

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-299532

(P2007-299532A)

(43) 公開日 平成19年11月15日(2007.11.15)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)
HO 1 M 10/44 (2006.01)		HO 1 M 10/44	P		5 G 0 0 3
HO 1 M 8/00 (2006.01)		HO 1 M 8/00	A		5 H 0 2 6
HO 1 M 10/40 (2006.01)		HO 1 M 10/40	Z		5 H 0 2 9
HO 2 J 7/00 (2006.01)		HO 2 J 7/00	3 O 3 E		5 H 0 3 0
HO 1 M 8/10 (2006.01)		HO 1 M 8/10			
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁)					

(21) 出願番号 特願2006-123789 (P2006-123789)

(22) 出願日 平成18年4月27日(2006.4.27)

(71) 出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(74) 代理人 110000040

特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

(72) 発明者 戸高 義弘

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社内

(72) 発明者 中井 敏浩

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社内

(72) 発明者 三木 健

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社内

最終頁に続く

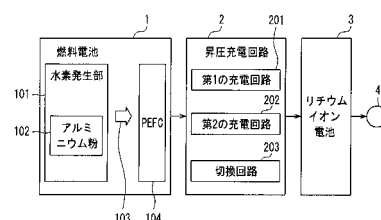
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】燃料電池発電の効率化を図りつつ、バッファ用電池の状態に応じた充電方法を選択的に切り替えることにより、効率化と安定化を図ることができる燃料電池システムを提供するものである。

【解決手段】リチウムイオン電池3の端子電圧が第1の充電電圧未満の場合、燃料電池1の出力電圧が第1の設定電圧となるように燃料電池の出力電流の制御を行なう第1の充電回路201と、リチウムイオン電池3の端子電圧が第1の充電電圧以上の場合、燃料電池1の出力電圧が低下しないように電流制御するとともに、リチウムイオン電池3への充電電圧を第1の充電電圧に保持する定電圧充電制御を行なう第2の充電回路202とを備え、第1の充電回路201と第2の充電回路202のうちいずれか一方を選択して、リチウムイオン電池3の充電を行うものである。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料を化学反応させて発電可能な燃料電池と、
充電可能な二次電池と、
前記燃料電池で発生された電力を、昇圧して前記二次電池に充電させる昇圧充電回路とを備えた燃料電池システムであって、
前記昇圧充電回路は、
前記二次電池の端子電圧が第 1 の充電電圧未満の場合、前記燃料電池の出力電圧が第 1 の設定電圧となるように前記燃料電池の出力電流の制御を行なう第 1 の充電回路と、
前記二次電池の端子電圧が第 1 の充電電圧以上の場合、前記燃料電池の出力電圧が第 1 の設定電圧以下へ低下することを防止するよう電流制御するとともに、前記二次電池への充電電圧を第 1 の充電電圧に保持する定電圧充電制御を行なう第 2 の充電回路とを備え、
前記第 1 の充電回路と前記第 2 の充電回路のうちいずれか一方を選択して、前記二次電池の充電を行うことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

前記昇圧充電回路は、前記第 2 の充電回路で前記二次電池の充電中に、前記二次電池の端子電圧が前記第 1 の充電電圧より低く設定した第 2 の充電電圧に低下した場合、前記第 1 の充電回路で前記二次電池の充電を行うよう切り替える請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記第 1 の充電回路は、
基準電圧源と、
前記基準電圧源の出力電圧と前記燃料電池の端子電圧とを比較し、その誤差電圧が出力される誤差増幅回路と、
前記誤差増幅回路から出力される誤差電圧によってデューティ比が可変されたパルスが出力される P W M 制御回路と、
前記 P W M 制御回路から出力されるパルスによってオンまたはオフに切り換えられ、前記二次電池の充電電流を増減させるスイッチとを備えた請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記第 2 の充電回路は、
基準電圧源と、
前記基準電圧源の出力電圧と前記燃料電池の端子電圧とを比較し、その誤差電圧が出力される誤差増幅回路と、
前記誤差増幅回路から出力される誤差電圧によって、オンまたはオフに切り換えられるダイオードと、
前記二次電池の端子電圧を分圧する分圧抵抗と、
前記ダイオードの出力電圧、または前記分圧抵抗で分圧された電圧によって、デューティ比が可変されたパルスが出力される P W M 制御回路と、
前記 P W M 制御回路から出力されるパルスによってオンまたはオフに切り換えられ、前記二次電池の充電電流を増減させるスイッチとを備えた請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

燃料を化学反応させて発電可能な燃料電池と、
充電可能な二次電池と、
前記燃料電池で発生された電力を、昇圧して前記二次電池に充電させる昇圧充電回路とを備えた燃料電池システムであって、
前記昇圧充電回路は、
基準電圧源と、

前記基準電圧源の出力電圧と前記燃料電池の端子電圧とを比較し、その誤差電圧が出力される誤差増幅回路と、

前記誤差増幅回路から出力される誤差電圧によって、オンまたはオフに切り換えられるダイオード特性を持ったダイオード回路と、

前記二次電池の端子電圧を分圧する分圧抵抗と、

前記ダイオード回路の出力電圧を、または前記分圧抵抗で分圧された電圧によってデューティ比が可変されたパルスが出力されるPWM制御回路と、

前記PWM制御回路から出力されるパルスによってオンまたはオフに切り換えられ、前記二次電池の充電電流を増減させるスイッチとを備えたことを特徴とする燃料電池システム。

10

【請求項6】

前記二次電池は、リチウムイオン電池で構成されている請求項1または5記載の燃料電池システム。

【請求項7】

前記燃料電池の燃料は、アルミニウム粉と水とから発生させた水素で構成されている請求項1または5記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水と水素発生物質とを反応させて水素を発生させて発電を行う燃料電池システムに関する。特に、燃料電池で発生した電力を蓄電装置（リチウムイオン電池）に蓄電させる燃料電池システムに好適である

20

【背景技術】

【0002】

近年、パソコン、携帯電話端末などのコードレス機器の普及に伴い、その電源である二次電池はますます小型化、高容量化が要望されている。現在、エネルギー密度が高く、小型軽量化が図れるリチウムイオン二次電池が実用化されており、ポータブル電源として需要が増大している。しかし、使用されるコードレス機器の種類によっては、このリチウム二次電池では未だ十分な連続使用時間を保証するまでには至っていない。

【0003】

30

このような状況の中で、上記要望に応え得る電池の一例として、固体高分子型燃料電池がある。固体高分子型燃料電池は、電解質に固体高分子電解質、正極活物質に空気中の酸素、負極活物質に燃料（水素、メタノール等）がそれぞれ用いられ、リチウムイオン電池よりも高エネルギー密度化が期待できる系として注目されている。このような燃料電池において、その水素供給源として、アルミニウム粉と水とを反応させて水素を発生させることが、特許文献1などで提案されている。この場合、アルミニウム粉に水を添加し加熱することにより、100以下の低温で水素を発生させることができるので、携帯用燃料電池に好適である。実際には、燃料の供給、すなわち水素の生成量の迅速な加減制御が困難であるため、燃料電池出力を二次電池（リチウムイオン電池等）に蓄電させるように構成することで、小型の携帯用燃料電池システムとして利用が容易となる。一般的な燃料電池は、電解質とそれを挟む一対の電極とで構成される単位であるセル（基本電池）を、複数個直列接続してスタックを形成している。複数のセルを直列接続することで、出力電圧を高めている。

40

【0004】

また、一般的に固体高分子型燃料電池の出力電圧は、1セル当たり1V以下となるものが多く、それに対しリチウムイオン電池は3.6V程度の電圧である。リチウムイオン電池は、自己放電が少なく、重量当たりの蓄電量が大きい等の理由から、燃料電池で発電された電力を蓄積するバッファとして好適である。リチウムイオン電池を燃料電池システムのバッファとして利用する場合、複数のセルをシリーズ化して発生電圧を高電圧化するが、燃料電池で発生した電圧を昇圧回路により高電圧に変換した後に、リチウムイオン電池

50

に充電させる必要がある。

【 0 0 0 5 】

ところで、このような燃料電池と二次電池とを組み合わせた燃料電池システムの一例は、特許文献 2 及び 3 に開示されている。特許文献 2 には、燃料電池の発電効率が最大になるように燃料電池出力電圧を制御しており、使用時間の長時間化が期待できる構成が開示されている。また、特許文献 3 には、二次電池の充電についての配慮がなされており、満充電判定を行って二次電池を充電することにより、電池の残容量等の管理を行う構成が開示されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 2 3 1 4 6 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 1 8 4 4 4 3 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 0 5 - 2 9 5 7 0 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら上記特許文献 1 から 3 に開示された構成では、燃料電池における発電、およびリチウムイオン電池に対する充電を、効率よく行うことができないという問題があった。

【 0 0 0 7 】

例えば、特許文献 2 には、発生させた水素を用いて燃料電池を如何に効率よく発電させるかについて記載されているが、リチウムイオン電池の残量や充電状況に応じて適切な充電を行う構成については開示されていない。

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 3 には、外部負荷がオフとなった場合に満充電判定を行って充電を制御すること（すなわち二次電池の充電管理）が記載されているが、燃料電池は急速な水素発生制御が困難なため、外部負荷の有無によらず発生した水素とリチウムイオン電池の状態とに基づく充電管理を行なう必要があり、この点に関しての配慮が不十分である。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記課題に鑑み、燃料電池発電の効率化を図りつつ、二次電池の状態に応じた充電方法を選択的に切り替えることにより、効率化と安定化を図ることができる燃料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】

【 0 0 1 0 】

上記目的を達成するために本発明の燃料電池システムでは、燃料を化学反応させて発電可能な燃料電池と、充放電可能な二次電池と、前記燃料電池で発生された電力を、前記二次電池に充電させる充電回路とを備えた燃料電池システムであって、前記充電回路は、前記二次電池の端子電圧が第 1 の充電電圧未満の場合、前記燃料電池の出力電圧が第 1 の設定電圧となるように前記燃料電池の出力電流の制御を行なう第 1 の充電回路と、前記二次電池の端子電圧が第 1 の充電電圧以上の場合、前記燃料電池の出力電圧第 1 の設定電圧以下へ低下することを防止するよう電流制御するとともに、前記二次電池への充電電圧を第 1 の充電電圧に保持する定電圧充電制御を行なう第 2 の充電回路とを備え、前記第 1 の充電回路と前記第 2 の充電回路のうちいずれか一方を選択して、前記二次電池の充電を行うものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、効率化や安定化を確保した燃料電池システムを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

本発明の燃料電池システムは、前記二次電池は、リチウムイオン電池で構成することが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

また、前記燃料電池の燃料は、アルミニウム粉と水とから発生させた水素で構成することが好ましい。

【 0 0 1 4 】

また、前記充電回路は、前記第 2 の充電回路で前記二次電池の充電中に、前記二次電池の端子電圧が前記第 1 の充電電圧より低く設定した第 2 の充電電圧に低下した場合、前記第 1 の充電回路で前記二次電池の充電を行うよう切り替えるよう構成することが好ましい。

【 0 0 1 5 】

また、前記第 1 の充電回路は、基準電圧源と、前記基準電圧源の出力電圧と前記燃料電池の端子電圧とを比較し、その誤差電圧が出力される誤差増幅回路と、前記誤差増幅回路から出力される誤差電圧によってデューティ比が可変されたパルスが出力される P W M 制御回路と、前記 P W M 制御回路から出力されるパルスによってオンまたはオフに切り換えられ、前記二次電池の充電電流を増減させるスイッチとを備えた構成とすることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

また、前記第 2 の充電回路は、基準電圧源と、前記基準電圧源の出力電圧と前記燃料電池の端子電圧とを比較し、その誤差電圧が出力される誤差増幅回路と、前記誤差増幅回路から出力される誤差電圧によって、導通または非導通に切り換えられるダイオードと、前記二次電池の端子電圧を分圧する分圧抵抗と、前記ダイオードの出力電圧、または前記分圧抵抗で分圧された電圧によって、デューティ比が可変されたパルスが出力される P W M 制御回路と、前記 P W M 制御回路から出力されるパルスによってオンまたはオフに切り換えられ、前記二次電池の充電電流を増減させるスイッチとを備えた構成とすることが好ましい。

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、低い出力電圧で、急速な出力制御の困難な燃料電池を有する燃料電池システムにおいて、燃料電池の効率を高める設定電圧に基づき燃料電池の出力電流を制御し、また、過度の燃料電池出力電圧の低下を引き起こさないようにしつつリチウムイオン電池を満充電状態まで充電制御することにより、効率化や安定化を確保した燃料電池システムを実現することができる。

【 0 0 1 8 】

また、燃料電池のセルを多数使用する場合、形態的に大きなものとなり、可搬性に支障をきたすため、燃料電池とリチウムイオン電池と昇圧回路を有する燃料電池システムが、アルミニウム粉を用いた燃料電池システムとして好適であるとして提案する。

【 0 0 1 9 】

(実施の形態 1)

まず、本実施の形態における燃料電池システムの概要について説明する。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、実施の形態 1 における燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 1 】

図 1 において、燃料電池システムは、燃料電池 1 と昇圧充電回路 2 とリチウムイオン電池 3 と出力端子 4 とを備えている。燃料電池 1 は、水素発生部 1 0 1 と固体高分子型燃料電池 1 0 4 (以下、P E F C と称する。P E F C : Polymer Electrolyte Fuel Cell) とを備えている。昇圧充電回路 2 は、第 1 の充電回路 2 0 1 と第 2 の充電回路 2 0 2 と切換回路 2 0 3 とを備えている。

【 0 0 2 2 】

水素発生部 1 0 1 は、アルミニウム粉 1 0 2 に水を添加し加熱することにより、水素 1 0 3 を発生させている。発生された水素 1 0 3 は、P E F C 1 0 4 に供給されている。

【 0 0 2 3 】

P E F C 1 0 4 は、電解質とそれを挟む一対の電極 (正極・負極) とで構成されたセル

を、複数個備えてスタックを形成している。電解質には、固体高分子電解質が使われている。また、正極には正極活物質である空気中の酸素が供給され、負極には負極活物質である燃料（水素、メタノール）が供給されている。負極には、水素発生部 101 で発生した水素 103 が供給される。この構成において、負極活物質の水素イオンが電解質を通して正極側へ移動し、酸素分子と結合する時に、外部回路中を電子が移動し発電される。なお、P E F C 104 において使用される電解質、正極活物質、負極活物質の構成は、上記に限定されるものではない。

【0024】

第 1 の充電回路 201 は、リチウムイオン電池 3 の電圧が第 1 の充電電圧未満の場合に、リチウムイオン電池 3 の充電を行う回路である。具体的な充電制御は、P E F C 104 の出力電圧が第 1 の設定電圧となるように P E F C 104 から電流を取り出す電流制御を行ない、それを昇圧し、充電電流としてリチウムイオン電池 3 に充電する。その際、第 1 の設定電圧は、燃料電池 1 の出力効率を高める電圧に設定されていることにより、効率化を図ることができる。

【0025】

第 2 の充電回路 202 は、リチウムイオン電池 3 の電圧が第 1 の充電電圧に達した場合に切換回路 203 によって選択され、第 1 の充電電圧を維持するように昇圧充電回路 2 の出力電圧を制御し、リチウムイオン電池 3 の充電を行う回路である。その際、同時に、燃料電池 1 の出力電圧を監視し、出力電圧が第 1 の設定電圧以下とならないように昇圧動作を制限している。すなわち、リチウムイオン電池 3 の出力増加により昇圧充電回路 2 が燃料電池 1 の出力電流を増加させようとした場合でも、それを阻止することにより燃料電池 1 の出力電圧の低下を防止している。

【0026】

切換回路 203 は、リチウムイオン電池 3 の両端端子電圧に基づき、第 1 の充電回路 201 と第 2 の充電回路 202 のうちいずれかを選択するよう切り替える回路である。本実施の形態では、リチウムイオン電池 3 の両端端子電圧が第 1 の充電電圧未満の時は第 1 の充電回路 201 を選択し、第 1 の充電電圧以上の時は第 2 の充電回路 202 を選択するように切り換えている。なお、切換回路 203 は、スイッチ素子の接点の接続 / 非接続で切り換える構成や、トランジスタやダイオードなどの半導体素子のオン / オフで切り換える構成などが考えられる。また、切換回路 203 は、リチウムイオン電池 3 の両端端子電圧と第 1 の充電電圧との比較に基づいて切り換えられている構成の他に、第 1 の充電電圧よりも低い第 2 の充電電圧を設定し、端子電圧が第 1 の充電電圧に到達した時は第 2 の充電回路 202 に切り換え、端子電圧が第 2 の充電電圧まで低下した時は第 1 の充電回路 201 に切り換えるように構成してもよい。

【0027】

出力端子 4 は、負荷（携帯端末の電源回路など）が接続される端子であり、出力端子 4 に電源回路などを接続させることで、リチウムイオン電池 3 から電源回路へ給電が行われ、携帯端末を動作させることができる。

【0028】

以下、動作を簡単に説明する。

【0029】

燃料電池 1 において、水素発生部 101 でアルミニウム粉 102 と水とによって発生された水素 103 は、P E F C 104 へ供給され、P E F C 104 において発電される。P E F C 104 から出力される電圧は、昇圧充電回路 2 により昇圧され、リチウムイオン電池 3 に充電される。昇圧充電回路 2 は、リチウムイオン電池 3 を充電するにあたって、リチウムイオン電池 3 の両端で測定される電圧に基づき切換回路 203 が切り替えられて、第 1 の充電回路 201 または第 2 の充電回路 202 で充電が行われる。

【0030】

なお、切換回路 203 は、予め設定されている第 1 の充電電圧と、リチウムイオン電池 3 の端子電圧とを比較し、第 1 の充電回路 201 と第 2 の充電回路 202 のうちいずれか

一方を選択するよう切り替えられている。

【0031】

また、昇圧充電回路2において、リチウムイオン電池3の端子電圧が第1の充電電圧未満の場合は、第1の充電回路201が選択される。第1の充電回路201は、PEFC104の出力電圧が第1の設定電圧となるように、PEFC104から電流を取り出す電流制御を行ない、それを昇圧し、充電電流としてリチウムイオン電池3に充電する。

【0032】

一方、リチウムイオン電池3の電圧が第1の充電電圧に達した場合は、第2の充電回路202が選択され、第1の充電電圧を維持するように昇圧充電回路2の出力電圧を制御し、リチウムイオン電池3の充電が行われる。その際、同時に、PEFC104の出力電圧を監視し、PEFC104の出力電圧が第1の設定電圧以下にならないように制御されている。すなわち、リチウムイオン電池3から出力端子4に出力される電力が増加し、昇圧充電回路2がPEFC104の出力電流を増加させようとした場合でも、第2の充電回路202によってそれが阻止されることにより、PEFC104の出力電圧の低下を防止している。つまり、リチウムイオン電池3の充電電圧が、第1の充電電圧と一致あるいは近似する電圧になるように、定電圧充電制御(CV充電)が行われている。

【0033】

このように、昇圧充電回路2は、充電時にリチウムイオン電池3の端子電圧を測定し、第1の充電電圧未満の場合は第1の充電回路201で充電が行われ、第1の充電電圧以上の場合は第2の充電回路202によって充電が行われる。また、第1の充電回路201で充電中に、端子電圧が第1の充電電圧に到達した時は、第2の充電回路202に切り替えられる。

【0034】

次に、負荷接続時の動作を説明する。

【0035】

負荷に給電を行う場合、まずリチウムイオン電池3から出力端子4を介して、負荷に電流が流れる。この時、燃料電池1の水素発生部101において、アルミニウム粉102からの水素発生の開始や停止に時間を要するため、リチウムイオン電池3の端子電圧は低下する。リチウムイオン電池3の端子電圧が第1の充電電圧未満に低下すると、切換回路203は第1の充電回路201を選択するよう切り換えられ、第1の充電回路201は燃料電池1の出力電流を制御してリチウムイオン電池3の充電が行われる。充電中にリチウムイオン電池3の端子電圧が第1の充電電圧に到達したら、切換回路203は第2の充電回路202を選択するよう切り換えられ、リチウムイオン電池3は第2の充電回路202によって定電圧充電(CV充電)が行われる。

【0036】

また、燃料電池1からの電力供給を停止させる際、水素発生部101における水素発生動作を停止させる必要があるが、水素発生部101の水素発生動作を停止させても、すぐにPEFC104への水素供給は停止されず、水素103の供給がしばらく継続される。したがって、PEFC104においては発電動作が継続され、昇圧充電回路2の動作によりリチウムイオン電池3の充電が進んでしまう。しかし、充電が進行し、リチウムイオン電池3が満充電状態近くになったとしても、切換回路203によって第1の充電回路201から第2の充電回路202に切り替えられることにより、定電圧充電によって充電電圧の上昇を抑えつつ、燃料電池1の出力電圧の低下を防止しながら充電が継続される。すなわち、充電動作による燃料電池1の出力電圧の過度の低下を防止しつつ、リチウムイオン電池3の過充電を防止している。

【0037】

以上のような燃料電池システムによれば、燃料電池1において水素発生に時間を要する場合でも、負荷変動に対応した充電を行うことができる。また、効率的で、機器の保護を配慮した充電を行うことができる。

【0038】

10

20

30

40

50

次に、昇圧充電回路 2 の具体構成について説明する。

【 0 0 3 9 】

昇圧充電回路 2 は、入力される直流電流を昇圧して出力する回路であり、DC - DC コンバータのような動作を行う回路である。まずは、一般的な昇圧型 DC - DC コンバータの構成について説明する。

【 0 0 4 0 】

図 7 は、昇圧形の DC - DC コンバータの回路図である。図 7 において、DC - DC コンバータ 5 0 には、電源 5 1 と負荷 5 2 とが接続されている。DC - DC コンバータ 5 0 は、PWM 制御回路 6 0 と変換回路 7 0 と分圧抵抗 5 3 及び 5 4 とを備えている。PWM 制御回路 6 0 は、基準電源 6 1、誤差増幅器 6 2、スイッチ制御回路 6 3 を備えている。変換回路 7 0 は、インダクタ 7 1、ダイオード 7 2、スイッチ 7 3 を備えている。

10

【 0 0 4 1 】

以下、動作を簡単に説明する。

【 0 0 4 2 】

図 7 において、スイッチ制御回路 6 3 はスイッチ 7 3 をオン / オフするよう切換制御する回路であり、スイッチ 7 3 が FET (電界効果トランジスタ) 等で構成されている場合、通常、一定周期のパルスを出力し、そのデューティ比を誤差増幅回路 6 2 からの出力により変化させる回路である。本例では、誤差増幅回路 6 2 の出力が高くなった場合はオンの期間を長くし、より負荷に電力を供給する動作を行うように構成されている。

【 0 0 4 3 】

負荷 5 2 の両端電圧 V_{out} を分圧抵抗 5 3 及び 5 4 により分圧した電圧 V_1 と、基準電源 6 1 の電圧 V_{R3} とは、誤差増幅回路 6 2 に入力され、両電圧を比較しその誤差電圧が出力される。ここで、負荷 5 2 の電圧 V_{out} が高く、分圧された電圧 V_1 が基準電源 6 1 の電圧 V_{R3} よりも高い場合、誤差増幅回路 6 2 の出力が低下し、スイッチ制御回路 6 3 によるスイッチ 7 3 のオンの期間が短く (デューティ比が低く) なるよう制御される。これにより、負荷 5 2 への電力供給が低下し、出力電圧 V_{out} を低下させるように制御が行なわれる。

20

【 0 0 4 4 】

なお、変換回路 7 0 では、スイッチ 7 3 がオンになっている期間、電源 5 1 からインダクタ 7 1 に電流が流れて、インダクタ 7 1 において磁界エネルギーを蓄えられる。スイッチ 7 3 がオフとなった場合、インダクタ 7 1 に蓄積された磁界エネルギーにより、インダクタ 7 1 が電流の流れを継続させるようにインダクタ 7 1 の両端電圧が増加するため、ダイオード 7 2 を通じて負荷 5 2 に電流が供給されるような動作が行なわれる。このような動作により、電源 5 1 から高い電圧を負荷 5 2 に供給することができる (DC - DC コンバータの基本動作)。

30

【 0 0 4 5 】

このような DC - DC コンバータを小型に実現するため、基準電源 6 1、誤差増幅回路 6 2、スイッチ制御回路 6 3 を含む PWM 制御回路 6 0 を、IC 化した部品が市販されている。例えば、リニアテクノロジー社の LS1919 等があり、一般に「PWM 制御 IC」等の名称で流通している。

40

【 0 0 4 6 】

なお、図 7 に示す回路構成において、ダイオード 7 2 (いわゆるフライホイールダイオード) の変わりに、FET 等のスイッチを設け、スイッチ 7 3 との協調動作により DC - DC コンバータを実現することもできる。このような構成を図 8 に示す。

【 0 0 4 7 】

図 8 において、図 7 の構成と異なるのは、スイッチ制御回路 6 3 に代えて端子 5 0 d が追加されたスイッチ制御回路 6 4 を設けた点と、ダイオード 7 2 に代えてスイッチ 7 4 を設けた点である。スイッチ 7 4 の切り換え動作は、スイッチ制御回路 6 4 から端子 5 0 d 及び 7 0 d を介して入力される制御信号によって制御される。スイッチ制御回路 6 4 により、スイッチ 7 3 とスイッチ 7 4 とをオン / オフ切り換え制御することにより、DC - D

50

C 変換動作を行なわせることができる。このような構成は、いわゆる同期整流形 DC - DC コンバータとして知られている。

【 0 0 4 8 】

次に、第 1 の充電回路の構成について説明する。

【 0 0 4 9 】

図 2 は、第 1 の充電回路の具体的な回路構成を示す回路図である。図 2 の構成は、燃料電池システムに第 1 の充電回路を搭載した場合の構成を示している。なお、第 1 の充電回路は、図 2 における第 1 の充電補助回路 2 1 と PWM 制御回路 2 4 と変換回路 2 5 とで構成されている。

【 0 0 5 0 】

図 2 において、昇圧充電回路 2 は、燃料電池 1 とリチウムイオン電池 3 とに接続され、第 1 の充電補助回路 2 1、PWM 制御回路 2 4、変換回路 2 5 を備えている。補助回路 2 1 は、基準電源 2 2、誤差増幅回路 2 3 を備えている。変換回路 2 5 は、インダクタ 2 6、ダイオード 2 7、スイッチ 2 8 を備えている。なお、PWM 制御回路 2 4 の具体構成は、図 5 の PWM 制御回路 6 0 に示す構成と同等である。

【 0 0 5 1 】

以下、動作について説明する。

【 0 0 5 2 】

図 2 において、燃料電池 1 で発生した電圧 V_{IN} に基づく電圧 V_1 は、端子 2 a 及び 2 1 a を介して誤差増幅回路 2 3 の反転入力端子に入力される。一方、基準電源 2 2 の基準電圧 V_{R1} は誤差増幅回路 2 3 の非反転入力端子に入力される。誤差増幅回路 2 3 は、入力される電圧 V_1 と基準電圧 V_{R1} とを比較し、両電圧の誤差分を増幅して出力する。誤差増幅回路 2 3 の出力電圧は、端子 2 1 b を介して PWM 制御回路 2 4 に入力される。

【 0 0 5 3 】

PWM 制御回路 2 4 は、図 7 の PWM 制御回路 6 0 に示すように構成されており、誤差増幅回路 2 3 から入力される電圧と基準電圧 V_{R3} とに基づき、所定のデューティ比を有する PWM パルスを出力する。PWM 制御回路 2 4 から出力される PWM パルスはスイッチ 2 8 に入力され、スイッチ 2 8 は一定の周期でオン / オフに切換え制御される。

【 0 0 5 4 】

なお、PWM 制御回路 2 4 の出力パルスは、そのデューティ比が、誤差増幅回路 2 3 からの出力によって変化する。本例では、誤差増幅回路 2 3 の出力が高くなった場合（入力電圧 V_1 が低い場合）は、スイッチ 2 8 のオン期間を長くし、リチウムイオン電池 3 に、より大きな電力を供給している。また、誤差増幅回路 2 3 の出力が低い場合（入力電圧 V_1 が高い場合）は、スイッチ 2 8 のオン期間を短くし、リチウムイオン電池 3 に小さな電力を供給している。

【 0 0 5 5 】

PWM 制御回路 2 4 において、端子 2 1 b を介して入力される電圧が上昇する場合、変換回路 2 5 の昇圧動作を低下（すなわち、スイッチ 2 8 のオン時間を縮小しダイオード 2 7 を通じて出力される電流を低下させる）させており、この動作を利用して第 1 の充電回路 2 0 1（図 1 参照）を実現している。

【 0 0 5 6 】

具体的な動作としては、燃料電池 1 の電圧 V_1 が下降すると、誤差増幅回路 2 3 から端子 2 1 b を介して PWM 制御回路 2 4 へ入力される電圧は上昇する。そのため、変換回路 2 5 におけるスイッチ 2 8 のスイッチング動作が低下するので、リチウムイオン電池 3 の充電電流、すなわち燃料電池 1 の出力電流が低下し、燃料電池 1 の電圧 V_{IN} 及び電圧 V_1 は上昇する。

【 0 0 5 7 】

燃料電池 1 の出力電圧 V_1 が下降した場合も同様であり、基準電源 2 2 の設定に応じて、燃料電池 1 が一定の出力電圧となるように電流制御される。このように制御されるため、基準電源 2 2 の出力電圧 V_{R1} の設定を、燃料電池 1 の運転効率が高くなるように設定す

10

20

30

40

50

れば、燃料電池システムの効率化が図れる。

【 0 0 5 8 】

以上のように構成された第 1 の充電回路により、燃料電池 1 の出力電圧を一定に保ちつつ、リチウムイオン電池 3 への充電を行うことができる。

【 0 0 5 9 】

次に、第 2 の充電回路の構成について説明する。

【 0 0 6 0 】

図 3 は、第 2 の充電回路の具体的な回路構成を示す回路図である。図 3 の構成は、燃料電池システムに第 2 の充電回路を搭載した場合の構成を示している。なお、図 3 において、図 2 の構成と同様の構成要素については、同一番号を付与して説明は省略する。また、第 2 の充電回路は、第 2 の充電補助回路 3 1 と P W M 制御回路 2 4 と変換回路 2 5 とで構成されている。

10

【 0 0 6 1 】

図 3 において、第 2 の充電補助回路 3 1 は、基準電源 3 2、誤差増幅回路 3 3、ダイオード 3 4、分圧抵抗 3 5 及び 3 6 を備えている。さらに、変換回路 2 5 の出力電圧（すなわちリチウムイオン電池 3 の端子電圧）が入力される端子 3 1 d が配され、分圧抵抗 3 5 及び 3 6 に接続されている。

【 0 0 6 2 】

以下、動作について説明する。

【 0 0 6 3 】

図 3 において、燃料電池 1 の出力電圧 V_{IN} が高い場合の動作について説明する。この場合、誤差増幅回路 3 3 の出力電圧は低下しているので、P W M 制御回路 2 4 の入力に対してダイオード 3 4 は逆極性となり、燃料電池 1 の出力電圧の影響は受けない。一方、リチウムイオン電池 3 の電圧 V_{CG} は、分圧抵抗 3 5 及び 3 6 により分圧され、P W M 制御回路 2 4 に入力される。従って、第 2 の充電補助回路 3 1 は、図 7 に基づいて説明したような D C - D C 変換動作を行うことになり、変換回路 2 5 から一定の電圧がリチウムイオン電池 3 に出力され、定電圧充電が行われる。

20

【 0 0 6 4 】

この場合に、分圧抵抗 3 5 及び 3 6 における分圧比の設定により、リチウムイオン電池 3 への充電電圧を、所望の電圧（第 1 の充電電圧）に設定することができる。よって、充電電圧をリチウムイオン電池 3 の充電の際に利用される終止電圧に設定しておくことにより、リチウムイオン電池 3 の過充電を防止することができる。

30

【 0 0 6 5 】

図 3 に示す構成では、上記のようにリチウムイオン電池 3 に対して定電圧充電を継続するが、端子 3 a 及び 3 b は外部に出力されて外部負荷に電力が供給されているので、外部負荷の状態によっては、リチウムイオン電池 3 が大きく放電する場合がある。このような場合、リチウムイオン電池 3 の両端の電圧 V_{CG} が低下する。電圧 V_{CG} が低下すると、分圧抵抗 3 5 及び 3 6 によって分圧される電圧が低下するため、P W M 制御回路 2 4 の入力電圧が低下する。よって、P W M 制御回路 2 4 は、デューティ比が高い P W M パルスを出し、スイッチ 2 8 へ出力し、スイッチ回路 2 8 はオン期間が長いスイッチング動作が行われる。これにより、燃料電池 1 は、出力電流が増大し、出力電圧が低下することになる。

40

【 0 0 6 6 】

過度の電流増加による燃料電池 1 の出力電圧の低下は、燃料電池 1 の劣化を招くため、これを防止する必要がある。このような状態が生じた場合、先に図 2 を参照して説明したように、電圧 V_1 が低下するため誤差増幅回路 3 3 の出力電圧が上昇し、ダイオード 3 4 を通じて P W M 制御回路 2 4 へ入力される電圧が上昇する。そのため、変換回路 2 5 の変換動作が低下（P W M 信号のデューティ比が低くなる）し、燃料電池 1 の出力電流が低下するので、燃料電池 1 の電圧 V_{IN} の低下を防止できる。

【 0 0 6 7 】

このような動作により、第 2 の充電回路は、燃料電池 1 の出力電圧 V_{IN} が第 1 の設定電

50

圧に対して低下することを防止しつつ、リチウムイオン電池 3 の充電電圧 V_{CG} を第 1 の充電電圧に設定し、定電圧充電制御を継続できる。

【0068】

なお、外部負荷が大きくなった場合、燃料電池 1 の出力による充電電流と、リチウムイオン電池 3 の放電電流との総和により負荷電流が供給され、負荷が低下した場合はリチウムイオン電池 3 に充電が再開される。このような動作により、リチウムイオン電池 3 はバッファとしての動作を実現している

また、図面には示さなかったが、燃料電池 1 を動作させるため、例えばアルミニウム粉への水の供給、或いは、それを加熱する等の処置をする必要があり、そのためのポンプ等の機器、いわゆる補機を動作させる必要があるが、補機を動作させるための電源は、リチウムイオン電池 3 を利用することで、部品点数の削減などの効果がある。なお、補機へ給電するための構成や動作については、説明を省略する。

10

【0069】

また、第 2 の充電補助回路 31 は図 3 に示す構成に限らず、図 4 に示すように構成してもよい。図 4 において、図 3 に示す第 2 の充電補助回路 31 の構成と異なる点は、増幅回路 37 を追加した点である。増幅回路 37 は、非反転入力端子に誤差増幅回路 33 の出力端子が接続され、反転入力端子にダイオード 34 の出力端子が接続されている。また、図 5 A は図 3 におけるダイオード 34 の入力電圧 V_{Di} と出力電圧 V_{Do} との関係を示す特性図で、図 5 B は図 4 におけるダイオード 34 の入力電圧 V_{Di} と出力電圧 V_{Do} との関係を示す特性図である。

20

【0070】

図 5 A に示すように、図 3 に示す第 2 の充電補助回路 31 の構成では、入力電圧 V_{Di} に対して出力電圧 V_{Do} が徐々に上昇する特性であるため、ダイオード 34 の導通開始時のダイオード特性や温度依存性により、出力電圧 V_{Do} が変動（図 5 A の点線に示す特性）する可能性があり、燃料電池 1 の出力電圧低下を防止する設定電圧の精度等が低下してしまう。一方、第 2 の充電補助回路を図 4 に示すように構成すれば、増幅回路 37 において増幅された電圧に基づいてダイオード 34 が導通状態になるため、出力電圧 V_{Do} を急峻に立ち上げることができ、温度依存性が少ない出力電圧 V_{Do} を得ることができる。

【0071】

以上、リチウムイオン電池 3 の充電制御を行う第 1 の充電回路、第 2 の充電回路の具体的な回路構成や動作について説明したが、次に、両充電回路を搭載した燃料電池システムの概要について説明する。

30

【0072】

図 6 は、第 1 の充電回路及び第 2 の充電回路を備えた燃料電池システムの、要素的な内容を説明するためのブロック図である。なお、図 6 には各充電回路の明確な記述はないが、第 1 の充電補助回路 21 と PWM 制御回路 24 と変換回路 25 とが動作してリチウムイオン電池 3 の充電を行う動作が、「第 1 の充電回路による充電動作」に相当する。また、第 2 の充電補助回路 31 と PWM 制御回路 24 と変換回路 25 とが動作してリチウムイオン電池 3 の充電を行う動作が、「第 2 の充電回路による充電動作」に相当する。

【0073】

図 6 において、第 1 の充電補助回路 21 の具体構成は、図 2 に示した通りである。第 2 の充電補助回路 31 の具体構成は、図 3 または図 4 に示した通りである。PWM 制御回路 24 の具体構成は、図 5 に示した通りである。変換回路 25 の具体構成は、図 2 または図 3 に示した通りである。

40

【0074】

切換回路 29 は、前述したように、第 1 の充電回路及び第 2 の充電回路は PWM 制御回路 24 を通じて制御されるように説明したが、これを利用して切り替えを簡便に実施するように構成している。また、切換回路 29 は、リチウムイオン電池 3 の両端の電圧 V_{CG} を監視し、電圧 V_{CG} が第 1 の充電電圧に達するまでは第 1 の充電補助回路 21 からの出力を PWM 制御回路 24 に伝え、電圧が第 1 の充電電圧に達した後は第 2 の充電補助回路 31

50

からの出力を P W M 制御回路 2 4 に伝えることにより、2 つの充電回路を切り替えて動作させている。

【 0 0 7 5 】

なお、外部負荷によりリチウムイオン電池 3 が放電する場合を想定して、第 2 の充電回路で充電中にリチウムイオン電池 3 の電圧が低下しても、一定のヒステリシスを持たせるように、第 2 の充電電圧に低下するまでは第 2 の充電回路による充電を継続する構成にしておいてもよい。

【 0 0 7 6 】

以下、このような切替回路 2 9 の一実施例を、図 9 を参照して動作を説明する。

【 0 0 7 7 】

図 9 に於いて、端子 2 9 a から 2 9 e までの端子は、図 6 の切替回路 2 9 に示されている端子であり、切替回路の内部回路の接続状態を説明するために図示している。図 9 の切替回路 2 9 は、スイッチ 9 0、基準電源 9 1、コンパレータ 9 2 を備えている。なお、スイッチ 9 0 は説明の都合上、制御電圧が高い (H i) の場合、端子 2 9 a 側を選択するものとする。

【 0 0 7 8 】

このような回路構成では、端子 2 9 a から入力される第 1 の充電補助回路 2 1 の信号がスイッチ 9 0 により選択されて端子 2 9 e を通じて P W M 制御回路 2 4 に接続される場合には、先に述べたように「第 1 の充電回路による充電動作」が行われる。一方、スイッチ 9 0 により端子 2 9 b の信号が選択されて端子 2 9 e に出力される場合は「第 2 の充電回路による充電動作」が行われる。従って、基準電源 9 1 を第 1 の充電電圧に設定しておけば、端子 2 9 d の電圧が基準電源 9 1 より低い場合、すなわち、リチウムイオン電池 3 の電圧が第 1 の充電電圧より低い場合、コンパレータ 9 2 の出力は H i となり、スイッチ 9 0 は端子 2 9 a を選択するので、「第 1 の充電回路による充電動作」が行われることになる。

【 0 0 7 9 】

充電が進行し、リチウムイオン電池 3 の電圧が第 1 の充電電圧より上昇した場合、コンパレータ 9 2 の出力が反転するのでスイッチ 9 0 は端子 2 9 b を選択し、「第 2 の充電回路による充電動作」が行われる。

【 0 0 8 0 】

このように、切替回路 2 9 により充電動作の切替えを行うが、このような回路構成ではコンパレータ 9 2 の入力にノイズ等が混入される場合、切替えの動作が頻発に発生する問題が生じることがある。そこで、切替に際して、先に説明したように一定のヒステリシスを持たせてもよく、これを実現する為の一実施例を図 1 0 に示し、以下説明する。

【 0 0 8 1 】

図 1 0 は、図 9 のコンパレータに抵抗 9 3 及び抵抗 9 4 を追加してヒステリシスを持たせ、更に、ヒステリシスの電圧を設定しやすくするためにダイオード 9 5 を追加した構成である。

【 0 0 8 2 】

図 1 0 において、端子 2 9 d の電圧が十分に低い場合、コンパレータ 9 2 の出力は H i となるが、この場合、ダイオード 9 5 は非導通方向に電圧が印加されるので、抵抗 9 3 には電流が流れず、基準電源 9 1 の電圧がそのままコンパレータ 9 2 に入力される。従って、基準電源 9 1 の電圧にリチウムイオン電池 3 の電圧が到達するまで、スイッチ 9 0 は端子 2 9 a を選択するので、「第 1 の充電回路による充電動作」により充電が行われる。

【 0 0 8 3 】

充電が進行するにつれて端子 2 9 d のリチウムイオン電池 3 の電圧が上昇するが、端子 2 9 d の電圧が基準電源 9 1 を超えた場合、コンパレータ 9 2 が反転し L o w となる。この場合、スイッチ 9 0 が端子 2 9 b を選択するので、充電動作としては「第 2 の充電回路による充電動作」が行われる。このとき、同時にダイオード 9 5 が導通状態になるので、抵抗 9 3 を通じて抵抗 9 4 に基準電源 9 1 から電流が流出する方向に電流が流れ、基準電

10

20

30

40

50

源 9 1 の出力電圧から抵抗 9 4 による電圧降下の分だけ低下した電圧がコンパレータ 9 2 に印加される。従って、第 1 の充電電圧より低い電圧まで端子 2 9 d の電圧が低下しないとコンパレータ 9 2 の出力が再度反転し、H i とならない。

【 0 0 8 4 】

このように、ヒステリシス動作を持たせることができるが、そのヒステリシスの幅は抵抗 9 3 や抵抗 9 4 を調整することにより設定できる。本実施の形態の特徴は、第 2 の充電回路に切替える際に、基準電源 9 1 の電圧がそのまま第 1 の充電電圧となるようにヒステリシスを持たせるように構成したことである。しかし、これ以外にも回路構成方法があることは言うまでもなく、ＩＣ化に際してはコンパレータ 9 2 のトランジスタのゲート幅を変える等の方法により、回路を構成するに必要な素子数を低減することも可能であるが、当業者にとってはよく知られていることなので詳細は省略する。

10

【 0 0 8 5 】

更に、満充電の判定には、満充電電流として一定電流以下のスレッシュホールド、例えば第 1 の満充電電流を設定し、それ以下に充電電流が低下した場合には充電動作を停止させるように制御してもよいことは言うまでもないが、これについても詳細説明は省略する。

【 0 0 8 6 】

以上のように本実施の形態によれば、リチウムイオン電池 3 が第 1 の充電電圧に達するまでは燃料電池 1 の出力電圧が第 1 の設定電圧となるように燃料電池 1 の出力電流を制御する第 1 の充電回路と、リチウムイオン電池 3 が第 1 の充電電圧に到達した後に燃料電池 1 の出力が第 1 の設定電圧以下へ低下することを防止するよう定電圧充電を行う第 2 の充電回路とを備え、それぞれの充電回路を選択的に切り換えてリチウムイオン電池 3 の充電を行う構成としたことにより、燃料電池運転の効率化を図ることができる。また、燃料電池 1 を保護しつつ、昇圧充電回路 2 によりリチウムイオン電池 3 を満充電まで充電させることができる。

20

【 0 0 8 7 】

また、先の説明では詳細を省いたが、図 3 に示す構成や、図 3 に示す構成の一部を図 4 に示す構成に置き換えた構成だけでも、本発明が目的とする燃料電池の出力の低下を防ぎつつリチウムイオン電池が満充電付近となった場合にＣＶ充電を行うような制御を実現することが可能であるので、回路構成を簡素化できコストダウンすることができる。

【 0 0 8 8 】

以下、先ずは図 3 に示す構成による動作を説明し、次に図 3 に示す構成に図 4 に示す構成を組み込んだ場合の動作を説明することにより、特に図 9 や図 1 0 に示した切替回路を使用せずとも本願発明の当初の目的を達することができることを示す。

30

【 0 0 8 9 】

本発明では、先ずは第 1 の充電回路により燃料電池 1 の出力電圧を一定に保ちつつリチウムイオン電池 3 を充電し、その後、充電が進んでくると第 2 の充電回路によりリチウムイオン電池 3 の充電電圧を一定に保ちつつ充電する。

【 0 0 9 0 】

充電回路の構成例として、先に説明したように、通常のＤＣ－ＤＣコンバータと同様にＰＷＭ制御回路やインダクタ等を使用し、燃料電池 1 の出力を昇圧してリチウムイオン電池 3 に充電しているが、実際に充電回路を作成する場合は、市販のＰＷＭ制御を行なうＩＣを利用することが多いと考えられる。そこで、図 2 では第 1 の充電回路の例として、ＰＷＭ制御回路の入力側に極性を反転させて増幅する誤差増幅回路 2 3 を挿入する構成としている。

40

【 0 0 9 1 】

このように接続することにより、燃料電池 1 の電圧が低下するとＰＷＭ制御回路 2 4 の入力電圧を上昇させることにより昇圧動作を抑圧し、燃料電池 1 からの出力電流を低下させる。一方、燃料電池の電圧が上昇すると、ＰＷＭ制御回路 2 4 の入力電圧を低下させて昇圧動作を亢進し、燃料電池 1 からの出力電流が増大されるので、燃料電池 1 の出力電圧を一定に保つような閉ループ制御が実現できる。

50

【 0 0 9 2 】

なお、詳細な説明は省くが、このような誤差増幅回路や P W M 制御用の I C を用いて充電回路を構築した場合に、閉ループ制御としては、P W M 制御用 I C 自体の設定の他に、誤差増幅回路 2 3 のゲインや位相の設定等により、より更に細かく設定できるので、安定な充電制御動作を実現できる特徴がある。

【 0 0 9 3 】

一方、図 3 に示した第 2 の充電回路の実施形態は、基本的には通常の D C - D C コンバータ制御であり、出力電圧を一定に保つ閉ループ制御を行なっている。

【 0 0 9 4 】

本構成では、このような閉ループ制御の途中に、誤差増幅回路 3 3 の出力を、ダイオード 3 4 を通じて P W M 制御回路 2 4 の入力端子 3 1 a に接続している。入力端子 3 1 a の電圧が基準電源 3 2 より低下した場合、ダイオード 3 4 を通じて P W M 制御回路 2 4 の入力電圧を吊り上げる。このような状態は、D C - D C コンバータの出力電圧が上昇し過ぎた状態と同じであり、電圧変換動作を抑圧し、充電電流を低下させるように動作する。以上のように、燃料電池 1 の出力電圧低下防止制御が行なわれる。

【 0 0 9 5 】

リチウムイオン電池 3 に充電を行なう場合、先ず第 1 の充電回路 2 0 1 により充電が行なわれ、充電終止電圧に到達した以降は第 2 の充電回路 2 0 2 により充電されるが、リチウムイオン電池 3 のみを充電すると想定した場合、第 1 の充電回路 2 0 1 により先ずは充電されているので、第 2 の充電回路 2 0 2 による充電電流は第 1 の充電回路 2 0 1 による充電電流に比べて減少している。従って、第 2 の充電回路 2 0 2 による充電に際しては、第 1 の充電回路 2 0 1 による充電に比べて、燃料電池 1 の出力電流は低下し、出力電圧は上昇する。このような場合、誤差増幅回路 3 3 等を利用した燃料電池 1 の出力電圧低下防止制御は動作しない。

【 0 0 9 6 】

ただし、第 2 の充電回路 2 0 2 で充電中でも燃料電池システムとしては負荷を繋いでいるため、負荷が重くなった場合、出力電流が増大しリチウムイオン電池 3 の電圧が低下することがある。そのため、D C - D C コンバータ動作としては燃料電池 1 から電力を引き出して、充電動作を継続する。

【 0 0 9 7 】

そのため、負荷の状態によっては、燃料電池 1 の出力電流の増大し、出力電圧が大幅に低下する恐れがある。そこで、誤差増幅回路 3 3 等により構成した電圧低下を防止する手段を用いて燃料電池 1 の出力電圧の低下を防止する。

【 0 0 9 8 】

このような特徴を持つ第 1 の充電回路 2 0 1 と第 2 の充電回路 2 0 2 とを切替えることにより、燃料電池 1 やリチウムイオン電池 3 の保護を行ないつつ安定に充電動作を継続させている。

【 0 0 9 9 】

しかし、誤差増幅回路 3 3 等により構成した電圧低下を防止する回路を積極的に利用すると、図 3 や、図 3 の一部に図 4 を適用した回路構成、即ち、第 2 の充電回路 2 0 2 だけで燃料電池 1 の出力電圧を一定に保ちつつ、リチウムイオン電池 3 が終止電圧に達した場合に C V 充電を行なわせる動作が可能となる。

【 0 1 0 0 】

これは、第 2 の充電回路 2 0 2 の一実施例として示した図 3 に示す構成では、D C - D C コンバータの出力電圧を終止電圧となるように設定しているが、このような設定の場合、リチウムイオン電池 3 の電圧が低下すると、可能な限り D C - D C コンバータの動作を亢進し、コンバータ出力電圧を上昇させるように閉ループ制御が働く。そのため、閉ループ制御により、D C - D C コンバータの入力電流を可能な限り増大させ、燃料電池 1 の出力電圧が急激に低下するように動作する。

【 0 1 0 1 】

しかし、誤差増幅回路 33 等によって構成された、燃料電池 1 の電圧低下防止手段が働くことにより、PWM 制御回路へ入力される DC - DC コンバータ出力電圧の低下を防止し、DC - DC コンバータの変換動作が抑圧されるので、燃料電池 1 の出力電圧が基準電源 32 で設定された電圧より低下することはない。

【0102】

従って、充電動作としては、燃料電池 1 の動作状態は、燃料電池 1 の出力電圧低下防止制御で決まる出力電圧と水素供給量から決まる出力電流により決まり、更に、リチウムイオン電池 3 の充電電流は、燃料電池 1 の出力電圧と電流、及びリチウムイオン電池 3 の電池電圧とから決まる。

【0103】

また、さらに充電が亢進し、リチウムイオン電池 3 の電池電圧が DC - DC コンバータとして設定した充電終止電圧に達すると、端子 31b に印加され分圧されたリチウムイオン電池 3 の電圧が、PWM 制御回路 24 による DC - DC コンバータ動作を停止する電圧付近となるので、充電動作が抑圧され、充電電流が減少する。それに伴い、燃料電池 1 からの出力電流が低下するので、燃料電池 1 の出力電圧が上昇し、誤差増幅回路 33 の出力電圧は低下する。このため、ダイオード 34 が逆極性となってカットオフするので、誤差増幅回路 33 等により構成された燃料電池 1 の電圧低下防止手段が動作することはない、分圧抵抗 35 等で構成される DC - DC コンバータの閉ループ制御による定電圧充電制御のみ（即ち、第 1 の充電手段のみ）が動作するようになる。

【0104】

なお、燃料電池システムの負荷が増大しリチウムイオン電池 3 の電圧が低下した場合は、最初の制御動作に戻って、DC - DC コンバータ制御と電圧低下防止制御とが平衡する状態で充電が継続する。

【0105】

以上のように、特に切替回路を利用することなく当初の充電動作を行なうことが、図 3 に示す回路構成だけによって実現できるので、回路構成を簡素化でき、コストダウンすることができる。

【0106】

なお、先に図 4 の実施形態について、温度特性の向上等が実現できる旨を説明したが、図 4 の構成を図 3 に組み込んだ構成でも、第 1 及び第 2 の充電動作が可能である。これにより、精度向上を図りつつ、回路の簡素化とコストダウンが達成できる。以下、詳細に説明する。

【0107】

図 3 の例では、DC - DC コンバータとしての制御において、リチウムイオン電池 3 を CV 充電する際の終止電圧は、同様な材質で構成される抵抗 35 や抵抗 36 により分圧されて決まるので、CV 充電での充電電圧自体の誤差は生じにくい。しかし、先に図 4 の説明において示したように、燃料電池 1 の出力電圧が一定電圧以下に低下しないように制御している最中には、ダイオードの両端電圧が燃料電池 1 の出力電圧の低下を防止する設定電圧の一部として含まれ、燃料電池 1 の出力電圧低下を防止する設定電圧の精度等が低下してしまう。

【0108】

通常、PWM 制御回路 24 の入力インピーダンスは大きいので、ダイオード 34 の負荷は抵抗 35、抵抗 36 となり、その負荷を通じてダイオード 34 中に電流が流れる。その際、誤差増幅回路 33 のゲイン設定や抵抗値の設定によっては、図 5A で示したように、ダイオード 34 の電流電圧特性、特に温度特性によって、ダイオード 34 の両端の電位差が変化するので、燃料電池 1 の出力電圧が変化する恐れがある。

【0109】

そこで、図 4 に示したようにダイオード 34 を増幅回路 37 のループ内に入れることにより、ダイオード動作をオンオフ動作とさせ、ダイオードの温度特性等を解消する。

【0110】

10

20

30

40

50

今、抵抗により分圧された出力である V_{di} の電位よりも、端子 31a を誤差増幅回路 33 で反転増幅した V_{do} の電位の方が低い場合、これは、燃料電池 1 の出力電圧が高い場合に相当するが、このような場合、増幅回路 37 の出力電圧は低下するのでダイオード 34 は逆極性となり、ダイオード 34 はオフとなる。従って、誤差増幅回路 33 の出力の影響は端子 31b には全く表れなくなる。

【0111】

これに対し、 V_{di} の電位より V_{do} の電位の方が高い場合、これは、燃料電池 1 の出力電圧が低下した場合に相当するが、増幅回路 37 の - 端子より + 端子のほうが低電圧となる。この場合、増幅回路 37 の出力は上昇するのでダイオード 34 に印加される電圧は順方向の極性となり、ダイオード 34 はオンとなり導通する。このため、増幅回路 37 の出力により V_{do} の電位を上昇させようとする。しかし、 V_{do} は - 端子に接続されているので、反転増幅され、 V_{do} の電位を逆に下降させようとするフィードバック制御となる。そのため、 V_{do} を上昇させ、できるだけ V_{di} に近づける制御を行い、 V_{di} の出力が端子 31b に表れることになり、誤差増幅回路 33 が端子 31b に接続されることになる。

10

【0112】

従って、この場合、誤差増幅回路 33 の出力により PWM 制御回路 24 が動作することになり、第 1 の制御回路と同様の動作となる。

【0113】

また、ダイオード 34 はオンオフ動作となるので、誤差は増幅回路 37 のオフセット電圧等の誤差となるが、通常、これらのオフセット電圧の誤差や温度特性は良好である。従って、ダイオード 34 の有する温度特性が表れ難く、燃料電池 1 の出力電圧の誤差が殆ど生じなくなる。

20

【0114】

以上、当業者にとっては良く知られたダイオード接続等の動作について説明したが、このような回路構成を燃料電池システムに組み入れることにより、燃料電池 1 の出力電圧設定誤差が少なく、また、リチウムイオン電池 3 の充電電圧精度の維持やそれに伴うリチウムイオン電池 3 の保護動作が実現できるので、燃料電池システムとしてコストダウンを図った好適な充電手段を構築できる。

【0115】

なお、本実施の形態では、燃料電池 1 における発電の燃料は水素であるが、他の燃料であってもよい。また、本実施の形態では、燃料電池 1 で発生された電力をリチウムイオン電池 3 に充電させているが、充電させる二次電池はこれに限らない。

30

【産業上の利用可能性】

【0116】

本発明は、小型携帯機器用の燃料電池システムに有用である。

【図面の簡単な説明】

【0117】

【図 1】本発明の実施の形態 1 における燃料電池システムの構成を示すブロック図

【図 2】燃料電池システムを実現するための回路例を示す回路図

【図 3】燃料電池システムを実現するための回路例を示す回路図

40

【図 4】第 2 の充電補助回路の別の構成例を示す回路図

【図 5 A】図 3 におけるダイオード 34 の入出力電圧の特性図

【図 5 B】図 4 における増幅回路 37 の入力電圧及びダイオード 34 の出力電圧の特性図

【図 6】燃料電池システムの一例を示すブロック図

【図 7】DC - DC コンバータの構成を示す回路図

【図 8】DC - DC コンバータの構成を示す回路図

【図 9】切換回路の構成を示す回路図

【図 10】切換回路の構成を示す回路図

【符号の説明】

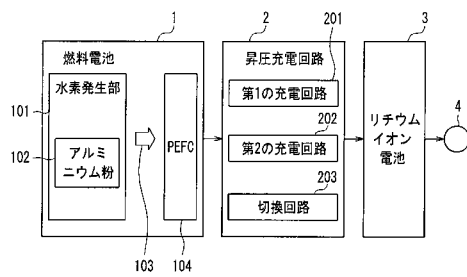
【0118】

50

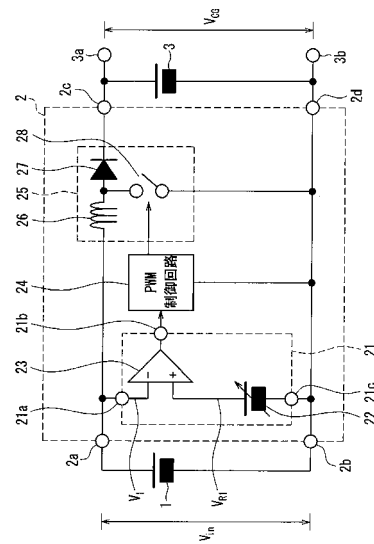
- 1 燃料電池
 - 1 0 1 水素発生部
 - 1 0 2 アルミニウム粉
 - 1 0 3 水素
 - 1 0 4 P E F C
- 2 充電昇圧回路
 - 2 0 1 第 1 の充電回路
 - 2 0 2 第 2 の充電回路
 - 2 0 3 切換回路
- 3 リチウムイオン電池
- 4 出力端子

10

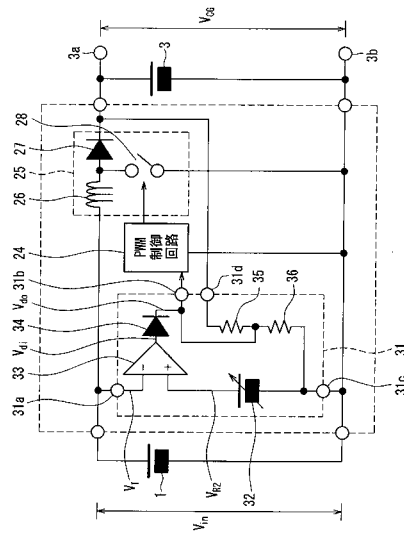
【図 1】



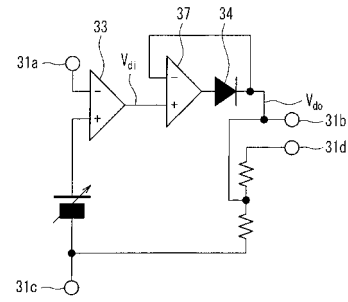
【図 2】



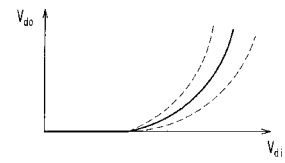
【図 3】



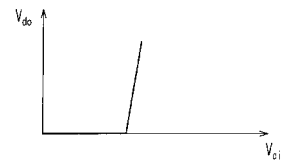
【図 4】



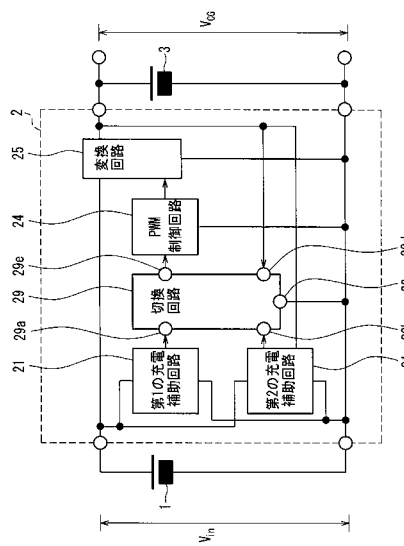
【図 5 A】



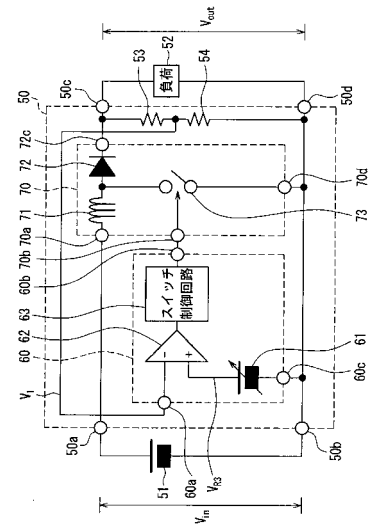
【図 5 B】



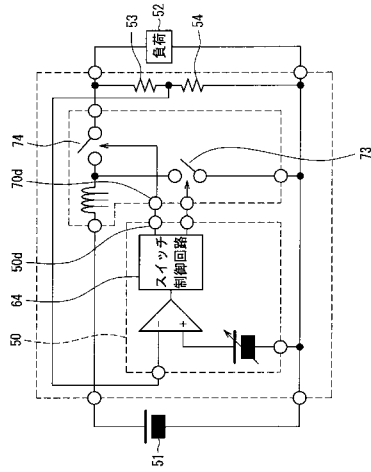
【図 6】



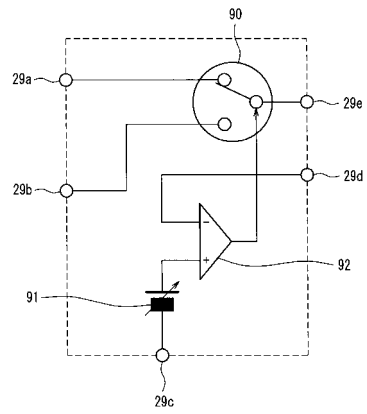
【図 7】



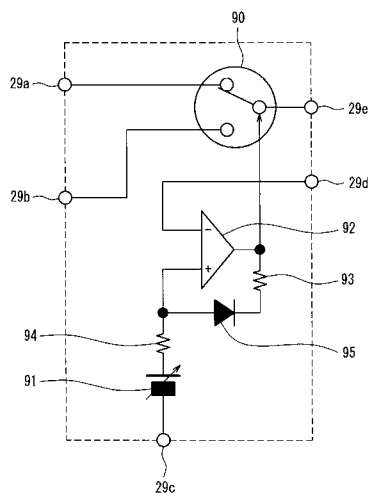
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 柏野 博志

大阪府茨木市丑寅 1 丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内

(72)発明者 西原 昭二

大阪府茨木市丑寅 1 丁目 1 番 8 8 号 日立マクセル株式会社内

F ターム(参考) 5G003 AA05 BA01 CA11 CC08 GB03

5H026 AA02 AA06 EE18

5H029 CJ16 HJ18

5H030 AA03 AA10 BB01 BB08 BB26 FF43