

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5867089号
(P5867089)

(45) 発行日 平成28年2月24日(2016.2.24)

(24) 登録日 平成28年1月15日(2016.1.15)

(51) Int.Cl.			F I		
HO 1 M	10/04	(2006.01)	HO 1 M	10/04	Z
HO 1 M	10/48	(2006.01)	HO 1 M	10/48	P
HO 1 M	10/42	(2006.01)	HO 1 M	10/42	Z
GO 1 R	31/36	(2006.01)	GO 1 R	31/36	A
HO 2 J	7/00	(2006.01)	HO 2 J	7/00	Q

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2012-1153 (P2012-1153)
 (22) 出願日 平成24年1月6日(2012.1.6)
 (65) 公開番号 特開2013-140759 (P2013-140759A)
 (43) 公開日 平成25年7月18日(2013.7.18)
 審査請求日 平成26年11月26日(2014.11.26)

(73) 特許権者 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 100075513
 弁理士 後藤 政喜
 (74) 代理人 100120178
 弁理士 三田 康成
 (74) 代理人 100120260
 弁理士 飯田 雅昭
 (72) 発明者 猪俣 浩二
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内

審査官 富士 美香

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非水電解質二次電池の短絡検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

非水電解質二次電池の短絡検査方法において、

電解液を注入していない状態で非水電解質二次電池の電極間にパルス状の電圧または交流電圧を印加したときに、前記非水電解質二次電池の最大電圧が、製造工程中に異物として混入する可能性がある物質の抵抗値に基づいて設定した電圧閾値より低い場合には、異物混入による導通ショートであると判定し、

前記最大電圧が前記電圧閾値以上であり、かつ前記最大電圧から急峻に電圧低下する場合は、セパレータの欠陥による絶縁破壊ショートであると判定する非水電解質二次電池の短絡検査方法。

【請求項2】

前記最大電圧が前記電圧閾値以上であり、かつ、前記最大電圧から前記電圧閾値まで急峻に低下することに加えて、前記最大電圧を維持する時間が所定時間未満である場合に、セパレータの欠陥による絶縁破壊ショートであると判定する請求項1に記載の非水電解質二次電池の短絡検査方法。

【請求項3】

前記最大電圧が前記電圧閾値以上であり、かつ前記最大電圧を維持する時間が所定時間以上の場合は、絶縁状態であると判断する請求項1または2に記載の非水電解質二次電池の短絡検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非水電解質二次電池の内部短絡についての検査方法に関する。

【背景技術】

【0002】

非水電解質二次電池の正極と負極は、電解液を注入する前は両者の間に介装されるセパレータにより電氣的に絶縁されている。しかし、製造工程中に電極とセパレータの間に導電性の異物が混入すると、これがセパレータを貫通することによって両電極が導通し、いわゆる内部ショートする場合がある。内部ショートしていると、両電極間で電位差が生ぜず、電池として機能しなくなる。また、セパレータに欠陥が有る場合には、欠陥部分が空気層となり、使用中に空気層が絶縁破壊されて内部ショートし得る。

10

【0003】

このような導通により内部ショートしている、または絶縁破壊により内部ショートし得るといふ不具合がある電池は、製造ラインから排除する必要がある。そこで、特許文献1では、欠陥がある場合には絶縁破壊するだけの電圧を電極間に与え、絶縁破壊したものについては欠陥有りとして判定している。また、特許文献2では、一定範囲の非直流電圧を一定時間印加し、絶縁破壊を起こしているものを不良品として判定している。いずれも、セパレータに欠陥があれば、正常な場合に比べて低い電圧で絶縁破壊するという特性を利用したものである。異物混入等により両電極が導通している場合は、電圧印加前から絶縁破壊状態にあるので、上記の方法により絶縁破壊が起きているという結果が得られる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-195565号公報

【特許文献2】特開2005-19241号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、非水電解質二次電池の製造ラインでは、全数検査することで不具合品を確実に排除することができるが、その発生原因を取り除かなければ生産効率が低下してしまう。そこで、発生原因を取り除く為の対策を講じる必要があるが、不具合の発生原因により実施すべき対策が異なるので、まず発生原因を特定する必要がある。

30

【0006】

しかしながら、いずれの特許文献の方法も、不具合の有無は検知できるものの、その不具合の原因が異物混入等なのか、セパレータの欠陥等なのかを区別することができない。そこで、対策を立案するためには不具合品を解体検査をしてその原因を特定する必要があるが、解体検査には時間を要するので、不具合発生から対策立案、そして対策実施まで時間を要することになる。

【0007】

一方、解体検査をせずに、不具合が生じ得る場所をすべて点検するという方法も考えられる。しかし、不具合発生とは関係ない場所も点検することになるので、無駄な工数が必ず発生することになる。したがって、仮に解体検査を省略することで対策実施までの時間を短縮できたとしても、効率的とはいえない。

40

【0008】

そこで、本発明では、不具合品の発生を確実に検知し、かつ不具合の原因も特定し得る検査方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の非水電解質二次電池の短絡検査方法は、電解液を注入していない状態で非水電解質二次電池の電極間にパルス状の電圧または交流電圧を印加して行う。そして、非水電

50

解質二次電池の最大電圧が、製造工程中に異物として混入する可能性がある物質の抵抗値に基づいて設定した電圧閾値より低い場合には、異物混入による導通ショートであると判定する。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、電圧印加により上昇する電圧に基づいて導通ショートによる不具合を検知することができるので、不具合品が発生したときに、異物混入による導通ショート発生時に取るべき対策を速やかに実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態を適用する検査装置の構成図である。

【図2】内部ショートしていない場合の、電圧印加後の経過時間と正負極間の電圧との関係について示す図である。

【図3】内部ショートしていないリチウムイオン二次電池の、インパルス試験機による電圧印加時の状態を示す図である。

【図4】導通ショートしている場合の、電圧印加後の経過時間と正負極間の電圧との関係について示す図である。

【図5】導通ショートしているリチウムイオン二次電池の、インパルス試験機による電圧印加時の状態を示す図である。

【図6】絶縁破壊ショートしている場合の、電圧印加後の経過時間と正負極間の電圧との関係について示す図である。

【図7】(A)はセパレータに欠陥があるリチウムイオン二次電池の絶縁破壊前の状態、(B)は同じく絶縁破壊ショートした状態を示す図である。

【図8】内部ショート判定の為に制御ルーチンを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0013】

図1は、本発明の実施形態を適用する検査装置の構成図である。ここでは、非水電解質二次電池として、リチウムイオン二次電池を例に挙げて説明する。

【0014】

電解液を注入する前のリチウムイオン二次電池1の正極端子2、負極端子3には、それぞれインパルス試験機6の正極端子4、負極端子5が接続されており、インパルス試験機6からリチウムイオン二次電池1へ試験電圧を印加する。また、インパルス試験機6の測定端子7はデータ収集装置8に接続されている。インパルス試験機6はリチウムイオン二次電池1に電圧を印加したときの、正負極間に生じる電圧を測定し、測定結果をデータ収集装置8に出力する。データ収集装置8は、そのデータに基づいて後述する制御ルーチンを実行し、内部ショートの有無及びその原因を判別する。

【0015】

ここで、インパルス試験機6により内部ショートの原因を判別できる原理について説明する。

【0016】

図2は、内部ショートしていない場合の、電圧印加後の経過時間と正負極間の電圧との関係について示す図である。横軸の $t_1 - t_5$ 間、 $t_5 - t_6$ 間、 $t_6 - t_7$ 間は、いずれも100ミリ秒である。図3は、電解液注入前の内部ショートしていないリチウムイオン二次電池1に、インパルス試験機6により電圧印加した場合の挙動について説明する為の図である。なお、図3は一組の正極、セパレータ、負極について示している。

【0017】

本実施形態では、インパルス試験機6からリチウムイオン二次電池1へは、セパレータ10の絶縁が破壊されず、かつセパレータ10に欠陥があれば絶縁破壊が生じる程度の試

10

20

30

40

50

験電圧を印加するものとする。なお、試験電圧の大きさはセパレータ10の厚さによって異なり、一般に200V - 600Vの範囲となる。そこで、本実施形態では600Vとする。

【0018】

内部ショートがない場合には、正極11と負極12がセパレータ10によって絶縁されているため、試験電圧が印加されるとリチウムイオン二次電池1はコンデンサとして機能する。つまり、図3に示すようにセパレータ10の両側に電荷がたまって両電極間に電位差が生じる。これにより、リチウムイオン二次電池1の正負極端子間の電圧は図2に示すようにV1まで上昇する。電圧V1は、印加電圧が600Vであればそれと同等の600V程度になる。そして、電圧V1が所定時間維持された後、徐々に低下する。

10

【0019】

そこで、電圧V1の状態が所定時間継続した場合に、内部ショートしていないと判断することができる。所定時間は、図2の場合には100ミリ秒程度に設定すれば十分である。

【0020】

図4は、正極11と負極12が導通している場合の、電圧印加後の経過時間と正負極間の電圧との関係について示す図である。横軸のt1 - t2間、t2 - t3間はいずれも50ミリ秒である。図5は、正負極間に挟まった導電性異物13がセパレータ10を貫通し、正極11と負極12が導通した状態の、電解液注入前のリチウムイオン二次電池1に、インパルス試験機6により電圧印加した場合の挙動について説明する為の図である。

20

【0021】

導電性異物13としては、例えば電極の活物質や導電補助剤として用いられる導電性カーボンを想定できる。このような導電性異物13が付着した正極11または負極12がセパレータ10との積層工程でプレスされて、導電性異物13がセパレータ10を貫通すると、図5に示すように、正極11と負極12が導電性異物13を介して導通した状態、つまり内部ショートした状態となる。このような内部ショートを導通ショートと称する。

【0022】

導通ショートした状態では、インパルス試験機6により電圧を印加しても、図4に示すように正極11と負極12の間の電圧は僅かしか上昇しない。したがって、電圧閾値を設けておき、インパルス試験機6で電圧印加したときの正負極間電圧が電圧閾値を超えない

30

【0023】

なお、導通ショートしている場合の最大電圧は、混入している導電性異物13の抵抗値に依存し、導電性異物13が高抵抗であるほど最大電圧は大きくなり、低抵抗であるほど最大電圧は小さくなる。導電性異物13として想定し得るものの中で高抵抗なのは、電極の活物質や導電補助剤として使われる導電性カーボンであり、最大電圧は40V程度となる。

【0024】

図6は、セパレータ10に欠陥14がある場合の、電圧印加後の経過時間と正負極間の電圧との関係について示す図である。横軸のt1 - t2間、t2 - t3間はいずれも10

40

【0025】

セパレータ10に欠陥14がある場合には、欠陥14においては正極11と負極12の間は空気のみによって絶縁されている。この状態で電圧が印加されると、図7(A)のように電荷が充電されるが、空気の絶縁破壊電圧を超えると、欠陥14で絶縁破壊による放電が生じる。空気の絶縁破壊電圧は、セパレータ10の素材である炭化水素系ポリマーの絶縁破壊電圧より低いいため、インパルス試験機6により電圧を印加した場合に上昇する電圧値は、セパレータ10に欠陥が無い場合よりも低いV2となる。このような内部ショ-

50

トを絶縁破壊ショートと称する。

【 0 0 2 6 】

例えば、セパレータ 1 0 が正常な場合の電圧 V 1 が 6 0 0 V 程度であれば、V 2 は 4 0 0 V 程度となる。また、最大電圧 V 2 を維持する時間も短い。そして、絶縁破壊が生じると、電圧はアーク放電により瞬時に低下する。

【 0 0 2 7 】

そこで、インパルス試験機 6 で電圧印加した場合の正負極間電圧と、その正負極間電圧を維持する時間と、電圧低下に要する時間に基づいて絶縁破壊ショートであるか否かを判断することができる。

【 0 0 2 8 】

上記のように、セパレータ 1 0 が正常な場合、導通ショートの場合、絶縁破壊ショートの場合で、インパルス試験機 6 により電圧を印加した場合の電圧挙動に基づいて、内部ショートの有無及び内部ショートの原因を判断することができる。

【 0 0 2 9 】

図 8 は、データ収集装置 8 が実行する、内部ショート判定の制御ルーチンを示すフローチャートである。本ルーチンはインパルス試験機 6 で電圧を一定時間印加した後で実行する。正負極間電圧は、電圧印加中に逐次データ収集装置 8 に読み込まれる。また、経過時間はデータ収集装置 8 内のタイマーによりカウントする。

【 0 0 3 0 】

ステップ S 1 0 で、データ収集装置 8 は、リチウムイオン二次電池 1 の正負極間電圧の最大値が予め設定した閾値未満か否かを判定する。ここでは、導通ショートと絶縁破壊ショート及び正常な場合とを判別することが目的なので、導電性異物 1 3 が高抵抗な場合でも確実に判別できるよう、閾値は 5 0 V - 1 0 0 V 程度の値に設定する。

【 0 0 3 1 】

判定の結果、閾値未満であった場合は、ステップ S 2 0 で導通ショートであると判断して本ルーチンを終了する。一方、閾値以上であった場合は、データ収集装置 8 はステップ S 3 0 の処理を実行する。

【 0 0 3 2 】

ステップ S 3 0 で、データ収集装置 8 は、最大電圧を維持する時間が規定時間 1 未満か否かを判定する。規定時間 1 は、例えば 1 0 0 ミリ秒程度に設定する。判定の結果、規定時間 1 未満の場合にはステップ S 4 0 の処理を実行する。一方、規定時間 1 以上の場合はステップ S 6 0 の処理を実行する。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 4 0 で、データ収集装置 8 は、最大電圧からステップ S 1 0 で用いた閾値以下に低下するまでの時間が規定時間 2 より短いかなかを判定する。規定時間 2 は、例えば 2 0 ミリ秒程度に設定する。電圧の低下時間が規定時間 2 より短い場合は、ステップ S 5 0 の処理を実行し、長い場合はステップ S 6 0 の処理を実行する。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 5 0 は、電圧印加により電圧は上昇するものの、それを維持する時間が短く、かつ急峻に電圧低下する場合、つまり絶縁破壊ショートしている場合の処理である。したがって、ステップ S 5 0 でデータ収集装置 8 は絶縁破壊ショートであると判断して本ルーチンを終了する。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 6 0 は、電圧印加により電圧が上昇し、最大電圧からの電圧低下が緩やかな場合、つまり正常な場合の処理である。したがって、ステップ S 6 0 でデータ収集装置 8 は正常であると判断して本ルーチンを終了する。

【 0 0 3 6 】

なお、ステップ S 3 0 の規定時間 1 をより短くし、ステップ S 4 0 を省略して、最大電圧の維持時間が規定時間 1 未満の場合には絶縁破壊ショートと判断しても構わない。つまり、最大電圧を維持することなく電圧が急峻に低下した場合には絶縁破壊ショートと判断

10

20

30

40

50

することもできる。

【0037】

上記のように、本制御ルーチンによれば、内部ショートの有無だけでなく、それが導通ショートまたは絶縁破壊ショートのいずれであるかも判断することができる。

【0038】

絶縁破壊ショートの場合は、電解液注入後、電極間のイオン伝導抵抗が低くなり、内部放電による容量低下が大きくなるという弊害がある。一方、導通ショートの場合、電圧を印加しても電圧が上昇しないので、もはや電池として機能できない。

【0039】

いずれの場合も、その発生原因を解消する必要があるが、導通ショートと絶縁破壊ショートでは、対処方法が異なる。

10

【0040】

導通ショートであれば、主に、セパレータ10や電極11、12の搬送経路中の異物が混入し得る場所を検査し、搬送経路中の異物を除去したり、混入防止策をとったりすることになる。この対処は、生産中であっても実行可能である。また、搬送途中に異物溜まりが有る場合等には、導通ショートした電池が連続的に作製されてしまうおそれがあるので、早急に異物を除去する必要がある。

【0041】

一方、絶縁破壊ショートであれば、主に、セパレータ10の作製工程を検査することになる。この対処は、製造装置の確認等を要するため、導通ショートの場合に比べて時間を要する。ただし、セパレータ10の欠陥は、製造装置に問題がなくても発生し得るものなので、連続的に発生していないのであれば、導通ショートの場合のように直ちに対処する必要性は低い。

20

【0042】

このため、図8の制御ルーチンのように、導通ショートであるのか絶縁破壊ショートであるのかを判別できれば、無駄な検査等をする必要がなくなり、的確な対処を速やかに実行することができる。

【0043】

なお、上記説明ではインパルス試験機8を用いてインパルス電圧を印加する場合について説明したが、交流電圧又はパルス電圧でも構わない。

30

【0044】

以上のように、電解液を注入する前のリチウムイオン二次電池1にインパルス試験機6により電圧を印加したときの最大電圧が、導電性異物13の抵抗値に基づいて設定した電圧閾値より低い場合には、導通ショートであると判定する。これにより、リチウムイオン二次電池1を解体することなく内部ショートの原因を絞り込むことができるので、不具合発生から対策立案、そして対策実施までの時間を大幅に短縮することができる。

【0045】

また、最大電圧が電圧閾値以上であり、かつ最大電圧から急峻に電圧低下する場合は、絶縁破壊ショートであると判定する。これにより、内部ショートの有無だけでなく、それが導通ショートか絶縁破壊ショートかを区別できるので、内部ショートの形態に応じた適切な対策を速やかに立案することができる。その結果、不具合発生から対策実施までの時間を大幅に短縮することができる。なお、最大電圧が電圧閾値以上であり、最大電圧を維持する時間が所定時間未満であり、かつ、最大電圧から電圧閾値まで急峻に低下する場合に絶縁破壊ショートであると判定してもよい。

40

【0046】

インパルス試験機6により電圧印加した際の最大電圧が電圧閾値以上であり、かつ最大電圧を所定時間以上維持した場合は、絶縁状態であると判断するので、内部ショートが発生していないことを確実に検知することができる。

【0047】

なお、本発明は上記の実施の形態に限定されるわけではなく、特許請求の範囲に記載の

50

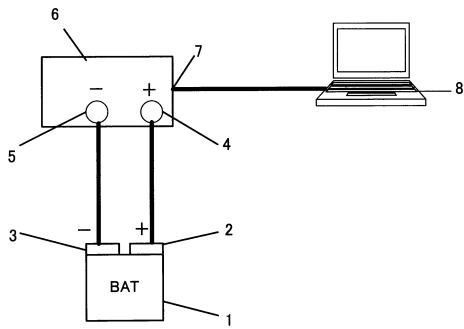
技術的思想の範囲内で様々な変更を成し得ることは言うまでもない。

【符号の説明】

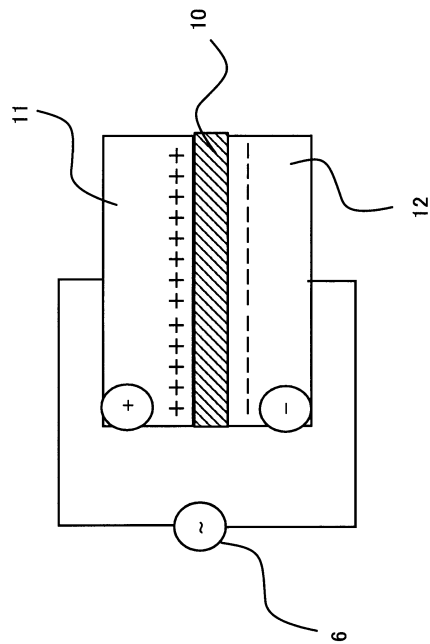
【0048】

- 1 リチウムイオン二次電池
- 6 インパルス試験機
- 8 データ収集装置

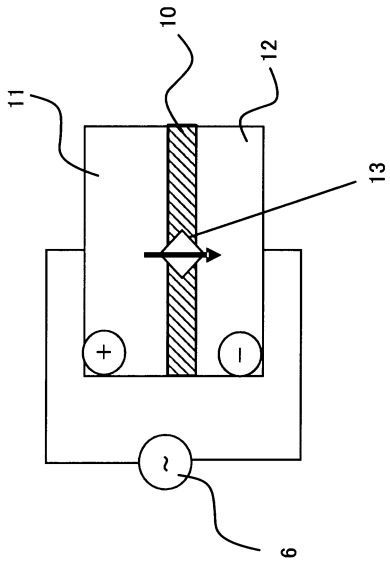
【図1】



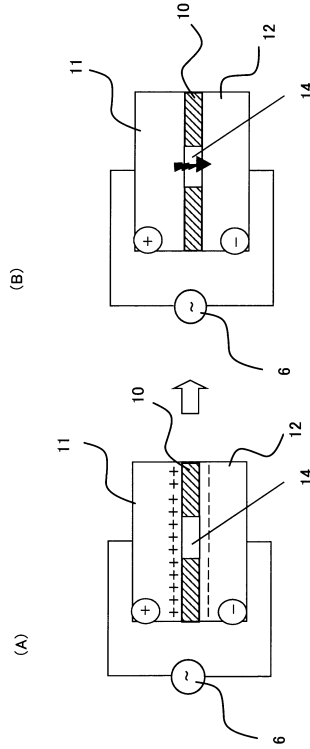
【図3】



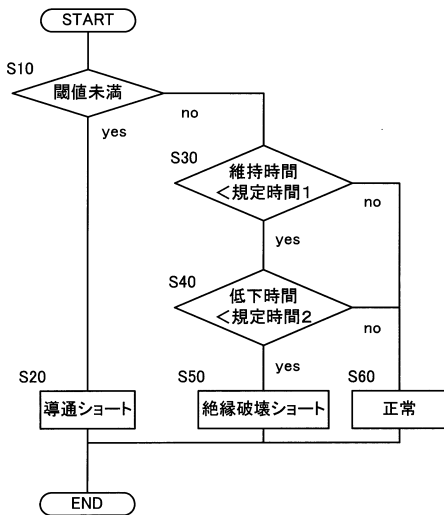
【図5】



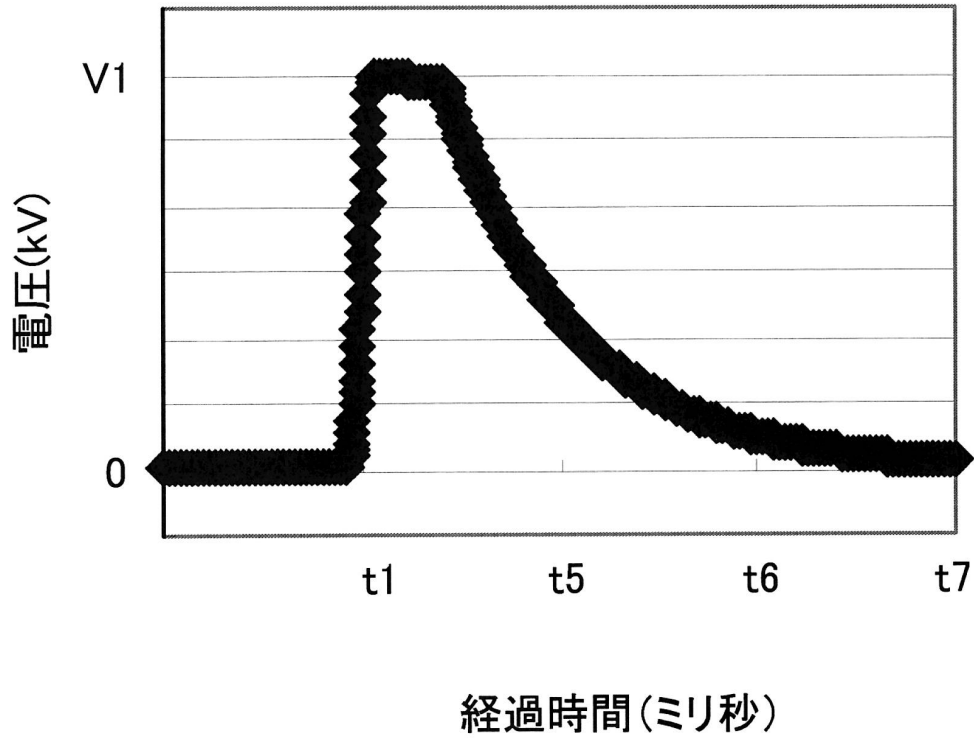
【図7】



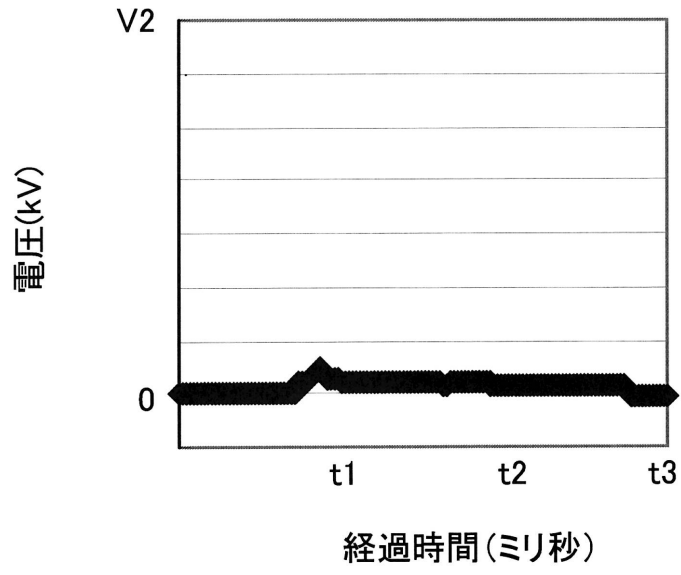
【図8】



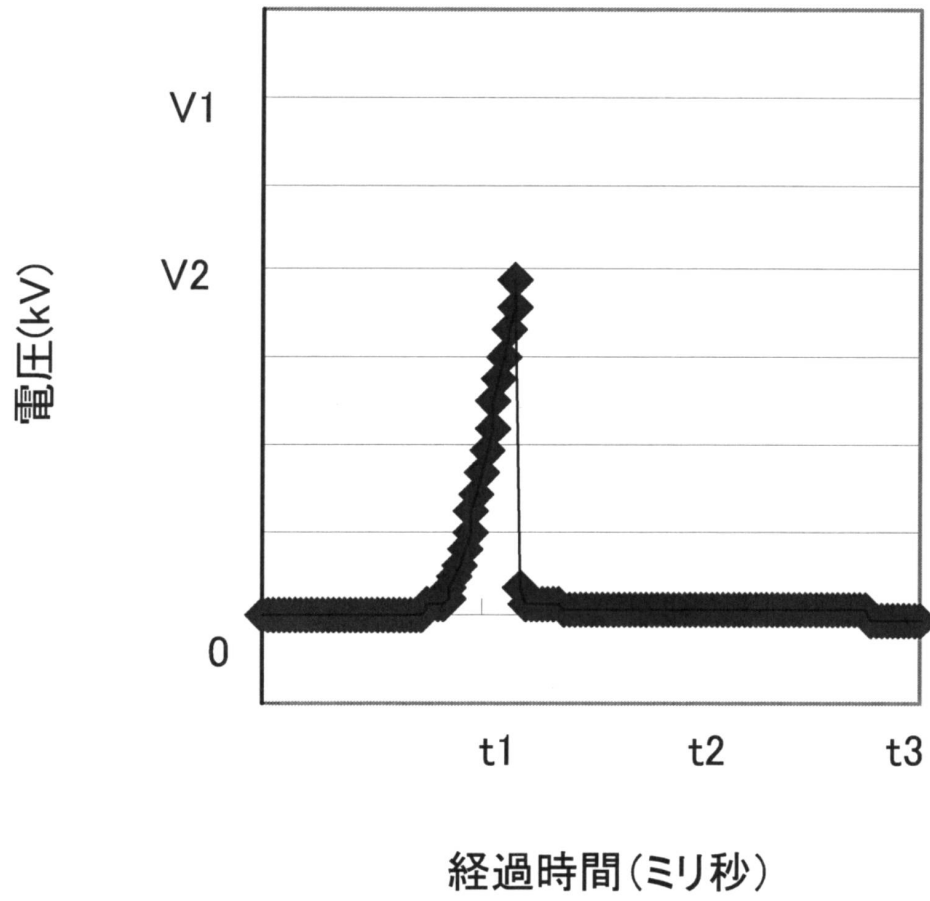
【図2】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-111371(JP,A)
特開2004-273216(JP,A)
特開2000-030747(JP,A)
米国特許第04204161(US,A)
国際公開第2011/040446(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M	10/04
G01R	31/36
H01M	10/42
H01M	10/48
H02J	7/00