

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5592443号  
(P5592443)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

(51) Int.Cl.		F I			
HO2H	9/02	(2006.01)	HO2H	9/02	B
HO2H	3/08	(2006.01)	HO2H	3/08	A

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-161682 (P2012-161682)	(73) 特許権者	593121379
(22) 出願日	平成24年7月20日 (2012.7.20)		エルエス産電株式会社
(65) 公開番号	特開2013-27308 (P2013-27308A)		LSIS CO., LTD
(43) 公開日	平成25年2月4日 (2013.2.4)		大韓民国京畿道安養市東安区虎溪洞102
審査請求日	平成24年7月20日 (2012.7.20)		6-6
(31) 優先権主張番号	10-2011-0073236	(74) 代理人	100099759
(32) 優先日	平成23年7月22日 (2011.7.22)		弁理士 青木 篤
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(74) 代理人	100092624
前置審査			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100114018
			弁理士 南山 知広
		(74) 代理人	100151459
			弁理士 中村 健一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 限流器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流入される電流を測定する測定部と、  
 前記測定部が測定した電流から故障電流が流入したことを決定し、スイッチ部に開放信号を伝送し、電力用半導体に遮断信号を伝送する検出部と、  
 前記遮断信号によってオフ状態に切り替える電力用半導体と、  
 前記電力用半導体に並列連結されて、故障電流を遮断する抵抗部と、  
 前記抵抗部と並列連結され、故障電流の発生時に流入される故障電流を一次的に遮断する第1パワーヒューズと、  
 前記抵抗部と直列連結され、前記抵抗部との直列連結が、前記第1パワーヒューズと並列連結され、前記抵抗部を通過する故障電流を二次的に遮断する第2パワーヒューズと、  
 前記電力用半導体と直列連結され、前記電力用半導体との直列連結が、前記第1パワーヒューズと並列連結され、前記開放信号により接点を開放する前記スイッチ部とを含み、  
 前記検出部は、前記開放信号を前記遮断信号より先に伝送して前記スイッチ部の開放により発生するアーク電流を前記電力用半導体が遮断し、  
 前記電力用半導体は、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (IGBT)、ゲートターンオフサイリスタ (GTO)、または集積ゲート整流サイリスタ (IGCT) のうちいずれか一つであることを特徴とする、限流器。

【請求項 2】

前記測定部は、変流器及びロゴスキーコイルであることを特徴とする、請求項 1 に記載

の限流器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は限流器に関し、より詳細には電力機器システムなどで用いられる限流器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、限流器 ( fault current limiter ) とは、落雷、接地、短絡等の事故時に発生する故障電流 ( fault current ) を正常電流に変換して電力系統上の機器を保護する装置をいい、最近超伝導体を利用した限流器が広く使われている。

10

【0003】

超伝導体を利用した限流器は、正常状態では抵抗が0の状態ですべて系統に存在して故障電流が流入する場合超伝導体がクエンチ ( quench ) されることによって抵抗が生じて故障電流を制限するものである。しかし、この場合、超伝導体に生じた抵抗によって限流器に多量のエネルギーが集中するようになる。即ち、超伝導体を運転する系統の電圧が大きいほど、超伝導体に流入するエネルギーが大きくなる。

【0004】

従って、このような超伝導体のエネルギー負担を減らすために超伝導体を製作する時に多量の超伝導体を使わなければならない。しかし、現在の超伝導体は高価で、多量の超伝導体を用いる場合、体積増によって設置費用、超伝導体の冷却費用等の付帯費用が増加する問題がある。

20

【0005】

このような問題を解決するために、超伝導体と遮断器とで構成される直列回路に電力用半導体素子を導入したハイブリッド超伝導限流器が従来具現されたが、これも故障電流発生時に超伝導体のクエンチ特性で限流器が動作するため、動作電流を調節するためには超伝導体の数を調節しなければならないため、操作の便宜性が低下する問題がある。

【0006】

図1は、従来のハイブリッド型超伝導限流器の構成図である。

30

【0007】

図2Aは、図1の限流器の電流グラフであり、図2Bは、図1の限流器の動作時点を説明するためのグラフであり、図2Cは、図1の限流器におけるアーク電流を説明するためのグラフであり、図2Dは、アーク電流遮断失敗による限流器の電流グラフである。

【0008】

従来のハイブリッド型超伝導限流器は、事故がない正常通電中には、電流 (  $I_{tot}$  ) は閉じられている遮断器 210 と超伝導体 100 を介して通電するため (  $I_{Main}$  )、抵抗発生による損失が殆ど発生しない。

【0009】

しかし、故障電流 (  $I_{fuse}$  ) が流入する場合、超伝導体 100 は非常に速い速度でクエンチされ ( A )、超伝導体 100 から生じた抵抗によって故障電流 (  $I_{fuse}$  ) は駆動コイル 220 に迂回するようになる。

40

【0010】

この瞬間、駆動コイル 220 に流入する電流によって磁場が生じ、駆動コイル 220 の上部に位置した電磁気反発板 230 に反磁性成分の渦電流が誘導される。これによって電磁気反発板 230 が非常に速い速度で移動して、電磁気反発板 230 と物理的に連結された遮断器 210 の接点を分離させて、超伝導体 100 側に通電される故障電流を遮断する ( B )。

【0011】

しかし、このような従来の限流器においては、分離した瞬間、遮断器 210 の接点でア

50

ーク電流 ( arc - current ) が発生して、超伝導体 100 側で通電を維持しようとする。これに備えて遮断器 210 の接点が分離する瞬間、遮断器 210 の接点から発生するアークを消去するために電磁気反発板 230 と機械的に連結された短絡接点 240 が遮断されるように設計される ( C )。

【 0012 】

即ち、全体故障電流は、短絡接点 240 を介して補助回路に伝達されて遮断器両端のアークは消去され ( D )、故障電流は補助回路に位置した限流素子 300 を介して限流される ( E )。

【 0013 】

ところが、かかる故障電流制限過程において、超伝導体 100 と高速スイッチとで構成された主回路と、限流素子 300 で構成された補助回路との間のインピーダンス差によって、超伝導体 100 と直列に結線されている遮断器 210 の接点両端のアークが補助回路の限流素子 300 の動作が行われる前に十分消滅できないことがある ( F )。また、これによって主回路と補助回路とのインピーダンス差によって遮断器接点両端のアーク電流が再発呼 ( G ) されて、アークインピーダンスが減少するため、故障電流は主回路の相伝導に転移された超伝導体 100 と、アークによって導通されている遮断器 210 側に再び通電するようになる。

【 0014 】

この時、相伝導体に転移された超伝導体 100 に電圧が集中し、これによって事故エネルギーが超伝導体に集中して超伝導体 100 が損傷する問題がある。

【 0015 】

図 3 は、従来のハイブリッド型超伝導限流器の構成図で、上記問題を解決するために提示された図であり、従来の図 1 の限流器に、電力用半導体 400 を付加して構成されたものである。電力用半導体 400 は、主回路側に追加されるもので、超伝導体 100 がクエンチされた後に発生するアーク電流を遮断する。

【 0016 】

しかし、上記従来の限流器も、超伝導体を用いるため、動作電流を調節するためには超伝導体の数を調節しなければならないため、多くの費用が発生し、操作の便宜性が低減する問題は解決できない。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0017 】

本発明が解決しようとする技術的課題は、限流器に存在する故障電流を制御し易い限流器を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0018 】

上記技術的課題を解決するために、本発明の限流器は、故障電流が流入したことを決定し、電力用半導体に遮断信号を送信する検出部、前記遮断信号によってオフ状態に切り替える電力用半導体、及び前記電力用半導体と並列連結されて、故障電流を遮断する抵抗部を含む。

【 0019 】

本発明の一実施形態において、前記電力用半導体と直列連結され、故障電流が流入する場合接点を開放して、前記電力用半導体を故障電流から保護するスイッチ部をさらに含むことが好ましい。

【 0020 】

本発明の一実施形態において、前記スイッチ部と前記電力用半導体の直列連結が、前記抵抗部と並列連結されることが好ましい。

【 0021 】

本発明の一実施形態において、前記検出部は、故障電流が流入する場合、前記スイッチ部に開放信号を送信し、前記スイッチ部は、前記開放信号によって開放されることが好ま

10

20

30

40

50

しい。

【0022】

本発明の一実施形態において、流入する電流を測定する測定部をさらに含み、前記検出部は、前記測定部が測定した電流から故障電流が流入したことを決定することが好ましい。

【0023】

本発明の一実施形態において、前記測定部は、変流器及びロゴスキークォイルであることが好ましい。

【0024】

本発明の一実施形態において、前記抵抗部と並列連結され、故障電流の発生時に流入する故障電流を一次的に遮断する第1パワーヒューズをさらに含むことが好ましい。

10

【0025】

本発明の一実施形態において、前記抵抗部と直列連結され、前記抵抗部を通過する故障電流を遮断する第2パワーヒューズをさらに含むことが好ましい。

【0026】

本発明の一実施形態において、前記検出部は、故障電流が流入する場合、前記開放信号を前記遮断信号より先に伝送することが好ましい。

【0027】

本発明の一実施形態において、前記電力用半導体は、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ(IGBT)、ゲートターンオフサイリスタ(GTO)、または集積ゲート整流サイリスタ(IGCT)のうちいずれか一つであることが好ましい。

20

【発明の効果】

【0028】

本発明は、超伝導体を除去して電力用半導体だけを利用して限流器を構成することによって、限流器に対する制御が容易で、高速故障検出部を用いて信頼性のある故障電流の検出ができる。

【0029】

また、本発明はパワーヒューズを用いて一次的に故障電流を制限し、抵抗を使って二次的に故障電流を制限して、より完璧に故障電流を制限する。

【図面の簡単な説明】

30

【0030】

【図1】従来のハイブリッド型超伝導限流器の構成図である。

【図2A】図1の限流器の電流グラフである。

【図2B】図1の限流器の動作時点を説明するためのグラフである。

【図2C】図1の限流器におけるアーク電流を説明するためのグラフである。

【図2D】アーク電流遮断失敗による限流器の電流グラフである。

【図3】従来のハイブリッド型超伝導限流器の構成図である。

【図4】本発明に係る限流器の一実施形態の構成図である。

【図5】図4の限流器に流れる電流を説明するための一実施形態のグラフである。

【発明を実施するための形態】

40

【0031】

本発明は、多様な変更を加えることができ、多様な実施形態を有し、特定の実施形態を図面に例示して詳細に説明する。

【0032】

しかし、これは本発明を特定の実施形態に対して限定しようとするものではなく、本発明の思想及び技術範囲に含まれる全ての変更、均等物乃至代替物を含むものと理解しなければならない。

【0033】

第1、第2等の序数を含む用語は、多様な構成要素を説明するために使われるが、構成要素はこの用語によって限定されない。

50

## 【0034】

この用語は、一つの構成要素を他の構成要素から区別する目的だけで使われる。例えば、本発明の権利範囲を逸脱しない限り、第2構成要素は第1構成要素と命名でき、同様に第1構成要素も第2構成要素と命名できる。

## 【0035】

ある構成要素が他の構成要素に「連結されて」いる、「接続されて」いると記述する時には、他の構成要素に直接的に連結されていたり、または接続されていてもよいが、その中間に他の構成要素が存在してもよいことを理解しなければならない。一方、ある構成要素が、他の構成要素に「直接連結されて」いる、「直接接続されて」いると記述する時には、その中間に他の構成要素が存在しないことを理解しなければならない。

10

## 【0036】

本願に使われた用語は、単に特定の実施形態を説明するために使われたものであって、本発明を限定する意図はない。単数の表現は文脈上明白に異なることを意味しない限り、複数の表現を含む。

## 【0037】

本願において、「含む」または「有する」等の用語は、明細書上に記載された特徴、数字、段階、動作、構成要素、部品またはこれらを組み合わせたものが存在することを指定するものであって、一つまたはそれ以上の他の特徴や数字、段階、動作、構成要素、部品またはこれらを組み合わせたもの等の存在または付加可能性を予め排除しないものと理解しなければならない。

20

## 【0038】

また、本願に添付された図面は、説明の便宜のために、拡大または縮小して示されたものと理解しなければならない。

## 【0039】

本発明について添付図面を参照して詳細に説明し、図面の符号に関係なく同一のまたは対応する構成要素は同一の参照符号を付け、これに関する重複説明は省略する。

## 【0040】

図4は、本発明に係る限流器の一実施形態の構成図である。

## 【0041】

図面に示したように、本発明の限流器は、測定部10、高速故障検出部(Fast Failure Detector、FFD)20、電力用半導体30、高速スイッチ40、パワーヒューズ1、2(50、60)及び電流制限抵抗部70を含む。

30

## 【0042】

電力用半導体30及び高速スイッチ40は、直列連結されて主回路を構成する。パワーヒューズ1(50)は、電力用半導体30と高速スイッチ40の直列連結に並列連結され、電流制限抵抗部70とパワーヒューズ2(60)の直列連結は、パワーヒューズ1(50)に並列連結される。この二つの並列連結は限流回路を構成する。

## 【0043】

測定部10は、電流及び電流上昇分を測定する。測定部10は好ましくは変流器(Current Transformer、CT)とロゴスキーコイル(Rogowski coil)である。CT及びロゴスキーコイルに関しては、既に本発明が属する技術分野に広く知られたものであるため、詳細な説明は省略する。

40

## 【0044】

FFD20は、測定部10が電流上昇を測定して故障を検出すると、即ち、故障電流が発生すると、高速スイッチ40を開放する開放信号を高速スイッチ40に伝送し、電力用半導体30をターンオフ(TURN-OFF)するターンオフ信号を電力用半導体30に伝送する。これについては後ほど詳しく説明する。

## 【0045】

電力用半導体30は、常時にはオン(ON)状態を維持し、故障電流が流入する場合にはFFD20から遮断信号を受信して、オフ(OFF)状態に切り替わる。電力用半導体

50

30は、例えば、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (Insulated gate bipolar transistor、IGBT)、ゲートターンオフサイリスタ (Gate Turn-Off Thyristor、GTO)、集積ゲート整流サイリスタ (Integrated Gate Commutated Thyristor、IGCT)のうちいずれか一つであるが、これに限定されない。

【0046】

高速スイッチ40は、高速で絶縁を維持するためのものであって、電力用半導体30を保護する。高速スイッチ40は、故障電流が流入する場合にはFFD20から開放信号を受信して、高速で主回路を開放する。

【0047】

電流制限抵抗部70と並列連結されるパワーヒューズ1(50)は、限流回路に流入する故障電流を一次的に遮断するためのもので、故障電流を電流制限抵抗部70へ迂回するようにする。パワーヒューズ1(50)は、大きい故障電流を遮断するように設計されてもよい。パワーヒューズ1(50)は、限流回路に流入する故障電流をまず遮断し、パワーヒューズ1(50)が溶断する瞬間電流制限抵抗部70へ故障電流が迂回する。

【0048】

電流制限抵抗部70と直列連結されるパワーヒューズ2(60)も限流回路に流入する故障電流を遮断し、電流制限抵抗部70を通過する故障電流を遮断する。パワーヒューズ2(60)は、パワーヒューズ1(50)に比べて小さい故障電流を遮断するように設計されてもよい。パワーヒューズ2(60)に流入する故障電流は、パワーヒューズ1(50)が溶断した後電流制限抵抗部70によって発熱された後残った故障電流である。

【0049】

パワーヒューズ1(50)及びパワーヒューズ2(60)は同一の機能を有する素子であるが、パワーヒューズ1(50)は、電流制限抵抗部70へ故障電流を迂回させ、パワーヒューズ2(60)は故障電流を完全に遮断する。パワーヒューズの物理的な構造は既に広く知られており、詳細な説明は省略する。

【0050】

電流制限抵抗部70は、流入する故障電流を制限する抵抗であり、パワーヒューズ2(60)と協調して故障電流を遮断する。電流制限抵抗部70のインピーダンスの大きさは、パワーヒューズ2(60)との協調動作を考慮して決定される。

【0051】

以下では、本発明の限流器の詳細な動作を図面を参照して説明する。図5は、図4の限流器に流れる電流を説明するための一実施形態のグラフである。

【0052】

まず、正常時に、すべての電流は電力用半導体30及び高速スイッチ40を含む主回路に通電され、一部は限流回路に流れることもある。測定部10は持続的に電流を測定する。

【0053】

測定部10が、故障電流が発生したことを感知すると、FFD20はこれを元に高速で故障を検出して、高速スイッチ40の接点をまず開放する開放信号を伝送し、高速スイッチ40は開放される。図5の「I」は高速スイッチ40を開放した瞬間を示したものである。高速スイッチ40の接点が開放される瞬間、接点両端にはアーク電流が流れ、アークインピーダンスによって限流回路側に故障電流が増加し、主回路の故障電流は上昇の勢いが鈍化または弱まる。

【0054】

また、FFD20は、高速スイッチ40を開放した後、高速スイッチ40の接点間隔が広がる過程において、電力用半導体30をターンオフするターンオフ信号を電力用半導体30に伝送して、電力用半導体30はターンオフされる。図5の「J」は、電力用半導体30がターンオフされた瞬間を示したものである。この時、主回路の電流は遮断されるため、高速スイッチのアーク電流は消去される(M)。ターンオフの瞬間、電力用半導体3

10

20

30

40

50

0の両端に電圧が生じるが、これは図5の「K」であり、ターンオフの瞬間、故障電流は限流回路に完全に分類されるが、「L」はこれを説明するものである。

【0055】

以後、故障電流は、限流回路側に流れるようになって、一定時間以上流れると、パワーヒューズ1(50)が溶断する(N)。パワーヒューズ1(50)が溶断すると同時に、故障電流は電流制限抵抗部70に流れて、電流制限抵抗部70のインピーダンスの大きさに応じて故障電流が制限されることが分かる。

【0056】

このように、本発明の限流器は、超伝導体の代わりに電力用半導体だけを採用して、制御が容易で、故障電流の制限効果が優れる。

10

【0057】

以上から代表的な実施形態をもって本発明について詳細に説明したが、本発明が属する技術分野において通常の知識を有する者は、上述した実施形態に対して本発明の範疇から逸脱しない限度内で、多様な変形が可能であることを理解できる。従って、本発明の権利範囲は、説明された実施形態に限って定めてはならず、後述する特許請求の範囲だけでなく、この特許請求の範囲と均等物等によって定めるべきである。

【符号の説明】

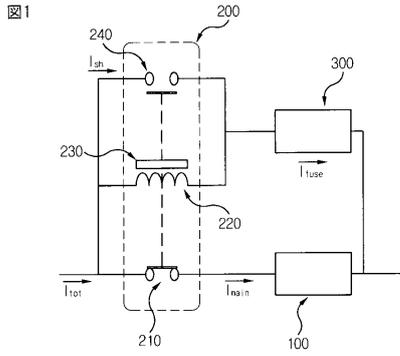
【0058】

- 10 測定部
- 20 FFD
- 30 電力用半導体
- 40 高速スイッチ
- 50、60 パワーヒューズ
- 70 電流制限抵抗部
- 100 超伝導体
- 210 遮断器
- 220 駆動コイル
- 230 電磁気反発板
- 240 短絡接点
- 300 限流素子
- 400 電力用半導体

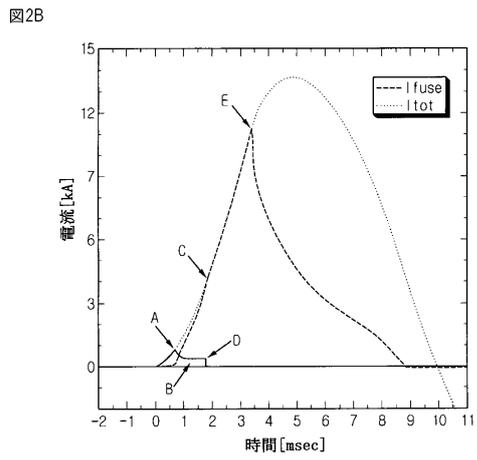
20

30

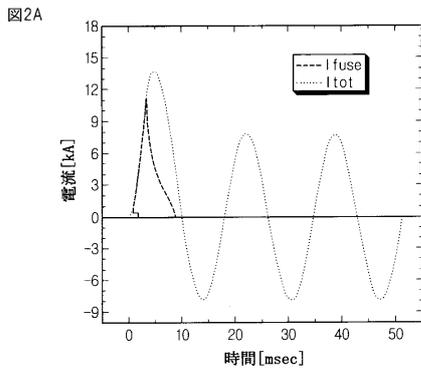
【 図 1 】



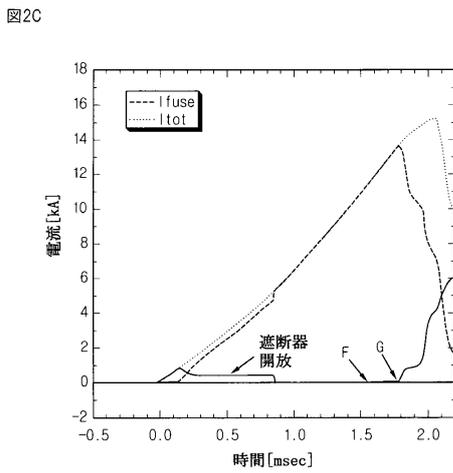
【 図 2 B 】



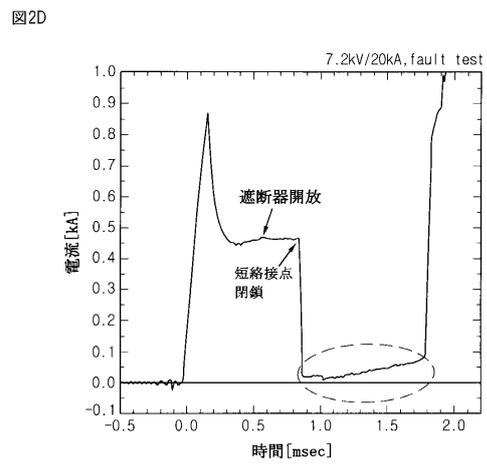
【 図 2 A 】



【 図 2 C 】

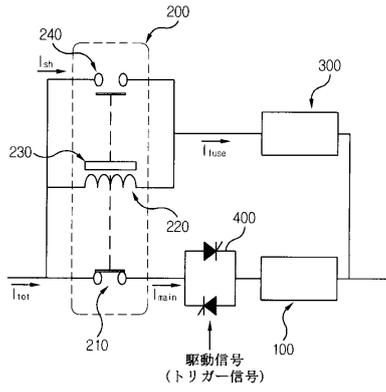


【 図 2 D 】



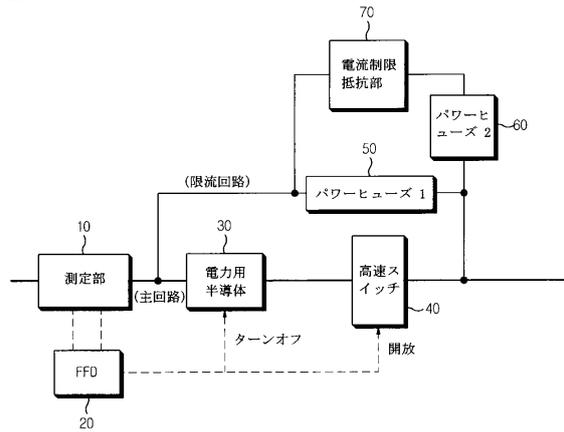
【図3】

図3



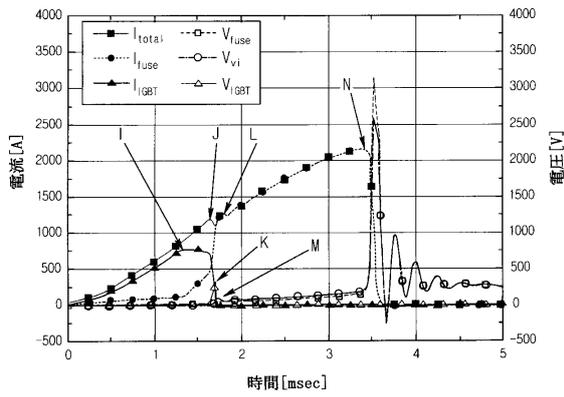
【図4】

図4



【図5】

図5



## フロントページの続き

- (72)発明者 シム ジュン ウク  
大韓民国, チュンチョンブク - ド 361 - 370, チョンジュ - シ, フンドク - ク, ピハードン  
, ケリョン リチュビル 2 - チャ アパートメント, 201 - 901
- (72)発明者 チェ ウォン ジュン  
大韓民国, チュンチョンブク - ド 361 - 270, チョンジュ - シ, フンドク - ク, ボクデ - ド  
ン, ヒュンダイ 2 - チャ アパートメント 207 - 1007
- (72)発明者 リ ギョン ホ  
大韓民国, チュンチョンブク - ド 361 - 300, チョンジュ - シ, フンドク - ク, ポンミョン  
- ドン, エルएसアイエス カンパニー リミティド エンプロイ - アパートメント, ビー - 3  
17
- (72)発明者 バン スン ヒュン  
大韓民国, プサン 616 - 120, ブク - ク, ファミョン - ドン, コロン ハヌルチェ アパー  
トメント, 105 - 504
- (72)発明者 キム ミン ジ  
大韓民国, チュンチョンブク - ド 361 - 290, チョンジュ - シ, フンドク - ク, ポンミョン  
- ドン, エルएसアイエス カンパニー リミティド エンプロイ - アパートメント, ダ - 60  
6
- (72)発明者 パク ヘ ヨン  
大韓民国, 631 - 150, キョンサンナム - ド, マサン - シ, ワンウル - ドン 293 - 5, 2  
0 / 2

審査官 関口 明紀

- (56)参考文献 特開2000 - 133099 (JP, A)  
特開2009 - 050140 (JP, A)  
特開2004 - 266978 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02H 1/00 - 3/253、 9/00 - 9/08