

(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2009-71936

(P2009-71936A)

(43) 公開日 平成21年4月2日(2009.4.2)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO2J 7/02 (2006.01)		HO2J 7/02 H	5G503
HO1M 10/44 (2006.01)		HO1M 10/44 P	5H030

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2007-235776 (P2007-235776)
 (22) 出願日 平成19年9月11日 (2007.9.11)

(71) 出願人 000005348
 富士重工業株式会社
 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
 (74) 代理人 100076233
 弁理士 伊藤 進
 (72) 発明者 手塚 一成
 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士
 重工業株式会社内
 Fターム(参考) 5G503 BA02 BB02 CA08 CA14 CC02
 HA02
 5H030 AA01 AS08 BB02 DD02 DD08
 DD18 FF43 FF44

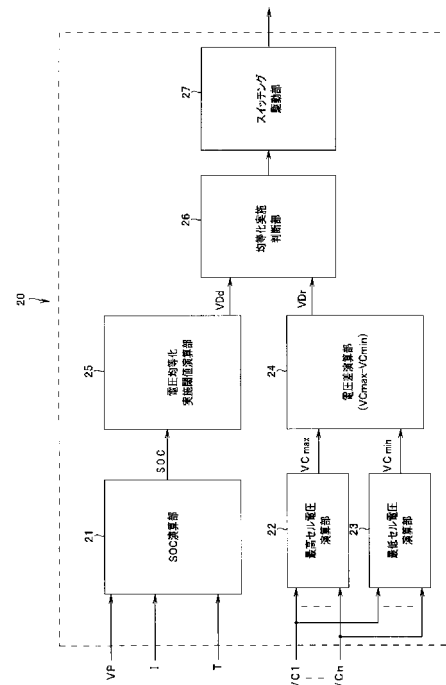
(54) 【発明の名称】 組電池の電圧均等化システム

(57) 【要約】

【課題】 組電池を構成する複数のセルに容量バラツキがある場合においても、最適な電圧均等化を可能とする。

【解決手段】 SOC演算部21で算出した組電池の容量SOCに基づいて、電圧均等化実施閾値演算部25で、電圧均等化を実施する閾値である電圧均等化実施閾値VDdを演算する。そして、均等化実施判断部26で、電圧均等化実施閾値VDdをセル間の最高電圧と最低電圧との電圧差VDrと比較して電圧均等化を実施するか否かを判断し、VDd < VDrのときには、電圧均等化回路10を作動させ、VDd ≧ VDrのときには、電圧均等化回路10を停止させる。これにより、セル間に容量バラツキがある場合においても、満充電時のセルバランスを揃えて組電池としての使用可能な容量を最大にすることができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

組電池を構成する複数のセルの電圧を均等化する電圧均等化回路を有する電圧均等化システムであって、

上記組電池の容量に基づいて上記電圧均等化回路を動作させるか否かを判断するための閾値を演算し、該閾値に基づいて上記電圧均等化回路の作動を制御する制御部を備えたことを特徴とする組電池の電圧均等化システム。

【請求項 2】

上記閾値を上記複数のセル間の電圧差と比較する電圧値として設定し、上記組電池の容量が小さい程、上記電圧均等化回路を作動させる上記電圧差を大きくすることを特徴とする請求項 1 記載の組電池の電圧均等化システム。

10

【請求項 3】

上記閾値を上記組電池の容量の特定値として設定し、上記組電池の容量が該特定値以下のとき、上記電圧均等化回路の作動を禁止することを特徴とした請求項 1 記載の組電池の電圧均等化システム。

【請求項 4】

上記電圧均等化回路を、上記組電池を一定条件での充電時のみ作動させることを特徴とする請求項 1 記載の組電池の電圧均等化システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、組電池を構成する複数のセルの電圧を均等化する組電池の電圧均等化システムに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、複数のセルを直列接続する等して構成される組電池では、電池最大容量の活用、劣化による電池バラツキの発生防止等を目的として、各セルの電圧を均等化する電圧均等化回路を併用している。この電圧均等化装置としては、例えば、特許文献 1 や特許文献 2 に開示されるように、各種の回路方式のものが知られている。

【0003】

30

特許文献 1 に開示の均等化回路は、セル毎にバイパススイッチを備えるバイパス回路を設定し、満充電状態となったセルにおいては、バイパススイッチをオンして充電電流をバイパス回路に流すことにより、セルの過充電を回避するものである。

【0004】

また、特許文献 2 に開示の均等化回路は、セル毎に巻線比の同じコイルを備えたトランスを用いて、各セルとコイルとの間に設けたスイッチを所定の周波数でスイッチングすることによりコイルを介したエネルギーの授受を繰り返し、各セルの電圧を均等化するものである。

【特許文献 1】特開 2003 - 289629 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 16615 号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1, 2 に開示されているような従来技術では、個々の電池セルの初期特性（容量・内部抵抗）が均一であることを前提としており、実際のセルの容量バラツキは考慮されていないため、常に各セル間に電圧差が発生しないように電圧均等化回路を常時作動させるか、或いは、各セル間に所定の電圧差が発生したとき、電圧均等化回路を動作させるようにしている。

【0006】

しかしながら、電池の使用可能な容量が最大になるのは、満充電のときにセルのバラ

50

すがとられているときであり、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛蓄電池等のように、電池容量が低下すると電圧が比較的急激に低下する特性を有するものでは、電池容量が少ない領域では、初期特性のバラツキによってセル間に電圧差が発生するため、一義的に均等化すると、却って満充電付近でセル電圧差を発生させ、電池としての使用可能容量が減少してしまうという問題が生じる。

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、組電池を構成する複数のセルに容量バラツキがある場合においても、最適な電圧均等化を行うことのできる組電池の電圧均等化システムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

上記目的を達成するため、本発明による組電池の電圧均等化システムは、組電池を構成する複数のセルの電圧を均等化する電圧均等化回路を有する電圧均等化システムであって、上記組電池の容量に基づいて上記電圧均等化回路を動作させるか否かを判断するための閾値を演算し、該閾値に基づいて上記電圧均等化回路の作動を制御する制御部を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、組電池を構成する複数のセルに容量バラツキがある場合においても、最適な電圧均等化を行うことができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1～図6は本発明の実施の一形態に係り、図1は電圧均等化システムの全体構成図、図2はコントローラの機能ブロック図、図3は電池容量と開放電圧との関係を示す説明図、図4は電池容量と電圧均等化実施閾値との関係を示す説明図、図5はセルの充放電電圧バラツキを示す説明図、図6は電圧均等化結果を示す説明図である。

【0011】

図1に示すように、電圧均等化システム1は、組電池を構成する複数のセルの電圧を均等化する電圧均等化回路10と、この電圧均等化回路10を制御する制御部としてのコントローラ20とを備えて構成されている。ここで、電圧均等化の対象とする組電池は、例えば、リチウムイオン電池やニッケル水素電池等であり、複数個のセルを直列接続したもの、並列接続したもの、直列と並列とを合わせて接続したものを電圧均等化の対象とする。

30

【0012】

本実施の形態においては、電圧均等化回路10は、 n 個の複数のセル D_1, D_2, \dots, D_n を直列接続してなる組電池 D を対象として、各セルの電圧をトランスを用いて平衡させる回路であり、コイルの誘起電圧を利用した充放電によって各セル間のエネルギー授受を行い、各セルの電圧を均等化する。尚、電圧均等化回路10は、コイルを利用するものに限定されるものではなく、その他、抵抗やコンデンサを利用した回路でも良い。

40

【0013】

具体的には、電圧均等化回路10は、一次側のコイル L_0 と、各セル D_1, D_2, \dots, D_n に対応する複数の二次側のコイル L_1, L_2, \dots, L_n とを有するトランス11を用いて構成されている。一次側のコイル L_0 には、スイッチ S_0 を介してバッテリー12が接続され、二次側のコイル L_1, L_2, \dots, L_n には、それぞれ、スイッチ S_1, S_2, \dots, S_n を介してセル D_1, D_2, \dots, D_n が接続される。尚、コイル L_1, L_2, \dots, L_n は、同一巻数となるように設定されている。

【0014】

各スイッチ S_0, S_1, S_2, \dots は、FET等の半導体スイッチ素子で構成され、マイクロコンピュータ等からなるコントローラ20によって駆動制御される。コントローラ2

50

0 は、スイッチ S_0 , S_1 , S_2 , ... を所定の周波数で駆動し、スイッチ S_0 が OFF のときスイッチ S_1 , S_2 , ... が ON、スイッチ S_0 が ON のときスイッチ S_1 , S_2 , ... が OFF するように、スイッチ S_1 , S_2 , ... をスイッチ S_0 に反転同期させて ON , OFF させ、各セルの電圧を均等化させる。

【0015】

この電圧均等化回路 10 によるセル電圧の均等化制御において、コントローラ 20 は、セル電圧が所定の閾値以下のときには、セル間に所定以上の電圧差が発生していても電圧均等化回路 10 は動作させず、セル電圧差が所定の閾値以上のとき、電圧均等化回路 10 を動作させることで、容量パラツキがあるセルに対しても最適な電圧均等化制御を実現する。均等化を実施する閾値は、本実施の形態においてはセル間の電圧差に応じて変化させ、最大限にセル容量を活用できるようにする。

10

【0016】

このため、コントローラ 20 は、図 2 に示すように、SOC 演算部 21、最高セル電圧演算部 22、最低セル電圧演算部 23、電圧差演算部 24、電圧均等化実施閾値演算部 25、均等化実施判断部 26、スイッチング駆動部 27 を備えて構成されており、図示しないセンサによって検出された組電池 D (n 個のセル) の総電圧 V_P 、電流 I 、温度 T 、各セル毎の電圧 V_{C1} , V_{C2} , ... V_{Cn} が入力される。

【0017】

SOC 演算部 21 は、組電池 D の総電圧 V_P 、電流 I 、温度 T を入力として、組電池 D の容量を充電状態 (SOC ; State of Charge) として演算する。容量 SOC は、温度 T によって補正した内部インピーダンスに基づく開放電圧 V_{OC} と、電流 I の積算に基づく容量 SOC との関係から演算される。

20

【0018】

図 3 は、電池の容量 SOC と無負荷時の電圧 (開放電圧) V_{OC} との関係を示すものであり、同図においては、リチウムイオン電池の特性例を示している。一般的に、リチウムイオン電池では、満充電状態 (SOC = 100%) で 4.2 V、フル放電 (SOC = 0%) で 2.5 V を示し、その電圧特性は、容量 SOC が小さいほど傾きが急峻になっており、また、電池の総容量には依存性が無いことが知られている。

【0019】

最高セル電圧演算部 22、最低セル電圧演算部 23 は、各セルのセル電圧 V_{C1} , V_{C2} , ... , V_{Cn} を入力として、これらの電圧の中で最高電圧となる最高セル電圧 V_{Cmax} 、最低電圧となる最低セル電圧 V_{Cmin} を演算する。この最高セル電圧 V_{Cmax} と最低セル電圧 V_{Cmin} は電圧差演算部 24 に入力され、電圧差演算部 24 で最高セル電圧 V_{Cmax} と最低セル電圧 V_{Cmin} との電圧差 V_{Dr} が演算される。

30

【0020】

電圧均等化実施閾値演算部 25 は、組電池の容量 SOC に基づいて電圧均等化を実施する閾値 (電圧均等化実施閾値) V_{Dd} を演算する。電圧均等化実施閾値 V_{Dd} は、図 4 に示すように、セル間の電圧差に対応する電圧値として設定され、容量 SOC が小さい程、電圧均等化実施閾値 V_{Dd} の値を大きくするように設定されている。これは、以下に説明するように、容量 SOC が小さい領域で電圧均等化回路 10 を停止させることで、満充電時にセルバランスが崩れることを防止し、組電池としての使用可能な容量が最大になるようにするためである。

40

【0021】

尚、電圧均等化実施閾値 V_{Dd} は、特定の容量 SOC の値として設定しても良く、この特定値よりも容量 SOC が小さい領域で電圧均等化回路 10 の作動を禁止 (停止) することにより、同様に、満充電時のセルバランスの崩れを防止し、組電池としての使用可能な容量を最大にすることが可能となる。

【0022】

均等化実施判断部 26 は、セル間の最高・最低の電圧差 V_{Dr} を電圧均等化実施閾値 V_{Dd} と比較し、電圧均等化を実施するか否かを判断する。そして、 $V_{Dd} < V_{Dr}$ のとき

50

には、電圧均等化回路 10 を作動させる制御指令をスイッチング駆動部 27 に出力し、 $V_{Dd} < V_{Dr}$ のときには、電圧均等化回路 10 を停止させる制御指令をスイッチング駆動部 27 に出力する。

【0023】

図 5 は、容量が概ねそろったセルを直列に接続し、満充電からフル放電を行い、さらに満充電を行った場合のデータ例を示している。当初、全てのセルは、4.2V であるが、全てのセルから均等に電流を引き出すため、放電末期になるとセル容量の若干のバラツキから各セル間に電圧のバラツキが生じることがわかる。その後、満充電すると、全てのセルは、4.2V に収束する。

【0024】

従来の均等化制御では、各セルの電圧を均等化回路は、常に各セル間に電圧差が発生させないように常時作動させるか、或いは、各セル間に所定の電圧差が発生したときに動作させるようにしている。従って、最適なセルバランスがとられている図 5 の状態で電圧均等化回路を動作させると、容量 SOC の小さい領域で初期特性のバラツキの影響によるセル間電圧差が生じるため、容量 SOC の小さいところでセル電圧を均等化してしまい、逆に、満充電付近でセル間に電圧差を生じさせてしまう。

【0025】

すなわち、均一容量のセルで組電池を構成した場合（容量 SOC のどの領域でもセル電圧差が生じない理想的状態）を基準として考えると、図 3 に示す容量 SOC と開放電圧 $O_C V$ との特性から、例えば容量 SOC が 0% 近傍で 50mV のセル間電圧差がある場合には、1% 程度の使用可能容量の減少があるが、容量 SOC が 100% 近傍で同じ 50mV の間電圧差が生じた場合、使用可能容量が 10% 程度も減少してしまう。

【0026】

従って、本システムでは、容量 SOC が小さい程、電圧均等化を実施する閾値を大きくすることにより、満充電時のセルバランスを揃えて、組電池としての使用可能な容量が最大になるようにする。特に、電気自動車等においては、CC 充電による一定電流での充電時等の一定条件の充電領域を電圧均等化の実施領域として限定することで、電池の正確な容量を把握して容量の小さい領域で電圧均等化回路 10 を確実に停止させることができ、有効である。

【0027】

尚、電圧均等化実施閾値 V_{Dd} を、容量 SOC の特定値として設定する場合には、均等化実施判断部 26 では、セル間の最高・最低の電圧差 V_{Dr} に代えて現在の組電池の容量 SOC と電圧均等化実施閾値 V_{Dd} との比較を行い、 $V_{Dd} < SOC$ のとき、電圧均等化回路 10 を作動させ、 $V_{Dd} > SOC$ のときには、電圧均等化回路 10 の作動を禁止（停止）する。

【0028】

次に、以上のコントローラ 20 によって制御される電圧均等化システム 1 の動作について説明する。

【0029】

まず、コントローラ 20 は、組電池 D を構成する各セルの現在の電圧のうち、最高セル電圧 V_{Cmax} と最低セル電圧 V_{Cmin} とを求め、その電圧差 D_r を演算する。また、コントローラ 20 は、組電池 D の総電圧 V_P 、電流 I 、温度 T を入力として、現在の組電池 D の容量 SOC を求め、マップ参照により電圧均等化実施閾値 V_{Dd} を設定する。

【0030】

そして、電圧均等化実施閾値 V_{Dd} とセル間電圧差の最大値である電圧差 V_{Dr} とを比較し、その比較結果に応じて電圧均等化回路 10 を作動/停止させる。すなわち、 $V_{Dd} < V_{Dr}$ のときには、電圧均等化回路 10 のスイッチ S_1, S_2, \dots を所定の周波数で駆動し、 $V_{Dd} > V_{Dr}$ のときには、スイッチ S_0, S_1, S_2, \dots を OFF として電圧均等化回路 10 を停止させる。

【0031】

10

20

30

40

50

電圧均等化回路 10 の作動時は、スイッチ S_1, S_2, \dots, S_n が ON されると、セル D_1, D_2, \dots の電圧 V_1, V_2, \dots, V_n がコイル L_1, L_2, \dots, L_n にそれぞれ印加される。次に、スイッチ S_1, S_2, \dots, S_n が OFF されると、コイル L_1, L_2, \dots, L_n に蓄えられたエネルギーがコイル L_1, L_2, \dots, L_n の磁気回路を通じて巻き線比 (1 : 1) に比例して分配され、各コイルの電圧が $(V_1 + V_2 + \dots) / n$ に均等化される。

【0032】

さらに、スイッチ S_1, S_2, \dots, S_n が ON されると、コイル巻線の電圧 $(V_1 + V_2 + \dots) / n$ と各セル電圧 V_1, V_2, \dots, V_n との電圧差により、コイルと各セル間でエネルギーの授受が行われる。尚、一次側のスイッチ S_1 は、二次側のスイッチ S_1, S_2, \dots, S_n と反転同期して ON, OFF され、二次側のコイル L_1, L_2, \dots, L_n での均等化の際に発生するスイッチ素子のエネルギーロスが一次側のコイル L_1 を介してバッテリー 12 から補填される。

10

【0033】

このような各セルとコイルとの間のエネルギーの蓄積・放出が繰り返されることにより、図 6 に示すように、最終的に、各セルの電圧が均等化されて均一になる。尚、図 6 は、意図的に電圧をばらつかせた複数のセルを対象として電圧均等化を実施したデータを示している。

【0034】

以上のように、本実施の形態における電圧均等化システムは、組電池の各セルの電圧値を最適に制御することによって、組電池の持つエネルギーを最大限に引き出すことが可能になる。これにより、例えば電気自動車に適用する場合、同じ電池セル容量で走行距離を伸ばすことが可能となり、また、規定距離を走行可能な車両には、最低限の電池容量を搭載することにより、車両コストを低減することができるばかりでなく、充電回数を減らすことが可能となり、省エネルギーに貢献することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】電圧均等化システムの全体構成図

【図 2】コントローラの機能ブロック図

【図 3】電池容量と開放電圧との関係を示す説明図

30

【図 4】電池容量と電圧均等化実施閾値との関係を示す説明図

【図 5】セルの充放電電圧バラツキを示す説明図

【図 6】電圧均等化結果を示す説明図

【符号の説明】

【0036】

1 電圧均等化システム

10 電圧均等化回路

20 コントローラ

D 組電池

D_1, D_2, \dots, D_n セル

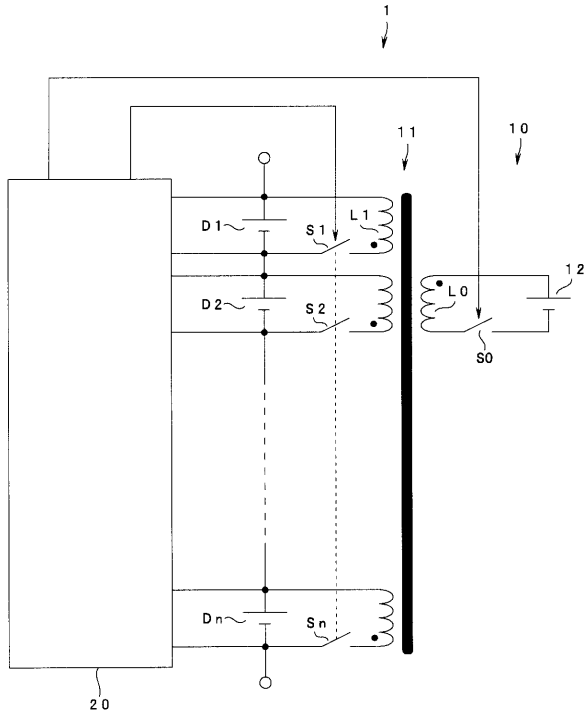
SOC 容量

V_{Dd} 電圧均等化実施閾値

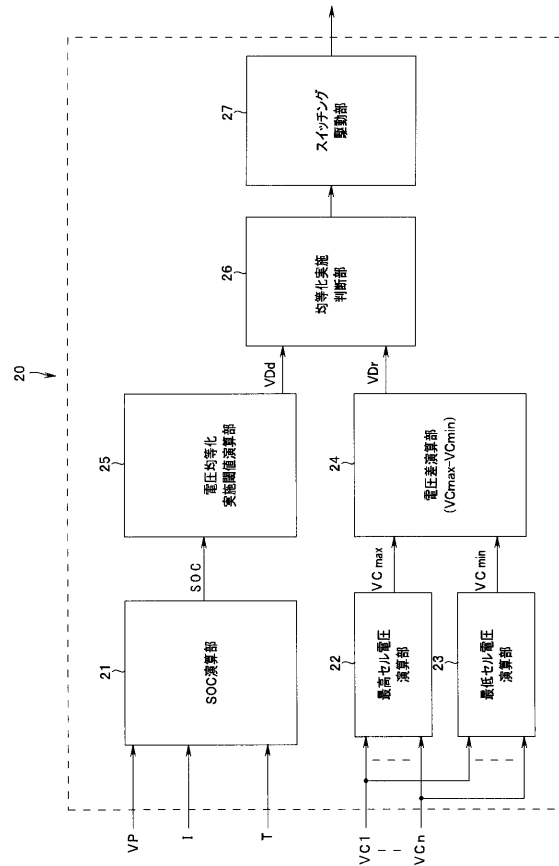
V_{Dr} 電圧差

40

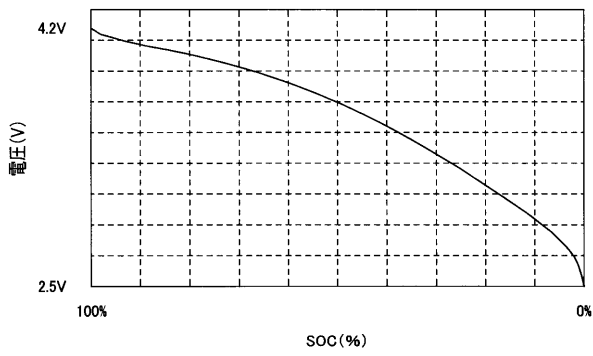
【図1】



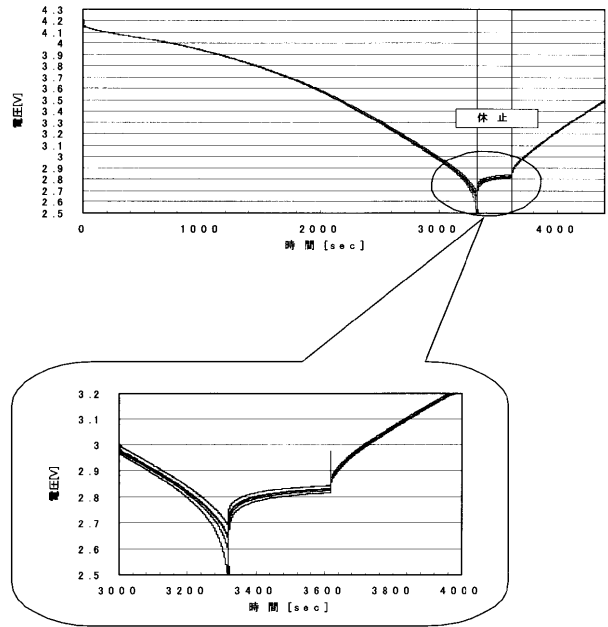
【図2】



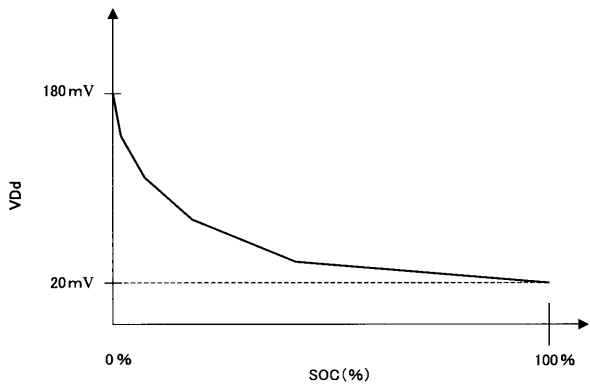
【図3】



【図5】



【図4】



【 図 6 】

