場合がある。

[0 3 2 7]

なお、本明細書等において、窒素を有する金属酸化物も金属酸化物 (metal oxide) と総称する場合がある。また、窒素を有する金属酸化物を、金属酸窒化物 (metal oxynitride) と呼称してもよい。

[0 3 2 8]

[金属酸化物の構造]

酸化物半導体 (金属酸化物) は、単結晶酸化物半導体と、それ以外の非単結晶酸化物半導体と、に分けられる。非単結晶酸化物半導体としては、例えば、CAAC-OS、多結晶酸化物半導体、nc-OS (nanocrystalline oxide semiconductor)、擬似非晶

質酸化物半導体 (a-like OS: amorphous-like oxide semiconductor)、および非晶質酸化物半導体などがある。

[0329]

CAAC-OSは、c軸配向性を有し、かつa-b面方向において複数のナノ結晶が連結し、歪みを有した結晶構造となっている。なお、歪みとは、複数のナノ結晶が連結する領域において、格子配列の揃った領域と、別の格子配列の揃った領域と、の間で格子配列の向きが変化している箇所を指す。

[0330]

ナノ結晶は、六角形を基本とするが、正六角形状とは限らず、非正六角形状である場合がある。また、歪みにおいて、五角形、および七角形などの格子配列を有する場合がある。なお、CAAC-OSにおいて、歪み近傍においても、明確な結晶粒界（グレインバウンダリーともいう。）を確認することは難しい。すなわち、格子配列の歪みによって、結晶粒界の形成が抑制されていることがわかる。これは、CAAC-OSが、a-b面方向において酸素原子の配列が稠密でないことや、金属元素が置換することで原子間の結合距離が変化することなどによって、歪みを許容することができるためである。

[0331]

また、CAAC-OSは、インジウム、および酸素を有する層（以下、In層）と、元素M、亜鉛、および酸素を有する層（以下、(M, Zn)層）とが積層した、層状の結晶構造（層状構造ともいう）を有する傾向がある。なお、インジウムと元素Mは、互いに置換可能であり、(M, Zn)層の元素Mがインジウムと置換した場合、(In, M, Zn)層と表すこともできる。また、In層のインジウムが元素Mと置換した場合、(In, M)層と表すこともできる。

[0332]

CAAC-OSは結晶性の高い金属酸化物である。一方、CAAC-OSは、明確な結晶粒界を確認することが難しいため、結晶粒界に起因する電子移動度の低下が起こりにくいといえる。また、金属酸化物の結晶性は不純物の混入や欠陥の生成などによって低下する場合があるため、CAAC-OSは不純物や欠陥（酸素欠損など）の少ない金属酸化物ともいえる。したがって、CAAC-OSを有する金属酸化物は、物理的性質が安定する。そのため、CAAC-OSを有する金属酸化物は熱に強く、信頼性が高い。

[0333]

nc-OSは、微小な領域（例えば、1nm以上10nm以下の領域、特に1nm以上3nm以下の領域）において原子配列に周期性を有する。また、nc-OSは、異なるナノ結晶間で結晶方位に規則性が見られない。そのため、膜全体で配向性が見られない。したがって、nc-OSは、分析方法によっては、a-like OSや非晶質酸化物半導体と区別が付かない場合がある。

[0334]

なお、インジウムと、ガリウムと、亜鉛と、を有する金属酸化物の一種である、In-Ga-Zn酸化物（以下、IGZO）は、上述のナノ結晶とすることで安定な構造をとる場合がある。特に、IGZOは、大気中では結晶成長がし難い傾向があるため、大きな結晶（ここでは、数mmの結晶、または数cmの結晶）よりも小さな結晶（例えば、上述のナノ結晶）とする方が、構造的に安定となる場合がある。

[0335]

a-like OSは、nc-OSと非晶質酸化物半導体との間の構造を有する金属酸化物であ

る。a-like OSは、鬆または低密度領域を有する。すなわち、a-like OSは、nc-OSおよびCAAC-OSと比べて、結晶性が低い。

[0336]

酸化物半導体（金属酸化物）は、多様な構造をとり、それぞれが異なる特性を有する。本発明の一態様の酸化物半導体は、非晶質酸化物半導体、多結晶酸化物半導体、a-like OS、nc-OS、CAAC-OSのうち、二種以上を有していてもよい。

[0337]

[不純物]

ここで、金属酸化物中における各不純物の影響について説明する。

[0338]

酸化物半導体に不純物が混入すると、欠陥準位または酸素欠損が形成される場合がある。よって、酸化物半導体のチャネル形成領域に不純物が混入することで、酸化物半導体を用いたトランジスタの電気特性が変動しやすく、信頼性が悪くなる場合がある。また、チャネル形成領域に酸素欠損が含まれていると、トランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。

[0339]

また、上記欠陥準位には、トラップ準位が含まれる場合がある。金属酸化物のトラップ準位に捕獲された電荷は、消失するまでに要する時間が長く、あたかも固定電荷のように振る舞うことがある。そのため、トラップ準位密度の高い金属酸化物をチャネル形成領域に有するトランジスタは、電気特性が不安定となる場合がある。

[0340]

また、酸化物半導体のチャネル形成領域に不純物が存在すると、チャネル形成領域の結晶性が低くなる場合がある、また、チャネル形成領域に接して設けられる酸化物の結晶性が低くなる場合がある。チャネル形成領域の結晶性が低いと、トランジスタの安定性または信頼性が悪化する傾向がある。また、チャネル形成領域に接して設けられる酸化物の結晶性が低いと、界面準位が形成され、トランジスタの安定性または信頼性が悪化する場合がある。

[0341]

したがって、トランジスタの安定性または信頼性を向上させるには、酸化物半導体のチャネル形成領域およびその近傍の不純物濃度を低減することが有効である。不純物としては、水素、窒素、アルカリ金属、アルカリ土類金属、鉄、ニッケル、シリコン等がある。

[0342]

具体的には、当該酸化物半導体のチャネル形成領域およびその近傍において、二次イオン質量分析法（SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry）により得られる上記不純物の濃度を、 $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にする。または、当該酸化物半導体のチャネル形成領域およびその近傍において、EDXを用いた元素分析により得られる上記不純物の濃度を、1.0 atomic%以下にする。なお、当該酸化物半導体として元素Mを含む酸化物を用いる場合、当該酸化物半導体のチャネル形成領域およびその近傍において、元素Mに対する上記不純物の濃度比を、0.10未満、好ましくは0.05未満にする。ここで、上記濃度比を算出する際に用いる元素Mの濃度は、上記不純物の濃度を算出した領域と同じ領域の濃度でもよいし、当該酸化物半導体中の濃度でもよい。

[0343]

また、不純物濃度を低減した金属酸化物は、欠陥準位密度が低いため、トラップ準位密度も低くなる場合がある。

[0344]

また、金属酸化物中の酸素欠損に水素が入った場合、酸素欠損と水素とが結合し V_OH を形成する場合がある。 V_OH はドナーとして機能し、キャリアである電子が生成されることがある。また、水素の一部が金属原子と結合する酸素と結合して、キャリアである電子を生成する場合がある。

[0345]

従って、水素が多く含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタは、ノーマリーオン特性となりやすい。また、酸化物半導体中の水素は、熱、電界などのストレスによって動きやすいため、酸化物半導体に多くの水素が含まれると、トランジスタの信頼性が悪化する恐れもある。

[0346]

つまり、金属酸化物中の V_OH をできる限り低減し、高純度真性または実質的に高純度真性にすることが好ましい。このように、 V_OH が十分低減された酸化物半導体を得るには、酸化物半導体中の水分、水素などの不純物を除去すること（脱水、脱水素化処理と記載する場合がある。）と、酸化物半導体に酸素を供給して酸素欠損を補填すること（加酸素化処理と記載する場合がある。）が重要である。 V_OH などの不純物が十分に低減された酸化物半導体をトランジスタのチャンネル形成領域に用いることで、安定した電気特性を付与することができる。

[0347]

また、トランジスタには、キャリア濃度の低い酸化物半導体を用いることが好ましい。酸化物半導体のキャリア濃度を低くする場合においては、酸化物半導体中の不純物濃度を低くし、欠陥準位密度を低くすればよい。本明細書等において、不純物濃度が低く、欠陥準位密度の低いことを高純度真性または実質的に高純度真性という。なお、酸化物半導体中の不純物としては、例えば、水素、窒素、アルカリ金属、アルカリ土類金属、鉄、ニッケル、シリコン等がある。

[0348]

特に、酸化物半導体に含まれる水素は、金属原子と結合する酸素と反応して水になるため、酸化物半導体中に酸素欠損を形成する場合がある。酸化物半導体中のチャンネル形成領域に酸素欠損が含まれていると、トランジスタはノーマリーオン特性となる場合がある。さらに、酸素欠損に水素が入った欠陥はドナーとして機能し、キャリアである電子が生成されることがある。また、水素の一部が金属原子と結合する酸素と結合して、キャリアである電子を生成する場合がある。従って、水素が多く含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタは、ノーマリーオン特性となりやすい。

[0349]

酸素欠損に水素が入った欠陥(V_OH)は、酸化物半導体のドナーとして機能しうる。しかしながら、当該欠陥を定量的に評価することは困難である。そこで、酸化物半導体においては、ドナー濃度ではなく、キャリア濃度で評価される場合がある。よって、本明細書等では、酸化物半導体のパラメータとして、ドナー濃度ではなく、電界が印加されない状態を想定したキャリア濃度を用いる場合がある。つまり、本明細書等に記載の「キャリア濃度」は、「ドナー濃度」と言い換えることができる場合がある。

[0350]

よって、酸化物半導体中の水素はできる限り低減されていることが好ましい。具体的には、酸化物半導体において、SIMSにより得られる水素濃度を、 $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、好まし

くは $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、より好ましくは $5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、さらに好ましくは $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 未満とする。水素などの不純物が十分に低減された酸化半導体をトランジスタのチャネル形成領域に用いることで、安定した電気特性を付与することができる。

[0351]

また、チャネル形成領域の酸化半導体のキャリア濃度は、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下であることが好ましく、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 未満であることがより好ましく、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 未満であることがさらに好ましく、 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 未満であることがさらに好ましく、 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$ 未満であることがさらに好ましい。なお、チャネル形成領域の酸化半導体のキャリア濃度の下限値については、特に限定は無いが、例えば、 $1 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-3}$ とすることができる。

[0352]

本発明の一態様により、信頼性が良好な半導体装置を提供することができる。また、本発明の一態様により、良好な電気特性を有する半導体装置を提供することができる。また、本発明の一態様により、オン電流の大きい半導体装置を提供することができる。また、本発明の一態様により、微細化または高集積化が可能な半導体装置を提供することができる。また、本発明の一態様は、低消費電力の半導体装置を提供することを課題の一つとする。

[0353]

<<その他の半導体材料>>

酸化物530に用いることができる半導体材料は、上述の金属酸化物に限られない。酸化物530として、バンドギャップを有する半導体材料（ゼロギャップ半導体ではない半導体材料）を用いてもよい。例えば、シリコンなどの単体元素の半導体、ヒ化ガリウムなどの化合物半導体、半導体として機能する層状物質（原子層物質、2次元材料などともいう。）などを半導体材料に用いることが好ましい。特に、半導体として機能する層状物質を半導体材料に用いると好適である。

[0354]

ここで、本明細書等において、層状物質とは、層状の結晶構造を有する材料群の総称である。層状の結晶構造は、共有結合やイオン結合によって形成される層が、ファンデルワールス力のような、共有結合やイオン結合よりも弱い結合を介して積層している構造である。層状物質は、単位層内における電気伝導性が高く、つまり、2次元電気伝導性が高い。半導体として機能し、かつ、2次元電気伝導性の高い材料をチャネル形成領域に用いることで、オン電流の大きいトランジスタを提供することができる。

[0355]

層状物質として、グラフェン、シリセン、カルコゲン化物などがある。カルコゲン化物は、カルコゲンを含む化合物である。また、カルコゲンは、第16族に属する元素の総称であり、酸素、硫黄、セレン、テルル、ポロニウム、リバモリウムが含まれる。また、カルコゲン化物として、遷移金属カルコゲナイド、13族カルコゲナイドなどが挙げられる。

[0356]

酸化物530として、例えば、半導体として機能する遷移金属カルコゲナイドを用いることが好ましい。酸化物530として適用可能な遷移金属カルコゲナイドとして、具体的には、硫化モリブデン（代表的には MoS_2 ）、セレン化モリブデン（代表的には MoSe_2 ）、モリブデンテルル（代表的には MoTe_2 ）、硫化タングステン（代表的には WS_2 ）、セレン化タングステン（代表的には WSe_2 ）

2)、タングステンテルル（代表的には WTe_2 ）、硫化ハフニウム（代表的には HfS_2 ）、セレン化ハフニウム（代表的には $HfSe_2$ ）、硫化ジルコニウム（代表的には ZrS_2 ）、セレン化ジルコニウム（代表的には $ZrSe_2$ ）などが挙げられる。

[0357]

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

[0358]

(実施の形態6)

本実施の形態では、上述の実施の形態で説明し電池制御回路を電子部品とする例について、図15A及び図15Bを用いて説明する。

[0359]

図15Aでは上述の実施の形態で説明し電池制御回路を電子部品とする例について説明する。なお電子部品は、半導体パッケージ、又はIC用パッケージともいう。この電子部品は、端子取り出し方向や、端子の形状に応じて、複数の規格や名称が存在する。そこで、本実施の形態では、その一例について説明することにする。

[0360]

OSトランジスタやSiトランジスタで構成される回路部は、組み立て工程（後工程）を経て、プリント基板に脱着可能な部品が複数合わさることで完成する。

[0361]

後工程については、図15Aに示す各工程を経ることで完成させることができる。具体的には、前工程で得られる素子基板が完成（ステップS1）した後、基板の裏面を研削する（ステップS2）。この段階で基板を薄膜化することで、前工程での基板の反り等を低減し、部品としての小型化を図るためである。

[0362]

基板の裏面を研削して、基板を複数のチップに分離するダイシング工程を行う。そして、分離したチップを個々にピックアップしてリードフレーム上に搭載し接合する、ダイボンディング工程を行う（ステップS3）。このダイボンディング工程におけるチップとリードフレームとの接着は、樹脂による接着や、テープによる接着等、適宜製品に応じて適した方法を選択する。なお、ダイボンディング工程は、インターポーザ上に搭載し接合してもよい。

[0363]

次いでリードフレームのリードとチップ上の電極とを、金属の細線（ワイヤー）で電氣的に接続する、ワイヤーボンディングを行う（ステップS4）。金属の細線には、銀線や金線を用いることができる。また、ワイヤーボンディングは、ボールボンディングや、ウェッジボンディングを用いることができる。

[0364]

ワイヤーボンディングされたチップは、エポキシ樹脂等で封止される、モールド工程が施される（ステップS5）。モールド工程を行うことで電子部品の内部が樹脂で充填され、機械的な外力による内蔵される回路部やワイヤーに対するダメージを低減することができ、また水分や埃による特性の劣化を低減することができる。

[0365]

次いでリードフレームのリードをメッキ処理する。そしてリードを切断及び成形加工する（ステッ

プS 6)。このめっき処理によりリードの錆を防止し、後にプリント基板に実装する際のはんだ付けをより確実に行うことができる。

[0366]

次いでパッケージの表面に印字処理（マーキング）を施す（ステップS 7）。そして最終的な検査工程（ステップS 8）を経てPLDを含む回路部を有する電子部品が完成する（ステップS 9）。

[0367]

また、完成した電子部品の斜視模式図を図15Bに示す。図15Bでは、電子部品の一例として、QFP（Quad Flat Package）の斜視模式図を示している。図15Bに示す電子部品700は、リード701及び回路部703を示している。図15Bに示す電子部品700は、例えばプリント基板702に実装される。このような電子部品700が複数組み合わせられて、それぞれがプリント基板702上で電氣的に接続されることで電気機器の内部に搭載することができる。完成した回路基板704は、電気機器等の内部に設けられる。

[0368]

プリント基板702に実装される複数の電子部品の一例として、先の実施の形態に示す電池制御回路を備えた電子部品が挙げられる。また他の電子部品として例えば、チップコイル、チップインダクタ、等が挙げられる。また先の実施の形態に示す層385、層585、あるいは層585に積層される層に、スパッタリング法、蒸着法、等を用いてチップコイル、チップインダクタ、等を形成することにより、回路基板の面積を縮小できる場合がある。

[0369]

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

[0370]

（実施の形態7）

本実施の形態では、上記実施の形態で説明した電池制御回路を備えた電子部品を適用可能な蓄電装置および蓄電システムの構成について説明する。

[0371]

〔円筒型二次電池〕

円筒型の二次電池の例について図16Aを参照して説明する。円筒型の二次電池400は、図16Aに示すように、上面に正極キャップ（電池蓋）401を有し、側面及び底面に電池缶（外装缶）402を有している。これら正極キャップ401と電池缶（外装缶）402とは、ガスケット（絶縁パッキン）410によって絶縁されている。

[0372]

図16Bは、円筒型の二次電池の断面を模式的に示した図である。図16Bに示す円筒型の二次電池は、上面に正極キャップ（電池蓋）601を有し、側面および底面に電池缶（外装缶）602を有している。これら正極キャップと電池缶（外装缶）602とは、ガスケット（絶縁パッキン）610によって絶縁されている。

[0373]

中空円柱状の電池缶602の内側には、帯状の正極604と負極606とがセパレータ605を間に挟んで捲回された電池素子が設けられている。図示しないが、電池素子はセンターピンを中心に捲回されている。電池缶602は、一端が閉じられ、他端が開いている。電池缶602には、電解液に対して耐腐食性のあるニッケル、アルミニウム、チタン等の金属、又はこれらの合金やこれらと他

の金属との合金（例えば、ステンレス鋼等）を用いることができる。また、電解液による腐食を防ぐため、ニッケルやアルミニウム等を電池缶602に被覆することが好ましい。電池缶602の内側において、正極、負極およびセパレータが捲回された電池素子は、対向する一对の絶縁板608、609により挟まれている。また、電池素子が設けられた電池缶602の内部は、非水電解液（図示せず）が注入されている。非水電解液は、コイン型の二次電池と同様のものを用いることができる。

[0374]

円筒型の蓄電池に用いる正極および負極は捲回するため、集電体の両面に活物質を形成することが好ましい。正極604には正極端子（正極集電リード）603が接続され、負極606には負極端子（負極集電リード）607が接続される。正極端子603および負極端子607は、ともにアルミニウムなどの金属材料を用いることができる。正極端子603は安全弁機構613に、負極端子607は電池缶602の底にそれぞれ抵抗溶接される。安全弁機構613は、PTC（Positive Temperature Coefficient）素子611を介して正極キャップ601と電氣的に接続されている。安全弁機構613は電池の内圧の上昇が所定の閾値を超えた場合に、正極キャップ601と正極604との電氣的な接続を切断するものである。また、PTC素子611は温度が上昇した場合に抵抗が増大する熱感抵抗素子であり、抵抗の増大により電流量を制限して異常発熱を防止するものである。PTC素子には、チタン酸バリウム（BaTiO₃）系半導体セラミックス等を用いることができる。

[0375]

図16Cは蓄電システム415の一例を示す。蓄電システム415は複数の二次電池400を有する。それぞれの二次電池の正極は、絶縁体425で分離された導電体424に接触し、電氣的に接続されている。導電体424は配線423を介して、制御回路420に電氣的に接続されている。また、それぞれの二次電池の負極は、配線426を介して制御回路420に電氣的に接続されている。制御回路420として、先の実施の形態にて述べた電池制御回路を用いることができる。

[0376]

図16Dは、蓄電システム415の一例を示す。蓄電システム415は複数の二次電池400を有し、複数の二次電池400は、導電板413及び導電板414の間に挟まれている。複数の二次電池400は、配線416により導電板413及び導電板414と電氣的に接続される。複数の二次電池400は、並列接続されていてもよいし、直列接続されていてもよいし、並列に接続された後さらに直列に接続されていてもよい。複数の二次電池400を有する蓄電システム415を構成することで、大きな電力を取り出すことができる。

[0377]

複数の二次電池400が、並列に接続された後さらに直列に接続される場合を考える。このような場合には、図1または図2に示す蓄電装置において例えば、電池セル121は、並列に接続された複数の二次電池に対応し、一のセルバランス回路130が並列に接続された複数の二次電池に電氣的に接続される。

[0378]

複数の二次電池400の間に温度制御装置を有していてもよい。二次電池400が過熱されたときは、温度制御装置により冷却し、二次電池400が冷えすぎているときは温度制御装置により加熱することができる。そのため蓄電システム415の性能が外気温に影響されにくくなる。

[0379]

また、図16Dにおいて、蓄電システム415は制御回路420に配線421及び配線422を介して電氣的に接続されている。制御回路420として、先の実施の形態にて述べた電池制御回路を用いることができる。配線421は導電板413を介して複数の二次電池400の正極に、配線422は導電板414を介して複数の二次電池400の負極に、それぞれ電氣的に接続される。

[0380]

[二次電池パック]

次に本発明の一態様の蓄電システムの例について、図17A、図17B及び図17Cを用いて説明する。

[0381]

図17Aは、二次電池パック531の外観を示す図である。図17Bは二次電池パック531の構成を説明する図である。二次電池パック531は、回路基板501と、二次電池513と、を有する。二次電池513には、ラベル509が貼られている。回路基板501は、シール515により固定されている。また、二次電池パック531は、アンテナ517を有する。

[0382]

回路基板501は制御回路590を有する。制御回路590は、先の実施の形態に示す電池制御回路を用いることができる。例えば、図17Bに示すように、回路基板501上に、制御回路590を有する。また、回路基板501は、端子511と電氣的に接続されている。また回路基板501は、アンテナ517、二次電池513の正極リード及び負極リードの一方551、正極リード及び負極リードの他方552と電氣的に接続される。

[0383]

あるいは、図17Cに示すように、二次電池パックは、回路基板501上に設けられる回路システム590aと、端子511を介して回路基板501に電氣的に接続される回路システム590bと、を有してもよい。例えば、本発明の一態様の制御回路の一部が回路システム590aに、他の一部分が回路システム590bに、それぞれ設けられる。

[0384]

なお、アンテナ517はコイル状に限定されず、例えば線状、板状であってもよい。また、平面アンテナ、開口面アンテナ、進行波アンテナ、EHアンテナ、磁界アンテナ、誘電体アンテナ等のアンテナを用いてもよい。又は、アンテナ517は、平板状の導体でもよい。この平板状の導体は、電界結合用の導体の一つとして機能することができる。つまり、コンデンサの有する2つの導体のうちの一つの導体として、アンテナ517を機能させてもよい。これにより、電磁界、磁界だけでなく、電界で電力のやり取りを行うこともできる。

[0385]

二次電池パック531は、アンテナ517と、二次電池513との間に層519を有する。層519は、例えば二次電池513による電磁界を遮蔽することができる機能を有する。層519としては、例えば磁性体を用いることができる。

[0386]

二次電池513は、例えば、セパレータを挟んで負極と、正極とが重なり合って積層され、該積層シートを捲回したものである。

[0387]

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

[0388]

(実施の形態8)

本実施の形態では、車両に本発明の一態様である蓄電システムを搭載する例を示す。車両として例えば自動車、二輪車、自転車、等が挙げられる。

[0389]

蓄電システムを車両に搭載すると、ハイブリッド車(HEV)、電気自動車(EV)、又はプラグインハイブリッド車(PHEV)等の次世代クリーンエネルギー自動車を実現できる。

[0390]

図18A、図18B及び図18Cにおいて、本発明の一態様である蓄電システムを用いた車両を例示する。図18Aに示す自動車8400は、走行のための動力源として電気モーターを用いる電気自動車である。または、走行のための動力源として電気モーターとエンジンを適宜選択して用いることが可能なハイブリッド自動車である。本発明の一態様を用いることで、航続距離の長い車両を実現することができる。自動車8400は蓄電システムを有する。蓄電システムは電気モーター8406を駆動するだけでなく、ヘッドライト8401やルームライト(図示せず)などの発光装置に電力を供給することができる。

[0391]

また、蓄電システムは、自動車8400が有するスピードメーター、タコメーターなどの表示装置に電力を供給することができる。また、蓄電システムは、自動車8400が有するナビゲーションシステムなどに電力を供給することができる。

[0392]

図18Bに示す自動車8500は、自動車8500が有する蓄電システム8024にプラグイン方式や非接触給電方式等により外部の充電設備から電力供給を受けて、充電することができる。図18Bに、地上設置型の充電装置8021から自動車8500に搭載された蓄電システム8024に、ケーブル8022を介して充電を行っている状態を示す。充電に際しては、充電方法やコネクタの規格等はCHAdeMO(登録商標)やコンボ等の所定の方式で適宜行えばよい。充電装置8021は、商用施設に設けられた充電ステーションでもよく、また家庭の電源であってもよい。例えば、プラグイン技術によって、外部からの電力供給により自動車8500に搭載された蓄電システム8024を充電することができる。充電は、ACDCコンバータ等の変換装置を介して、交流電力を直流電力に変換して行うことができる。

[0393]

また、図示しないが、受電装置を車両に搭載し、地上の送電装置から電力を非接触で供給して充電することもできる。この非接触給電方式の場合には、道路や外壁に送電装置を組み込むことで、停車中に限らず走行中に充電を行うこともできる。また、この非接触給電の方式を利用して、車両どうしで電力の送受信を行ってもよい。さらに、車両の外装部に太陽電池を設け、停車時や走行時に蓄電システムの充電を行ってもよい。このような非接触での電力の供給には、電磁誘導方式や磁界共鳴方式を用いることができる。

[0394]

また、図18Cは、本発明の一態様の蓄電システムを用いた二輪車の一例である。図18Cに示すスクーター8600は、蓄電システム8602、サイドミラー8601、方向指示灯8603を備える。蓄電システム8602は、方向指示灯8603に電気を供給することができる。

[0395]

また、図18Cに示すスクータ8600は、座席下収納8604に、蓄電システム8602を収納することができる。蓄電システム8602は、座席下収納8604が小型であっても、座席下収納8604に収納することができる。

[0396]

また、図19Aは、本発明の一態様の蓄電システムを用いた電動自転車の一例である。図19Aに示す電動自転車8700に、本発明の一態様の蓄電システムを適用することができる。本発明の一態様の蓄電システムは例えば、複数の蓄電池と、保護回路と、ニューラルネットワークと、を有する。

[0397]

電動自転車8700は、蓄電システム8702を備える。蓄電システム8702は、運転者をアシストするモーターに電気を供給することができる。また、蓄電システム8702は、持ち運びができ、図19Bに自転車から取り外した状態を示している。また、蓄電システム8702は、本発明の一態様の蓄電システムが有する蓄電池8701が複数内蔵されており、そのバッテリー残量などを表示部8703で表示できるようにしている。また蓄電システム8702は、本発明の一態様の制御回路8704を有する。制御回路8704は、蓄電池8701の正極及び負極と電気的に接続されている。制御回路8704として、先の実施の形態に示す電池制御回路を用いることができる。

[0398]

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

[0399]

(実施の形態9)

本実施の形態では、先の実施の形態で示した蓄電システムを電子機器に実装する例を説明する。

[0400]

次に、図20A及び図20Bに、2つ折り可能なタブレット型端末（GRAMシェル型端末も含む）の一例を示す。図20A及び図20Bに示すタブレット型端末9600は、筐体9630a、筐体9630b、筐体9630aと筐体9630bを接続する可動部9640、表示部9631、表示モード切り替えスイッチ9626、電源スイッチ9627、省電力モード切り替えスイッチ9625、留め具9629、操作スイッチ9628、を有する。表示部9631には、可撓性を有するパネルを用いることで、より広い表示部を有するタブレット端末とすることができる。図20Aは、タブレット型端末9600を開いた状態を示し、図20Bは、タブレット型端末9600を閉じた状態を示している。

[0401]

また、タブレット型端末9600は、筐体9630a及び筐体9630bの内部に蓄電体9635を有する。蓄電体9635は、可動部9640を通り、筐体9630aと筐体9630bに渡って設けられている。

[0402]

表示部9631は、一部をタッチパネルの領域とすることができ、表示された操作キーにふれることでデータ入力を行うことができる。また、タッチパネルのキーボード表示切り替えボタンが表示されている位置に指やスタイラスなどでふれることで表示部9631にキーボードボタン表示することができる。

[0403]

また、表示モード切り替えスイッチ9626は、縦表示又は横表示などの表示の向きを切り替え、白黒表示やカラー表示の切り替えなどを選択できる。省電力モード切り替えスイッチ9625は、タブレット型端末9600に内蔵している光センサで検出される使用時の外光の光量に応じて表示の輝度を最適なものとする事ができる。タブレット型端末は光センサだけでなく、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサなどの他の検出装置を内蔵させてもよい。

[0404]

図20Bは、タブレット型端末9600が閉じた状態であり、タブレット型端末9600は、筐体9630、太陽電池9633、及び本発明の一態様の蓄電システムを有する。蓄電システムは、制御回路9634と、蓄電体9635と、を有する。制御回路9634については、先の実施の形態に示す電池制御回路を用いることができる。

[0405]

なお、タブレット型端末9600は2つ折り可能なため、未使用時に筐体9630a及び筐体9630bを重ね合わせるように折りたたむことができる。折りたたむことにより、表示部9631を保護できるため、タブレット型端末9600の耐久性を高めることができる。

[0406]

また、この他にも図20A及び図20Bに示したタブレット型端末は、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示する機能、カレンダー、日付又は時刻などを表示部に表示する機能、表示部に表示した情報をタッチ入力操作又は編集するタッチ入力機能、様々なソフトウェア(プログラム)によって処理を制御する機能、等を有することができる。

[0407]

タブレット型端末の表面に装着された太陽電池9633によって、電力をタッチパネル、表示部、又は映像信号処理部等に供給することができる。なお、太陽電池9633は、筐体9630の片面又は両面に設けることができ、蓄電体9635の充電を効率的に行う構成とすることができる。

[0408]

なお図20A、図20Bでは、2つ折り可能なタブレット型端末に先の実施の形態に示す電池制御回路を用いた制御回路を適用する構成について説明したが、他の構成でもよい。例えば、図20Cに図示するように、クラムシェル型端末であるノート型パーソナルコンピュータへの適用も可能である。図20Cでは、筐体9630aに表示部9631、筐体9630bにキーボード部9650を備えたノート型パーソナルコンピュータ9601を図示している。ノート型パーソナルコンピュータ9601内には、図20A、図20Bで説明した制御回路9634と、蓄電体9635と、を有する。制御回路9634については、先の実施の形態に示す電池制御回路を用いることができる。

[0409]

図21に、他の電子機器の例を示す。図21において、表示装置8000は、本発明の一態様の蓄電システムを実装する電子機器の一例である。具体的に、表示装置8000は、TV放送受信用の表示装置に相当し、筐体8001、表示部8002、スピーカ部8003、二次電池8004等を有する。本発明の一態様に係る検出システムは、筐体8001の内部に設けられている。表示装置8000は、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、二次電池8004に蓄積された電力を用いることもできる。

[0410]

表示部8002には、液晶表示装置、有機EL素子などの発光素子を各画素に備えた発光装置、電

気泳動表示装置、DMD (Digital Micromirror Device)、PDP (Plasma Display Panel)、FED (Field Emission Display) などの、半導体表示装置を用いることができる。

[0411]

また、音声入力デバイス8005も二次電池を用いる。音声入力デバイス8005は、先の実施の形態に示す蓄電システムを有する。音声入力デバイス8005は、無線通信素子の他、マイクを含むセンサ (光学センサ、温度センサ、湿度センサ、気圧センサ、照度センサ、モーションセンサなど) を複数有し、使用者の命令する言葉によって他のデバイスを操作することができ、例えば表示装置8000の電源操作、照明装置8100の光量調節などを行うことができる。音声入力デバイス8005は音声で周辺機器の操作が行え、手動リモコンの代わりとなる。

[0412]

また、音声入力デバイス8005は、車輪や機械式移動手段を有しており、使用者の発声が聞こえる方向に移動し、内蔵されているマイクで正確に命令を聞き取るとともに、その内容を表示部8008に表示する、または表示部8008のタッチ入力操作が行える構成としている。

[0413]

また、音声入力デバイス8005は、スマートフォンなどの携帯情報端末8009の充電ドックとしても機能させることができる。携帯情報端末8009と音声入力デバイス8005は、有線または無線で電力の授受を可能としている。携帯情報端末8009は、室内においては、特に持ち運ぶ必要がなく、必要な容量を確保しつつ、二次電池に負荷がかかり劣化することを回避したため、音声入力デバイス8005によって二次電池の管理、メンテナンスなどを行えることが望ましい。また、音声入力デバイス8005はスピーカ8007及びマイクを有しているため、携帯情報端末8009が充電中であってもハンズフリーで会話することもできる。また、音声入力デバイス8005の二次電池の容量が低下すれば、矢印の方向に移動し、外部電源と接続された充電モジュール8010から無線充電によって充電を行えばよい。

[0414]

また、音声入力デバイス8005を台に載せてもよい。また、音声入力デバイス8005を車輪や機械式移動手段を設けて所望の位置に移動させてもよく、或いは台や車輪を設けず、音声入力デバイス8005を所望の位置、例えば床の上などに固定してもよい。

[0415]

なお、表示装置には、TV放送受信用の他、パーソナルコンピュータ用、広告表示用など、全ての情報表示用表示装置が含まれる。

[0416]

図21において、据え付け型の照明装置8100は、充電を制御するマイクロプロセッサ (APSを含む) で制御される二次電池8103を用いた電子機器の一例である。具体的に、照明装置8100は、筐体8101、光源8102、二次電池8103等を有する。図21では、二次電池8103が、筐体8101及び光源8102が据え付けられた天井8104の内部に設けられている場合を例示しているが、二次電池8103は、筐体8101の内部に設けられていても良い。照明装置8100は、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、二次電池8103に蓄積された電力を用いることもできる。

[0417]

なお、図 2 1 では天井 8 1 0 4 に設けられた据え付け型の照明装置 8 1 0 0 を例示しているが、二次電池 8 1 0 3 は、天井 8 1 0 4 以外、例えば側壁 8 1 0 5、床 8 1 0 6、窓 8 1 0 7 等に設けられた据え付け型の照明装置に用いることもできるし、卓上型の照明装置などに用いることもできる。

[0 4 1 8]

また、光源 8 1 0 2 には、電力を利用して人工的に光を得る人工光源を用いることができる。具体的には、白熱電球、蛍光灯などの放電ランプ、LED や有機 EL 素子などの発光素子が、上記人工光源の一例として挙げられる。

[0 4 1 9]

図 2 1 において、室内機 8 2 0 0 及び室外機 8 2 0 4 を有するエアコンディショナーは、二次電池 8 2 0 3 を用いた電子機器の一例である。具体的に、室内機 8 2 0 0 は、筐体 8 2 0 1、送風口 8 2 0 2、二次電池 8 2 0 3 等を有する。図 2 1 では、二次電池 8 2 0 3 が、室内機 8 2 0 0 に設けられている場合を例示しているが、二次電池 8 2 0 3 は室外機 8 2 0 4 に設けられていても良い。或いは、室内機 8 2 0 0 と室外機 8 2 0 4 の両方に、二次電池 8 2 0 3 が設けられていても良い。エアコンディショナーは、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、二次電池 8 2 0 3 に蓄積された電力を用いることもできる。

[0 4 2 0]

図 2 1 において、電気冷凍冷蔵庫 8 3 0 0 は、二次電池 8 3 0 4 を用いた電子機器の一例である。具体的に、電気冷凍冷蔵庫 8 3 0 0 は、筐体 8 3 0 1、冷蔵室用扉 8 3 0 2、冷凍室用扉 8 3 0 3、二次電池 8 3 0 4 等を有する。図 2 1 では、二次電池 8 3 0 4 が、筐体 8 3 0 1 の内部に設けられている。電気冷凍冷蔵庫 8 3 0 0 は、商用電源から電力の供給を受けることもできるし、二次電池 8 3 0 4 に蓄積された電力を用いることもできる。

[0 4 2 1]

また、電子機器が使用されない時間帯、特に、商用電源の供給元が供給可能な総電力量のうち、実際に使用される電力量の割合（電力使用率と呼ぶ）が低い時間帯において、二次電池に電力を蓄えておくことで、上記時間帯以外において電力使用率が高まるのを抑えることができる。例えば、電気冷凍冷蔵庫 8 3 0 0 の場合、気温が低く、冷蔵室用扉 8 3 0 2、冷凍室用扉 8 3 0 3 の開閉が行われないうちにおいて、二次電池 8 3 0 4 に電力を蓄える。そして、気温が高くなり、冷蔵室用扉 8 3 0 2、冷凍室用扉 8 3 0 3 の開閉が行われる昼間において、二次電池 8 3 0 4 を補助電源として用いることで、昼間の電力使用率を低く抑えることができる。

[0 4 2 2]

上述の電子機器の他、二次電池はあらゆる電子機器に搭載することができる。本発明の一態様により、二次電池のサイクル特性が良好となる。そのため、本発明の一態様である充電を制御するマイクロプロセッサ（APS を含む）を本実施の形態で説明した電子機器に搭載することで、より長寿命の電子機器とすることができる。本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

[0 4 2 3]

本発明の一態様の蓄電システムを電子機器に実装する例を図 2 2 A 乃至図 2 2 E に示す。本発明の一態様の蓄電システムを適用した電子機器として、例えば、テレビジョン装置（テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯

情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

[0424]

図22Aは、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機7400は、筐体7401に組み込まれた表示部7402の他、操作ボタン7403、外部接続ポート7404、スピーカ7405、マイク7406などを備えている。なお、携帯電話機7400は、本発明の一態様の蓄電システムを有する。本発明の一態様の蓄電システムは例えば、蓄電池7407と、先の実施の形態に示す電池制御回路と、を有する。

[0425]

図22Bは、携帯電話機7400を湾曲させた状態を示している。携帯電話機7400を外部の力により変形させて全体を湾曲させると、その内部に設けられている蓄電池7407も湾曲される場合がある。このような場合には、蓄電池7407として、可撓性を有する蓄電池を用いることが好ましい。可撓性を有する蓄電池の曲げられた状態を図22Cに示す。蓄電池には制御回路7408が電氣的に接続されている。制御回路7408として、先の実施の形態に示す電池制御回路を用いることができる。

[0426]

また、フレキシブルな形状を備える蓄電池を、家屋やビルの内壁または外壁や、自動車の内装または外装の曲面に沿って組み込むことも可能である。

[0427]

図22Dは、バングル型の表示装置の一例を示している。携帯表示装置7100は、筐体7101、表示部7102、操作ボタン7103、及び本発明の一態様の蓄電システムを有する。本発明の一態様の蓄電システムは例えば、蓄電池7104と、先の実施の形態に示す電池制御回路と、を有する。

[0428]

図22Eは、腕時計型の携帯情報端末の一例を示している。携帯情報端末7200は、筐体7201、表示部7202、バンド7203、バックル7204、操作ボタン7205、入出力端子7206などを備える。

[0429]

携帯情報端末7200は、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、インターネット通信、コンピュータゲームなどの種々のアプリケーションを実行することができる。

[0430]

表示部7202はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、表示部7202はタッチセンサを備え、指やスタイラスなどで画面に触れることで操作することができる。例えば、表示部7202に表示されたアイコン7207に触れることで、アプリケーションを起動することができる。

[0431]

操作ボタン7205は、時刻設定のほか、電源のオン、オフ動作、無線通信のオン、オフ動作、マナーモードの実行及び解除、省電力モードの実行及び解除など、様々な機能を持たせることができる。例えば、携帯情報端末7200に組み込まれたオペレーティングシステムにより、操作ボタン7205の機能を自由に設定することもできる。

[0432]

また、携帯情報端末7200は、通信規格された近距離無線通信を実行することが可能である。例

えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。

[0433]

また、携帯情報端末7200は入出力端子7206を備え、他の情報端末とコネクタを介して直接データのやりとりを行うことができる。また入出力端子7206を介して充電を行うこともできる。なお、充電動作は入出力端子7206を介さずに無線給電により行ってもよい。

[0434]

携帯情報端末7200は、本発明の一態様の蓄電システムを有する。該蓄電システムは、蓄電池と、先の実施の形態に示す電池制御回路と、を有する。

[0435]

携帯情報端末7200はセンサを有することが好ましい。センサとして例えば、指紋センサ、脈拍センサ、体温センサ等の人体センサや、タッチセンサ、加圧センサ、加速度センサ、等が搭載されることが好ましい。

[0436]

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

[0437]

(実施の形態10)

本実施の形態は、本発明の一態様の電池制御回路が搭載されるシステムの一例について説明する。

[0438]

図23Aは、フレキシブルなフィルムである可撓性基板811上に形成された半導体装置810を円筒形二次電池815に実装させた電池制御システムの概念図である。

[0439]

半導体装置810として例えば、先の実施の形態に示す半導体装置900を適用することができる。または半導体装置810として例えば、先の実施の形態に示す半導体装置900の一部の構成要素、例えば層585に設けられる構成要素を適用してもよい。

[0440]

本発明の一態様の電池制御システムは、円筒形二次電池815と、半導体装置810と、スイッチとを少なくとも有している。

[0441]

円筒形二次電池815は、上面に第1の端子812を有し、底面に第2の端子813を有している。円筒形二次電池の第1の端子812に接続され、円筒形二次電池815から出力される電力を伝送する第1の伝送路は、電極818を介して充電制御回路の端子と電氣的に接続される。また、円筒形二次電池の第2の端子813に接続されている第2の伝送路は、電極819を介して第2の伝送路を遮断するスイッチと接続されている。

[0442]

図23Aでは、第2の伝送路を遮断するスイッチ（遮断用スイッチとも呼ぶ）が2個設けられており、ダイオードもそれぞれ接続されており、過放電、過充電、または過電流を防止するための保護回路として機能している。スイッチは、導通および遮断動作を制御しており、供給及び遮断を切り替える切替手段とも呼べる。可撓性基板811上に形成された第2の伝送路のもう一方の端子である第3の端子814は、充電器816やモバイル機器817に接続されている。

[0443]

半導体装置810を可撓性基板811上に形成する作製方法は、半導体基板上に形成した後、剥離方法を用いて剥離後に可撓性基板811上に固定する方法を用いる。剥離方法においては、公知の技術を用いることができる。また、半導体基板上に形成した後、裏面を研磨した後、可撓性基板811上に固定する方法でもよい。また、レーザー光を用いて部分的に切り取った、所謂レーザーカット後、可撓性基板811上に固定する方法でもよい。また、直接、半導体装置810を可撓性基板811上に形成する方法でもよい。また、ガラス基板上に形成した半導体装置810を剥離方法を用いて剥離後に可撓性基板811上に固定する方法を用いる。

[0444]

本実施の形態では、これらのダイオードやスイッチも可撓性基板811上に形成または実装させる例を示しているが、特にこの構成に限定されない。

[0445]

半導体装置810がマイクロショートなどの異常を検知した場合には、第2の伝送路を遮断するスイッチのゲートに信号を入力することで第2の伝送路を遮断することができる。第2の伝送路を遮断すれば、充電器816からの電流の供給の停止、またはモバイル機器817への電流の供給の停止を行うことができる。また、第2の伝送路を遮断するスイッチのゲートへ印加する信号電圧をメモリ回路（酸化半導体を用いたトランジスタを含む）で保持することで、遮断を長時間維持することができる。従って、安全性の高い充電制御システムとすることができる。

[0446]

また、図23Bは、円筒形二次電池815と、可撓性基板811とを貼り合わせる直前の様子を示す工程図であり、可撓性基板811の接触面側を示している。図23Bに示すように可撓性基板811の接触面に円筒形二次電池815の胴部をあてがって転動させ、胴部の円周方向に可撓性基板811を巻き付け貼着する。また、可撓性基板811にはY方向に電極818と電極819を並べた配置としているが特に限定されず、一方がX方向にずれていてもよい。なお、動転後の図が図23Cである。

[0447]

円筒形二次電池815の胴部外周面を覆うように外装フィルムが装着されている。この外装フィルムは、二次電池内部の構造を封止するための金属缶を保護し、金属缶と絶縁性を図るために用いられる。

[0448]

外装フィルムを使用せずに、円筒形二次電池815の外表面（端子部分を除く）が金属面である場合には、電極818との間、電極819との間に絶縁シートを間に挟むことが好ましい。電極818、または電極819は、導電性金属箔や、導電材料からなる導電性テープや、リード線であり、円筒形二次電池815の端子とは、半田付けや、ワイヤボンディング法などの公知の方法により接続する。また、電極818、または電極819は、充電制御回路の端子と半田付けや、ワイヤボンディング法により接続する。

[0449]

図23Aに示すように、円筒形二次電池815からモバイル機器817に電力を供給する場合、円筒形二次電池815は放電状態となり、第1の端子812及び第2の端子813における電圧や電流などの挙動を半導体装置810で監視し、異常を検知した場合には、第2の伝送路を遮断して放電

を停止する。

[0450]

モバイル機器817は二次電池以外の構成を指しており、モバイル機器817にとっての電源が、円筒形二次電池815である。なお、モバイル機器817とは携帯して持ち歩ける電子機器である。

[0451]

また、円筒形二次電池815に充電器816から電力を供給されて充電する場合、円筒形二次電池815は充電状態となり、第1の端子812及び第2の端子813における電圧や電流などの挙動を半導体装置810で監視し、異常を検知した場合には、第2の伝送路を遮断して充電を停止する。

[0452]

充電器816は、外部電源と接続するアダプターを有する機器や、無線信号を用いて電力伝送を行う機器を指している。なお、充電器816がモバイル機器817に内蔵されている場合もある。

[0453]

図23では円筒形二次電池の例を示したが、異なる例として、フレキシブルなフィルムである可撓性基板910上に形成された半導体装置964を扁平形状の二次電池963に実装する例を図24に示す。

[0454]

半導体装置964は、可撓性基板910上に形成または固定されている。半導体装置964は、マイクロショートなどの異常を検出する。さらに、過充電、過放電および過電流から二次電池963を保護する、保護回路としての機能を有してもよい。

[0455]

半導体装置964として例えば、先の実施の形態に示す半導体装置900を適用することができる。または半導体装置810として例えば、先の実施の形態に示す半導体装置900の一部の構成、例えば層585に設けられる構成を適用してもよい。

[0456]

また、半導体装置964に加えてアンテナ及び受信回路及び整流回路を設けてもよい。アンテナを用いて二次電池963に非接触で充電を行うこともできる。アンテナは、コイル状に限定されず、例えば線状、板状であってもよい。また、平面アンテナ、開口面アンテナ、進行波アンテナ、EHアンテナ、磁界アンテナ、誘電体アンテナ等のアンテナを用いてもよい。アンテナは、たとえば外部機器とのデータ通信を行うことができる機能を有する。アンテナを介した電池パックと他の機器との通信方式としては、NFCなど、電池パックと他の機器との間で用いることができる応答方式などを適用することができる。

[0457]

図24Bに示すように、接続端子911は、半導体装置964を介して、二次電池963が有する端子951および端子952と電気的に接続される。なお、接続端子911を複数設けて、複数の接続端子911のそれぞれを、制御信号入力端子、電源端子などとしてもよい。

[0458]

電池パックは、半導体装置964と、二次電池963との間に絶縁シート層916を有する。絶縁シート層916は、例えば二次電池963による短絡を防止することができる機能を有する。絶縁シート層916としては、例えば有機樹脂フィルムや接着シートを用いることができる。

[0459]

図24Aでは、筐体表面に絶縁シート層916を設け、半導体装置964が設けられている面を内側にして可撓性基板を固定している例を示しているが、特に限定されず、充電制御回路が形成されている面を外側にして端子951や端子952と接続を行ってもよい。ただし、その場合には接続部分が露出することとなり、静電破壊、または短絡の危険があるため注意して組み立てることとなる。

[0460]

上記には可撓性基板に半導体装置964を設ける例を示したが、特に限定されず、同一基板上に保護回路、遮断用スイッチ、アンテナ、センサなどを設けてもよい。半導体装置964は、可撓性基板に形成されており、曲げることができ、且つ、二次電池のマイクロショートなどの異常を検知することができる。また、本発明の一態様の半導体装置は、二次電池の側面に設けることができ、省スペース化及び使用部品数の削減を実現することができる。

[0461]

本発明の一態様の電池制御回路を備えた電子機器の例について図25を用いて説明を行う。

[0462]

掃除ロボット7000は、二次電池、上面に配置されたディスプレイ、側面に配置された複数のカメラ、ブラシ、操作ボタン、各種センサなどを有する。図示されていないが、掃除ロボット7000には、タイヤ、吸い込み口などが備えられている。掃除ロボット7000は自走し、ゴミを検知し、下面に設けられた吸い込み口からゴミを吸引することができる。掃除ロボット7000の二次電池に電氣的に接続する本発明の一態様の電池制御回路を搭載した半導体装置を適用して、使用部品数を削減し、且つ、二次電池のマイクロショートなどの異常を検知することができる。

[0463]

掃除ロボット7000は、二次電池、照度センサ、マイクロフォン、カメラ、スピーカ、ディスプレイ、各種センサ（赤外線センサ、超音波センサ、加速度センサ、ピエゾセンサ、光センサ、ジャイロセンサなど）、および移動機構などを備える。掃除ロボット7000の二次電池に本発明の一態様の電池制御回路を搭載した半導体装置を適用して、二次電池の制御および保護等を行うことができる。

[0464]

マイクロフォンは、使用者の音声および環境音などの音響信号を検知する機能を有する。また、スピーカは、音声および警告音などのオーディオ信号を発する機能を有する。掃除ロボット7000は、マイクロフォンを介して入力されたオーディオ信号を解析し、必要なオーディオ信号をスピーカから発することができる。掃除ロボット7000において、は、マイクロフォン、およびスピーカを用いて、使用者とコミュニケーションをとることが可能である。

[0465]

カメラは、掃除ロボット7000の周囲を撮像する機能を有する。また、掃除ロボット7000は、移動機構を用いて移動する機能を有する。掃除ロボット7000は、カメラを用いて周囲の画像を撮像し、画像を解析して移動する際の障害物の有無などを察知することができる。

[0466]

飛行体7120は、プロペラ、カメラ、および二次電池などを有し、自律して飛行する機能を有する。

[0467]

また、飛行体7120の二次電池に本発明の一態様の電池制御回路を搭載した半導体装置を適用

して、軽量化に加えて、二次電池の制御および保護等を行うことができる。

[0468]

移動体の一例として電気自動車7160を示す。電気自動車7160は、二次電池、タイヤ、ブレーキ、操舵装置、カメラなどを有する。電気自動車7160の二次電池に接続する本発明の一態様の電池制御回路を搭載した半導体装置を適用して、使用部品数を削減し、且つ、二次電池のマイクロショートなどの異常を検知することができる。

[0469]

なお、上述では、移動体の一例として電気自動車について説明しているが、移動体は電気自動車に限定されない。例えば、移動体としては、電車、モノレール、船、飛行体（ヘリコプター、無人航空機（ドローン）、飛行機、ロケット）なども挙げることができ、これらの移動体の二次電池に電氣的に接続する本発明の一態様の電池制御回路を搭載した半導体装置を適用して、使用部品数を削減し、且つ、二次電池のマイクロショートなどの異常を検知することができる。

[0470]

半導体装置810を備えた円筒形二次電池および／または半導体装置964を備えた電池パックは、スマートフォン7210、PC7220（パーソナルコンピュータ）、ゲーム機7240等に組み込むことができる。なお、円筒形二次電池に貼り付けられた半導体装置810は、図23に示した半導体装置810に相当する。また、電池パックに貼り付けられた半導体装置964は、図24に示した半導体装置964に相当する。

[0471]

スマートフォン7210は、携帯情報端末の一例である。スマートフォン7210は、マイクロフォン、カメラ、スピーカ、各種センサ、および表示部を有する。電池制御回路を搭載した半導体装置によってこれら周辺機器が制御される。スマートフォン7210の二次電池に電氣的に接続する本発明の一態様の電池制御回路を搭載した半導体装置を適用して、使用部品数を削減し、且つ、二次電池の制御および保護等を行うことができ、安全性を高めることができる。

[0472]

PC7220はノート型PCの例である。ノート型PCの二次電池に電氣的に接続する本発明の一態様の電池制御回路を搭載した半導体装置を適用して、使用部品数を削減し、且つ、二次電池の制御および保護等を行うことができ、安全性を高めることができる。

[0473]

ゲーム機7240は携帯型ゲーム機の例である。ゲーム機7260は家庭用の据え置き型ゲーム機の例である。ゲーム機7260には、無線または有線でコントローラ7262が接続されている。コントローラ7262に、本発明の一態様の電池制御回路を搭載した半導体装置を適用して、使用部品数を削減し、且つ、二次電池の制御および保護等を行うことができ、安全性を高めることができる。

[0474]

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

[0475]

(実施の形態11)

実施の形態10では、フレキシブルなフィルムである可撓性基板上に形成された半導体装置を円筒形二次電池に実装させた例について説明したが、本実施の形態では、他の一例として、外装体内部

に半導体装置を電池層と積層する例について説明する。なお、図28において、図17と同一の箇所には同じ符号を用いて説明する。

[0476]

図28に示すように電池パック531は、角型の外装体を用いて、二次電池513が封入されている。また、角型の外装体にはラベル509が貼られている。

[0477]

複数の電池層614が積層されており、そのうちの一層の電池層614が回路層615と積層され、それらがまとめて外装体に封入されている。また、角型の外装体内には電解液を封入してもよいし、ポリマーゲル電解質を用いてもよい。

[0478]

回路層615は、電池制御回路、電池保護回路などを含み、それらの回路はOSトランジスタなどで構成されており、薄膜化されているため、電池層614と積層することができる。例えば、回路層615は、電池層614の異常を検知した場合には、層ごとに電流供給を遮断することもできる。従って、一層が異常（例えばショート）が生じて、その一層のみを遮断し、他の層を使用継続することもできる。

[0479]

電池層614は、正極またはセパレータまたは固体電解質または負極から選ばれる少なくとも一または複数の積層体を指している。なお、正極または負極は集電体に活物質を形成したものである。

[0480]

電池層614は、固体電解質を用いる場合、セパレータやスペーサの設置が不要となる。また、電池全体を固体化できるため、漏液のおそれなくなり安全性が飛躍的に向上する。

[0481]

図28に示す電池パック531は、オフ電流の小さいOSトランジスタ電池制御回路、電池保護回路などを内蔵しているため、マイクロショート検出などの異常検知が可能である。回路層615は、電池制御回路、電池保護回路などを含み、それらの回路はOSトランジスタなどで構成されており、薄膜化及び軽量化されているため、電池ユニットのデザイン性向上や、周辺回路の小型化ができる。

[0482]

また、図28に示す電池パック531は、保護回路などを内蔵しているため、保護回路のためのプリント基板を不要とすることができる。

[0483]

また、本実施の形態は、他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

[0484]

(実施の形態12)

本実施の形態では、基板上に本発明の一態様の蓄電装置の構成を設ける一例を示す。

[0485]

図29には、シリコンウェハ上に形成されたOSトランジスタを用いて構成した本発明の一態様の電池制御回路の機能を有するチップの写真を示す。チップのサイズは一辺が4mmである。図29に示す電池制御回路はシリコンウェハ上に形成されているが、シリコンウェハから剥離してフィルム上に転置する場合には、フレキシブルな回路の構成とすることができる。

[0486]

図29に示す電池制御回路は、先の実施の形態に示す例を適用した構成を有し、セルバランス回路、過充電および過放電を検出する機能を有する回路、過電流を検出する機能を有する回路、マイクロショートを検出する機能を有する回路、温度センサ、デコーダ、等を有する。

[0487]

本実施の形態は、他の実施の形態などに記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

[0488]

(本明細書等の記載に関する付記)

以上の実施の形態、及び実施の形態における各構成の説明について、以下に付記する。

[0489]

各実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示す構成と適宜組み合わせることで実施することができる。また、1つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、構成例を適宜組み合わせることが可能である。

[0490]

なお、ある一つの実施の形態の中で述べる内容（一部の内容でもよい）は、その実施の形態で述べる別の内容（一部の内容でもよい）、及び／又は、一つ若しくは複数の別の実施の形態で述べる内容（一部の内容でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを行うことができる。

[0491]

なお、実施の形態の中で述べる内容とは、各々の実施の形態において、様々な図を用いて述べる内容、又は明細書に記載される文章を用いて述べる内容のことである。

[0492]

なお、ある一つの実施の形態において述べる図（一部でもよい）は、その図の別の部分、その実施の形態において述べる別の図（一部でもよい）、及び／又は、一つ若しくは複数の別の実施の形態において述べる図（一部でもよい）に対して、組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

[0493]

また本明細書等において、ブロック図では、構成要素を機能毎に分類し、互いに独立したブロックとして示している。しかしながら実際の回路等においては、構成要素を機能毎に切り分けることが難しく、一つの回路に複数の機能が係わる場合や、複数の回路にわたって一つの機能が関わる場合があり得る。そのため、ブロック図のブロックは、明細書で説明した構成要素に限定されず、状況に応じて適切に言い換えることができる。

[0494]

また、図面において、大きさ、層の厚さ、又は領域は、説明の便宜上任意の大きさに示したものである。よって、必ずしもそのスケールに限定されない。なお図面は明確性を期すために模式的に示したものであり、図面に示す形状又は値などに限定されない。例えば、ノイズによる信号、電圧、若しくは電流のばらつき、又は、タイミングのずれによる信号、電圧、若しくは電流のばらつきなどを含むことが可能である。

[0495]

本明細書等において、トランジスタの接続関係を説明する際、「ソース又はドレインの一方」（又は第1電極、又は第1端子）、ソースとドレインとの他方を「ソース又はドレインの他方」（又は第2電

極、又は第2端子)という表記を用いる。これは、トランジスタのソースとドレインは、トランジスタの構造又は動作条件等によって変わるためである。なおトランジスタのソースとドレインの呼称については、ソース(ドレイン)端子や、ソース(ドレイン)電極等、状況に応じて適切に言い換えることができる。

[0496]

また、本明細書等において「電極」や「配線」の用語は、これらの構成要素を機能的に限定するものではない。例えば、「電極」は「配線」の一部として用いられることがあり、その逆もまた同様である。さらに、「電極」や「配線」の用語は、複数の「電極」や「配線」が一体となって形成されている場合なども含む。

[0497]

また、本明細書等において、電圧と電位は、適宜言い換えることができる。電圧は、基準となる電位からの電位差のことであり、例えば基準となる電位をグラウンド電圧とすると、電圧を電位に言い換えることができる。グラウンド電位は必ずしも0Vを意味するとは限らない。なお電位は相対的なものであり、基準となる電位によっては、配線等に与える電位を変化させる場合がある。

[0498]

なお本明細書等において、「膜」、「層」などの語句は、場合によっては、または、状況に応じて、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」という用語を、「導電膜」という用語に変更することが可能な場合がある。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更することが可能な場合がある。

[0499]

本明細書等において、スイッチとは、導通状態(オン状態)、または、非導通状態(オフ状態)になり、電流を流すか流さないかを制御する機能を有するものをいう。または、スイッチとは、電流を流す経路を選択して切り替える機能を有するものをいう。

[0500]

本明細書等において、チャンネル長とは、例えば、トランジスタの上面図において、半導体(またはトランジスタがオン状態のときに半導体の中で電流の流れる部分)とゲートとが重なる領域、またはチャンネルが形成される領域における、ソースとドレインとの間の距離をいう。

[0501]

本明細書等において、チャンネル幅とは、例えば、半導体(またはトランジスタがオン状態のときに半導体の中で電流の流れる部分)とゲート電極とが重なる領域、またはチャンネルが形成される領域における、ソースとドレインとが向かい合っている部分の長さをいう。

[0502]

本明細書等において、AとBとが接続されている、とは、AとBとが直接接続されているもの他、電氣的に接続されているものを含むものとする。ここで、AとBとが電氣的に接続されているとは、AとBとの間で、何らかの電氣的な作用を有する対象物が存在するとき、AとBとの電気信号の授受を可能とするものをいう。

[符号の説明]

[0503]

: 90 : NAND回路、100 : 蓄電装置、101 : 電池制御回路、113 : コンパレータ、114 : 記憶素子、120 : 組電池、121 : 電池セル、121(1) : 電池セル、121(2) : 電池セル、

1 2 1 (3) : 電池セル、1 2 1 (k) : 電池セル、1 2 1 (n) : 電池セル、1 6 1 : 容量素子、1 6 2 : トランジスタ、1 1 9 : 電圧生成回路、1 3 0 : セルバランス回路、1 3 0 (1) : セルバランス回路、1 3 0 (2) : セルバランス回路、1 3 0 (k) : セルバランス回路、1 3 0 (n) : セルバランス回路、1 3 1 : 抵抗素子、1 3 2 : トランジスタ、1 4 0 : トランジスタ、1 5 0 : トランジスタ、1 6 0 : デコーダ、1 7 2 : トランジスタ、1 8 2 : 論理回路、1 8 5 : 検出回路、1 8 5 c : 回路、1 8 5 d : 回路、1 8 5 (1) : 検出回路、1 8 5 (2) : 検出回路、1 8 5 (k) : 検出回路、1 8 5 (n) : 検出回路、1 8 6 : 検出回路、1 9 0 : デジタルアナログ変換回路

請求の範囲

[請求項 1]

n組のセルバランス回路を有し、
n組のセルバランス回路は、一の二次電池にそれぞれ対応し、
n組のセルバランス回路のそれぞれは、トランジスタと、比較回路と、容量素子と、を有し、
前記n組のセルバランス回路のそれぞれにおいて、前記トランジスタのチャンネル形成領域はインジウムを含む金属酸化物を有し、
前記n組のセルバランス回路のそれぞれにおいて、前記トランジスタのソースおよびドレインの一方には前記比較回路の反転入力端子と、前記容量素子の一方の電極と、が電氣的に接続され、
前記n組のセルバランス回路のそれぞれにおいて、
前記容量素子の前記他方の電極に接地電位が与えられる第1のステップと、
前記トランジスタがオン状態となる第2のステップと、
前記容量素子の前記一方の電極に、第1の電位が与えられる第3のステップと、
前記トランジスタがオフ状態となる第4のステップと、
前記容量素子の前記他方の電極と、それぞれの前記セルバランス回路に対応する前記二次電池の負極とが電氣的に接続される第5のステップと、
前記容量素子の前記一方の電極に、前記第1の電位と、それぞれのセルバランス回路に対応する前記二次電池の負極の電位の和が与えられる第6のステップと、
前記比較回路の出力から、それぞれのセルバランス回路に対応する前記二次電池の充電を制御する信号が出力される第7のステップと、を有する半導体装置の動作方法。

[請求項 2]

請求項 1 において、
前記n組のセルバランス回路のそれぞれにおいて、前記比較回路の非反転入力端子には、それぞれのセルバランス回路に対応する前記二次電池の正極が電氣的に接続される半導体装置の動作方法。

[請求項 3]

第1の比較回路と、第2の比較回路と、第3の比較回路と、第1のトランジスタと、第2のトランジスタと、第3のトランジスタと、第1の容量素子と、第2の容量素子と、第3の容量素子と、選択回路と、を有し、
前記第1の比較回路の出力端子から二次電池の充電を制御する第1の信号が出力され、
前記第2の比較回路の出力端子から前記二次電池の充電を制御する第2の信号が出力され、
前記第3の比較回路の出力端子から前記二次電池の放電を制御する第3の信号が出力され、
前記第1のトランジスタのソースおよびドレインの一方、前記第2のトランジスタのソースおよびドレインの一方および前記第3のトランジスタのソースおよびドレインの一方は互いに電氣的に接続され、
前記第1のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、前記第1の比較回路の反転入力端子と、前記第1の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、
前記第2のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、前記第2の比較回路の反転入力端子と、前記第2の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、
前記第3のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、前記第3の比較回路の非反転入力端子と、前記第3の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、

前記選択回路は、2つの入力端子および1つの出力端子を有し、
前記選択回路の前記出力端子は、前記第1の容量素子の他方の電極と、前記第2の容量素子の他方の電極と、前記第3の容量素子の他方の電極と、に電氣的に接続され、
前記非反転入力端子および前記反転入力端子の一方は、前記二次電池の負極と電氣的に接続される半導体装置。

[請求項4]

請求項3において、
前記二次電池の正極には、前記第1の比較回路の非反転入力端子と、前記第2の比較回路の非反転入力端子と、前記第3の比較回路の反転入力端子と、が電氣的に接続される半導体装置。

[請求項5]

請求項3または請求項4において、
前記第1のトランジスタ、前記第2のトランジスタおよび前記第3のトランジスタのそれぞれのチャンネル形成領域は、インジウムを含む金属酸化物を有する半導体装置。

[請求項6]

第1の比較回路と、第2の比較回路と、第3の比較回路と、第1のトランジスタと、第2のトランジスタと、第3のトランジスタと、第1の容量素子と、第2の容量素子と、第3の容量素子と、を有し、

前記第1のトランジスタのソースおよびドレインの一方、前記第2のトランジスタのソースおよびドレインの一方および前記第3のトランジスタのソースおよびドレインの一方は互いに電氣的に接続され、

前記第1のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、前記第1の比較回路の反転入力端子と、前記第1の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、

前記第2のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、前記第2の比較回路の反転入力端子と、前記第2の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、

前記第3のトランジスタのソースおよびドレインの他方は、前記第3の比較回路の非反転入力端子と、前記第3の容量素子の一方の電極と、に電氣的に接続され、

前記第1の容量素子の前記他方の電極、前記第2の容量素子の前記他方の電極および前記第3の容量素子の前記他方の電極に接地電位が与えられる第1のステップと、

前記第1のトランジスタと、前記第2のトランジスタと、前記第3のトランジスタと、がオン状態となる第2のステップと、

前記第1の容量素子の前記一方の電極に第1の電位が与えられる第3のステップと、

前記第1のトランジスタがオフ状態となる第4のステップと、

前記第2の容量素子の前記一方の電極に第2の電位が与えられる第5のステップと、

前記第2のトランジスタがオフ状態となる第6のステップと、

前記第3の容量素子の前記一方の電極に第3の電位が与えられる第7のステップと、

前記第3のトランジスタがオフ状態となる第8のステップと、を有する半導体装置の動作方法。

[請求項7]

請求項6において、

前記第3のステップの後、前記第1の容量素子の前記他方の電極は二次電池の負極と電氣的に接続され、前記第1の容量素子の前記一方の電極に前記第1の電位と前記二次電池の前記負極の電位

の和が与えられ、前記第 1 の比較回路から前記二次電池の充電を制御する信号が出力される半導体装置の動作方法。

[請求項 8]

請求項 6 において、

前記第 5 のステップの後、前記第 2 の容量素子の前記他方の電極は二次電池の負極と電氣的に接続され、前記第 2 の容量素子の前記一方の電極に前記第 2 の電位と前記二次電池の前記負極の電位の和が与えられ、前記第 2 の比較回路から前記二次電池の放電を制御する信号が出力される半導体装置の動作方法。

[請求項 9]

請求項 6 において、

前記第 7 のステップの後、前記第 3 の容量素子の前記他方の電極は二次電池の負極と電氣的に接続され、前記第 3 の容量素子の前記一方の電極に前記第 3 の電位と前記二次電池の前記負極の電位の和が与えられ、前記第 3 の比較回路から前記二次電池の放電を制御する信号が出力される半導体装置の動作方法。

図2A

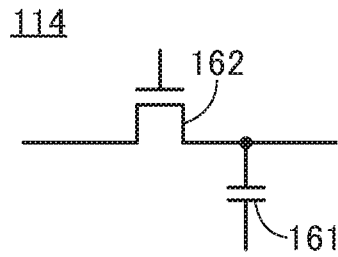
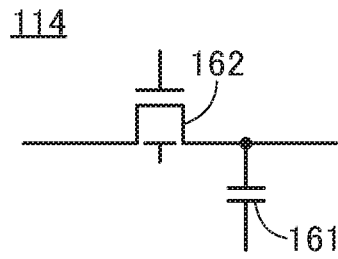
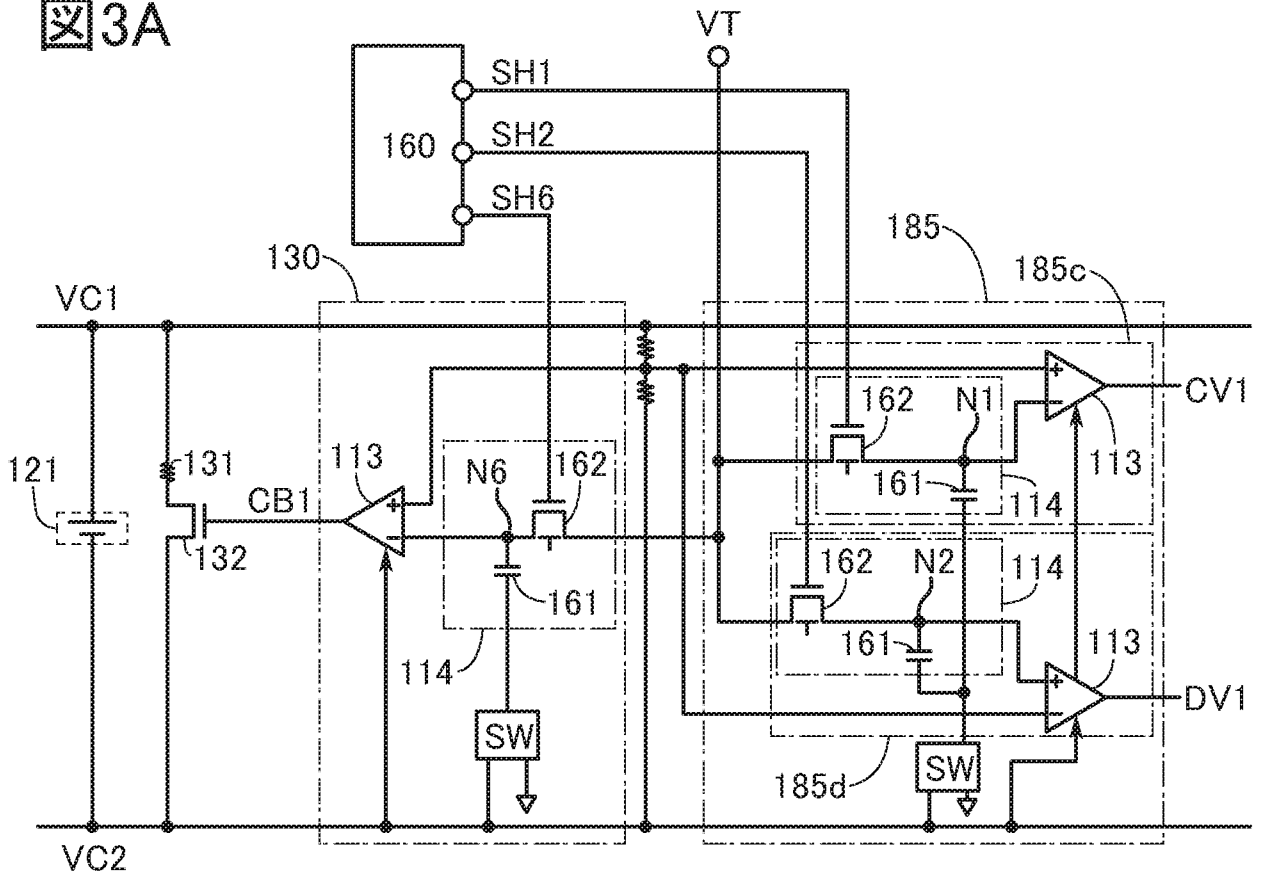


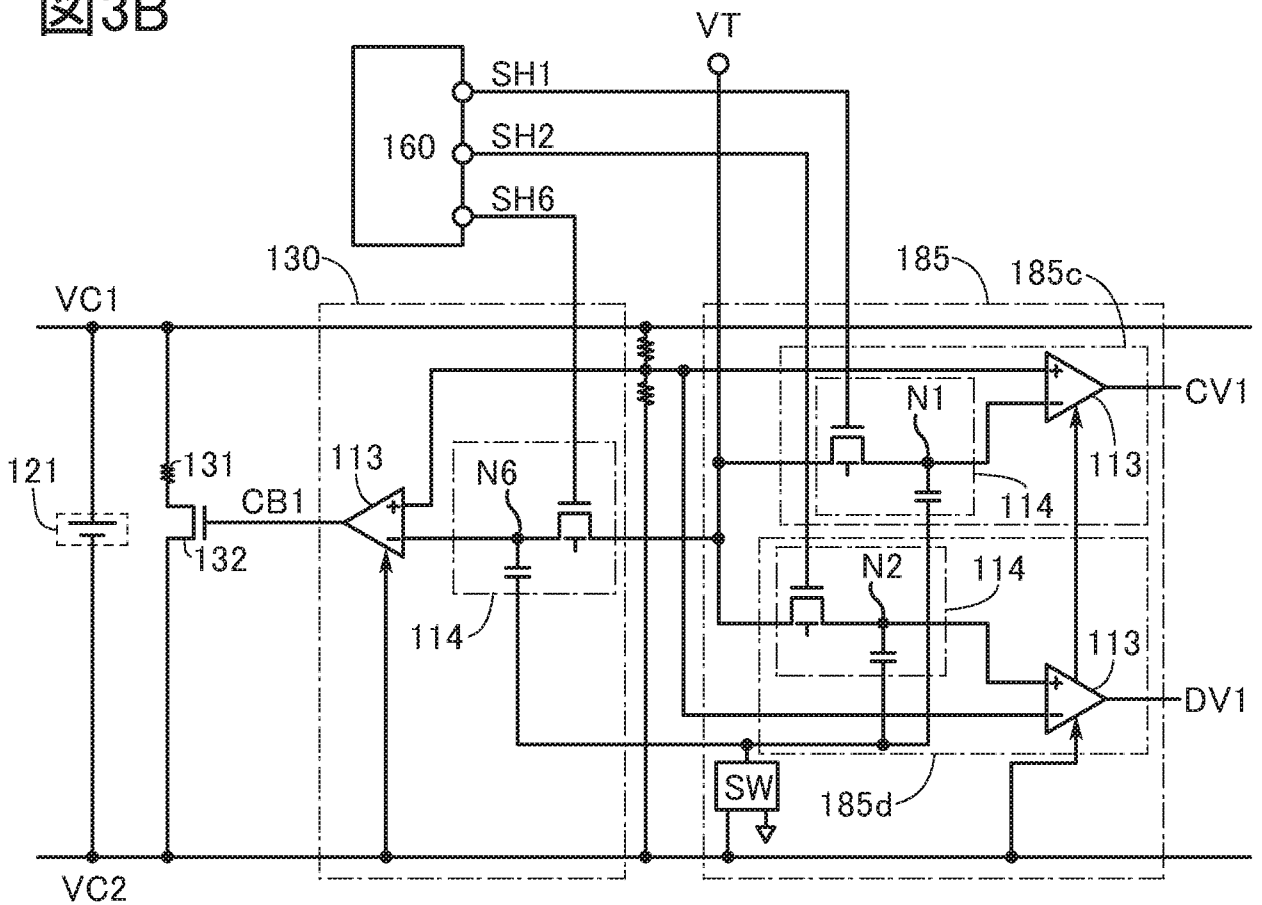
図2B



3A



3B



4

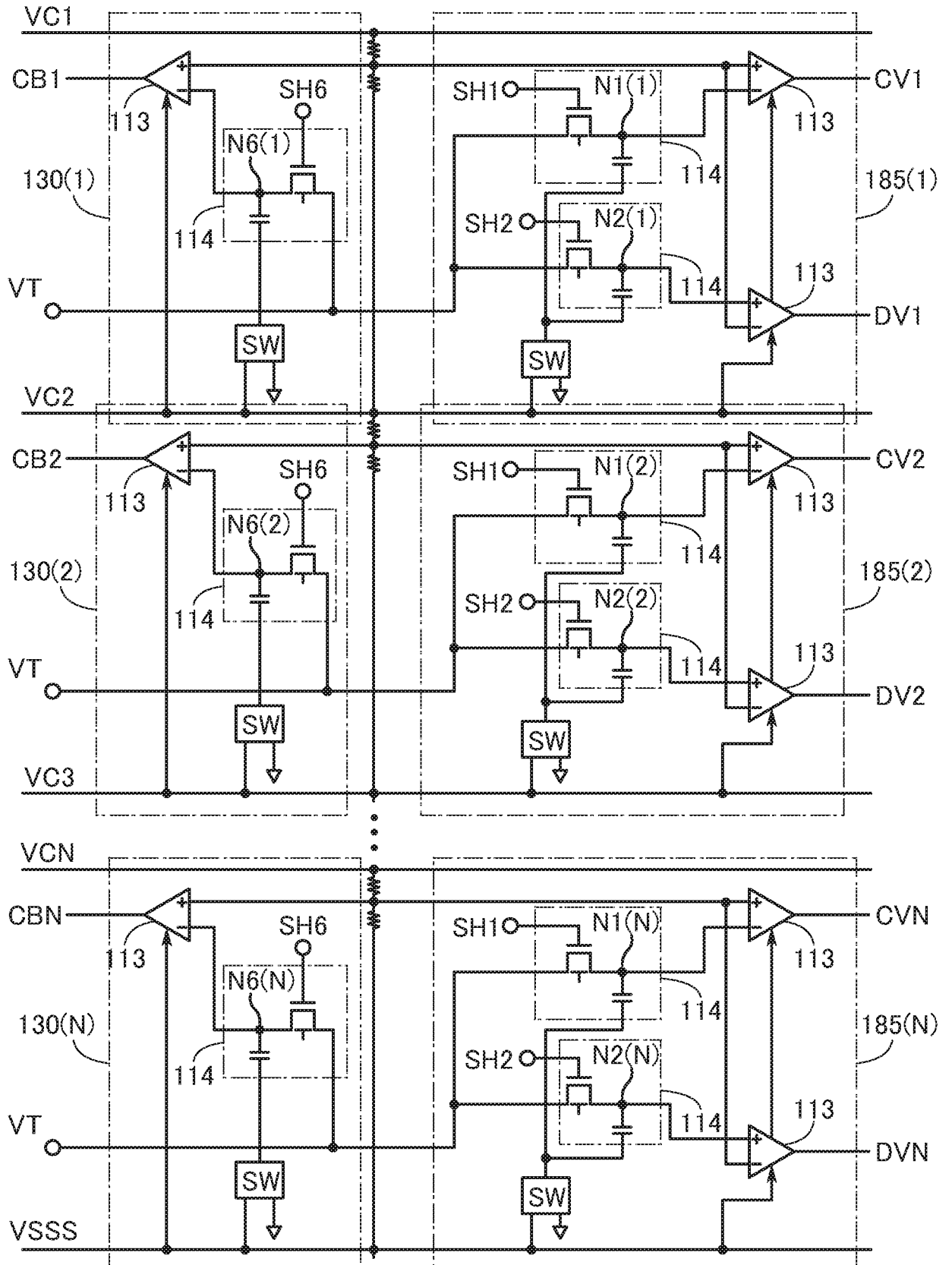


図5A

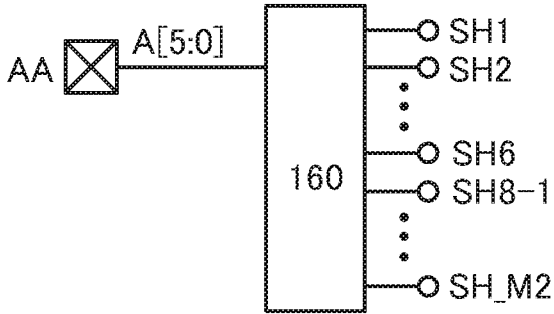


図5B

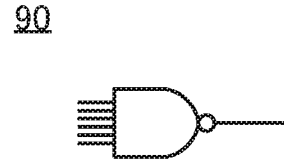


図5C

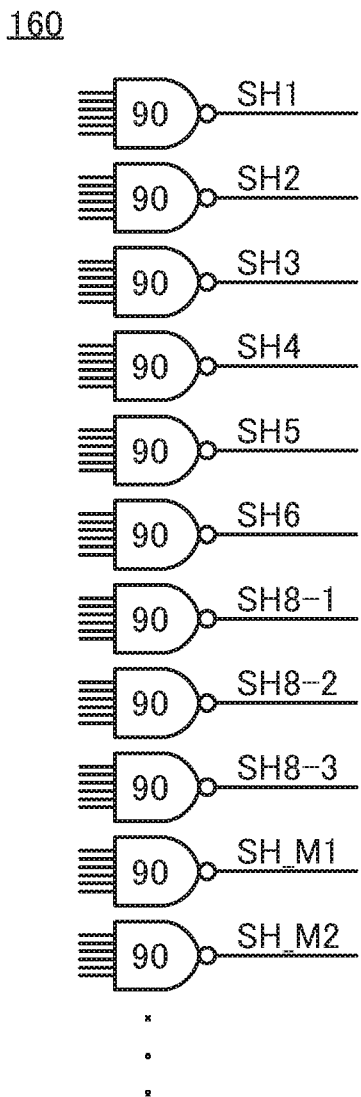
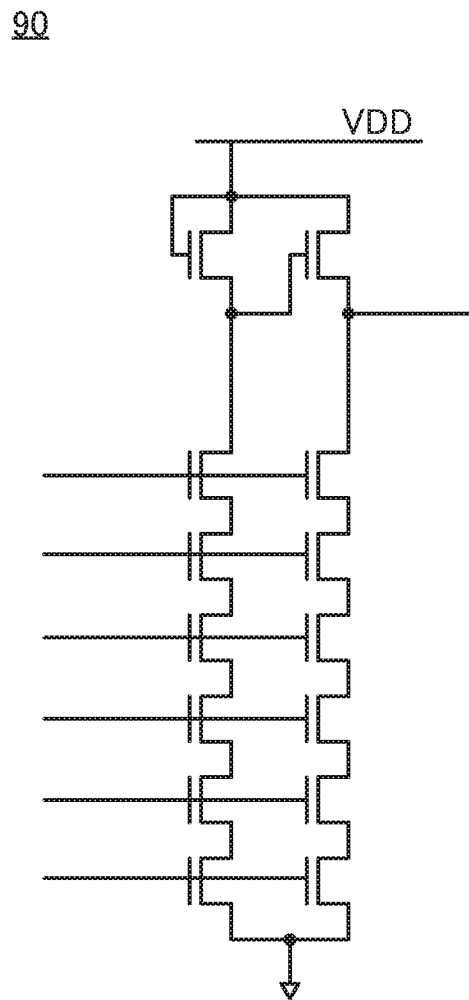
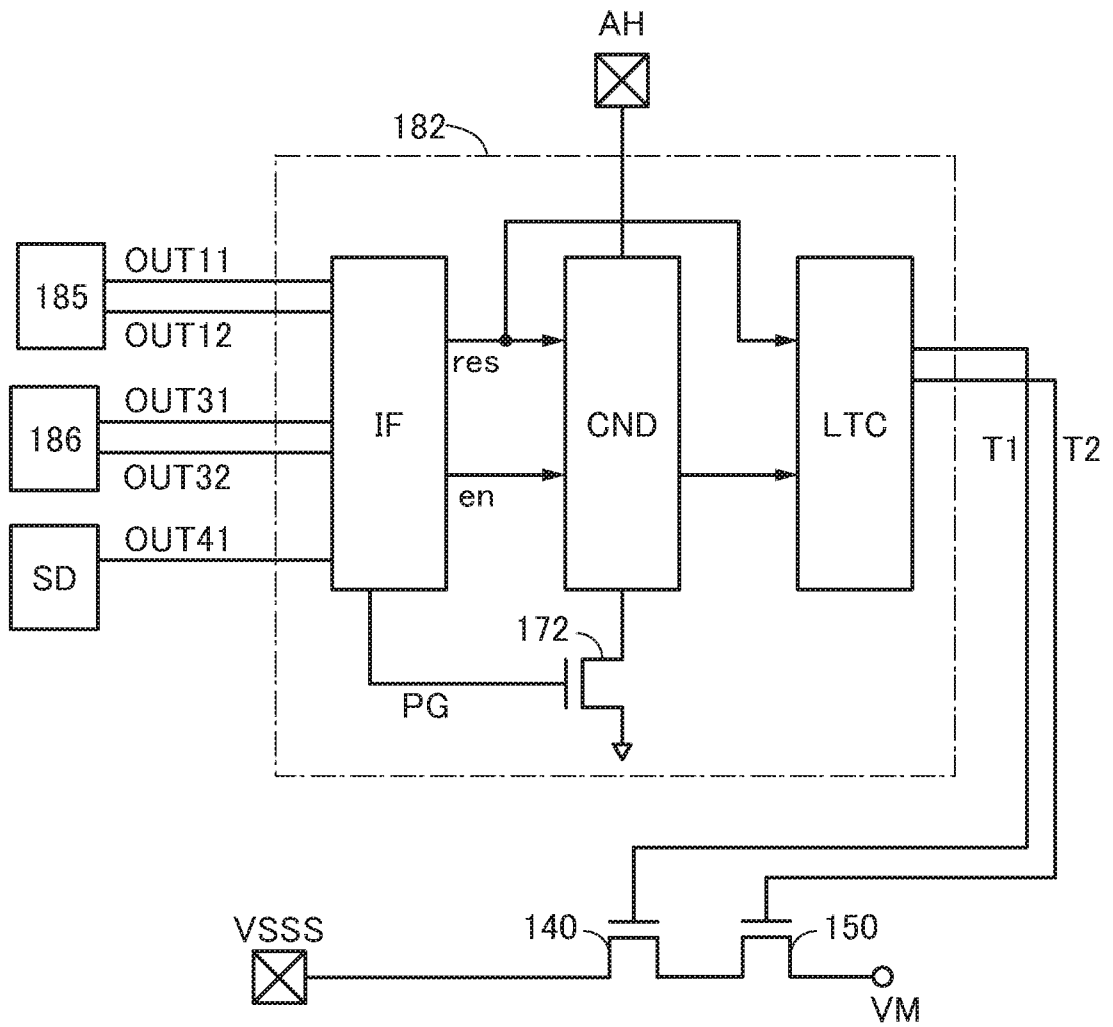


図5D

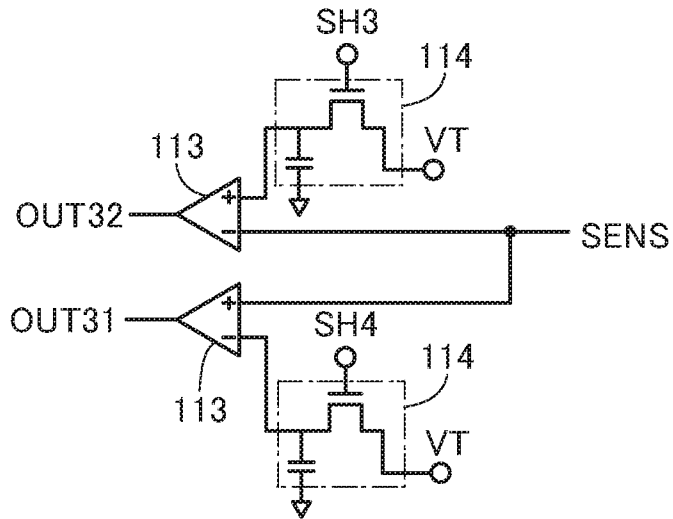


6



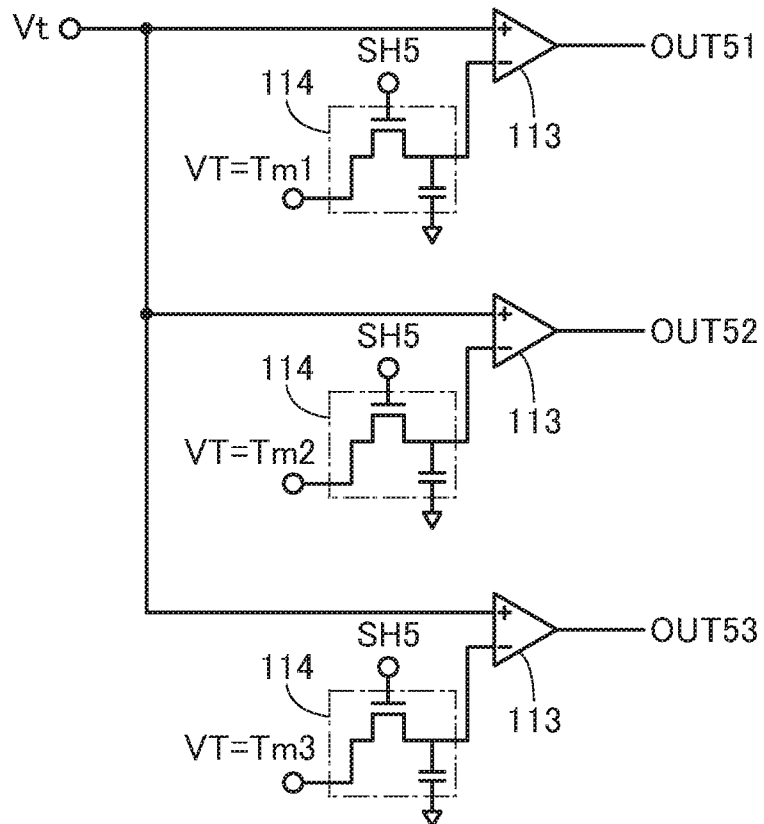
7A

186



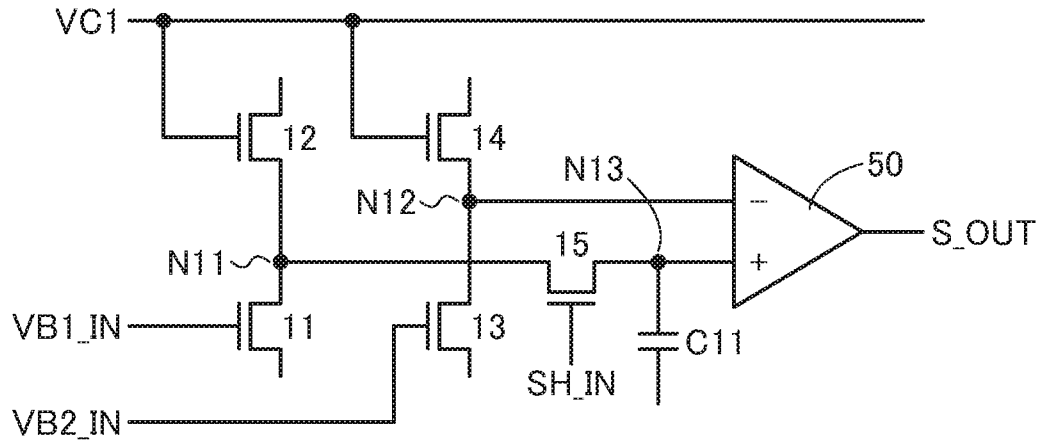
7B

IS



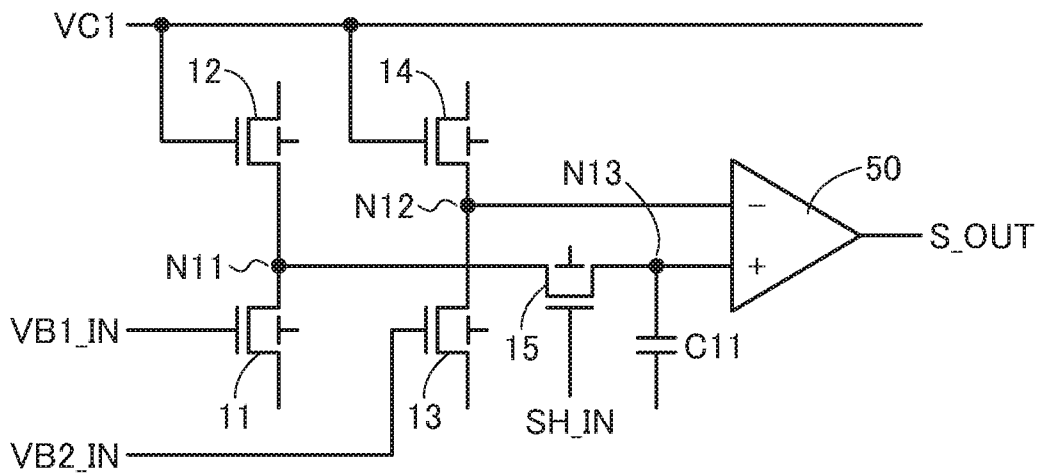
8A

MSD



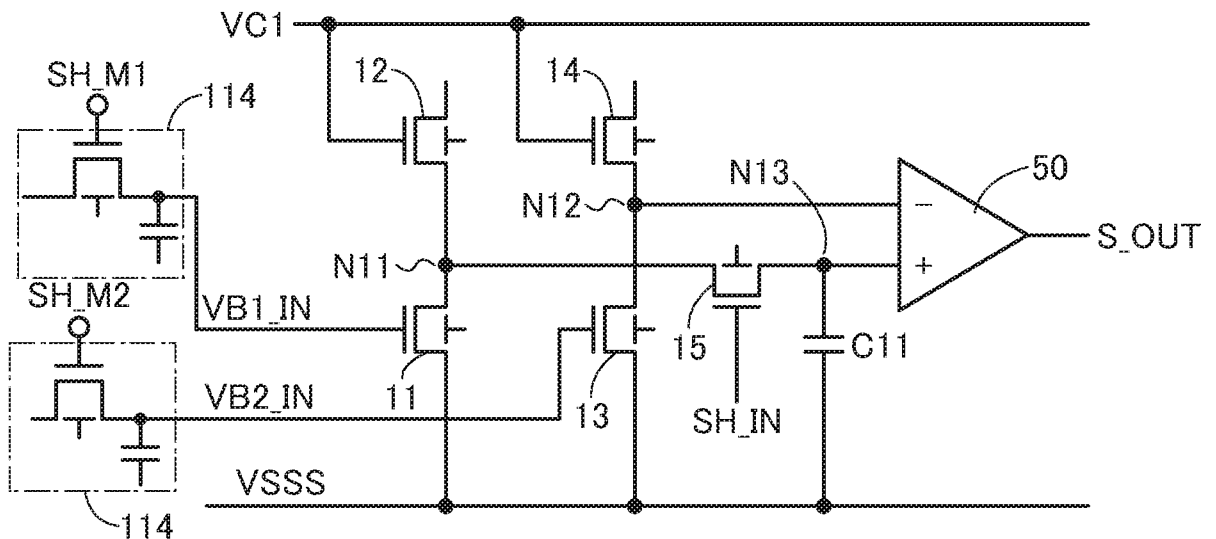
8B

MSD



8C

MSD



9

50

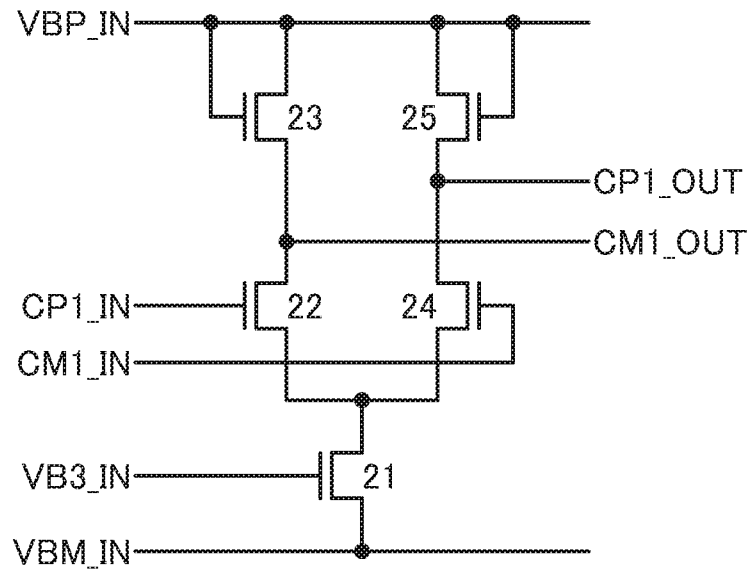


图 10

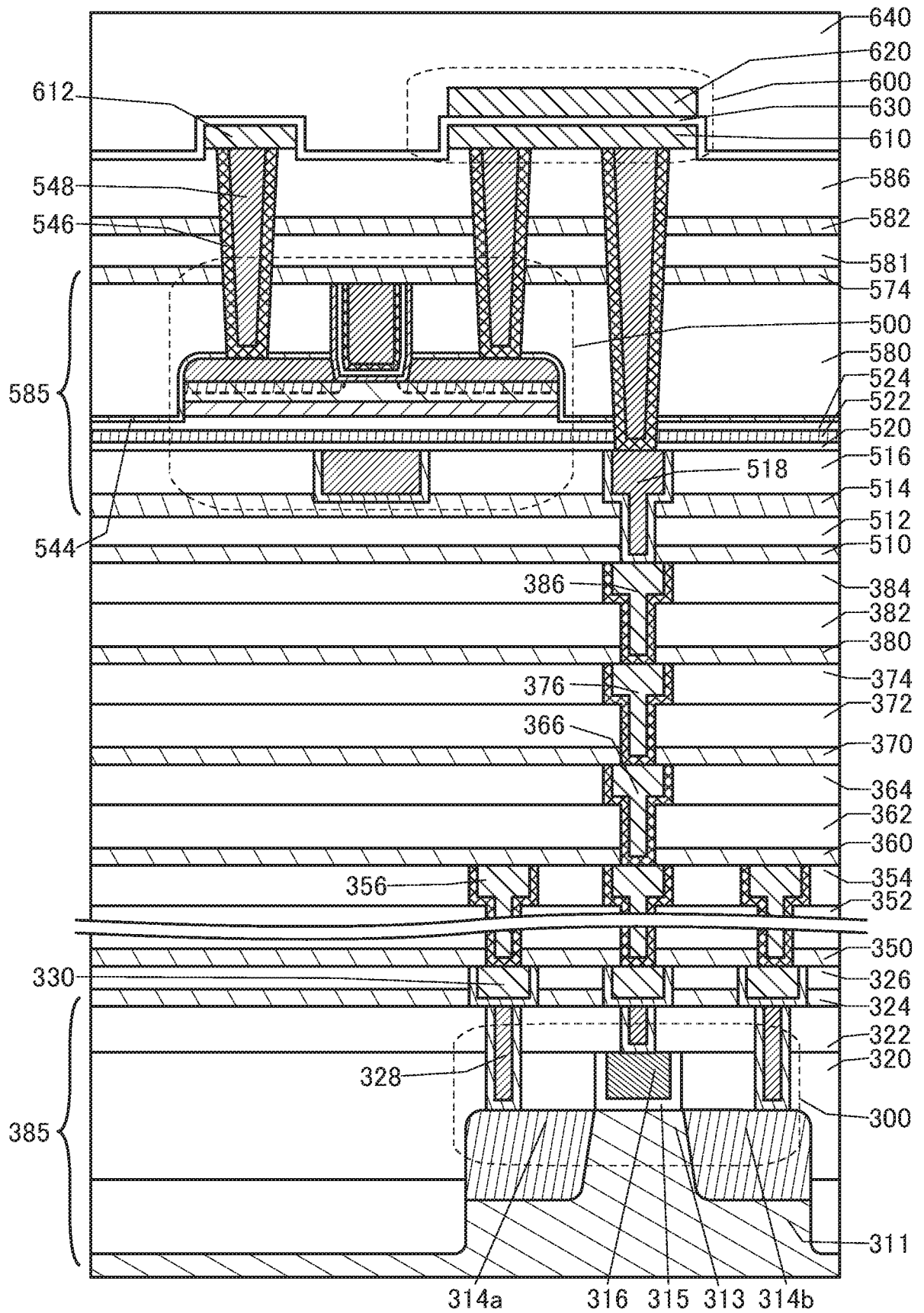


图 11

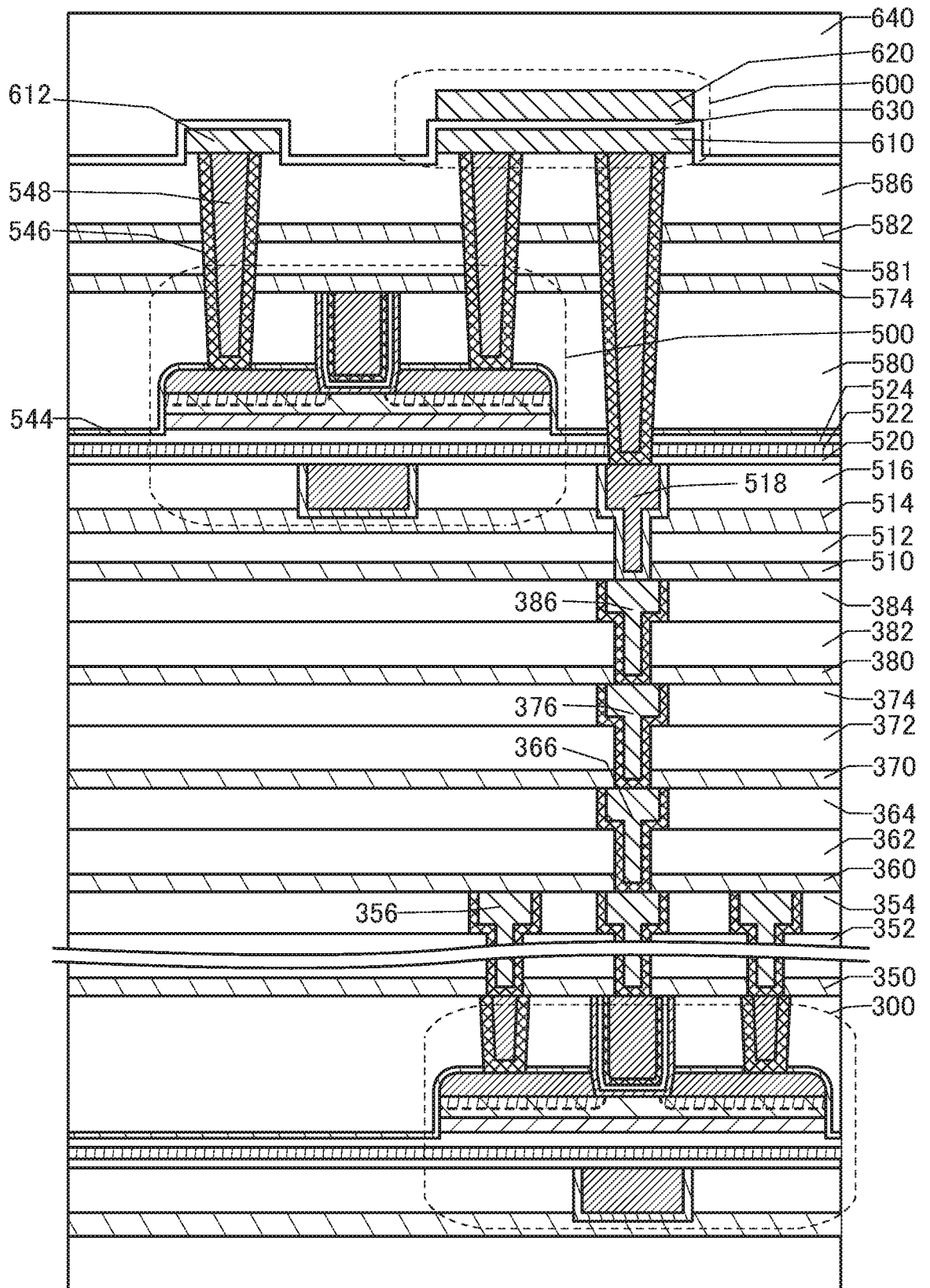


図12A

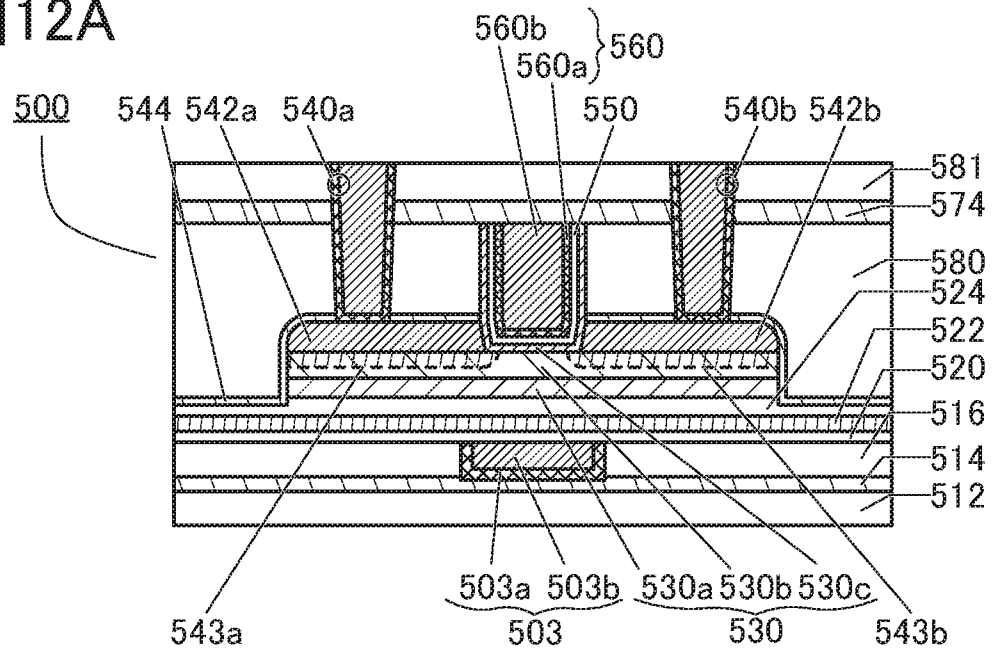


図12B

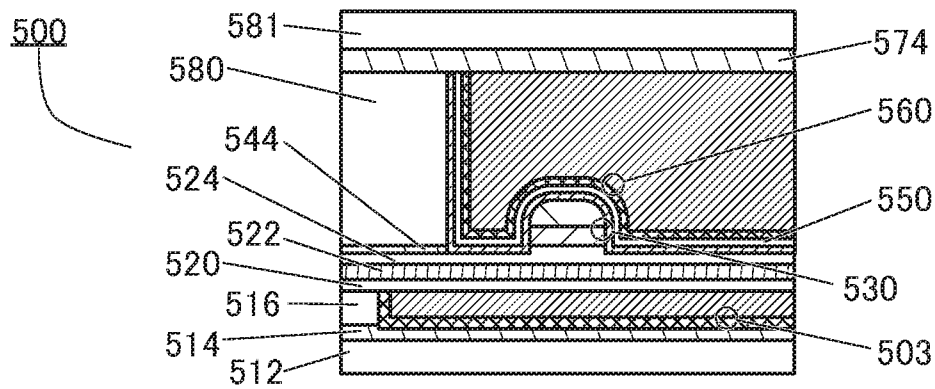
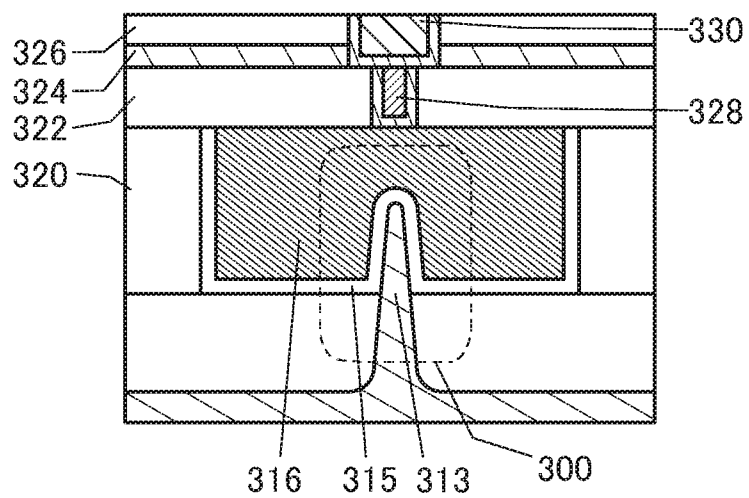
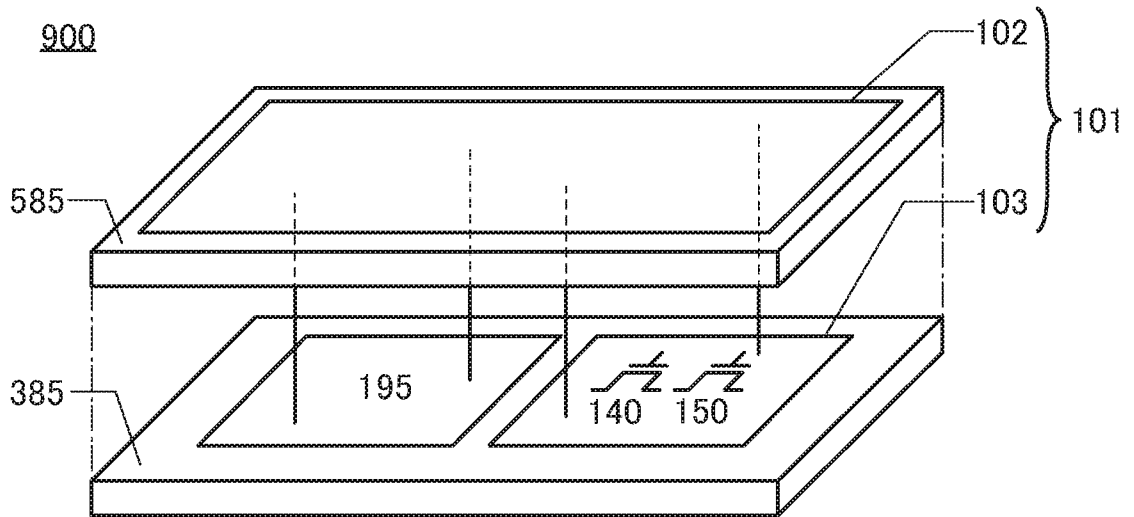


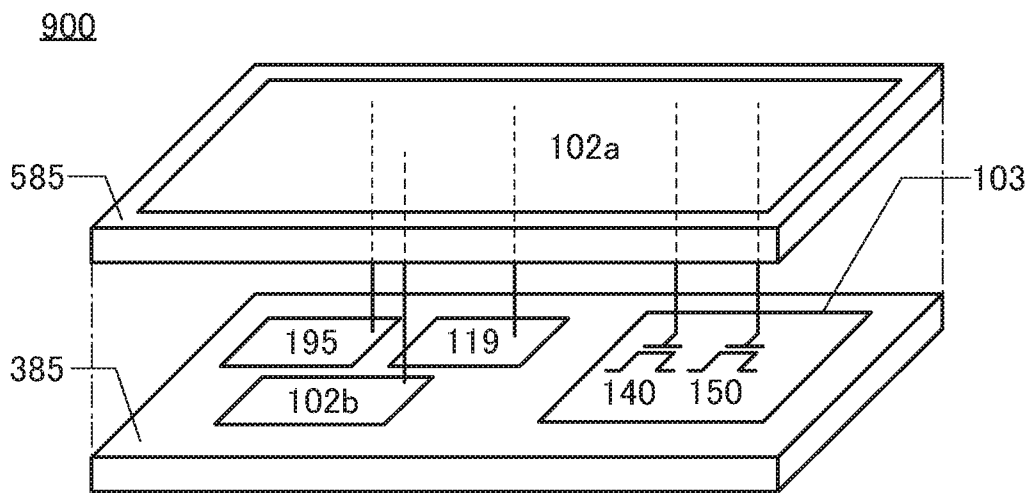
図12C



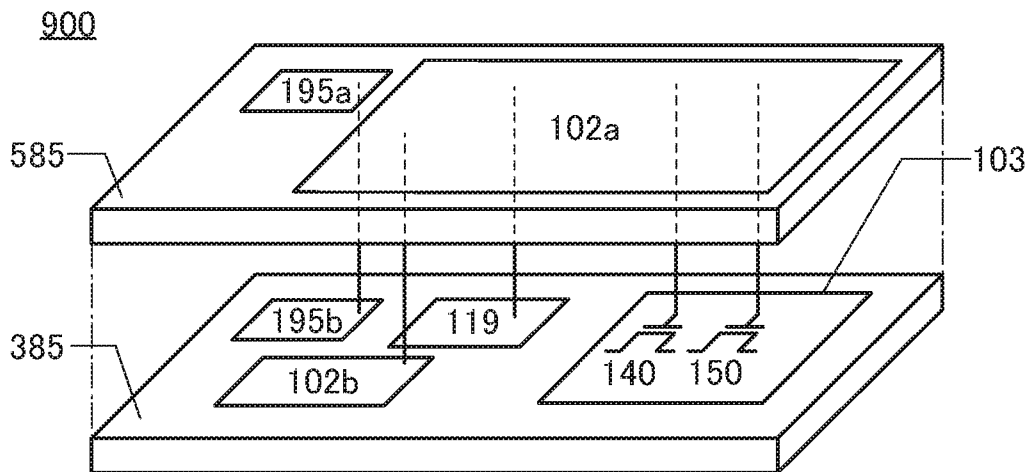
13A



13B

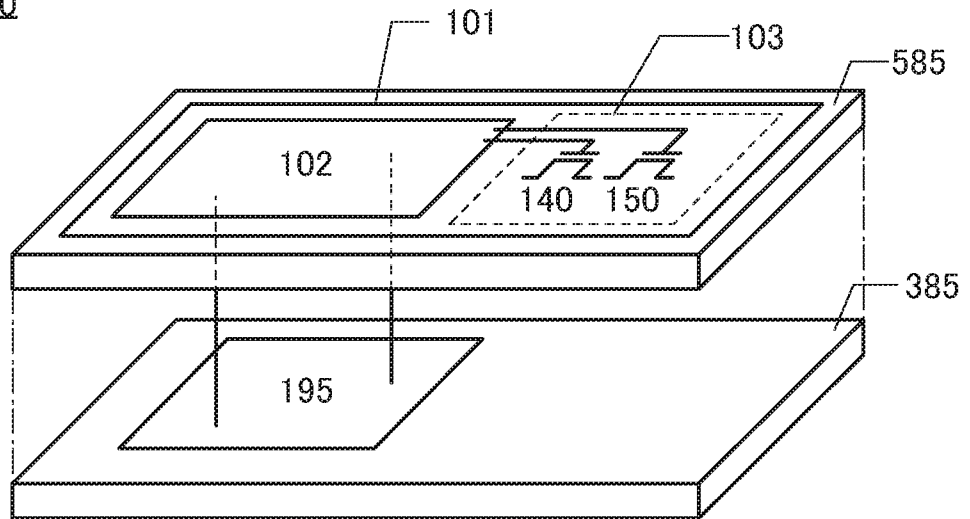


13C



14A

900



14B

900

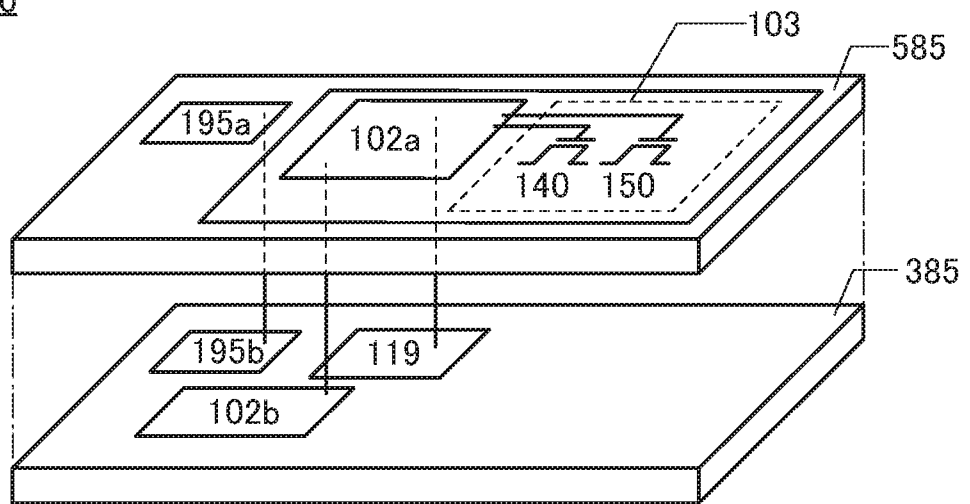


図15A

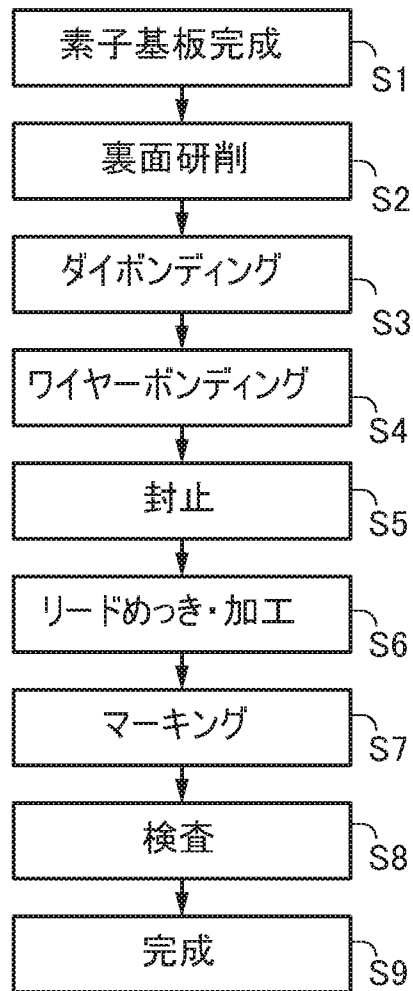


図15B

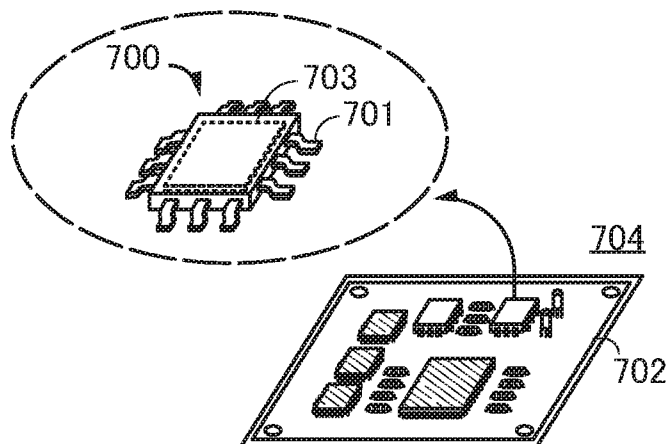


図16A

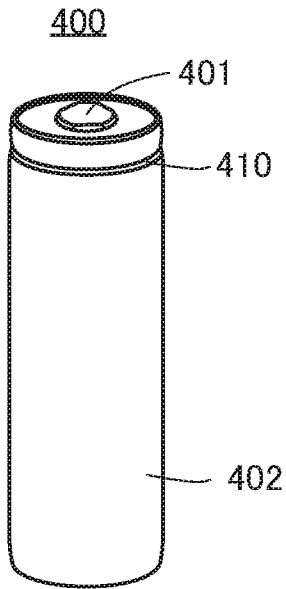


図16B

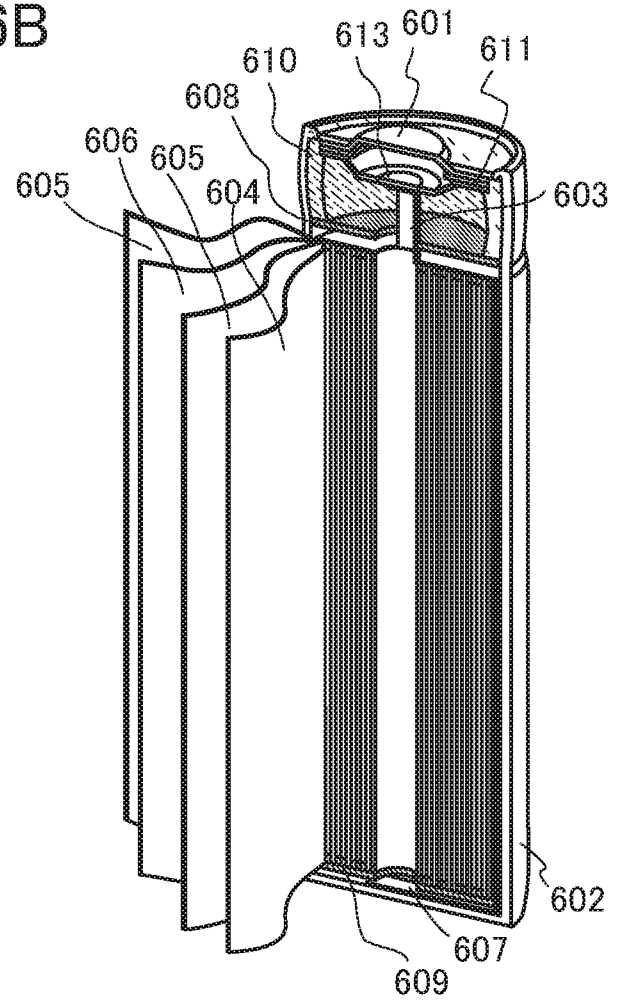


図16C

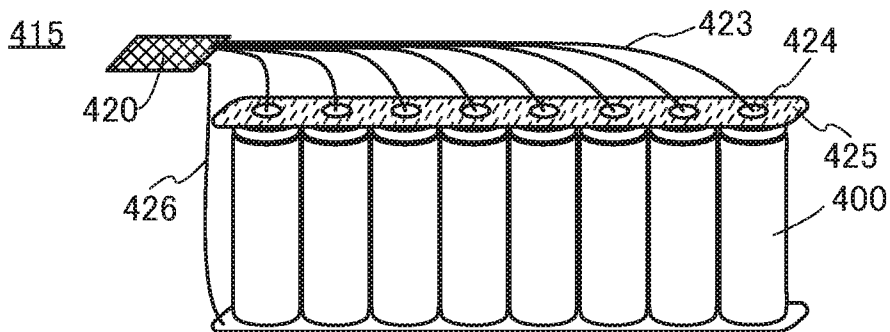


図16D

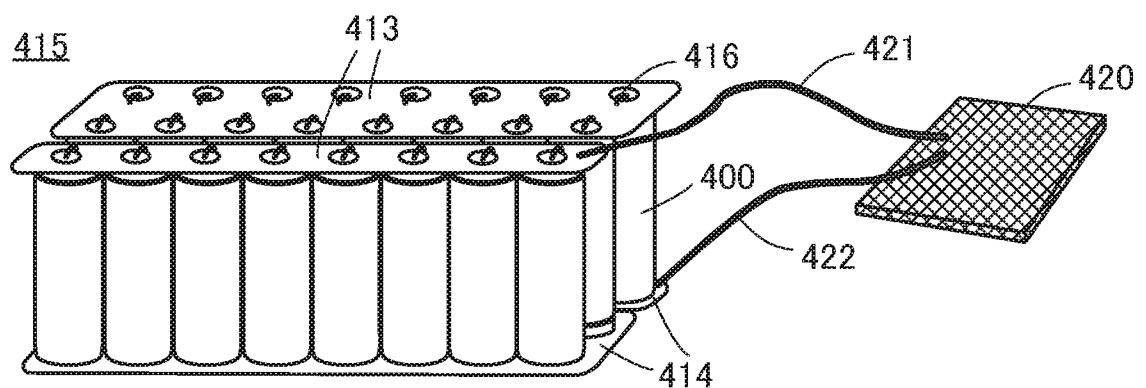


図17A

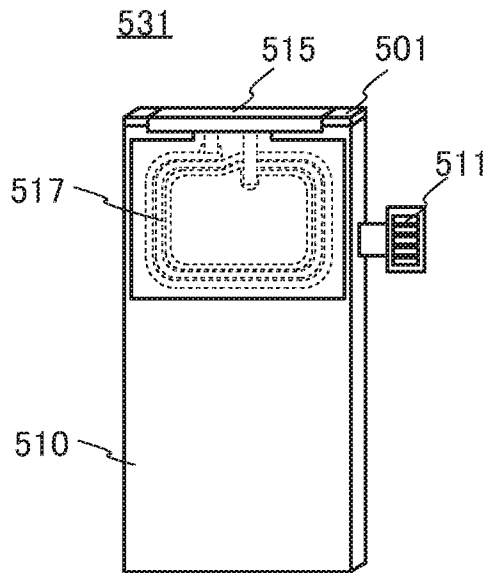


図17B

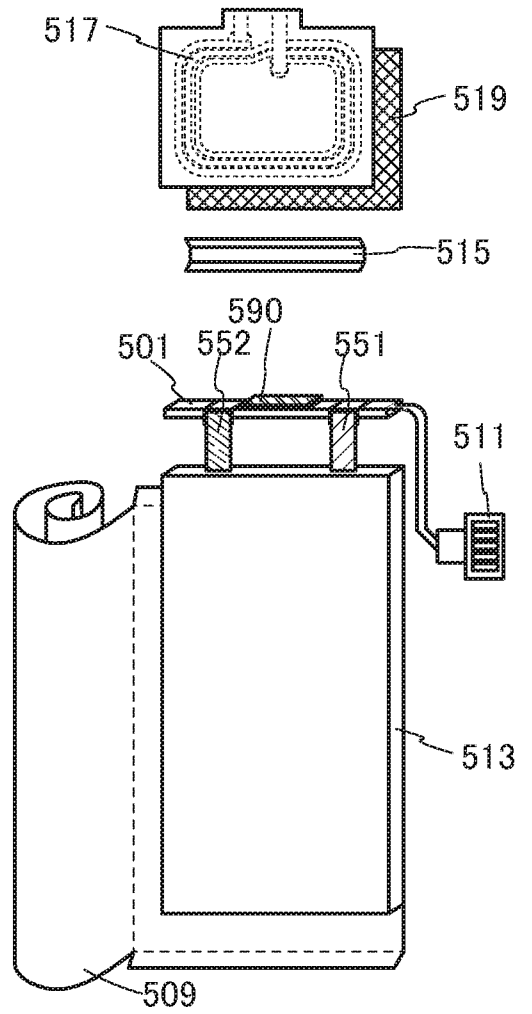


図17C

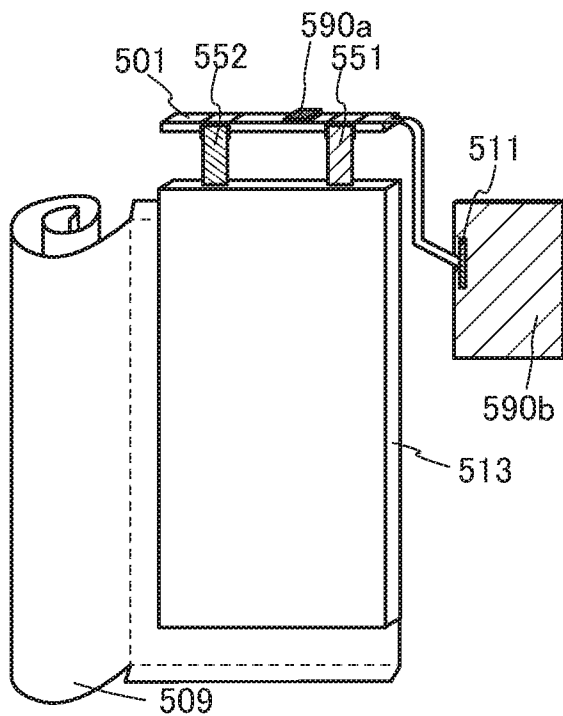


图 18A

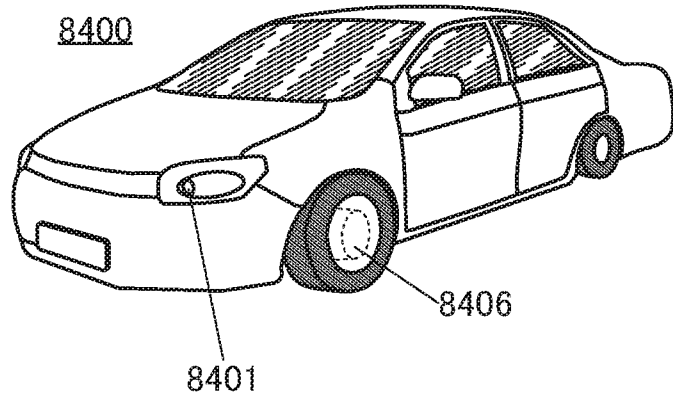


图 18B

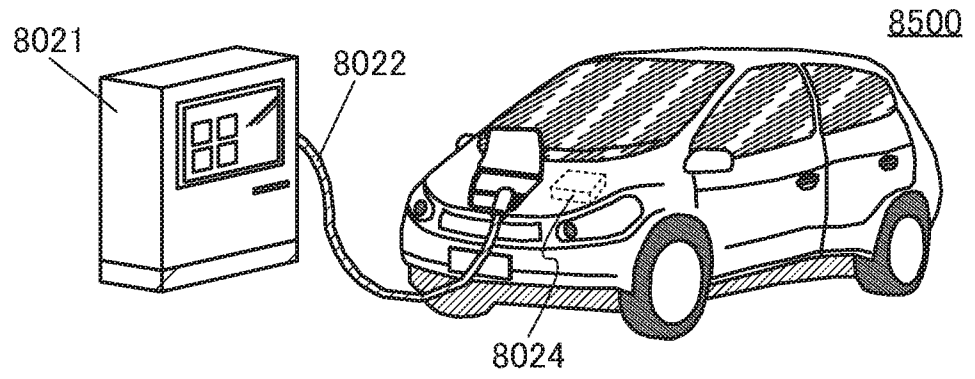


图 18C

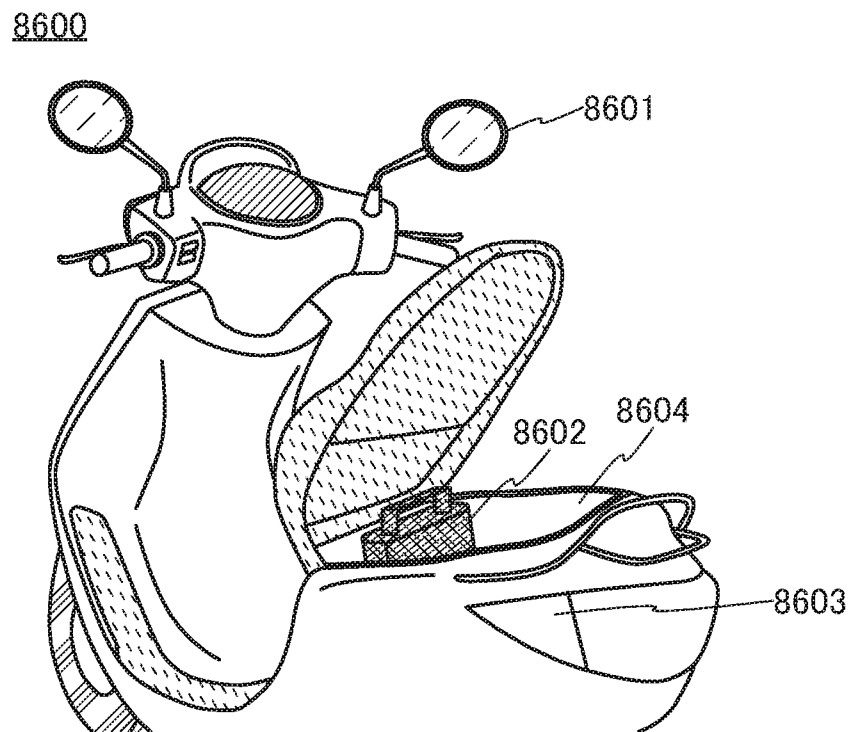


图 19A

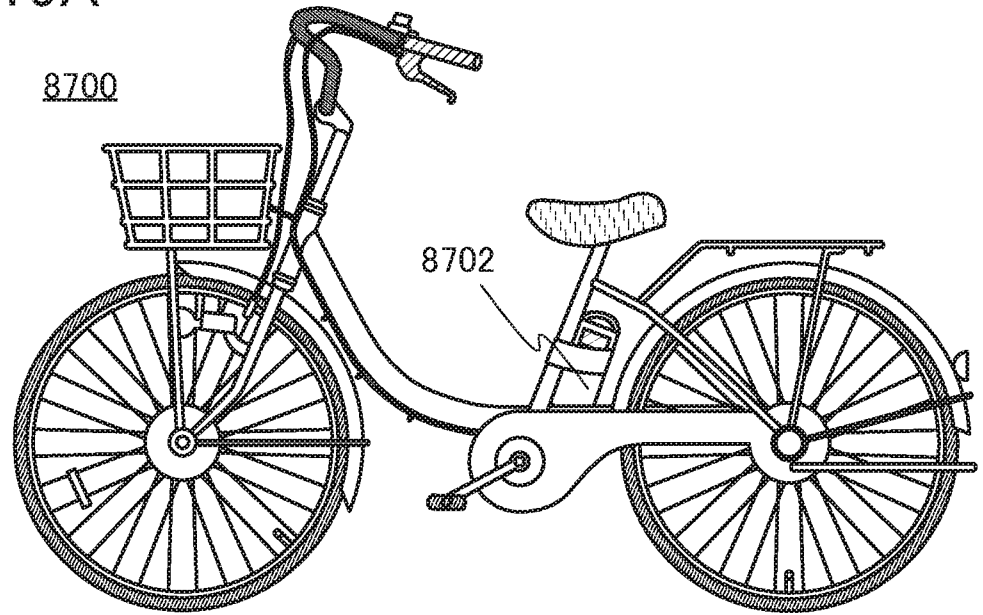


图 19B

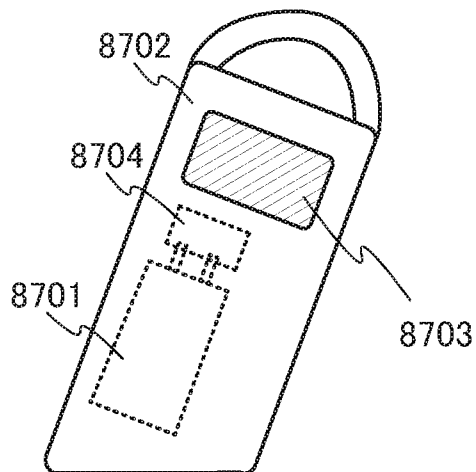


図 20A

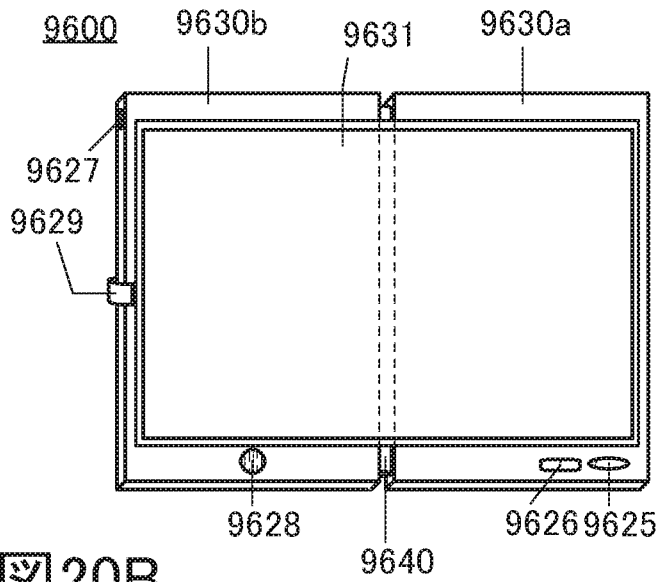


図 20B

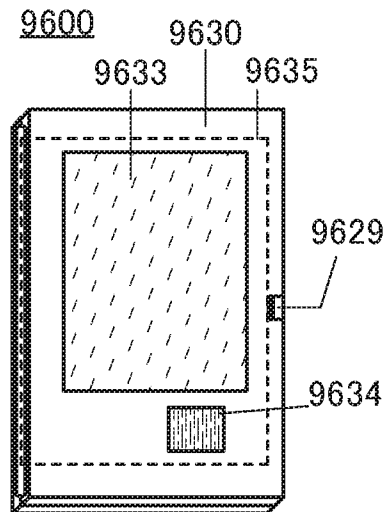


図 20C

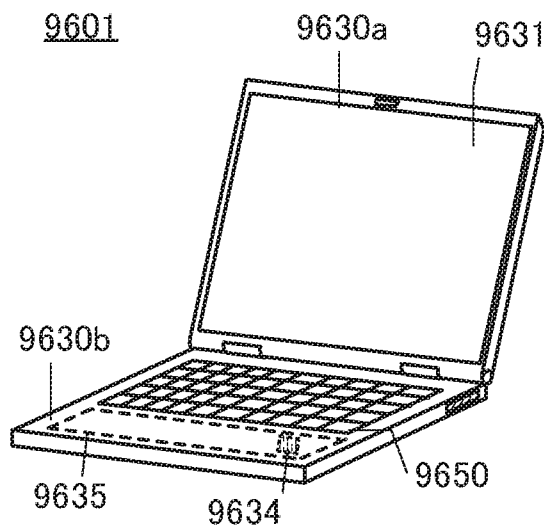


图 21

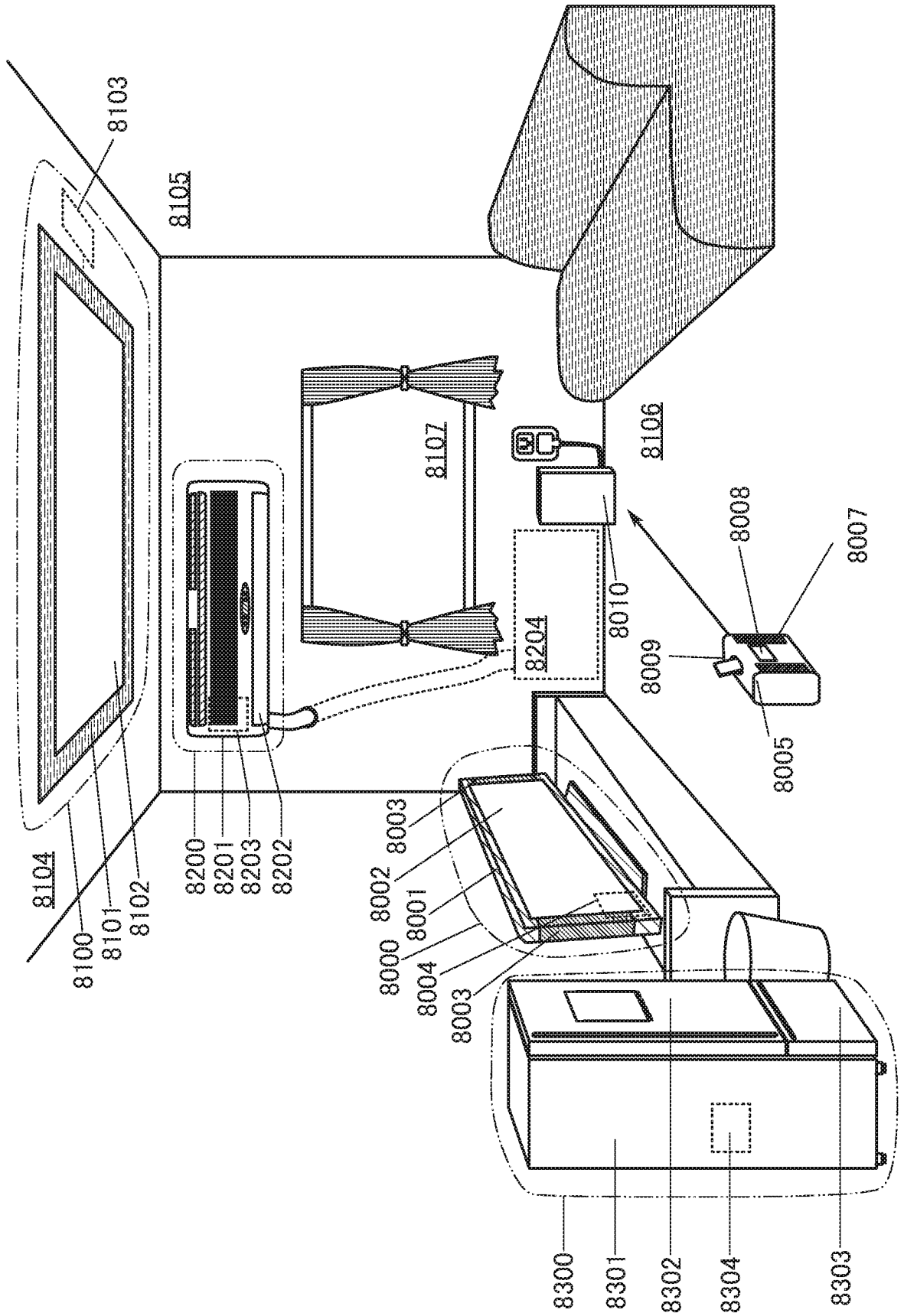


図22A

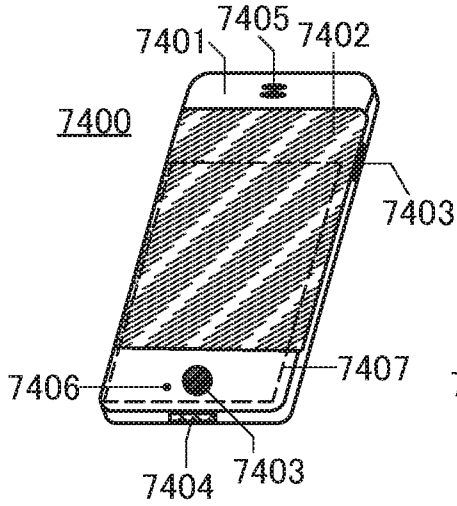


図22B

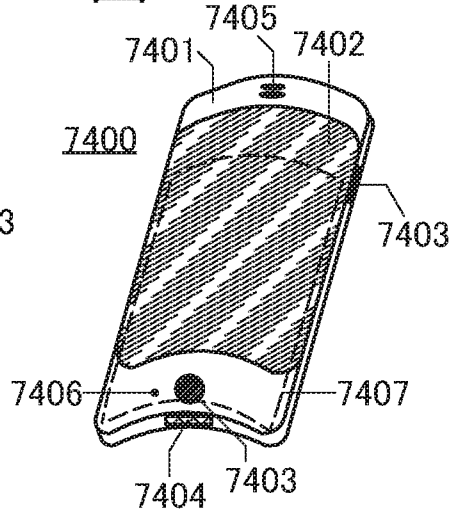


図22C

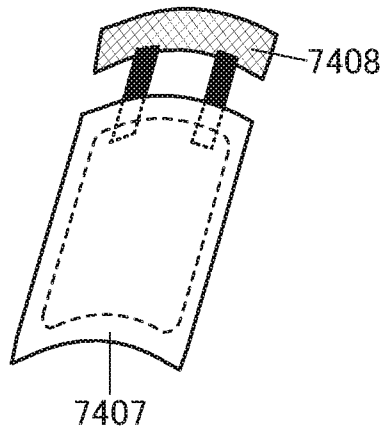


図22D

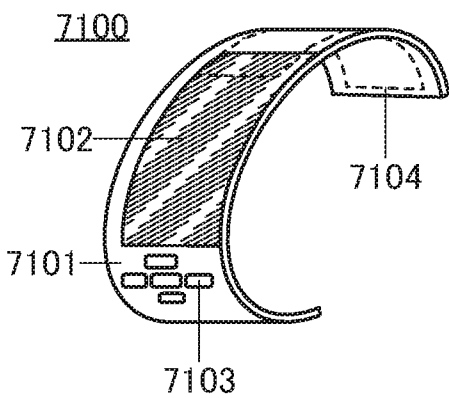
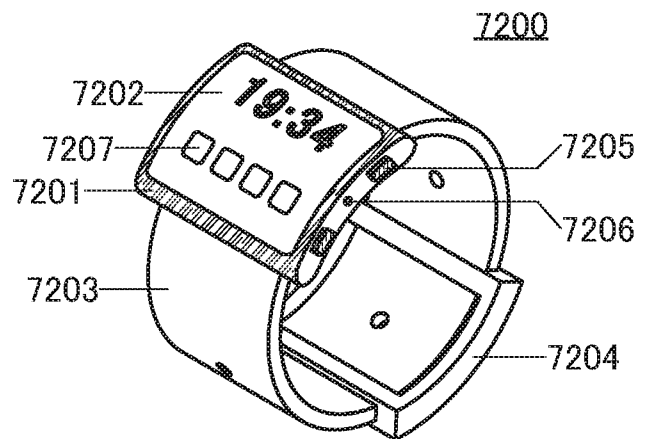


図22E



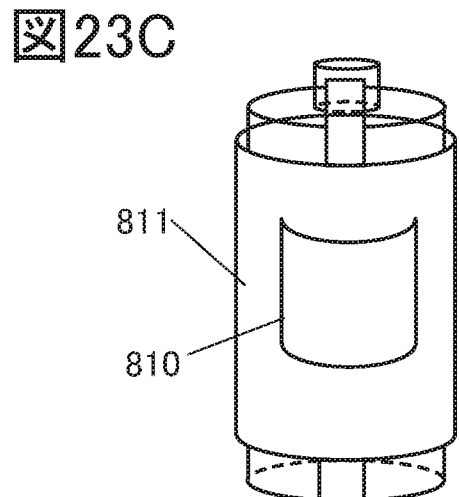
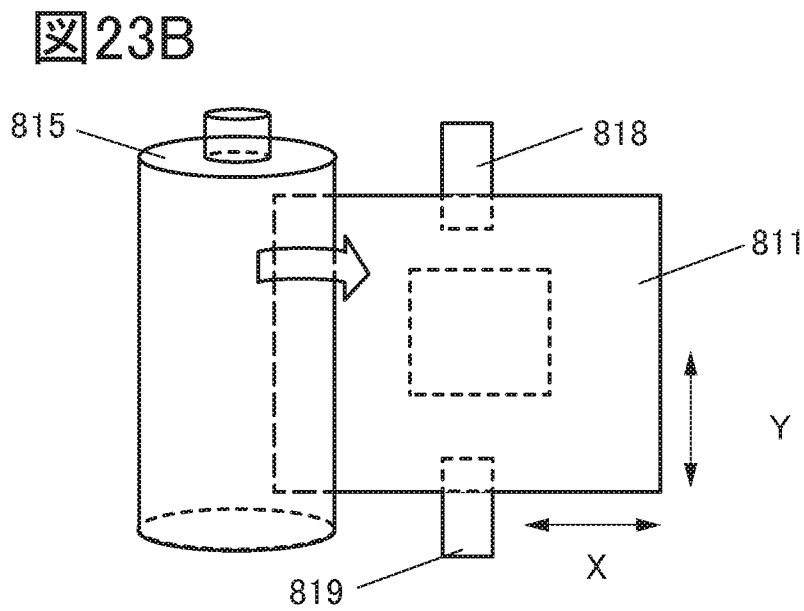
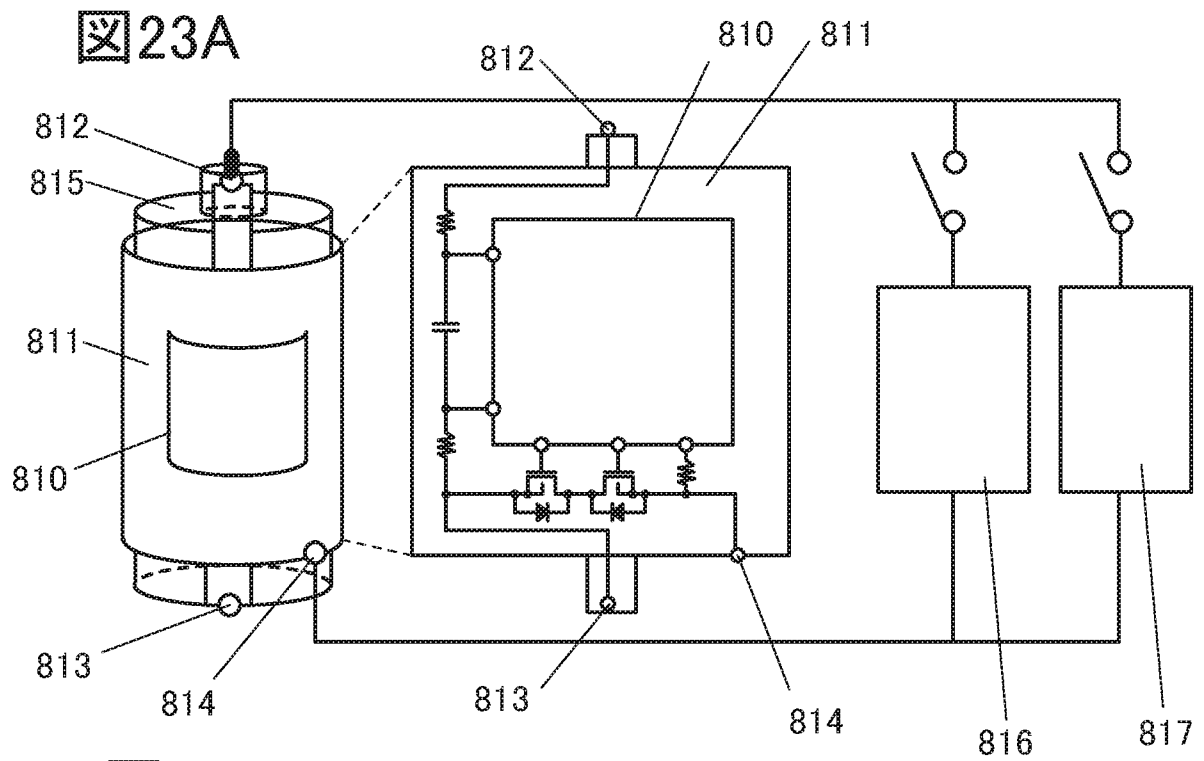


図24A

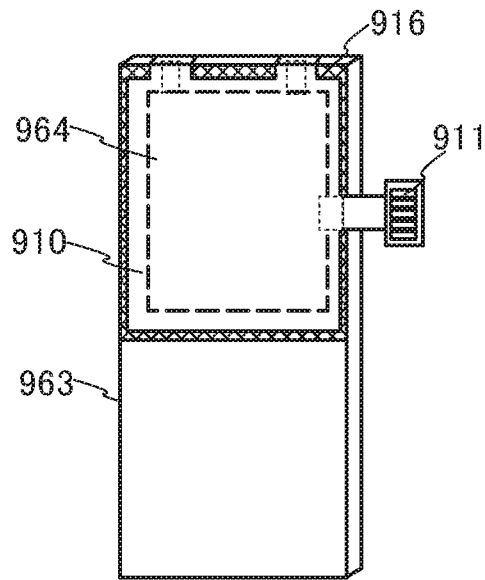


図24B

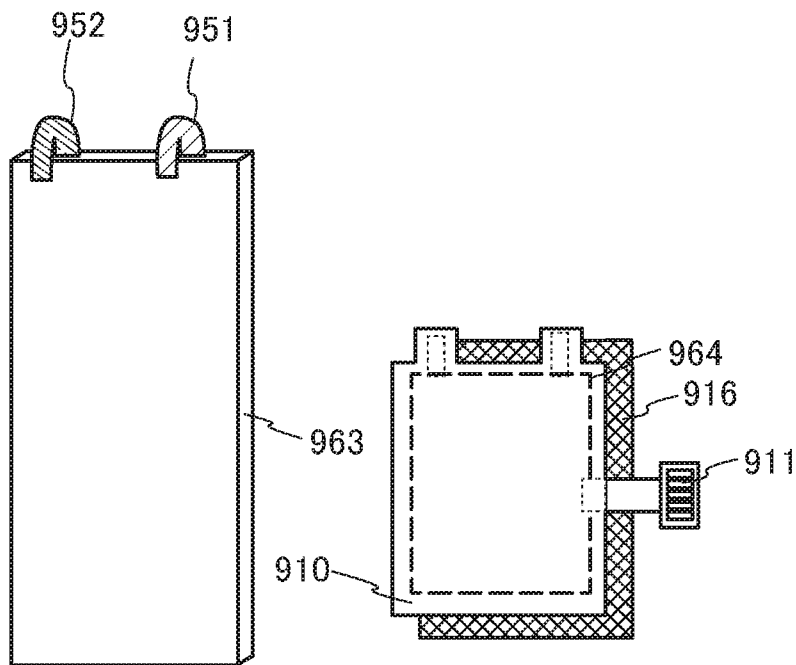
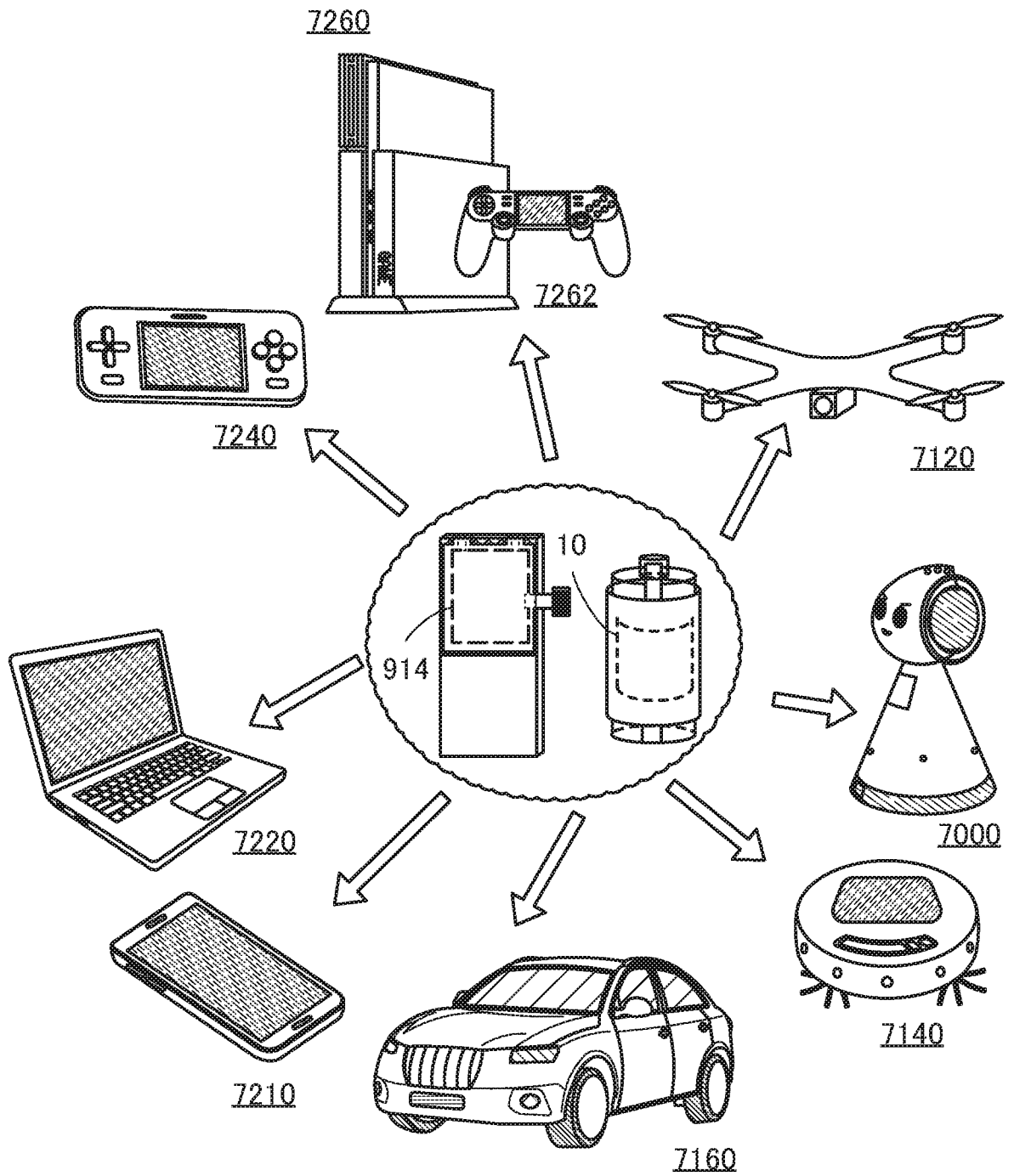


图25



26

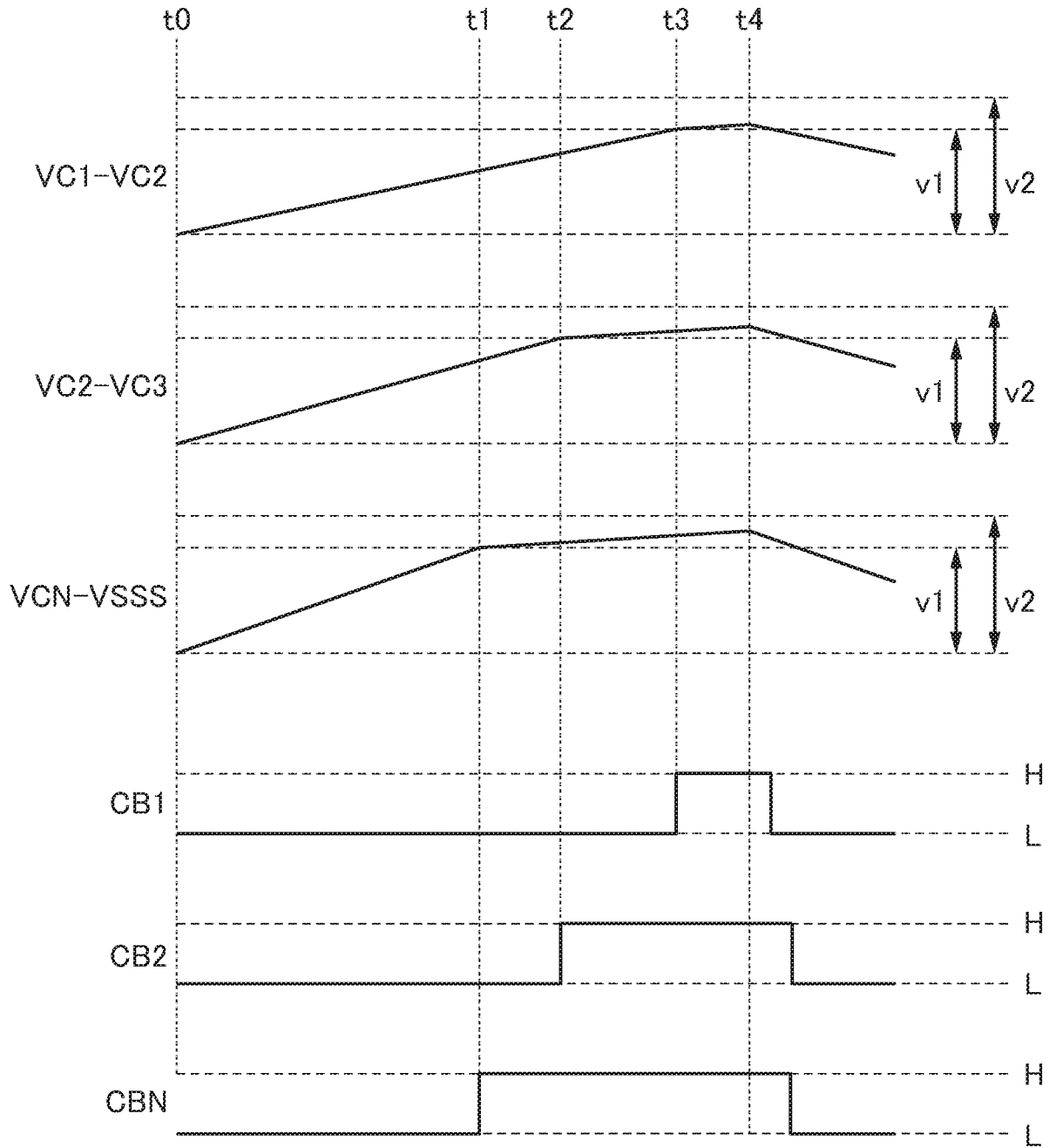


図27A

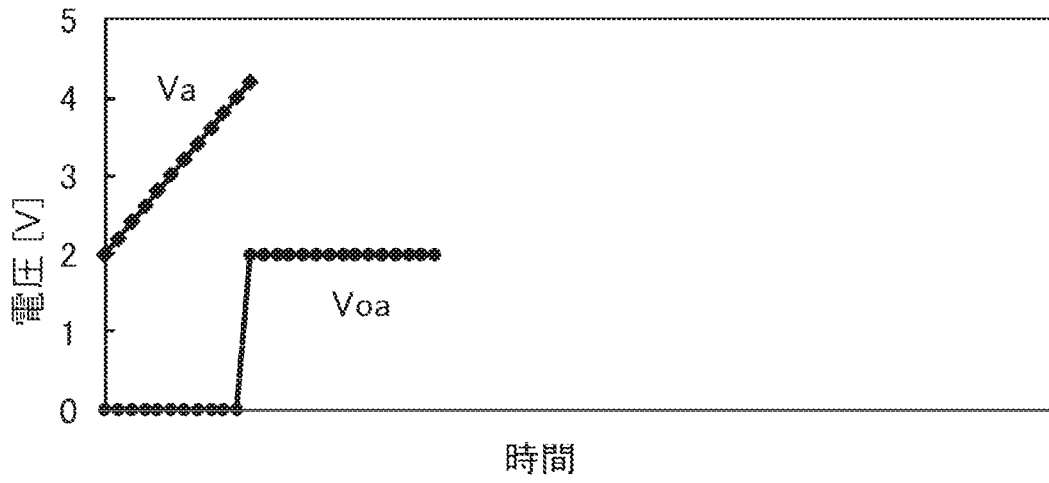


図27B

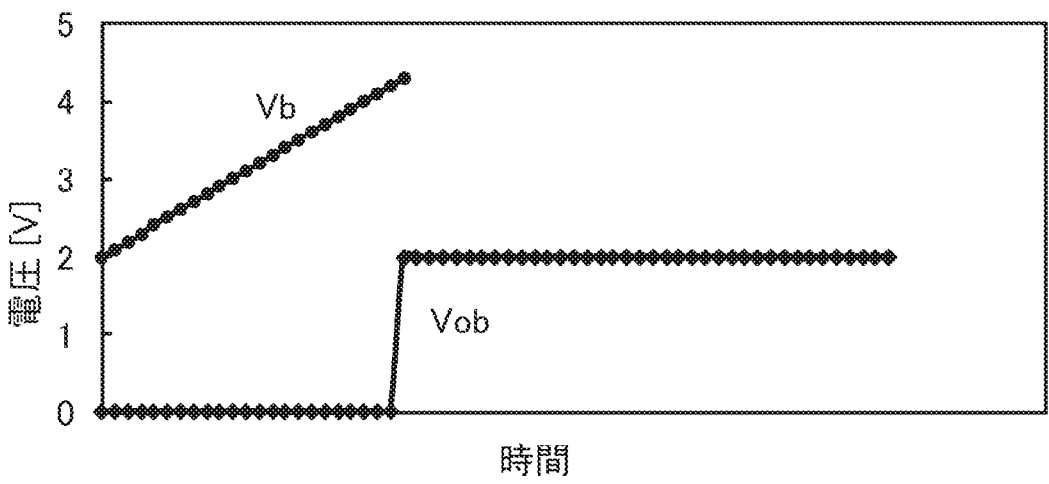


図27C

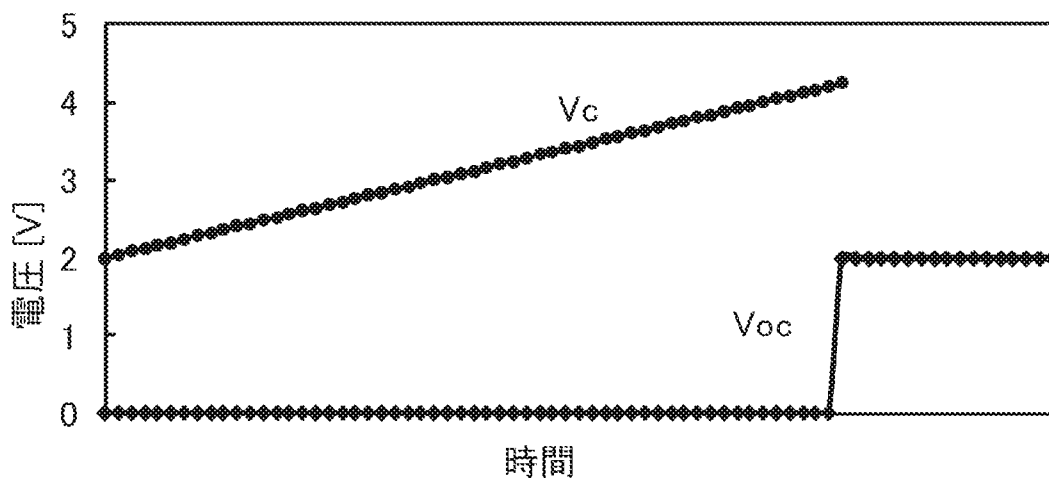


圖28

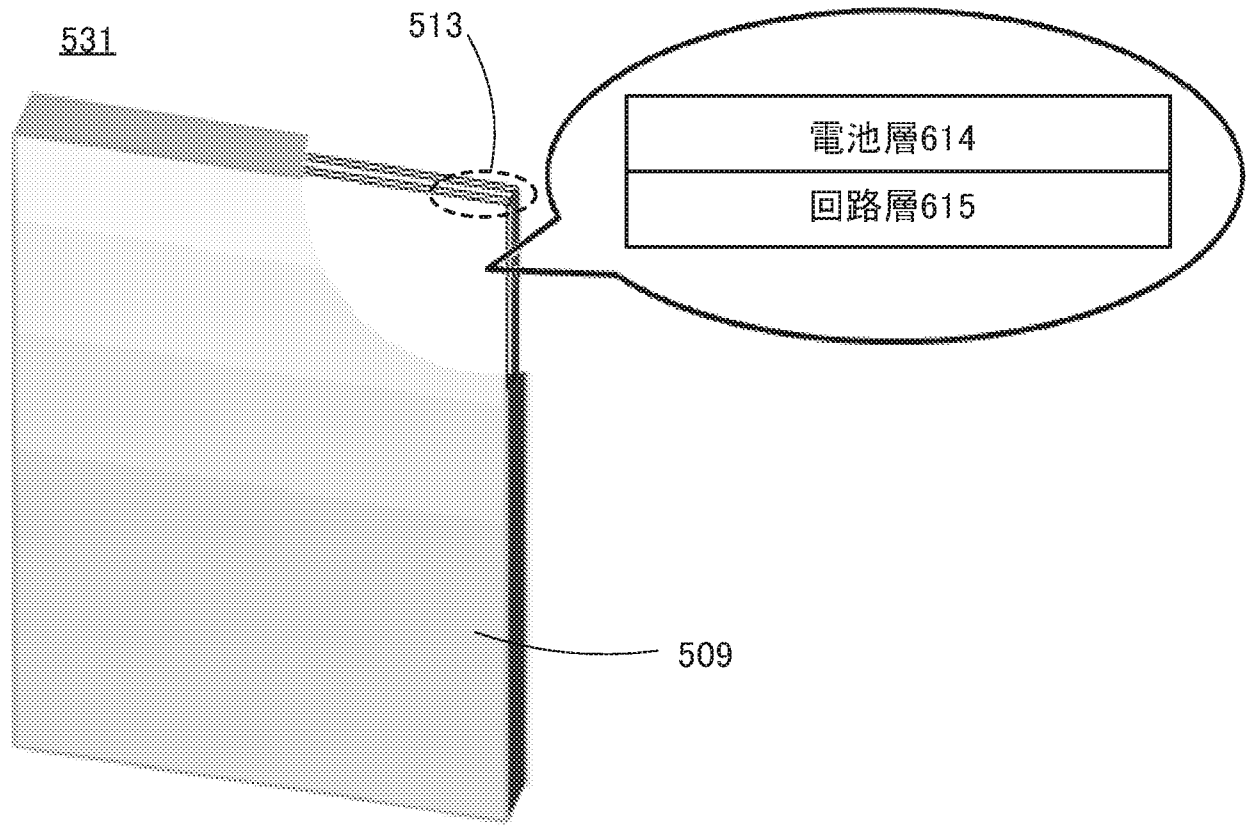
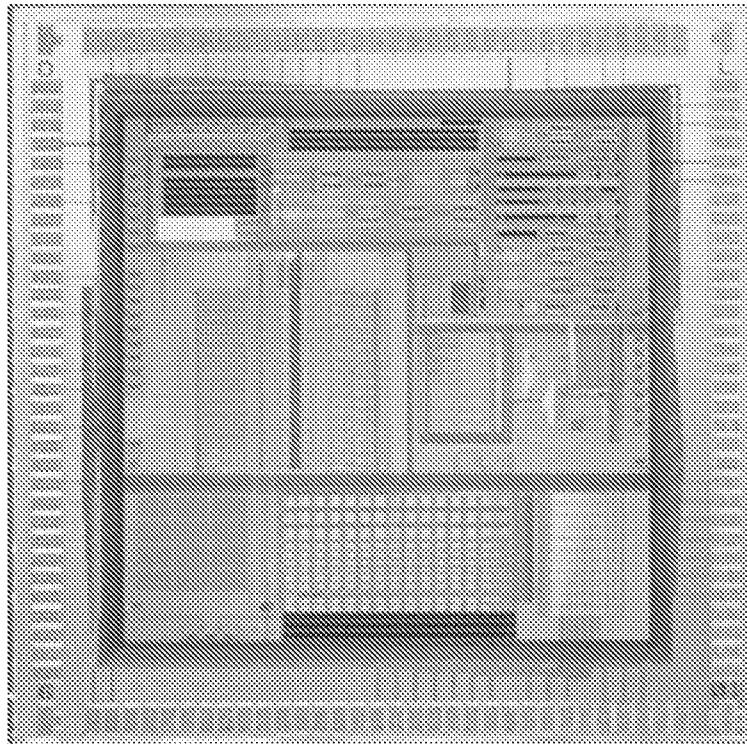


図29



4mm

30

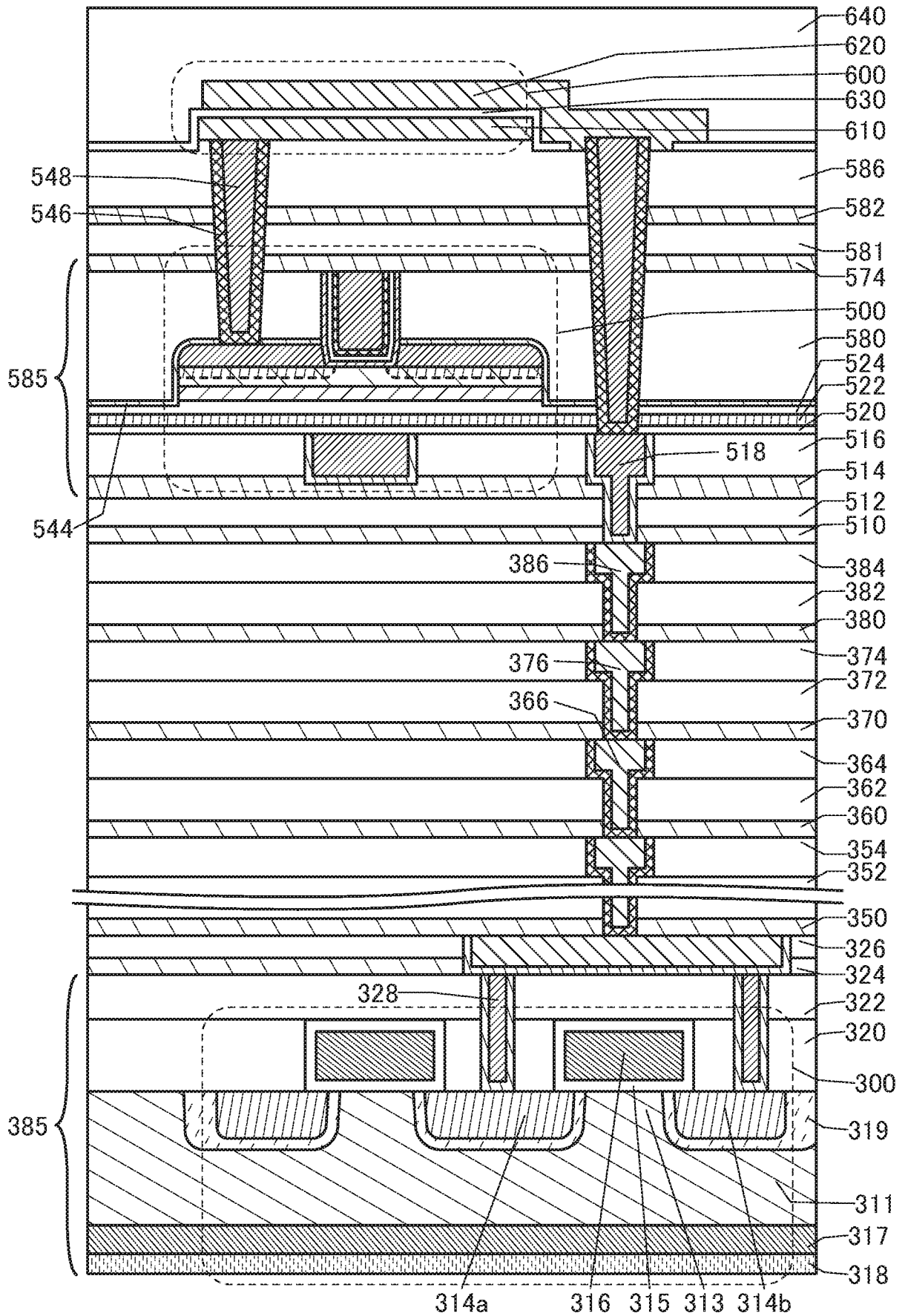


図31A

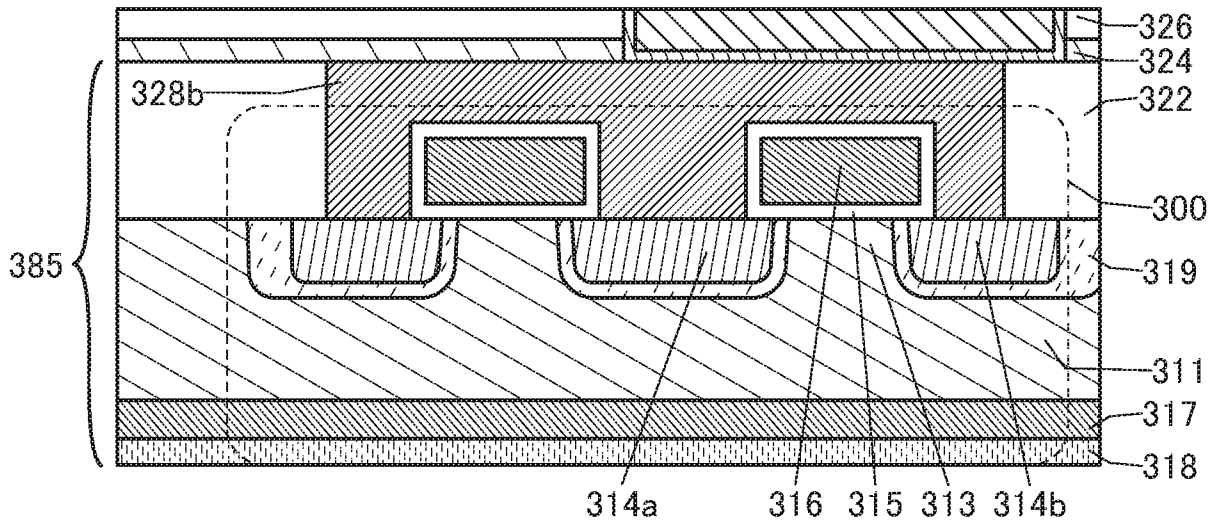


図31B

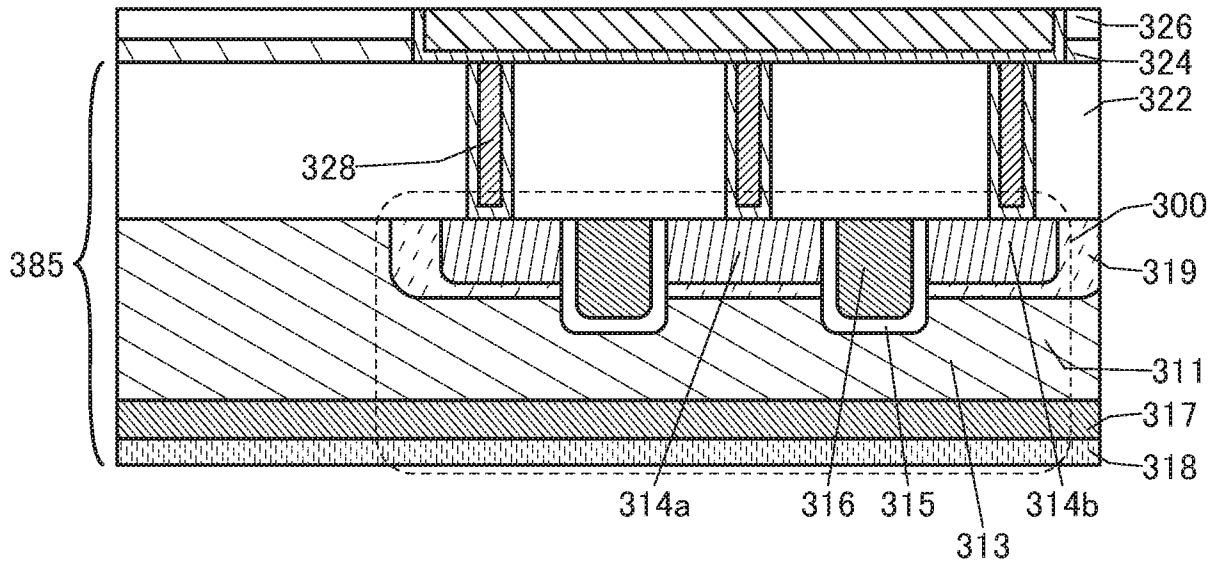
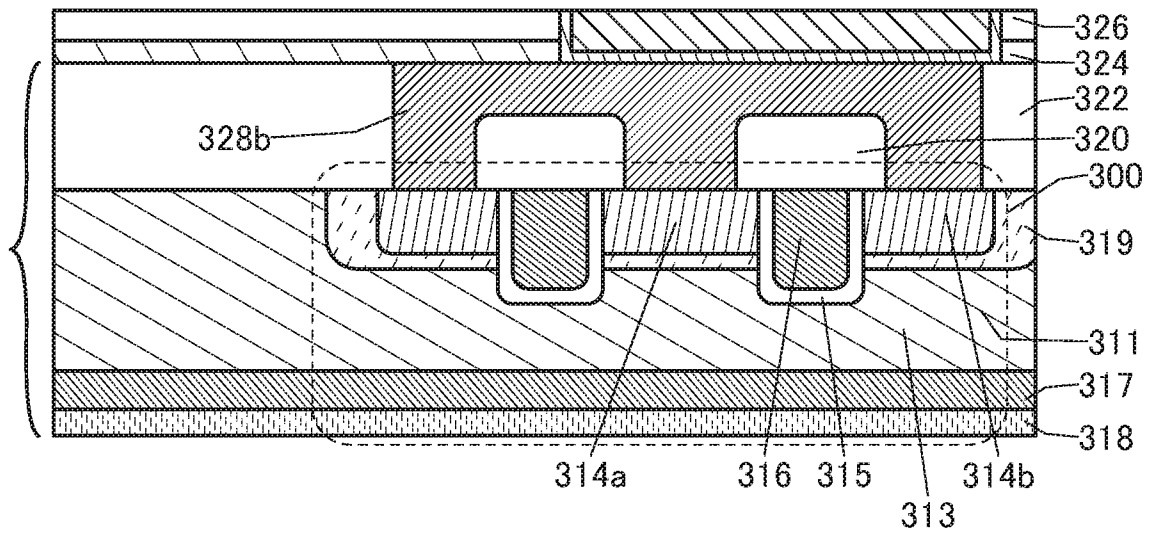


図31C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2020/050244

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 10/42(2006.01)i; H01M 10/44(2006.01)i; H01M 10/48(2006.01)i; H01L 21/822(2006.01)i; H01L 27/04(2006.01)i; H01L 21/8234(2006.01)i; H01L 27/06(2006.01)i; H01L 27/088(2006.01)i; H01L 29/786(2006.01)i; H02J 7/02(2016.01)i; H02J 7/10(2006.01)i; G01R 31/36(2020.01)i

FI: H02J7/02 H; H01L29/78 613Z; H01L27/088 331E; H01L27/088 E; H01M10/42 P; H01L29/78 618B; H01L27/06 102A; H01L27/04 H; H01M10/48 P; G01R31/36; H01M10/44 P; H02J7/10 B; H01L27/04 C

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)

H01M10/42; H01M10/44; H01M10/48; H01L21/822; H01L27/04; H01L21/8234; H01L27/06; H01L27/088; H01L29/786; H02J7/02; H02J7/10; G01R31/36

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
A	JP 2012-016114 A (HITACHI KOKI CO., LTD.) 19.01.2012 (2012-01-19) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2012-090474 A (HITACHI VEHICLE ENERGY, LTD.) 10.05.2012 (2012-05-10) entire text, all drawings	1-9
A	JP 57-206238 A (NIHON RIKA KOGYO KK) 17.12.1982 (1982-12-17) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2017-022928 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 26.01.2017 (2017-01-26) entire text, all drawings	1-9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
13 April 2020 (13.04.2020)

Date of mailing of the international search report
21 April 2020 (21.04.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2020/050244

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/0298753 A1 (TARY, Tom) 27.12.2007 (2007-12-27) entire text, all drawings	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2020/050244

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2012-016114 A	19 Jan. 2012	US 2013/0095350 A1 entire text, all drawings WO 2012/002570 A1 EP 2589104 A1 CN 103119779 A	
JP 2012-090474 A	10 May 2012	US 2013/0271146 A1 entire text, all drawings WO 2012/053643 A1 EP 2632021 A1 KR 10-2013-0103531 A	
JP 57-206238 A	17 Dec. 1982	(Family: none)	
JP 2017-022928 A	26 Jan. 2017	(Family: none)	
US 2007/0298753 A1	27 Dec. 2007	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01M 10/42(2006.01)i; H01M 10/44(2006.01)i; H01M 10/48(2006.01)i; H01L 21/822(2006.01)i; H01L 27/04(2006.01)i; H01L 21/8234(2006.01)i; H01L 27/06(2006.01)i; H01L 27/088(2006.01)i; H01L 29/786(2006.01)i; H02J 7/02(2016.01)i; H02J 7/10(2006.01)i; G01R 31/36(2020.01)i FI: H02J7/02 H; H01L29/78 613Z; H01L27/088 331E; H01L27/088 E; H01M10/42 P; H01L29/78 618B; H01L27/06 102A; H01L27/04 H; H01M10/48 P; G01R31/36; H01M10/44 P; H02J7/10 B; H01L27/04 C</p>																				
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01M10/42; H01M10/44; H01M10/48; H01L21/822; H01L27/04; H01L21/8234; H01L27/06; H01L27/088; H01L29/786; H02J7/02; H02J7/10; G01R31/36</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年										
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																			
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年																			
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年																			
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年																			
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-016114 A（日立工機株式会社）19.01.2012（2012-01-19） 全文、全図</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-090474 A（日立ピークルエナジー株式会社）10.05.2012（2012-05-10） 全文、全図</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 57-206238 A（日本理科工業株式会社）17.12.1982（1982-12-17） 全文、全図</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2017-022928 A（株式会社半導体エネルギー研究所）26.01.2017（2017-01-26） 全文、全図</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2007/0298753 A1（TARY TOM）27.12.2007（2007-12-27） 全文、全図</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table>			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	A	JP 2012-016114 A（日立工機株式会社）19.01.2012（2012-01-19） 全文、全図	1-9	A	JP 2012-090474 A（日立ピークルエナジー株式会社）10.05.2012（2012-05-10） 全文、全図	1-9	A	JP 57-206238 A（日本理科工業株式会社）17.12.1982（1982-12-17） 全文、全図	1-9	A	JP 2017-022928 A（株式会社半導体エネルギー研究所）26.01.2017（2017-01-26） 全文、全図	1-9	A	US 2007/0298753 A1（TARY TOM）27.12.2007（2007-12-27） 全文、全図	1-9
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																		
A	JP 2012-016114 A（日立工機株式会社）19.01.2012（2012-01-19） 全文、全図	1-9																		
A	JP 2012-090474 A（日立ピークルエナジー株式会社）10.05.2012（2012-05-10） 全文、全図	1-9																		
A	JP 57-206238 A（日本理科工業株式会社）17.12.1982（1982-12-17） 全文、全図	1-9																		
A	JP 2017-022928 A（株式会社半導体エネルギー研究所）26.01.2017（2017-01-26） 全文、全図	1-9																		
A	US 2007/0298753 A1（TARY TOM）27.12.2007（2007-12-27） 全文、全図	1-9																		
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																				
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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							
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																			
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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																			
“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	“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																			
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献																			
“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																				
<p>国際調査を完了した日</p> <p>13.04.2020</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>21.04.2020</p>																			
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>右田 勝則 5T 9173</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3568</p>																			

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/IB2020/050244

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2012-016114 A	19.01.2012	US 2013/0095350 A1 全文, 全図 WO 2012/002570 A1 EP 2589104 A1 CN 103119779 A	
JP 2012-090474 A	10.05.2012	US 2013/0271146 A1 全文, 全図 WO 2012/053643 A1 EP 2632021 A1 KR 10-2013-0103531 A	
JP 57-206238 A	17.12.1982	(ファミリーなし)	
JP 2017-022928 A	26.01.2017	(ファミリーなし)	
US 2007/0298753 A1	27.12.2007	(ファミリーなし)	