(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7514652号
(P7514652)

(45)発行日　令和6年7月11日(2024.7.11)

(24)登録日　令和6年7月3日(2024.7.3)

(51)国際特許分類

Ｈ０１Ｍ	*10/617(2014.01)*	Ｈ０１Ｍ	10/617
Ｈ０１Ｍ	*10/613(2014.01)*	Ｈ０１Ｍ	10/613
Ｈ０１Ｍ	*10/6554(2014.01)*	Ｈ０１Ｍ	10/6554
Ｈ０１Ｍ	*10/633(2014.01)*	Ｈ０１Ｍ	10/633
Ｈ０１Ｍ	*10/658(2014.01)*	Ｈ０１Ｍ	10/658

ＦＩ

請求項の数　10　（全38頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2020-83480(P2020-83480)
(22)出願日　令和2年5月11日(2020.5.11)
(65)公開番号　特開2021-180080(P2021-180080A)
(43)公開日　令和3年11月18日(2021.11.18)
審査請求日　令和5年2月6日(2023.2.6)

(73)特許権者　000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地
(73)特許権者　507308902
ルノー エス．ア．エス．
ＲＥＮＡＵＬＴ Ｓ．Ａ．Ｓ．
フランス国 ９２１００ ブーローニュ－ビヤンクール， アヴェニュー デュ ジェネラル ルクレール， １２２－１２２ビス
１２２－１２２ ｂｉｓ， ａｖｅｎｕｅ ｄｕ Ｇｅｎｅｒａｌ Ｌｅｃｌｅｒｃ， ９２１００ Ｂｏｕｌｏｇｎｅ－Ｂｉｌｌａｎｃｏｕｒｔ， Ｆｒａｎｃｅ
(74)代理人　110002468

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　固体電池システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

負極に金属リチウムを含む全固体電池からなる複数の電池ユニットと、

各前記電池ユニット間を電気的に接続する接続部材と、

前記接続部材の電気抵抗及び熱伝達抵抗の少なくとも一方を変化させて前記接続部材の温度を調節する抵抗可変手段と、を備え、

各前記電池ユニット間は複数の前記接続部材により接続され、

前記抵抗可変手段は、前記接続部材と前記電池ユニットとの電気的接続状態を切り替える少なくとも１つの第１のスイッチを含み、

前記第１のスイッチの切り替えにより、前記電池ユニットに電気的に接続する前記接続部材の本数が変わり、前記接続部材の電気抵抗が変化する、

固体電池システム。

【請求項２】

請求項１に記載の固体電池システムであって、

少なくとも１つの前記接続部材は、他の前記接続部材と長さ及び断面積の少なくとも一方が異なり、

前記第１のスイッチの切り替えにより、前記電池ユニットに電気的に接続する前記接続部材の長さ及び断面積の少なくとも一方が変わり、前記接続部材の電気抵抗が変化する、

固体電池システム。

【請求項３】

請求項１または２に記載の固体電池システムであって、
前記抵抗可変手段は、前記接続部材に接続し、前記接続部材よりも表面積が大きい放熱部材と、
前記接続部材と前記放熱部材との接触及び非接触状態を切り替える第２のスイッチと、を含み、
前記第２のスイッチの切り替えにより、前記接続部材の放熱面積を変化し、前記接続部材の熱伝達抵抗が変化する、
固体電池システム。
【請求項４】
請求項１から３のいずれか一つに記載の固体電池システムであって、
前記抵抗可変手段は、
前記接続部材表面を被覆する断熱部材と、
前記断熱部材の位置を切り替え、前記断熱部材が前記接続部材表面を被覆する面積を変える第３のスイッチと、を含み、
前記第３のスイッチの切り替えにより、前記接続部材の放熱面積が変化し、熱伝達抵抗が変化する、
固体電池システム。
【請求項５】
請求項１から４のいずれか一つに記載の固体電池システムであって、
熱媒体を用いて前記接続部材と熱交換する熱交換装置と、
前記熱媒体の温度を調節する熱媒体温度調節部と、をさらに備える、
固体電池システム。
【請求項６】
請求項１から５のいずれか一つに記載の固体電池システムであって、
前記電池ユニットが電力を供給する外部負荷と前記電池ユニットとの間に設けられる抵抗可変部材をさらに備える、
固体電池システム。
【請求項７】
請求項１から６のいずれか一つに記載の固体電池システムであって、
前記電池ユニットにおける前記接続部材が接続する部分近傍の第１の温度を検出する第１温度センサと、
前記電池ユニットにおける前記接続部材が接続する部分から離れた部位の第２の温度を検出する第２温度センサと、
前記接続部材の温度を検出する第３温度センサと、
前記抵抗可変手段を制御するコントローラと、をさらに備え、
前記コントローラは、
前記第１の温度が前記第２の温度よりも大きく且つその温度差が所定の第１の閾値以上の場合、前記接続部材の温度が前記第１の温度以下になるように、前記抵抗可変手段により前記接続部材の電気抵抗及び熱伝達抵抗の少なくとも一方を変化させ、
前記第２の温度が前記第１の温度よりも大きく且つその温度差が所定の第１の閾値以上の場合、前記接続部材の温度が前記第１の温度以上になるように、前記抵抗可変手段により前記接続部材の電気抵抗及び熱伝達抵抗の少なくとも一方を変化させ、
前記第１の温度と前記第２の温度との差の絶対値が所定の第１の閾値より小さい場合は、前記接続部材の温度が前記第１の温度または前記第２の温度になるように、前記抵抗可変手段により前記接続部材の電気抵抗及び熱伝達抵抗の少なくとも一方を変化させる、
固体電池システム。
【請求項８】
請求項５に記載の固体電池システムであって、
前記電池ユニットにおける前記接続部材が接続する部分近傍の第１の温度を検出する第１温度センサと、

前記電池ユニットにおける前記接続部材が接続する部分から離れた部位の第２の温度を検出する第２温度センサと、
前記接続部材の温度を検出する第３温度センサと、
前記熱媒体温度調節部を制御するコントローラと、をさらに備え、
前記コントローラは、
前記第１の温度が前記第２の温度よりも大きく且つその温度差が所定の第１の閾値以上の場合、前記接続部材の温度が前記第１の温度以下になるように、前記熱媒体温度調節部により前記熱媒体の温度を変化させ、
前記第２の温度が前記第１の温度よりも大きく且つその温度差が所定の第１の閾値以上の場合、前記接続部材の温度が前記第１の温度以上になるように、前記熱媒体温度調節部により前記熱媒体の温度を変化させ、
前記第１の温度と前記第２の温度との差の絶対値が所定の第１の閾値より小さい場合は、前記接続部材の温度が前記第１の温度または前記第２の温度になるように、前記熱媒体温度調節部により前記熱媒体の温度を変化させる、
固体電池システム。
【請求項９】
請求項７または８に記載の固体電池システムであって、
前記接続部材に流れる電流値を調整する電流調整部をさらに備え、
前記コントローラは、前記電流調整部を制御し、
前記コントローラは、
前記第１の温度が前記第２の温度よりも大きく且つその温度差が所定の第１の閾値以上の場合、前記接続部材の温度が前記第１の温度以下になるように、前記電流調整部により前記接続部材の電流値を小さくし、
前記第２の温度が前記第１の温度よりも大きく且つその温度差が所定の第１の閾値以上の場合、前記接続部材の温度が前記第１の温度以上になるように、前記電流調整部により前記接続部材の電流値を大きくし、
前記第１の温度と前記第２の温度との差の絶対値が所定の第１の閾値より小さい場合は、前記接続部材の温度が前記第１の温度または前記第２の温度になるように、前記電流調整部により前記接続部材の電流値を制御する、
固定電池システム。
【請求項１０】
請求項７または８に記載の固体電池システムであって、
前記接続部材に流れる電流値を調節する電流調整部をさらに備え、
前記コントローラは、前記電流調整部を制御し、
前記コントローラは、前記第１の温度が前記第２の温度よりも大きく且つその温度差が前記第１の閾値より大きい所定の第２の閾値以上の場合、前記接続部材の電気抵抗及び熱伝達抵抗の少なくとも一方を変化させること、または熱媒体の温度を変化させること、に加え、前記電流調整部により前記接続部材の電流値を小さくする、
固体電池システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、固体電池システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１には、複数の単位電池を構成するセルと、セル同士を電気的に接続するバスバーとをケース内に収納した電池パックが開示されている。この電池パックでは、内部送風機を用いて、ケース内に風を循環させて、電池を冷却している。
【先行技術文献】
【特許文献】

【０００３】
【文献】特開２０１４－２０３５４３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ところで、固体電解質を用いる固体電池は、液系の電池に比べ耐熱性が高く、高温で使用できるため、急速充電性能に優れている。しかしながら、急速充電する場合、大電流が充放電されるため、固体電池の集電体に電気接続するバスバー（接続部材）が発熱する。これにより、バスバーと集電体に温度差が生じ、温度差によりバスバーの熱が集電体に伝わることで、バスバーに近い部位とバスバーから離れた部位との間で集電体内に温度差が生じる。このように集電体内に温度分布が生じると、固体電池の電池反応が不均一になる虞がある。特に、負極にリチウム金属（Ｌｉ）を含む固体電池においては、リチウム金属（Ｌｉ）は温度感度が高いため、温度分布による電池反応への影響が大きい。
【０００５】
固体電池に対し、特許文献１のように、送風機の送風により温度制御を行っても、バスバーからの伝熱により生じる集電体内の温度分布を均一にすることは難しい。また、送風してから固体電池の温度が冷却されるまでに時間がかかる。
【０００６】
本発明は、上記課題に鑑みたものであり、固体電池の集電体内に温度分布の不均一が生じることを抑制できる固体電池システムを提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明の一態様によれば、負極に金属リチウムを含む全固体電池からなる複数の電池ユニットを含む固体電池システムが提供される。この固体電池システムは、各電池ユニット間を電気的に接続する接続部材と、接続部材の電気抵抗及び熱伝達抵抗の少なくとも一方を変化させて接続部材の温度を調節する抵抗可変手段と、を備える。
【発明の効果】
【０００８】
本発明の固体電池システムによれば、接続部材の電気抵抗及び熱伝達抵抗の少なくとも一方を変化させる抵抗可変手段を備える。これにより、接続部材の発熱量や放熱量を制御することができ、接続部材の温度を任意に調節することができる。従って、固体電池と接続部材間との間の熱移動を制御することができ、固体電池の集電体内に温度分布の不均一が生じることを抑制できる。
【図面の簡単な説明】
【０００９】
【図１】図１は、各実施形態に共通する固体電池システムの主要構成を示す概略構成図である。
【図２】図２は、第１実施形態による固体電池システムにおける電池ユニットとバスバーとの接続を示す概略構成図である。
【図３】図３は、一般的な固体電池システムにおける電池ユニットとバスバーとの接続を示す概略構成図である。
【図４】図４は、バスバーに電流が流れた後、所定時間経過後における電池ユニットの温度分布を示すグラフである。
【図５ａ】図５ａは、バスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図５ｂ】図５ｂは、バスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図６】図６は、第１実施形態による固体電池システムにおけるバスバーの温度制御を説明するフローチャートである。
【図７】図７は、第１実施形態の第１変形例による固体電池システムにおける電池ユニットとバスバーとの接続を示す概略構成図である。
【図８ａ】図８ａは、第１実施形態の第１変形例によるバスバーの温度制御を説明する模

式図である。
【図８ｂ】図８ｂは、第１実施形態の第１変形例によるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図９】図９は、第１実施形態の第２変形例による固体電池システムにおける電池ユニットとバスバーとの接続を示す概略構成図である。
【図１０ａ】図１０ａは、第１実施形態の第２変形例によるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図１０ｂ】図１０ｂは、第１実施形態の第２変形例によるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図１１】図１１は、第１実施形態の第２変形例による固体電池システムにおけるバスバーの温度制御を説明するフローチャートである。
【図１２】図１２は、第１実施形態の第３変形例による固体電池システムにおける電池ユニットとバスバーとの接続を示す概略構成図である。
【図１３ａ】図１３ａは、第１実施形態の第３変形例によるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図１３ｂ】図１３ｂは、第１実施形態の第３変形例によるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図１３ｃ】図１３ｃは、第１実施形態の第３変形例によるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図１４】図１４は、第２実施形態による固体電池システムにおける電池ユニットとバスバーとの接続を示す概略構成図である。
【図１５ａ】図１５ａは、第２実施形態によるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図１５ｂ】図１５ｂは、第２実施形態によるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図１６】図１６は、第２実施形態による固体電池システムにおけるバスバーの温度制御を説明するフローチャートである。
【図１７】図１７は、第２実施形態の変形例による固体電池システムにおける電池ユニットとバスバーとの接続を示す概略構成図である。
【図１８】図１８は、第２実施形態の変形例によるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【図１９】図１９は、第３実施形態による固体電池システムにおける電池ユニットとバスバーとの接続を示す概略構成図である。
【図２０】図２０は、第３実施形態による固体電池システムにおけるバスバーの温度制御を説明するフローチャートである。
【図２１】図２１は、第４実施形態による固体電池システムにおけるバスバーの温度制御を説明するフローチャートである。
【図２２】図２２は、第５実施形態による固体電池システムにおけるバスバーの温度制御を説明するフローチャートである。
【図２３】図２３は、第５実施形態の変形例による固体電池システムの概略構成図である。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
以下、図面等を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。
【００１１】
（第１実施形態）
図１は、各実施形態に共通する固体電池システム１００の主要構成を示す概略構成図である。
【００１２】
図１に示すように、固体電池システム１００は、固体電池（二次電池）１、温度センサ２、電流センサ３、電流調整部４、外部電源５、コントローラ６等から構成される。

【００１３】
固体電池１は、例えば全固体リチウムイオン二次電池であり、複数の電池ユニット１０から構成される。電池ユニット１０は、１または複数の全固体電池セルから構成され、全固体電池セルの負極には金属リチウムを含む。各全固体電池セルの電極には、それぞれ集電体１１（図２参照）が圧着されている。また、各電池ユニット１０間は、集電体１１がバスバー２０（図２参照）により接続されている。なお、電池ユニット１０とバスバー２０の接続の詳細については後述する。
【００１４】
温度センサ２は、電池ユニット１０と、各電池ユニット１０間を接続するバスバー２０とに設けられ、電池ユニット１０と、バスバー２０の温度を検知する。温度センサ２により検知された温度は、信号としてコントローラ６に送信される。
【００１５】
電流センサ３は、例えば電流計であり、固体電池１の充電時には電流調整部４から固体電池１に供給される電力の電流値を測定し、放電時には固体電池１から電流調整部４に供給される電力の電流値を測定する。測定された電流値は、信号としてコントローラ６に送信される。なお、電流センサ３の設置位置は、固体電池１の充放電時の電流を測定できる位置であれば特に限定されない。
【００１６】
電流調整部４は、固体電池１の充放電時の電流を調整する。電流調整部４は、固体電池１の充電時には、外部電源５から固体電池１に供給される電力の電流を調整し、放電時には、固体電池１から外部電源５に放出される電力の電流を調整する。なお、電流調整部４は、コントローラ６によって制御される。
【００１７】
外部電源５は、商用電源または他の二次電池等（図示しない）に接続されており、固体電池１に電力を供給する。外部電源５は直流を出力し、固体電池１の充電に必要な電圧値及び電流値で、電力を固体電池１に供給する。また、外部電源５は電力回生機能が備えられており、固体電池１からの放電があった場合、直流を交流に変換し、商用電源に回生する、または直流の放電電力を、他の二次電池等に蓄電させることができる。なお、外部電源５は、コントローラ６によって制御される。
【００１８】
コントローラ６は、中央演算装置（ＣＰＵ）、読み出し専用メモリ（ＲＯＭ）、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）及び入出力インタフェース（Ｉ／Ｏインタフェース）を備えたコンピュータで構成され、固体電池システム１００の統合的な制御を行う。コントローラ６は、例えば、後述する抵抗可変手段３０を制御して、バスバー２０の温度を制御する。また、コントローラ６は、特定のプログラムを実行することにより、固体電池システム１００の制御のための処理を実行する。
【００１９】
図２は、第１実施形態による固体電池システム１００における電池ユニット１０とバスバー（接続部材）２０との接続を示す概略構成図であり、隣接する２つの電池ユニット１０と、これら２つの電池ユニット１０を接続するバスバー２０とを示している。
【００２０】
前述のとおり、電池ユニット１０は、１または複数の全固体電池セルから構成され、各全固体電池セルの電極には、それぞれ集電体１１が圧着されている。
【００２１】
図２に示すように、各電池ユニット１０間は、集電体１１が複数（例えば３本）のバスバー２０により電気的に接続されている。複数のバスバー２０のうち、第１のバスバー２０１は直接電池ユニット１０に接続され、第１、第２のバスバー２０１、２０２は一端が接続切替スイッチ（第１のスイッチ）３０を介して電池ユニット１０に接続されている。
【００２２】
なお、電池ユニット１０におけるバスバー２０が接続する部分近傍、電池ユニット１０

におけるバスバー２０が接続する部分から離れた部位、及びバスバー２０には、それぞれ不図示の温度センサ２（第１～第３温度センサ）が備えられている。各温度センサ２により検出された温度の情報は、コントローラ６に送信される。

【００２３】

接続切替スイッチ（第１のスイッチ）３０は例えば電磁スイッチであり、バスバー２０と電池ユニット１０との電気的な接続と切り離しとを切替可能に構成されている。なお、接続切替スイッチ３０の電気的接続状態は、コントローラ６により制御される。

【００２４】

図３は、一般的な固体電池システム１００’における電池ユニット１０’とバスバー２０’との接続を示す概略構成図であり、図４は、バスバー２０’に電流が流れた後、所定時間経過後における電池ユニット１０’（集電体１１’）の温度分布を示す図である。

【００２５】

図３に示すように、一般的な固体電池システム１００’においては、隣接する電池ユニット１０’間が一つのバスバー２０’によって電気的に接続されている。

【００２６】

ここで、電池ユニット１０’への充電が開始され、バスバー２０’に電流が流れると、バスバー２０’が発熱し、バスバー２０’と電池ユニット１０’（集電体１１’）との間に温度差が生じ、バスバー２０’から電池ユニット１０’への熱の授受が起こる。これにより、図４に示すように、電池ユニット１０’ではバスバー２０’からの距離が近い部位ほど温度が高くなる。従って、電池ユニット１０’内におけるバスバー２０’が接続する部分近傍の温度と、バスバー２０’が接続する部分から離れた部位の温度との間に温度差ΔＴ’が生じる。このように電池ユニット１０’内の温度分布が不均一になると、電池反応が不均一になる虞がある。特に、負極にリチウム金属（Ｌｉ）を含む固体電池においては、リチウム金属（Ｌｉ）の温度感度が高いため、バスバー２０’との熱授受の影響を極めて強く受ける。例えば、電池ユニット１０’内の温度差が大きいと、部位によって充電中のリチウムの析出量に差が生じ、負極が固体電解質から剥離し易くなってしまう。

【００２７】

そこで本実施形態では、バスバー２０の電流通過断面積を可変にすることで、バスバー２０の電気抵抗を変化させてバスバー２０の温度を調節することとした。具体的には、前述のとおり、各電池ユニット１０間を複数のバスバー２０により接続し、バスバー２０と電池ユニット１０との間の電気的接続状態を接続切替スイッチ３０により切り替え可能とした。

【００２８】

図５ａ及び図５ｂは、本実施形態におけるバスバーの温度制御を説明する模式図である。

【００２９】

図５ａ及び図５ｂに示すように、隣接する電池ユニット１０間は、第１～第３のバスバー２０１，２０２，２０３により接続されている。また、第１、第２のバスバー２０２，２０３と電池ユニット１０との間にはそれぞれ第１、第２の接続切替スイッチ３０１，３０２が介在している。

【００３０】

電池ユニット１０への充電が開始される前は、図５ａに示すように、隣接する電池ユニット１０間は第３のバスバー２０３によって電気的に接続されている。一方、第１、第２の接続切替スイッチ３０１，３０２はいずれもオフに設定されており、第１、第２のバスバー２０１，２０２は、電池ユニット１０と電気的に切断されている。

【００３１】

この状態で、電池ユニット１０への充電が開始され、第３のバスバー２０３に電流が流れると、第３のバスバー２０３が発熱し、第３のバスバー２０３の温度が上昇する。第３のバスバー２０３と電池ユニット１０との間で温度差が生じると、第３のバスバー２０３から電池ユニット１０への熱の授受が起こる。これにより、電池ユニット１０におけるバスバー２０が接続する部分近傍の温度（第１の温度）とバスバー２０が接続する部分から

離れた部位の温度（第２の温度）との間に温度差ΔＴが生じる。

【００３２】

ここで、バスバー２０の発熱量Ｈはバスバー２０の電流Ｉと、バスバー２０の電気抵抗（部材電気抵抗）Ｒとによって以下の式（１）から決定される。

【数１】

$$H = I^2 \times R \qquad \cdots (1)$$

【００３３】

また、バスバー２０の電気抵抗Ｒは、以下の式（２）により決定される。なお、式（２）において、σはバスバー２０の電気伝導度、L_Iはバスバー２０における電流通過長さ、S_Iはバスバー２０における電流通過断面積である。

【数２】

$$R = \left(1/\sigma\right) \times L_I/S_I \qquad \cdots (2)$$

【００３４】

第１のバスバー２０１に電流が流れ、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）が、バスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）よりも所定の閾値ΔT_{th}以上大きくなると、図５ｂに示すように、第１、第２の接続切替スイッチ３０１，３０２はオンにされる。これにより、第１～第３のバスバー２０１，２０２，２０３は、いずれも電池ユニット１０と電気的に接続した状態となる。即ち、バスバー２０全体としての電流通過断面積が大きくなり、式（２）から、バスバー２０の電気抵抗Ｒが低下する。従って、バスバー２０の発熱量Ｈが低下し、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりもバスバー２０の温度（第３の温度）が低くなる。このため、電池ユニット１０からバスバー２０へと熱の授受が起こり、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）が低下し、第１の温度と第２の温度との差が小さくなる。即ち、電池ユニット１０の温度分布が均一化されていく。このように、接続切替スイッチ３０がオンにされることで、バスバー２０の発熱により電池ユニット１０の温度分布が不均一になることが抑制される。

【００３５】

一方、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）が、バスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）よりも所定の閾値ΔT_{th}以上小さくなると、第１、第２の接続切替スイッチ３０１，３０２の一方または両方がオフに切り替えられる。これにより、バスバー２０全体としての電流通過断面積が小さくなり、バスバー２０の電気抵抗Ｒが上昇する。従って、バスバー２０の発熱量Ｈが増加し、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりもバスバー２０の温度（第３の温度）が高くなる。このため、バスバー２０から電池ユニット１０へと熱の授受が起こり、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）が上昇し、第１の温度と第２の温度との差が小さくなる。即ち、電池ユニット１０の温度分布が均一化されていく。このように、第１の温度が第２の温度よりも小さい場合は、接続切替スイッチ３０がオフにされることで、電池ユニット１０の温度分布の不均一が改善される。

【００３６】

なお、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）と、バスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）とが等温である場合、またはその温度差ΔＴが所定の閾値ΔT_{th}よりも小

さい場合は、バスバー２０の温度（第３の温度）が第１の温度に近づくように接続切替スイッチ３０が調節される。例えば、バスバー２０の温度（第３の温度）が、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも小さい場合は、接続切替スイッチ３０はオフに切り替えられる。これにより、バスバー２０の電流通過断面積が小さくなるため、バスバー２０の電気抵抗Ｒが上昇し、バスバー２０の温度が上昇する。一方、バスバー２０の温度（第３の温度）が、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも大きい場合は、接続切替スイッチ３０がオンに切り替えられる。これにより、電流通過断面積が大きくなり、バスバー２０の電気抵抗Ｒが低下し、バスバー２０の温度が減少する。

【００３７】

このように、接続切替スイッチ３０は、電池ユニット１０に電気的に接続するバスバー２０の本数を切り替えることでバスバー２０の電気抵抗を変化させる（電気）抵抗可変手段として機能する。接続切替スイッチ３０によりバスバー２０の電気抵抗を変化させることで、バスバー２０の温度を制御することができる。

【００３８】

図６は、第１実施形態による固体電池システム１００におけるバスバー２０の温度制御を説明するフローチャートである。なお、以下の制御はいずれもコントローラ６により所定時間ごとに繰り返し実行される。

【００３９】

固体電池システム１００が起動している場合、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を開始する。ステップＳ１０１において、コントローラ６は、電池ユニット１０におけるバスバー２０が接続する部分近傍の温度（第１の温度）、電池ユニット１０におけるバスバー２０が接続する部分から離れた部位の温度（第２の温度）、バスバー２０の温度（第３の温度）を取得する。

【００４０】

ステップＳ１０２において、コントローラ６は、電池ユニットにおけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）とバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）との温度差ΔＴが０または所定の閾値ΔT_{th}よりも小さいか否かを判断する。なお、温度差ΔＴとは、温度差の絶対値のことを言う（以下同様）。また、バスバー２０から離れた部位とは、好ましくは電池ユニット１０におけるバスバーが接続する部分から最も遠い位置であるが、必ずしもこれに限られない。バスバー２０の発熱により、電池ユニット１０内の温度が不均一になった場合に、第１及び第２温度センサにより温度の不均一を確認できる程度にバスバー２０から離れた部位であればよい。また、所定の閾値ΔT_{th}は、電池ユニット１０内の温度の不均一により電池反応が不均一になるような値よりも小さな値に設定され、実験等により決定することができる。また、所定の閾値ΔT_{th}は、第２温度センサの設置位置も考慮される。例えば、第１温度センサと第２温度センサとの距離がより近い場合、第１温度センサと第２温度センサとの距離がより遠い場合に比べ第１の温度と第２の温度との差が小さくなるため、所定の閾値ΔT_{th}はより小さい値に設定される。

【００４１】

ステップＳ１０２において、第１の温度と第２の温度との温度差ΔＴが０または所定の閾値ΔT_{th}よりも小さい場合、電池ユニット１０内の温度分布は略均一である。この場合、コントローラ６は、ステップＳ１０３の処理を実行する。一方、ステップＳ１０２において、第１の温度と第２の温度との温度差ΔＴが所定の閾値ΔT_{th}以上である場合、コントローラ６は、ステップＳ１０７の処理を実行する。

【００４２】

なお、ステップＳ１０２においては、現在の第１の温度と第２の温度との温度差ΔＴに加え、所定時間経過後の第１の温度と第２の温度との温度差ΔＴを推定し、推定値が所定の閾値ΔT_{th}よりも小さいか否かを判断するようにしてもよい。

【００４３】

ステップＳ１０３において、コントローラ６は、バスバー２０の温度（第３の温度）が、電池ユニットにおけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）と等しいか否かを判断す

る。第３の温度と第１の温度とが略等しい場合、バスバー２０及び電池ユニット１０内の温度は略均一であるため、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【００４４】

一方、ステップＳ１０３において、第３の温度と第１の温度とが等しくない場合、コントローラ６は、ステップＳ１０４の処理を実行する。

【００４５】

ステップＳ１０４において、コントローラ６は、バスバー２０の温度（第３の温度）が、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも高いか否かを判断する。第３の温度が第１の温度よりも高い場合、コントローラ６は、ステップＳ１０５の処理を実行する。一方、第３の温度が第１の温度よりも低い場合、コントローラ６は、ステップＳ１０６の処理を実行する。

【００４６】

ステップＳ１０５において、コントローラ６は、接続切替スイッチ３０をオンにして、バスバー２０の電流通過断面積を増加させる。これにより、バスバー２０の電気抵抗Ｒが低下し、バスバー２０の温度（第３の温度）が低下する。従って、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度に近づいていき、バスバー２０の温度と電池ユニット１０の温度とが略均一になる。なお、第１、第２の接続切替スイッチ３０１，３０２のいずれもオンにするか、一方のみをオンにするかは、第３の温度と第１の温度のとの温度差がどの程度であるかに基づき決定される。例えば、温度差が大きい場合、第１、第２の接続切替スイッチ３０１，３０２の両方をオンにして、バスバー２０の電流通過断面積をより増加させる。これにより、バスバー２０の電気抵抗Ｒはより低下し、バスバー２０の温度がより低下する。一方、第３の温度と第１の温度のとの温度差が小さい場合、第１、第２の接続切替スイッチ３０１，３０２の一方のみをオンにして、両方をオンにした場合よりもバスバー２０の電流通過断面積を小さくする。これにより、接続切替スイッチ３０をすべてオンにした場合よりもバスバー２０の電気抵抗Ｒの低下量は少なくなり、バスバー２０の温度低下は小さくなる。

【００４７】

ステップＳ１０５において、接続切替スイッチ３０をオンにして、バスバー２０の電流通過断面積を増加させると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【００４８】

ステップＳ１０４において、第３の温度が第１の温度よりも低い場合、コントローラ６は、ステップＳ１０６において、接続切替スイッチ３０をオフにして、バスバー２０の電流通過断面積を減少させる。これにより、バスバー２０の電気抵抗Ｒが増加し、バスバー２０の温度（第３の温度）が上昇する。従って、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度に近づいていき、バスバー２０の温度と電池ユニット１０の温度とが略均一になる。ステップＳ１０６において、第１、第２の接続切替スイッチ３０１，３０２のいずれもオフにするか、一方のみをオフにするかは、第３の温度と第１の温度のとの温度差がどの程度であるかに基づき決定する。なお、接続切替スイッチ３０がオフの状態にある場合、通常、バスバー２０の温度（第３の温度）が電池ユニット１０の温度よりも低くなることはない。従って、ステップＳ１０４において第３の温度が第１の温度よりも低い場合とは、通常、今回より前の温度制御サイクルにおいて接続切替スイッチ３０がオンにされ、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度よりも低くなった場合である。即ち、ステップＳ１０６の処理を実行する前、通常は、接続切替スイッチ３０はオンの状態である。

【００４９】

ステップＳ１０６において、接続切替スイッチ３０をオフにして、バスバー２０の電流通過断面積を減少させると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【００５０】

次に、ステップＳ１０２において、第１の温度と第２の温度との温度差ΔＴが所定の閾値ΔT_{th}以上である場合、コントローラ６は、ステップＳ１０７おいて、第１の温度が第２の温度よりも高いか否かを判断する。電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温

度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）よりも高い場合、コントローラ６は、ステップＳ１０８の処理を実行する。一方、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）よりも低い場合、コントローラ６は、ステップＳ１０９の処理を実行する。

【００５１】

第１の温度が第２の温度よりも高い場合、ステップＳ１０８において、コントローラ６は、接続切替スイッチ３０をオンにして、バスバー２０の電流通過断面積を増加させる。これにより、バスバー２０の電気抵抗Ｒが低下し、バスバー２０の温度（第３の温度）が低下する。従って、バスバー２０の温度（第３の温度）が電池ユニット１０の温度よりも低くなり、電池ユニット１０からバスバー２０への熱の授受が起こるため、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）が低下する。よって、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）に近づき、電池ユニット１０内の温度分布が均一化される。

【００５２】

ステップＳ１０８において、接続切替スイッチ３０をオンにして、バスバー２０の電流通過断面積を増加させると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【００５３】

一方、ステップＳ１０７において、第１の温度が第２の温度より低い場合、コントローラ６は、ステップＳ１０９において、接続切替スイッチ３０をオフにして、バスバー２０の電流通過断面積を減少させる。これにより、バスバー２０の電気抵抗Ｒが増加し、バスバー２０の温度（第３の温度）が上昇する。従って、バスバー２０の温度（第３の温度）が電池ユニット１０の温度よりも高くなり、バスバー２０から電池ユニットへの熱の授受が起こるため、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）が上昇する。よって、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）に近づき、電池ユニット１０内の温度分布が均一化される。なお、第１、第２の接続切替スイッチ３０１，３０２のいずれもオフにするか、一方のみをオフにするかは、第１の温度と第２の温度のとの温度差がどの程度であるかに基づき決定される。また、接続切替スイッチ３０がオフの状態にある場合、通常、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）よりも低くなることはない。従って、ステップＳ１０７において第１の温度が第２の温度よりも低い場合とは、通常、今回より前の温度制御サイクルにおいて接続切替スイッチ３０がオンにされ、第１の温度が第２の温度よりも低くなった場合である。即ち、ステップＳ１０９の処理を実行する前、通常は、接続切替スイッチ３０はオンの状態である。

【００５４】

ステップＳ１０９において、接続切替スイッチ３０をオフにして、バスバー２０の電流通過断面積を減少させると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【００５５】

上記した第１実施形態の固体電池システム１００によれば、以下の効果を得ることができる。

【００５６】

固体電池システム１００は、各電池ユニット１０間を電気的に接続するバスバー（接続部材）２０と、バスバー（接続部材）２０と電池ユニット１０との電気的接続状態を切り替える接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第１のスイッチ）３０と、を備える。接続切替スイッチ（抵抗可変手段）３０により、バスバー（接続部材）２０と電池ユニット１０との電気的接続状態が切り替わることで、バスバー（接続部材）２０の電気抵抗が変化する。従って、接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第１のスイッチ）３０により、バスバー（接続部材）２０の発熱量を制御することができ、バスバー（接続部材）２０の温度を任意に調節することができる。よって、電池ユニット１０とバスバー（接続部材）２０との間の熱移動を制御することができ、電池ユニット１０（集電体１１）内に温度分布の不均一が生じることを抑制できる。

【００５７】
固体電池システム１００は、各電池ユニット１０間が複数のバスバー（接続部材）２０により接続される。また、固体電池システム１００は、バスバー（接続部材）２０と電池ユニット１０との電気的接続状態を切り替える接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第１のスイッチ）３０を備える。そして、接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第１のスイッチ）３０の切り替えにより、電池ユニット１０に電気的に接続するバスバー（接続部材）２０の本数が変わり、バスバー（接続部材）２０の電気抵抗が変化する。従って、接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第１のスイッチ）３０により、バスバー（接続部材）２０の発熱量を制御することができ、バスバー（接続部材）２０の温度を任意に調節することができる。よって、電池ユニット１０とバスバー（接続部材）２０との間の熱移動を制御することができ、電池ユニット１０（集電体１１）内に温度分布の不均一が生じることを抑制できる。
【００５８】
なお、本実施形態においては、接続切替スイッチ３０を用いて、バスバー２０の電気抵抗を変化させているが、バスバー２０の電気抵抗を変化させる方法はこれに限られず、如何なる方法を用いてもよい。
【００５９】
また、本実施形態においては、バスバー２０の本数を３本、接続切替スイッチ３０の個数を２つとしたが、バスバー２０の本数と接続切替スイッチ３０の個数はこれに限られない。少なくとも２本のバスバー２０と、少なくとも１つの接続切替スイッチ３０を備えていれば、本実施形態の効果を得ることができる。即ち、例えば、バスバー２０を２本、接続切替スイッチ３０を１つ備える構成であってもよく、また、バスバー２０を４本以上、接続切替スイッチ３０を３つ以上備える構成であってもよい。
【００６０】
また、本実施形態においては、第１のバスバー２０１は直接電池ユニット１０に接続され、第２、第３のバスバー２０２、２０３は一端が接続切替スイッチ３０を介して電池ユニット１０に接続される構成としたがこれに限られない。例えば、すべてのバスバー２０が接続切替スイッチ３０を介して電池ユニット１０に接続されていてもよい。また、一つのバスバー２０のみが接続切替スイッチ３０を介して電池ユニット１０に接続され、その他のバスバー２０は直接電池ユニット１０に接続されていてもよい。
【００６１】
また、本実施形態においては、初期状態において、複数の接続切替スイッチ３０は、いずれもオフに設定されているものとしたが、必ずしもこれに限られない。例えば、初期状態において、一部の接続切替スイッチ３０をオン、一部の接続切替スイッチ３０をオフに設定してもよい。
【００６２】
（第１実施形態の第１変形例）
図７は、第１実施形態の第１変形例による固体電池システム１００における電池ユニット１０とバスバー（接続部材）２０ａとの接続を示す概略構成図である。本変形例では、各電池ユニット１０間を、断面積が異なる複数のバスバー２０ａによって接続している点が第１実施形態と異なる。
【００６３】
図７に示すように、隣接する電池ユニット１０間は、第１のバスバー２０１ａと、第１のバスバー２０１ａよりも断面積（幅方向の長さ）が大きい第２のバスバー２０２ａとにより接続されている。各バスバー２０１ａ，２０２ａの一端と電池ユニット１０との間にはそれぞれ第１、第２の接続切替スイッチ３０１ａ，３０２ａが介在している。
【００６４】
図８ａ及び図８ｂは、本変形例におけるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【００６５】
電池ユニット１０への充電が開始される前は、図８ａに示すように、第１の接続切替ス

イッチ３０１ａはオンに設定されており、隣接する電池ユニット１０ａ間は第１のバスバー２０１ａによって電気的に接続されている。一方、第２の接続切替スイッチ３０２ａはオフに設定されており、第２のバスバー２０２ａは、電池ユニット１０と電気的に切り離されている。

【００６６】

この状態で、電池ユニット１０への充電が開始され、第１のバスバー２０１ａに電流が流れると、第１実施形態と同様に、第１のバスバー２０１ａの温度が上昇し、電池ユニット１０におけるバスバー２０ａ近傍とバスバー２０ａから離れた部位とで温度差が生じる。この温度差が所定の閾値ΔT_{th}より大きくなると、図８ｂに示すように、第２の接続切替スイッチ３０２ａはオンに切り替わり、第１の接続切替スイッチ３０１ａはオフに切り替わる。第２のバスバー２０２ａは、第１のバスバー２０１ａよりも断面積（幅方向の長さ）が大きいため、バスバー２０ａ全体としての断面積が大きくなり、バスバー２０ａの電気抵抗が小さくなる。従って、バスバー２０ａの温度が低下し、電池ユニット１０におけるバスバー２０ａ近傍とバスバー２０ａから離れた部位との温度差は小さくなる。即ち、電池ユニット１０内における温度分布の不均一が改善される。

【００６７】

なお、バスバー２０ａ近傍とバスバー２０ａから離れた部位との温度差がより大きい場合は、第１の接続切替スイッチ３０１ａはオンのまま維持される。これにより、第１及び第２のバスバー２０１ａ，２０２ａがいずれも電池ユニット１０に電気的に接続され、バスバー２０ａ全体としての電流通過断面積がより大きくなり、バスバー２０ａの電気抵抗はより小さくなる。従って、バスバー２０ａの温度は、より低下する。

【００６８】

一方、バスバー２０ａ近傍の温度がバスバー２０ａから離れた部位の温度よりも低くなった場合等のように、バスバー２０ａの温度を上昇させたい場合には、第１の接続切替スイッチ３０１ａはオンに切り替えられ、第２の接続切替スイッチ３０２ａはオフに切り替えられる（図８ａの状態）。これにより、バスバー２０ａの電流通過断面積が小さくなり、バスバー２０ａの電気抵抗が大きくなるため、バスバー２０ａの温度が上昇する。

【００６９】

このように、本変形例においても、接続切替スイッチ３０ａのオン、オフを切り替えることで、バスバー２０ａの電流通過断面積を変化させて、バスバー２０ａの電気抵抗を変化させることができる。従って、接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第１のスイッチ）３０ａにより、バスバー２０ａの温度を任意に調節することができる。

【００７０】

なお、本変形例では、各電池ユニット１０ａ間を、断面積が異なる２本のバスバー２０１ａ，２０２ａによって接続しているが、断面積が異なる複数のバスバー２０ａを備えていればバスバー２０ａの本数はこれに限られない。例えば、各電池ユニット１０ａ間を、断面積が異なる３本のバスバー２０ａによって接続し、各バスバー２０ａの一端と電池ユニット１０ａとの間に接続切替スイッチ３０ａを設けてもよい。

【００７１】

（第１実施形態の第２変形例）

図９は、第１実施形態の第２変形例による固体電池システム１００における電池ユニット１０とバスバー２０ｂとの接続を示す概略構成図である。本変形例では、各電池ユニット１０間を、長さが異なる複数のバスバー２０ｂによって接続している点が第１実施形態と異なる。

【００７２】

図９に示すように、隣接する電池ユニット１０間は、屈折した形状を有する第１のバスバー２０１ｂと、直線形状をした第２のバスバー２０２ｂとにより接続されている。屈折形状を有する第１のバスバー２０１ｂは、直性形状の第２のバスバー２０２ｂに比べて、長手方向の経路長が長い。また、各バスバー２０１ｂ，２０２ｂの一端と電池ユニット１０との間にはそれぞれ第１、第２の接続切替スイッチ３０１ｂ，３０２ｂが介在している。

【００７３】
図１０ａ及び図１０ｂは、本変形例におけるバスバーの温度制御を説明する模式図である。
【００７４】
電池ユニット１０への充電が開始される前は、図１０ａに示すように、第１の接続切替スイッチ３０１ｂはオンに設定されており、隣接する電池ユニット１０ｂ間は第１のバスバー２０１ｂによって電気的に接続されている。一方、第２の接続切替スイッチ３０２ｂはオフに設定されており、第２のバスバー２０２ｂは、電池ユニット１０と電気的に切り離されている。
【００７５】
この状態で、第１のバスバー２０１ｂに電流が流れると、第１のバスバー２０１ｂの温度が上昇し、電池ユニット１０におけるバスバー２０ｂ近傍とバスバー２０ｂから離れた部位とで温度差が生じる。この温度差が所定の閾値ΔT_{th}より大きくなると、図１０ｂに示すように、第２の接続切替スイッチ３０２ｂはオンに切り替わり、第１の接続切替スイッチ３０１ｂはオフに切り替わる。第２のバスバー２０２ｂは、第１のバスバー２０１ｂよりも短いため、バスバー２０ｂの電流通過長さが短くなり、バスバー２０ｂの電気抵抗が小さくなる。従って、バスバー２０ｂの温度が電池ユニット１０の温度よりも低下し、電池ユニット１０からバスバー２０ｂへの熱の授受が起こり、電池ユニット１０におけるバスバー２０ｂ近傍の温度が低下する。よって、バスバー２０ｂ近傍とバスバー２０ｂから離れた部位との温度差が小さくなり、電池ユニット１０内における温度分布の不均一が改善される。
【００７６】
一方、バスバー２０ｂ近傍の温度がバスバー２０ｂから離れた部位の温度よりも低くなった場合等のように、バスバー２０ｂの温度を上昇させたい場合、第１の接続切替スイッチ３０１ｂはオンに切り替えられ、第２の接続切替スイッチ３０２ｂはオフに切り替えられる（図１０ａの状態）。これにより、バスバー２０ｂの電流通過長さが長くなり、バスバー２０ｂの電気抵抗が大きくなるため、バスバー２０ｂの温度が上昇する。
【００７７】
このように、本変形例においては、接続切替スイッチ３０ｂのオン、オフを切り替えることで、バスバー２０ｂの電流通過長さを変化させて、バスバー２０ｂの電気抵抗を変化させている。これにより、バスバー２０ｂの温度を任意に調節することができる。
【００７８】
図１１は、第１実施形態の第２変形例による固体電池システム１００におけるバスバー２０ｂの温度制御を説明するフローチャートである。
【００７９】
ステップＳ１０１～Ｓ１０４は第１実施形態と同様であるため、説明を省略する。なお、第１実施形態におけるバスバー２０、接続切替スイッチ３０は、本変形例ではそれぞれバスバー２０ｂ、接続切替スイッチ３０ｂに読み替える。
【００８０】
ステップＳ１０４において、バスバー２０の温度（第３の温度）が、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも高い場合、コントローラ６は、ステップＳ１０５’の処理を実行する。
【００８１】
ステップＳ１０５’において、コントローラ６は、第１の接続切替スイッチ３０１ｂをオフに、第２の接続切替スイッチ３０２ｂをオンに切り替え、バスバー２０ｂの電流通過長さを短くする。これにより、バスバー２０ｂの電気抵抗Ｒが低下し、バスバー２０ｂの温度（第３の温度）が低下するため、バスバー２０ｂの温度が電池ユニット１０ｂの温度に近づく。従って、バスバー２０ｂの温度と電池ユニット１０の温度とが略均一になる。
【００８２】
ステップＳ１０５’において、接続切替スイッチ３０ｂの切り替えによりバスバー２０ｂ

の電流通過長さを短くすると、コントローラ６は、バスバー２０ｂの温度制御を終了する。
【００８３】
一方、ステップＳ１０４において、第３の温度が第１の温度よりも低い場合、コントローラ６は、ステップＳ１０６’の処理を実行する。
【００８４】
ステップＳ１０６’において、コントローラ６は、第１の接続切替スイッチ３０１ｂをオンに、第２の接続切替スイッチ３０２ｂをオフに切り替えて、バスバー２０ｂの電流通過長さを長くする。これにより、バスバー２０ｂの電気抵抗Ｒが増加し、バスバー２０ｂの温度（第３の温度）が上昇するため、バスバー２０ｂの温度が電池ユニット１０の温度に近づく。従って、バスバー２０ｂの温度と電池ユニット１０の温度とが略均一になる。なお、第２の接続切替スイッチ３０２ｂがオンの状態にある場合、通常は、バスバー２０ｂの温度（第３の温度）が電池ユニット１０ｂの温度よりも低くなることはない。従って、ステップＳ１０４において第３の温度が第１の温度よりも低い場合とは、通常、今回より前の温度制御サイクルにおいて第１の接続切替スイッチ３０１ｂがオフ、第２の接続切替スイッチ３０２ｂがオンに切り替えられた場合である。即ち、ステップＳ１０６’の処理を実行する前、通常は、第１の接続切替スイッチ３０１ｂはオフ、第２の接続切替スイッチ３０２ｂはオンの状態である。
【００８５】
ステップＳ１０６’において、接続切替スイッチ３０ｂの切り替えによりバスバー２０ｂの電流通過長さを長くすると、コントローラ６は、バスバー２０ｂの温度制御を終了する。
【００８６】
次に、ステップＳ１０２において、バスバー２０ｂ近傍の温度（第１の温度）とバスバー２０ｂから離れた部位の温度（第２の温度）との温度差ΔＴが所定の閾値ΔT_{th}以上である場合、第１実施形態と同様に、コントローラ６は、ステップＳ１０７の処理を実行する。
【００８７】
ステップＳ１０７において、コントローラ６は、第１の温度が第２の温度よりも高いか否かを判断し、第１の温度が第２の温度よりも高い場合、ステップＳ１０８’の処理を、第１の温度が第２の温度よりも低い場合、ステップＳ１０９’の処理を実行する。
【００８８】
ステップＳ１０８’において、コントローラ６は、第１の接続切替スイッチ３０１ｂをオフに、第２の接続切替スイッチ３０２ｂをオンに切り替え、バスバー２０ｂの電流通過長さを短くする。これにより、バスバー２０ｂの電気抵抗Ｒが低下するため、バスバー２０ｂの温度（第３の温度）が電池ユニット１０ｂにおけるバスバー２０ｂ近傍の温度（第１の温度）よりも低下する。従って、電池ユニット１０ｂからバスバー２０ｂへの熱の授受が起こり、電池ユニット１０ｂにおけるバスバー２０ｂ近傍の温度（第１の温度）が低下する。従って、バスバー２０ｂ近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０ｂから離れた部位の温度（第２の温度）に近づき、電池ユニット１０ｂ内の温度分布が均一化される。
【００８９】
ステップＳ１０８’において、接続切替スイッチ３０ｂの切り替えによりバスバー２０ｂの電流通過長さを短くすると、コントローラ６は、バスバー２０ｂの温度制御を終了する。
【００９０】
一方、ステップＳ１０７において、第１の温度が第２の温度より低い場合、コントローラ６は、ステップＳ１０９’において、第１の接続切替スイッチ３０１ｂをオンに、第２の接続切替スイッチ３０２ｂをオフに切り替え、バスバー２０ｂの電流通過長さを長くする。これにより、バスバー２０ｂの電気抵抗Ｒが増加するため、バスバー２０ｂの温度（第３の温度）が電池ユニット１０ｂにおけるバスバー２０ｂ近傍の温度（第１の温度）よりも上昇する。従って、バスバー２０ｂから電池ユニット１０への熱の授受が起こり、電池ユニット１０ｂにおけるバスバー２０ｂ近傍の温度（第１の温度）が上昇する。よって、バスバー２０ｂ近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０ｂから離れた部位の温度（第２

の温度）に近づき、電池ユニット１０内の温度分布が均一化される。なお、第１の接続切替スイッチ３０１ｂがオンの状態にある場合、通常、バスバー２０ｂ近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０ｂから離れた部位の温度（第２の温度）よりも低くなることはない。従って、ステップＳ１０７において第１の温度が第２の温度よりも低い場合とは、通常、今回より前の温度制御サイクルにおいて第１の接続切替スイッチ３０１ｂがオフ、第２の接続切替スイッチ３０２ｂがオンに切り替えられた場合である。即ち、ステップＳ１０９’の処理を実行する前、通常は、第１の接続切替スイッチ３０１ｂはオフ、第２の接続切替スイッチ３０２ｂはオンの状態である。

【００９１】

ステップＳ１０９’において、接続切替スイッチ３０ｂの切り替えによりバスバー２０ｂの電流通過長さを長くすると、コントローラ６は、バスバー２０ｂの温度制御を終了する。

【００９２】

なお、本変形例では、各電池ユニット１０ｂ間を、長さが異なる２本のバスバー２０１ｂ，２０２ｂによって接続しているが、長さが異なる複数のバスバー２０ｂによって接続していればバスバー２０ｂの本数はこれに限られない。例えば、各電池ユニット１０ｂ間を、長さが異なる３本のバスバー２０ｂによって接続し、各バスバー２０ｂの一端と電池ユニット１０ｂとの間に接続切替スイッチ３０ｂを設けてもよい。

【００９３】

（第１実施形態の第３変形例）

図１２は、第１実施形態の第３変形例による固体電池システム１００における電池ユニット１０とバスバー２０ｃとの接続を示す概略構成図である。本変形例では、隣接するバスバー２０ｃ間を電気的に接続するバスバー２０ｃを備える点が第１実施形態と異なる。

【００９４】

図１２に示すように、固体電池システム１００は、各電池ユニット１０間を接続する複数のバスバー２０ｃと、各電池ユニット１０間を接続するとともに、隣接するバスバー２０ｃ間を接続するバスバー２０ｃとを備える。

【００９５】

各電池ユニット１０間を接続する複数のバスバー２０ｃは、第１～第５のバスバー２０１ｃ，２０２ｃ，２０３ｃ，２０４ｃ，２０５ｃを含む。第４のバスバー２０４ｃの一端は第１のバスバー２０１ｃの一端と接続し、第４のバスバー２０４ｃの他端は第２のバスバー２０２ｃの一端と接続している。第５のバスバー２０５ｃの一端は第２のバスバー２０２ｃの他端と接続し、第５のバスバー２０５ｃの他端は第３のバスバー２０３ｃの一端と接続している。このように、第１のバスバー２０１ｃと第２のバスバー２０２ｃとは第４のバスバー２０４ｃにより、第２のバスバー２０２ｃと第３のバスバー２０３ｃとは第５のバスバー２０５ｃにより接続されている。

【００９６】

また、第１のバスバー２０１ｃと第４のバスバー２０４ｃとが接続する箇所、第２のバスバー２０２ｃと第４のバスバー２０４ｃとが接続する箇所には、それぞれバスバー間接続切替スイッチ３１ｃ（第１～第２のバスバー間接続切替スイッチ３１１ｃ，３１２ｃ）が介在している。同様に、第２のバスバー２０２ｃと第５のバスバー２０５ｃとが接続する箇所、第３のバスバー２０３ｃと第５のバスバー２０５ｃとが接続する箇所には、それぞれバスバー間接続切替スイッチ３１ｃ（第３～第４のバスバー間接続切替スイッチ３１３ｃ，３１４ｃ）が介在している。バスバー間接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第１のスイッチ）３１ｃは、バスバー２０ｃ間の電気的接続及び切り離しを切り替え可能に構成されている。

【００９７】

一方、第１、第２のバスバー２０１ｃ，２０２ｃの両端及び第３のバスバー２０３ｃの一端は、接続切替スイッチ３０ｃ（第１～第５の接続切替スイッチ３０１ｃ，３０２ｃ，３０３ｃ，３０４ｃ，３０５ｃ）を介して電池ユニット１０に接続している。接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第１のスイッチ）３０ｃは、バスバー２０ｃと電池ユニット１０

との間の電気的接続及び切り離しを切り替え可能に構成されている。

【００９８】

図１３ａ及び図１３ｂは、本変形例におけるバスバーの温度制御を説明する模式図である。

【００９９】

電池ユニット１０への充電が開始される前は、第１の接続切替スイッチ３０１ｃはオンに設定され、その他の接続切替スイッチ３０２ｃ～３０５ｃはいずれもオフに設定されている。また、バスバー間接続切替スイッチ３１ｃはいずれもオンに設定されている。即ち、隣接する電池ユニット１０間は、第１～第５のバスバー２０１ｃ，２０２ｃ，２０３ｃ，２０４ｃ，２０５ｃを介して電気的に接続されている。

【０１００】

この状態で電池ユニット１０への充電が開始され、バスバー２０ｃに電流が流れると、図１３ａに示すように、電流は第１、第４、第２、第５、第３のバスバー２０１ｃ，２０４ｃ，２０２ｃ，２０５ｃ，２０３ｃの順にバスバー２０ｃを通過する。

【０１０１】

バスバー２０ｃに電流が流れると、バスバー２０ｃの発熱により、バスバー２０ｃの温度が電池ユニット１０の温度よりも上昇し、バスバー２０ｃから電池ユニット１０への熱の授受が起こる。これにより、電池ユニット１０におけるバスバー２０ｃ近傍の温度が上昇し、バスバー２０ｃ近傍の温度（第１の温度）とバスバー２０ｃから離れた部位の温度（第２の温度）とで温度差ΔＴが生じる。この温度差ΔＴが所定の閾値ΔT_{th}より大きくなると、バスバー２０ｃの電流通過長さが短くなるように接続切替スイッチ３０ｃ及びバスバー間接続切替スイッチ３１ｃのオン、オフが切り替えられる。例えば、第１～第４の接続切替スイッチ３０１ｃ，３０２ｃ，３０３ｃ，３０４ｃと、すべてのバスバー間接続切替スイッチ３１ｃがオフに切り替えられ、第５の接続切替スイッチ３０５ｃがオンに切り替えられる。これにより、図１３ｂに示すように、電流は第３のバスバー２０３ｃのみを通過する。即ち、バスバー２０ｃの電流通過長さが短くなり、バスバー２０ｃの電気抵抗が小さくなる。従って、バスバー２０ｃの温度（第３の温度）が電池ユニット１０におけるバスバー２０ｃ近傍の温度（第１の温度）よりも低下し、電池ユニット１０からバスバー２０ｃへの熱の授受が起こる。これにより、電池ユニット１０におけるバスバー２０ｃ近傍の温度（第１の温度）が低下し、第１の温度と第２の温度との温度差ΔＴは小さくなる。よって、電池ユニット１０内における温度分布の不均一が抑制される。

【０１０２】

なお、電流通過断面積が増加するように接続切替スイッチ３０ｃ及びバスバー間接続切替スイッチ３１ｃのオン、オフを切り替えることで、バスバー２０ｃの温度を低下させることもできる。例えば、接続切替スイッチ３０ｃ（３０１ｃ～３０５ｃ）をいずれもオンに、バスバー間接続切替スイッチ３１ｃ（３１１ｃ～３１４ｃ）をいずれもオフに切り替えれば、図１３ｃに示すように、電池ユニット１０間は第１～第３のバスバー２０１ｃ，２０２ｃ，２０３ｃにより電気的に接続される。これにより、第１実施形態と同様に、電流通過断面積が増加し、バスバー２０ｃの電気抵抗Ｒが低下するため、バスバー２０ｃの温度がさらに低下する。

【０１０３】

一方、第１の温度が第２の温度よりも低くなった場合等のように、バスバー２０ｃの温度を上昇させたい場合には、バスバー２０ｃの電流通過長さが長くなるように接続切替スイッチ３０ｃ及びバスバー間接続切替スイッチ３１ｃのオン、オフが切り替えられる。例えば、第１の接続切替スイッチ３０１ｃ及びすべてのバスバー間接続切替スイッチ３１ｃがオンに切り替えられ、接続切替スイッチ３０２ｃ～３０５ｃはいずれもオフに切り替えられる。これにより、電流は、第１、第４、第２、第５、第３のバスバー２０１ｃ，２０４ｃ，２０２ｃ，２０５ｃ，２０３ｃを通過するため（図１３ａの状態）、バスバー２０ｃの電流通過長さが長くなる。従って、バスバー２０ｃの電気抵抗Ｒが大きくなるため、バスバー２０ｃの温度が上昇する。なお、電流通過断面積を減少させるように接続切替ス

イッチ３０ｃ及びバスバー間接続切替スイッチ３１ｃのオン、オフを切り替えて、バスバー２０ｃの温度を上昇させてもよい。

【０１０４】

このように、本変形例においては、接続切替スイッチ３０ｃ及びバスバー間接続切替スイッチ３１ｃのオン、オフを切り替えることで、バスバー２０ｃの長さ及び断面積の少なくとも一方を変化させて、バスバー２０ｃの電気抵抗を変化させることができる。これにより、バスバー２０ｃの温度を任意に調節することができる。

【０１０５】

なお、本変形例では、各電池ユニット１０間を接続する３本のバスバー２０ｃ（２０１ｃ，２０２ｃ，２０３ｃ）と、バスバー２０ｃ間を接続する２本のバスバー２０ｃ（２０４ｃ，２０５ｃ）を備える構成としたが、バスバー２０ｃの本数はこれに限られない。また、接続切替スイッチ３０ｃを５個、バスバー間接続切替スイッチ３１ｃを４個備える構成としたが、接続切替スイッチ３０ｃ及びバスバー間接続切替スイッチ３１ｃの個数はこれに限られない。

【０１０６】

（第２実施形態）

図１４及び図１５を参照して、第２実施形態の固体電池システム１００を説明する。なお、第１実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【０１０７】

図１４は、第２実施形態による固体電池システム１００における電池ユニット１０とバスバー２０との接続を示す概略構成図である。図１５ａ、図１５ｂは、本実施形態によるバスバーの温度制御を説明する模式図であり、図１４のＡ－Ａ線に沿った断面図である。本実施形態では、バスバー（接続部材）２０に接続する放熱プレート（放熱部材）４０を備える点が他の実施形態と異なる。

【０１０８】

図１４に示すように、バスバー２０上には、バスバー２０に接続する放熱プレート４０が設置されている。図１４及び図１５ａ、図１５ｂに示すように、放熱プレート４０は、複数のフィン４０１を備えており、放熱プレート４０の表面積は、バスバー２０の表面積よりも大きい。また、放熱プレート４０の一端には、接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第２のスイッチ）３０Ａが設置されている。

【０１０９】

接続切替スイッチ３０Ａは、バスバー２０と放熱プレート４０との物理的な接触及び非接触状態を切り替え可能に構成されている。

【０１１０】

電池ユニット１０への充電が開始され、バスバー２０に電流が流れると、バスバー２０の発熱量が増加し、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度よりも上昇する。これにより、バスバー２０から電池ユニット１０への熱の授受が起こり、電池ユニット１０におけるバスバー２０が接続する部分近傍の温度（第１の温度）が上昇する。バスバー２０近傍の温度（第１の温度）が、バスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）よりも所定の閾値ΔT_{th}以上大きくなると、図１５ａに示すように、接続切替スイッチ３０Ａは、バスバー２０と放熱プレート４０とが物理的に接触するように切り替えられる。これにより、放熱プレート４０を介したバスバー２０の放熱面積（部材表面積）Ａが増加する。ここで、バスバー２０の吸熱量Ｑは、以下の式（３）により表される。なお、式（３）において、T_hは熱媒体温度、Ｔはバスバー２０の温度（部材温度）、R_hは熱伝達抵抗を示している。

【数３】

$$Q = {(T_h - T)}/{R_h} \qquad \cdots (3)$$

【０１１１】
また、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hは以下の式（４）により表される。なお、式（４）において、λは熱伝達率、Ａはバスバー２０の放熱面積（部材表面積）を示している。
【数４】

$$R_h = {\left({1}/{\lambda}\right)}/{A} \qquad \cdots (4)$$

【０１１２】
式（３）及び式（４）のとおり、バスバー２０の放熱面積（部材表面積）Ａが増加するとバスバー２０の熱伝達抵抗R_hが低下し、熱媒体温度T_hはバスバー２０の温度（部材温度）Ｔよりも低いので、バスバー２０の放熱量が増加（バスバー２０の吸熱量Ｑが減少）する。従って、バスバー２０の温度Ｔが電池ユニット１０の温度よりも低下し、電池ユニット１０からバスバー２０への熱の授受が起こる。これにより、電池ユニット１０におけるバスバー２０が接続する部分近傍の温度（第１の温度）が低下し、電池ユニット１０内の温度分布が不均一になることが抑制される。
【０１１３】
なお、図１５ａでは、バスバー２０と放熱プレート４０とを完全に接触させているが、一部を接触させてもよい。バスバー２０と放熱プレート４０とをどの程度接触させるかは、電池ユニット１０におけるバスバー近傍の温度（第１の温度）とバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）との温度差に基づいて決定される。
【０１１４】
一方、第１の温度が、第２の温度よりも所定の閾値ΔT_{th}以上小さくなると、図１５ｂに示すように、接続切替スイッチ３０Ａは、バスバー２０と放熱プレート４０とが物理的に非接触状態になるように切り替えられる。これにより、バスバー２０の放熱面積（部材表面積）Ａが減少し、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hが上昇するため、バスバー２０の放熱量が減少（バスバー２０の吸熱量Ｑが増加）する。従って、バスバー２０の温度（第３の温度）が上昇し、バスバー２０から電池ユニット１０への熱の授受が起こり、バスバー２０が接続する部分近傍の温度（第１の温度）が上昇する。よって、第１の温度と第２の温度との差が小さくなり、電池ユニット１０の温度分布が均一化されていく。
【０１１５】
なお、第１の温度と第２の温度とが等温、または温度差ΔＴが所定の閾値ΔT_{th}よりも小さい場合は、バスバー２０の温度（第３の温度）が第１の温度に近づくように接続切替スイッチ３０Ａが切り替えられる。例えば、バスバー２０の温度（第３の温度）が、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも小さい場合は、接続切替スイッチ３０Ａはバスバー２０の放熱面積Ａが小さくなるように切り替えられる。これにより、バスバー２０の熱伝達抵抗が上昇し、バスバー２０の温度が上昇する。一方、バスバー２０の温度（第３の温度）が、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも大きい場合は、接続切替スイッチ３０Ａはバスバー２０の放熱面積が大きくなるように切り替えられる。これにより、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hが低下し、バスバー２０の温度が低下する。

【０１１６】
このように、接続切替スイッチ３０Ａは、放熱プレート４０とバスバー２０との接触、非接触状態を切り替えることでバスバー２０の熱伝達抵抗R_hを変化させる（熱）抵抗可変手段として機能する。接続切替スイッチ３０Ａによりバスバー２０の熱伝達抵抗R_hを変化させることで、バスバー２０の温度を制御することができる。
【０１１７】
図１６は、第２実施形態による固体電池システム１００におけるバスバー２０の温度制御を説明するフローチャートである。
【０１１８】
ステップＳ１０１～Ｓ１０４は第１実施形態と同様であるため、説明を省略する。
【０１１９】
ステップＳ１０４において、バスバー２０の温度（第３の温度）が、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも高い場合、コントローラ６は、ステップＳ２０５の処理を実行する。
【０１２０】
ステップＳ２０５において、コントローラ６は、バスバー２０の放熱面積Ａが大きくなるように、接続切替スイッチ３０Ａを切り替える。即ち、バスバー２０と放熱プレート４０との接触面積を大きくする。これにより、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hが低下し、バスバー２０の温度（第３の温度）が低下するため、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度に近づき、バスバー２０の温度と電池ユニット１０の温度とが略均一になる。
【０１２１】
ステップＳ２０５において、接続切替スイッチ３０Ａの切り替えによりバスバー２０の放熱面積Ａを大きくすると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。
【０１２２】
一方、ステップＳ１０４において、第３の温度が第１の温度よりも低い場合、コントローラ６は、ステップＳ２０６の処理を実行する。
【０１２３】
ステップＳ２０６において、コントローラ６は、バスバー２０の放熱面積Ａが小さくなるように、接続切替スイッチ３０Ａを切り替える。即ち、バスバー２０と放熱プレート４０との接触面積を小さくする。これにより、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hが増加し、バスバー２０の温度（第３の温度）が上昇するため、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度に近づき、バスバー２０の温度と電池ユニット１０の温度とが略均一になる。
【０１２４】
ステップＳ２０６において、接続切替スイッチ３０Ａの切り替えによりバスバー２０の放熱面積Ａを小さくすると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。
【０１２５】
次に、ステップＳ１０２において、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）とバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）との温度差ΔＴが所定の閾値ΔT_{th}以上である場合、第１実施形態と同様に、コントローラ６は、ステップＳ１０７の処理を実行する。
【０１２６】
ステップＳ１０７において、コントローラ６は、第１の温度が第２の温度よりも高いか否かを判断し、第１の温度が第２の温度よりも高い場合、ステップＳ２０８の処理を、第１の温度が第２の温度よりも低い場合、ステップＳ２０９の処理を実行する。
【０１２７】
ステップＳ２０８において、コントローラ６は、バスバー２０の放熱面積Ａが大きくなるように、接続切替スイッチ３０Ａを切り替える。即ち、バスバー２０と放熱プレート４０との接触面積を大きくする。これにより、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hが低下し、バスバー２０の温度（第３の温度）が電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも低下する。従って、電池ユニット１０からバスバー２０への熱の授受が起こり、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）が低下する。

従って、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）に近づき、電池ユニット１０内の温度分布が均一化される。

【０１２８】

ステップＳ２０８において、接続切替スイッチ３０Ａの切り替えによりバスバー２０の放熱面積Ａを大きくすると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【０１２９】

一方、ステップＳ１０７において、第１の温度が第２の温度より低い場合、コントローラ６は、ステップＳ２０９において、バスバー２０の放熱面積Ａが小さくなるように、接続切替スイッチ３０Ａを切り替える。即ち、バスバー２０と放熱プレート４０との接触面積を小さくする。これにより、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hが増加し、バスバー２０の温度（第３の温度）が電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも上昇する。従って、バスバー２０から電池ユニット１０への熱の授受が起こり、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）が上昇する。従って、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）に近づき、電池ユニット１０内の温度分布が均一化される。

【０１３０】

ステップＳ２０９において、接続切替スイッチ３０Ａの切り替えによりバスバー２０の放熱面積Ａを小さくすると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【０１３１】

上記した第２実施形態の固体電池システム１００によれば、以下の効果を得ることができる。

【０１３２】

固体電池システム１００は、各電池ユニット１０間を電気的に接続するバスバー（接続部材）２０と、バスバー（接続部材）２０の熱伝達抵抗R_hを変化させる接続切替スイッチ３０Ａ（抵抗可変手段、第２のスイッチ）と、を備える。接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第２のスイッチ）３０Ａにより、バスバー（接続部材）２０の放熱面積Ａが切り替わることで、バスバー（接続部材）２０の熱伝達抵抗R_hが変化する。従って、接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第２のスイッチ）３０Ａにより、バスバー（接続部材）２０の放熱量を制御することができ、バスバー（接続部材）２０の温度を任意に調節することができる。よって、電池ユニット１０とバスバー（接続部材）２０との間の熱移動を制御することができ、電池ユニット１０（集電体１１）内に温度分布の不均一が生じることを抑制できる。

【０１３３】

固体電池システム１００は、バスバー（接続部材）２０よりも表面積が大きい放熱プレート（放熱部材）４０と、バスバー（接続部材）２０と放熱プレート（放熱部材）４０との接触及び非接触状態を切り替える接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第２のスイッチ）３０Ａを備える。そして、接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第２のスイッチ）３０Ａの切り替えにより、バスバー（接続部材）２０と放熱プレート（放熱部材）４０との接触及び非接触状態が切り替わり、バスバー（接続部材）２０の熱伝達抵抗R_hが変化する。従って、接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第２のスイッチ）３０Ａにより、バスバー（接続部材）２０の放熱量を制御することができ、バスバー（接続部材）２０の温度を任意に調節することができる。よって、電池ユニット１０とバスバー（接続部材）２０との間の熱移動を制御することができ、電池ユニット１０（集電体１１）内に温度分布の不均一が生じることを抑制できる。

【０１３４】

なお、本実施形態においては、接続切替スイッチ３０Ａを用いて、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hを変化させているが、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hを変化させる方法はこれに限られず、如何なる方法を用いてもよい。

【０１３５】

（第２実施形態の変形例）

図１７は、第２実施形態の変形例による固体電池システム１００における電池ユニット１０とバスバー２０との接続を示す概略構成図である。本変形例では、バスバー２０の表面を被覆する断熱部材５０を備える点が他の実施形態と異なる。

【０１３６】

図１７に示すように、バスバー２０上には、バスバー２０の表面を被覆する断熱部材５０が設置されている。断熱部材５０は、位置切替スイッチ（第３のスイッチ）３０Ｂを介して電池ユニット１０に接続している。バスバー２０の表面は凹状の溝５１が形成され、断熱部材５０は、当該溝５１内に設置されている。

【０１３７】

図１７に示すように、位置切替スイッチ３０Ｂは、バスバー２０と電池ユニット１０とを跨いでバスバー２０と電池ユニット１０に固定される固定部３０１Ｂと、固定部３０１Ｂと断熱部材５０とを接続するとともに、伸縮可能に構成された位置切替部３０２Ｂとを備える。位置切替スイッチ３０Ｂ（位置切替部３０２Ｂ）の伸縮はコントローラ６により制御される。

【０１３８】

位置切替部３０２Ｂが伸長すると、図１８に示すように、断熱部材５０は、バスバー２０上から外れる方向にスライド移動し、バスバー２０を被覆する面積が小さくなる。一方、位置切替部３０２Ｂが収縮すると、断熱部材５０は、バスバー２０上にスライド移動し、バスバーを被覆する面積が大きくなる（図１７の状態）。このように、断熱部材５０は、位置切替スイッチ３０Ｂにより位置が切り替えられるように構成されている。

【０１３９】

電池ユニット１０への充電が開始され、バスバー２０に電流が流れると、バスバー２０の発熱量が増加し、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度より上昇し、バスバー２０から電池ユニット１０への熱の授受が起こる。これにより、電池ユニット１０におけるバスバー２０が接続する部分の温度（第１の温度）が上昇する。バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）よりも所定の閾値ΔT_{th}以上大きくなると、図１８に示すように、位置切替スイッチ３０Ｂは、断熱部材５０によるバスバー２０の被覆面積が小さくなるように断熱部材５０を移動させる。これにより、バスバー２０の放熱面積（部材表面積）Ａが大きくなり、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hが低下するため、バスバー２０の放熱量が増加（吸熱量Ｑが減少）する。従って、バスバー２０の温度が低下し、電池ユニット１０からバスバー２０への熱の授受がおこり、電池ユニット１０におけるバスバー２０が接続する部分近傍の温度（第１の温度）が低下する。よって、電池ユニット１０内の温度分布が不均一になることが抑制される。

【０１４０】

なお、断熱部材５０をどの程度移動させるか、即ちバスバー２０の放熱面積Ａをどの程度大きくするかは、電池ユニット１０におけるバスバー近傍の温度（第１の温度）とバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）との温度差に基づいて決定される。

【０１４１】

一方、第１の温度が第２の温度よりも所定の閾値ΔT_{th}以上小さくなると、図１７に示すように、位置切替スイッチ３０Ｂは、断熱部材５０によるバスバー２０の被覆面積が大きくなるように断熱部材５０を移動させる。これにより、バスバー２０の放熱面積（部材表面積）Ａが小さくなり、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hが増加するため、バスバー２０の放熱量が減少（吸熱量Ｑが増加）する。従って、バスバー２０の温度が第１の温度よりも上昇し、バスバー２０から電池ユニット１０への熱の授受が起こり、第１の温度が上昇する。よって、第１の温度と第２の温度との差が小さくなり、電池ユニット１０の温度分布が均一化される。

【０１４２】

なお、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）と、バスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）とが等温、または温度差ΔTが所定の閾値ΔT_{th}よりも小さい場合は、バスバー２０の温度（第３の温度）が第１の温度に近づくように位置切替スイッチ３０Ｂが

制御される。例えば、バスバー２０の温度（第３の温度）が、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも小さい場合は、位置切替スイッチ３０Ｂにより、バスバー２０の放熱面積Ａが小さくなる方向に断熱部材５０の位置が切り替えられる。これにより、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hが上昇し、バスバー２０の温度が上昇する。一方、バスバー２０の温度（第３の温度）が、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも大きい場合は、位置切替スイッチ３０Ｂにより、バスバー２０の放熱面積Ａが大きくなる方向に断熱部材５０の位置が切り替えられる。これにより、バスバー２０の熱伝達抵抗R_hが低下し、バスバー２０の温度が低下する。

【０１４３】

このように、位置切替スイッチ３０Ｂと断熱部材５０とは、バスバー２０の熱伝達抵抗を変化させる（熱）抵抗可変手段として機能する。位置切替スイッチ３０Ｂ及び断熱部材５０により、バスバー２０の熱伝達抵抗を変化させることで、バスバー２０の温度を制御することができる。即ち、本変形例によっても、第２実施形態と同様の効果を得ることができる。

【０１４４】

（第３実施形態）

図１９及び図２０を参照して、第３実施形態の固体電池システム１００を説明する。なお、他の実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【０１４５】

図１９は、第３実施形態による固体電池システム１００における電池ユニット１０とバスバー２０との接続を示す概略構成図である。本実施形態では、熱交換装置６０による熱交換によってバスバー（接続部材）２０の温度を制御する点が他の実施形態と異なる。

【０１４６】

図１９に示すように、バスバー２０上には、熱媒体６１を用いてバスバー２０と熱交換可能な熱交換装置６０が設置されている。

【０１４７】

熱媒体６１は、固体、液体、気体のいずれのものを用いてもよく、熱媒体６１の温度は、コントローラ６からの指令を受けた熱媒体温度調節部６２により制御される。

【０１４８】

電池ユニット１０への充電が開始され、バスバー２０に電流が流れると、バスバー２０の発熱量Ｈが増加し、バスバー２０の温度が電池ユニット１０よりも上昇する。これにより、バスバー２０から電池ユニット１０への熱の授受が起こり、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）が上昇する。バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）よりも所定の閾値ΔT_{th}以上大きくなると、熱媒体温度調節部６２により熱媒体６１がバスバー２０の温度よりも低くなるように制御される。これにより、熱交換装置６０を介して熱媒体６１とバスバー２０との間で熱交換が起こり、前記の式（３）のとおり、バスバー２０の放熱量が増加（吸熱量Ｑが減少）する。従って、バスバー２０の温度Ｔが電池ユニット１０よりも低下し、電池ユニット１０からバスバー２０への熱の授受が起こる。よって、第１の温度が低下し、電池ユニット１０内の温度分布が不均一になることが抑制される。

【０１４９】

なお、熱媒体６１の温度をどの程度冷却するかは、電池ユニット１０におけるバスバー近傍の温度（第１の温度）とバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）との温度差に基づいて決定される。

【０１５０】

一方、第１の温度が、第２の温度よりも所定の閾値ΔT_{th}以上小さくなると、熱媒体温度調節部６２により熱媒体６１がバスバー２０の温度よりも高くなるように制御される。これにより、熱交換装置６０を介して熱媒体６１とバスバー２０との間での熱交換が起こり、バスバー２０の温度が第１の温度よりも上昇する。従って、バスバー２０から電池ユニット１０への熱の授受が起こり、第１の温度が上昇し、電池ユニット１０内の温度分布

が均一化される。

【０１５１】

なお、第１の温度と第２の温度とが等温、またはその温度差ΔＴが所定の閾値ΔT_{th}よりも小さい場合は、バスバー２０の温度（第３の温度）が第１の温度に近づくように熱媒体６１の温度が制御される。例えば、バスバー２０の温度（第３の温度）が、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも小さい場合は、熱媒体６１がバスバー２０の温度よりも高くなるように制御される。これにより、バスバー２０の温度が上昇する。一方、バスバー２０の温度（第３の温度）が、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも大きい場合は、熱媒体６１がバスバー２０の温度よりも低くなるように制御される。これにより、バスバー２０の温度が低下する。

【０１５２】

このように、熱媒体６１の温度を制御することによっても、バスバー２０の温度を制御することができる。

【０１５３】

図２０は、第３実施形態による固体電池システム１００におけるバスバー２０の温度制御を説明するフローチャートである。

【０１５４】

ステップＳ１０１～Ｓ１０４は第１及び第２実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【０１５５】

ステップＳ１０４において、バスバー２０の温度（第３の温度）が、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも高い場合、コントローラ６は、ステップＳ３０５の処理を実行する。

【０１５６】

ステップＳ３０５において、コントローラ６は、熱媒体６１の温度をバスバー２０の温度よりも低くなるように制御する。これにより、バスバー２０の温度（第３の温度）が低下するため、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度に近づき、バスバー２０の温度と電池ユニット１０の温度とが略均一になる。

【０１５７】

ステップＳ３０５において、熱媒体６１の温度をバスバー２０の温度よりも低く制御すると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【０１５８】

一方、ステップＳ１０４において、第３の温度が第１の温度よりも低い場合、コントローラ６は、ステップＳ３０６の処理を実行する。

【０１５９】

ステップＳ３０６において、コントローラ６は、熱媒体６１の温度をバスバー２０の温度よりも高くなるように制御する。これにより、バスバー２０の温度（第３の温度）が上昇するため、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度に近づき、バスバー２０の温度と電池ユニット１０の温度とが略均一になる。

【０１６０】

ステップＳ３０６において、熱媒体６１の温度をバスバー２０の温度よりも高く制御すると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【０１６１】

次に、ステップＳ１０２において、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）とバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）との温度差ΔＴが所定の閾値ΔT_{th}以上である場合、第１実施形態と同様に、コントローラ６は、ステップＳ１０７の処理を実行する。

【０１６２】

ステップＳ１０７において、コントローラ６は、第１の温度が第２の温度よりも高いか否かを判断し、第１の温度が第２の温度よりも高い場合、ステップＳ３０８の処理を、第１の温度が第２の温度よりも低い場合、ステップＳ３０９の処理を実行する。

【０１６３】
ステップＳ３０８において、コントローラ６は、熱媒体６１の温度をバスバー２０の温度よりも低くなるように制御する。これにより、バスバー２０の温度（第３の温度）が第１の温度よりも低下するため、電池ユニット１０からバスバー２０への熱の授受が起こる。従って、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）が低下する。よって、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）に近づき、電池ユニット１０内の温度分布が均一化される。
【０１６４】
ステップＳ３０８において、熱媒体６１の温度をバスバー２０の温度よりも低く制御すると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。
【０１６５】
一方、ステップＳ１０７において、第１の温度が第２の温度より低い場合、コントローラ６は、ステップＳ３０９において、熱媒体６１の温度をバスバー２０の温度よりも高くなるように制御する。これにより、バスバー２０の温度（第３の温度）が第１の温度よりも上昇し、バスバー２０から電池ユニット１０への熱の授受が起こる。従って、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）が上昇する。よって、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）に近づき、電池ユニット１０内の温度分布が均一化される。
【０１６６】
ステップＳ３０９において、熱媒体６１の温度をバスバー２０の温度よりも高く制御すると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。
【０１６７】
上記した第３実施形態の固体電池システム１００によれば、以下の効果を得ることができる。
【０１６８】
固体電池システム１００は、熱媒体６１を用いてバスバー（接続部材）２０と熱交換する熱交換装置６０と、熱媒体６１の温度を調節する熱媒体温度調節部６２とを備える。このため、熱媒体６１の温度を制御することで、バスバー（接続部材）２０の温度を調節することができ、電池ユニット１０とバスバー（接続部材）２０との間の熱移動を制御することができる。従って、電池ユニット１０（集電体１１）内に温度分布の不均一が生じることを抑制できる。
【０１６９】
（第４実施形態）
図２１を参照して、第４実施形態の固体電池システム１００を説明する。なお、他の実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。
【０１７０】
図２１は、第４実施形態による固体電池システムにおけるバスバーの温度制御を説明するフローチャートである。本変形例では、バスバー（接続部材）２０の電流通過断面積に加え、バスバー２０を通過する電流の大きさを制御してバスバー２０の温度を調節する点が第１実施形態と異なる。
【０１７１】
ステップＳ１０１～Ｓ１０５及びステップＳ１０７～Ｓ１０８は、第１実施形態と同様であるため、説明を省略する。
【０１７２】
電池ユニット１０内における温度差ΔＴは閾値ΔT_{th}よりも小さいが、バスバー２０の温度（第３の温度）が電池ユニット１０の温度よりも高い場合、コントローラ６は、バスバー２０の電流通過断面積を増加させるように接続切替スイッチ３０を制御する（ステップＳ１０５）。また、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）よりも閾値ΔT_{th}以上高い場合、コントローラ６は、バスバー２０の電流通過断面積を増加させるように接続切替スイッチ３０を制御する（ステップＳ

１０８）。
【０１７３】
しかしながら、バスバー２０の電流通過断面積を最大にしても（即ち、図５ｂに示すように、すべての接続切替スイッチ３０をオンにする）、バスバー２０の温度（第３の温度）や電池ユニット１０内におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）が、所望の温度まで低下しない場合もあり得る。このような場合、これ以上バスバー２０の電流通過断面積を増加させることができないため、接続切替スイッチ３０により、バスバー２０の温度をより低下させることができない。そこで、本変形例では、バスバー２０を通過する電流の大きさを制御するステップをさらに含むこととした。
【０１７４】
ステップＳ１０５またはステップＳ１０８において、バスバー２０の電流通過断面積を増加させると、コントローラ６は、ステップＳ４１０の処理を実行する。
【０１７５】
ステップＳ４１０において、コントローラ６は、第３の温度が第１の温度よりも高いか否か、及び第１の温度が第２の温度よりも閾値ΔT_{th}以上高いか否かを判断する。
【０１７６】
ステップ４１０において、第３の温度と第１の温度が略等しく、且つ第１の温度と第２の温度との温度差ΔＴが閾値ΔT_{th}よりも小さい場合、電池ユニット１０とバスバー２０の温度、及び電池ユニット１０内の温度分布は略均一化されている。従って、この場合コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。
【０１７７】
一方、ステップ４１０において、第３の温度が第１の温度よりも高い、または第１の温度が第２の温度よりも閾値ΔT_{th}以上高い場合、コントローラ６は、ステップＳ４１１において、バスバー２０の電流通過断面積が最大（即ち、すべての接続切替スイッチ３０がオンである）か否かを判断する。ステップ４１１において、バスバー２０の電流通過断面積が最大であり、これ以上バスバー２０の断面積を増加させることができない場合、コントローラ６は、ステップＳ４１２の処理を実行する。一方、バスバー２０の電流通過断面積が最大ではなく、さらに断面積を増加させる余地がある場合、コントローラ６は、ステップＳ１０５（またはステップＳ１０８）の処理を実行し、バスバー２０の電流通過断面積を増加させる。
【０１７８】
電流通過断面積を増加させる余地がない場合、ステップＳ４１２において、コントローラ６は、電流調整部４を制御して、バスバー２０の電流値を小さくする。これにより、バスバー２０の発熱量Ｈが減少し、バスバー２０の温度（第３の温度）が第１の温度よりも低下する。従って、第３の温度は第１の温度に近づく、または電池ユニット１０からバスバー２０への熱の授受により第１の温度が低下し、第１の温度が第２の温度に近づく。即ち、電池ユニット１０とバスバー２０の温度、及び電池ユニット１０内の温度分布が均一化されていく。なお、電流値をどの程度まで小さくするかは、第３の温度と第１の温度との温度差及び第１の温度と第２の温度のとの温度差に基づいて決定することができる。
【０１７９】
ステップ４１２において、バスバー２０の電流の値を小さくすると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。
【０１８０】
なお、ステップＳ１０４において、バスバー２０の温度が、電池ユニット１０の温度よりも低い場合のステップＳ１０６におけるの処理、及び第１の温度が第２の温度よりも低い場合のステップＳ１０９における処理は、第１実施形態と同様であるため省略する。
【０１８１】
上記した第４実施形態の固体電池システム１００によれば、以下の効果を得ることができる。
【０１８２】

固体電池システム１００においては、バスバー（接続部材）２０の電流通過断面積を最大にしても、バスバー２０と電池ユニット１０、及び電池ユニット１０内の温度分布が不均一である場合、バスバー２０の電流値を小さくする。このように、電流通過断面積の大きさを変えることでバスバー（接続部材）２０の温度を制御できないような場合には，バスバー（接続部材）２０の電流値を制御することで、バスバー（接続部材）２０の温度を制御する。これにより、バスバー（接続部材）２０の温度をより確実に制御することができる。

【０１８３】

なお、本実施形態では、バスバー２０の電流通過断面積を増加させるステップＳ１０５、Ｓ１０８の処理後に、バスバー２０の電流値を制御することとしたが、電流通過断面積を増加させる処理と電流値を減少させる処理とを同時に行うようにしてもよい。例えば、所定の閾値（第１の閾値）ΔT_{th}よりも大きい所定の第２の閾値Δ_{th2}を設け、第１の温度が第２の温度よりも第２の閾値Δ_{th2}以上に高い場合には、バスバー２０の電流通過断面積を増加させる処理と同時にバスバー２０の電流値を減少させる処理を行うようにしてもよい。

【０１８４】

また、本実施形態では、バスバー２０の電流通過断面積を増加させる処理（第１実施形態）に加えてバスバー２０の電流値を制御することとしたが、バスバー２０の電流通過長さを変える処理（第１実施形態の第２変形例）に加えてバスバー２０の電流値を制御してもよい。即ち、第１実施形態の第２変形例における図１１におけるステップＳ１０５、Ｓ１０８の処理において、バスバー２０の電流通過長さを最短にした後に、バスバー２０の電流値を小さくするように制御してもよい。

【０１８５】

同様に、バスバー２０の放熱面積を増加させる処理（第２実施形態、第２実施形態の変形例）に加えてバスバー２０の電流値を制御してもよい。即ち、第２実施形態における図１６のステップＳ２０５、Ｓ２０８の処理において、バスバー２０の放熱面積Ａを最大にした後に、バスバー２０の電流値を小さくするように制御してもよい。

【０１８６】

また、同様に、熱交換装置６０によりバスバー２０の温度を低下させる処理（第３実施形態）に加えてバスバー２０の電流値を制御してもよい。例えば、所定の閾値（第１の閾値）ΔT_{th}よりも大きい所定の第２の閾値Δ_{th2}を設け、第１の温度が第２の温度よりも第２の閾値Δ_{th2}以上に高い場合には、熱媒体６１の温度を低下させるとともに、バスバー２０の電流値を減少させるようにしてもよい。

【０１８７】

（第５実施形態）

図２２を参照して、第５実施形態の固体電池システム１００を説明する。なお、他の実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【０１８８】

図２２は、第５実施形態による固体電池システム１００におけるバスバー（接続部材）２０の温度制御を説明するフローチャートである。本実施形態では、バスバー２０の電流値を制御してバスバー２０の温度を調節する点が他の実施形態と異なる。

【０１８９】

ステップＳ１０１～Ｓ１０４は他の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【０１９０】

ステップＳ１０４において、バスバー２０の温度（第３の温度）が、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）よりも高い場合、コントローラ６は、ステップＳ５０５の処理を実行する。

【０１９１】

ステップＳ５０５において、コントローラ６は、電流調整部４によりバスバー２０の電流が小さくなるように制御する。これにより、前記の式（１）のとおり、バスバー２０の

発熱量が減少し、バスバー２０の温度（第３の温度）が低下する。従って、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度に近づき、バスバー２０の温度と電池ユニット１０の温度とが略均一になる。なお、電流をどの程度小さくするかは、バスバー２０の温度と電池ユニット１０との温度差に基づいて決定される。

【０１９２】

ステップＳ５０５において、バスバー２０の電流を小さくすると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【０１９３】

一方、ステップＳ１０４において、第３の温度が第１の温度よりも低い場合、コントローラ６は、ステップＳ５０６の処理を実行する。

【０１９４】

ステップＳ５０６において、コントローラ６は、電流調整部４によりバスバー２０の電流が大きくなるように制御する。これにより、式（１）のとおり、バスバー２０の発熱量が増加し、バスバー２０の温度（第３の温度）が上昇する。従って、バスバー２０の温度が電池ユニット１０の温度に近づいていき、バスバー２０の温度と電池ユニット１０の温度とが略均一になる。なお、電流をどの程度大きくするかは、バスバー２０の温度と電池ユニット１０との温度差に基づいて決定される。

【０１９５】

ステップＳ５０６において、バスバー２０の電流を大きくすると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【０１９６】

次に、ステップＳ１０２において、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）とバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）との温度差ΔＴが所定の閾値ΔT_{th}以上である場合、第１実施形態と同様に、コントローラ６は、ステップＳ１０７の処理を実行する。

【０１９７】

ステップＳ１０７において、コントローラ６は、第１の温度が第２の温度よりも高いか否かを判断し、第１の温度が第２の温度よりも高い場合、ステップＳ５０８の処理を、第１の温度が第２の温度よりも低い場合、ステップＳ５０９の処理を実行する。

【０１９８】

ステップＳ５０８において、コントローラ６は、電流調整部４によりバスバー２０の電流が小さくなるように制御する。これにより、バスバー２０の温度（第３の温度）が第１の温度よりも低下するため、電池ユニット１０からバスバー２０への熱の授受が起こり、第１の温度が低下する。従って、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）に近づき、電池ユニット１０内の温度分布が均一化される。なお、電流をどの程度小さくするかは、第１の温度と第２の温度との温度差ΔＴに基づいて決定される。

【０１９９】

ステップＳ５０８において、バスバー２０の電流を小さくすると、コントローラ６は、バスバー２０の温度制御を終了する。

【０２００】

一方、ステップＳ１０７において、第１の温度が第２の温度より低い場合、コントローラ６は、ステップＳ５０９において、電流調整部４によりバスバー２０の電流が大きくなるように制御する。これにより、バスバー２０の温度（第３の温度）が第１の温度よりも上昇するため、バスバー２０から電池ユニット１０への熱の授受が起こり、第１の温度が上昇する。従って、バスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）に近づき、電池ユニット１０内の温度分布が均一化される。なお、電流をどの程度大きくするかは、第１の温度と第２の温度との温度差ΔＴに基づいて決定される。

【０２０１】

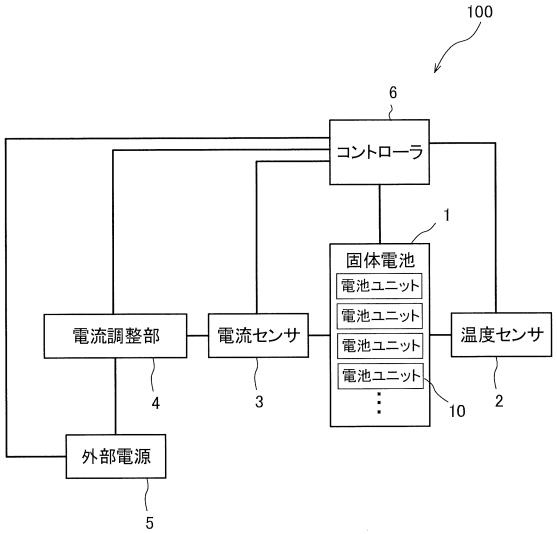
ステップＳ５０９において、バスバー２０の電流を大きくすると、コントローラ６は、

バスバー２０の温度制御を終了する。
【０２０２】
上記した第５実施形態の固体電池システム１００によれば、以下の効果を得ることができる。
【０２０３】
固体電池システム１００は、電流調整部４により、バスバー（接続部材）２０の電流値を制御する。これにより、バスバー（接続部材）２０の発熱量を制御することができ、バスバー（接続部材）２０の温度を調節することができる。よって、電池ユニット１０とバスバー（接続部材）２０との間の熱移動を制御することができ、電池ユニット１０（集電体１１）内に温度分布の不均一が生じることを抑制できる。
【０２０４】
（第５実施形態の変形例）
図２３は、第５実施形態の変形例による固体電池システム１００の概略構成図である。本変形例では、電池ユニット１０が電力を供給する外部負荷７０と電池ユニット１０との間に抵抗可変部材８０を設けた点が他の実施形態と異なる。
【０２０５】
図２３に示すように、複数の電池ユニット１０から成る固体電池１は、外部負荷７０に電気的に接続している。外部負荷７０から、電力供給が要求された場合、固体電池１から外部負荷７０へと電力が供給される。
【０２０６】
ここで、電池ユニット１０におけるバスバー２０近傍の温度（第１の温度）がバスバー２０から離れた部位の温度（第２の温度）よりも小さいためにバスバー２０の電流を大きくする必要がある場合、外部負荷７０からの要求電力が小さいと、バスバー２０に必要な電流を流せない虞がある。そこで、本変形例では、外部負荷７０と電池ユニット１０との間に抵抗を可変な抵抗可変部材８０を備えることとした。
【０２０７】
図２３に示すように、抵抗可変部材８０は、外部負荷７０と電池ユニット１０との間に、外部負荷７０と並列に配置される。抵抗可変部材８０の抵抗値は、コントローラ６により制御される。
【０２０８】
電池ユニット１０の温度分布を均一化するためにバスバー２０の電流を大きくした場合において、その電流が外部負荷７０による要求電力を超えている場合、抵抗可変部材８０の抵抗値が調整され、電池ユニット１０からの電流は分流される。これにより、外部負荷７０に過度な電力が供給されることなく、バスバー２０に必要な量の電流を流すことができる。
【０２０９】
以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。
【０２１０】
上記した各実施形態は、それぞれ単独の実施形態として説明したが、適宜組み合わせてもよい。
【符号の説明】
【０２１１】
１　固体電池
２　温度センサ
３　電流センサ
４　電流調整部
５　外部電源
６　コントローラ

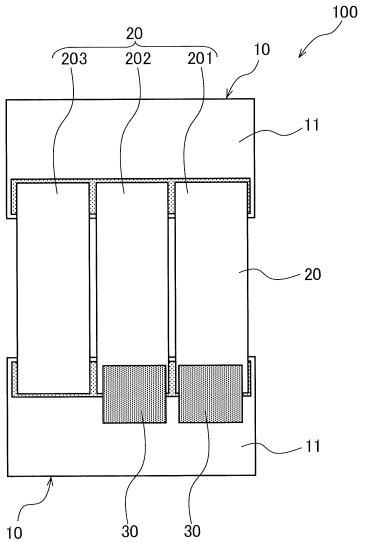
１０　電池ユニット
２０　バスバー（接続部材）
３０　接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第１のスイッチ）
３０Ａ　接続切替スイッチ（抵抗可変手段、第２のスイッチ）
３０Ｂ　位置切替スイッチ（抵抗可変手段、第３のスイッチ）
４０　放熱プレート（放熱部材）
５０　断熱部材（抵抗可変手段）
６０　熱交換装置
７０　外部負荷
８０　抵抗可変部材
１００　固体電池システム

【図面】

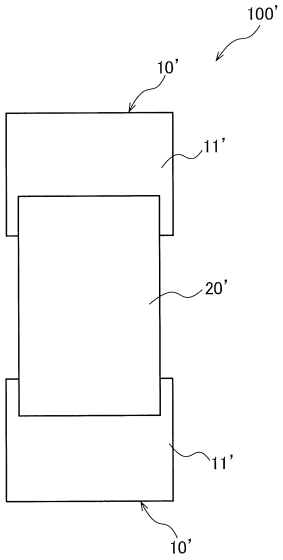
【図１】



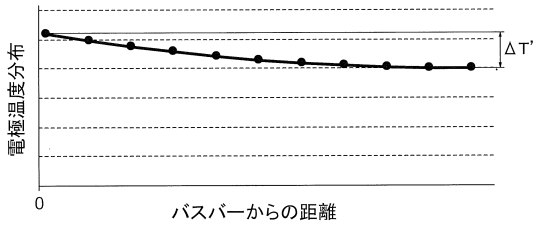
【図２】



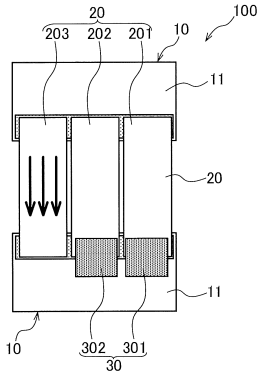
【図３】


100'
10'
11'
20'
11'
10'

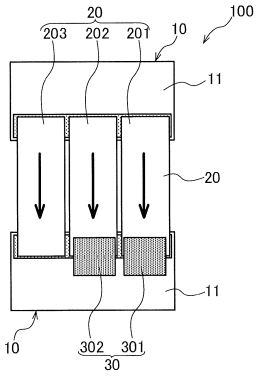
【図４】


電極温度分布
ΔT'
0
バスバーからの距離

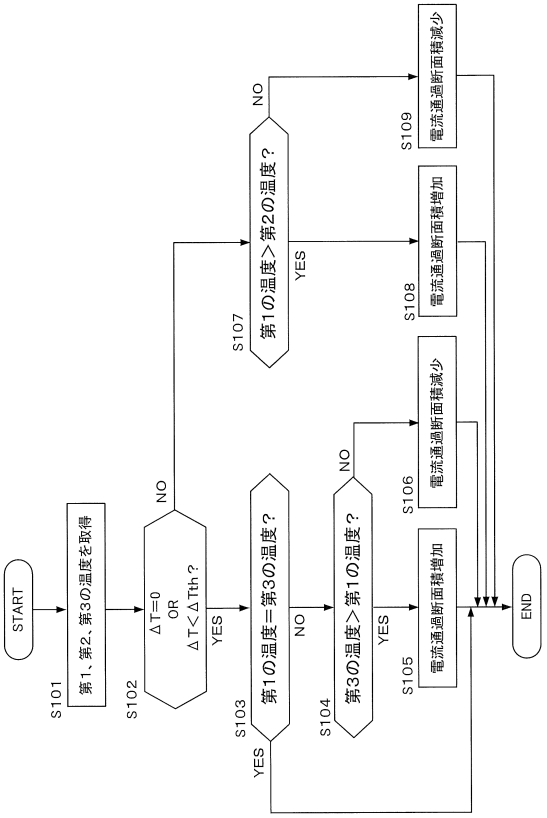
【図５ａ】


20
203
202
201
10
100
11
20
11
10
302
301
30

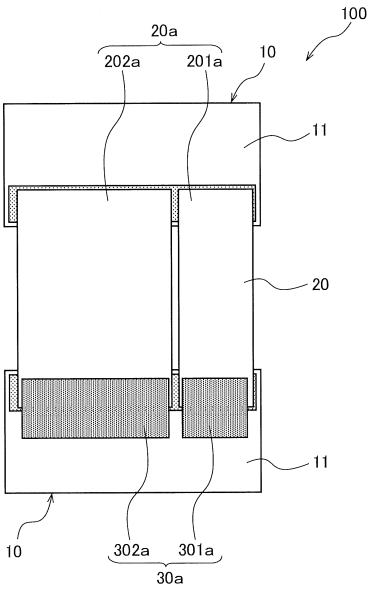
【図５ｂ】


20
203
202
201
10
100
11
20
11
10
302
301
30

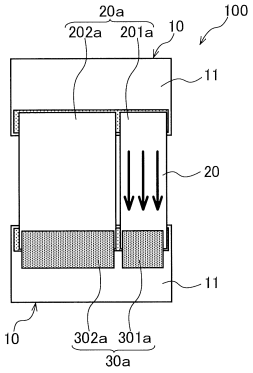
【図６】


START
S101
第1、第2、第3の温度を取得
S102
ΔT=0
OR
ΔT<ΔTth？
NO
YES
S103
第1の温度＝第3の温度？
NO
YES
S104
第3の温度＞第1の温度？
NO
YES
S105
電流通過断面積増加
S106
電流通過断面積減少
S107
第1の温度＞第2の温度？
NO
YES
S108
電流通過断面積増加
S109
電流通過断面積減少
END

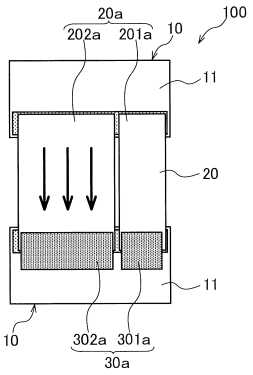
【図７】


100
20a
202a
201a
10
11
20
11
10
302a
301a
30a

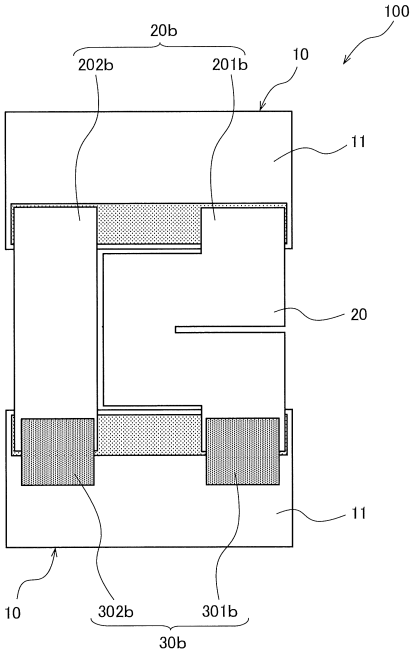
【図８ａ】


20a
202a
201a
10
100
11
20
11
10
302a
301a
30a

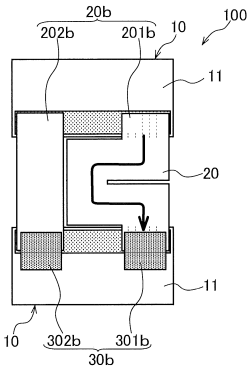
【図８ｂ】


20a
202a
201a
10
100
11
20
11
10
302a
301a
30a

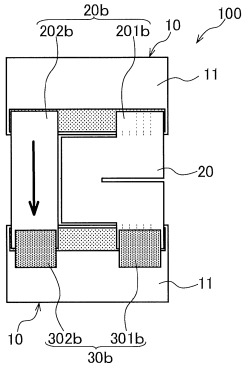
【図９】



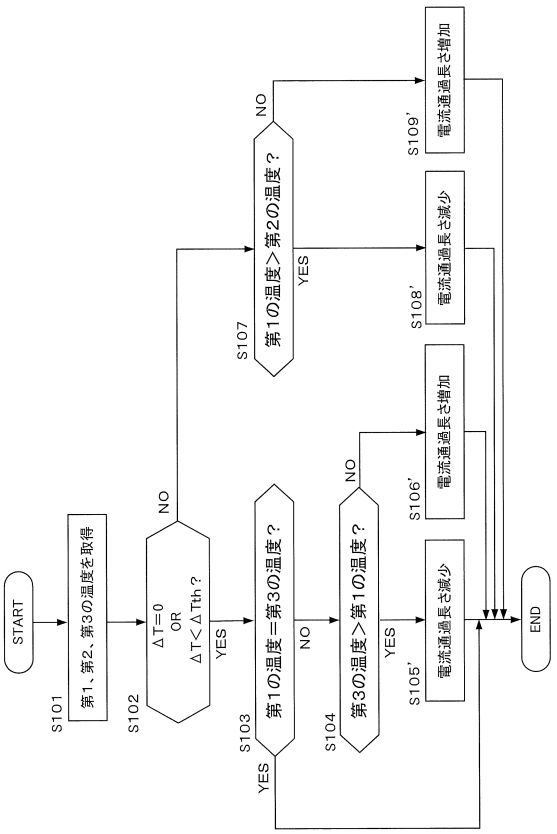
【図１０ａ】



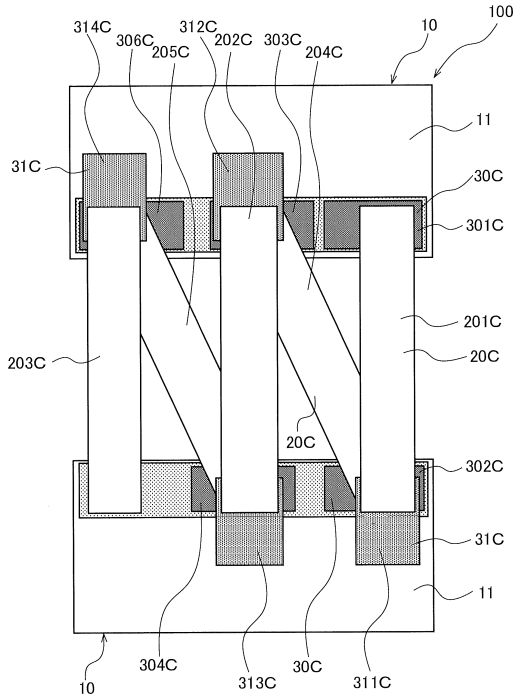
【図１０ｂ】



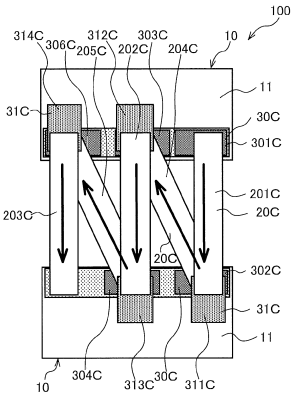
【図１１】



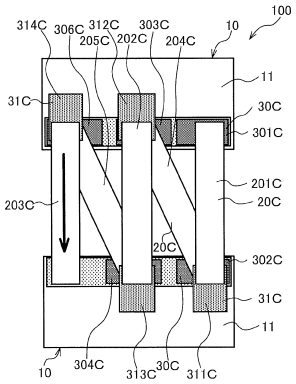
【図１２】



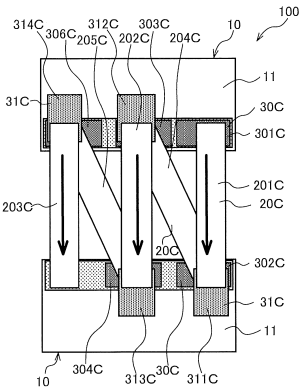
【図１３ａ】



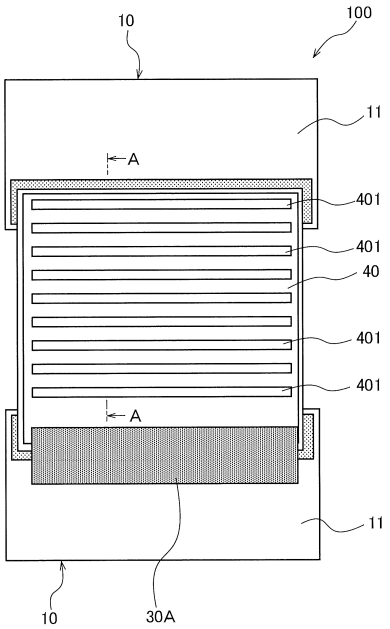
【図１３ｂ】



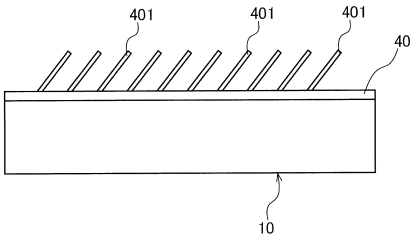
【図１３ｃ】



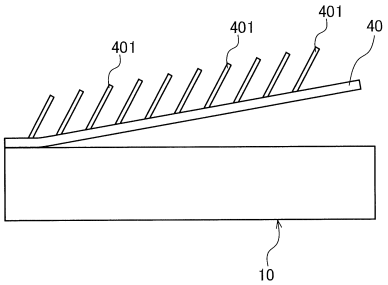
【図１４】



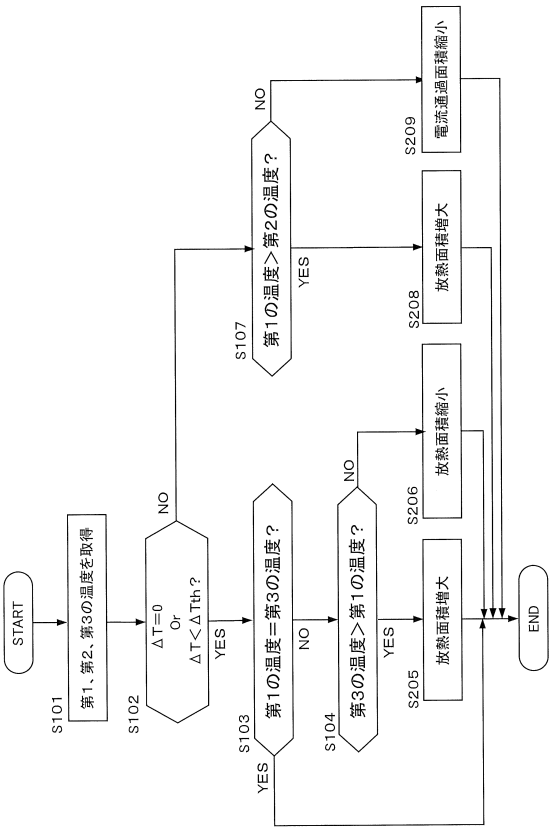
【図１５ａ】



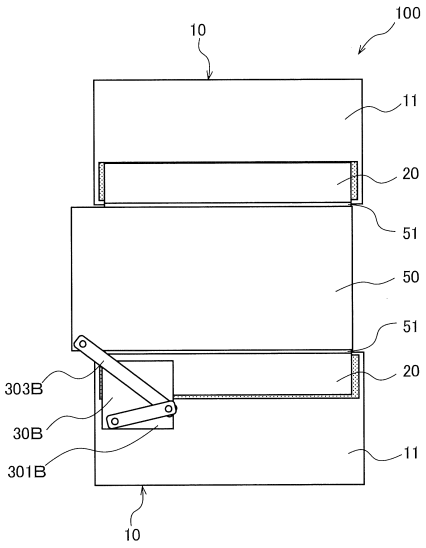
【図１５ｂ】



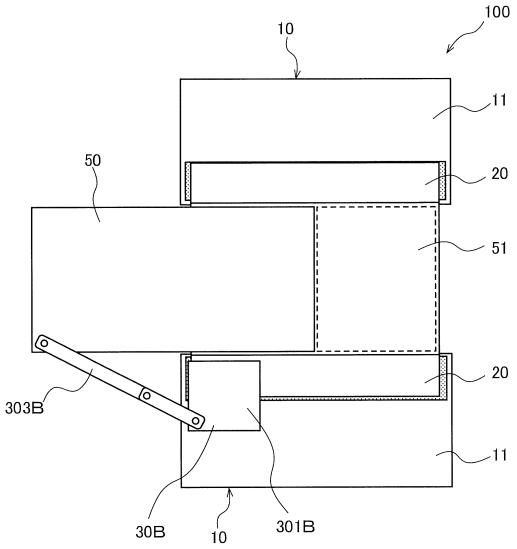
【図１６】



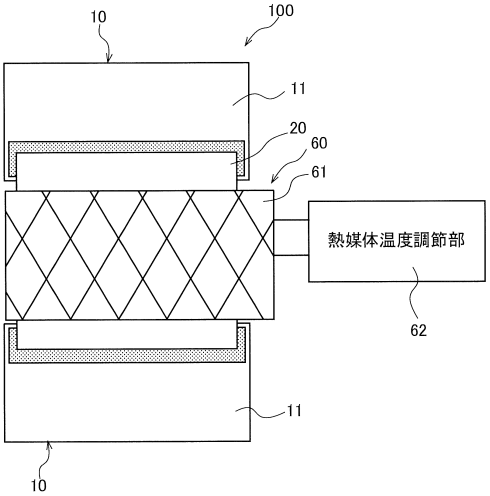
【図１７】



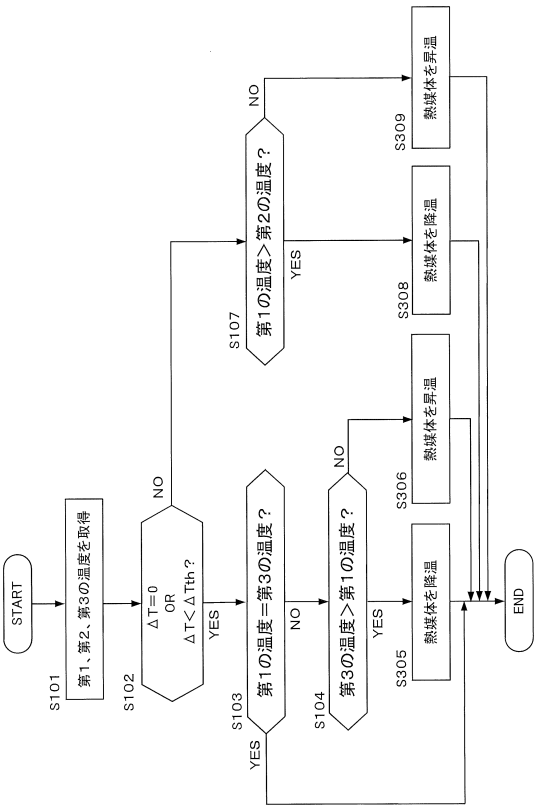
【図１８】



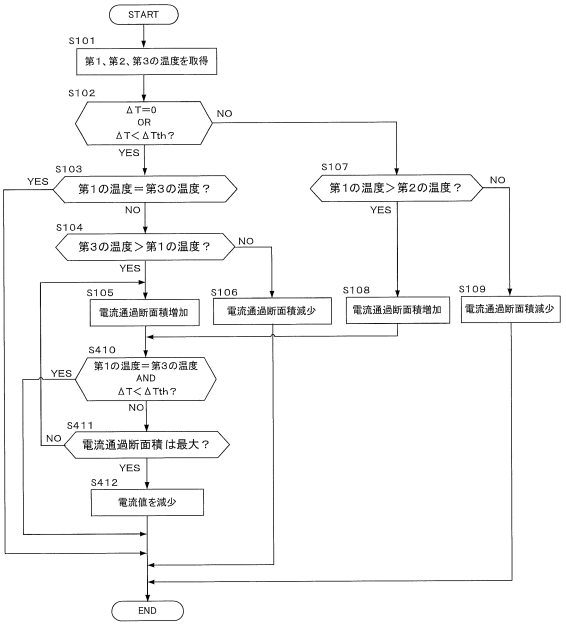
【図１９】



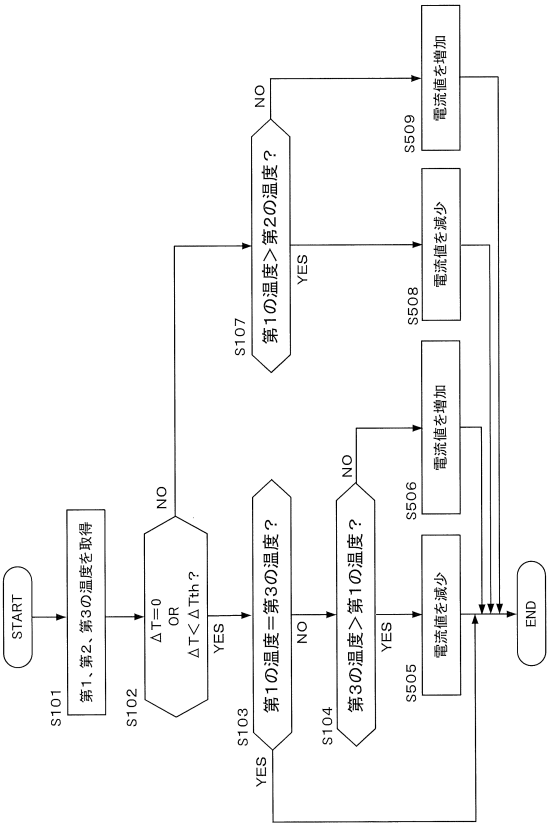
【図２０】



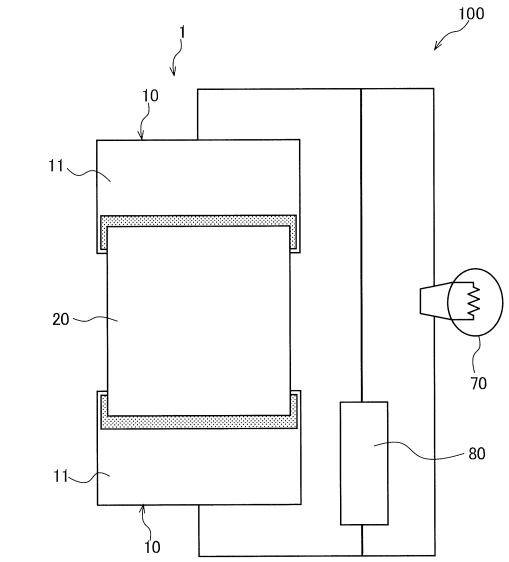
【図２１】


START
S101
第1、第2、第3の温度を取得
S102
ΔT=0 OR ΔT<ΔTth？
NO
YES
S103
第1の温度＝第3の温度？
YES
NO
S107
第1の温度＞第2の温度？
NO
YES
S104
第3の温度＞第1の温度？
NO
YES
S105
電流通過断面積増加
S106
電流通過断面積減少
S108
電流通過断面積増加
S109
電流通過断面積減少
S410
第1の温度＝第3の温度 AND ΔT<ΔTth？
YES
NO
S411
電流通過断面積は最大？
NO
YES
S412
電流値を減少
END

【図２２】


START
S101
第1、第2、第3の温度を取得
S102
ΔT=0 OR ΔT<ΔTth？
NO
YES
S107
第1の温度＞第2の温度？
NO
YES
S509
電流値を増加
S508
電流値を減少
S103
第1の温度＝第3の温度？
NO
YES
S506
電流値を増加
S104
第3の温度＞第1の温度？
NO
YES
S505
電流値を減少
END

【図２３】


100
1
10
11
20
70
80
11
10

フロントページの続き

(51)国際特許分類　　FI

H01M 10/48 (2006.01)		H01M	10/48	301
H01M 10/6563(2014.01)		H01M	10/6563	
H01M 10/6568(2014.01)		H01M	10/6568	

弁理士法人後藤特許事務所
(72)発明者　川上 裕貴
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地 日産自動車株式会社内
(72)発明者　矢口 竜也
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地 日産自動車株式会社内
(72)発明者　池田 修久
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地 日産自動車株式会社内
(72)発明者　小高 敏和
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地 日産自動車株式会社内
(72)発明者　青谷 幸一郎
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地 日産自動車株式会社内
審査官　田中 慎太郎

(56)参考文献　特開２０１９－１６０５０２（ＪＰ，Ａ）
特開２０２０－０２４８８６（ＪＰ，Ａ）
特表２０１７－５２９６４６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｈ０１Ｍ　１０／６１７
Ｈ０１Ｍ　１０／６１３
Ｈ０１Ｍ　１０／６５５４
Ｈ０１Ｍ　１０／６３３
Ｈ０１Ｍ　５０／５０
Ｈ０１Ｍ　１０／６５８
Ｈ０１Ｍ　１０／４８
Ｈ０１Ｍ　１０／６５６３
Ｈ０１Ｍ　１０／６５６８
Ｈ０１Ｍ　５０／２０