

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5588873号
(P5588873)

(45) 発行日 平成26年9月10日 (2014. 9. 10)

(24) 登録日 平成26年8月1日 (2014. 8. 1)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 J 7/00 (2006. 01)

H O 2 J 7/00 P

H O 1 M 10/44 (2006. 01)

H O 2 J 7/00 Z H V B

B 6 O L 11/14 (2006. 01)

H O 1 M 10/44 P

B 6 O L 11/18 (2006. 01)

B 6 O L 11/14

B 6 O L 3/00 (2006. 01)

B 6 O L 11/18

A

請求項の数 6 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-532096 (P2010-532096)
 (86) (22) 出願日 平成20年8月21日 (2008. 8. 21)
 (65) 公表番号 特表2011-504355 (P2011-504355A)
 (43) 公表日 平成23年2月3日 (2011. 2. 3)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/073794
 (87) 国際公開番号 W02009/058460
 (87) 国際公開日 平成21年5月7日 (2009. 5. 7)
 審査請求日 平成23年8月2日 (2011. 8. 2)
 (31) 優先権主張番号 11/982, 491
 (32) 優先日 平成19年11月1日 (2007. 11. 1)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
 4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド機関車のバッテリー制御のシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

貯蔵されるバッテリー電荷を制御する方法であって、

1 又は複数のバッテリーの現在充電状態 (S o C) を感知して、ここから現在 S o C データを生成するステップと、

所望の 1 回のサイクルについての最大 S o C - 最小 S o C として表わされる関係式により定義される現在偏位を感知して、ここから現在偏位データを生成するステップと、

前記現在偏位が所望の限度を超えて増大するにつれて前記充電率制御限度が上方調節され、前記現在偏位が所望の限度を下回って減少するにつれて前記充電率制御限度が下方調節されるように、前記 1 又は複数のバッテリーの現在偏位データに応じて前記充電率制御限度を線形態様で調整するステップと、

調整された前記充電率制御限度を使用して走行業務の間にハイブリッド車輛を充電するステップと、

を備えた方法。

【請求項 2】

前記ハイブリッド車輛は機関車を含んでいる、請求項 1 に記載の貯蔵されるバッテリー電荷を制御する方法。

【請求項 3】

前記ハイブリッド車輛を充電する前記ステップは、一定型電力 / 電流充電システムによるバッテリー寿命及び性能を上回るバッテリー寿命及び性能となるように、前記現在 S o C データ

10

20

タ及び前記現在偏位データに応じて前記 1 又は複数のバッテリーの前記充電率限度を制御するステップをさらに含んでいる、請求項 1 または 2 に記載の貯蔵されるバッテリー電荷を制御する方法。

【請求項 4】

1 又は複数のバッテリーの現在充電状態 (SOC) に対応するデータを感知して生成するように構成されており、所望の 1 回のサイクルについての最大 SOC - 最小 SOC として表わされる関係式により定義される現在偏位に対応するデータを感知して生成するようにさらに構成されているバッテリー充電センサと、

前記現在偏位が所望の限度を超えて増大するにつれて前記充電率制御限度が上方調節され、前記現在偏位が所望の限度を下回って減少するにつれて前記充電率制御限度が下方調節されるように、前記 1 又は複数のバッテリーの現在偏位データに応じて前記充電率制御限度を線形態様で調整し、調整された前記充電率制御限度を使用して走行業務の間にハイブリッド車輛を充電するように構成されているバッテリー制御器とを備えたバッテリー制御システム。

10

【請求項 5】

前記ハイブリッド車輛は機関車を含んでいる、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

$\text{Control Limit} (P, I) = f(\text{Excursion}, \text{SOC})$

として定義される関係式に基づく前記充電率制御限度の変調を介してハイブリッド車輛のバッテリー性能及び燃料節約を向上させ、上式中、P はアンペア - 時間単位での合計バッテリー充電電力であり、I はバッテリー充電 / 放電電流であり、SOC は、バッテリー・セルの充電状態を意味し、「Excursion」は、1 回のサイクルについての最大 SOC - 最小 SOC として定義されるサイクルの大きさを意味する、請求項 4 または 5 に記載のシステム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般的には、バッテリーにおけるエネルギー貯蔵に関し、具体的には、ハイブリッド車輛（限定しないが機関車及びオフロード車輛を含む）のバッテリーに動的制動エネルギーの一部を貯蔵し、次いで燃料を節約するために電動駆動時にこのエネルギーを用いるシステム及び方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド機関車及びオフロード車輛は、動的制動エネルギーの一部をバッテリーに貯蔵し、次いで燃料を節約するために電動駆動時にこのエネルギーを用いることにより動作する。バッテリーを最大限に活用すれば燃料節約が向上する。バッテリーは、最初はよりよい燃料節約を提供するように大電力 / 電流レベルにおいて制御され得るが、これら大電力 / 電流レベルでのバッテリーの反復的サイクル利用のため劣化が大きくなり、バッテリーの寿命にわたる燃料節約が低下する。

【0003】

40

ハイブリッド機関車及びオフロード車輛のバッテリーは従来は、動作限度及び安全限度に基づいて一定の電力 / 電流限度において制御されていた。しかしながら、ハイブリッドからの利益は、バッテリーが可能な最大の充電電力 / 電流に充電されて初めて最大化され得る。さらに、1 回の走行業務を通じて一定の充電電力 / 電流において制御されると、バッテリーは低率で充電されてよかった場合でも高率で充電される。このことからバッテリーの劣化がさらに大きくなり、これにより動作寿命が短縮する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2004 / 148817 号明細書

50

【特許文献2】米国特許出願公開第2004/000892号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述の問題を扱った一つの公知の手法は、異なる特性を具備した二つの異なる形式のエネルギー貯蔵装置を用いるものである。装置の一方は大エネルギー容量であるが小電力定格を有し、他方の装置は小エネルギー容量バッテリーであるが大電力定格を有する。小さい偏位 (excursion) は大電力型エネルギー貯蔵装置 (1又は複数) によって解消され、大きい偏位は大エネルギー型装置 (1又は複数) によって解消される。上述の大電力型エネルギー貯蔵装置は一般的には、超大容量 (ウルトラ) キャパシタ又は大電力バッテリーを含んでおり、大エネルギー型装置は一般的には、大容量バッテリーを含んでいる。二つの異なる形式のエネルギー貯蔵装置を用いると、システムに複雑さ及び経費が加わり望ましくない。

10

【0006】

従って、過剰な制動電力が利用可能となっているサイクル時にのみ高率でのバッテリー充電を許すバッテリー制御方式が必要とされている。このバッテリー制御方式が、駆動サイクルの事前知識に一切頼ることなく1回の走行業務での現在充電状態及び現在偏位のみを用いて電力/電流制御限度を算出することができれば有利である。また、このバッテリー制御方式が、1回の走行業務及び寿命の両方にわたり燃料節約を達成しつつ、様々な走行業務時に走行する全ての機関車に様に適用されることができればさらに望ましい。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

簡単に述べると、本発明の一実施形態によれば、機関車を制限でなく包含するハイブリッド車輛のバッテリー制御のシステム及び方法が提供される。

【0008】

この方法は一実施形態では、1又は複数のバッテリーの現在充電状態 (SOC) を感知して、ここから現在SOCデータを生成するステップを含んでいる。この方法はさらに、所望の1回のサイクルについての最大SOC - 最小SOCとして表わされる関係式によって定義される現在偏位を感知して、ここから現在偏位データを生成するステップを含んでいる。加えて、電力/電流充電限度が、現在SOCデータ及び現在偏位データに応じて1又は複数のバッテリーについて制御される。

30

【0009】

もう一つの実施形態によれば、バッテリー制御システムが、1又は複数のバッテリーの現在充電状態 (SOC) に対応するデータを感知して生成するように構成されているバッテリー充電センサを含んでいる。バッテリー充電センサはさらに、所望の1回のサイクルについての最大SOC - 最小SOCとして表わされる関係式によって定義される現在偏位に対応するデータを感知して生成するように構成されている。バッテリー制御システムはさらに、現在SOCデータ及び現在偏位データに応じて1又は複数のバッテリーの電力/電流充電限度を制御するように構成されているバッテリー充電制御器を含んでいる。

【0010】

さらにもう一つの実施形態によれば、 $\text{Control Limit} (P, I) = f(\text{Excursion}, \text{SOC})$ として定義される関係式に基づいてバッテリー充放電電流制御限度の変調を介してハイブリッド車輛のバッテリー性能及び燃料節約を向上させるバッテリー制御システムが提供される。上の式において、Pはアンペア・時間単位での合計バッテリー充電電力であり、Iはバッテリー充電/放電電流であり、SOCは、バッテリー・セルの充電状態を意味し、「Excursion」は、1回のサイクルについての最大SOC - 最小SOCとして定義されるサイクルの大きさを意味する。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

本発明のこれらの特徴、観点及び利点、並びに他の特徴、観点及び利点は、添付図面を参照して以下の詳細な説明を読むとさらに十分に理解されよう。尚、図面全体にわたり、

50

類似の参照符号は類似の部材を表わす。

【図 1】本発明の一実施形態によるバッテリー制御システムの単純化したブロック図を示す。

【図 2】図 1 に示すバッテリー制御システムを用いて一実施形態に従ってバッテリー又はバッテリー列を充電する制御方策を示すグラフ図である。

【図 3】図 1 に示すバッテリー制御システムを用いてもう一つの実施形態に従ってバッテリー又はバッテリー列を充電する制御方策を示すグラフ図である。

【図 4】図 1 に示すバッテリー制御システムを用いてさらにもう一つの実施形態に従ってバッテリー又はバッテリー列を充電する制御方策を示すグラフ図である。

【0012】

10

上に示す図面は代替的な各実施形態を示しているが、本発明の他の実施形態も思量され、このことについて以下の議論に記載する。全ての場合において、本開示は本発明の図示された実施形態を表現のために提示しており、制限のためではない。当業者には、本発明の範囲内にあり本発明の原理の要旨に含まれる他の多くの改変及び実施形態が想到されよう。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下の記載は、向上したバッテリー性能及び燃料節約を提供するために限定しないが機関車のようなハイブリッド車輛のバッテリー制御のシステム及び方法を一実施形態に従って掲げる。ハイブリッド機関車は、前述のように、動的制動エネルギーの一部をバッテリーに貯蔵し、次いで燃料を節約するために電動駆動時にこのエネルギーを用いることにより動作する。燃料節約は、バッテリーの数、並びに充電限度及び放電限度の変動と共に変化する。一般的には、本発明の発明者等は、充電電流の増大は燃料節約を増加させ、放電電流は着目したハイブリッド車輛の燃料節約に対して殆ど影響がないことを見出した。

20

【0014】

本書で用いられる以下の用語は次のように定義される。

【0015】

S o C は、電池の充電状態を意味する。

【0016】

偏位は、サイクルの大きさを意味する。偏位は、1回のサイクルについての最大 S o C - 最小 S o C として定義される。

30

【0017】

燃料節約 (F S) は、限定しないが機関車のようなハイブリッド車輛について節約される燃料に関する利益を意味する。F S は、百分率単位で

$$F S (\%) = [(\text{従来型車輛} - \text{ハイブリッド車輛}) \text{からのエンジン・エネルギー}] / [\text{従来型車輛からのエンジン・エネルギー}] \times 100$$

として定義される。

【0018】

図面に移り、図 1 は、本発明の一実施形態によるバッテリー制御システム 10 の単純化したブロック図を示す。バッテリー制御システム 10 は一実施形態では、所望の動作電力 / 電流制御限度の間で多段変調を行なって、過剰な制動電力が利用可能となっているサイクルのみが高率で充電されるように構成されている。この制御方式は、必要とされる電力 / 電流制御限度を決定するために 1 回の走行業務の間の現在充電状態データ及び現在偏位データのみを用いるため、駆動サイクルの事前知識は必要とされない。このようなものとして、この方式は、例えば様々な走行業務で走行するハイブリッド機関車のような全てのハイブリッド車輛 20 に適用され得る一様な制御方式となる。この制御方式の適用によって具現化される変調は、バッテリーの走行業務を通じて一定の充電電力 / 電流制御方式を用いる公知の制御方式と比較すると、向上したバッテリー性能及び燃料節約を 1 回の走行業務でもバッテリー寿命にわたっても達成する。

40

【0019】

50

図 1 の参照を続けると、バッテリー制御システム 10 は、バッテリー 12 に関連する充電偏位データを含めて現在充電状態を連続的に監視するように構成されているバッテリー充電センサ 14 を含んでいる。当業者は、1 又は複数を問わず任意の数のバッテリーが本書に記載される制御方式を介して制御され得ることを認められよう。

【0020】

バッテリー制御システム 10 はさらに、バッテリー 12 の充放電限度を制御するように構成されているバッテリー充電制御器 16 を含んでいる。バッテリー充電制御器 16 は一実施形態によれば、ハイブリッド車輛燃料節約を高めるように開発された所望の伝達関数に応じて作用する。制御限度 (Control Limit) が下式のように定義され得る。

【0021】

$$\text{Control Limit} (P, I) = f(\text{Excursion}, \text{SoC})$$

式中、P はアンペア - 時間単位での合計バッテリー充電電力であり、I はバッテリー充電 / 放電電流であり、「Excursion」及び SoC は上で定義した通りである。

【0022】

一実施形態での伝達関数電流制御限度は、28 バッテリーのシステムについては 1 年間にわたり 10 % の平均燃料節約を達成することが判明した。もう一つの実施形態は、22 バッテリーのシステムについては 8 % の平均燃料節約を達成するのに適していることが判明した。さらにもう一つの実施形態は、16 バッテリーのシステムについては 6 % の平均燃料節約を達成するのに適していることが判明した。

【0023】

偏位が大きいサブサイクルは充電電流の増大によって最も大きい影響を受けることが判明し、偏位が小さいサブサイクルは殆ど同じに留まることが判明した。

【0024】

制御方策 (control strategy) は、特定の形式のハイブリッド車輛及び走行業務のために修正されてもよい。例えば、図 2 ~ 図 4 は、線形型変調方式、遅延付き線形型変調方式及び指数型変調方式を含む 3 種の代替的なバッテリー制御方策をそれぞれ示す。但し、本発明はこれら 3 種のバッテリー制御方策に限定されている訳ではなく、当業者は、他の多くのバッテリー制御方策が本書に記載される原理に従って所望の向上したバッテリー性能及びハイブリッド車輛燃料節約を達成するのに同様に容易に用いられ得ることを直ちに認められよう。

【0025】

図 2 を参照すると、グラフが、一実施形態によるバッテリー又はバッテリー列を充電する線形制御方策を示している。この実施形態の場合の制御方策は、バッテリー偏位の大きさが小さくなるにつれてバッテリー充電電流が小さくなるような線形制御を用いている。というのは、上で述べたように、偏位が大きいサブサイクルは充電電流の増大によって最も大きい影響を受けることが判明し、偏位が小さいサブサイクルは殆ど同じに留まることが判明したからである。

【0026】

図 3 は、もう一つの実施形態によるバッテリー又はバッテリー列を充電する遅延付き線形制御方策を示すグラフである。この実施形態の場合の制御方策は、偏位が少しでも予め決められた限度を超えた場合には一定の大きいバッテリー充電電流を用いる。そして、偏位が少しでも予め決められた限度を下回ったら、バッテリー偏位の大きさが小さくなるにつれてバッテリー充電電流は小さくなる。

【0027】

図 4 は、さらにもう一つの実施形態によるバッテリー又はバッテリー列を充電する指数型制御方策を示すグラフである。この実施形態の場合の制御方策は、バッテリー偏位が小さくなるにつれて大きさが指数関数的に減少し、バッテリー偏位が大きくなるにつれて大きさが指数関数的に増大するバッテリー充電電流を用いる。

【0028】

まとめると、制限しないが機関車を含むハイブリッド車輛のバッテリー制御のシステム及

10

20

30

40

50

び方法が、二つの制御限度の間の平均である一定の電流率でバッテリーへの／バッテリーからの電力の流れを制御する従来の手法に比較して向上したバッテリー性能及び高い燃料節約という技術的効果を奏する。他の技術的効果としては、１）バッテリー劣化が小さくなり、従って寿命にわたる性能が高まること、２）制御方式が駆動サイクルについての事前情報を必要とせず、具現化が容易であること、３）制御方式が従来のハードウェア方式アプローチよりも具現化に経費が掛からないこと等が挙げられる。

【 0 0 2 9 】

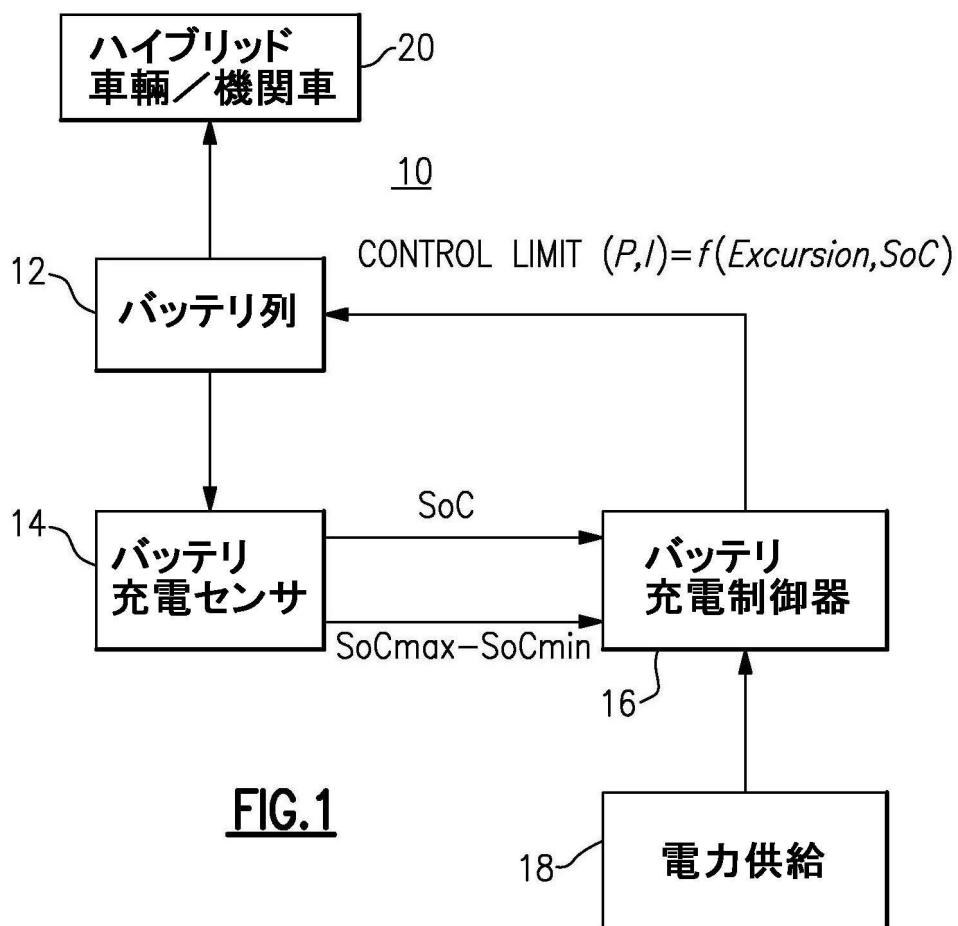
本書では発明の幾つかの特徴のみを図示して説明したが、当業者には多くの改変及び変形が想到されよう。従って、特許請求の範囲は、発明の要旨に含まれるような全ての改変及び変形を網羅するものと理解されたい。

【 符号の説明 】

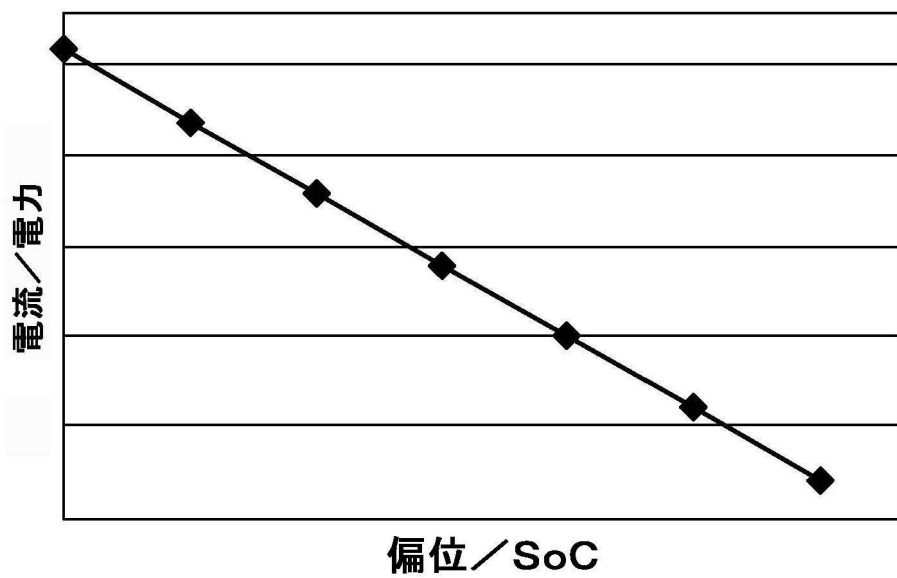
【 0 0 3 0 】

1 0 本発明によるバッテリー制御システム

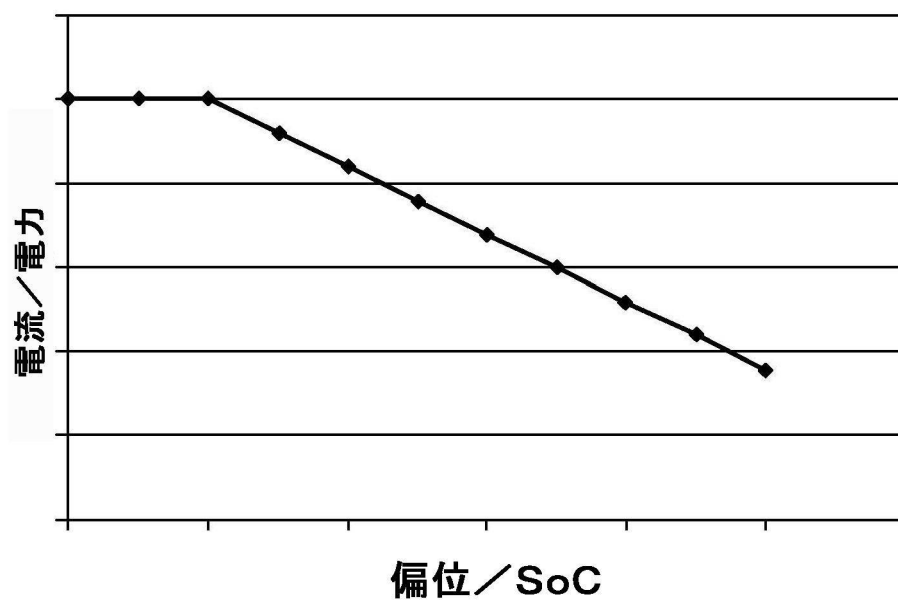
【図 1】

FIG.1

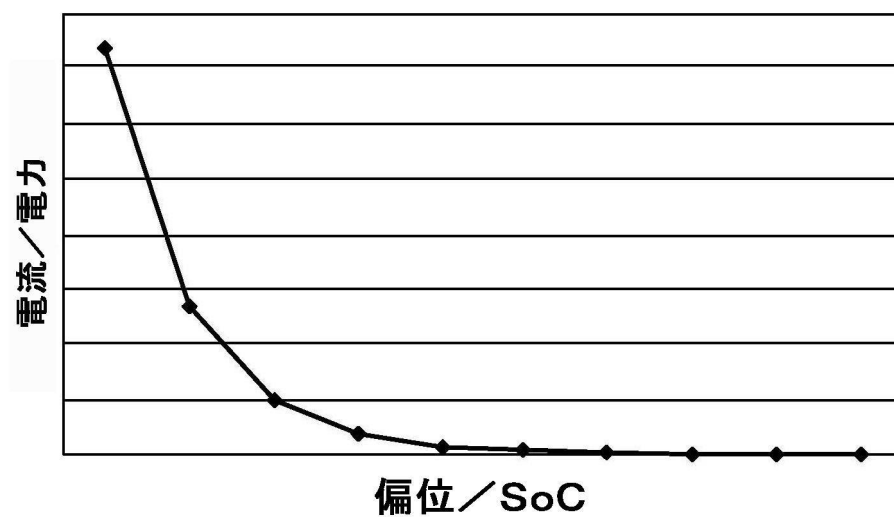
【図 2】

FIG.2

【図 3】

FIG.3

【図 4】

FIG.4

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
B 6 0 W	10/26	(2006.01)	B 6 0 L	3/00	S
B 6 0 W	20/00	(2006.01)	B 6 0 K	6/20	3 3 0
B 6 1 C	7/04	(2006.01)	B 6 1 C	7/04	
B 6 1 C	3/02	(2006.01)	B 6 1 C	3/02	

- (72)発明者 チャウラ, モニカ
インド、5 6 0 0 7 5、カルナータカ、バンガロール、ニュー・シッパサンドラ、ブッタパ・レイ
アウト、ハウス・ナンバー 2 8
- (72)発明者 コルワルカール, アモル・ラジャラン
インド、5 6 0 0 1 7、カルナータカ、バンガロール、クロス・オブ・エアポート・ロード、リフ
コ・アルナ・アパートメント・ナンバー・フィフス、エイ 4 / 2 0 3
- (72)発明者 カネ, アジト・ワサント
インド、5 6 0 0 7 5、バンガロール、カッガダスプラ・メイン・ロード、マンジュナス・レジデ
ンシー、ビー・ブロック・ジー 3
- (72)発明者 ペルコウスキ, ステイーブン・マシュー
アメリカ合衆国、1 6 5 1 0、ペンシルバニア州、エリー、ハンターズ・リッジ・ドライブ、2 3
2 0 番
- (72)発明者 クマール, アジス・クッタンニヤール
アメリカ合衆国、1 6 5 0 9、ペンシルバニア州、エリー、ドンナ・ドライブ、5 2 8 番
- (72)発明者 サラスー, レンビット
アメリカ合衆国、1 2 3 0 9、ニューヨーク州、スケネクタディ、パークレー・アベニュー、2 2
8 0 番

審査官 小林 秀和

- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 7 5 3 0 6 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 7 8 4 0 5 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 5 4 9 5 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 5 2 9 7 0 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 7 2 7 8 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 2 5 3 7 9 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 3 2 9 7 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 2 J 7 / 0 0
B 6 0 L 3 / 0 0
B 6 0 L 1 1 / 1 4
B 6 0 L 1 1 / 1 8
B 6 0 W 1 0 / 2 6
B 6 0 W 2 0 / 0 0
B 6 1 C 3 / 0 2
B 6 1 C 7 / 0 4
H 0 1 M 1 0 / 4 4