

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5753797号
(P5753797)

(45) 発行日 平成27年7月22日(2015.7.22)

(24) 登録日 平成27年5月29日(2015.5.29)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 5/1473 (2006.01) A 6 1 B 5/14 3 3 1

請求項の数 12 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2011-550900 (P2011-550900)	(73) 特許権者	000141897
(86) (22) 出願日	平成23年1月17日 (2011.1.17)		アークレイ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/050671		京都府京都市南区東九条西明田町57
(87) 国際公開番号	W02011/090003	(74) 代理人	100100549
(87) 国際公開日	平成23年7月28日 (2011.7.28)		弁理士 川口 嘉之
審査請求日	平成25年12月6日 (2013.12.6)	(74) 代理人	100105407
(31) 優先権主張番号	特願2010-11161 (P2010-11161)		弁理士 高田 大輔
(32) 優先日	平成22年1月21日 (2010.1.21)	(74) 代理人	100126505
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 佐貫 伸一
		(72) 発明者	勝木 幸治
			日本国京都府京都市上京区岩栖院町59番地 擁翠園内 アークレイ株式会社 京都研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測定装置、測定システム、電力供給装置、及び電力供給方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料中の被検物質に関する数値情報を測定する測定装置であって、
 前記試料中の被検物質に関する数値情報に相関する信号を連続的に生成するセンサと、
 前記センサを駆動するための電力を発電する発電部と、
 前記発電部から供給される電力を充電し、且つ蓄えておいた電力を該センサへと供給する蓄電部と、
 前記発電部が発電する発電量を監視する発電制御部と、
 を備え、

前記発電制御部は、前記蓄電部に蓄えられている電力の電圧値が判定用基準電圧以下の場合に、前記発電部における発電量の監視を開始する、
 測定装置。

【請求項2】

前記発電制御部は、前記発電部が発電する発電量の監視に際して、前記発電部における単位時間当たりの発電量である発電率を算出する、
 請求項1に記載の測定装置。

【請求項3】

前記発電制御部が算出した発電率が所定の基準発電率以下の場合に、所定の警報を出力する警報部を更に備える、
 請求項2に記載の測定装置。

10

20

【請求項 4】

非常用電源を更に備え、
前記発電制御部が算出した発電率が所定の基準発電率以下の場合に、前記非常用電源から前記蓄電部に電力を供給させる、
請求項 2 又は 3 に記載の測定装置。

【請求項 5】

前記発電部は複数の発電装置を含んで構成され、
前記発電制御部は、算出した発電率が所定の基準発電率以下の場合に、稼働させる発電装置の数を増やす、
請求項 2 から請求項 4 の何れか一項に記載の測定装置。

10

【請求項 6】

前記発電部は発電方式の異なる複数種類の発電装置を含んで構成され、
前記発電制御部は、算出した発電率が所定の基準発電率以下の場合に、稼働させる発電装置を、稼働中の発電装置から発電方式の異なる他種の発電装置に切り替える、
請求項 2 から請求項 5 の何れか一項に記載の測定装置。

【請求項 7】

前記発電制御部が算出した前記発電率を記憶する記憶部を更に備え、
前記発電制御部は、前記記憶部に記憶されている前記発電率のうち、直前に記憶した値を含む過去複数回分の該発電率の値を平均して算出した平均発電率に応じて、前記発電部における発電量の監視を開始する閾値となる判定用基準電圧の値を調節する、
請求項 2 から請求項 6 の何れか一項に記載の測定装置。

20

【請求項 8】

試料中の被検物質に関する数値情報を連続的に測定する測定システムであって、
前記試料中の被検物質に関する数値情報に相関する信号を連続的に生成するセンサと、
前記センサを駆動するための電力を発電する発電部と、
前記発電部から供給される電力を充電し、且つ蓄えておいた電力を該センサへと供給する蓄電部と、
前記発電部が発電する発電量を監視する発電制御部と、
を備え、
前記発電制御部は、前記蓄電部に蓄えられている電力の電圧値が判定用基準電圧以下の場合に、前記発電部における発電量の監視を開始する、
測定システム。

30

【請求項 9】

前記発電制御部は、前記発電部が発電する発電量の監視に際して、前記発電部における単位時間当たりの発電量である発電率を算出する、
請求項 8 に記載の測定システム。

【請求項 10】

試料中の被検物質に関する数値情報に相関する信号を連続的に生成するセンサに電力を供給するための電力供給装置であって、
前記センサを駆動するための電力を発電する発電部と、
前記発電部から供給される電力を充電し、且つ蓄えておいた電力を該センサへと供給する蓄電部と、
前記発電部が発電する発電量を監視する発電制御部と、
を備え、
前記発電制御部は、前記蓄電部に蓄えられている電力の電圧値が判定用基準電圧以下の場合に、前記発電部における発電量の監視を開始する、
電力供給装置。

40

【請求項 11】

前記発電制御部は、前記発電部が発電する発電量の監視に際して、前記発電部における単位時間当たりの発電量である発電率を算出する、

50

請求項 10 に記載の電力供給装置。

【請求項 12】

試料中の被検物質に関する数値情報に相関する信号を連続的に生成するセンサに電力を供給するための電力供給方法であって、

前記センサを駆動するための電力を発電部で発電する発電ステップと、

前記発電ステップにおいて前記発電部で発電される発電量を監視する発電量監視ステップと、

前記発電ステップにおいて前記発電部で発電された電力を蓄電部に充電する充電ステップと、

前記充電ステップにおいて前記蓄電部に蓄えておいた電力を該センサに供給する供給ステップと、

を含み、

前記発電量監視ステップにおいて、前記蓄電部に蓄えられている電力の電圧値が判定用基準電圧以下の場合に、前記発電部における発電量の監視を開始する、

電力供給方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、試料中の被検物質に関する数値情報を測定する測定装置、測定システム、電力供給装置、及び電力供給方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、被検者の腹部や腕部などに植え込んだ電気化学センサを利用して、体液中の被検物質に関する数値情報、例えば被検者の間質液中のグルコース濃度（いわゆる血糖値）を連続的に測定する技術が知られている。電気化学センサは、電気化学反応を利用して微量な電流を検出可能なセンサであり、酸化還元反応を生じる微量な化学物質の検出に適している。

【0003】

グルコース濃度を測定するための電気化学センサとして、皮下に植え込んで配置されるセンサ部に酵素を固定化し、その酵素反応を利用して試料中の被検物質を検出するバイオセンサを用いることが多い。この種のバイオセンサは、通常、作用極及び対極を有しており、作用極には酵素（例えば、グルコース酸化酵素）が固定化されている。グルコース濃度は、作用極と対極との間に、電圧を印加するとともに、そのときに得られる応答電流に基づいて測定することができる。

【0004】

グルコース酸化酵素は、酸素の存在下、グルコースと選択的に反応してグルコン酸を生成する。その際に、酸素は還元される一方でグルコースの量に比例した過酸化水素が生成される。過酸化水素は、電気化学的に容易に酸化できるため、一对の電極を用いて測定することができる。すなわち、応答電流値は、このように酵素の酵素反応により発生した過酸化水素を、電気化学的に酸化することにより得ることができる。そして、グルコース濃度の演算は、連続的に得られる応答電流値から定期的に電流をサンプリングし、サンプリング電流に基づいて行うことができる。

【0005】

ところで、上記のように試料中の被検物質、例えばグルコース濃度等を連続的に測定するための測定装置では、ある程度長い期間に亘り継続してグルコース濃度を測定するいわゆる持続測定の用途で用いられることが多い。このような持続測定では、例えば被検者（使用者）の就寝中においてもグルコース濃度の測定を継続して連続的且つ自動的に行うことができ、被検者の血糖値を常に監視できるという利点がある。

【0006】

従来、この種のグルコース持続測定装置を駆動するための駆動源は一次電池（いわゆる

10

20

30

40

50

乾電池など)の電力を用いることが多い(例えば、特許文献1を参照)。当然ながら、一次電池においては、その電力エネルギーが放電し尽くされてしまえば、測定装置を駆動することができないため、新たな一次電池と交換する必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-524463号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、グルコース持続測定装置のように、試料中の被検物質に関する数値情報を測定する測定装置において、被検物質のモニタリングが一時期とはいえ中断されてしまうのは不都合である。例えば、糖尿病患者は就寝中に低血糖になり易いところ、そのような状況のときに測定装置によるモニタリングが中断されると、グルコース濃度が異常値を示していることの報知、警告などをすることができないという事態を招いてしまう。

【0009】

本発明は上記実情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、試料中の被検物質に関する数値情報の測定に際し、持続測定期間が長期に及ぶ場合であってもセンサへの駆動電力を安定して供給し続けることの可能な技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明では、上述した課題を解決するため、以下の手段を採用する。

すなわち、本発明に係る測定装置は、

試料中の被検物質に関する数値情報を連続的に測定する測定装置であって、前記試料中の被検物質に関する数値情報に相関する信号を連続的に生成するセンサと、前記センサを駆動するための電力を発電する発電部から供給される電力を充電し、且つ蓄えておいた電力を該センサへと供給する蓄電部と、を備える。

【0011】

本発明によれば、持続測定期間が長期に及ぶ場合であっても測定装置への駆動電力を安定して供給し続けることができる。よって、持続測定期間において試料中の被検物質に関する数値情報の測定が中断されるという不具合を抑制することができる。なお、上記の「連続的に」とは、センサが被検物質に関する数値情報に相関する信号を、一定又は不定の時間間隔において間欠的に生成する態様を含む概念である。また、本明細書中における持続測定期間とは、試料中の被検物質に関する数値情報を連続的な(間欠的な)測定が継続して行われるときの継続期間を指す。また、本明細書において、「充電」と「蓄電」とを同義として用い、「蓄電部」は蓄電器(いわゆるコンデンサー、キャパシター等)、蓄電池(異いゆる二次電池等)を含む概念である。

【0012】

本発明に係る測定装置は、被検者に装着されて使用されるものであっても良い。また、本発明におけるセンサは、皮下に埋め込まれて配置されて且つ体液中の被検物質を検出するためのセンサ部を有することができる。このセンサは、試料中の被検物質に関する数値情報に相関する電気信号を連続的に生成する電気化学センサであっても良い。また、センサ部は、例えば基材の一部に形成されており、試料中の被検物質との間で酵素反応が生ずる酵素等の生体材料が保持されていても良い。

【0013】

また、前記蓄電部は、前記センサへの給電要求(電力供給要求)が出された場合に、蓄えておいた電力を該センサへと供給すると良い。この給電要求は、センサに駆動電力を供給すべきとの要求であり、センサによって被検物質に関する数値情報の測定するタイミングごとに出される。この測定タイミングは、予め定められた一定間隔(例えば、数分間程度)であっていても良いし、ユーザーによる所定の動作(例えば、測定開始ボタンの押下など

10

20

30

40

50

) に応じて出されるものであっても良い。

【 0 0 1 4 】

なお、試料中の被検物質とは、例えば体液中のグルコース、乳酸などが例示できる。そして、被検物質に関する数値情報とは、被検物質の濃度、量などのように被検物質を定量的に評価するための数値情報のほか、ある被検物質が検出対象領域内に存在するかどうかや、あるレベルを超えているかどうか等のように、被検物質を定性的に評価するための数値情報を包括する概念である。また、上記体液とは、人以外の動物の体液であっても構わない。

【 0 0 1 5 】

また、本発明において、前記発電部は、使用環境下において作用する振動エネルギーを利用して電磁誘導の作用により発電することができる。この場合、前記電磁誘導の作用により発電する発電部は、前記振動エネルギーによって相対位置関係が変化するように設けられた電磁誘導コイルおよび永久磁石を含んで構成することができる。

10

【 0 0 1 6 】

また、前記発電部は、使用環境下において作用する振動エネルギーまたは圧力を利用して圧電変換を行うことにより発電することができる。この場合、前記圧電変換を行うことにより発電する発電部は、圧電素子（いわゆるピエゾ素子）を含んで構成することができる。

【 0 0 1 7 】

また、前記発電部は、使用環境下における環境温度と被検者の体温との温度差を利用して熱電変換を行うことにより発電することができる。この場合、前記熱電変換を行うことにより発電する発電部は、ゼーベック素子を含んで構成することができる。ゼーベック素子とは、いわゆるゼーベック効果を利用して発電を行うことの可能な熱電変換素子である。

20

【 0 0 1 8 】

また、前記発電部は、使用環境下において受光する光エネルギーを利用して光電変換を行うことにより発電することができる。この場合、前記光電変換を行うことにより発電する発電部は、シリコン太陽電池または色素増感太陽電池を含んで構成することができる。

【 0 0 1 9 】

また、前記発電部は燃料電池を有し、該燃料電池を用いて発電することができる。この場合、燃料電池は、糖類またはアルコール類を燃料として使用しても良い。

30

【 0 0 2 0 】

また、前記蓄電部は、電気二重層コンデンサ及び二次電池の少なくとも何れかを含んで構成されても良い。この場合、二次電池は、例えばリチウムイオン二次電池であっても良い。

【 0 0 2 1 】

また、本発明における測定装置は、前記センサを制御するとともに該センサが生成した信号に基づいて前記被検物質に関する数値情報を演算するセンサ制御部を更に備え、前記蓄電部は該センサ制御部を介して蓄えておいた電力を該センサに供給することもできる。その場合、前記発電部および蓄電部のそれぞれは、前記センサ制御部を収容する筐体に設置されても良い。

40

【 0 0 2 2 】

また、測定装置は、前記センサ制御部による演算結果を取得するとともに該演算結果を表示する結果表示部を、更に備えても良い。その場合、前記発電部および蓄電部のそれぞれは、前記センサ制御部を収容する筐体または前記結果表示部が設けられる筐体に設置されても良い。また、本発明における前記被検物質は間質液中または血液中のグルコースであっても良く、測定装置は該グルコースの濃度を測定しても良い。

【 0 0 2 3 】

より好適な態様として、本発明における測定装置は、試料中の被検物質に関する数値情報を測定する測定装置であって、前記試料中の被検物質に関する数値情報に相関する信号

50

を連続的に生成するセンサと、前記センサを駆動するための電力を発電する発電部と、前記発電部から供給される電力を充電し、且つ蓄えておいた電力を該センサへと供給する蓄電部と、前記発電部が発電する発電量を監視する発電制御部と、を備える。

【0024】

また、本発明における測定装置において、前記発電制御部は、前記蓄電部に蓄えられている電力の電圧値が判定用基準電圧以下の場合に、前記発電部における発電量の監視を開始しても良い。また、前記発電制御部は、前記発電部が発電する発電量の監視に際して、前記発電部における単位時間当たりの発電量である発電率を算出しても良い。また、前記発電制御部が算出した発電率が所定の基準発電率以下の場合に、所定の警報を出力する警報部を更に備えても良い。

10

【0025】

また、本発明における測定装置は、非常用電源を更に備え、前記発電制御部が算出した発電率が所定の基準発電率以下の場合に、前記非常用電源から前記蓄電部に電力を供給させるようにしても良い。また、前記発電部は複数の発電装置を含んで構成され、前記発電制御部は、算出した発電率が所定の基準発電率より低い場合に、稼働させる発電装置の数を増やすようにしても良い。また、前記発電部は発電方式の異なる複数種類の発電装置を含んで構成され、前記発電制御部は、算出した発電率が所定の基準発電率以下の場合に、稼働させる発電装置を、稼働中の発電装置から発電方式の異なる他種の発電装置に切り替えるようにしても良い。

【0026】

本発明における測定装置は、前記発電制御部が算出した前記発電率を記憶する記憶部を更に備え、前記発電制御部は、前記記憶部に記憶されている前記発電率のうち、直近に記憶した値を含む過去複数回分の該発電率の値を平均して算出した平均発電率に応じて、前記発電部における発電量の監視を開始する閾値となる判定用基準電圧の値を調節しても良い。

20

【0027】

また、本発明は、試料中の被検物質に関する数値情報を連続的に測定する測定システム、センサ（例えば、電気化学センサ）に電力を供給するための電力供給装置、及び電力供給方法として捉えることができる。

【0028】

すなわち、本発明に係る測定システムは、試料中の被検物質に関する数値情報を連続的に測定する測定システムであって、前記試料中の被検物質に関する数値情報に相関する信号を連続的に生成するセンサと、前記センサを駆動するための電力を発電する発電部と、前記発電部から供給される電力を充電し、且つ蓄えておいた電力を該センサへと供給する蓄電部と、前記発電部が発電する発電量を監視する発電制御部と、を備える。

30

【0029】

また、本発明に係る電力供給装置は、試料中の被検物質に関する数値情報に相関する信号を連続的に生成するセンサに電力を供給するための電力供給装置であって、前記センサを駆動するための電力を発電する発電部と、前記発電部から供給される電力を充電し、且つ蓄えておいた電力を該センサへと供給する蓄電部と、前記発電部が発電する発電量を監視する発電制御部と、を備える。

40

【0030】

また、本発明に係る電力供給方法は、試料中の被検物質に関する数値情報に相関する信号を連続的に生成するセンサに電力を供給するための電力供給方法であって、前記センサを駆動するための電力を発電する発電ステップと、前記発電部が発電する発電量を監視する発電量監視ステップと、前記発電ステップにおいて発電された電力を充電する充電ステップと、前記充電ステップにおいて蓄えておいた電力を該センサに供給する供給ステップと、を備える。発電ステップは、使用環境下において作用する振動エネルギーを利用した電磁誘導の作用、使用環境下において作用する振動エネルギーまたは圧力を利用した圧電効果、使用環境下における異なる2箇所の温度差を利用した熱電効果、使用環境下におい

50

て受光する光エネルギーを利用した光電効果、のうち少なくとも何れかを利用して前記センサを駆動するための電力を発電しても良い。

【0031】

なお、本発明における課題を解決するための手段は、可能な限り組み合わせることができる。例えば、本発明に係る測定装置を説明する際に例示した種々の発電部、蓄電部は、上記の測定システム、電力供給装置、電力供給方法の各々に好適に適用することができる。

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、試料中の被検物質に関する数値情報の測定に際し、持続測定期間が長期に及ぶ場合であってもセンサへの駆動電力を安定して供給し続けることの可能な技術を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】第一実施形態における測定装置の概略構成図を示す図である。

【図2】第一実施形態におけるグルコースセンサを、要部拡大図とともに示した全体斜視図である。

【図3】第一実施形態における測定装置の主要な構成を示したブロック図である。

【図4】実施例1における発電部を説明するための説明図である。

【図5】実施例1における圧電素子を説明するための説明図である。

20

【図6】実施例2における発電部を説明するための説明図である。

【図7】実施例3における発電部を説明するための説明図である。

【図8】実施例4における発電部を説明するための説明図である。

【図9】実施例5における発電部を説明するための説明図である。

【図10】第二実施形態における測定装置の主要な構成を示したブロック図である。

【図11】第二実施形態における制御ルーチンの前半部分の処理内容を示すフローチャートである。

【図12】第二実施形態における制御ルーチンの後半部分の処理内容を示すフローチャートである。

【図13】第三実施形態における制御ルーチンの前半部分の処理内容を示すフローチャートである。

30

【図14】第三実施形態における制御ルーチンの後半部分の処理内容を示すフローチャートである。

【図15】第四実施形態における制御ルーチンの後半部分の処理内容を示すフローチャートである。

【図16】第五実施形態における制御ルーチンを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、図面を参照して発明を実施するための形態について例示的に詳しく説明する。本実施形態では、被検者に装着されて使用される測定装置（測定システム）を中心に説明する。

40

【0035】

[第一実施形態]

図1は、第一実施形態における測定装置（測定システム）1の概略構成図を示す図である。測定装置1は、間質液中のグルコース濃度を連続的に自動で測定可能なグルコース連続測定装置であり、例えば人体（被検者）の腹部や腕部などの皮膚に装着して使用される。この測定装置1は、筐体（ハウジング）2、制御コンピュータ3および電気化学センサ4を備えている。なお、ここでは測定装置1によって間質液中のグルコース濃度を測定する例を説明するが、血液中のグルコース濃度を測定しても勿論構わない。また、以下の図面において、先に述べた図面中に記載された部品と同様の部品には同じ番号を付す。また

50

、以下に説明する本発明に係る測定装置の各実施形態の説明は、本発明に係る測定システム、電力供給装置、電力供給方法の各実施形態の説明を兼ねる。特に、本発明を測定システムとして捉える場合、下記説明中における「測定装置」を「測定システム」として読み替えても良く、その場合には各図の参照符号 1 を「測定システム」を指すものとする。

【0036】

この電気化学センサ 4 は、電気化学的反応を利用して特定の被検物質を検出するセンサである。本実施形態における電気化学センサ 4 はいわゆるバイオセンサを採用している。バイオセンサは、生物もしくは生物由来の材料を、被検物質を認識する素子として用いて、被検物質を連続的に測定、検出するためのセンサである。本実施形態における電気化学センサ 4 は、体液中のグルコース濃度を連続的に測定するために用いられ、以下、「グルコースセンサ」と称する。また、本実施形態においては、体液中のグルコースが本発明における被検物質に該当し、且つ、グルコース濃度が本発明における被検物質に関する数値情報の一例として挙げることができる。

10

【0037】

筐体 2 は、測定装置 1 の外形をなすものであり、カバー 20 および基板 21 を含んでいる。カバー 20 および基板 21 は相互に固定されており、これらによって画定される制御コンピュータ 3 が収容されている。筐体 2 は、防水性あるいは耐水性を有しているのが好ましい。このような筐体 2 は、たとえば少なくともカバー 20（必要に応じて基板 21）を金属やポリプロピレン樹脂などの透水性の極めて低い材料により形成される。

【0038】

基板 21 は、グルコースセンサ 4 が挿通される部分であり、グルコースセンサ 4 の基端側の端部（以下、「基端部」という）40 を固定している。基板 21 には、接着フィルム 5 が固定されている。この接着フィルム 5 は、測定装置 1 を皮膚に固定するとき利用されるものである。接着フィルム 5 としては、両面に粘着性を有するテープを使用することができる。

20

【0039】

制御コンピュータ 3 は、測定装置 1 の所定の動作（たとえば電圧の印加、グルコース濃度の演算など）に必要な電子部品を搭載したものである。この制御コンピュータ 3 はさらに、後述するグルコースセンサ 4 の電極 42（図 2 参照）に接触させるための端子 30 を備えている。この端子 30 は、グルコースセンサ 4 に電圧を印加して、グルコースセンサ 4 から応答電流値を得るために利用されるものである。

30

【0040】

グルコースセンサ 4 は、間質液中のグルコース濃度に応じた応答を得るためのものである。詳しくは後述するが、このグルコースセンサ 4 の先端部には、間質液中のグルコースを検出するためのセンサ部としての固定化酵素部 43 が形成されており、この固定化酵素部 43 が少なくとも皮下に植え込まれて使用される。ここでは、グルコースセンサ 4 は、端部 40 が皮膚 6 から突出して制御コンピュータ 3 の端子 30 に接触しているとともに、その他の大部分（固定化酵素部 43 も含む）が皮膚 6 に挿入されている。

【0041】

図 2 は、グルコースセンサ 4 を、要部拡大図とともに示した全体斜視図である。図示のように、グルコースセンサ 4 は、基板 41、電極 42、固定化酵素部 43、を有している。基板 41 は、電極 42 を支持するためのものであり、絶縁性および可撓性を有するシート状に形成されている。基板 41 は、端部 40 が筐体 2 の内部に存在している一方で、端部 41B が鋭利な形に形成されている。端部 41B を鋭利な構造とすれば、皮膚 6 へのグルコースセンサ 4 の挿入を容易に行うことができるようになり、使用者の痛みを低減することができる。

40

【0042】

基板 41 のための材料としては、人体への害がなく、適切な絶縁性を有するものであれば良く、たとえばポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリプロピレン（PP）、ポリエチレン（PE）などの熱可塑性樹脂、あるいはポリイミド樹脂やエポキシ樹脂などの

50

熱硬化性樹脂を使用することができる。

【 0 0 4 3 】

電極 4 2 は、固定化酵素部 4 3 に電圧を印加して、固定化酵素部 4 3 から電子を取り出すために利用されるものである。電極 4 2 は、作用極 4 2 A および対極 4 2 B を含んでいる。作用極 4 2 A は、グルコースと電子授受を行う部分である。対極 4 2 B は、作用極 4 2 A とともに電圧の印加に利用されるものである。電極 4 2 は、カーボンインクを用いたスクリーン印刷により形成することができる。

【 0 0 4 4 】

固定化酵素 4 3 は、グルコースと作用極 4 2 A との間の電子授受を媒体するものである。この固定化酵素部 4 3 は、基板 4 1 の一方の面に形成されている。そして、作用極 4 2 A の端部 4 2 A a において、グルコース酸化還元酵素を固定化することにより形成されている。

10

【 0 0 4 5 】

グルコース酸化還元酵素としては、グルコースオキシダーゼ (G O D) およびグルコースデヒドロゲナーゼ (G D H) などを使用することができる。ただし、グルコース酸化還元酵素としては、G D H を使用するのが好ましく、特にチトクロム G D H を使用するのが好ましい。グルコース酸化還元酵素として G D H を使用すれば、過酸化水素を生成させることなくグルコースから電子を取り出せる。そのため、過酸化水素がグルコースや生体細胞に損傷を与えることを回避でき、人体により安全で、かつ酵素の劣化の少ない安定性の高いグルコースセンサ 4 を実現できる。グルコース酸化還元酵素の固定化方法としては、公知の種々の方法、たとえば重合性ゲル、ポリアクリルアミドやリンなどの高分子、リン脂質ポリマーにシランカップリング剤を導入した M P C 重合体あるいはタンパク質膜を利用する方法を採用することができる。

20

【 0 0 4 6 】

測定装置 1 は、グルコースセンサ 4 に駆動電力を供給するための電源装置である電力供給装置 1 1 を備える。電力供給装置 1 1 は、発電部 1 1 0 及び蓄電部 (「 充電部 」 とも言い換えることができる) 1 1 1 を有しており、詳しくは後述する。また、測定装置 1 は、表示ユニット部 1 4 を備える。この表示ユニット部 1 4 は、後述するセンサ制御部 1 2 によって演算されるグルコース濃度の演算結果を取得するとともにその演算結果を表示する。図 1 に示すように、表示ユニット部 1 4 は、グルコース濃度の演算結果を表示するための表示パネル 1 5 を有する。また、表示ユニット部 1 4 の筐体 1 7 は、筐体 2 と同様、接着フィルム 5 などによって皮膚に固定されている。なお、本実施形態における測定装置 1 において表示ユニット部 1 4 は必須の構成ではない。

30

【 0 0 4 7 】

図 3 は、測定装置 1 の主要な構成を示したブロック図である。図中、制御コンピュータ 3 に包含される通信部 1 0、センサ制御部 1 2、記憶部 1 3 は、制御コンピュータ 3 によって実現される機能である。制御コンピュータ 3 は、命令およびデータを処理することで各機能部を制御する汎用または専用のプロセッサ、各種制御プログラムが格納される R O M (R e a d O n l y M e m o r y)、制御プログラムが展開される R A M (R a n d o m A c c e s s M e m o r y)、必要に応じて測定装置 1 によって使用される各種データが記憶されるハードディスク (H a r d D i s k) 等を有するコンピュータである。プロセッサは、R A M に展開された制御プログラムを解釈および実行する。これらの構成は、プロセッサを含めて、各機能部に夫々個別に設けられてもよいし、各機能部によって共有されても良い。図 3 に示したように、制御コンピュータ 3 には、通信部 1 0、センサ制御部 1 2、記憶部 1 3 が実現される。

40

【 0 0 4 8 】

センサ制御部 1 2 は、各種の動作、たとえば電圧印加のタイミング、印加電圧値、応答電流のサンプリング、グルコース濃度の演算、あるいは外部の情報処理端末との通信を制御するものである。

【 0 0 4 9 】

50

通信部 10 は、表示ユニット部 14 との間でデータ通信を行うためのものであり、センサ制御部 12 によるグルコース濃度の演算結果を表示ユニット部 14 に送信する。この実施形態における通信部 10 はケーブル 18 を用いて有線でデータ通信を行っているが、たとえば無線通信手段（赤外線を使った IrDA あるいは 2.4 GHz の周波数帯を使ったブルートゥース（登録商標）など）を利用することができる。

【0050】

また、通信部 10 は、外部の情報処理端末との間でデータ通信を行う機能を実現する。外部の情報処理端末としては、例えば被検者にインスリンを投与するためのインスリン注入装置（例えば、インスリンポンプ）、簡易型血糖値測定装置、パーソナルコンピュータ、警報装置などを挙げることができる。上記警報装置は、測定装置 1 からのデータに基づいて、被検者が低血糖、高血糖、低血糖になりかかっている、高血糖になりかかっているなどの状態を患者に報知する装置である。

10

【0051】

測定装置 1 とインスリン注入装置とのデータ通信は、たとえば測定装置 1 でのグルコース濃度の測定結果を、インスリン注入装置に送信することにより行なわれる。これにより、測定装置 1 からの測定データに基づいて、人体に投与すべきインスリン量をコントロールすることができる。

【0052】

また、測定装置 1 と簡易型血糖値測定装置とのデータ通信は、たとえば簡易血糖値測定装置での血糖値測定結果を、測定装置 1 に送信することにより行なわれる。これにより、測定装置 1 の測定結果と簡易血糖値測定装置での測定結果とを比較して、これらの測定結果が一定値以上乖離している場合には、測定装置 1 の校正を行うようにしても良い。また、簡易型血糖値測定装置に対しては、測定装置 1 において測定された生データ（応答電流）を送信するようにしても良い。

20

【0053】

測定装置 1 とパーソナルコンピュータとのデータ通信は、たとえば測定装置 1 の血糖値測定結果や生データ（応答電流）をパーソナルコンピュータに送信することにより行なわれる。これにより、パーソナルコンピュータにおいて、グルコース濃度の変遷、推移をモニタすることができる。

【0054】

記憶部 13 は、各種の演算に必要なプログラムおよびデータ（たとえば検量線に関するデータ、電圧印加パターンに関するデータなど）を記憶したものである。この記憶部 13 はさらに、グルコースセンサ 4 からの応答電流値や演算されたグルコース濃度を記憶できるものであっても良い。

30

【0055】

ここで、電力供給装置 11 は、図 1 に示すようにセンサ制御部 12 を構成する制御コンピュータ 3 と同様、筐体 2 に収容されている。電力供給装置 11 における蓄電部 111 はいわゆる二次電池（蓄電池）であり、後述する発電部 110 により供給されてくる電力を充電により蓄えておき（すなわち、蓄電し）、蓄えておいた電力をグルコースセンサ 4 に供給するように機能する。この実施形態では発電部 110 はリチウムイオン二次電池を含んで構成されている。リチウムイオン二次電池は周知のように、例えば + 極にリチウム酸化物、- 極に炭素素材を使用しており、充電（蓄電）時には + 極からリチウムイオンが離れて電解液とセパレータを通り、- 極側に移動する。そして、放電時には、炭素素材に蓄えられたリチウムイオンが + 極側に移動してリチウム酸化物に戻る。なお、本実施形態の蓄電部 111 は、他の種々の二次電池、例えばニッカド二次電池、ニッケル水素二次電池などを含んで構成することもできる。また、蓄電部 111 は、蓄電器（コンデンサ、キャパシタなどとも称される）であっても良い。例えば、蓄電部 111 は電気二重層コンデンサ（Electric double-layer capacitor、EDLC）を含んで構成しても好適である。電気二重層コンデンサは、電気二重層という物理現象を利用することで蓄電効率が著しく高められたコンデンサである。本実施形態における蓄電部 111 は、いわゆる蓄電池、蓄電器

40

50

を含む包括的なものである。

【0056】

また、蓄電部111は、グルコースセンサ4へと蓄電している電力を直接供給しても良いし、他の電子部品を経由して電力をグルコースセンサ4に供給しても良い。この実施形態では、蓄電部111からの電力が先ずセンサ制御部12に供給され、該センサ制御部12を経由してグルコースセンサ4に供給される。なお、発電部110はグルコースセンサ4を駆動するための駆動電力を発電するものである。更に、電力供給装置11は、非常用電源として、図示しない控え用一次電池（例えば、ボタン電池など）を有していても良い。なお、通常時は蓄電部111により賄われる電力で十分にグルコースセンサ4を駆動することができるため、控え用一次電池の電力は消費されない。

10

【0057】

なお、電力供給装置11は、筐体2の内部に設けられる必要はなく、筐体2の外側に設置することもできる。また、表示ユニット部14の筐体17内部に収容し、もしくは筐体17の外面上に取り付けても良い。また、ケーブルなどを介して発電部110及び蓄電部111のそれぞれを、センサ制御部12側の筐体2と表示ユニット部14側の筐体17とに、それぞれ分離して配置することも可能である。

【0058】

ところで、測定装置1は、その持続（継続）測定期間が、好ましくは数日、より好ましくは1週間～数週間程度であり、比較的長期間に亘りグルコース濃度を一定期間ごと（例えば、数分に1回程度の頻度）に連続的に測定することを想定している。そのため、当然ながら、夜間、被検者の就寝中においてもグルコース濃度は自動的に測定され、そのモニタリングは継続されることが好ましい。なお、上記の「連続的に」とは、「間欠的に」という意味として捉えることができる。

20

【0059】

ここで、測定装置1の駆動電源として一次電池のみを備えている場合、持続測定期間中、特に被検者が就寝中の夜間において一次電池に蓄えられていた電気エネルギーが消費し尽くされると、グルコースセンサ4や他の電子部品に対して駆動電力の供給が途絶えてしまう。そうすると、グルコース濃度のモニタリングが中断されてしまい、極めて不都合である。例えば、糖尿病患者は就寝中に低血糖になり易いところ、そのような状況のときにモニタリングが中断されると、警報装置によってグルコース濃度が異常値を示している旨の警告ができず、また、インスリン注入装置と通信してインスリン量を調節することができないなどの事態を招いてしまう。

30

【0060】

そこで、本実施形態に係る電力供給装置11は、発電部110が発電した電力を充電により蓄えておく（蓄電）しておき、グルコースセンサ4への給電要求が出された場合に、蓄電部111に蓄えておいた電力を該グルコースセンサ4へと供給するようにした。言い換えると、グルコースセンサ4への電力供給方法は、グルコースセンサ4を駆動するための電力を発電する発電ステップと、この発電ステップにおいて発電された電力を充電（蓄電）する充電ステップと、グルコースセンサ4への給電要求が出された場合に、上記充電ステップにおいて蓄えておいた電力をグルコースセンサ4に供給する供給ステップとを含む。

40

【0061】

この給電要求は、グルコースセンサ4に駆動電力を供給すべきとの要求であり、グルコースセンサ4によりグルコース濃度を測定するタイミングごとに出される。グルコース濃度の測定タイミングは、例えば、一定間隔（例えば、数分間）に予め定められている。これに加えて、ユーザーによる所定の動作（例えば、測定開始ボタンの押下など）がなされた場合にも、グルコースセンサ4への給電要求が出されるようになっている。ユーザーからの給電要求は、たとえば不定の間隔（不定期）にて出されることになる。グルコースセンサ4への給電要求をトリガーとして、蓄電部111からセンサ制御部12へと電力が送られ、該センサ制御部12からグルコースセンサ4へと駆動電圧が印加される。以下、よ

50

り具体的な実施例について説明する。

【0062】

<実施例1>

図4は、実施例1における発電部110を説明するための説明図である。この実施例では、使用環境下において作用する振動エネルギーまたは圧力を利用した圧電効果を利用してグルコースセンサ4を駆動するための電力を発電することを特徴とする。

【0063】

本実施例における発電部110は、圧電変換を行うことにより発電する圧電素子110Aを含んでいる。圧電素子110Aは、作用した振動、圧力を電力に変換する圧電体と、この圧電体に接続された電極とから構成することができる。圧電素子110Aは、外力が直接的に作用するような態様で設けられていても良いし、図5に示すように作用する振動エネルギーによって歪むときの歪みエネルギーを電力に変換するような態様で設けられても良い。

【0064】

図5に示した例では、電極に挟まれた圧電体がカンチレバー(cantilever、片持ち梁)形式で支持されている。この図では、圧電素子110Aが変位しやすいように、該圧電素子110Aにおける圧電体の自由端側に錘が設置されている。この構成では、振動エネルギーが圧電素子110Aに伝えられると該圧電素子110Aが変形(歪む)する結果、いわゆる圧電効果によってそのエネルギーが電力へと変換される。

【0065】

特に、本実施形態に係る電力供給装置11は、被検者に装着された測定装置1に搭載される。これにより、被検者の通常生活における諸動作に伴う振動や圧力を、圧電素子110Aに好適に作用させることができる。すなわち、被検者が意識することなく無意識下において、グルコースセンサ4に供給すべき駆動電力が発電されることになる。

【0066】

上記のように発電部110において発電された電力は蓄電部111に充電され、蓄えられる。そして、グルコースセンサ4に給電要求が出される度に、この蓄電部111に蓄えられている電力が該グルコースセンサ4へと供給されることで、グルコースセンサ4を好適に駆動することができる。例えば、被検者の就寝中にグルコース濃度を測定する際、グルコースセンサ4への電力供給は蓄電部111に蓄えられている電力で賄われる。そして、被検者の起床後においては、発電部110における発電が再開され、蓄電部111の蓄電量を増やすことができる。

【0067】

以上のように、電力供給装置11及びこれを備えた測定装置1によれば、測定装置1によって継続して連続的にグルコース濃度を測定する持続測定期間がたとえ長期に及ぶ場合であっても、グルコースセンサ4に駆動電力を安定して供給し続けることができる。よって、持続測定期間において、グルコース濃度のモニタリングが中断されるという不具合を抑制することができる。そのため、被検者のグルコース濃度が就寝中に異常値を示した場合においても、警報装置によって確実な警告を行い、また、インスリン注入装置とのデータ通信によってインスリン量を適正な量に調節することができる。また、この構成によれば、使用環境下において作用する振動エネルギーまたは圧力を利用して発電を行い、その電力を用いてグルコースセンサ4を駆動することができるため、コスト面でも有効である。従って、グルコースセンサ4の駆動電力を一次電池のみに頼る場合に比べて、使用者の経済的負担を軽減することができる。

【0068】

<実施例2>

図6は、実施例2における発電部110を説明するための説明図である。この実施例では、使用環境下において作用する振動エネルギーを利用して電磁誘導の作用を利用してグルコースセンサ4を駆動するための電力を発電することを特徴とする。

【0069】

10

20

30

40

50

本実施例における発電部 110 は、使用環境下において作用する振動エネルギーを利用した電磁誘導の作用により発電する発電器（以下、「電磁誘導発電器」という）110B を含んで構成されている。この電磁誘導発電器 110B は、図示のように、電磁誘導コイル 110B1 と、永久磁石 110B2 を有する。電磁誘導コイル 110B1 及び永久磁石 110B2 のそれぞれは、該電磁誘導コイル 110B1 内の磁束（磁界）が変化するように、振動エネルギーを駆動力として互いの相対位置関係が変更されるように設けられている。

【0070】

電磁誘導コイル 110B1 及び永久磁石 110B2 を保持する具体的な機構は公知の種々の機構を採用できる。例えば、永久磁石 110B2 を電磁誘導コイル 110B1 の軸方向に往復スライド運動させるスライド機構を採用しても良い。そして、使用環境下において作用する振動エネルギーを利用して永久磁石 110B2 を電磁誘導コイル 110B1 から挿入出を繰り返すことにより、該電磁誘導コイル 110B1 の磁束を変化させ、誘導起電力を生じさせても良い。

10

【0071】

以上のように、電磁誘導発電器 110B によれば、実施例 1 における圧電素子 110A と同様、被検者が意識することなく、グルコースセンサ 4 へ供給する駆動電力を無意識下において発電することができる。すなわち、被検者の通常生活における諸動作を利用して、グルコースセンサ 4 の駆動電力を蓄電部 111 に好適に蓄電しておくことができる。従って、グルコース濃度を連続的に測定する持続測定期間がたとえ長期化したとしても、グルコースセンサ 4 に駆動電力を安定して供給し続けることができ、グルコース濃度のモニタリングが意に反して中断されることを好適に回避することができる。

20

【0072】

<実施例 3>

図 7 は、実施例 3 における発電部 110 を説明するための説明図である。この実施例では、使用環境下における環境温度と被検者の体温との温度差を利用した熱電効果を利用してグルコースセンサ 4 を駆動するための電力を発電することを特徴とする。

【0073】

本実施例における発電部 110 は、使用環境下における環境温度と被検者の体温との温度差を利用して熱電変換を行うことにより発電するゼーベック素子 110C を含んで構成されている。ゼーベック素子 110C は、図示のように、N 型及び P 型半導体を PN 接合させ、その両端に温度差を設けると起電力が発生するゼーベック効果を利用して発電を行う熱電変換素子である。ゼーベック素子 110C の接合部の一端側には第 1 端子 110C1 が、他端側には第 2 端子 110C2 が設けられている。

30

【0074】

ゼーベック素子 110C は、例えばその第 1 端子 110C1 に被検者の体温が伝達され、第 2 端子 110C2 には外部環境温度が伝達されるような態様で設けられている。これによれば、例えば被検者の体温と外気温との温度差を利用して第 1 端子 110C1 及び第 2 端子 110C2 に温度差を設け、これに起因するゼーベック効果を利用して発電を行うことができる。また、入浴時などには、体温と、給湯される水との温度差を利用して発電することができる。具体的には、例えば第 1 端子 110C1 は、防水性及び熱伝導性の優れた保護膜などを介して、外部環境に晒される態様で設けられる。その結果、第 1 端子 110C1 には、外部環境の温度（外気温、入浴時などによる水温）などが導入される。一方、第 2 端子 110C2 は、同じく防水性及び熱伝導性の優れた保護膜などを介して皮膚と密着し、かつ、外部とは遮断された態様で設けられており、これによって第 2 端子 110C2 には体温が導入される。これによれば、被検者の日常生活において自然と発生する体温と外部環境との温度差が第 1 端子 110C1 及び第 2 端子 110C2 の間に生じる結果、ゼーベック素子 110C において発電が行われる。

40

【0075】

以上のように、本実施例におけるゼーベック素子 110C によれば、実施例 1 及び 2 と

50

同様に、被検者に意識させることがなく、グルコースセンサ4への駆動電力を無意識下において発電することができる。すなわち、被検者の通常生活における諸動作を利用して、グルコースセンサ4の駆動電力を蓄電部111に好適に蓄電しておくことができる。

【0076】

<実施例4>

図8は、実施例4における発電部110を説明するための説明図である。この実施例では、使用環境下において受光する光エネルギーを利用した光電効果を利用してグルコースセンサ4を駆動するための電力を発電することを特徴とする。

【0077】

本実施例における発電部110は、使用環境下において受光する光エネルギーを利用して光電変換を行うことにより発電する太陽電池110Dを含んで構成されている。太陽電池110Dは、光起電力効果を利用し、光エネルギーを直接電力に変換する電力機器である。図8に示した太陽電池110Dはいわゆるシリコン太陽電池を概念的に表したものである。この太陽電池110Dは、N型及びP型半導体をPN接合させた構造をしており、このPN接合部に光エネルギーを作用させることにより、半導体の価電子が励起される。そして、PN接合部における正孔がP型半導体へ、電子がN型半導体側へ引き寄せられる光起電力効果が起こり、これにより光起電力が発生する。なお、本実施例の太陽電池110Dとしてはシリコン太陽電池に限定されるものではなく、他種の太陽電池、例えば色素増感太陽電池も好適に採用することができる。

【0078】

この構成によれば、被検者が通常生活のなかで受ける様々な光エネルギー、例えば日中の太陽光や、照明器具による照射光の受光を利用して光電変換を行い、発電することができる。よって、他の実施例と同様に太陽電池110Dにおいても、グルコースセンサ4の駆動電力を被検者の無意識下において発電することができる。

【0079】

<実施例5>

図9は、実施例5における発電部110を説明するための説明図である。本実施例における発電部110は、燃料電池110Eを有し、この燃料電池110Eを用いて発電する。燃料電池110Eは、電気化学反応によって電力を取り出す発電装置である。本実施例における燃料電池110Eは、燃料を酵素により分解してプロトンと電子とに分離するもので、燃料としてメタノールやエタノールのようなアルコール類、あるいは例えばグルコースのような糖類などのバイオ燃料を好適に用いることができるバイオ燃料電池である。

【0080】

図9に示すように、この燃料電池110Eは、プロトンを伝導する電解質膜110E3とその両面に接合されたアノード層110E4とカソード層110E5を有する。また、アノード層110E4にはアノード(負極、燃料極)110E1が接合され、カソード層110E5にはカソード(正極、酸化剤極)110E2が接合されている。また、アノード110E1側には燃料となる糖類の溶液が供給され、カソード110E2側には酸素または空気が供給される。カソード110E2側では酸素の還元により、水酸化物イオン(OH-)が生成し、膜中を移動してアノード110E1側に到達し、アノード110E1側では糖とOH-が反応して糖の酸化物と水が生じる。この時外部回路を電子が流れて電流を取り出すことができる。更に、燃料電池110Eは、アノード110Eに供給するための燃料を貯留する燃料タンクを備えている。この燃料タンクには、例えばアクリル樹脂などの絶縁性材料が用いられている。

【0081】

この構成によれば、被検者が通常生活のなかで身近にある燃料、例えば、ジュース、スポーツ飲料、砂糖水、アルコール類などの飲料糖類やアルコール類を燃料として、燃料電池110Eにおいて手軽に発電が可能である。すなわち、任意の場所で、任意の燃料を補給することが可能となるといったメリットを享受できる。このようにして、燃料電池110Eにおいて発電された電力は蓄電部111に充電されることで蓄えられる。そして、グ

10

20

30

40

50

ルコースセンサ 4 に給電要求が出された場合に、蓄電部 1 1 1 に蓄電されている電力が該グルコースセンサ 4 へと供給される。よって、測定装置 1 における持続測定期間がたとえ長期に及ぶ場合であっても、グルコースセンサ 4 に駆動電力を安定して供給し続けることができる。また、本実施例における燃料電池 1 1 0 E では、予備の燃料をバックアップ用にカートリッジとして備えておくことも可能である。

【 0 0 8 2 】

以上のように、電力供給装置 1 1 に関する実施例を実施例 1 乃至 5 において説明したが、各実施例で説明した発電部 1 1 0 は可能な限り組み合わせることで実施することが可能である。

【 0 0 8 3 】

また、本実施形態における測定装置 1 は、体液中のグルコース濃度を測定することで被検物質を定量しているが、被検物質が電気化学センサのセンサ部の周囲一定領域に被検物質が存在するか否か、或いは、被検物質があるレベルを超えているか否か等について判別する場合のように、被検物質を定性的に評価するために本発明を適用することも可能である。

【 0 0 8 4 】

また、本実施形態において、測定装置 1 における制御コンピュータ 3 が収容される筐体 2 (ここでは、「本体部」とも称する) は被検者の皮膚上に固定されているが、被検者の衣服などに取り付けられても良いし、他の方法によって携帯されるようにしても良い。もっとも、測定装置 1 の本体部は被検者に必ずしも装着される必要はなく、たとえばグルコースセンサ 4 が生成する電気信号を、被検者とは離間した場所に設置された制御コンピュータ 3 へと無線によって送信し、制御コンピュータ 3 において実現されるセンサ制御部 1 2 においてグルコース濃度を演算しても構わない。

【 0 0 8 5 】

また、体液中の被検物質は、グルコースに限られるものではなく、例えば乳酸であっても良い。その場合、電気化学センサは乳酸のレベルを測定するための乳酸センサとして機能し、そのセンサ部(固定化酵素部)には、例えば乳酸オキシダーゼを固定化しても良い。また、その他の好適な被検物質として、例えば胆汁酸などを例示することができる。もっとも、被検物質は、体液以外の試料に含まれる特定物質を被検物質として、本発明を好適に実施することができる。また、電気化学センサのセンサ部に保持される生体材料としては、酵素のほか、微生物、抗体、細胞などを好適に適用することができる。

【 0 0 8 6 】

また、本実施形態では、本発明に係るセンサとして電気信号を生成する電気化学センサを採用しているが、例えば反射光を連続的に検知することによって試料中の被検物質の量や濃度に相関する信号を生成するセンサを採用することもできる。また、本実施形態では、人(被検者)の体液中における被検物質に関する数値情報を測定する際に本発明を適用する例を説明したが、他の対象(例えば、人以外の動物)の体液を試料としても良いのは勿論である。これらの事項は、以下に説明する他の実施形態についても同様である。

【 0 0 8 7 】

[第二実施形態]

次に、本発明を実施する第二実施形態について説明する。本実施形態において、第一実施形態と共通する構成については同一の参照符号を付すことでその詳しい説明は省略する。第二実施形態におけるグルコースセンサ 4 は第一実施形態と同様である。図 1 0 は、第二実施形態における測定装置 1 の主要な構成を示したブロック図である。ここでは、第一実施形態との相違点を中心に説明する。本実施形態において、測定装置 1 の制御コンピュータ 3 は、充電量検出部 3 1、発電制御部 3 2 を更に含んでいる。これらは、制御コンピュータ 3 のプロセッサが各種制御プログラムを実行することによって実現される機能である。また、測定装置 1 は警告音や音声情報を出力する警報部 1 9 を備える。更に、電力供給装置 1 1 は、非常用電源としての控え用一次電池(以下、「非常用電池」という) 1 1 2 を備えている。非常用電池 1 1 2 は、例えばボタン電池であるが、これに限定されない

10

20

30

40

50

。また、本実施形態においては非常用電池 112 が本発明における非常用電源に対応している。本実施形態に係る測定装置 1 のその他の基本構成は、第一実施形態と同様である。

【0088】

各実施形態に係る測定装置 1 に搭載される発電部 110 (第一実施形態の各実施例を参照) では、被検者が日常生活を送る中で意識することなくグルコースセンサ 4 に供給するための駆動電力を発電することができるというメリットがある。しかしながら、発電部 110 の発電量が過度に少ない状態が続いてしまうと、蓄電部 111 における充電が少なくなり、グルコースセンサ 4 による測定動作が阻害される虞がある。そこで、測定装置 1 における測定開始後においては、蓄電池 111 の充電量のみならず、発電部 110 を構成する発電装置の発電量を把握し、その結果に応じて適切な処置を行うようにした。本実施形態におけるグルコースセンサ 4 への電力供給方法は、グルコースセンサ 4 を駆動するための電力を発電する発電ステップと、発電ステップにおいて発電される発電量を監視する監視ステップと、発電ステップにおいて発電された電力を充電(蓄電)する充電ステップと、上記充電ステップにおいて蓄えておいた電力をグルコースセンサ 4 に供給する供給ステップとを含む。

10

【0089】

制御コンピュータ 3 の充電量検出部 31 は、蓄電部 111 の電圧を検出する電圧検出回路であり、蓄電部 111 の電圧値を検出することでその充電量を検出する。言い換えると、充電量検出部 31 は、蓄電部 111 からグルコースセンサ 4 に供給される電力の電圧値を検出する。また、制御コンピュータ 3 の発電制御部 32 は、発電部 110 から蓄電部 111 へと供給される電力を検出することで発電部 110 が発電する発電量を監視する。更に、発電制御部 32 は、発電部 110 が発電する発電量の監視に際して、発電部 110 における単位時間当たりの発電量として定義される発電率 R_g を算出する。そして、発電部 110 が発電する電力の発電率 R_g の大小に応じて、発電部 110 の発電状況を制御する。また、警報部 19 は、発電部 110 が発電する電力の発電率 R_g が低い場合に、所定の警報情報を出力する。なお、本ステップにおいて算出された発電率 R_g は、制御コンピュータ 3 の記憶部 13 に順次、記憶されるようになっている。

20

【0090】

図 11、図 12 は、第二実施形態における制御ルーチンを示すフローチャートである。図 11 は本制御ルーチンの前半部分の処理内容を示し、図 12 は後半部分の処理内容を示す。ここでは、測定装置 1 は発電部 110 における発電量についてモニタリング(監視)を行い、発電量が低い場合には外部に向けての聴覚的や視覚的な警報情報を出力したり、非常用電池 112 からグルコースセンサ 4 に電力を供給する。

30

【0091】

本制御ルーチンは、制御コンピュータ 3 によってその ROM に記憶されている制御プログラムが RAM に展開され、プロセッサによって実行されることで、図示の各処理が実現される。また、本制御ルーチンは、測定装置 1 の電源が ON の状態のときに制御コンピュータ 3 によって一定時間ごとに繰り返し実行される。

【0092】

本制御ルーチンが開始されると、ステップ S101 では、制御コンピュータ 3 (充電量検出部 31) は、蓄電部 111 の電圧(以下、「充電電圧」という) V_{bat} を検出し、判定用基準電圧 V_b との大小関係を判定する。この判定用基準電圧 V_b は、発電部 110 が発電する発電量の監視を開始すべきかどうかを判定するための閾値である。判定用基準電圧 V_b の初期設定値は、血糖値(グルコース濃度)の測定を何ら支障無く行うために最低限必要な電圧値に対して所定のマージンを見込んだ値 V_{b1} に設定されている。なお、判定用基準電圧 V_b の初期設定値 V_{b1} は、記憶部 13 の不揮発領域に記憶されており、測定装置 1 の電源がオフにされても記憶内容を保持することができる。

40

【0093】

ステップ S101 において、肯定判定された場合 ($V_{bat} < V_b$) にはステップ S102 に進み、そうでない場合 ($V_{bat} > V_b$) には本ルーチンを一旦終了する。ステッ

50

プロセス102において、発電制御部32は、発電部110が発電する発電量を監視する発電量監視処理を開始する。発電量監視処理において、発電制御部32は、充電量検出部31が検出する蓄電部111の電圧 V_{bat} を周期的に取得し、その取得値に基づいて発電部110から蓄電部111に送られる電力、すなわち発電部110による発電量を求めることができる。

【0094】

制御コンピュータ3は、発電量監視処理が開始されてからの経過期間である発電量監視期間 T_c を、タイマーを用いて計測する。ステップS103において、制御コンピュータ3は、発電量監視期間 T_c が基準期間 T_{c1} 以上であるかどうかを判定する。そして、発電量監視期間 T_c が基準期間 T_{c1} に満たない場合には、一定期間後に再びステップS103の判定を行う。そして、ステップS103において監視継続期間 T_c が基準期間 T_{c1} 以上であると判定された場合には、ステップS104に進む。ステップS104において、制御コンピュータ3（発電制御部32）は、発電量監視期間 T_c において単位時間当たり発電部110が発電した発電量である発電率 R_g を算出する。

10

【0095】

ステップS105において、制御コンピュータ3（発電制御部32）は、算出した発電率 R_g が第一基準発電率 R_{g1} 以下であるか否かを判定する。ステップS105において肯定判定された場合（ $R_g \leq R_{g1}$ ）には、ステップS106に進む。一方、ステップS105において否定判定された場合（ $R_g > R_{g1}$ ）にはステップS107に進み、制御コンピュータ3（発電制御部32）は発電率 R_g が第二基準発電率 R_{g2} 以下であるか否かを判定する。ステップS107において肯定判定された場合（ $R_g \leq R_{g2}$ ）にはステップS108に進み、そうでない場合（ $R_g > R_{g2}$ ）にはそのままステップS109に進む。

20

【0096】

ステップS106において、制御コンピュータ3は、電力供給装置11における非常用電池112から蓄電部111に電力を供給させる。ここで、第一基準発電率 R_{g1} は、発電部110における発電率 R_g がこれ以下となる状態が継続されると、測定装置1におけるグルコース濃度（血糖値）の測定に支障が生じると判断される発電率の閾値である。第一基準発電率 R_{g1} は、実験等の経験則に基づいて予め適正值を求めておくことが良い。更に、本ステップにおいて、制御コンピュータ3は、警報部19に異常警報を出力させる。この異常警報は、何らかのトラブルや睡眠などで被検者（患者）が活動していない可能性、例えば低血糖によって昏睡状態に陥っている可能性があることを周囲に報知するための聴覚的、又は視覚的な警報情報である。被検者から離れた周囲の者にも被検者の異常を報知できるように、音声による警報が発せられるとより好適である。本ステップの処理が終了するとステップS109に進む。ステップS109の処理内容は後述する。なお、ステップS106に進んだ時点で既に非常用電池112（非常用電源）から蓄電部111への電力供給が開始されている場合には、その状態を維持してステップS109に進むと良い。

30

【0097】

第二基準発電率 R_{g2} は、発電率 R_g がこの値を超えていれば発電部110における発電量は十分に確保されていると判断できる発電率の閾値である。第二基準発電率 R_{g2} は、第一基準発電率 R_{g1} より大きな値として設定されている。発電率 R_g が第一基準発電率 R_{g1} より高く第二基準発電率 R_{g2} 以下である場合には、発電部110における発電量が十分とは言えないまでもある程度の発電量は確保されているため、被検者（患者）に昏睡状態などの異常が起こっている可能性は低い。そのような場合には、被検者に発電動作を促すことで発電部110における発電量の増大が図られる。具体的には、ステップS107において、制御コンピュータ3は、警報部19に発電要請警報を出力させることにした。この発電要請警報は、被検者（患者）に発電動作を促すための聴覚的、又は視覚的な情報である。

40

【0098】

電力供給装置11の発電部110は、第一実施形態における実施例1～5で説明した何

50

れかの発電装置、或いはこれらの複数を組み合わせによって構成されている。発電部 110 が、使用環境下において作用する振動エネルギーまたは圧力を利用した圧電効果によって発電する圧電素子 110A（実施例 1 を参照）、又は、振動エネルギーを利用した電磁誘導によって発電する電磁誘導発電器 110B（実施例 2 を参照）を含む場合には、被検者（患者）に運動など、活発に身体を動かすことを催促する内容の発電要請警報を出力すると良い。

【0099】

また、発電部 110 が、使用環境下における環境温度と被検者の体温との温度差を利用した熱電効果によって発電するゼーベック素子 110C（実施例 3 を参照）を含む場合には、前述した外部環境温度と被検者の体温との温度差が大きくなるように、体温と温度の高低差が大きな場所（例えば、寒い場所や暑い場所等）に移動することを催促し、或いは入浴することを催促する内容の発電要請警報を出力すると良い。

10

【0100】

また、発電部 110 が、使用環境下において受光する光エネルギーを利用した光電効果によって発電する太陽電池 110D（実施例 4 を参照）を含む場合には、できるだけ受光できる場所に移動することを催促する内容の発電要請警報を出力すると良い。また、発電部 110 が燃料電池 110E（実施例 5 を参照）を含む場合には、燃料電池 110E に燃料として糖類やアルコール類を供給するように催促する内容の発電要請警報を出力すると良い。ステップ S108 の処理が終了するとステップ S109 に進む。

【0101】

20

一方、ステップ S107 において、発電率 R_g が第二基準発電率 R_{g2} より高いと判定された場合には、発電部 110 による発電量が十分に確保されていると判断される。そのようなときにまで発電動作を催促する警報を発するのは被検者にとって煩わしいとも考えられる。従って、その場合にはそのままステップ S109 に進むようにする。

【0102】

ステップ S109 においては、制御コンピュータ 3（充電量検出部 31）は、蓄電部 111 における充電電圧 V_{bat} を検出し、充電電圧 V_{bat} が充電完了基準電圧 V_{be} 以上であるか否かを判定する。この充電完了基準電圧 V_{be} は、蓄電部 111 における充電量が十分であり、発電量監視処理を終了するかどうかを判定するための基準となる電圧である。充電完了基準電圧 V_{be} は、予め経験則等に基づいて適切な値に設定しておく。本実施形態において、充電完了基準電圧 V_{be} は判定用基準電圧 V_b に比べて高く設定されている。

30

【0103】

ステップ S109 において、充電電圧 V_{bat} が充電完了基準電圧 V_{be} よりも低いと判定された場合（ $V_{bat} < V_{be}$ ）、発電量監視期間 T_c のカウンタをリセットした上でステップ S102 に戻る。その場合、発電量監視処理が継続して行われることになる。

【0104】

一方、ステップ S109 において、充電電圧 V_{bat} が充電完了基準電圧 V_{be} 以上であると判定された場合（ $V_{bat} \geq V_{be}$ ）にはステップ S110 に進む。なお、本制御ルーチンにおいては、以上述べたステップ S101 ~ S109 までの処理を発電量監視処理とし、ステップ S110 以降の処理を監視開始条件調節処理と称する。

40

【0105】

ステップ S110 において、制御コンピュータ 3（発電制御部 32）は、記憶部 13 に記憶されている過去の発電率 R_g から平均発電率 R_{ga} を算出する。この平均発電率 R_{ga} は、記憶部 13 に記憶されている発電率 R_g のうち、直前に記憶した値を含む過去複数回分の発電率の値を平均して求めたものである。なお、平均発電率 R_{ga} を算出するために用いる発電率 R_g のデータ数は適宜変更できる。

【0106】

本制御では、ステップ S110 で算出される平均発電率 R_{ga} から、被検者の生活パターン（生活習慣）において発電部 110 における発電を発生させる発電動作量についての

50

大まかな傾向、特に単位時間当たりにおける発電量の大きさの程度を把握、判別することができる。すなわち、平均発電率 R_{ga} が高ければ、被検者（使用者）が比較的発電動作の多い生活パターンに従って生活していると判断でき、逆に平均発電率 R_{ga} が低ければ被検者が比較的発電動作の少ない生活パターンに従って生活していると判断できる。そこで、本実施形態では、平均発電率 R_{ga} に応じて、発電部 110 における発電量の監視を開始する閾値となる判定用基準電圧の値を調節する監視開始条件調節処理を行う。ステップ S 110 の処理が終了するとステップ S 111 に進む。

【0107】

ステップ S 111 において、制御コンピュータ 3（発電制御部 32）は、平均発電率 R_{ga} が第一基準発電率 R_{g1} 以下であるか否かを判定する。ステップ S 110 において平均発電率 R_{ga} が第一基準発電率 R_{g1} 以下であると判定された場合（ $R_{ga} \leq R_{g1}$ ）、被検者（使用者）が単位時間当たりにおける発電量の少ない生活パターン（例えば、活発に身体を動かすことが殆ど無い生活パターン）に従って生活していると判断できる。この場合、ステップ S 112 に進み、判定用基準電圧 V_b を初期設定値 V_{b1} より高い値に引き上げることで、発電量監視処理を行う頻度を高める処理が行われる。

【0108】

すなわち、ステップ S 112 において、制御コンピュータ 3（発電制御部 32）は、判定用基準電圧 V_b の値を初期設定値 V_{b1} よりも高い第二設定値 V_{b2} に変更する。例えば、本ルーチンでは、第一基準発電率 R_{g1} に係数 C_1 （但し、 $C_1 > 0$ ）を乗算して得られた補正值 V_{b2} （ $V_{b2} > 0$ ）を、初期設定値 V_{b1} に加えることで第二設定値 V_{b2} を算出する（ $V_{b2} = V_{b1} + V_{b2}$ 、 $V_{b2} = C_1 \times R_{g1}$ ）。このように算出された第二設定値 V_{b2} は、判定用基準電圧 V_b における最新の設定値として、記憶部 13 の揮発領域に記憶される。すなわち、記憶部 13 における判定用基準電圧 V_b の設定値が第二設定値 V_{b2} に更新される。

【0109】

その結果、次回、本制御ルーチンを実行する際には、ステップ S 101 での判定処理において、記憶部 13 に記憶されている最新の判定用基準電圧 V_b である第二設定値 V_{b2} が採用される。これにより、初期設状態に対して蓄電部 111 における充電量がより高いレベルの状態にあっても発電量監視処理が開始されるようになるため、発電量監視処理が行われる頻度が増え、発電部 110 における発電の機会を多く付与することができる。なお、ステップ S 112 において、記憶部 13 に記憶されている判定用基準電圧 V_b の最新値が第二設定値 V_{b2} である場合には、敢えて判定用基準電圧 V_b の値を更新する必要は無い。本ステップの処理が終了すると、本ルーチンを終了する。

【0110】

一方、ステップ S 111 において、平均発電率 R_{ga} が第一基準発電率 R_{g1} より大きいと判定された場合（ $R_{ga} > R_{g1}$ ）にはステップ S 113 に進む。ステップ S 113 においては、平均発電率 R_{ga} が第二基準発電率 R_{g2} より大きいかが判定される。平均発電率 R_{ga} が第二基準発電率 R_{g2} より大きいと判定された場合（ $R_{ga} > R_{g2}$ ）、被検者（使用者）は単位時間当たりにおける発電量が多い生活パターン（例えば、頻りに身体を活発に動かすことが多い生活パターン）に従って生活していると判断できる。その場合、ステップ S 114 に進み、判定用基準電圧 V_b を初期設定値 V_{b1} より低い値に引き下げることで、発電量監視処理を行う頻度を少なくする処理が行われる。

【0111】

すなわち、ステップ S 114 において、制御コンピュータ 3（発電制御部 32）は、判定用基準電圧 V_b の値を初期設定値 V_{b1} に比べて低い第三設定値 V_{b3} に変更する。例えば、本ルーチンでは、第二基準発電率 R_{g2} に係数 C_2 （但し、 $C_2 > 0$ ）を乗算して得られた補正值 V_{b3} を、初期設定値 V_{b1} から減ずることで第三設定値 V_{b3} を算出する（ $V_{b3} = V_{b1} - V_{b3}$ 、 $V_{b3} = C_2 \times R_{g2}$ ）。このように算出された第三設定値 V_{b3} は、判定用基準電圧 V_b における最新の設定値として、記憶部 13 の揮発領域に記憶される。すなわち、記憶部 13 における判定用基準電圧 V_b の設定値が第三設

10

20

30

40

50

定値 V_b3 に更新される。

【0112】

その結果、次回、本制御ルーチンを実行する際には、ステップ $S101$ での判定処理において、記憶部 13 に記憶されている最新の判定用基準電圧 V_b である第三設定値 V_b3 が採用される。これにより、初期設状態に対して蓄電部 111 における充電量がより低いレベルの状態になってから発電量監視処理が開始されるようになる。そのため、例えば頻繁に身体を活発に動かすことが多い生活習慣のある被検者に対しては発電量監視処理が行われる頻度を減らすことによって、発電動作を要請する頻度が少なくなるため、被検者の負担を軽減することができる。なお、ステップ $S114$ において、記憶部 13 に記憶されている判定用基準電圧 V_b の最新値が第三設定値 V_b3 である場合には、敢えて判定用基準電圧 V_b の値を更新する必要は無い。本ステップの処理が終了すると、本ルーチンを終了する。

10

【0113】

また、ステップ $S113$ において、平均発電率 R_ga が第二基準発電率 R_g2 以下であると判定された場合 ($R_ga < R_g2$)、被検者 (使用者) は単位時間当たりにおける発電量が平均的な通常的生活パターンに従って生活していると判断できる。その場合、ステップ $S115$ に進み、判定用基準電圧 V_b を初期設定値 V_b1 に変更する。そして、この初期設定値 V_b1 が記憶部 13 に記憶されることで、記憶部 13 における判定用基準電圧 V_b の設定値が初期設定値 V_b1 に更新される。なお、ステップ $S115$ において、記憶部 13 に記憶されている判定用基準電圧 V_b の最新値が初期設定値 V_b1 である場合には、敢えて判定用基準電圧 V_b の値を更新する必要は無い。本ステップの処理が終了すると、本ルーチンを終了する。

20

【0114】

以上のように、本実施形態では、上記発電量監視処理及び監視開始条件調節処理を行うようにしたので、上述したような優れた作用効果を奏する。すなわち、発電量監視処理において、発電部 110 における発電量に応じて、適切な処置 (警報動作や非常用電池 112 からの電力供給) を行うことができる。例えば発電部 110 における発電率 R_g が十分とは言えない程度まで下がった場合には、警報部 19 から発電要請警報を出力して被検者による発電動作を促すようにしたので、発電部 110 における発電量の増大が期待できる。また、発電部 110 における発電率 R_g が顕著に低下した場合には、異常警報を出力するようにしたので被検者の異常を周囲の者にも報知することができる。その際、非常用電池 112 から蓄電部 111 に電力が供給されるので、グルコースセンサ 4 への電力供給が滞ることが無い。

30

【0115】

また、監視開始条件調節処理においては、被検者の生活パターン (生活習慣) において単位時間当たりにおける発電量の大きさの程度を把握、推測することができ、その結果に基づいて発電量監視処理の実行開始条件の設定を調整するようにしたので、発電量監視処理を被検者の個体差をより適切に考慮したものとすることができる。

【0116】

なお、ステップ $S112$ 、 $S114$ において判定用基準電圧 V_b の設定値を算出する算出式は例示的なものであり、他の算出方法を用いても構わない。また、係数 $C1$ 及び $C2$ は異なる値であっても良いし、同じ値であっても良い。また、上記制御例では、判定用基準電圧 V_b を初期設定値 V_b1 、第二設定値 V_b2 、第三設定値 V_b3 の三段階として用意しているが、これに限定されるものではない。例えば、判定用基準電圧 V_b と平均発電率 R_ga との関係を示したマップを記憶部 13 に記憶させておいても良い。そして、制御ルーチン毎に算出される平均発電率 R_ga に対応する判定用基準電圧 V_b の値を上記マップから読み出すことで、判定用基準電圧 V_b の設定値をその都度更新しても良い。

40

【0117】

更に、ステップ $S105$ 及び $S111$ の判定処理に同じ閾値 (第一基準発電率 R_g1) を例示的に用いているがこれには限定されない。これは、ステップ $S107$ 及び $S113$

50

の判定処理においても同様である。また、本制御ルーチンの変形例として、ステップS105の処理で発電率 R_g が第一基準発電率 R_{g1} よりも高いと判定された場合(S105:No)には、ステップS107の判定処理を省略して、そのままステップS108の処理を行っても良い。また、本実施形態においては、必ずしも発電量監視処理及び監視開始条件調節処理をセットで行う必要は無く、何れかの制御を単独で行うことも可能である。

【0118】

[第三実施形態]

次に、本発明を実施する第三実施形態について説明する。本実施形態に係る測定装置1は、電力供給装置11における発電部110が、複数の発電装置を含んで構成されている点を除いて、他の基本構成は第一及び第二実施形態と同様である。本実施形態における発電量監視処理は、発電部110における発電量の監視結果に応じて、必要に応じて複数の発電装置を稼働(起動)させることを特徴とする。発電部110に含まれる複数の発電装置とは、実施例1~5に係る発電装置(圧電素子110A、電磁誘導発電器110B、ゼーベック素子110C、太陽電池110D、燃料電池110E)を適宜、組み合わせて採用することができる。なお、発電部110には、同種の発電装置が複数含まれていても良い。

10

【0119】

本実施形態において、制御コンピュータ3の発電制御部32は、蓄電部111と、発電部110に含まれる各発電装置との電気的な接続関係、すなわち導通及び遮断を切り替える機能も更に備える。発電部110に含まれる発電装置のうち、発電制御部32によって蓄電部111と導通状態にされているものが「稼働状態」となり、遮断状態にされているものが「稼働停止状態」となる。

20

【0120】

図13、図14は、第三実施形態における制御ルーチンを示すフローチャートである。図13は本制御ルーチンの前半部分の処理内容を示し、図14は後半部分の処理内容を示す。本制御ルーチンは、制御コンピュータ3によってそのROMに記憶されている制御プログラムがRAMに展開され、プロセッサによって実行されることで、図示の各処理が実現される。また、本制御ルーチンは、測定装置1の電源がONの状態のときに制御コンピュータ3によって一定時間ごとに繰り返し実行される。図11、図12と同じ処理を行うステップについては同じ参照符号を付すことで詳しい説明を省略する。

30

【0121】

本制御ルーチンにおいて、ステップS101~S105の処理は既に説明した通りである。なお、図13におけるステップS104の処理が終了すると図14におけるステップS105に進む(図13及び図14のBを参照)。そして、図14に移り、ステップS105において、発電率 R_g が第一基準発電率 R_{g1} 以下であると判定された場合($R_g \leq R_{g1}$)にはステップS201に進み、そうでない場合($R_g > R_{g1}$)にはステップS107に進む。この第一基準発電率 R_{g1} は前述の通りである。また、ステップS107、S108の処理内容は既述した通りである。ステップS107で肯定判定された場合($R_g \leq R_{g2}$)にはステップS108に進み、否定判定された場合($R_g > R_{g2}$)にはステップS109に進む。また、ステップS108の処理が終了した場合にもステップS109に進む。

40

【0122】

ステップS201において、制御コンピュータ3(発電制御部32)は、発電部110に導通されることで稼働状態にある発電装置の台数である稼働発電装置数 N_d を取得する。本ステップの処理が終了するとステップS202に進む。

【0123】

ステップS202において、制御コンピュータ3(発電制御部32)は、取得した稼働発電装置数 N_d が最大稼働数 N_{dmax} であるか否かを判定する。この最大稼働数 N_{dmax} は、発電部110に搭載されている発電装置の台数である。稼働発電装置数 N_d が最大稼働数 N_{dmax} である場合、発電部110に搭載されている全ての発電装置が蓄電部

50

111と導通状態になっており、稼働状態にあることを示す。本ステップにおいて、稼働発電装置数 N_d が最大稼働数 N_{dmax} よりも少ないと判定された場合(S202:No)にはステップS203に進む。

【0124】

ステップS203において、制御コンピュータ3(発電制御部32)は、発電部110に含まれる発電装置のうち、現在稼働していない発電装置を一台追加起動する。ここで、追加起動する発電装置の順番は予め設定しておくことができる。また、測定装置1による測定開始の初期設定において、稼働させる発電装置の種類、個数などは予め設定しておくことができる。本ステップにおいて、発電装置の稼働台数を増加させることによって、発電部110における以後の発電量の増加が期待できる。

10

【0125】

ステップS203の処理が終了すると、発電量監視期間 T_c のカウントをリセットした上で、図13のステップS102に戻る。ステップS102に戻ると、発電制御部32は発電部110の発電量監視処理を継続する(図13及び図14のCを参照)。

【0126】

一方、ステップS202において、稼働発電装置数 N_d が最大稼働数 N_{dmax} であると判定された場合($N_d = N_{dmax}$)、それ以上の発電装置を追加起動することはできない。この場合、ステップS106に進み、制御コンピュータ3は、非常用電池112から蓄電部111に電力を供給させ、警報部19に異常警報を出力させる。ステップS106の処理が終了すると、ステップS109に進む。

20

【0127】

ステップS109では、上記のように、蓄電部111における充電電圧 V_{bat} が充電完了基準電圧 V_{be} 以上であるかどうか判定される。充電電圧 V_{bat} が充電完了基準電圧 V_{be} よりも低いと判定された場合($V_{bat} < V_{be}$)、発電量監視期間 T_c のカウントをリセットした上で、図13のステップS102に戻り、発電量監視処理が継続される(図13及び図14のCを参照)。そして、ステップS109で、充電電圧 V_{bat} が充電完了基準電圧 V_{be} 以上であると判定された場合($V_{bat} \geq V_{be}$)には本ルーチンを終了する。その場合、制御コンピュータ3(発電制御部32)は、発電部110における発電装置の稼働数を初期設定の台数に戻してから本ルーチンを終了させても良い。

【0128】

更には、本ステップの終了後に、図12に示した監視開始条件調節処理を行うようにしても良い。また、第二実施形態の制御例で尚書きした如く、本実施形態に係る制御ルーチンにおいても、ステップS105の処理で発電率 R_g が第一基準発電率 R_{g1} よりも高いと判定された場合(S105:No)に、ステップS107の判定処理を省略して、そのままステップS108に進んでも構わない。

30

【0129】

ここで、本実施形態における上記制御について具体例を挙げて説明する。例えば、測定装置1における発電部110が圧電素子110A、ゼーベック素子110C、及び太陽電池110Dの3つの発電装置によって構成されているとする。そして、測定装置1による測定開始時には、蓄電部111と圧電素子110Aのみが稼働状態とされ、その他の発電装置(ゼーベック素子110C、太陽電池110D)は稼働停止状態に設定されているとする。この場合、上記制御ルーチンにおけるステップS202において、稼働発電装置数 N_d が最大稼働数 N_{dmax} ではない(稼働発電装置数 N_d が1又は2)と判定されると、例えばゼーベック素子110C(太陽電池110D)が追加起動される(ステップS203)。このように、発電装置の稼働数が増やされることで発電部110の発電量が増える確率が高まり、ステップS105に係る判定処理を再度行う際に否定判定されやすくなる。なお、いまだステップS105にて肯定判定された場合、圧電素子110A及びゼーベック素子110C(太陽電池110D)に加えて、太陽電池110D(ゼーベック素子110C)が追加起動されることになる。このように、すべての発電装置を稼働させてもなお、発電率 R_g が第一基準発電率 R_{g1} より高くない場合、非常用電池112から

40

50

蓄電部 111 に電力が供給されることになる (S106)。

【0130】

以上のように、本実施形態に係る発電量監視処理においては、現在稼動している発電装置による発電量が少ない場合には、発電装置の稼動数を増加させていくことによって発電部 110 における総発電量の増加を図ることができる。また、発電部 110 に搭載されている全ての発電装置を稼動させてもなお発電量が不足する場合には、非常用電池 112 から蓄電部 111 に電力を供給させるようにしたので、グルコースセンサ 4 への電力供給が不足する事態は回避できる。

【0131】

[第四実施形態]

次に、本発明を実施する第四実施形態について説明する。本実施形態に係る測定装置 1 は、電力供給装置 11 における発電部 110 が発電方式の異なる複数種類の発電装置を含んで構成されている。発電方式の異なる複数種類の発電装置とは、具体的には、実施例 1 ~ 5 で説明した圧電素子 110A、電磁誘導発電器 110B、ゼーベック素子 110C、太陽電池 110D、燃料電池 110E などが例示できる。本実施形態では、これらのうち少なくとも 2 種類以上の発電装置が発電部 110 に搭載されている。なお、測定装置 1 における他の基本構成は第一 ~ 第三実施形態と同様である。

【0132】

制御コンピュータ 3 の発電制御部 32 は、第三実施形態と同様に、発電部 110 に含まれる各発電装置と蓄電部 111 との間の導通及び遮断状態を切り替えることによって、「稼動状態」及び「稼動停止状態」を切り替え制御する。本実施形態では、発電量監視処理において、現在稼動している発電装置による発電量が少ない場合には、稼働中の発電装置を発電方式の異なる別の発電装置と入れ替えることによって、発電部 110 における発電量の増加を図るようにした。

【0133】

本実施形態における制御ルーチンの前半部分は、図 13 に示す処理フローと同様であり同図を転用する。図 15 は、第四実施形態における制御ルーチンの後半部分の処理内容を示すフローチャートである。図 13 におけるステップ S104 の処理が終了すると、図 15 におけるステップ S105 に進むようになっている (図 13 及び図 15 の B を参照)。また、図 15 に示す処理のうち、図 14 と同じ処理を行うステップについては同じ参照符号を付すことで詳しい説明を省略する。

【0134】

図 15 のステップ S202 において、稼動発電装置数 N_d が最大稼動数 N_{dmax} よりも少ないと判定された場合 (S202: No) には、ステップ S301 に進み、そうでない場合には (S202: Yes) にはステップ S106 に進む。なお、ステップ S106 の処理内容については既に述べているため、ここでは省略する。

【0135】

ステップ S301 において、制御コンピュータ 3 (発電制御部 32) は、現在の稼動発電装置数 N_d になってから、まだ一度も「稼動状態」となっていない発電装置があるかどうかを判定する。本ステップにおいて肯定判定された場合には、ステップ S302 に進む。ステップ S302 では、稼働中の発電装置を他の発電方式を採用する発電装置と入れ替えることによって、発電部 110 における発電量の増加を図るようにする。具体的には、制御コンピュータ 3 (発電制御部 32) は、稼働状態にある一の発電装置を蓄電部 111 から遮断し、稼働停止状態の発電装置から選択される一の発電装置を蓄電部 111 と導通させる。本ステップの処理が終了すると、発電量監視期間 T_c のカウントをリセットし、図 13 におけるステップ S102 に戻る (図 13 及び図 15 の C を参照)。ステップ S102 に戻ると、発電制御部 32 は発電部 110 の発電量の監視を継続する。

【0136】

一方、ステップ S301 において否定判定された場合、すなわち、現在の稼動発電装置数 N_d になってから発電部 110 に含まれる全ての発電装置が既に一度は稼動されている

10

20

30

40

50

と判定された場合には、ステップS 2 0 3に進む(図1 4を参照)。ステップS 2 0 3では、制御コンピュータ3(発電制御部3 2)は、発電部1 1 0に含まれる発電装置のうち、現在稼動していない発電装置を一台追加起動する。本ステップにおいて、発電装置の稼動台数を増加させることによって、発電部1 1 0における以後の発電量の増加が期待できる。

【0 1 3 7】

ステップS 2 0 3の処理が終了すると、発電量監視期間T cのカウントをリセットした上で、図1 3のステップS 1 0 2に戻る。ステップS 1 0 2に戻ると、発電制御部3 2は発電部1 1 0の発電量監視処理を継続する(図1 3及び図1 5のCを参照)。なお、ステップS 1 0 7~S 1 0 9などの処理については、図1 4に示すものと同一処理であるので、ここでの説明は省略する。また、本ルーチンの終了後、図1 2に示した監視開始条件調節処理を行うようにしても良い。

10

【0 1 3 8】

ここで、本実施形態における上記制御について具体例を挙げて説明する。例えば、測定装置1における発電部1 1 0が圧電素子1 1 0 A、ゼーベック素子1 1 0 C、及び太陽電池1 1 0 Dの3つの発電装置によって構成されているとする。そして、測定装置1による測定開始時には、蓄電部1 1 1と圧電素子1 1 0 Aのみが稼動状態とされ、その他の発電装置(ゼーベック素子1 1 0 C、太陽電池1 1 0 D)は稼動停止状態に設定されているとする。このような初期状態において、ステップS 3 0 1で肯定判定されると、ステップS 3 0 2において現在稼動中の圧電素子1 1 0 Aの稼動が停止させられ、その代わりに、例えばゼーベック素子1 1 0 Cが起動させられる。このように、圧電素子1 1 0 Aからゼーベック素子1 1 0 Cへと発電部1 1 0における稼動対象が入れ替えられても、いまだ発電率R gが第一基準発電率R g 1より高くない場合、今度は、ゼーベック素子1 1 0 Cの代わりに太陽電池1 1 0 Dが起動させられる(ステップS 3 0 2)。この時点で、発電部1 1 0に搭載されるすべての発電装置が一度は稼動させられたことになる。

20

【0 1 3 9】

従って、次に、ステップS 3 0 1の処理がなされた場合には、否定判定されることによりS 2 0 3へと進み、現在稼動中の太陽電池1 1 0 Dに加えて、例えば圧電素子1 1 0 Aが追加起動される。この時点で、稼動発電装置数N dが1から2へと変更されることになる。また、このように、稼動発電装置数N dが増えたにも関わらず、発電率R gが第一基準発電率R g 1より高くない場合(S 1 0 5: Y e s)、現在稼動中の発電装置を、稼動停止状態の発電装置と入れ替える。例えば、現在、太陽電池1 1 0 D及び圧電素子1 1 0 Aが稼動状態にあり、ゼーベック素子1 1 0 Cが稼動停止状態にあるところ、圧電素子1 1 0 Aを停止させる代わりにゼーベック素子1 1 0 Cを起動させることが行われる。そうすると、この時点で、稼動発電装置数N dが現在の値になってから、発電部1 1 0に搭載されるすべての発電装置が一度は稼動させられたことになる。

30

【0 1 4 0】

従って、仮に次回のステップS 3 0 1でもなお否定判定がなされた場合、現在稼動中の太陽電池1 1 0 D及びゼーベック素子1 1 0 Cに加えて、稼動停止中の圧電素子1 1 0 Aが追加起動されることになる。この時点で、発電部1 1 0に搭載されるすべての発電装置が同時稼動されることになり、稼動発電装置数N dが最大稼動数N d m a xへと変更される。なお、このように発電部1 1 0に搭載されるすべての発電装置が稼動されている状態においてもなお発電率R gが低い場合には、非常用電池1 1 2から蓄電部1 1 1に電力が供給される。

40

【0 1 4 1】

以上のように、本実施形態に係る発電量監視処理においては、現在稼動している発電装置による発電量が少ない場合には、現在の状況下においてより発電効率の高い発電装置が稼動されるように、現在稼動中の発電装置と発電方式の異なる他の発電装置を入れ替えるようにしたので、発電部1 1 0における発電量の増加を図ることができる。

【0 1 4 2】

50

[第五実施形態]

次に、本発明を実施する第五実施形態について説明する。本実施形態に係る測定装置 1 は、電力供給装置 11 における発電部 110 が燃料電池 110E を備えている。本実施形態における燃料電池 110E は、被検者の血液や間質液などの体液を燃料タンクに導き、それに含まれるグルコースを燃料として利用する。これらの体液は、公知の方法を採用して体内の血管中や細胞内から直接採取することができる。その他、測定装置 1 の基本構成は他の実施形態と同様である。なお、燃料電池 110E による発電は、制御コンピュータ 3 から電力供給装置 11 に出される発電要求指令に従って行われる。

【0143】

図 16 は、第五実施形態における制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは、制御コンピュータ 3 によってその ROM に記憶されている制御プログラムが RAM に展開され、プロセッサによって実行されることで、図示の各処理が実現される。また、本制御ルーチンは、測定装置 1 の電源が ON の状態のときに制御コンピュータ 3 によって一定時間ごとに繰り返し実行される。

【0144】

本制御ルーチンが開始されると、ステップ S401 において、制御コンピュータ 3 のセンサ制御部 12 は、グルコースセンサ 4 によるグルコース濃度の測定を待機する測定待機期間かどうかを判定する。測定装置 1 は周期的にグルコース濃度の測定を行うように設定されており、グルコース濃度の連続測定開始後においては、グルコース濃度の測定を行う測定期間と測定待機期間が交互に到来する。本ステップにおいて、現在がグルコース濃度の測定期間である (S401: No) と判定された場合には本ルーチンを終了し、グルコース濃度の測定待機期間である (S401: Yes) と判定された場合にはステップ S402 に進む。

【0145】

ステップ S402 では、制御コンピュータ 3 は、電力供給装置 11 に発電要求指令を出力し、燃料電池 110E を用いて発電を実施する。ここで、燃料電池 110E による発電動作は、実施例 5 において述べたように、燃料としてのグルコースが含まれる体液がアノード層 110E4 に供給されることで行われる。従って、燃料電池 110E による発電時に、グルコースセンサ 4 を用いたグルコース濃度の測定動作がなされると、グルコース濃度の測定誤差が大きくなり、測定精度が低下することが懸念される。そこで、本実施形態では、グルコース濃度の測定が行われない測定待機期間にのみ、燃料電池 110E による発電を行うようにする。

【0146】

その後、発電量監視処理を開始し (S102)、発電量監視期間 T_c が基準期間 T_{c1} 以上であると判定された場合に (S103: Yes)、発電率 R_g を算出する (S104)。そして、発電率 R_g が第一基準発電率 R_{g1} 以下であると判定された場合 (S105: Yes)、警報部 19 に異常警報を出力させ、非常用電池 112 から蓄電部 111 への電力供給を実施する (S106)。本実施形態では、体液中のグルコースを燃料として発電を行うため、発電率 R_g が顕著に低いということは、被検者が低血糖となっている可能性が高いことを示唆しているものと判断できる。そこで、本実施形態では、異常警報に、被検者が低血糖になっている可能性があることを示唆する内容の情報を含ませるようにした。なお、ステップ S108、S109 の処理内容については図 11 において既に述べているため、ここでの説明は省略する。

【0147】

本実施形態における測定装置 1 では、測定装置 1 におけるグルコース濃度の測定が行われない測定待機期間においても、燃料電池 110E による発電量 (発電率 R_g) の程度に基づいて被検者が低血糖になっているかどうかを良好に判別することができる。また、燃料電池 110E による発電動作は上記の如くグルコース濃度の測定期間内においては行われないので、グルコースセンサ 4 を用いた測定結果の信頼性を担保することができる。

【0148】

なお、本実施形態においては、図 16 に示す制御ルーチンの終了後、図 12 に示した監視開始条件調節処理を行うようにしても良い。また、本実施形態における測定装置 1 が燃料電池 110E に加えて、圧電素子 110A、ゼーベック素子 110C、及び太陽電池 110D など他種の発電装置を備えている場合、ステップ S105 で発電率 Rg が第一基準発電率 Rg1 以下であると判定された際には、第四実施形態で説明したように稼働させる発電装置の入れ替えを行ったり、稼働停止状態にある発電装置の追加起動を併せて行っても良い。

【0149】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明に係る測定装置、測定システム、電力供給装置、電力供給方法はこれらに限らず、可能な限りこれらの組み合わせを含むことができる。

10

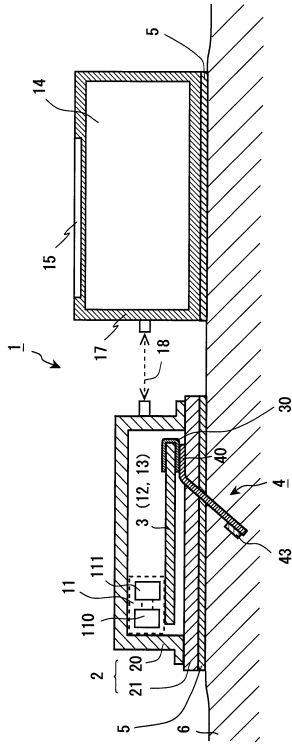
【符号の説明】

【0150】

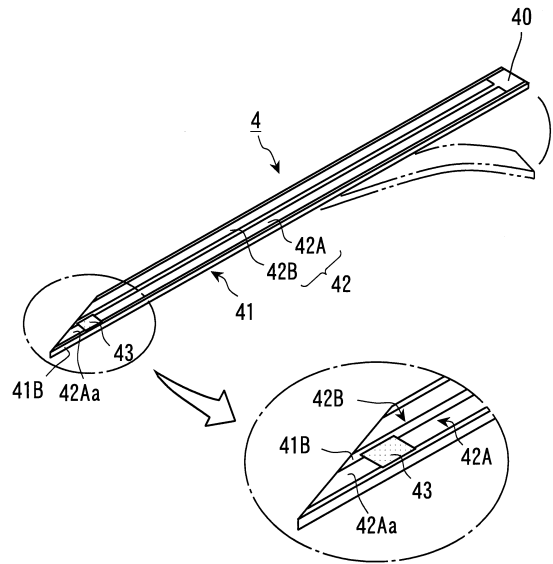
- 1・・・グルコース持続測定装置
- 2・・・筐体
- 3・・・制御コンピュータ
- 4・・・電気化学センサ（グルコースセンサ）
- 11・・・電力供給装置
- 12・・・センサ制御部
- 14・・・表示ユニット部
- 17・・・筐体
- 110・・・発電部
- 111・・・蓄電部
- 110A・・・圧電素子
- 110B・・・電磁誘導発電器
- 110C・・・ゼーベック素子
- 110D・・・太陽電池
- 110E・・・燃料電池

20

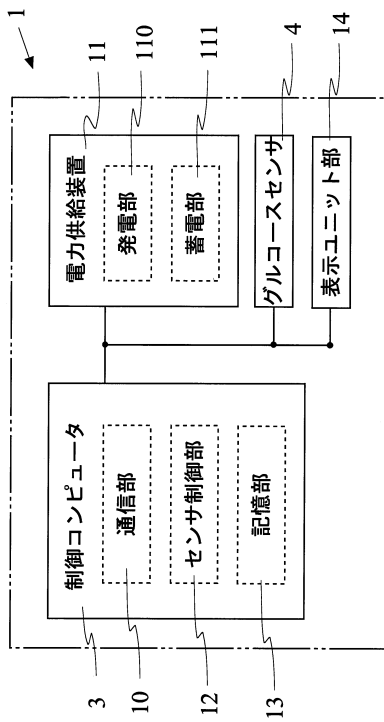
【図1】



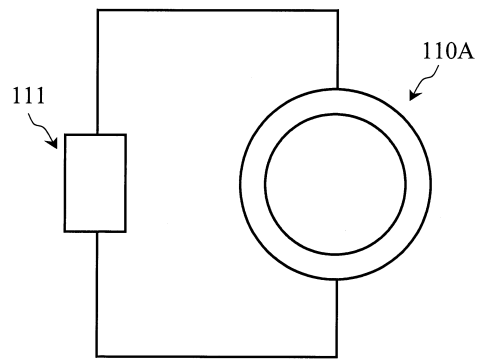
【図2】



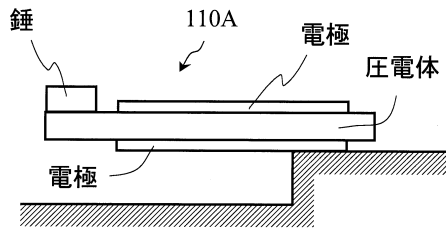
【図3】



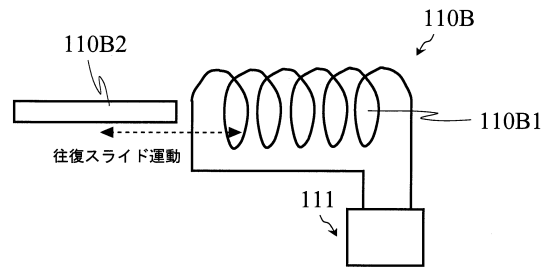
【図4】



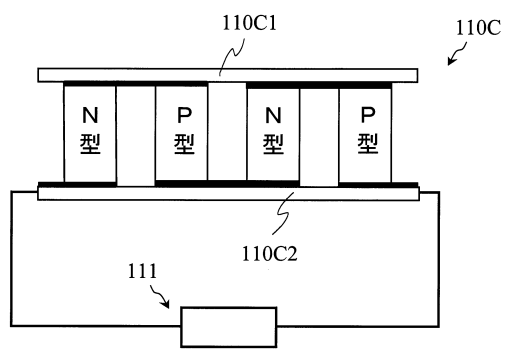
【図5】



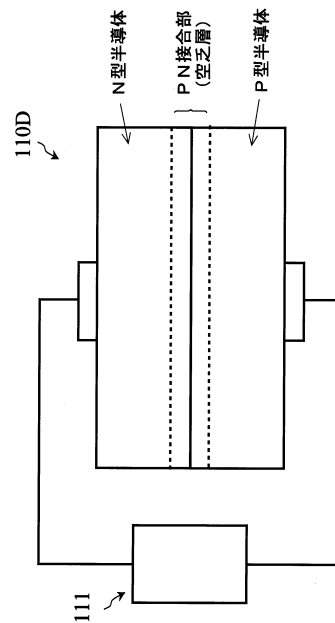
【図6】



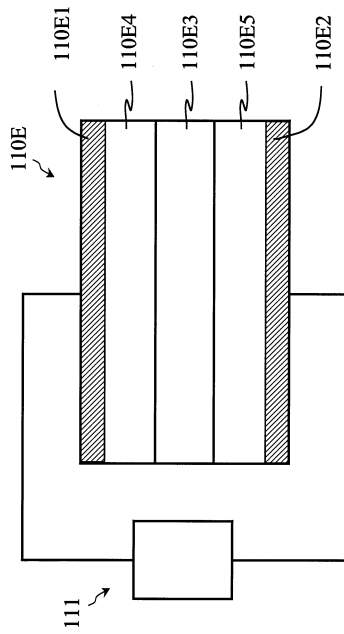
【図7】



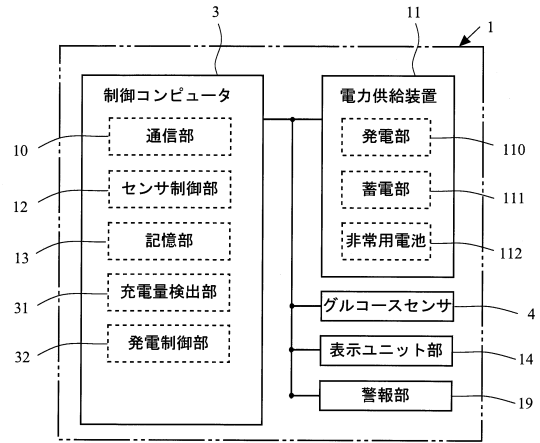
【図8】



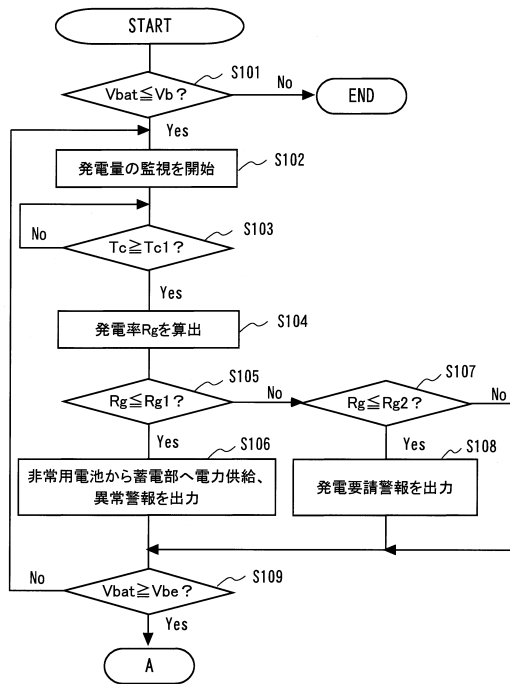
【図9】



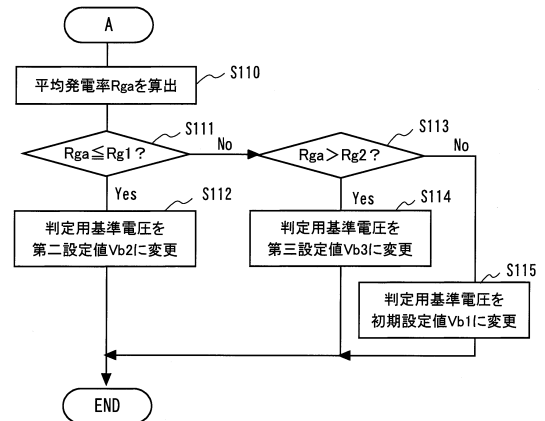
【図10】



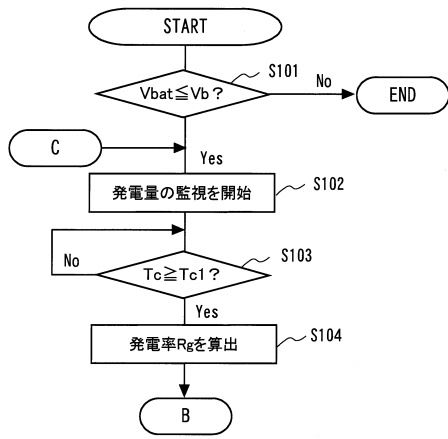
【図11】



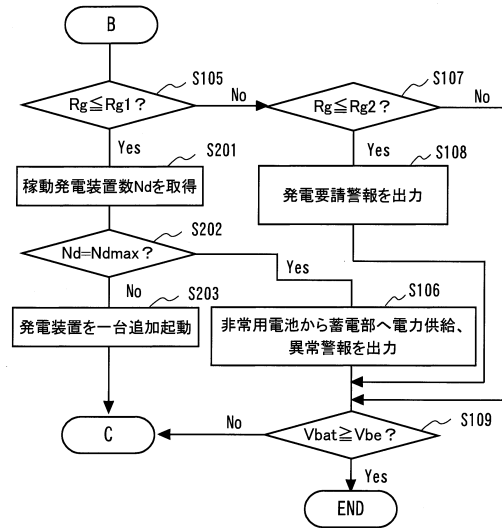
【図12】



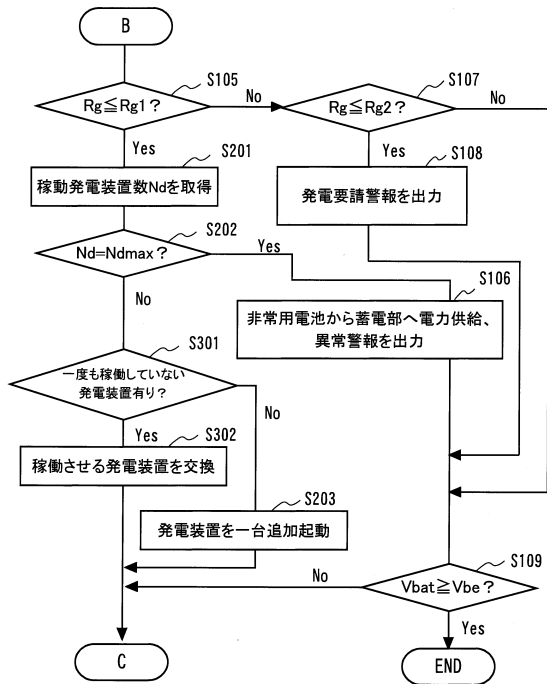
【図13】



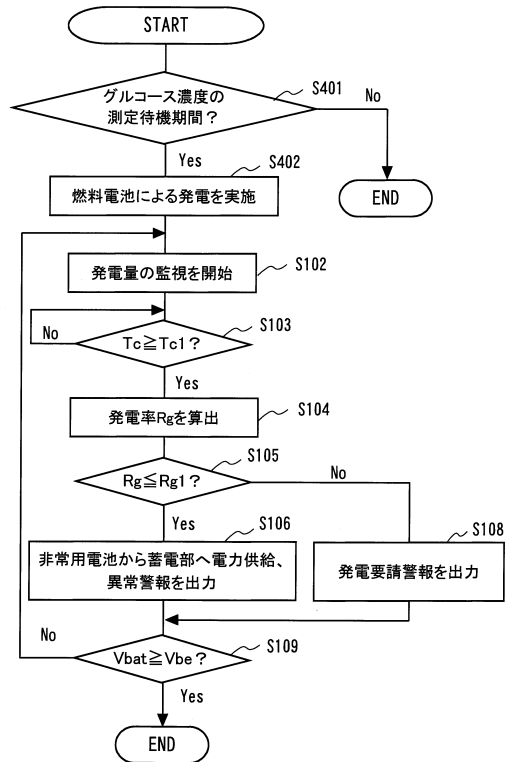
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 白木 裕章

日本国京都府京都市上京区岩栖院町59番地 擁翠園内 アークレイ株式会社 京都研究所内

審査官 湯本 照基

(56)参考文献 特表2009-536441(JP,A)
特開2008-167828(JP,A)
特開2004-024551(JP,A)
特表2009-536065(JP,A)
特開2007-105316(JP,A)
国際公開第2007/108518(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/1473