

(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2012-194053

(P2012-194053A)

(43) 公開日 平成24年10月11日(2012.10.11)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1R 31/36 (2006.01)	GO1R 31/36 A	2G016
HO2J 7/00 (2006.01)	HO2J 7/00 Q	5G503
HO2J 7/10 (2006.01)	HO2J 7/10 B	5H030
HO1M 10/42 (2006.01)	HO2J 7/10 H	
HO1M 10/48 (2006.01)	HO1M 10/42 P	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2011-58158 (P2011-58158)
 (22) 出願日 平成23年3月16日 (2011. 3. 16)

(71) 出願人 507151526
 株式会社GSユアサ
 京都府京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町
 1番地
 (74) 代理人 110001036
 特許業務法人暁合同特許事務所
 (72) 発明者 上田 純也
 京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1番地
 株式会社GSユアサ内
 (72) 発明者 小西 大助
 京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1番地
 株式会社GSユアサ内
 Fターム(参考) 2G016 CB00 CB05 CB31 CC01 CC04
 CC10 CC16 CC23 CC27 CC28

最終頁に続く

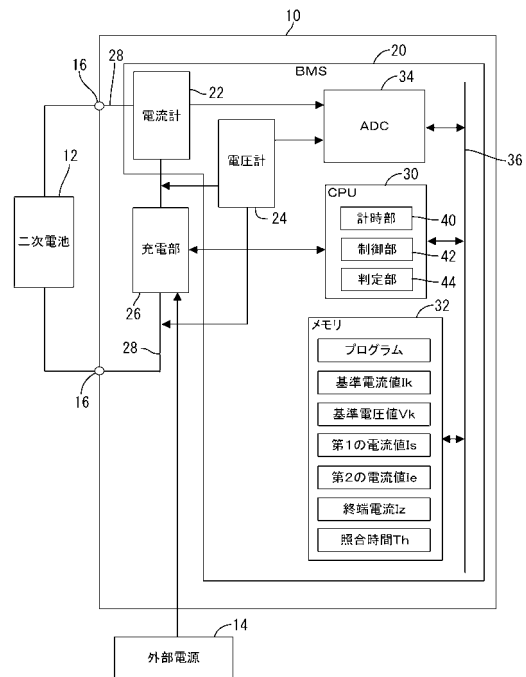
(54) 【発明の名称】 二次電池の状態判定方法、二次電池システム

(57) 【要約】

【課題】 電池の状態の判定精度を向上させる技術を提供する。

【解決手段】 状態判定装置10は、定電流充電から定電圧充電に切り替わって充電される二次電池12の状態を判定する。状態判定装置10には、定電流充電時の基準電流値Ikより小さい第1の電流値Is、および第1の電流値Isより小さい第2の電流値Ieが定められており、定電圧充電時に二次電池12に流れる電流が第1の電流値Isから第2の電流値Ieに減少する判定時間に基づいて二次電池12の状態を判定する。計時された判定時間では、電池の状態による違いが顕著となり、電池の状態を精度よく判定することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

定電流充電から定電圧充電に切り替わって充電される二次電池の状態判定方法であって、

定電流充電時の電流値より小さい第 1 の電流値、および前記第 1 の電流値より小さい第 2 の電流値が定められており、定電圧充電時に前記第 1 の電流値から前記第 2 の電流値に減少する時間に基づいて前記二次電池の状態を判定する二次電池の状態判定方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の二次電池の状態判定方法であって、

前記第 1 の電流値が前記定電流充電時の電流値の半分の値よりも小さいことを特徴とする二次電池の状態判定方法。

10

【請求項 3】

定電流充電から定電圧充電に切り替わって充電される二次電池を備えた二次電池システムであって、

定電流充電時の電流値より小さい第 1 の電流値、および前記第 1 の電流値より小さい第 2 の電流値が定められており、定電圧充電時に前記第 1 の電流値から前記第 2 の電流値に減少する時間に基づいて前記二次電池の状態を判定する機能を有する二次電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、劣化等の電池の状態を判定する技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来から、繰り返し使用可能な 2 次電池が用いられている。2 次電池は、充電と放電を繰り返すことで何度も使用することができ、充電不能な電池に比べて環境に優しく、電気自動車など現在その使用分野を広げている。

【0003】

このような電池では、使用回数が増えるに従って劣化により内部抵抗が増加する。内部抵抗が増加すると、最大電圧や最大電力など電池に求められている性能を実現することができない。そのため、電池が要求性能を実現できる状態であるか否かを把握するために、従来から、劣化等の電池の状態を判定する技術が知られている（例えば、特許文献 1 および特許文献 2）。この技術は電池の充電時間に基づいて電池の状態を判定するものであり、具体的には、電池を定電流充電した後に定電圧充電をする定電流 - 定電圧充電の充電方法において、定電圧充電の充電時間に基づいて電池の状態を判定する。この技術によれば、電池を充電させる場合に測定される充電時間を用いて電池の状態を判定することができ、電池の状態を正確に判定することができるという。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2001 - 289924 号公報

40

【特許文献 2】特開 2007 - 78506 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明者は、電池の状態の判定精度を向上させるために、定電圧充電の充電期間における電池への充電電圧や充電電流等の種々のふるまいを詳しく精査したところ、充電時間に基づく電池の状態判定には、判定精度の向上の余地が残されていることが解った。

【0006】

本発明は、電池の状態の判定精度を向上させる技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 7 】

定電圧充電の充電期間における充電電流のふるまいを詳しく精査したところ、定電圧充電の初期では、電池の状態の違いによらず充電電流の時間経過に伴う変化がほぼ一定であるのに対して、定電圧充電の後期にかけて電池の状態の違いに起因する充電電流の時間経過に伴う変化の違いが顕著になるという知見を得た。本発明者らは、この知見に基づき、以下の状態判定方法等を創作するに至った。

【 0 0 0 8 】

本発明は、定電流充電から定電圧充電に切り替わって充電される二次電池の状態判定方法であって、定電流充電時の電流値より小さい第 1 の電流値、および前記第 1 の電流値より小さい第 2 の電流値が定められており、定電圧充電時に前記第 1 の電流値から前記第 2 の電流値に減少する時間に基づいて前記二次電池の状態を判定する。

10

【 0 0 0 9 】

上記の発明において、前記第 1 の電流値が前記定電流充電時の電流値の半分以下の値であることが好ましい。つまり、定電圧充電時の電流値が定電流充電時の電流値の半分以下になった以後に、二次電池の状態を判定するための時間の計測を開始することが好ましい。

【 0 0 1 0 】

この状態判定方法では、電池の状態を判定するための判定時間を計測する際に、計測開始時間を定電圧充電時の電流値より小さい電流値に達したときに設定することで、定電圧充電の初期における充電時間を計測しない。電池の状態の違いによって充電電流の時間経過に伴う変化が顕著となる領域に、電池の状態を判定するための判定時間を設定することで、電池の状態を精度よく判定することができる。さらに、判定時間の計測開始の電流値を定電流充電時の電流値の半分以下とする。つまり、定電圧充電の電流値が定電流充電時の電流値の半分以下になった以後に判定時間の計測を開始することで、より精度よく電池の状態を判定することができる。

20

【 0 0 1 1 】

本発明は、定電流充電から定電圧充電に切り替わって充電される二次電池を備えた二次電池システムであって、定電流充電時の電流値より小さい第 1 の電流値、および前記第 1 の電流値より小さい第 2 の電流値が定められており、定電圧充電時に前記第 1 の電流値から前記第 2 の電流値に減少する時間に基づいて前記二次電池の状態を判定する機能を有する二次電池システムにも具現化される。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、電池の状態の判定精度を向上させることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 本実施形態の状態判定装置のブロック図

【 図 2 】 本実施形態の状態判定処理を示すフローチャート

【 図 3 】 本実施形態の状態判定処理を示すフローチャート

【 図 4 】 状態判定処理における二次電池に流れる電流の変化を示すグラフ

40

【 図 5 】 容量保持率と判定時間 T の関係を示すグラフ

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

< 実施形態 >

以下、本発明の実施形態について、図 1 ないし図 5 を用いて説明する。

1. 状態判定装置の構成

図 1 は、本実施形態における電池システム 10 の構成を示す図である。電池システム 10 は、二次電池 12 と接続されることで、当該二次電池 12 を充電するとともに、当該二次電池 12 の劣化等の状態を判定する機能を備えている。本実施形態では、二次電池 12 として、リン酸リチウムを正極に使用した鉄系のリチウムイオンバッテリーを用いた例を示す

50

。

【 0 0 1 5 】

図 1 に示すように、電池システム 1 0 は、電池管理装置（以下「BMS」という）2 0、充電部 2 6、充電用配線 2 8 を備えており、BMS 2 0 には電流計 2 2、電圧計 2 4 が含まれる。

充電部 2 6 は、外部電源 1 4 に接続されており、外部電源 1 4 から供給される電力を、充電用配線 2 8 及び接続端子 1 6 を介して二次電池 1 2 に供給する。本実施形態では、充電部 2 6 が電池システム 1 0 内に備えられている形態であるが、充電部 2 6 を充電器として電池システム 1 0 の外部に備えてもよい。電流計 2 2 は、充電用配線 2 8 を介して二次電池 1 2 を流れる電流を所定期間毎に測定する。電圧計 2 4 は、充電用配線 2 8 に接続されており、充電部 2 6 から二次電池 1 2 に印加される電圧を所定期間毎に測定する。

10

【 0 0 1 6 】

BMS 2 0 は、中央処理装置（以下「CPU」という）3 0、ROM や RAM などのメモリ 3 2、アナログ - デジタル変換機（以下「ADC」という）3 4、及びこれらをお互いに接続するバス 3 6 を備えている。

【 0 0 1 7 】

メモリ 3 2 には、電池システム 1 0 の動作を制御するための各種のプログラムが記憶されており、CPU 3 0 は、メモリ 3 2 から読み出したプログラムに従って、計時部 4 0、制御部 4 2、判定部 4 4 等として機能し、各部の制御を行う。

【 0 0 1 8 】

ADC 3 4 は、電流計 2 2 及び電圧計 2 4 に接続されており、電流計 2 2 及び電圧計 2 4 から送信されるアナログデータである電流値 I 及び電圧値 V を、デジタルデータに変換し、変換した電流値 I 及び電圧値 V を、バス 3 6 を介してメモリ 3 2 に一時的に記憶する。制御部 4 2 及び判定部 4 4 として機能する CPU 3 0 は、メモリ 3 2 に記憶された当該電流値及び電圧値を用いて、充電部 2 6 等を制御する。

20

【 0 0 1 9 】

2. 状態判定処理

図 2 から図 5 を用いて、状態判定装置 1 0 における二次電池 1 2 の劣化等の状態判定処理を説明する。図 2、3 は、CPU 3 0 で実行される状態判定処理のフローチャートを示す。容量欠損状態の異なる二次電池 1 2 を充電した際の電流値の変化を図 4 において電流値が一定である領域が定電流充電の領域であり、電流値が時間とともに減衰する領域が定電圧充電の領域である。定電流 - 定電圧充電の充電方法は、初めは定電流充電によって充電し、二次電池の電池電圧が所定値に達すると定電圧充電に切り替わり、以後は電池電圧が所定値に保持されるように定電圧充電で充電する充電方法である。

30

【 0 0 2 0 】

CPU 3 0 は、ユーザによって二次電池 1 2 が接続され、操作部等を介して充電指示が入力されると、メモリ 3 2 に記憶されたプログラムに従って処理を実行する。CPU 3 0 は、処理を開始すると、まず、二次電池 1 2 に対して定電流充電を開始する (S 2)。メモリ 3 2 には、予め基準電流値 I_k が記憶されており、CPU 3 0 は、定電流充電において二次電池 1 2 に流れる電流が基準電流値 I_k となるように、充電部 2 6 を制御する。ここで、二次電池 1 2 の充電深度 1 0 0 % から充電深度 0 % までの電池容量を 1 時間で放電する電流値を I_c とした場合、基準電流値 I_k は $0.7 I_c$ 、 $I_k = 1.5 I_c$ で設定されることが好ましい。

40

【 0 0 2 1 】

CPU 3 0 は、定電流充電において二次電池 1 2 に印加される電圧を監視する (S 4 : NO)。メモリ 3 2 には、予め基準電圧値 V_k が記憶されており、CPU 3 0 は、定電流充電において二次電池 1 2 に印加される電圧が基準電圧値 V_k に達すると (S 4 : YES)、制御部 4 2 として機能し、定電流充電を終了し (S 6)、二次電池 1 2 に対する定電圧充電を開始する (S 8)。

【 0 0 2 2 】

50

CPU30は、定電圧充電において二次電池12に印加される電圧が基準電圧値 V_k となるように、充電部26を制御する。これによって、定電圧充電開始直後は基準電流値 I_k であった二次電池12に流れる電流は、図4に示すように充電が進むにつれて減少する。

【0023】

また、CPU30は、定電圧充電において二次電池12に流れる電流を監視する(S10:NO)。メモリ32には、予めユーザ等によって第1の電流値 I_s 及び第2の電流値 I_e が設定されている。第1の電流値 I_s は、基準電流値 I_k よりも小さく設定されており、第2の電流値 I_e は、第1の電流値 I_s よりも小さく、かつ「0」Aよりも大きい電流に設定されている。CPU30は、定電圧充電において二次電池12に流れる電流が第1の電流値 I_s となった場合(S10:YES)、制御部42として機能し、判定時間Tの計測を開始する(S12)。このとき、CPU30はまた、計時部40として機能する。

10

【0024】

CPU30は、判定時間Tの計測を開始後、再び二次電池12に流れる電流を監視し(S14:NO)、二次電池12に流れる電流が第2の電流値 I_e となった場合(S14:YES)、制御部42として機能し、判定時間Tの計測を終了する(S16)。

【0025】

CPU30は、判定時間Tの計測の終了後、再び二次電池12に流れる電流を監視する(S18:NO)。メモリ32には、予め終端電流値 I_z が記憶されている。定電流充電の時間と定電圧充電の時間との合計時間が一定時間に達した場合、または、二次電池12に流れる電流が終端電流値 I_z となった場合(S18:YES)、充電を終了する(S20)。

20

【0026】

次に、CPU30は、計測された判定時間Tに基づいて二次電池12の状態を判定する。この際、CPU30は、判定部44として機能する。メモリ32には、予め照合時間 T_h が記憶されており、CPU30は、計測された判定時間Tを照合時間 T_h と比較する(S22)。CPU30は、判定時間Tが照合時間 T_h よりも短い場合(S22:YES)、二次電池12の劣化は小さいと判定し(S24)、処理を終了する。一方、判定時間Tが照合時間 T_h 以上である場合(S22:NO)、二次電池12の劣化は大きいと判定し(S26)、表示部等を介してユーザに報知し(S28)、処理を終了する。

30

【0027】

3. 本実施形態の効果

電池容量が10Ahである二次電池を用いた45サイクル試験において、第1の電流値 I_s および第2の電流値 I_e が異なる場合の電池状態判定の精度について検証した。45サイクル試験のサイクル試験前(サイクル数0)、50サイクル、150サイクル、300サイクル、500サイクル、750サイクルおよび1000サイクル経過した時点で、二次電池の温度を25℃に冷却した後に充電をおこなった。充電は、25℃で10A(上記の基準電流値 I_k に該当)の電流値で3.45V(上記の基準電圧値 V_k に該当)まで定電流充電をおこなった後、3.45Vで定電圧充電をおこない、定電流充電および定電圧充電の合計時間が3時間に達した時点で充電を終了した。上記の充電が終了した後、25℃で10Aの電流値にて2.0Vまで放電をおこない放電容量を求めた。サイクル試験前の放電容量に対する各サイクル経過の放電容量の割合を容量保持率とした場合、50サイクル、150サイクル、300サイクル、500サイクル、750サイクルおよび1000サイクル経過した時点の容量保持率はそれぞれ、96.1、93.7、92.0、89.9、87.9および85.7であった。

40

【0028】

本検証で設定した各条件の第1の電流値 I_s 、第2の電流値 I_e およびR2乗値を表1に示す。また、前記第1の電流値 I_s および第2の電流値 I_e から計測された判定時間Tと各サイクル経過後の容量保持率との関係を図5に示す。図5では、各サイクル経過後に

50

同一の第1の電流値 I_s および第2の電流値 I_e で計測された判定時間 T が近似直線で結ばれている。表1の R_2 乗値は上記の近似直線の近似式と判定時間 T とのズレ量を示すパラメータであって、 R_2 乗値が1に近いほどズレ量が小さいことを示す。

【0029】

【表1】

	第1の電流値 I_s	第2の電流値 I_e	R_2 乗値
第1条件	10A(1.0 I_k)	1A(0.1 I_k)	0.906
第2条件	10A(1.0 I_k)	5A(0.5 I_k)	0.032
第3条件	5A(0.5 I_k)	1A(0.1 I_k)	0.985
第4条件	4A(0.4 I_k)	1A(0.1 I_k)	0.979
第5条件	2A(0.2 I_k)	1A(0.1 I_k)	0.951

10

【0030】

表1の第3条件、第4条件および第5条件の R_2 乗値は0.95以上であり、計測された判定時間 T と近似直線との一致性が良好であった。判定時間 T と近似直線との一致性が良好であることによって、精度の高い照合時間 T_h を予め設定することができ、かつ、判定時間 T を照合時間 T_h と照合する際の精度、つまり、判定時間 T が照合時間 T_h より短いのか長いのかの照合の精度が向上する。一方、第1条件および第2条件では判定時間 T と近似直線とのズレ量が大きく、ズレ量が大きいことに起因して判定時間 T を照合時間 T_h と照合した結果が誤った判定である可能性が高くなる。

20

【0031】

以上のように、定電流充電の初期を含まない領域を判定時間 T の対象とすることで、電池の状態の違いによる判定時間 T の違いが顕著となり、電池の状態をより精度よく判定することができる。さらに、第1の電流値 I_s を、基準電流値 I_k の半分以下の電流値に設定する、つまり、定電圧充電の電流値が0.5 I_k に達した以後に判定時間 T の計測を開始することで、電池状態の判定精度をより向上させることができる。

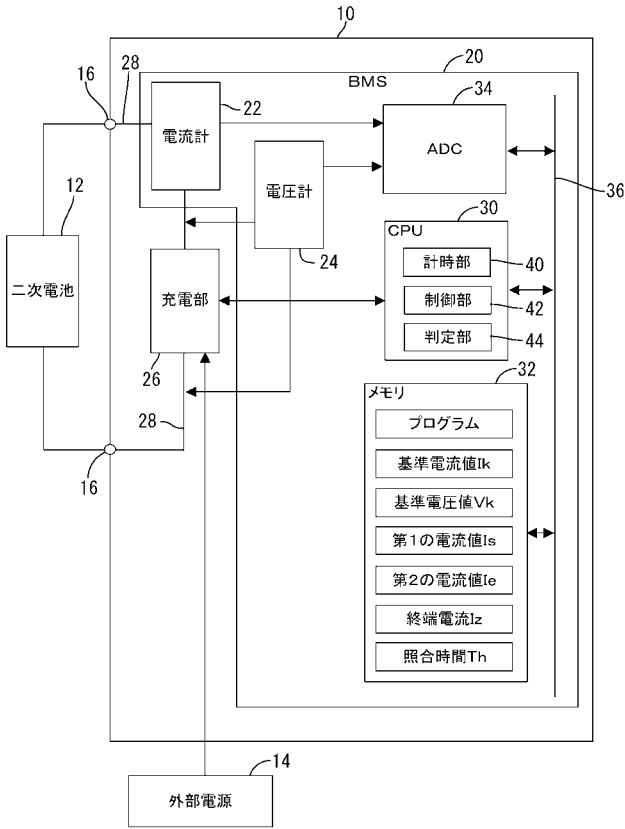
30

【符号の説明】

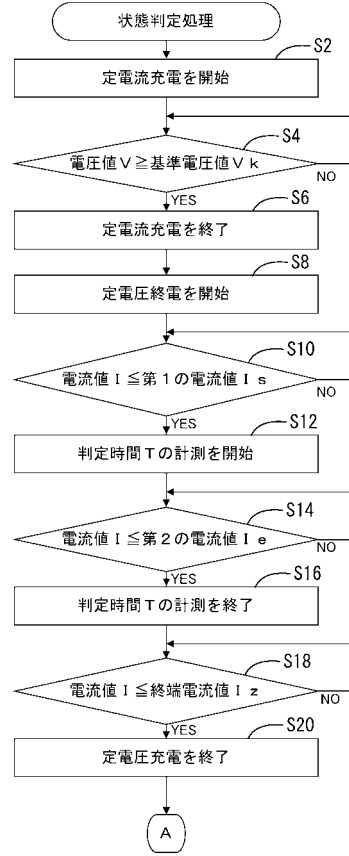
【0032】

10：状態判定装置、12：二次電池、20：BMS、22：電流計、24：電圧計、26：充電部、30：CPU、32：メモリ、34：ADS、40：計時部、42：制御部、44：判定部、 I_k ：基準電流値、 V_k ：基準電圧値

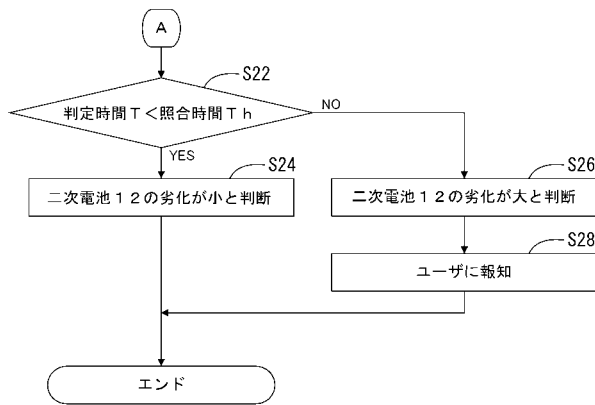
【 図 1 】



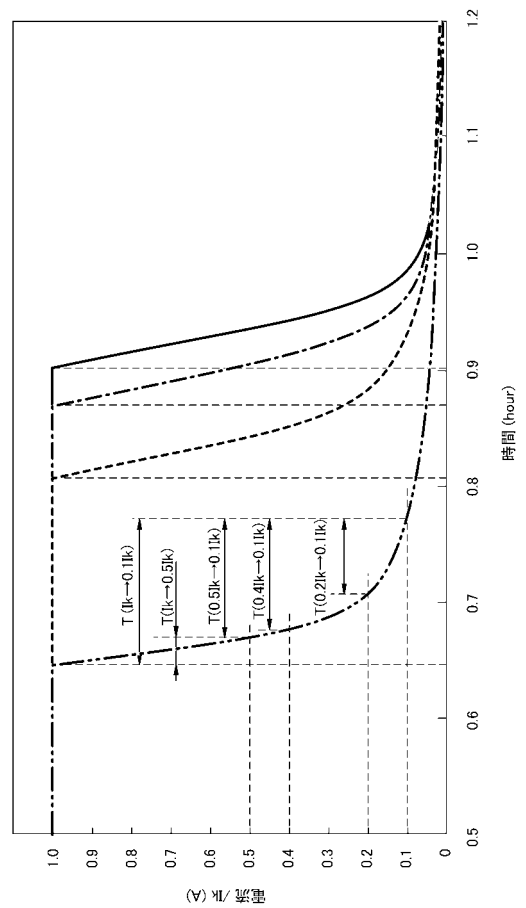
【 図 2 】



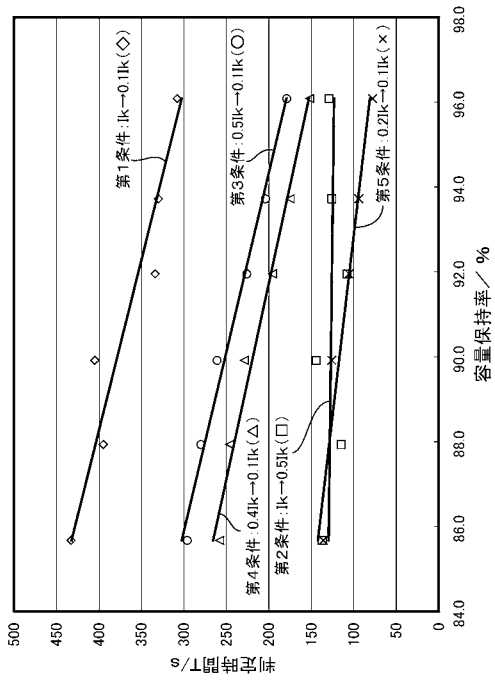
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 M 10/48

P

Fターム(参考) 5G503 AA01 BA01 BB01 CA03 CA12 EA09 GD03 GD06
5H030 AS20 FF42 FF52