

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4098203号  
(P4098203)

(45) 発行日 平成20年6月11日(2008.6.11)

(24) 登録日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>H02J</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02J</b>	<b>7/00</b>	<b>303 E</b>
<b>H01M</b>	<b>8/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H01M</b>	<b>8/04</b>	<b>Z</b>
<b>H02M</b>	<b>3/07</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H02M</b>	<b>3/07</b>	

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-334854 (P2003-334854)
(22) 出願日	平成15年9月26日 (2003.9.26)
(65) 公開番号	特開2005-102440 (P2005-102440A)
(43) 公開日	平成17年4月14日 (2005.4.14)
審査請求日	平成18年5月17日 (2006.5.17)

(73) 特許権者	000002325 セイコーインスツル株式会社 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(74) 代理人	100079212 弁理士 松下 義治
(72) 発明者	皿田 孝史 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内
(72) 発明者	玉地 恒昭 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内
(72) 発明者	柳瀬 考応 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電源システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電子機器に電力を出力する電源システムにおいて、  
発電電力を発生する発電部と、  
前記発電部に接続され、前記発電電力を前記発電電力の電圧よりも高い電圧を有する第1の昇圧電力に変換する第1の昇圧回路と、  
前記発電部に接続され、前記発電電力を前記発電電力の電圧よりも高い電圧を有する第2の昇圧電力に変換する第2の昇圧回路と、

前記発電電力の電圧を検出し前記発電電力の前記電圧が前記発電電力の最大値に対応する電圧以上となるように前記第1の昇圧回路の動作を制御する制御回路とを有し、

前記第2の昇圧電力を用いて前記第1の昇圧回路を起動し、起動した前記第1の昇圧回路から出力された前記第1の昇圧電力を前記電子機器に出力することを特徴とする電源システム。

## 【請求項 2】

前記第2の昇圧回路の最低起動電圧が前記第1の昇圧回路の最低起動電圧より低く、  
前記第1の昇圧回路から出力された前記第1の昇圧電力の電圧を検出し、前記第1の昇圧電力の電圧が所望の電圧以上となった場合、前記第2の昇圧回路の駆動を停止する信号を発生する電圧検出回路を有することを特徴とする請求項1に記載の電源システム。

## 【請求項 3】

前記第1の昇圧回路が起動した後は、前記第1の昇圧回路は、整流回路を介して供給さ

10

20

れる前記第1の昇圧電力により動作を持続することを特徴とする請求項1あるいは請求項2に記載の電源システム。

【請求項4】

前記発電部が燃料電池であることを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載の電源システム。

【請求項5】

前記発電部が太陽電池、熱電変換素子、電磁誘導素子、及び圧電変換素子のいずれかからなることを特徴とする請求項1~4のいずれかに記載の電源システム。

【請求項6】

前記第2の昇圧回路が、スイッチドキャパシタ型の昇圧回路であることを特徴とする請求項1~5のいずれかに記載の電源システム。 10

【請求項7】

前記第2の昇圧回路が、SOI基板上に形成された半導体集積回路であることを特徴とする請求項1~6のいずれかに記載の電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、携帯電話、ノートパソコンなどの小型電子機器のための電源システムに関する。 20

【背景技術】

【0002】

従来から、発電手段の出力電圧が負荷の最低動作電圧より低いために負荷が動作しない場合、負荷の動作電圧を得るために、発電手段に昇圧回路を接続することが行われている。特に内部抵抗が高い発電手段においては、電流を取り出すと出力電圧が極めて低下して、負荷の最低動作電圧を下回る場合が多い。従って昇圧回路はこういった発電手段に対しても有効である。

【0003】

従来の電源システムの概略ブロック図を図4に示す。本従来例では、発電部には、内部抵抗が高い発電手段の一例として燃料電池11を用いている。図4に示すように、電力を出力する燃料電池11と、所望の機能を果たす負荷130と、燃料電池11の電力を蓄電する二次電池12と、燃料電池11の電力の二次電池12への充電を制御する充電制御手段61と、燃料電池11の電力と二次電池12の蓄電電力を、負荷130が動作できる電力に変換する電力変換装置21と、二次電池12の蓄電電力を電力変換装置21へ供給する経路に設けられ、電力変換装置21から二次電池12への電流の逆流を防止するダイオード素子50と二次電池12の蓄電電力の電力変換装置21への供給を制御するスイッチ120とで構成される。なお、充電制御手段61には、燃料電池11と二次電池12の電圧が異なる場合多いため、DC-DCコンバータが使用されている。 30

【0004】

上記構成とすることで、燃料電池11の出力電圧が負荷130の最低駆動電圧より低い場合でも電力変換装置21により昇圧されて負荷130が駆動できるようになると同時に、燃料電池11の電力が負荷130の駆動に必要な電力よりも多い場合、充電制御手段61は、燃料電池11の余剰電力を二次電池12に充電し、二次電池12の電力が負荷130の駆動に必要な電力よりも少ない場合、二次電池12の蓄電電力で不足電力を補うことができる（例えば、特許文献1参照）。 40

【特許文献1】特開2002-315224（第2~3頁、第3図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、電力変換装置や充電制御手段などの昇圧回路を起動する電圧が得られない発電手段や条件がある。例えば、発電手段の開回路電圧が低かったり、もしくは、昇圧回路の 50

起動電流を発電手段から取り出した際に、内部インピーダンスが極めて高いために、電圧が低下してしまったりなどである。その場合、昇圧回路が動かないため、負荷を駆動することができず、電源システムとして全く用を足さなくなる。

#### 【0006】

昇圧回路の起動電圧は、通常昇圧回路に用いられているスイッチ素子のしきい値により決まっている。従って、このしきい値を低下して、最低起動電圧を下げるることは可能である。しかしこの場合漏れ電流が増加し、効率が低下、つまり発電手段の出力電力を負荷に移す効率が低下する。負荷が必要とする電力を発電するためには、発電手段を大型化する必要が出てくる。従って以上の方策によると、小型電子機器に適用するには体積が大きく、重量が重くなってしまうため、現実に前記方策を用いることはできない。

10

#### 【0007】

本発明は、負荷を駆動するために昇圧回路を適用した電源システムに関して、昇圧回路の起動電圧より出力電圧が低い発電手段を用いた場合でも、負荷を駆動することが可能であり、かつ、小型、高効率の電源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】

#### 【0008】

上記課題を解決するために、本発明においては、発電電力を発生する発電部と、前記発電電力を発電電力の電圧よりも高い電圧を有する第1の昇圧電力に変換する第1の昇圧回路と、発電電力を発電電力の電圧よりも高い電圧を有する第2の昇圧電力に変換する第2の昇圧回路と有し、前記第1の昇圧電力で負荷を駆動する電源システムであって、第2の昇圧電力をを利用して、第1の昇圧回路を起動することを特徴としている。

20

#### 【0009】

これにより、第1の昇圧回路の最低起動電圧を下げることなく第1の昇圧回路を駆動することができるようになる。前述した通り第1の昇圧回路に用いられるスイッチ素子のしきい値を低下することにより第1の昇圧回路の最低起動電圧を下げるることは可能である。しかし、これにより漏れ電流が生じ、発電部で発生した電力を無駄に消費することとなる。

#### 【0010】

本解決手段によれば、第1の昇圧回路の効率が低下することがないため、発電部の出力電力を高効率で負荷に用いることができるようになる。従って発電部の体積を大きくする必要がなくなる。

30

#### 【0011】

第2の昇圧回路は第1の昇圧回路の入力端子と電源端子に接続して、発電部で発生した電力を昇圧することがより好ましい。

#### 【0012】

これにより、第2の昇圧回路は、発電部の出力電力により駆動すること、また、第1の昇圧回路の起動用電力を供給するための容量が小さいこと、の2点から、第1の昇圧回路や制御回路などと共に組み込むことができるようになる。従って、回路部分の体積をより小さくすることができる。

#### 【0013】

40

第1の昇圧回路は、整流回路を介して供給される前記第1の昇圧電力により動作を持続すると共に、整流回路を介して供給される前記第1の昇圧電力の電圧を検出する電圧検出回路を有し、整流回路を介して供給される前記第1の昇圧電力が所望の電圧以上となった場合、第2の昇圧回路の駆動を停止することを特徴としている。

#### 【0014】

本発明においては、第1の昇圧回路の出力電圧を、第1の昇圧回路の電源端子に返す構造が好ましい。

#### 【0015】

これにより、第1の昇圧回路が起動した後は第1の昇圧回路の出力電圧で回路を駆動し続けることができるようになる。本手段を用いない場合は、第2の昇圧回路は常に駆動し

50

て、第1の昇圧回路を駆動する電力を供給する必要がある。それに対し本手段では、第2の昇圧回路は第1の昇圧回路の起動時のみに用いれば良くなり、第2の昇圧回路の低容量化、小型化が可能となる。従って本解決の手段により第2の昇圧回路を小さくすることができるため、電源システムが小型化可能となる。

#### 【0016】

しかし本構造では、発電部の電力が第2の昇圧回路を介して負荷に供給される。また第1の昇圧回路の起動時、負荷の影響により、第2の昇圧回路から第1の昇圧回路に流れる電力が小さくなる。こういった電力のロスを補うため、発電部の出力、もしくは、第2の昇圧回路の容量を向上させることが必要となる。従ってこれらは、発電部もしくは第2の昇圧回路の大型化に結びついてしまう。

10

#### 【0017】

そこで本手段の整流回路により、発電部の電力が第2の昇圧回路を介して負荷に流れるこれを防止できるようになる。従って第1の昇圧回路起動時において、第2の昇圧回路の出力電力を第1の昇圧回路起動にのみ使うことができるようになる。また第1の昇圧回路の起動時、負荷の影響により、第2の昇圧回路から第1の昇圧回路に流れる電力が小さくなることを防止できる。つまり、発電部の出力電力を効率よく第1の昇圧回路起動に使うことができ、かつ、第1の昇圧回路を介して、効率よく負荷を駆動するのに用いることができるようになる。以上から、第2の昇圧回路を更に小さくし、電源システムをコンパクトにすることが可能となる。

#### 【0018】

20

整流回路には、ダイオード素子を、好ましくはショットキーダイオードを用いるとよい。これは、順方向下降電圧が小さいため、第1の昇圧回路の出力を効率良く第1の昇圧回路の電源端子に返すことができるためである。これも電源システムの小型化に通じる。

#### 【0019】

更に、第1の昇圧電力の電圧に応じて第2の昇圧回路の駆動を停止するため、当該条件下では第2の昇圧回路は駆動せず、効率を向上することが可能となる。これにより第2の昇圧回路のサイズを小さくすることが可能となり、全体の体積を小型化できる。

#### 【0020】

第2の昇圧回路の駆動を制御する具体的方法の一つには、イネーブル端子を用いる方法がある。

30

#### 【0021】

第2の昇圧回路の駆動を停止するために所望する第1の昇圧電力の電圧として、第1の昇圧電力の電圧が、第2の昇圧電力の電圧より高くなつた場合が好ましい。これは第1の昇圧回路が起動した場合におきる状態であり、上記記述は第1の昇圧回路が起動したら、第2の昇圧回路が停止することを意味する。

#### 【0022】

発電部の出力電力を、第1の昇圧回路等を介して負荷で用いる場合、負荷を駆動させるための電力と同時に、第1の昇圧回路等で消費もしくは漏れる電力を、発電部は発電しなければならない。従って発電部から負荷への電力伝達の効率が低い場合、発電部の出力電力を増加させる必要があり、そのために発電部の体積を大きくしておく必要がある。逆に、不必要的電力の漏れや消費を極力小さくして、発電部で出力した電力を効率良く負荷の駆動に用いるシステムを作り上げれば、小型電子機器に適用できるサイズに電源システムを作製する可能となる。

40

#### 【0023】

以上の手段により、つまり、整流回路と、第2の昇圧回路の動作制御により、無駄なエネルギー消費を少なくし、効率を向上させて、電源システムを小型化することができるようになる。

#### 【0024】

前記発電電力の電圧を検出し、発電電力の電圧が所望の電圧以上となるように前記第1の昇圧回路の動作を制御する制御回路を有することを特徴としている。

50

## 【0025】

発電部の出力電力は電圧に対し、ピークを持つ略2次曲線を描く。従って発電部の出力電力の最大値に対応する電圧を、第1の昇圧回路の入力電圧つまり発電部の出力電圧が下回ると、発電部の出力電力が低下して効率的ではなくなる。上記の第1の昇圧回路の制御はこれを防止するためである。これにより、高効率で発電部、第1の昇圧回路を運転することが可能となる。

## 【0026】

上記に関連して、電源システムの設計においては、負荷の電力消費プロファイルから第1の昇圧回路の効率を考慮の上、発電部の仕様を決定することが好ましい。発電部の仕様とは内部インピーダンスのことであり、燃料電池ではこれに関連する因子として、発電部のサイズに関連する電極面積や電極間距離がある。この方法で決まったサイズが、最も小さい電源システムのサイズとなり、かつ、電源システムを高効率で駆動することとなる。10

## 【0027】

前記発電部が、燃料電池、太陽電池、熱電変換素子、電磁誘導、圧電変換素子から成る群の内少なくとも一つを用いることを特徴としている。

## 【0028】

これらは、少数セル数で用いる場合、もしくは、寸法が小さい場合、開回路にて極めて小さい電圧しか出力できない発電手段である。しかしながら、第2の昇圧回路を併用することにより、前記発電部を適用しても第1の昇圧回路を駆動することができるようになる。そのため発電部を大型化する必要がなくなり、小型電子機器向けの電源システムとして適用することができるようになる。特に燃料電池では、燃料を電極に供給する機構が各セルに必要であるが、本手段によればセル数が少数で済むようになるため、小型電子機器向けの電源システムとして有効である。20

## 【0029】

前記第2の昇圧回路に、スイッチドキャパシタタイプの昇圧回路を用いることを特徴としている。

## 【0030】

昇圧回路には、コイル、ショットキーダイオード、コンデンサを組み合わせた昇圧回路がある。このタイプではコイルの高さ分厚みが増す。それに対しスイッチドキャパシタタイプは高さが必要なく、容量が小さい場合ICチップ内に内蔵することも可能である。従って本解決の手段により第2の昇圧回路を小さくすることができるため、小型電子機器に適用するのに好ましいサイズの電源システムを創出可能となる。30

## 【0031】

また、前記第2の昇圧回路素子にSOI基板上に形成された半導体集積回路を用いることで、リーク電流をさらに低減することが可能となり、より好ましい。

## 【0032】

これにより、第2の昇圧回路が最低駆動電圧を極めて低くすることが可能となる。

## 【0033】

また、第二の昇圧回路の最低起動電圧は第一の昇圧回路の最低起動電圧よりも低くし、第一の昇圧回路を起動させるのに必要なだけ昇圧電圧を発生する事で、よりシステムの小型化を図る事が可能となる。40

## 【0034】

また、第1の昇圧回路の出力電圧を検出し、第1の昇圧回路の起動電圧より出力電圧が高い場合、第2の昇圧回路の駆動を停止する信号を発生する電圧検出回路を有するシステムとすることで効率良く第一の昇圧回路に電力を供給する事が可能となる。

## 【0035】

また、発電部と第1の昇圧回路制御端子間に接続され発電部の出力を最大電力制御する制御回路を有するシステムとすることで、発電部の電力を有効に第一の昇圧回路に供給することが可能となる。

## 【発明の効果】

**【0036】**

以上説明したように、上記課題を解決するために、本発明においては、発電電力を発生する発電部と、発電電力を発電電力の電圧よりも高い電圧を有する第1の昇圧電力に変換する第1の昇圧回路と、発電電力を発電電力の電圧よりも高い電圧を有する第2の昇圧電力に変換する第2の昇圧回路と有し、前記第1の昇圧電力で負荷を駆動する電源システムであって、第2の昇圧電力を利用して、第1の昇圧回路を起動することを特徴としている。

**【0037】**

これにより、第1の昇圧回路の最低起動電圧を下げることなく第1の昇圧回路を駆動することができるようになる。つまり、第1の昇圧回路の効率が低下することなく、発電部の出力電力を高効率で負荷に用いることができるようになるため、発電部の体積を小さくすることが可能となる。

10

**【0038】**

第1の昇圧回路は、整流回路を介して供給される第1の昇圧電力により動作を持続すると共に、整流回路を介して供給される第1の昇圧電力の電圧を検出する電圧検出回路を有し、整流回路を介して供給される第1の昇圧電力が所望の電圧以上となった場合、第2の昇圧回路の駆動を停止することを特徴としている。

**【0039】**

これにより、発電部の電力が第2の昇圧回路を介して負荷に流れることを防止できるようになる。また第1の昇圧電力の電圧に応じて第2の昇圧回路の駆動を停止するため、当該条件下では第2の昇圧回路は駆動せず、効率を向上することが可能となる。

20

**【0040】**

以上、本発明により、携帯電話、ノートパソコンなどの小型電子機器のための電源システムであって、負荷を駆動するために昇圧回路を適用し、昇圧回路の起動電圧より出力電圧が低い発電手段を用いた場合でも、負荷を駆動することが可能となる小型の電源システムを提供することが可能となる。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0041】**

図1は本発明に係わる電源システムの概略ブロック図である。図1に示すように、本発明は、電力を発電する発電部10、発電部10で出力した電力を昇圧する第1の昇圧回路20、第1の昇圧回路20を起動するための第2の昇圧回路30、第2の昇圧回路30のON/OFFを制御する電圧検出回路40、第2の昇圧回路30の電力を第1の昇圧回路20にのみ流すためのダイオード素子50、第1の昇圧回路20を制御する制御回路60を備えている。電子機器などの負荷回路は、第1の昇圧回路20から出力した電力を用いて駆動している。

30

**【0042】**

本発明は、ノートパソコン、携帯電話、デジタルスチルカメラ、PDAといった小型電子機器を負荷回路とした時の電源システムに関するものである。従って求められる特徴として、小型、軽量、高エネルギー密度、高信頼性がある。高エネルギー密度を得るために、発電した電力で負荷回路を駆動する時の消費電力と出力電力の比率、つまり、効率が高いことが要求される。

40

**【0043】**

本実施例では、前記構造の具体例として、発電部10に直接メタノール形燃料電池、第2の昇圧回路30にスイッチドキャパシタ、ダイオード素子50にショットキーダイオードを用いている。

**【0044】**

本発明は、発電部10の出力電圧が、第1の昇圧回路20や負荷回路の最低駆動電圧より低い場合でも、効率良く電力を供給することができ、小型電子機器に搭載可能なサイズの電源システムを提供している。

**【0045】**

50

直接メタノール形燃料電池を用いた各種電源システムの仕様比較を図5に示す。燃料電池を用いる電源システムの構造としては、次の三タイプが考えられる。(1)燃料供給を強制的に行わない単セルの燃料電池と昇圧回路等を組み合わせた図1のタイプ、(2)燃料供給を強制的に行う燃料電池、(3)燃料供給を強制的に行わない燃料電池で複数セルを直列接続したタイプ。この内、(1)が本実施例の電源システムである。

#### 【0046】

図2は比較例(2)の電源システムを示す上面からの模式図である。電極70、空気供給用のコンプレッサ100、燃料供給用のポンプ110に配管110が接続されており、燃料タンク80が配設されている。電極70は単セルのみ書き記したが、実際にはこの奥行き方向に複数のセルが積層されている。この他、コンプレッサ100やポンプ110の駆動用制御回路がある。特徴として、燃料を強制的に供給しているため内部インピーダンスが低く、電極面積は小さくて済むことが挙げられる。但し、ポンプ、配管といった燃料供給系を駆動するのに電力がかかるためにその分発電量と燃料体積を多くしなければならないこと、駆動用の制御回路が必要であること、燃料供給系と制御系とで体積をとることなどの短所がある。

#### 【0047】

図3は比較例(3)の電源システムを示す上面からの模式図である。極めて多数の電極70が平面状に並んでおり、これに燃料タンク80から配管110を通して燃料が自然に送液される。複数の電極70同士は互いに接しないように隙間が空いており、また、直列接続されている。内部インピーダンスが高いため、電極面積が大きく、燃料タンク80の体積も大きい。特徴は、最も簡単な構造であるが、直列数が極めて多くなることである。これは、直接メタノール形燃料電池の内部インピーダンスが高く出力電圧が低いこと、電子機器の駆動電圧が高いことが原因である。また複数セルの直列接続においては、唯一つのセルの性能ばらつきが当該セルの急速な劣化を引き起こし、そのために全体が通電不可能となる。従って性能のばらつきが一切許されず、この状態では、小型電子機器向けの電源として信頼性の高い製品製造は困難である。

#### 【0048】

それに対し、(1)はサイズ、製造の両面から、他のタイプと比較して有利である。小型電子機器として携帯電話を用いた場合の各種電源システムの仕様比較例を表1に示す。

#### 【0049】

(1)では、(2)のように燃料供給系やその制御系に体積をとられないため、小サイズである。

#### 【0050】

また(1)の燃料タンクや燃料供給系の体積は(3)とほぼ同等であるが、電極部の体積が大きく異なる。電極は、(1)が単セルであるのに対し、(3)は複数のセルが接続される。従って(3)はセル間の体積が電極部体積を大きくしている。セル数が理由で、(1)は製造面でも非常に有利である。

#### 【0051】

また(4)に、昇圧回路等の効率が(1)の50%程度しかないものを比較例とした。これは本発明の通り、第2の昇圧回路30であるスイッチドキャパシタの制御、ダイオード素子50による電流逆流の防止、制御回路60による昇圧回路の制御などを施していない場合である。負荷回路を駆動するには、(1)と比較して低効率な分、発電量と燃料量を多くしなければ成らない。従って、電極、燃料タンクの大きさが極めて大きくなつた。

#### 【0052】

すなわち本発明により、携帯電話に適用するのに最適な電源システムを作製することが可能となつた。

#### 【0053】

本発明は、上記実施例に限定されるものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0054】

10

20

30

40

50

【図1】本発明による実施例の電源システムの概略ブロック図である。

【図2】比較例(2)の電源システムを示す上面からの模式図である。

【図3】比較例(3)の電源システムを示す上面からの模式図である。

【図4】従来例の概略ブロック図である。

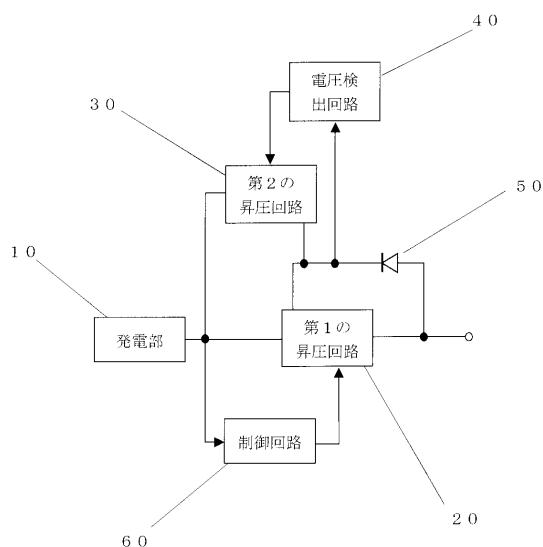
【図5】直接メタノール形燃料電池を用いた各種電源システムの仕様比較。

【符号の説明】

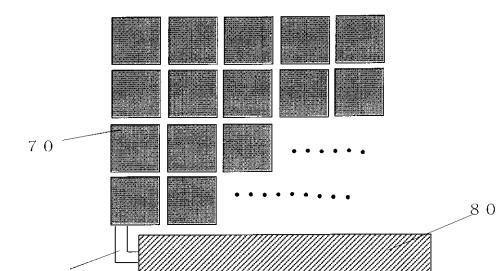
【0055】

10	発電部	
11	燃料電池	
12	二次電池	10
20	第1の昇圧回路	
21	電力変換装置	
30	第2の昇圧回路	
40	電圧検出回路	
50	ダイオード素子	
60	制御回路	
61	充電制御手段	
70	電極	
80	燃料タンク	
90	コンプレッサ	20
100	ポンプ	
110	配管	
120	スイッチ	
130	負荷	

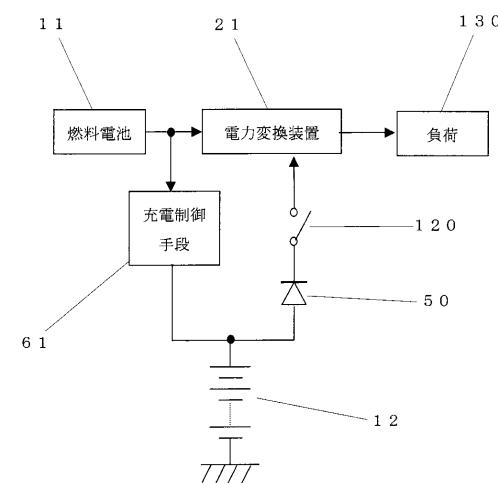
【図1】



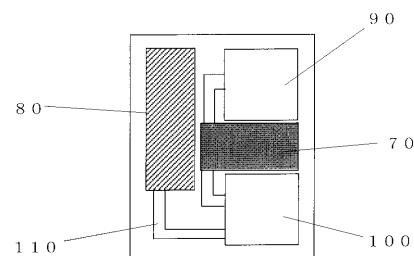
【図3】



【図4】



【図2】



## 【図5】

直接メタノール形燃料電池を用いた各種電源システムの仕様比較

	体積(cm <sup>3</sup> )					直列 数
	電極部	燃料供 給系	燃料 タンク	回路 (制御、昇圧)	Total	
(1)実施例	14	1	21	2	38	1
(2)比較例	11	22	6	5	44	8
(3)比較例	30	1	19	1	51	40
(4)比較例	25	1	38	2	66	1

---

フロントページの続き

(72)発明者 岩崎 文晴

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツルメンツ株式会社内

審査官 廣瀬 文雄

(56)参考文献 特開平02-276465(JP,A)

特開2003-134691(JP,A)

特開平02-276464(JP,A)

特開平09-073326(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/00 - 7/36

H01M 8/04 - 8/06

H02M 3/00 - 3/44