

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5189335号
(P5189335)

(45) 発行日 平成25年4月24日(2013.4.24)

(24) 登録日 平成25年2月1日(2013.2.1)

(51) Int.Cl.	F I		
HO2M 3/155 (2006.01)	HO2M	3/155	G
HO2J 7/10 (2006.01)	HO2J	7/10	P
HO1M 10/44 (2006.01)	HO1M	10/44	Q
	HO2M	3/155	P
	HO2M	3/155	H

請求項の数 7 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-242961 (P2007-242961)	(73) 特許権者	000116024
(22) 出願日	平成19年9月19日(2007.9.19)		ローム株式会社
(65) 公開番号	特開2009-77501 (P2009-77501A)		京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
(43) 公開日	平成21年4月9日(2009.4.9)	(74) 代理人	100105924
審査請求日	平成22年8月31日(2010.8.31)		弁理士 森下 賢樹
		(72) 発明者	宮長 晃一
			京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
			ローム株式会社内
		(72) 発明者	柴田 泰
			京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
			ローム株式会社内
		審査官	天坂 康種

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 充電制御回路およびそれを利用した電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外部電圧を受け電池を充電する充電制御回路であって、
前記外部電圧を利用して前記電池を充電する同期整流型のスイッチングレギュレータと、
前記電池の充電状態に応じてデューティ比が調節されるパルス信号を生成するパルス変調器と、
前記パルス変調器からの前記パルス信号にもとづき、前記スイッチングレギュレータのスイッチング素子を駆動するドライバと、
を備え、
前記スイッチングレギュレータは前記スイッチング素子として、
前記外部電圧が印加される外部端子と接地端子間に直列に設けられるハイサイドトランジスタおよびローサイドトランジスタと、
を含み、前記ハイサイドトランジスタは、そのオン抵抗が切りかえ可能に構成され、
前記ハイサイドトランジスタのオン抵抗は、前記電池の電圧が所定のしきい値電圧より低いときに、高い値に設定され、前記電池の電圧が所定のしきい値電圧より高いときに、それよりも低い値に設定されることを特徴とする充電制御回路。

【請求項 2】

前記ローサイドトランジスタは、そのオン抵抗が切りかえ可能に構成され、
前記ローサイドトランジスタのオン抵抗は、前記電池の電圧が所定のしきい値電圧より

低いときに、高い値に設定され、前記電池の電圧が所定のしきい値電圧より高いときに、それよりも低い値に設定されることを特徴とする請求項 1 に記載の充電制御回路。

【請求項 3】

前記ハイサイドトランジスタおよび前記ローサイドトランジスタの少なくとも一方のオン抵抗は、前記電池の充電開始から所定期間の間、前記電池の電圧にかかわらず高い値に設定されることを特徴とする請求項 1 に記載の充電制御回路。

【請求項 4】

前記ハイサイドトランジスタは、
メインハイサイドトランジスタと、
前記メインハイサイドトランジスタと並列に設けられたサブハイサイドトランジスタと
、を含み、
前記ドライバは前記電池の状態に応じて、駆動すべき前記ハイサイドトランジスタ内のトランジスタを切りかえることを特徴とする請求項 1 に記載の充電制御回路。

10

【請求項 5】

前記ローサイドトランジスタは、
メインローサイドトランジスタと、
前記メインローサイドトランジスタと並列に設けられたサブローサイドトランジスタと
、を含み、
前記ドライバは前記電池の状態に応じて、駆動すべき前記ローサイドトランジスタ内のトランジスタを切りかえることを特徴とする請求項 2 に記載の充電制御回路。

20

【請求項 6】

前記ハイサイドトランジスタは、
メインハイサイドトランジスタと、
前記メインハイサイドトランジスタと並列に設けられたサブハイサイドトランジスタと
、を含み、
前記ローサイドトランジスタは、
メインローサイドトランジスタと、
前記メインローサイドトランジスタと並列に設けられたサブローサイドトランジスタと
、を含み、
前記ドライバは前記電池の状態に応じて、駆動すべき前記ハイサイドトランジスタ内のトランジスタを切りかえると同時に、駆動すべき前記ローサイドトランジスタ内のトランジスタを切りかえることを特徴とする請求項 2 に記載の充電制御回路。

30

【請求項 7】

電池と、
外部電源からの外部電圧を受け、前記電池を充電する請求項 1 から 6 のいずれかに記載の充電制御回路と、
を備えることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、2次電池を充電する充電制御回路に関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年の携帯電話、PDA (Personal Digital Assistant)、ノート型パーソナルコンピュータなどのさまざまな電子機器には、デジタル信号処理を行うCPU (Central Processing Unit) や、DSP (Digital Signal Processor)、あるいは、液晶パネル、その他のアナログ、デジタル回路など、多くの電子回路が搭載される。電源として電池が搭載される電池駆動型の電子機器においては、機器内部の各電子回路は、電池からの電池電圧によって動作する。

50

【0003】

近年では、再充電が可能なりチウムイオン電池やニッケル水素電池などの2次電池が利用される。2次電池の充電動作は、一般に以下のプロセスを経る。すなわち、電池電圧が低い状態では予備充電を行い、電池電圧がある程度大きくなると充電電流をフィードバックし、充電電流が一定となるように充電を行い（定電流充電）、電池電圧が満充電状態に近づくと電池電圧をフィードバックし、電池電圧が所定の基準電圧（満充電電圧）と一致するように充電を行う（定電圧充電）。電池電圧が基準電圧と一致すると、フル充電が検出され、充電動作が停止する。充電完了後、電池の消耗にともなって電池電圧が所定のしきい値電圧（再充電検出電圧）まで低下すると、再充電が開始される（再充電検出）。

【0004】

一般に充電回路には、トランジスタのオン抵抗をフィードバックによって制御するリアレギュレータタイプと、スイッチングレギュレータを用いるタイプの2つが存在する。

【特許文献1】特開2006-60977号公報

【特許文献2】特開2006-304500号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

充電回路にスイッチングレギュレータを用いる際には、以下の問題が存在する。

一般的な回路を負荷とするスイッチングレギュレータの場合、その出力電圧はスイッチングレギュレータによって定まる。ところが、電池を充電するスイッチングレギュレータの場合、その出力電圧は電池によって決まってしまう。接続される電池の電圧が低い場合には、非常に大きな充電電流が流れたり、あるいはスイッチングレギュレータのローサイドスイッチを介して接地に逆流電流が流れてしまうという問題がある。

【0006】

本発明はこうした課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、充電電流を抑制し、もしくは逆流電流を抑制した充電制御回路の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のある態様は、外部電圧を受け電池を充電する充電制御回路に関する。この充電制御回路は、外部電圧を利用して電池を充電する同期整流型のスイッチングレギュレータと、電池の充電状態に応じてデューティ比が調節されるパルス信号を生成するパルス変調器と、パルス変調器からのパルス信号にもとづき、スイッチングレギュレータのスイッチング素子を駆動するドライバと、を備える。スイッチングレギュレータはスイッチング素子として、外部電圧が印加される外部端子と接地端子間に直列に設けられるハイサイドトランジスタおよびローサイドトランジスタと、を含み、ハイサイドトランジスタおよびローサイドトランジスタの少なくとも一方は、そのオン抵抗が切りかえ可能に構成される。

【0008】

この態様によると、ハイサイドトランジスタもしくはローサイドトランジスタのオン抵抗を充電状態に応じて制御することにより、充電電流を抑制し、もしくは逆流電流を抑制できる。

【0009】

切り替え可能なハイサイドトランジスタおよびローサイドトランジスタの少なくとも一方のオン抵抗は、電池の電圧が所定のしきい値電圧より低いときに、高い値に設定され、電池の電圧が所定のしきい値電圧より高いときに、それよりも低い値に設定されてもよい。

電池電圧に応じてトランジスタのオン抵抗を切りかえることにより、適切に充電電流を抑制し、もしくは逆流電流を抑制できる。

【0010】

切り替え可能なハイサイドトランジスタおよびローサイドトランジスタの少なくとも一方のオン抵抗は、電池の充電開始から所定期間の間、高い値に設定されてもよい。

10

20

30

40

50

【0011】

切り替え可能なハイサイドトランジスタおよびローサイドトランジスタの少なくとも一方のオン抵抗は、電池の充電開始から所定期間の間、高い値に設定され、所定期間の経過後に、電池の電圧が所定のしきい値電圧より低いときに、高い値に設定され、電池の電圧が所定のしきい値電圧より高いときに、それよりも低い値に設定されてもよい。

【0012】

ハイサイドトランジスタは、メインハイサイドトランジスタと、メインハイサイドトランジスタと並列に設けられたサブハイサイドトランジスタと、を含んでもよい。ドライバは電池の状態に応じて、駆動すべきハイサイドトランジスタ内のトランジスタを切りかえてもよい。

10

この場合、ハイサイドトランジスタのオン抵抗を好適に切りかえられ、充電電流を抑制できる。

【0013】

ローサイドトランジスタは、メインローサイドトランジスタと、メインローサイドトランジスタと並列に設けられたサブローサイドトランジスタと、を含んでもよい。ドライバは電池の状態に応じて、駆動すべきローサイドトランジスタ内のトランジスタを切りかえてもよい。

この場合、ローサイドトランジスタのオン抵抗を好適に切りかえられ、逆流電流を抑制できる。

【0014】

20

ハイサイドトランジスタは、メインハイサイドトランジスタと、メインハイサイドトランジスタと並列に設けられたサブハイサイドトランジスタと、を含んでもよい。ローサイドトランジスタは、メインローサイドトランジスタと、メインローサイドトランジスタと並列に設けられたサブローサイドトランジスタと、を含んでもよい。ドライバは電池の状態に応じて、駆動すべきハイサイドトランジスタ内のトランジスタを切りかえるとともに、駆動すべきローサイドトランジスタ内のトランジスタを切りかえてもよい。

この場合、ハイサイドトランジスタおよびローサイドトランジスタのオン抵抗を好適に切りかえられ、充電電流を抑制しつつ、逆流電流も抑制できる。

【0015】

本発明の別の態様は、電子機器である。この電子機器は、電池と、外部電源からの外部電圧を受け、電池を充電する上述の充電制御回路と、を備える。

30

【0016】

なお、以上の構成要素の任意の組合せや本発明の構成要素や表現を、方法、装置、システムなどの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、充電電流もしくは逆流電流を抑制可能な充電制御回路を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明を好適な実施の形態をもとに図面を参照しながら説明する。各図面に示される同一または同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、実施の形態は、発明を限定するものではなく例示であって、実施の形態に記述されるすべての特徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

40

【0019】

本明細書において、「部材Aが部材Bに接続された状態」とは、部材Aと部材Bが物理的に直接的に接続される場合や、部材Aと部材Bが、電気的な接続状態に影響を及ぼさない他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

同様に、「部材Cが、部材Aと部材Bの間に設けられた状態」とは、部材Aと部材C、あるいは部材Bと部材Cが直接的に接続される場合のほか、電気的な接続状態に影響を及

50

ばさない他の部材を介して間接的に接続される場合も含む。

【 0 0 2 0 】

また本明細書において、電圧信号、電流信号あるいは抵抗に付された符号は、必要に応じてそれぞれの電圧値、電流値あるいは抵抗値を表すものとする。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、実施の形態に係る充電制御回路 1 0 0 を備える電子機器 2 0 0 の構成を示す回路図である。電子機器 2 0 0 は、たとえば携帯電話端末や、P D A、ノート型 P C などの電池駆動型の情報端末機器である。電子機器 2 0 0 は、充電制御回路 1 0 0 および電池 1 1 0、を備える。

【 0 0 2 2 】

電池 1 1 0 は、リチウムイオン電池やニッケル水素電池などの 2 次電池であり電池電圧 V_{bat} を出力する。電子機器 2 0 0 には、A C アダプタや U S B (Universal Serial Bus) などの外部電源 (不図示) が着脱可能なアダプタ端子 1 0 2 が設けられており、外部電源からの電圧 (以下、外部電圧という) V_{ext} を受ける。充電制御回路 1 0 0 は、外部電圧 V_{ext} を利用して、電池端子 1 0 4 に接続される電池 1 1 0 を充電する。

【 0 0 2 3 】

充電制御回路 1 0 0 は、スイッチングレギュレータ 7 0、制御回路 8 0 を含む。スイッチングレギュレータ 7 0 は、外部電圧 V_{ext} を利用して電池 1 1 0 を充電する。スイッチングレギュレータ 7 0 は同期整流型であり、スイッチング素子であるハイサイドトランジスタ M H およびローサイドトランジスタ M L と、出力インダクタ L 1 と、出力キャパシタ C 1 と、を含む。

【 0 0 2 4 】

ハイサイドトランジスタ M H およびローサイドトランジスタ M L は、外部電圧 V_{ext} が印加されるアダプタ端子 1 0 2 と接地端子 G N D 間に直列に設けられる。ハイサイドトランジスタ M H およびローサイドトランジスタ M L は交互にオン、オフを繰り返し、その接続点 7 2 にはスイッチング電圧 V_{sw} が発生する。

【 0 0 2 5 】

出力キャパシタ C 1 は一端が接地され、他端がスイッチングレギュレータ 7 0 の出力端子 7 4 に接続されている。出力インダクタ L 1 は、一端が接続点 7 2 に接続され、他端が出力端子 7 4 と接続される。接続点 7 2 に V_{ext} または 0 V のスイッチング電圧が印加されることにより、外部電圧 V_{ext} を降圧した電圧が出力端子 7 4 に発生する。

【 0 0 2 6 】

制御回路 8 0 は、検出抵抗 R_s 、電流検出回路 8 2、誤差増幅器 8 4、コンパレータ 8 6、パルス幅変調器 8 8、ドライバ 9 0、を備える。

検出抵抗 R_s はスイッチングレギュレータ 7 0 の出力端子 7 4 から電池 1 1 0 に至る経路上に、すなわち充電電流 I_{chg} の経路上に設けられる。電流検出回路 8 2 は検出抵抗 R_s に発生する電圧降下を利用して、充電電流 I_{chg} を検出電圧 V_s に変換する。誤差増幅器 8 4 は、検出電圧 V_s が所定の基準電圧 V_{ref} との誤差電圧 V_{err} を生成する。

【 0 0 2 7 】

パルス幅変調器 8 8 は、誤差電圧 V_{err} にもとづいて、デューティ比 (パルス幅) が調節されるパルス信号 V_{pwm} を生成する。ドライバ 9 0 はパルス幅変調器 8 8 からのパルス信号 V_{pwm} にもとづき、スイッチングレギュレータ 7 0 のスイッチング素子を駆動する。その結果、検出電圧 V_s が基準電圧 V_{ref} に一致するように、言い換えれば充電電流 I_{chg} が目標値に近づくようにフィードバックがかかり、電池 1 1 0 が充電される。

図 1 の制御回路 8 0 は、充電電流 I_{chg} を一定値に安定化させる定電流充電を行うブロックのみを示しているが、電池電圧 V_{bat} をフィードバックして、電池電圧 V_{bat} が目標値に一致するようにパルス信号 V_{pwm} のデューティ比を調節する定電圧充電を行ってもよい。定電流充電と定電圧充電は併用してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

本実施の形態において、ハイサイドトランジスタMHおよびローサイドトランジスタMLそれぞれのオン抵抗は、切りかえ可能に構成される。すなわち、ハイサイドトランジスタMHのオン抵抗は、第1の値RH1、または第1の値RH1より高い第2の値RH2をとり、ローサイドトランジスタMLのオン抵抗は、第1の値RL1、または第1の値RL1より高い第2の値RL2をとる。

第2の値RH2は、第1の値RH1の2～20程度の範囲に設定する。同様に第2の値RL2は、第1の値RL1の2～20程度の範囲に設定する。好ましくは10倍程度に設定する。

【 0 0 2 9 】

電池110の充電開始から所定期間1の間、ハイサイドトランジスタMHのオン抵抗は、第1の値RH1に設定され、ローサイドトランジスタMLのオン抵抗は第1の値RL1に設定される。

【 0 0 3 0 】

所定期間1の経過後、ハイサイドトランジスタMHおよびローサイドトランジスタMLのオン抵抗は、電池電圧Vbatにもとづいて設定される。

ハイサイドトランジスタMHのオン抵抗は、電池電圧Vbatが所定のしきい値電圧Vthより低いときに、高い値RH1に設定され、電池電圧Vbatがしきい値電圧Vthより高いときに、それよりも低い値RH2に設定される。また、ローサイドトランジスタMLのオン抵抗は、電池電圧Vbatが所定のしきい値電圧Vthより低いときに、高い値RL1に設定され、電池電圧Vbatがしきい値電圧Vthより高いときに、それよりも低い値RL2に設定される。たとえばしきい値電圧Vthは、電池電圧Vbatが3V～4.2V程度で使用されるリチウムイオン電池に対して、2.8V程度に設定される。

【 0 0 3 1 】

オン抵抗を切りかえるために、ハイサイドトランジスタMHは並列に接続された2つのトランジスタ、すなわち、メインハイサイドトランジスタMH1およびサブハイサイドトランジスタMH2を含む。同様に、ローサイドトランジスタMLは並列に接続された2つのトランジスタ、すなわち、メインローサイドトランジスタML1およびサブローサイドトランジスタML2を含む。

【 0 0 3 2 】

ドライバ90は、電池Vbatの状態に応じてハイサイドトランジスタMHの実効的なオン抵抗を切りかえるために、駆動すべきハイサイドトランジスタMH内のトランジスタを切りかえる。すなわち、オン抵抗を低く設定するとき、メインハイサイドトランジスタMH1を駆動し、サブハイサイドトランジスタMH2はオフ状態に固定する。サブハイサイドトランジスタMH2をオフに固定する代わりに、サブハイサイドトランジスタMH2をメインハイサイドトランジスタMH1と同期して駆動しても構わない。反対に、オン抵抗を高く設定するとき、サブハイサイドトランジスタMH2のみ駆動し、メインハイサイドトランジスタMH1はオフ状態に固定する。メインハイサイドトランジスタMH1、サブハイサイドトランジスタMH2をオフに固定する際、ドライバ90はそれぞれのゲート電圧VgH1、VgH2をハイレベルに固定する。

【 0 0 3 3 】

同様にドライバ90は、電池Vbatの状態に応じてローサイドトランジスタMLの実効的なオン抵抗を切りかえるために、電池Vbatの状態に応じて、駆動すべきローサイドトランジスタML内のトランジスタを切りかえる。すなわち、オン抵抗を低く設定するとき、メインローサイドトランジスタML1を駆動し、サブローサイドトランジスタML2はオフ状態に固定する。サブローサイドトランジスタML2をオフに固定する代わりに、サブローサイドトランジスタML2をメインハイサイドトランジスタMH1と同期して駆動しても構わない。反対に、オン抵抗を高く設定するとき、サブローサイドトランジスタML2のみ駆動し、メインローサイドトランジスタML1はオフ状態に固定する。メインローサイドトランジスタML1、サブローサイドトランジスタML2をオフに固定する

10

20

30

40

50

際、ドライバ90はそれぞれのゲート電圧 V_{g1} 、 V_{g2} をローレベルに固定する。

【0034】

コンパレータ86は、電池電圧 V_{bat} としきい値電圧 V_{th} を比較し、比較結果に応じた制御信号 $S1$ を出力する。ドライバ90は、制御信号 $S1$ にもとづいてハイサイドトランジスタMH、ローサイドトランジスタMLのオン抵抗を切りかえる。

【0035】

以上のように構成された充電制御回路100の動作を説明する。図2は、図1の充電制御回路100の動作を示すタイムチャートである。図2の縦軸および横軸は、理解を容易とするために適宜拡大、縮小したものであり、また示される各波形も、理解の容易のために簡略化されている。

10

【0036】

時刻 t_0 に外部電圧 V_{ext} が供給され、充電動作が開始する。充電開始から所定期間1の間、ハイサイドトランジスタMHおよびローサイドトランジスタMLの実効的なオン抵抗は高く設定される。この間、メインハイサイドトランジスタMH1、メインローサイドトランジスタML1はいずれもオフ状態に固定され、サブハイサイドトランジスタMH2、サブローサイドトランジスタML2が駆動される。

【0037】

所定期間1が経過した時刻 t_1 において、 $V_{bat} > V_{th}$ の場合、ハイサイドトランジスタMHおよびローサイドトランジスタMLの実効的なオン抵抗は低く設定され、通常の充電動作が開始される。もし、時刻 t_1 において $V_{bat} < V_{th}$ であれば、継続してハイサイドトランジスタMHおよびローサイドトランジスタMLの実効的なオン抵抗は高いまま保持される。

20

【0038】

本実施の形態に係る充電制御回路100によれば、ハイサイドトランジスタMHのオン抵抗を切りかえ可能に構成し、回路のステータスに応じてそのオン抵抗を切りかえることにより、充電電流 I_{chg} が大電流となるのを抑制できる。充電電流 I_{chg} は、電池電圧 V_{bat} が低い場合に大電流となるから、電池電圧 V_{bat} がしきい値電圧 V_{th} より低いときにハイサイドトランジスタMHのオン抵抗を高くすることにより、好適に大電流を防止できる。

【0039】

また、実施の形態に係る充電制御回路100によれば、ローサイドトランジスタMLのオン抵抗を切りかえ可能に構成し、回路のステータスに応じてそのオン抵抗を切りかえることにより、電池110からローサイドトランジスタMLを介して接地端子GNDに逆電流が流れるのを抑制できる。

30

【0040】

上記実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能で、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0041】

実施の形態では、ハイサイドトランジスタMHとローサイドトランジスタMLの両方のオン抵抗を切りかえ可能に構成したが、一方のみを切りかえ可能としてもよい。また、ハイサイドトランジスタMHとローサイドトランジスタMLのオン抵抗を、共通のしきい値電圧 V_{th} にもとづいて切りかえる場合を説明したが、それぞれ別個のしきい値電圧に応じて切りかえてもよい。

40

【0042】

実施の形態にもとづき、特定の語句を用いて本発明を説明したが、実施の形態は、本発明の原理、応用を示しているにすぎず、実施の形態には、請求の範囲に規定された本発明の思想を離脱しない範囲において、多くの変形例や配置の変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0043】

50

【図1】実施の形態に係る充電制御回路を備える電子機器の構成を示す回路図である。

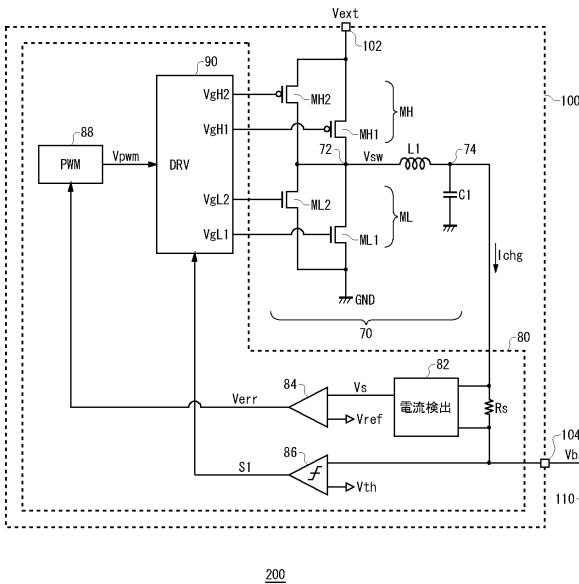
【図2】図1の充電制御回路の動作を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

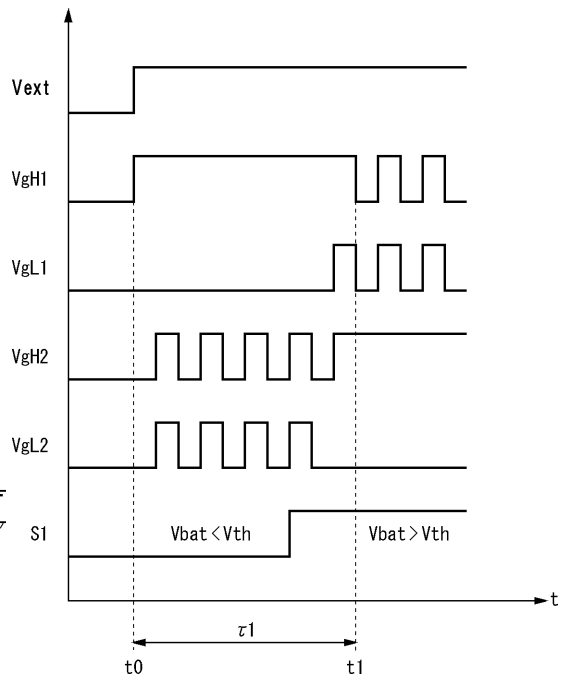
【0044】

70...スイッチングレギュレータ、72...接続点、74...出力端子、MH...ハイサイドトランジスタ、MH1...メインハイサイドトランジスタ、MH2...サブハイサイドトランジスタ、ML...ローサイドトランジスタ、ML1...メインローサイドトランジスタ、ML2...サブローサイドトランジスタ、L1...出力インダクタ、C1...出力キャパシタ、80...制御回路、82...電流検出回路、Rs...検出抵抗、84...誤差増幅器、86...コンパレータ、88...パルス幅変調器、90...ドライバ、100...充電制御回路、102...アダプタ端子、104...電池端子、110...電池、200...電子機器。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第97/044884(WO,A1)
特開2002-300774(JP,A)
特開2004-282846(JP,A)
特開2002-010509(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H02M 3/155
H01M 10/44
H02J 7/10