

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4413512号
(P4413512)

(45) 発行日 平成22年2月10日(2010.2.10)

(24) 登録日 平成21年11月27日(2009.11.27)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 H 33/59 (2006.01) HO 1 H 33/59 B
 HO 1 H 33/66 (2006.01) HO 1 H 33/66 V

請求項の数 1 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-79384 (P2003-79384)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝
(22) 出願日	平成15年3月24日(2003.3.24)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2004-288478 (P2004-288478A)	(74) 代理人	100109900 弁理士 堀口 浩
(43) 公開日	平成16年10月14日(2004.10.14)	(72) 発明者	丹羽 芳充 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内
審査請求日	平成17年8月5日(2005.8.5)	(72) 発明者	横倉 邦夫 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内
		(72) 発明者	松崎 順 東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直流遮断器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直流回路に直列接続された第1の可飽和リアクトルおよび真空遮断器と、
 前記第1の可飽和リアクトルと前記真空遮断器の直列回路に並列に接続された第2の可飽
 和リアクトル、コンデンサおよび転流スイッチからなる転流回路とを備え、
 前記第1の可飽和リアクトルの導体と前記第2の可飽和リアクトルの導体とは共用のコア
 を挿通するとともに、電流の向きを逆方向とし、
 前記真空遮断器の遮断時、前記直流回路の電流に前記転流回路からの転流電流を重畳させ
 、前記電流が減少して定格電流以下であって、定格電流の75%~10%の範囲までに減
 少したとき、前記コア内の磁束を打ち消し、前記第1、第2の可飽和リアクトルを非飽和
 状態にすることを特徴とする直流遮断器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、真空遮断器で直流回路を遮断するにあたり、遮断特性を向上し得る直流遮断器
 に関する。

【0002】

【従来の技術】

直流回路の遮断においては、直流回路に転流回路から転流電流を注入し、強制的に電流零
 点をつくり電流零点で遮断を行う直流遮断器が用いられている。

【 0 0 0 3 】

この直流遮断器は、図 9 に示すように、直流回路の P - N 間に直列に真空遮断器 1 および可飽和リアクトル 2 が接続されている。そして、真空遮断器 1 および可飽和リアクトル 2 の直列回路に並列に、リアクトル 3、コンデンサ 4 および転流スイッチ 5 を直列接続した転流回路を接続している。この転流スイッチ 5 は、真空遮断器 1 の両電極間の絶縁距離が確保された開極位置で、制御回路からの信号により動作するものである。なお、真空遮断器 1 および可飽和リアクトル 2 の直列回路には、更に電磁エネルギーを吸収するためのエネルギー吸収素子 6 が並列に接続されている。

【 0 0 0 4 】

このような回路構成において、図 10 に示すように、直流回路に過大な事故電流 i_a が流れた場合、真空遮断器 1 に制御回路から遮断指令が発せられ、真空遮断器 1 の一方の電極から他方の電極が開離し、両電極間にアークが発生する。そして、両電極間が時間 t_1 の転流動作位置に達すると、制御回路からの信号により転流スイッチ 5 が閉じられ、転流回路からの逆方向転流電流が重畳され、事故電流 i_a は急激に減少する。

10

【 0 0 0 5 】

ここで、従来の直流遮断器では、事故電流 i_a を遮断するまでの過程において、この事故電流 i_a に転流電流を注入し、定格電流 i_0 を超える所定電流値 i_1 まで減少すると、可飽和リアクトル 2 が磁気飽和状態から非飽和状態となりリアクタンスが大きくなり、時間 t_2 からは電流変化率 di/dt が小さくなるようになっている（例えば、特許文献 1 参照。）。そして、十分に di/dt が小さくなった電流零点の時間 t_3 での遮断を容易に

20

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】

特許第 2846402 号公報（第 2 頁、第 1 図）

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来の直流遮断器においては、以下のような問題がある。

【 0 0 0 8 】

前記可飽和リアクトル 2 の磁気飽和状態が解除される t_2 から t_3 までの時間では、可飽和リアクトル 2 の磁気飽和状態が解除される電流値が定格電流 i_0 より大きいため、高い電流値から di/dt を小さくしている。そのため、 t_2 から t_3 の時間のうち高い電流値となる時間が長くなり、この際に電極間に発生するアークエネルギーに対応した構成とする必要があった。この構成の例として 2 つ説明する。まず、真空遮断器の電極を大きくし、真空遮断器を大容量化とする方法である。次には、可飽和リアクトルの磁気飽和が解除された際のインダクタンスを大きくする方法である。この場合、 t_2 から t_3 までの時間が長くなり、 t_2 近傍の電流が高くアークエネルギーが大きい期間の影響が、電流を遮断する t_3 において小さくなる。これらの構成では、真空遮断器、可飽和リアクトルが大型のものとなる。

30

【 0 0 0 9 】

従って、本発明の目的は、可飽和リアクトルの飽和状態が解除されてから遮断までのアークエネルギーを抑制し、遮断特性を向上し得る直流遮断器を提供することにある。

40

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の直流遮断器は、直流回路に直列接続された第 1 の可飽和リアクトルおよび真空遮断器と、前記第 1 の可飽和リアクトルと前記真空遮断器の直列回路に並列に接続された第 2 の可飽和リアクトル、コンデンサおよび転流スイッチからなる転流回路とを備え、前記第 1 の可飽和リアクトルの導体と前記第 2 の可飽和リアクトルの導体とは共用のコアを挿通するとともに、電流の向きを逆方向とし、前記真空遮断器の遮断時、前記直流回路の電流に前記転流回路からの転流電流を重畳させ、前記電流が減少して定格電流以下であって、定格電流の 75% ~ 10% の範囲までに減少したとき、

50

前記コア内の磁束を打ち消し、前記第 1、第 2 の可飽和リアクトルを非飽和状態にすることを特徴とする。

【0013】

このような構成によれば、真空遮断器が事故電流の遮断を始めて主回路の電流が定格電流以下の所定電流値まで減少すると、第 1、第 2 の可飽和リアクトルが磁気飽和状態から非磁気飽和状態となるので、低い電流値から di/dt が小さくなり、また、この継続時間が短くなるので、電極間に発生するアークエネルギーが抑えられ、遮断特性を向上し得ることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、各図において、従来と同様の構成部分については、同一符号を付した。

【0015】

(第 1 の実施の形態)

先ず、本発明の第 1 の実施の形態に係る直流遮断器を図 1 乃至図 3 を参照して説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る直流遮断器の回路構成図、図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る直流遮断器の可飽和リアクトルを示す斜視図、図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る直流遮断器の動作を説明するための説明図である。

【0016】

図 1 に示すように、直流回路の P - N 間の電源側に可飽和リアクトル 10 および負荷側に真空遮断器 1 が直列接続されている。そして、真空遮断器 1 および可飽和リアクトル 10 の直列回路に並列には、リアクトル 3、コンデンサ 4 および転流スイッチ 5 を直列接続した転流回路を接続している。また、この真空遮断器 1 および可飽和リアクトル 10 の直列回路には、更に電磁エネルギーを吸収するためのエネルギー吸収素子 6 が並列に接続されている。

【0017】

可飽和リアクトル 10 は、図 2 に示すように、ギャップを介して、口字形の閉磁路を形成する積層ケイ素鋼板からなるコア 12 の中空部に、主回路電流を通電する導体 11 を挿通し構成されている。また、コア 12 の両側面には、サポート板 13 が固定され、支持碍子 14 で絶縁支持されている。

【0018】

このような回路構成において、図 3 に示すように、直流回路に過大な事故電流 i_a が流れた場合、真空遮断器 1 に制御回路から遮断指令が発せられ、真空遮断器 1 の一方の電極から他方の電極が開離し、両電極間にはアークが発生する。そして、両電極間が時間 t_1 の転流動作位置に達すると、制御回路からの信号により転流スイッチ 5 が閉じられ、事故電流 i_a に転流回路からの逆方向転流電流が重畳する。これにより、事故電流 i_a は、急激に減少する。

【0019】

ここで、可飽和リアクトル 10 は、過大な事故電流 i_a の通電時には磁気飽和状態となるが、特に定格電流 i_0 を下回る所定電流値 i_2 まで減少した後、磁気飽和状態から非飽和状態となり大きなインダクタンスになるようになっている。そして、所定電流値 i_2 に対応した時間 t_4 からは、このインダクタンスにより電流変化率 di/dt が暫時小さくなり、電流零点となる時間 t_5 で di/dt が十分に小さくなり遮断を容易にしている。このような磁気飽和状態と磁気飽和状態の解除を制御する手段として、例えば導体 11 で発生する磁束が結合するコア 12 の磁路を変化させればよく、磁路を短くすることやギャップを小さくすることによって小さい通電電流で磁気飽和状態が起きるようになる。

【0020】

これにより、前記真空遮断器 1 の電極間には、時間 t_1 までの事故電流 i_a 、および転流電流注入時の t_1 から可飽和リアクトル 10 の磁気飽和状態が解除される時間 t_4 を経由して電流零点になる時間 t_5 までの事故電流 i_a が流れる。このため、電極間に発生する

10

20

30

40

50

アークエネルギーは、開極動作位置に達する時間 t_1 までは従来と変わらないものの、磁気飽和状態から非飽和状態となり di/dt が小さくなる t_4 から t_5 までの継続時間が短くなり、また、時間 t_4 のときの電流値が下がって、アークエネルギーが抑制される。

【0021】

しかしながら、非飽和状態が定格電流 i_0 を僅かに低下する所定電流値 i_2 では、アークエネルギーを十分に抑制することができない。このため、所定電流値 i_2 を定格電流 i_0 の75%まで低下させると、非飽和状態となり di/dt が小さくなる領域のアークエネルギーを十分に抑制することができる。即ち、 di/dt がある一定値と仮定すると、所定電流値 i_2 を75%まで低下させると、アークの継続時間も比例して約75%に短くなり、その結果、アークエネルギーが約1/2となる。これにより、真空遮断器1の電極接点から生じる金属蒸気量を極めて抑制させることができる。

10

【0022】

なお、所定電流値 i_2 を10%以下まで低下させると、小さい di/dt が得られるものの t_4 以降の電流値が小さくアークの継続時間が短く、電極間のアークの金属蒸気が十分に拡散されず、遮断できなくなる恐れがあるので好ましくない。

【0023】

上記第1の実施の形態の直流遮断器によれば、直流回路に直列接続した可飽和リアクトル10の磁気飽和状態から非飽和状態となる電流値を定格電流の75%から10%としているので、磁気飽和状態が解除される電流値が低く、また、遮断完了するまでの継続時間が短くなる。その結果、電極間に発生するアークエネルギーが抑制され、電流零点付近では十分に小さい di/dt が得られ遮断特性を向上し得ることができる。また、可飽和リアクトル10の磁気飽和状態から非飽和状態となる電流値を低くできるため、可飽和リアクトル10の小型化が可能となる。

20

【0024】

なお、上記実施の形態では、転流回路にリアクトル3、コンデンサ4および転流スイッチ5を直列接続したが、大きな転流電流を得るためにリアクトル3を省いて、コンデンサ4および転流スイッチ5を直列接続した転流回路においても、可飽和リアクトル10の磁気飽和状態から非飽和状態となる電流値を定格電流の75%から10%にすれば、遮断特性を向上し得ることができる。

【0025】

また、上記実施の形態では、可飽和リアクトル10を直流回路の電源側に設けたが、直流回路の負荷側に設けてもよく、これにより、定格電流の75%から10%の所定電流値で磁気飽和状態から非飽和状態とし、遮断特性を向上し得ることができる。

30

【0026】

(第2の実施の形態)

次に、本発明の第2の実施の形態に係る直流遮断器を図4乃至図5を参照して説明する。図4は、本発明の第2の実施の形態に係る直流遮断器の回路構成図、図5は、本発明の第2の実施の形態に係る直流遮断器の可飽和リアクトルを示す斜視図である。この第2の実施の形態が第1の実施の形態と異なる点は、可飽和リアクトルを転流回路にも接続していることである。

40

【0027】

図4に示すように、直流回路のP-N間には、電源側に第1の可飽和リアクトル15および負荷側に真空遮断器1が直列接続されている。そして、真空遮断器1に並列にリアクトル3、コンデンサ4、転流スイッチ5、および第2の可飽和リアクトル16を直列接続してなる転流回路を接続している。また、第1の可飽和リアクトル15と真空遮断器1の直列回路に、並列に電磁エネルギーを吸収するためのエネルギー吸収素子6が接続されている。

【0028】

第1の可飽和リアクトル15および第2の可飽和リアクトル16は、図5に示すように構成されている。即ち、主回路の第1の導体17、転流回路の第2の導体18とは互いに離

50

隔して配置され、且つギャップを介して口字形の閉磁路を形成する積層ケイ素鋼板からなるコア 19 の中空部に、第 1、第 2 の導体 17、18 を挿通して構成されている。また、コア 19 の両側面には、サポート板 20 が固定され、支持碍子 21 で絶縁支持されている。

【 0 0 2 9 】

ここで、第 1 の導体 17 の主回路の電流の向きを図に示すように実線の方角とすれば、第 2 の導体 18 の転流電流の向きは点線の方角としている。即ち、第 1 の導体 17 と第 2 の導体 18 との電流の向きを逆方向としており、それによりコア 19 に生じる磁束の向きが逆方向となる。両者による合成磁束は、第 1 の導体 17 と第 2 の導体 18 に流れる電流を加算した電流がコア 19 に作る磁束と等価である。この電流は、真空遮断器 1 に流れる電流と等しい。

10

【 0 0 3 0 】

このような回路構成において、再び図 3 を用いて説明する。

【 0 0 3 1 】

図 3 に示すように、直流回路の真空遮断器 1 に過大な事故電流 i_a が流れた場合、第 1 の実施の形態と同様に、真空遮断器 1 に遮断指令が発せられ、時間 t_1 の開極動作位置に達すると、転流スイッチ 5 が閉じられ逆方向転流電流が重畳され事故電流 i_a が交流波形となり急激に減衰する。

【 0 0 3 2 】

ここで、第 1 の可飽和リアクトル 15 および第 2 の可飽和リアクトル 16 は、過大な事故電流および転流電流の通電により夫々生じる磁束がコア 19 内で打ち消されるので磁気非飽和状態が得られ易くなる。即ち、夫々導体 17、18 に大きな電流が流れているのにも関わらず、コア 19 内の磁束が少ないので透磁率が大きくなり、その結果、夫々導体 17、18 に発生するインダクタンスが大きくなる。そして、真空遮断器 1 に流れる事故電流 i_a が定格電流 i_0 を下回る所定電流値 i_2 まで減少すると、コア 19 内の磁束は事故電流と転流電流で生じる磁束の和が小さくなるためコア 19 は磁気飽和状態から非飽和状態となる。

20

【 0 0 3 3 】

この所定電流値 i_2 に対応した時間 t_4 からは、磁気飽和状態が解除された第 1、第 2 の可飽和リアクトル 15、16 が大きなインダクタンスを生じて電流変化率 di/dt が暫時小さくなり、また、電流零点となる時間 t_5 で di/dt が十分に小さくなり遮断を容易にしている。

30

【 0 0 3 4 】

上記第 2 の実施の形態の直流遮断器によれば、直流回路および転流回路に共通のコア 19 を利用して構成した第 1、第 2 の可飽和リアクトル 15、16 を設けて、互いの導体 17、18 に流れる電流の向きを逆方向として、磁束の向きを逆方向にしてコア 19 内の磁束を打ち消し、また、磁気飽和状態から非飽和状態となる電流値を定格電流の 75% から 10% の所定電流値 i_2 としているので、第 1 の実施の形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 3 5 】

なお、上記実施の形態では、転流回路のリアクトル 3、コンデンサ 4、転流スイッチ 5、および第 2 の可飽和リアクトル 16 を直列接続したが、大きな転流電流を得るためにリアクトル 3 を省いて、コンデンサ 4、転流スイッチ 5、および第 2 の可飽和リアクトル 16 を直列接続した転流回路においても、磁気飽和状態から非飽和状態となる電流値を定格電流の 75% から 10% の所定電流値 i_2 にすれば、遮断特性を向上し得ることができる。

40

【 0 0 3 6 】

また、上記実施の形態では、第 1 の可飽和リアクトル 15 を直流回路の電源側に設けたが、直流回路の負荷側に設けてもよく、これにより、定格電流の 75% から 10% の所定電流値 i_2 で磁気飽和状態から非飽和状態とし、遮断特性を向上し得ることができる。

【 0 0 3 7 】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範

50

囲で、種々変形して実施することができる。第 1 の実施の形態では、主回路の導体 1 1 とコア 1 2 間を気中で隔離して絶縁した可飽和リアクトル 1 0 について説明したが、磁気飽和状態から非飽和状態となる所定電流値を下げるため、磁路を短くして絶縁距離が十分に確保されない場合には、図 6 に示すように、導体 1 1 が貫通するコア 1 2 内面に絶縁層 2 2 を設け、導体 1 1 とコア 1 2 間の絶縁補強をしてもよい。また、図 7 に示すように、コア 1 2 を貫通する導体 1 1 の表面に絶縁層 2 3 を設けてもよい。

【 0 0 3 8 】

また、第 2 の実施の形態による第 1、第 2 の可飽和リアクトル 1 5、1 6 においても、上記と同様にコア 1 9 と導体 1 7、1 8 間に絶縁補強をすればコア 1 9 の磁路を短くすることができる。

10

【 0 0 3 9 】

更に、図 8 に示すように、ケイ素鋼鉄を連続的に筒状に積層するコア 2 4 とすれば、ケイ素鋼鉄の板厚を薄くできるので渦電流損が減少し、コア 2 4 のうち表皮効果により有効に作用しない部分を減少した可飽和リアクトルにすることができる。

【 0 0 4 0 】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、直流回路に直列に可飽和リアクトルと真空遮断器を接続し、この真空遮断器が事故電流の遮断時、定格電流の 7 5 % から 1 0 % の所定電流値で可飽和リアクトルが磁気飽和状態から非飽和状態となるようにしているので、電極間で発生するアークエネルギーが抑制され、また、電流零点近傍での di/dt が充分に小さくなり、遮断特性を向上し得る直流遮断器を提供することができる。

20

【 0 0 4 1 】

更に、本発明によれば、直流回路に直列に第 1 の可飽和リアクトルと真空遮断器を接続し、また、転流回路に第 1 の可飽和リアクトルと共用のコアで逆方向の磁束を生じる第 2 の可飽和リアクトルを接続しており、事故電流の遮断時、定格電流の 7 5 % から 1 0 % の所定電流値まで減少すると、磁気飽和状態から非飽和状態となるようにしているので、電極間で発生するアークエネルギーが抑制され、また、電流零点近傍での di/dt が充分に小さくなり、遮断特性を向上し得る直流遮断器を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態に係る直流遮断器の回路構成図。

30

【図 2】 本発明の第 1 の実施の形態に係る直流遮断器の可飽和リアクトルを示す斜視図。

【図 3】 本発明の実施の形態に係る直流遮断器の動作を説明するための説明図。

【図 4】 本発明の第 2 の実施の形態に係る直流遮断器の回路構成図。

【図 5】 本発明の第 2 の実施の形態に係る直流遮断器の可飽和リアクトルを示す斜視図。

【図 6】 本発明の変形例に係る直流遮断器の可飽和リアクトルを示す斜視図。

【図 7】 本発明の変形例に係る直流遮断器の可飽和リアクトルを示す斜視図。

【図 8】 本発明の変形例に係る直流遮断器の可飽和リアクトルのコアを示す斜視図。

【図 9】 従来の直流遮断器の回路構成図。

40

【図 10】 従来の直流遮断器の動作を説明するための説明図。

【符号の説明】

1 真空遮断器

2、10、可飽和リアクトル

3 リアクトル

4 コンデンサ

5 転流スイッチ

6 エネルギー吸収素子

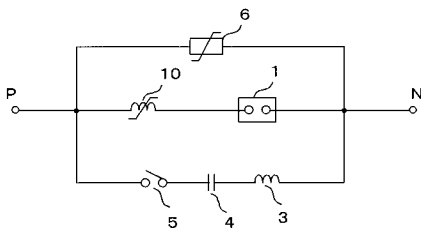
11 導体

12、19、24 コア

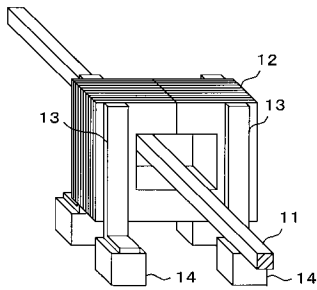
50

- 13、20 サポート板
- 14、21 支持碍子
- 15 第1の可飽和リアクトル
- 16 第2の可飽和リアクトル
- 17 第1の導体
- 18 第2の導体
- 22、23 絶縁層

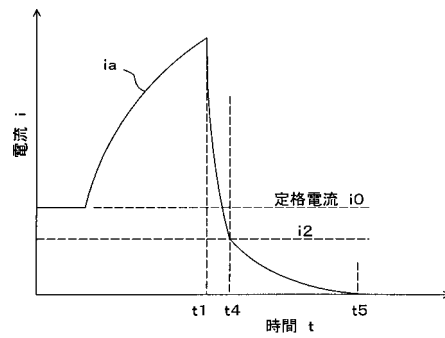
【図1】



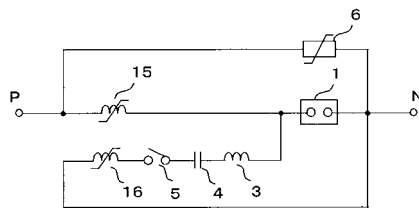
【図2】



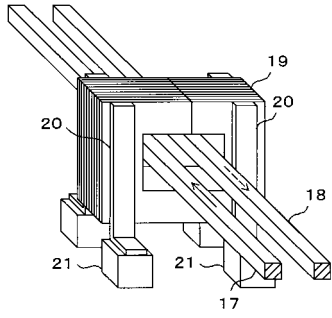
【図3】



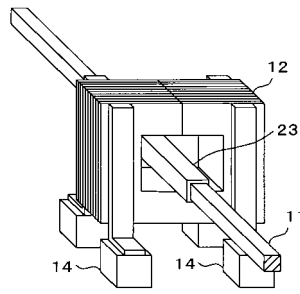
【図4】



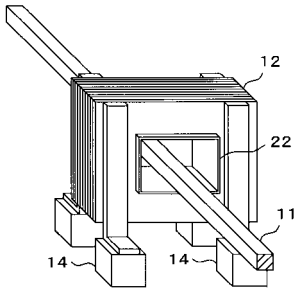
【図5】



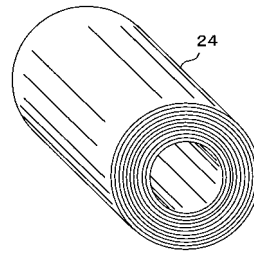
【図7】



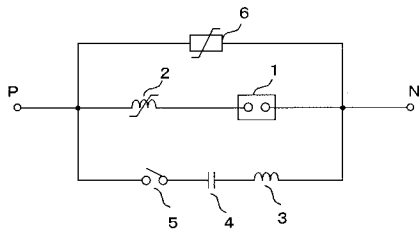
【図6】



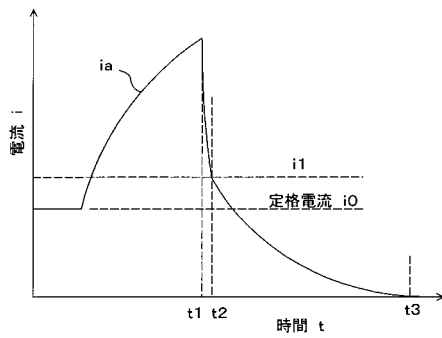
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 菊地 秀二

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝 府中事業所内

審査官 片岡 功行

(56)参考文献 特開昭52-065836(JP,A)
特許第2846402(JP,B2)
特開2000-048686(JP,A)
特開昭57-185630(JP,A)
特開平09-231877(JP,A)
実開平07-036423(JP,U)
特開2003-051414(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01H 33/59

H01H 33/66