

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-526731

(P2007-526731A)

(43) 公表日 平成19年9月13日(2007.9.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2J 7/00 (2006.01)	HO2J 7/00 302A	5G003
HO2J 1/00 (2006.01)	HO2J 1/00 306L	5G065
HO2M 3/155 (2006.01)	HO2M 3/155 W	5H730
HO1G 9/28 (2006.01)	HO2M 3/155 F	
	HO1G 9/00 531	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)		

(21) 出願番号	特願2006-517698 (P2006-517698)	(71) 出願人	505305673
(86) (22) 出願日	平成16年6月25日 (2004.6.25)		マックスウェル テクノロジーズ, インク
(85) 翻訳文提出日	平成18年2月6日 (2006.2.6)		アメリカ合衆国 92123 カリフォルニア州 サンディエゴ, パルボア アベニュー 9244
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/020561	(74) 代理人	100103137
(87) 国際公開番号	W02005/001961		弁理士 稲葉 滋
(87) 国際公開日	平成17年1月6日 (2005.1.6)	(72) 発明者	スーラップ, ガイ, シー
(31) 優先権主張番号	60/509,055		アメリカ合衆国 92014 カリフォルニア州 デルマー, ポートフィノドライブ 13349
(32) 優先日	平成15年6月27日 (2003.6.27)	Fターム(参考)	5G003 BA01 DA02 DA16 FA06 GB03
(33) 優先権主張国	米国 (US)		5G065 DA04 GA09 HA03 HA16 LA01
(31) 優先権主張番号	10/875,634		MA10 NA01 NA03
(32) 優先日	平成16年6月24日 (2004.6.24)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

(54) 【発明の名称】 エネルギー蓄積システム

## (57) 【要約】

例えば、コンピュータバンクなどの電子システムにおいて使用するためのエネルギー蓄積システムが記載される。開示したエネルギー蓄積システムにより、長期間にわたって所望の電圧レベルを提供しながら、ウルトラキャパシタなどの効率的なエネルギー源を使用することができる。エネルギー蓄積システムの一実施形態により、負荷に電力が供給される。このシステムは、エネルギーを蓄積および放電するように適応された少なくとも1つのウルトラキャパシタを含む電力モジュールを含む。電力モジュールは、ウルトラキャパシタがエネルギーを放電する際に出力電圧を供給する。このシステムはまた、電力モジュールの出力電圧を高めるための電圧調整器を含む。電圧調整器は、電圧変換器を含んでもよい。電圧変換器は、出力電圧が所定のしきい値を下回ると、出力電圧を高めるように適応されてもよい。電圧変換器は、複数のインターリーブ誘導回路を含んでもよく、この回路の各々は、スイッチおよびインダクタを含む。スイッチは、連続して開閉されるように適応されることによって、インダクタでのエネルギーの蓄積および負荷へのエネルギーの放電を連続して行う。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電力を負荷に供給するためのシステムであって、  
 エネルギーを蓄積および放電するように適応された少なくとも 1 つのキャパシタを含み、  
 前記キャパシタがエネルギーを放電するとき出力電圧を供給するモジュールと、  
 前記モジュールの前記出力電圧を調整するように適応され、前記負荷の両端に所定の電圧プロファイルを供給するように適応された放電制御回路を含む調整器とを備え、前記プロファイルが、前記モジュールの現行電圧の関数である、システム。

## 【請求項 2】

前記放電制御回路が、前記負荷の両端にかかる電圧と基準電圧とを比較するための比較器と、前記比較器の出力に基づいて前記調整器を制御するための電力ステージとを含む、請求項 1 に記載のシステム。 10

## 【請求項 3】

前記調整器が、前記出力電圧が所定のしきい値を下回ると、前記出力電圧を高めるように適応された、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 4】

前記調整器が、前記出力電圧を所定の範囲内の電圧に高めるように適応された、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 5】

前記調整器が、少なくとも 1 つの誘導回路を含む、請求項 1 に記載のエネルギー蓄積システム。 20

## 【請求項 6】

前記調整器が、2 つ以上のインターリーブ誘導回路を含む、請求項 5 に記載のシステム。

## 【請求項 7】

前記インターリーブ誘導回路の各々が、スイッチおよびインダクタを含み、前記スイッチが、選択的に開閉されるように適応されることによって、前記インダクタでのエネルギーの蓄積および前記負荷へのエネルギーの放電を選択的に行う、請求項 6 に記載のシステム。

## 【請求項 8】

前記スイッチが、前記放電制御回路によって制御される、請求項 7 に記載のシステム。 30

## 【請求項 9】

前記インターリーブ誘導回路の各々が、前記負荷へ電流を送ることと、前記負荷をバイパスすることとを選択的に行うように適応された、請求項 6 に記載のシステム。

## 【請求項 10】

前記キャパシタが、ウルトラキャパシタを含む、請求項 1 に記載のエネルギー蓄積システム。

## 【請求項 11】

前記システムが、バックアップ電力システムを備える、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 12】

前記システムが、自動車システムを備える、請求項 1 に記載のシステム。 40

## 【請求項 13】

負荷に電力を供給するウルトラキャパシタ電源からの出力を調整するための調整回路であって、

少なくとも 1 つのインダクタを有する誘導回路と、

前記負荷へのエネルギーの放電および前記インダクタでのエネルギーの蓄積を選択的に行うために、前記誘導回路を選択的に開閉するための切り替え手段と、

出力電圧プロファイルを制御するように適応され、前記電源からの現行電圧をモニタし、前記現行電圧に応答して前記切り替え手段を制御する放電調整回路とを備える、調整回路。

## 【請求項 14】

負荷に電力を供給するウルトラキャパシタ電源からの出力を調整するための調整回路であって、

各々が少なくとも1つのインダクタを有する2つ以上のインターリーブ誘導回路と、前記負荷へのエネルギーの放電および前記インダクタでのエネルギーの蓄積を選択的に行うために、前記誘導回路の各々を選択的に開閉するための切り替え手段と、

出力電圧プロファイルを制御するように適応され、前記電源からの現行電圧をモニタし、前記現行電圧に応答して前記切り替え手段を制御する放電調整回路とを備える、調整回路。

## 【請求項 15】

1つ以上のウルトラキャパシタにエネルギーを蓄積し、エネルギーを負荷に放電する方法であって、

前記1つ以上のウルトラキャパシタの現行電圧をモニタするステップと、

前記現行電圧に応じて、前記負荷の両端に、電圧プロファイルを供給するステップとを含む、方法。

## 【請求項 16】

前記1つ以上のウルトラキャパシタに1つ以上のインダクタを作動的に結合するステップと、

インダクタから前記負荷にエネルギーを選択的に放電するステップとを含む、請求項15に記載の方法。

## 【請求項 17】

ある電圧に達する時間が、10%以内の精度またはさらに良好な精度で生じるように予測可能である、請求項15に記載の方法。

## 【請求項 18】

ある電圧に達する時間が、1%以内の精度またはさらに良好な精度で生じるように予測可能である、請求項15に記載の方法。

## 【請求項 19】

エネルギーを負荷に供給するためのシステムであって、

少なくとも1つのウルトラキャパシタと、

前記インダクタと直列に結合された少なくとも1つのインダクタと、

回路とを備え、前記回路、前記少なくとも1つのウルトラキャパシタ、および前記少なくとも1つのインダクタが、前記負荷の両端にある電圧プロファイルを供給するように作動的に結合された、システム。

## 【請求項 20】

前記負荷が、電気モータである、請求項19に記載のシステム。

## 【請求項 21】

前記モータが、ハイブリッド車の電気モータである、請求項19に記載のシステム。

## 【請求項 22】

任意の所与の時間に、前記電圧プロファイルが、約10%の精度またはさらに良好な精度で前記システムの放電曲線を描く、請求項19に記載のシステム。

## 【請求項 23】

任意の所与の時間に、前記電圧プロファイルが、約1%の精度で前記システムの放電曲線を描く、請求項19に記載のシステム。

## 【請求項 24】

前記インダクタの定格電流が、少なくとも50アンペアである、請求項20に記載のシステム。

## 【請求項 25】

供給源が、30秒より長い間、最大144,000ジュールのエネルギーを前記負荷に供給可能である、請求項20に記載のシステム。

## 【請求項 26】

10

20

30

40

50

前記エネルギー源が、バックアップエネルギー源である、請求項 20 に記載のシステム。

【請求項 27】

前記少なくとも 1 つのウルトラキャパシタおよび少なくとも 1 つのインダクタが、直接接続された、請求項 20 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の表示】

【0001】

本願は、本願と同一の譲受人に譲渡され、2003年6月27日に出願された「Energy Storage System」という発明の名称の米国仮特許出願第60/509,055号の優先権を主張し、同特許出願の一部継続出願であり、同特許出願は、本明細書において参照により全体が組み込まれるものとする。本願はまた、本願と同一の譲受人に譲渡され、2004年6月24日に出願された「Energy Storage System」という発明の名称の米国非仮特許出願の優先権を主張し、同特許出願の一部継続出願であり、同特許出願は、本明細書において参照により全体が組み込まれるものとする。

10

【技術分野】

【0002】

本発明は、一般的に、エネルギー蓄積システムに関する。さらに詳しく言えば、本発明は、ウルトラキャパシタを組み込んだエネルギー蓄積システムに関する。

20

【背景技術】

【0003】

本明細書を読者が理解しやすいようにするために、以下の記載を提供する。提供する情報や引用文献のいずれも、本発明の先行技術であると認められない。

【0004】

電源を要する多くのシステムまたはデバイスには、システムまたはデバイスの動作が途切れないように、バックアップ電源が組み込まれている。これは、例えば、サーバなどのコンピュータバンクに対して 1 つの電源が使用されることもあるコンピュータ市場では重大な要求となりうる。バックアップ電源は、主電源に一時的な障害や変動があった場合に生じることがある短いギャップ間や、1つの主電源から別の主電源への移行間に電力を供給することができる。

30

【0005】

理想的には、バックアップ電源は、長期間にわたって電力を蓄えることができ、要求された時間の長さ（少なくとも 30 秒）の間、実質的に一定のバックアップ電力を供給でき、急速に再充電する能力を備えたものでなければならない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

多くの応用では、このようなバックアップ的な目的で電池が多くの場合使用されてきた。しかしながら、電池には欠点がいくつかある。一次電池は、時間の経過とともに自然に電力がなくなり、電力を蓄積する能力がなくなる傾向があるため、貯蔵期間がおよそ 6 ヶ月程度しかない。再充電可能な二次電池は、一般に、放電速度よりかなり遅い速度で再充電する。長い再充電期間は、システムにとって深刻な欠点となることがあり、頻繁な停電や移行を起こしてしまいかねない。二次電池は、一般に、放電/再充電サイクル数に従って寿命が限られている。典型的な二次電池は、およそ 2,000 サイクルに制限されていることがある。両方とも電池の寿命は予測できず、言い換えれば、電池が有用な電圧または寿命の終わりに達するときを予測することが困難である。電池のこのような耐用年数は、典型的に、約 40% 以内しか予測できず、言い換えれば、電池が 10 時間最小電圧を供給すると予測されれば、実際、このような電圧は、6 時間 ~ 14 時間の任意の時間に生じることになる。

40

50

## 【0007】

ウルトラキャパシタは、エネルギーの蓄積が可能であり、急速再充電性の利点を備える。ウルトラキャパシタは、一般に、放電速度と同じ速度で再充電できる。しかしながら、ウルトラキャパシタからの出力電圧は、一般に、急速に低下することによって、バックアップ電力の利用可能な時間が短縮される。一例として、図1は、例示的なウルトラキャパシタバンクの出力電圧の低下を示す。所望の出力電圧は、一般に、ある電圧範囲である。この例において、所望の範囲は、最大(100%)電圧レベルと最小定格電圧レベルとで示される。フル初期充電でのウルトラキャパシタバンクは、最小電圧レベルまで急速に低下する(この例ではおよそ30秒)。このように最小定格電圧に急速に達することで、ウルトラキャパシタに蓄積されるエネルギーをほとんど使用できない。例えば、出力電圧が最小定格電圧まで低下すると、ウルトラキャパシタに蓄積されたエネルギーの45%しか使用されていないこともある。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

長い貯蔵寿命、長期間にわたった一定の出力電圧、急速再充電能力、および予測可能な有用電圧を与える電源を提供することが望まれる。

## 【0009】

本明細書に記載する本発明は、エネルギーを利用したシステムで使用するためのエネルギー蓄積システムに関する。本発明は、長期間にわたって所望の電圧レベルを供給しながら、ウルトラキャパシタなどの、効率的なエネルギー源を使用可能なエネルギー蓄積システムに関する。さらに、本発明は、所望のプロファイルに従って放電することによって、予測可能な放電挙動を与える電源を提供する。

20

## 【0010】

一態様において、本発明は、電力を負荷に供給するためのエネルギー蓄積システムを含む。このシステムは、エネルギーを蓄積および放電するように適応された少なくとも1つのウルトラキャパシタを含む電力モジュールを含む。電力モジュールは、ウルトラキャパシタがエネルギーを放電すると、出力電圧を供給する。このシステムはまた、電力モジュールの出力電圧を調整するために適応された調整器を含む。調整器は、負荷の両端に所定の電圧プロファイルを供給するように適応された放電制御回路を含む。このプロファイルは、電力モジュールの現行電圧の関数である。

30

## 【0011】

負荷は、電気エネルギーを必要とする任意のユニットまたはシステムであってもよく、例えば、一定のエネルギーを必要とするコンピュータバンクが負荷を備えてもよい。一実施形態において、開示されたエネルギーシステムは、一次電力システムの障害や移行の場合にバックアップ電力用に利用されてもよい。

## 【0012】

「ウルトラキャパシタ」は、当業者によく知られたものである。ウルトラキャパシタは、非常に小さな波形率で、単一電池サイズのキャパシタハウジングにおいて、例えば、500ファラドなどの大量な静電容量を供給することができる。ウルトラキャパシタはまた、二重層キャパシタおよびスーパーキャパシタとしても当業者に知られている。ウルトラキャパシタは、一般に、2つの集電板を含み、各集電板は対応する電極を有し、セパレータによって分離される。エネルギーは、分離された電極で電荷の形で蓄積される。ウルトラキャパシタのさらなる詳細に関しては、米国特許第5,621,607号、同第5,777,428号、同第5,862,035号、同第5,907,472号、同第6,059,847号、同6,094,788号、および同第6,233,135号を参照してもよく、それらの特許の各々の内容全体は、本明細書において参照により組み込まれるものとする。

40

## 【0013】

一実施形態において、「電力モジュール」とは、直列に接続され、ウルトラキャパシタの両端に平衡電圧を維持するように平衡回路に相互接続された22個の2700ファラド

50

ウルトラキャパシタなどのウルトラキャパシタバンクであってもよい。電力モジュールは、ウルトラキャパシタバンクを収納するラックに搭載可能なパッケージとして与えられてもよい。

【0014】

一実施形態において、放電制御回路が、負荷の両端にかかる電圧と基準電圧とを比較するための比較器を含む。また、比較器の出力に基づいて調整器を制御するための電力ステージが提供される。

【0015】

一実施形態において、調整器は、少なくとも1つの誘導回路を含む。一実施形態において、調整器は、2つ以上のインターリーブ誘導回路を含む。インターリーブ誘導回路の各々は、スイッチおよびインダクタを含む。スイッチは、選択的に開閉するように適応されることによって、インダクタでのエネルギーの蓄積および負荷へのエネルギーの放電を選択的に行う。スイッチは、放電制御回路によって制御される。

10

【0016】

一態様において、本発明により、負荷への電力供給源からの出力を調整するための調整回路が提供される。調整回路は、少なくとも1つのインダクタを有する誘導回路と、負荷へのエネルギーの放電およびインダクタでのエネルギーの蓄積を選択的に行うために、誘導回路を選択的に開閉するための切り替え手段とを含む。放電調整回路が提供され、出力電圧プロファイルを制御するように適応される。放電調整回路は、電源からの現行電圧をモニタし、現行電圧に応答して切り替え手段を制御する。

20

【0017】

一態様において、本発明により、2つ以上のインターリーブ誘導回路と、負荷へのエネルギーの放電およびインダクタでのエネルギーの蓄積を選択的に行うために、誘導回路の各々を選択的に開閉するための切り替え手段と、放電調整回路とを有する調整回路が提供される。放電調整回路は、出力電圧プロファイルを制御するように適応される。放電調整回路は、電源からの現行電圧をモニタし、現行電圧に応答して切り替え手段を制御する。

【0018】

一実施形態において、電力を負荷に供給するためのシステムが、エネルギーを蓄積および放電するように適応された少なくとも1つのキャパシタを含み、キャパシタがエネルギーを放電するときに出力電圧を供給するモジュールと、モジュールの出力電圧を調整するように適応され、負荷の両端に所定の電圧プロファイルを供給するように適応された放電制御回路を含む調整器とを備え、このプロファイルは、モジュールの現行電圧の関数である。放電制御回路は、負荷の両端にかかる電圧と基準電圧とを比較するための比較器と、比較器の出力に基づいて調整器を制御するための電力ステージとを含んでもよい。調整器は、出力電圧が所定のしきい値を下回ると、出力電圧を高めるように適応されてもよい。調整器は、出力電圧を所定の範囲内の電圧まで高めるように適応されてもよい。調整器は、少なくとも1つの誘導回路を含んでもよい。調整器は、2つ以上のインターリーブ誘導回路を含んでもよい。インターリーブ誘導回路の各々は、スイッチおよびインダクタを含んでもよく、スイッチは、選択的に開閉されるように適応されることによって、インダクタでのエネルギーの蓄積および上記負荷へのエネルギーの放電を選択的に行ってもよい。スイッチは、放電制御回路によって制御されてもよい。インターリーブ誘導回路は、負荷へ電流を送ることと、負荷をバイパスすることとを選択的に行うように適応されてもよい。キャパシタは、ウルトラキャパシタを含んでもよい。システムは、バックアップ電力システムを備えてもよい。システムは、自動車システムを備えてもよい。

30

40

【0019】

一実施形態において、負荷に電力を供給するウルトラキャパシタ電源からの出力を調整するための調整回路が、少なくとも1つのインダクタを有する誘導回路と、負荷へのエネルギーの放電および前記インダクタでのエネルギーの蓄積を選択的に行うために、誘導回路を選択的に開閉するための切り替え手段と、出力電圧プロファイルを制御するように適応され、電源からの現行電圧をモニタし、現行電圧に応答して切り替え手段を制御する放

50

電調整回路とを備えてもよい。

【0020】

一実施形態において、負荷に電力を供給するウルトラキャパシタ電源からの出力を調整するための調整回路が、各々が少なくとも1つのインダクタを有する2つ以上のインターリーブ誘導回路と、負荷へのエネルギーの放電およびインダクタでのエネルギーの蓄積を選択的に行うために、誘導回路の各々を選択的に開閉するための切り替え手段と、出力電圧プロファイルを制御するように適応され、電源からの現行電圧をモニタし、現行電圧に応答して切り替え手段を制御する放電調整回路とを備えてもよい。

【0021】

一実施形態において、1つ以上のウルトラキャパシタにエネルギーを蓄積し、エネルギーを負荷に放電する方法が、1つ以上のウルトラキャパシタの現行電圧をモニタするステップと、現行電圧に応じて、負荷の両端にある電圧プロファイルを供給するステップとを含んでもよい。この方法は、1つ以上のウルトラキャパシタに1つ以上のインダクタを作動的に結合するステップと、インダクタから負荷にエネルギーを選択的に放電するステップとを含んでもよい。任意の所与の時間に、電圧プロファイルは、10%の精度またはさらに良好な精度で予測可能であってもよい。

10

【0022】

一実施形態において、エネルギーを負荷に供給するためのエネルギー源が、少なくとも1つのウルトラキャパシタと、インダクタと直列に結合された少なくとも1つのインダクタと、回路とを備えてもよく、回路、少なくとも1つのウルトラキャパシタ、および少なくとも1つのインダクタが、負荷の両端にある電圧プロファイルを供給するように作動的に結合される。負荷は、電気モータであってもよい。モータは、ハイブリッド車の電気モータであってもよい。任意の所与の時間に、電圧プロファイルは、約10%の精度またはさらに良好な精度でシステムの放電曲線を描いてもよい。任意の所与の時間に、電圧プロファイルは、約1%の精度でシステムの放電曲線を描いてもよい。インダクタの定格電流は、50アンペアより大きいものであってもよい。供給源が、30秒より長い間、最大144,000ジュールのエネルギーを負荷に供給可能であってもよい。エネルギー源は、バックアップエネルギー源であってもよい。少なくとも1つのウルトラキャパシタおよび少なくとも1つのインダクタは、互いに直接接続されてもよい。

20

【0023】

本発明の態様、利益、利点、および実施形態を本明細書に記載するが、このような記載は、本発明を例示したものであって、本発明は、特許請求の範囲およびそれらと法的に同等のものによってのみ制限されるべきものであることを理解されたい。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

本発明は、一般に、電力を負荷に供給するように適応された電源に関する。これに関して、本発明は、長い貯蔵寿命、長期間にわたった一定の電力、予測可能な耐用年数、および急速再充電能力を提供可能なエネルギー蓄積システムを含む。

【0025】

エネルギー蓄積システムの開示された実施により、急速再充電が可能であり、實際上無制限数の充放電サイクルを持続可能なエネルギー源を提供しながら、長期間にわたって所望の出力電圧を維持する能力を提供する。

40

【0026】

図2は、本発明によるエネルギー蓄積システムの一実施形態を示す。エネルギー蓄積システム100は、例えば、リザーバまたはグリッド(図示せず)からの入力エネルギーを受け取り得る。入力エネルギーは、直流(DC)または交流(AC)のいずれであってもよい。DC電圧は、エネルギー蓄積システム100によって負荷(図示せず)に出力される。

【0027】

入力エネルギーは、エネルギー蓄積システム100内に設けられてもよい充電器110

50

に向けられる。充電器 110 は、電力モジュール 120 内に設けられた 1 つ以上のウルトラキャパシタを再充電するために使用される。あるいは充電器 110 は、エネルギー蓄積システム 100 から分離して設けられてもよい。充電器 110 は、電力モジュール 120 にエネルギーが再充電されるときに利用される。

#### 【0028】

電力モジュール 120 は、所望のエネルギーレベルを負荷に供給するために、任意の数のウルトラキャパシタを含んでもよい。例えば、30 秒以上の間に 4800 ワットの平均出力、すなわち、144,000 ジュールのエネルギーを必要とする負荷は、23 個の 2700 ファラッドのウルトラキャパシタからなる 2 つの並列バンクで足りるのである。

#### 【0029】

図 3 に、電力モジュール 120 の一実施形態を例示する。電力モジュール 120 の例示した実施形態は、直列に接続されたウルトラキャパシタ 122 などのウルトラキャパシタバンクを含む。電力モジュール 120 を負荷に接続するために、一对のリード線 124、126 が設けられる。ウルトラキャパシタバンクを充電するために使用するのとは、同じリード線 124、126 であっても、別のセットのリード線（図示せず）であってもよい。また、ウルトラキャパシタの両端にわたって平衡電圧を維持するために、ウルトラキャパシタ間に相互接続されてもよい電圧平衡回路も図示していない。

#### 【0030】

図 2 を再度参照すると、エネルギー蓄積システム 100 は、電圧調整モジュール 130 をさらに含む。電圧調整モジュール 130 は、電力モジュール 120 からの DC 電圧を負荷が要求する出力電圧に変換するように適応される。例えば、電力モジュール 120 にあるウルトラキャパシタバンクが放電するにつれ、電力モジュールからの電圧が低下する。電圧が所定のしきい値を下回ると、電圧調整モジュール 130 は、負荷への出力電圧が所望の範囲内に確実に維持されるように、電圧を高めてもよい。

#### 【0031】

電圧調整モジュール 130 に、コントローラ 132 が設けられてもよい。コントローラ 132 は、電力モジュール 120 からの電圧の低下を検出し、電圧が所定のしきい値を下回ると、電圧変換を開始するように適応される。コントローラ 132 は、ハードウェア、ファームウェア、および/またはソフトウェアとして与えられてもよい。一実施形態において、コントローラは、回路の 1 つ以上のコンポーネントを制御するマイクロプロセッサである。

#### 【0032】

所定のしきい値は、特定の用途に適したレベルで設定されてもよい。好ましくは、所定のしきい値は、負荷の最小電圧要求より十分に高い。例えば、しきい値は、負荷の最小と最大の電圧要求の中間点に設定されてもよい。

#### 【0033】

図 4 A は、電圧調整器を備えたエネルギー蓄積システムを用いた構成の一実施形態を略図的に示す。例示したエネルギー蓄積システム 200 において、電力モジュール 210 が、電力を負荷 220 に供給する。電力モジュール 210 からの電流は、誘導回路 230 を通って流れる。誘導回路 230 は、インダクタ 232 およびスイッチ 234 を含む。インダクタ 232 の値は、所望の結果を達成するように選択されてもよい。

#### 【0034】

スイッチ 234 が開いているとき（図示したように）、電流モジュール 210 からの電流が、インダクタ 232 を通って負荷 220 に流れると、電力モジュール 210 からの電圧が、負荷 220 およびキャパシタ 212 にかかる。スイッチ 234 が閉じられると、電流はインダクタ 232 を通過するが、負荷 220 をバイパスし、その場合、電力モジュール 210 からの電圧が、インダクタ 232 にかかることで、インダクタ 232 にエネルギーが蓄積する。スイッチ 234 が実質的に開かれると、電力モジュール 210 からの電圧とともに、インダクタ 232 に蓄積されたエネルギーが負荷にかけられる。

#### 【0035】

10

20

30

40

50

誘導回路 230 にはまた、ダイオード 236 が設けられる。ダイオード 236 により、スイッチが閉じられるときの電流の逆流が防止される。これにより、電流が負荷から意図せず流れるのが防止される。スイッチ 234 を選択的に開閉することによって、負荷の両端にかかる電圧は、電力モジュール 210 から直接利用可能なものより高いレベルで維持できる。スイッチ 234 の開閉は、マイクロプロセッサなどのコントローラによって制御されてもよい。あるいはスイッチ 234 は、規則的な周波数で開閉されるように適応されてもよい。一実施形態において、スイッチ 234 は、約 50 KHz のレートで開閉されるが、他の実施形態において、オン・オフの投入の他のレートはまた、当業者による選択の範囲内のものである。

#### 【0036】

負荷 220 の両端に、キャパシタ 212 が設けられる。キャパシタ 212 により、負荷の両端にかかる電圧の急激な変化が防止される。キャパシタ 212 の静電容量レベルは、電力モジュール 210 のものと比較した場合、比較的小さい。キャパシタ 212 は、スイッチ 234 が開かれているときに充電され、スイッチ 234 が閉じられるときに負荷 220 を通って放電されるような適切な値のものになるように選択される。このようにして、負荷 220 には、その動作に合わせた電流が与えられる。一実施形態において、キャパシタ 212 は、フィルタリング機能を備えてもよい。一実施形態において、キャパシタ 212 は、電解キャパシタを含む。一実施形態において、キャパシタ 212 は、1 ファラドの値を有し、誘導回路 230 は、1 マイクロヘンリーの値を有するが、他の実施形態において、これらの両方の 2 つのコンポーネントの他の値はまた、当業者による選択の範囲内のものである。

#### 【0037】

負荷の両端にかかる電圧を高めるために、誘導回路 230 を使用することで、電圧にリップルが生じることもある。言い換えれば、電圧の変動を負荷が受けることもある。このリップルは、図 4 B に示すように、2 つ以上のインターリーブ誘導回路を設けることによって低減され得る。図 4 B の例示した配置が、2 つの誘導回路 230、240 を含むが、他の実施形態において、さらに多数のこのような回路を用いてもよい。

#### 【0038】

各誘導回路 230、240 は、インダクタ 232、242、スイッチ 234、244、およびダイオード 236、246 を含む。動作時、各スイッチ 234、244 は、連続して開閉される。一実施形態において、第 1 のスイッチ 234 が開かれると、第 2 のスイッチ 244 が閉じられる。次いで、第 2 のスイッチ 244 が開かれると、第 1 のスイッチ 234 が閉じられる。負荷 220 にかける比較的滑らかな電圧プロファイルを生成するのに十分に高い周波数でこれが繰り返される。一実施形態において、スイッチの切り替えは、およそ 65 KHz で実行される。

#### 【0039】

図 5 に、上述した電圧調整から生じる例示的な電圧プロファイルを示す。フル充電されたウルトラキャパシタ電力モジュールが負荷に適用されると、電圧は、最初、電力モジュールの定格の 100 パーセントの状態である。好ましくは、これは、負荷の最大電圧要求と実質的に同一である。図 1 に示すプロファイルに類似して、電力モジュールからの出力電圧は、負荷によるアクセスの直後に低下し始める（部分 A）。電力モジュールからの電圧がしきい値電圧レベルに達すると、上述した電圧調整が開始されてもよい。電圧調整の結果、負荷への出力電圧の低下率が著しく下がる。部分 C は、調整した場合の電圧を示し、部分 B は、調整していない場合の出力電圧を示す（図 1 に示すものと同じ）。したがって、出力電圧は、電圧を調整しない場合よりも著しく長い期間、負荷の最小電圧要求より高く維持され得る。さらに、電力モジュールのウルトラキャパシタにおいて利用可能な実質的により多くの量のエネルギーが利用される。例えば、電圧を調整していない場合には蓄積されたエネルギーのわずか 45 パーセントしか利用されないが（図 1）、電圧を調整すると、蓄積されたエネルギーの 87 パーセントを使用することができる。

#### 【0040】

10

20

30

40

50

1つの構成において、ウルトラキャパシタバンクは、サーバなどのコンピュータバンクを含んでもよいサーバラックとともに使用するためのラックに搭載可能なモジュール内に収納される。ラックに搭載可能なモジュールは、好ましくは、2U(3.5インチ)の高さであり、22個のウルトラキャパシタを含む。ラックに搭載可能なモジュールの別の実施形態は、46個のウルトラキャパシタを含み、4U(7インチ)の高さである。同様に、電圧変換器、コントローラ、充電器を含む電子機器は、このようなラックに搭載可能なモジュールに収納されてもよい。

#### 【0041】

従来のインダクタは、鉄などの磁化材料からなる単一のコアを含む。コアは、多数の巻線を有するワイヤコイルによって囲まれ、その各端部は、回路において接続用のリード線を構成する。このように、従来のインダクタは、複数の巻線を有する単一のコアを含む。大電流を取り扱うために、および/または大きなインダクタンス値を与えるために、従来のインダクタは、非常に大きな波形率を含む必要がある。当業者であれば、このような大電流を取り扱い、本明細書に記載したような適切なサイズのラックに収容可能なモジュール内に適合するようにするために、不可能でないにしても、従来のインダクタを使用することは実用的でないことを確認するだろう。このために、本明細書に記載するインダクタの1つ以上は、新しく新規なデザインを含む。

#### 【0042】

図6は、本発明による低プロファイル高電流対応のインダクタの一実施形態を示す。図6に示す低プロファイルインダクタ300は、複数のリング320を流れる単一の電導性セグメント310を含む。リング320は、鉄などの磁化材料からなり、絶縁材料に封入されてもよい。リング320は、インダクタ300に設けられたリングの数のように、デザイン要求に応じたサイズのものである。一実施形態において、リングは、外径がおよそ1インチ、内径が0.25インチ、幅がおよそ0.125インチである。一実施形態において、33個のリング320が、電導性セグメント310の長さに沿って間隔を置いて配置される。一実施形態において、リングは、セグメント310の長さに沿って等間隔に離されて設けられる。電導性セグメント310は、一般に、セグメント310が回路に接続されると電流が流れるリニアワイヤセグメントである。セグメント310の長さおよび直径は、インダクタ300の要求に応じて選択されうる。電導性セグメント310は、銅やアルミニウムなどの任意の電導性材料から作られ得る。電流がセグメント310を流れると、セグメント310の周りに磁場が作られる。磁場のエネルギーは、リング320に蓄積され得る。一実施形態において、セグメント310は、本明細書に記載する実施形態を使用する間に発生した熱を除去するために、ガスや流体が上部および/または中を流れてもよい外径および内径を含む中空の管状構造を含む。一実施形態において、インダクタが取り扱う定格電流は、50アンペア以上である。一実施形態において、インダクタ300は、本明細書に記載する本発明の実施形態とともに使用する場合、約200アンペアを効率的かつ安全に取り扱うことが可能である。このように、インダクタ300により、比較的低いプロファイルが可能であるため、小さな波形率のモジュールに本明細書において記載するような電力モジュールを与えることができる。さらに、図6に示す構成により、高電流で1つ以上のインダクタを使用可能な改良された熱特性が得られる。

#### 【0043】

上述したエネルギー蓄積システムは、電池ベースの電源と置き換えて使用されてもよい。先行技術では、予測不能な傾きに従って電池が放電するため、負荷は、電圧が最小許容レベルに近づいているときを認識できず、最小許容レベルに達する直前に遮断などの適切な処置をとることができない。これに関して、本発明により、キャパシタの放電時間が延長されるだけでなく、このような放電を予測可能に生じさせることができるようになる。

#### 【0044】

図7Aは、制御された放電電圧調整器を備えたエネルギー蓄積システムの一実施形態を示す。図4Aおよび図4Bを参照しながら上述した電圧調整器と同様に、図7Aのエネルギーシステム400は、電力を負荷420に供給する電力モジュール410を含む。誘導

10

20

30

40

50

回路 4 3 0 が、インダクタ 4 3 2、スイッチ 4 3 4、およびダイオード 4 3 6 を含む。さらに、負荷 4 2 0 の両端に、比較的 low レベルのキャパシタ 4 1 2 が設けられる。

#### 【 0 0 4 5 】

負荷 4 2 0 の両端の電圧プロファイルを制御するために、放電制御回路 4 5 0 が設けられる。放電制御回路 4 5 0 は、電力モジュール 4 1 0 の両端に設けられた 5 . 1 ボルトの基準電圧 4 5 2 を含む。基準電圧 4 5 2 は、比較器 4 5 6 のプラスの入力に供給される。比較器 4 5 6 のマイナスの入力は、ライン 4 5 4 を通って負荷 4 2 0 の両端で検出される電圧を含む。このように、比較器 4 5 6 は、負荷 4 2 0 の両端の現行電圧を決定することができる。ここで、「現行電圧」という表現は、比較器 4 5 6 によって検出、測定、または決定される電圧について言及するために使用される。当業者であれば、このような電圧が、瞬時電圧であっても、そうでなくてもよいことを理解されよう。比較器 4 5 6 の出力は、電力ステージ 4 5 8 に供給される。電力ステージ 4 5 8 は、マイクロプロセッサなどのコントローラであってもよい。電力ステージ 4 5 8 は、所望の放電プロファイルに関する情報を含む。例えば、電力ステージ 4 5 8 には、負荷 4 2 0 の両端にかかる電圧が所定のしきい値まで低下すると、所望の一定の傾きの放電を示す情報が与えられてもよい。

10

#### 【 0 0 4 6 】

このように、比較器 4 5 6 の出力により、電力ステージ 4 5 8 は、負荷 4 2 0 の両端にかかる電圧をモニタすることができる。電圧が所定のしきい値まで低下すると、電力ステージ 4 5 8 は、負荷 4 2 0 の両端に所望の電圧プロファイルを達成するために、誘導回路 4 3 0 のスイッチ 4 3 4 の制御を開始する。このように、放電制御回路 4 5 0 は、所望の結果を達成するためのフィードバック回路として作用する。これに関して、負荷 4 2 0 の両端にかかる電圧は、比較器 4 5 6 を介してモニタされ、誘導回路 4 3 0 の動作を介して制御される。このようにして、任意の所望の電圧プロファイルを、負荷 4 2 0 の両端に達成することができる。

20

#### 【 0 0 4 7 】

図 7 B に示すように、放電制御回路 4 5 0 を含むエネルギーシステム 4 0 2 に、図 4 B を参照して上述したものに類似した複数のインターリーブ誘導回路 4 3 0、4 4 0 が設けられてもよい。各誘導回路 4 3 0、4 4 0 は、インダクタ 4 3 2、4 4 2、スイッチ 4 3 4、4 4 4、およびダイオード 4 3 6、4 4 6 を含む。電力ステージ 4 5 8 は、所望の電圧プロファイルを達成するために、誘導回路 4 3 0、4 4 0 の各スイッチ 4 3 4、4 4 4 を制御する。上述したように、インターリーブ誘導回路を使用すると、負荷 4 2 0 の両端にかかる電圧の変動が低減される。

30

#### 【 0 0 4 8 】

図 8 に、上述した制御された放電電圧調整から生じた例示的な電圧プロファイルを示す。フル充電されたウルトラキャパシタ電力モジュールが負荷に適用されると、電圧は、最初、電力モジュールの定格の 1 0 0 パーセントの状態である。図 1 および図 5 に示すプロファイルに類似して、電力モジュールからの出力電圧は、負荷によるアクセスの直後に低下し始める (部分 A)。電力モジュールからの電圧がしきい値電圧レベルに達すると、上述した放電制御された電圧調整が開始される。図 8 に示す例は、予測可能な所望の電圧プロファイルを示す。これに関して、放電は、負荷の両端にかかる電圧の低下が一定の傾きになるように制御される。部分 D は、放電制御された調整を行った場合の電圧を示し、部分 B は、調整していない場合の出力電圧を示す (図 1 に示すものと同じ)。したがって、予測可能な電圧プロファイルを与えながら、許容電圧レベルの利用可能期間が著しく長くなる。一実施形態において、放電曲線が特定の電圧に達するときの予測可能性は、例えば、部分 D が最小定格電圧を下回ると、1 0 % 以下の精度で予測できる。一実施形態において、ある一定の最小電圧を下回る低下が、約 1 % の精度で生じることが予測でき、例えば、本明細書に記載したようなエネルギー蓄積システムの一実施形態が、1 0 時間、ある一定の最小電圧を超えた電圧を与えると予測されれば、実際には、このような最小電圧は、9 . 9 ~ 1 0 . 1 時間のどこかで達することになる。

40

#### 【 0 0 4 9 】

50

従って、本明細書に開示する実施形態により、再充電時間が短く、供給電圧の持続時間が長く、電圧プロファイルが予測可能なエネルギー源が提供される。放電性能の予測可能性を備えた再充電可能なエネルギー源により、放電曲線に沿った特定の点の前またはその時点で時宜に改善策をとることができるようになる。負荷が電気モータを含み得るハイブリッド車の応用において、このような予測可能性により、キャパシタ電源から、別の電源への切り替えを必要とするとき、例えば、燃料電池や燃焼モータへの切り替えを必要とするときを決定しやすくなる。切り替えの時間がさらに予測可能になるため、キャパシタベースの電源からのハイブリッド車の動作を延長することができるため、別の電源への切り替え前に車の動作範囲が増大する。

#### 【0050】

本明細書に示し詳細に記載した特定のシステムおよび方法により、本発明の上述した目的および利点をすべて達成することができるが、本明細書に提示した記載および図面は、一部であるがすべてではない考慮された実施形態を表すことを理解されたい。当業者であれば、本発明の趣旨または範囲から逸脱することなく、多数の変更がなされてよいことが明らかであろう。例えば、抵抗器、キャパシタ、インダクタ、およびダイオードの値は、応用によって異なるものであってよく、過度の実験を行うことなく、当業者によって選択されるであろう。また、本明細書に開示した1つ以上のコンポーネントが、PLD、ファームウェア、および/またはソフトウェアの実施を含む、アナログ形式またはデジタル形式で与られてもよいことも想定され得る。したがって、本発明は、特許請求の範囲およびそれと同等のものを除いて限定されるものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0051】

【図1】制御されていないウルトラキャパシタバンク放電の出力電圧の低下を示すグラフである。

【図2】本発明によるエネルギー蓄積システムの一実施形態の線図である。

【図3】図2に示すエネルギー蓄積システムとともに使用するためのキャパシタバンクの一実施形態を詳細に示す。

【図4A】本発明による電圧調整器を備えたエネルギー蓄積システムの一実施形態の略図である。

【図4B】本発明による電圧調整器を備えたエネルギー蓄積システムの別の実施形態の略図である。

【図5】本発明によるエネルギー蓄積システムの一実施形態の1つのサンプル出力電圧を示すグラフである。

【図6】本発明によるインダクタの一実施形態を示す。

【図7A】本発明による放電制御電圧調整器を備えたエネルギー蓄積システムの一実施形態の略図である。

【図7B】本発明による放電制御電圧調整器を備えたエネルギー蓄積システムの別の実施形態の略図である。

【図8】本発明による放電制御電圧調整器を備えたエネルギー蓄積システムの一実施形態の1つのサンプル出力電圧を示すグラフである。

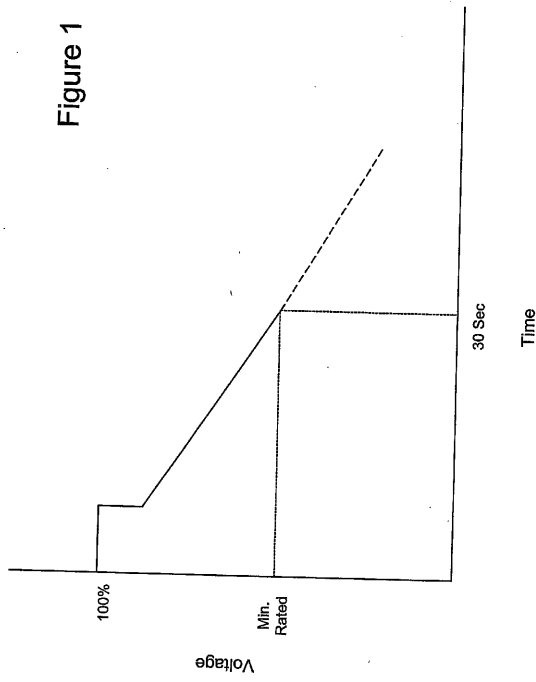
10

20

30

40

【 図 1 】



【 図 2 】

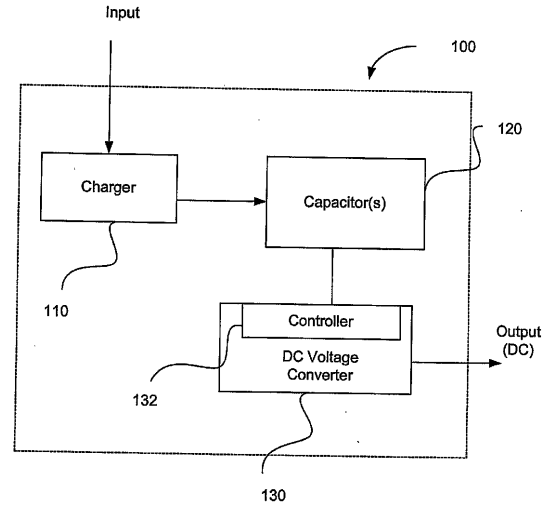


Figure 2

【 図 3 】

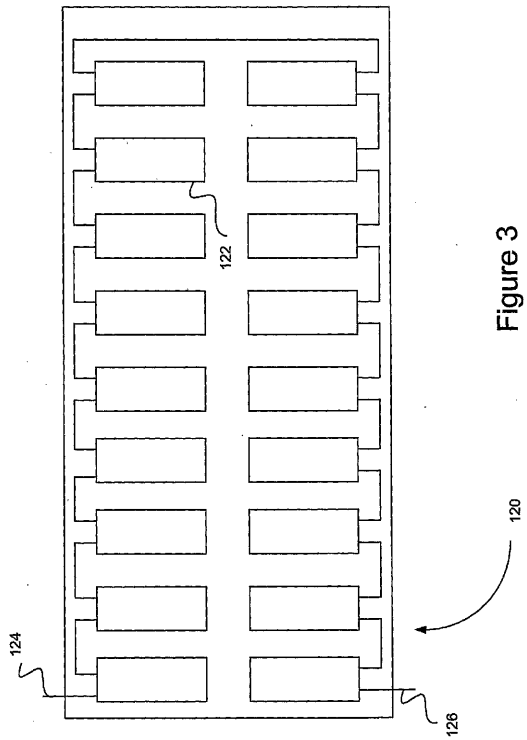


Figure 3

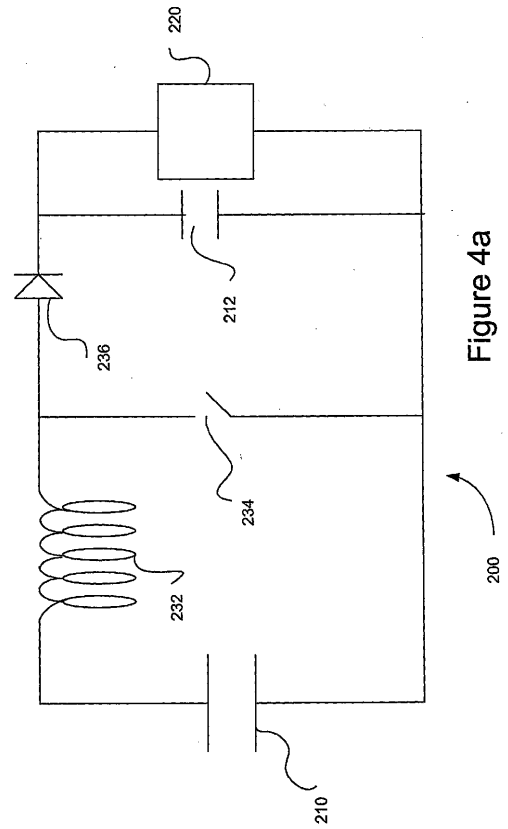


Figure 4a

【 図 5 】

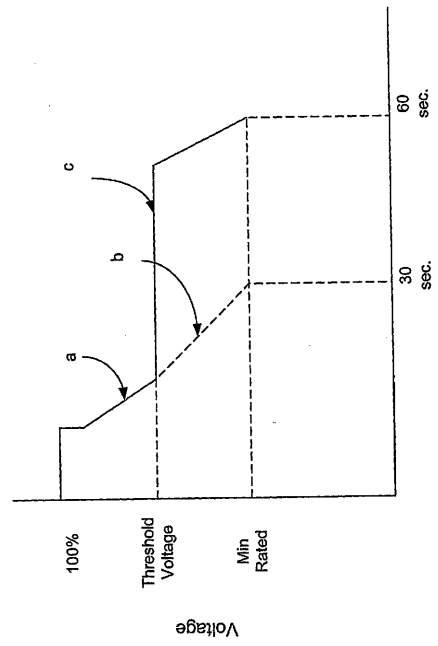


Figure 5

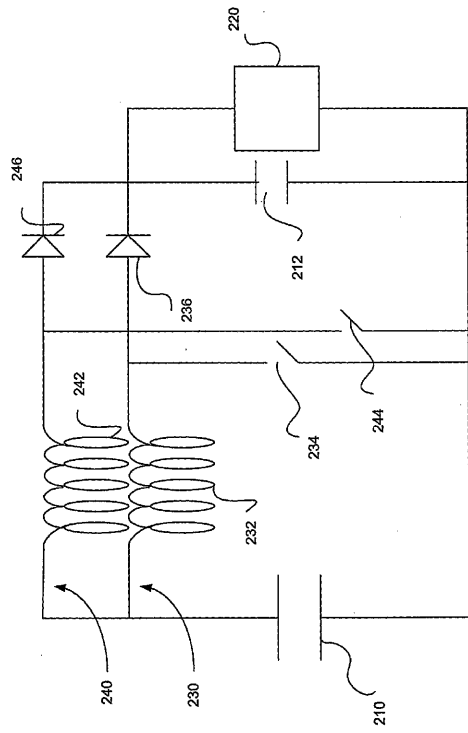


Figure 4b

【 図 6 】

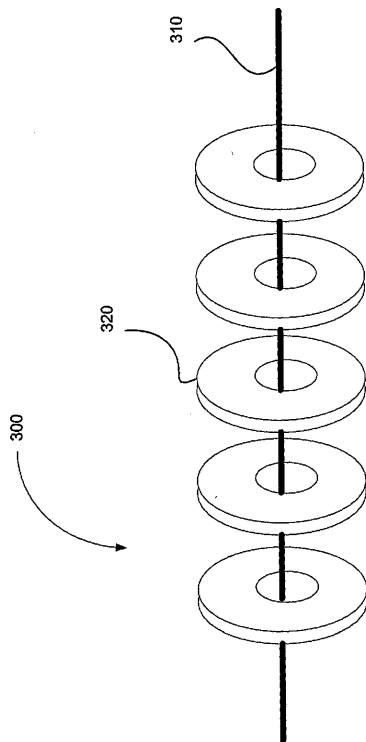


Figure 6

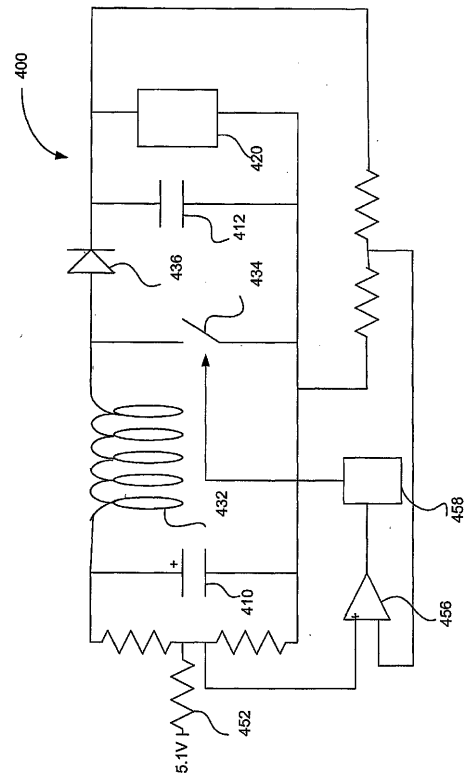


Figure 7A



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US04/20561
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(7) : H02J 7/16 US CL : 320/166 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 320/166 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6,441,592 A (ROTHLEITNER et al) 27 August 2002 (27.08.2002), entire document.	11 and 26
X	US 6,140,807 A (VANNATTA et al) 31 October 2000 (31.10.2000), entire document.	1-27
X	US 6,020,719 A (NISHIGAKI et al) 1 February 2000 (01.02.2000), entire document.	1-27
Y	US 4,384,321 A (RIPPEL) 17 May 1983 (17.05.1983), entire document.	12, 20 and 21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
30 September 2005 (30.09.2005)		27 OCT 2005
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer Michael Sherry <i>Chamuse Costen</i> Telephone No. (571) 272-2800

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 5H730 AA16 AS01 AS04 BB14 BB57 BB82 CC00 DD01 FD01 FG01