

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号  
WO 2016/152147 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01H 33/59 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001649
- (22) 国際出願日: 2016年3月22日(22.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2015-060683 2015年3月24日(24.03.2015) JP  
特願 2015-060684 2015年3月24日(24.03.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 丹羽 芳充 (NIWA, Yoshimitsu); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 安藤 正将 (ANDO, Masayuki); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 坂口 互 (SAKAGUCHI, Wataru); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 長谷川 哲也 (HASEGAWA, Tetsuya); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室

内 Tokyo (JP). 大嶋 隆司 (OOSHIMA, Takashi); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 大坊 昂 (DAIBO, Akira); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社 東芝 知的財産室内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人サクラ国際特許事務所 (SAKURA PATENT OFFICE, P.C.); 〒1010048 東京都千代田区神田司町二丁目8番1号 P M O 神田司町 Tokyo (JP).

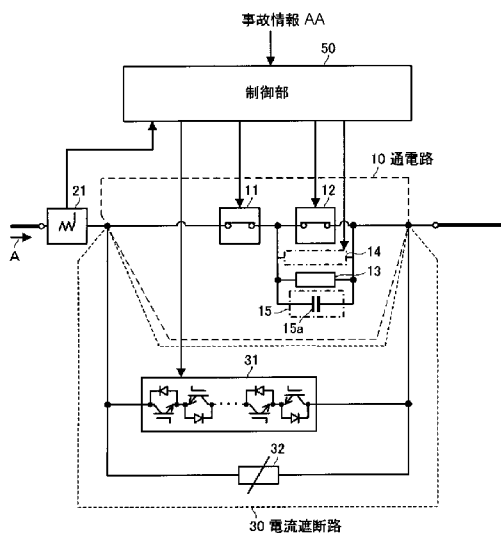
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー

[続葉有]

(54) Title: DIRECT CURRENT INTERRUPTION DEVICE

(54) 発明の名称: 直流遮断装置



- 10 Energizing path
- 30 Current interruption path
- 50 Control unit
- AA Accident information

(57) Abstract: The direct current interruption device according to an embodiment of the invention comprises an energizing path, a commutation circuit, a semiconductor circuit breaker, and a non-linear resistor. The energizing path allows direct current to flow, and has first and second switches. The second switch is connected in series to the first switch, and has lower dielectric withstand voltage than that of the first switch. The semiconductor circuit breaker and the non-linear resistor are connected in parallel to the energizing path.

(57) 要約: 実施形態の直流遮断装置は、通電路、転流回路、半導体遮断器、および非線形抵抗器を有する。通電路は、直流電流を流し、第1、第2の開閉器を有する。第2の開閉器は、前記第1の開閉器と直列に接続され、前記第1の開閉器より低い絶縁耐圧を有する。半導体遮断器および非線形抵抗器は、通電路と並列に接続される。

WO 2016/152147 A1

ロシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー  
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,  
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称： 直流遮断装置

### 技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、直流電流を遮断する直流遮断装置に関する。

### 背景技術

[0002] 電力を送る送電系統は、一般に、事故等に対応するために、送電電流を遮断する機能を有することが求められる。このために遮断器が用いられる。

交流には電流が0になる時間(電流零点)が存在するため、この電流零点において、電流を比較的容易に遮断できる。一方、交流と異なり、直流には電流零点が存在しないため、遮断時にアークが生じ易い。このため、直流遮断器は、一般に、アークを低減する仕組みを備える。

[0003] 直流遮断器は、例えば、開閉器（スイッチ）を有する通電路と、通電路と並列に接続され、電流を漸減できる電流遮断路と、を有する。

通常時には、通電路上の開閉器（スイッチ）を閉じて、通電路に電流を流す。一方、事故時には、電流遮断路を一時的に導通させ、かつ開閉器（スイッチ）を開くことによって、電流の経路を通電路から電流遮断路に切り替え、電流遮断路に電流を流す（転流）。その後、電流遮断路の電流を速やかに減らして、電流を遮断する。

[0004] ここで、通電路から電流遮断路への電流の切り替えは速いことが好ましい。切り替えが遅くなると、事故時の電流が増加して、電流遮断路が遮断すべき電流が大きくなる。この結果、大容量の電流遮断路が必要になり、遮断器が大型化する可能性がある。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0005] 非特許文献1：Juergen Haefner, Bjoern Jacobson, “Proactive Hybrid HVDC Breakers — A key innovation for reliable HVDC grids”, Cigre, The electric power system of the future — Integrating supergrids and micr

ogrids International Symposium in Bologna, Italy 13-15 September, 2011

非特許文献2 : Per Skarby, Ueli Steiger “An Ultra-fast Disconnecting Switch for a Hybrid HVDC Breaker — a technical breakthrough” , Cigre, Canada conference, Calgary ,Canada 9-11 September, 2013

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明が解決しようとする課題は、小型化を図った直流遮断装置を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 実施形態の直流遮断装置は、通電路、転流回路、半導体遮断器、および非線形抵抗器を有する。通電路は、直流電流を流し、第1、第2の開閉器を有する。第2の開閉器は、前記第1の開閉器と直列に接続され、前記第1の開閉器より低い絶縁耐圧を有する。半導体遮断器および非線形抵抗器は、通電路と並列に接続される。

### 図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1実施形態の直流遮断装置の構成を示す図である。

[図2]図1の直流遮断装置の転流回路の具体例を示す図である。

[図3]直流遮断装置の真空バルブの構成を示す断面図である。

[図4]図3の真空バルブの縦磁界電極部分の構成を示す斜視図である。

[図5]第1実施形態の直流遮断装置における各回路の電流の変化を示す図である。

[図6]第1実施形態において過渡電圧抑制回路の有無の効果の違いを示す図である。

[図7]過渡電圧抑制回路の他の構成例を示す図である。

[図8]過渡電圧抑制回路の他の構成例を示す図である。

[図9]過渡電圧抑制回路の他の構成例を示す図である。

[図10]変形例1の直流遮断装置の構成を示す図である。

[図11]第2実施形態の直流遮断装置の構成を示す図である。

[図12]第2実施形態の直流遮断装置における各回路の電流の変化を示す図である。

[図13]変形例2の直流遮断装置の構成を示す図である。

[図14]第3実施形態の直流遮断装置の構成を示す図である。

[図15]第3実施形態の直流遮断装置における各回路の電流の変化を示す図である。

[図16]変形例3の直流遮断装置の構成を示す図である。

[図17]第4実施形態の直流遮断装置の構成を示す図である。

[図18]第4実施形態の直流遮断装置における各回路の電流の変化を示す図である。

[図19]変形例4の直流遮断装置の構成を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0009] (第1実施形態)

以下、図面を参照して実施形態を詳細に説明する。図1は第1実施形態の直流遮断装置の構成を示す。

[0010] 図1に示すように、第1実施形態の直流遮断装置は、通電路10、電流遮断路30、電流検出器21、および制御器50を有する。電流遮断路30は、通電路10に並列に接続される。電流検出器21は、通電路10および電流遮断路30全体の電流を検出する。制御器50は、電流検出器21により検出された電流の値に基づいて、通電路10および電流遮断路30の電流の流れを制御する。

[0011] 通電路10は、第1の開閉器としての開閉器11、第2の開閉器としての開閉器12、抵抗器13、転流回路14、および過渡電圧抑制回路15を有する。

[0012] 開閉器11と開閉器12は直列に接続される。開閉器11は、第1の絶縁耐圧を有する。開閉器11は、制御器50によって閉制御または開制御され

て、半導体遮断器 31 によらずに（半導体遮断器 31 とは無関係に）、電流の通、不通を切り替える。

[0013] 開閉器 11 には、SF<sub>6</sub>ガスなどの絶縁性のガスを用いた開閉器（ガス開閉器）を利用できる。この場合、開閉器 11 の電極を収納した容器内に、絶縁性ガスが充填される。絶縁性に優れた SF<sub>6</sub>ガスなどを用いることによって、開閉器 11 の絶縁耐圧が向上し、その小型化が図れる。

[0014] 開閉器 12 は、第 1 の絶縁耐圧より低い第 2 の絶縁耐圧（例えば、数 kV 程度）を有する。開閉器 12 は、制御器 50 によって閉制御または開制御されて、半導体遮断器 31 によらずに（半導体遮断器 31 とは無関係に）、電流の通、不通を切り替える。

開閉器 12 には、例えば、真空開閉器を利用できる。真空開閉器のスイッチ部分に真空バルブ 120（後述の図 3、図 4 参照）を利用できる。

[0015] 転流回路 14 は、開閉器 12 と並列に接続される。転流回路 14 は、遮断する電流（通電路 10 を流れる直流電流）の向きと逆向きの電流を出力する電流源である。なお、この詳細は後述する。

[0016] 過渡電圧抑制回路 15 は、開閉器 12 と並列に接続される。過渡電圧抑制回路 15 は、例えば、コンデンサ 15a を有し、開閉器 12 に印加される過渡電圧から開閉器 12 を保護する。

ここでは、過渡電圧抑制回路 15 を開閉器 12 のみに設置している。しかし、過渡電圧抑制回路 15 を開閉器 11、12 双方に設置してもよい。

[0017] 電流遮断路 30 は、半導体スイッチとしての半導体遮断器 31 と、この半導体遮断器 31 と並列に接続された非線形抵抗器 32 と、を有する。

[0018] 制御器 50 は、電流検出器 21 により検出された電流の値が予め設定された閾値を超えた場合、開閉器 11、12 の電極を開動作させる開制御（遮断制御）を開始する。

[0019] また制御器 50 は、開制御（遮断制御）の開始後に、転流回路 14 を制御して、通電路 10 から半導体遮断器 31 への電流経路の切り替え（転流）を促進する。具体的には、制御器 50 は、転流回路 14 を制御して、開閉器 1

2の電流方向とは逆向きの電流を開閉器12に注入することによって、開閉器12（通電路10）の電流を0とする。この結果、通電路10を流れていた電流が、半導体遮断器31を流れるようになる。

[0020] 制御器50は、開閉器11、12の電極の開制御の開始後、オン状態の半導体遮断器31を制御し、オフ状態へと切り替える。

[0021] 以下、この直流遮断装置の動作を説明する。

通常時の直流遮断装置では、通電路10の開閉器11、12が閉じられ、通電路10を通して、電流が流れる。

電流遮断時（事故等で電流遮断を要するとき）には、半導体遮断器31がオン状態とされる一方、開閉器11、12が遮断される。さらに、開閉器12に流れる電流とは逆向きの電流が転流回路14から開閉器12に注入され、開閉器12（通電路10）に流れる電流がゼロとなる。この結果、通電路10から電流遮断路30へと電流の経路が速やかに切り替わる（転流）。その後、電流遮断路30の電流が速やかに減じられ、電流が遮断される。

[0022] 図1において、通常時の直流電流は、一般的には、図の左から右、右から左の双方が考えられる。この直流遮断装置は、この双方に対応できる。

以下、説明を分かりやすくするため、通常時の直流電流は、図の左から右に流れるとする。

[0023] 開閉器11、12は、半導体遮断器31によらずに電流の通、不通を切り替えることができる。開閉器11は、所定の大きな耐圧性（後述）を有する。開閉器12の耐圧性は、開閉器11の耐圧性よりも低い。一方、開閉器12の瞬断性能（開閉の高速性）は、開閉器11の瞬断性能（開閉の高速性）よりも、高い。なお開閉器12の詳細については後述の図3、図4で説明する。

[0024] 開閉器11、12は、このように特性（耐圧性、高速性）、ひいては、その役割が異なる。開閉器11、12は直列に接続され、制御器50によって制御されて、それぞれの電極を開閉する。

[0025] 抵抗器13は、開閉器12と並列に接続される。この抵抗器13の抵抗は

、電流遮断時の半導体遮断器 3 1 のオン抵抗より大きく、半導体遮断器 3 1 と並列に接続される非線形抵抗器 3 2 の抵抗より小さい。

[0026] 開状態の開閉器 1 1 は、絶縁状態であり、その抵抗は、開閉器 1 2 に並列接続した抵抗器 1 3 の抵抗より十分大きい。このため、開閉器 1 1 が開状態となったとき、開閉器 1 1 および 1 2 の両端間の電圧の大部分は開閉器 1 1 に印加される。この結果、開閉器 1 2 の絶縁破壊が防止される。

[0027] 電流検出器 2 1 は、通電路 1 0 および電流遮断路 3 0 全体に流れる電流を検出し、検出した電流の値を制御器 5 0 に伝える。このため、電流検出器 2 1 は、電流が流れる回路上の通電路 1 0 と電流遮断路 3 0 との合流位置の手前に配置されている。

[0028] 電流検出器 2 1 としては、例えば、次の (a) , (b) のような構成を採用できる。

(a) ごく小さい抵抗値の抵抗器を通電路 1 0 に挿入する。この抵抗器両端の電圧を検出し、電流に換算する。

(b) ホール素子等によって、通電路 1 0 から発生する磁界を検出し、電流に換算する。この場合、非接触で、通電路 1 0 に流れる電流を検出できる。

[0029] 半導体遮断器 3 1 は、制御器 5 0 に制御されて、電流の通、不通を切り替えるスイッチである。半導体遮断器 3 1 の具体例としては、図示するように、ここでは、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) とダイオードの組み合わせを用いることができる。IGBT とダイオードの対を逆並列に (順方向が互いに逆の並列) 接続する。この 2 対を逆方向 (向かい合わせ) に直列に接続して、単位要素とする。多数の単位要素を直列に接続し、その両端に端子を付加することで、半導体遮断器 3 1 を構成できる。

[0030] 単位要素中の 2 つの IGBT のゲート双方に電圧 (制御器 5 0 からの制御信号に起因する) が印加されると、単位要素はオン状態 (いずれの方向にも電流が流れる状態) となる。単位要素中の 2 つのゲートへの電圧印加の有無

の組み合わせによって、電流の遮断、右方向の電流の通過、左方向の電流の通過、双方向の電流の通過（オン状態）を切り替えられる。

[0031] 半導体遮断器 31 の具体的構成は、図 2 の構成以外にも、種々採用できる。半導体遮断器 31 は、一般に、オン状態において、抵抗（オン抵抗）を有し、通電により電圧降下が生じる。

図 1 に示した半導体遮断器 31 の場合、この電圧降下は、上記の単位要素の直列数に依存して大きくなる。すなわち、半導体遮断器 31 全体のオン抵抗もこの直列数に依存して大きくなる。

[0032] 電流遮断のためにオフ状態となった半導体遮断器 31 が、印加される高電圧に耐えられるように、単位要素の直列数は決定される。直流電圧が数 100 kV の場合に必要な直列数は、一般に、ある程度大きな数（例えば、数百）となる。

[0033] 制御器 50 による半導体遮断器 31 の標準的な制御は次の通りである。通常時は、半導体遮断器 31 をオフ状態とする。遮断時には、半導体遮断器 31 を一度オン状態に切り替えた後、速やかにオフ状態に戻す。

[0034] 但し、半導体遮断器 31 は、この標準的な手法以外でも、制御可能である。例えば、通常時に、半導体遮断器 31 をオン状態としてもよい。この場合でも、半導体遮断器 31 のオン抵抗のために、電流遮断路 30 には電流はほとんど流れず、通電路 10 に事実上全電流が流れる。

[0035] 転流回路 14 は、開閉器 12 と並列に接続される。転流回路 14 の電流注入動作は、制御器 50 によって、制御される。転流回路 14 は、制御器 50 によって制御されて、遮断する電流とは逆方向の電流（以下、「逆電流」ともいう）を開閉器 12 に注入する。

[0036] 転流回路 14 は、図 2 に示すように、コンデンサ 14 a、リアクトル 14 b、および半導体スイッチ 14 c を直列に接続した直列回路を利用できる。

コンデンサ 14 a は、図示しない充電装置によって、所定の電圧に充電される。半導体スイッチ 14 c は、制御器 50 によって、開（遮断）、閉（注入）状態が制御される。リアクトル 14 b は、注入時の電流の流れを緩和す

る。後述の第2実施形態および第2変形例のように、リアクトル14bを省略することも可能である。なお、電流遮断時の転流回路14の動作、およびこのときの電流の波形の詳細は、後述する。

[0037] 事故等により電流遮断が必要な場合、制御器50は、転流回路14を制御して、電流を強制的に発生させ、開閉器12に注入する。この電流の方向は、開閉器12に流れている電流（遮断される電流）の方向と逆である。この結果、通電路10全体を流れる電流が0となり、電流の経路が通電路10から電流遮断路30（半導体遮断器31）へと速やかに切り替わる（転流）。

[0038] すなわち、転流回路14を用いることによって、事故時の電流がまだ小さいうちに、通電路10から半導体遮断器31への転流を実現できる。これにより、半導体遮断器31に流れる電流を抑制し、その許容電流の増大化を避けることができる（半導体遮断器31の小型化容易）。

[0039] 非線形抵抗器32は、半導体遮断器31と並列に接続される。非線形抵抗器32は、この直流遮断装置の遮断動作の最終段階で機能する。具体的には、通電路10および半導体遮断器31の双方が電流不通のときに、非線形抵抗器32は電流を一時的に流す。

[0040] 非線形抵抗器32に一時的に流れる最初の段階では、その直前に半導体遮断器31に流れていた電流と同じ値の電流が流れる。この電流によって、非線形抵抗器32に比較的大きな電圧降下が生じるため、電流は減少する。電流が減少すると、抵抗の非線形性により抵抗値が増大する。増大した抵抗値によって、実質的に電流ゼロに至って、電流の遮断が完了する。

[0041] なお、制御器50には、電流検出器21で検出した電流が伝えられる。そして、制御器50は、開閉器11、12の電極の開閉、および半導体遮断器31のオン／オフの切り替えを制御する。また、制御器50は、逆電流の発生源である転流回路14のオン／オフおよびその出力電流を制御する。

[0042] 制御器50の内部には、これらの各制御に対応してそれぞれ下位の制御器が存在する。これらの下位の制御器は互いに接続され、制御に必要な情報が伝達、共有される。

[0043] 過渡電圧抑制回路 15 を設置しない場合、開閉器 12 の電流を 0 とした瞬時に、開閉器 11、12 に急峻な電圧が生じる。しかし、過渡電圧抑制回路 15 を設置することで、電流を 0 とした瞬時（図 3 の時刻 E の付近）に生じる過渡的な電圧を抑制できる。

[0044] ここで、図 3、図 4 を参照して直流遮断装置の開閉器 12 の具体例（ハードウェア構成）を説明する。

図 3 は、直流遮断装置の開閉器 12 のスイッチ部分である真空バルブ 120 のハードウェア構成を示す。図 4 は、図 3 の真空バルブ 120 の縦磁界電極部分の構成を示す。

[0045] 開閉器 12 には、開閉器の一種の真空バルブ（真空開閉器）120 が用いられている。

図 3 に示すように、真空バルブ 120 は、主たる構成要素として、円筒状の碍管 121、固定側電極 122、可動側電極 123、固定側通電軸 124、可動側通電軸 125、およびペローズ 126 を有する。

ここでは真空バルブ 120 の主要構成を例示した。この他、真空バルブ 120 は、可動側通電軸 125 をその軸方向に移動させるための駆動機構（不図示）も備える。

[0046] 円筒状の碍管 121 は、両端の開口部分が封止される、筒形状の容器である。この容器は、その内部がほぼ真空に保持される、真空容器である。

[0047] 碍管 121 と可動側通電軸 125 との摺動部分にペローズ 126 が配置される。ペローズ 126 によって、この真空容器の真空状態を保持しつつ（外部と遮断しつつ）、可動側通電軸 125 を矢印方向に駆動できる。

[0048] 一般に、真空開閉器は、絶縁耐圧性はそれほど高くないが、絶縁回復特性に優れる。このため、真空開閉器は、開閉器 12 として好適に使用できる。通電路 10 の電流がゼロとなった後、オン状態の半導体遮断器 31 の電圧降下による、比較的低い電圧が、開閉器 12 に印加される。真空開閉器は、この低印加電圧に耐え、直流遮断装置として優れた絶縁回復特性を有する。

[0049] この真空バルブ 120 の固定側電極 122 と可動側電極 123 は、縦磁界

電極を構成する。

図4に示すように、固定側電極122と可動側電極123の周縁部（外周面）には、中心軸に対して螺旋を描くように、スリット127、128が斜め方向に配置される。この螺旋の方向（ここでは、右ネジ方向）は、固定側電極122と可動側電極123で同一であるため、電流129、130は同一方向に回転する。この結果、回転する電流129、130によって、真空バルブ120内のアーク131に縦磁界132が印加される。

[0050] 通電中の開閉器12の可動側通電軸125を駆動し、可動側電極123と固定側電極122とを開くと（開制御、遮断制御ともいう）、固定側電極122と可動側電極123間にアーク131が生じる。

[0051] このとき、アーク131に起因する電流129、130によって、縦磁界132が発生する。縦磁界132によって、アーク131が安定化し、電極全体に均一に分布されるようになる。この結果、アーク131による電極の部分的な損傷が抑制される。このように、電極の損傷を抑制することで、優れた絶縁回復特性を保持できる。

[0052] 次に、図5を参照して第1実施形態の直流遮断装置の時系列的な動作を説明する。図5は、直流遮断装置の各部の電流の時系列的な変化を示す。

[0053] 図5は、通電路10に流れる電流と電流遮断路30に流れる電流との和の電流である全電流41、半導体遮断器31の電流42、開閉器12の電流43、直流遮断器への印加電圧45それぞれの時系列的な変化を示す。

[0054] 事故が発生する時刻A以前の最初の段階では、通常時の電流が流れているとする。

このとき、電流は、開閉器12にのみ（通電路10にのみ）流れる。すなわち、この段階では、半導体遮断器31（電流遮断路30）には電流42は流れていない。

[0055] 時刻Aにおいて、直流送電系統に事故が発生したとする。時刻A以降、全電流41は増加していく。そして、電流検出器21によって検出された電流（通電路10を流れる電流）の値が、設定閾値を超えると、制御器50は、

異常と判定する（事故発生の検出、時刻B）。

[0056] 事故が検出された場合、制御器50は、開閉器11、12に対して、それぞれの電極を開動作（遮断動作）させるための遮断制御（電極開制御）を開始する（時刻C）。

開閉器11、12の遮断制御（電極開制御）が開始されると、これらの開閉器11、12それぞれの一对の電極は物理的に離間してゆくが、離間の当初は一对の電極間にアークが生じ電流が流れ続ける。

[0057] 遮断制御（電極開制御）の開始後、制御器50が転流回路14を制御して、転流回路14から開閉器12に逆電流が注入される（時刻D）。開閉器12に逆電流が注入されると、開閉器12の電流43は減少し、ゼロに至る（時刻E）。これにより、通電路10を流れる電流の電流遮断路30への転流が完了する。

[0058] 時刻EからFまでの間、半導体遮断器31のみに電流が流れる。このとき、半導体遮断器31に流れる電流42およびそのオン抵抗のため、ある程度の電圧降下44が生じる。このとき、この電圧降下44（例えば、数kV）が直流遮断装置への印加電圧45となり得る（半導体遮断器31の両端間の電圧（電圧降下44）が、ほぼそのまま開閉器12に印加される）。開閉器11の電極の開状態が確立していない可能性があるためである。

開閉器12は、この電圧降下44に耐えるように、既述のように、例えば、数kV程度の絶縁耐圧を有する。

[0059] 時刻Eの後、開閉器11、12の電極の開状態が確立した（と考えられる）時点（時刻F）以後に、制御器50は半導体遮断器31を制御し、オフ（電流の流れを遮断した状態）とする。

時刻Eの時点で、既に通電路10の電流は不通とされており、時刻Fで半導体遮断器31はオフ制御されて電流不通の状態に切り換えられる。このため、時刻F以降、非線形抵抗器32に電流が一時的に流れる。

[0060] 非線形抵抗器32に一時的に電流が流れる最初の段階では、その直前に半導体遮断器31に流れていた電流と同じ値の電流が流れる。これにより、非

線形抵抗器 32 に比較的大きな電圧降下（例えば、500 kV）が生じ、電流は減少する。

電流が減少すると、非線形抵抗器 32 の抵抗の非線形性により抵抗値が増大する。増大した抵抗値によって、全電流 41 が実質的にゼロに至り、電流遮断が完了する（時刻 G）。

[0061] 時刻 G 以降、この直流送電系統に応じた直流電圧 44（例えば、300 kV）が、この直流遮断装置に印加された状態になる。

[0062] 図 5 に示したような標準的なタイミングで直流遮断装置を動作させることで、開閉器 11 または 12 において、その電極の開制御後に電極間にアークによる電流が流れて、電気抵抗が増加する。この結果、より素早く、通電路 10 から電流遮断路 30 に電流を転流できる。すなわち、直流遮断装置の動作がより高速となる。

[0063] ここで、図 6 を参照して過渡電圧抑制回路 15 の効果について説明する。

図 6 に示すように、過渡電圧抑制回路 15 を設置していない場合（過渡電圧抑制回路 15 なしの場合）、転流が完了したとき（時刻 E）、高い過渡電圧 51 が突発的に発生する。しかし、過渡電圧抑制回路 15 を設置すると、コンデンサ 15a によって、過渡的な電圧が吸収され、過渡電圧 52 は低くなる。

[0064] このように、この第 1 実施形態の直流遮断装置では、通電路 10 には半導体を用いた開閉器（半導体遮断器 31）を使わないことから、通電時の電力損失を大きく減じることができる。また、開閉器 12 と並列に転流回路 14 を配置したため、通電路 10 の電流を、強制的に素早く（一例として、数 ms 程度で）電流遮断路 30 に転流できる。

[0065] したがって、電流遮断路 30 で遮断する電流の値を小さくすることが可能になり、遮断器の大型化を回避できる。より具体的には、半導体遮断器 31 の電流定格を小さく抑えることにより大型化を回避できる。

すなわち、通電路 10 を通過する直流電流の値が大きい場合であっても、

小型で通常時の通電損失を低く抑えることができる。

[0066] 第1実施形態では、過渡電圧抑制回路15に、コンデンサ15aを用いたが、この他、例えば、図7～図9に示すような回路を採用できる。図7は、コンデンサ15aとリアクトル15bの直列回路を示す。図8は、コンデンサ15aと抵抗器15cの直列回路を示す。図9は、コンデンサ15aとリアクトル15bと抵抗器15cの直列回路を示す。

[0067] これらの例のように、過渡電圧抑制回路15を、コンデンサ15aとリアクトル15bの直列回路、コンデンサ15aと抵抗器15cの直列回路、コンデンサ15aとリアクトル15bと抵抗器15cの直列回路とすることができる。この結果、リアクトル15bまたは抵抗器15cにより、開閉器12の電極間に流れる電流、ひいては放電による電極の損傷を抑制できる。

[0068] これらの例の場合、開閉器12を開状態から閉状態とする過程で、開閉器12の電極間距離が狭まると、過渡電圧抑制回路15のコンデンサ15aに蓄えられた電荷が放電され、開閉器12の電極間に電流が流れる。このため、電流遮断時の時刻Eでの電圧抑制効果はコンデンサ15aを単独で用いた場合と同様である。

[0069] また上記第1実施形態では、抵抗器13として抵抗値が固定の抵抗器を用いたが、これ以外に例えば非線形抵抗器を用いてもよい。非線形抵抗器として、例えば、避雷器素子を利用できる。

[0070] 抵抗器13として用いる非線形抵抗器の電圧は、半導体遮断器31のオン抵抗による電圧より高く、半導体遮断器31に並列接続された非線形抵抗器32より低いことが好ましい。この抵抗器13として用いる非線形抵抗器の抵抗は、開閉器12の絶縁耐圧の限界より低い電圧で低下することが好ましい。

[0071] 開閉器12に、絶縁耐圧より高い電圧が印加されると、抵抗器13として用いた非線形抵抗器の抵抗値が低くなる。その結果、開閉器12に印加される電圧が低減され、開閉器12の絶縁破壊を防止できる。

[0072] (変形例1)

図10は変形例1の直流遮断装置の構成を示す。変形例1の直流遮断装置では、第1実施形態の電流遮断装置から過渡電圧抑制回路15を除外している。このように、過渡電圧抑制回路15を有しなくても、直流遮断装置として動作可能である。この動作は、第1実施形態の電流遮断装置と同様、図5によって表せるので、説明を省略する。

[0073] (第2実施形態)

次に、図11を参照して第2実施形態の電流遮断装置を説明する。この第2実施形態は図1に示した第1実施形態の直流遮断装置の開閉器12近傍の回路を変形した例であり、第1実施形態と同じ構成には同一の符号を付しその説明は省略する。

[0074] この第2実施形態では、開閉器12と直列に可飽和リアクトル16を接続している。転流回路14はコンデンサ14aと半導体スイッチ14cとの直列回路で構成している。

すなわちこの第2実施形態では、開閉器12と可飽和リアクトル16の直列回路、コンデンサと半導体スイッチが直列に接続された転流回路14、および抵抗器13が並列に接続されている。

この例では、転流回路14はリアクトル14bを有しないが、図2のように、リアクトル14bを有してもよい。

[0075] この第2実施形態では、転流回路14、可飽和リアクトル16、開閉器12が閉回路を構成する。可飽和リアクトル16は、開閉器12で遮断すべき電流以下の電流値において、飽和状態と非飽和状態の変化点を持つ。この電流値は、通常の状態での直流電流程度である。

[0076] 以下、図12を参照してこの第2実施形態の直流遮断装置の電流遮断時の動作のうち第1実施形態と電流の変化が異なる部分を説明する。

[0077] 制御器50は、時刻Cにおいて開閉器12を開制御（遮断）した後、時刻Dの時点で転流回路14を制御して、開閉器12に逆電流を注入させる。

これにより、可飽和リアクトル16には、開閉器12と同値の電流が流れる。この電流が減少し、飽和状態から非飽和状態に移ると、可飽和リア

クトル16のインダクタンスが増加する。その結果、図12に示す半導体遮断器31に流れる電流42の時系列的な変化のうち、時刻DからEの間、例えば、時刻62で電流の変化が緩やかになる。このため、開閉器12を流れる電流43の変化が、電流零点直前の時刻63で、緩やかになる。

[0078] このように、この第2実施形態によれば、第1実施形態と同様の効果が得られると共に、電流零点で確実に電流を電流遮断路30に転流させることができる。開閉器12と直列に接続された可飽和リアクトル15によって、電流遮断時に開閉器12を流れる電流の変化率が電流零点直前で緩やかになり、小電流状態の期間が生じるためである。

[0079] (変形例2)

図13は変形例2の直流遮断装置の構成を示す。変形例2の直流遮断装置では、第2実施形態の電流遮断装置から過渡電圧抑制回路15を除外している。このように、過渡電圧抑制回路15を有しなくても、直流遮断装置として動作可能である。この動作は、第2実施形態の電流遮断装置と同様、図12によって表せるので、説明を省略する。

[0080] (第3の実施形態)

次に、図14、図15を参照して第3の実施形態の電流遮断装置を説明する。この第3の実施形態は図1に示した第1実施形態の直流遮断装置の変形例であり、第1実施形態と同じ構成には同一の符号を付しその説明は省略する。

[0081] 図14に示すように、この第3の実施形態では、第1実施形態の開閉器12に電極間距離検出器22が設置される。電極間距離検出器22は、開閉器12の電極間距離を検出して制御器50に通知する。制御器50は電極間距離検出器22から通知された開閉器12の電極間距離に基づいて開閉器12および転流回路14を制御する。

[0082] この第3の実施形態の場合、図15に示すように、時刻C1を考慮に入れて開閉器12を制御する。時刻C1は、開閉器12の電極距離が所定の距離に到達する時刻であり、開閉器12への電極開制御の開始時刻Cから予想さ

れる。

[0083] 制御器 50 は、この時刻 C1 より遅い時点で通電路 10 から電流遮断路 30 への転流が完了するように（転流完了は時刻 E）転流回路 14 の半導体スイッチ 14c をオンするタイミングを決定し、転流回路 14 を制御する。

[0084] すなわち、この第 3 の実施形態では、電極間距離検出器 22 により検出された開閉器 12 の電極間距離が連続的に制御器 50 に伝えられる。制御器 50 は、電極間距離検出器 22 により検出された開閉器 12 の電極距離が所定の距離（閾値）に到達する時刻 C1 を予測演算する。制御器 50 は、時刻 C1 の前の、開閉器 12 への電極開制御の開始タイミング（時刻 C）で、開閉器 12 の電極開を制御する。その後の動作は第 1 の実施形態と同様である。

[0085] このように、この第 3 の実施形態によれば、開閉器 12 に電極間距離検出器 22 が設置され、開閉器 12 の制御タイミングを取得される。このため、開閉器 12 の耐圧性が十分に確保される状態になってから、半導体遮断器 31 による電圧降下分の開閉器 12 への電圧印加が生じる（その期間は時刻 E 以降時刻 F まで）。この結果、開閉器 12 の運用上、非常に好ましい結果が得られる。

[0086] なお、第 3 の実施形態では、開閉器 12 に電極間距離検出器 22 を設置し、開閉器 12 の電極間距離を検出して遮断制御している。但し、電極間の距離が所定の距離に到達する時間は予め判っている。このため、電極間距離検出器 22 を設置せず、開閉器 12 の電極距離が所定の距離に到達する時刻 C1 を開閉器 12 への電極開制御の開始の時刻 C から予測し、遮断動作開始後の経過時刻に従って制御してもよい。

[0087] （変形例 3）

図 16 は変形例 3 の直流遮断装置の構成を示す。変形例 3 の直流遮断装置では、第 3 実施形態の電流遮断装置から過渡電圧抑制回路 15 を除外している。このように、過渡電圧抑制回路 15 を有しなくても、直流遮断装置として動作可能である。この動作は、第 2 実施形態の電流遮断装置と同様、図 15 によって表せるので、説明を省略する。

[0088] (第4実施形態)

次に、図17、図18を参照して第4実施形態の電流遮断装置を説明する。この第4実施形態は図1、図14に示した第1、第3実施形態の直流遮断装置の変形例であり、第1、第3実施形態と同じ構成には同一の符号を付しその説明は省略する。

[0089] 図17に示すように、この第4実施形態では、第1実施形態の開閉器11に電極間距離検出器23を増設している。電極間距離検出器23は、開閉器11の電極間距離を検出して制御器50に通知する。制御器50は、電極間距離検出器23から通知された開閉器11の電極間距離または電極開制御後の経過時間に基づいて、開閉器11および半導体遮断器31を制御する。

[0090] この第4実施形態の場合、図18に示すように、時刻C2を考慮に入れて開閉器12の制御を行う。時刻C2は、開閉器11への電極開制御の開始の時刻Cから予想される、開閉器11の電極距離が所定の距離に到達する時刻である。制御器50はこの時刻C2より遅い時点（例えば時刻F）で、オン状態の半導体遮断器31をオフ（通電を切る状態）に切り替えるよう制御する。

[0091] すなわち、この第4実施形態のでは、電極間距離検出器22により検出された開閉器11の電極間距離が常に制御器50に伝えられる。制御器50は、電極間距離検出器23によって検出された開閉器11の電極距離が予め設定された所定の距離（閾値）に到達する時刻C2を予測演算する。制御器50は、時刻C2より前の、開閉器11への電極開制御の開始タイミング（時刻C）を決定し、開閉器11および半導体遮断器31を遮断制御する。その後の動作は変形例1、3と同様である。

[0092] このようにこの第4実施形態によれば、開閉器11に電極間距離検出器23を配置し、開閉器11の制御タイミングを取得する。このため、開閉器11の耐圧性が十分に確保されるような状態になってから、直流遮断装置への高印加電圧が生じることになる（その期間は時刻F以降）。この結果、開閉器11の運用上、非常に好ましい結果を得ることができる。

[0093] なお、第4実施形態では、開閉器11に電極間距離検出器23を配置し、開閉器11の電極間距離を検出して遮断制御している。但し、電極間の距離が所定の距離に到達する時間は予め判っている。このため、電極間距離検出器23を配置せず、開閉器11の電極距離が所定の距離に到達するまでの時刻C2を、開閉器11への電極開制御の開始の時刻Cから予測し、遮断動作開始後（開閉器11の電極開制御開始後）の経過時刻に従って制御してもよい。

[0094] （変形例4）

図19は変形例4の直流遮断装置の構成を示す。変形例4の直流遮断装置では、第4実施形態の電流遮断装置から過渡電圧抑制回路15を除外している。このように、過渡電圧抑制回路15を有しなくても、直流遮断装置として動作可能である。この動作は、第2実施形態の電流遮断装置と同様、図18によって表せるので、説明を省略する。

[0095] 以上説明した少なくとも一つの実施形態および変形例によれば、通常時の通電損失を低く抑えかつ装置構成の大型化を回避することができる。換言すると、遮断すべき電流が大きい場合であっても小型で通常時の通電損失を低く抑えることができる直流遮断装置を提供できる。

[0096] 本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

## 請求の範囲

- [請求項1] 第1の開閉器と、  
前記第1の開閉器と直列に接続され、前記第1の開閉器より低い絶縁耐圧を有する第2の開閉器と、  
を有し、直流電流を流すための通電路と、  
前記第2の開閉器と並列に接続され、前記直流電流の向きと逆向きの電流を前記第2の開閉器に注入する転流回路と、  
前記通電路と並列に接続される半導体遮断器と、  
前記通電路と並列に接続される非線形抵抗器と、  
を具備する直流遮断装置。
- [請求項2] 前記転流回路が、互いに直列に接続される、コンデンサおよびスイッチを有する  
請求項1の直流遮断装置。
- [請求項3] 前記転流回路が、前記コンデンサおよび前記スイッチと直列に接続される、リアクトルをさらに有する  
請求項2の直流遮断装置。
- [請求項4] 前記第2の開閉器と並列に接続され、第2のコンデンサを含む電圧抑制回路  
をさらに具備する請求項1記載の直流遮断装置。
- [請求項5] 前記電圧抑制回路が、  
前記第2のコンデンサと直列に接続される第2のリアクトル、  
前記第2のコンデンサと直列に接続される第2の抵抗器、または  
前記第2のコンデンサと直列に接続される第2のリアクトルおよび  
第2の抵抗器  
をさらに有する、  
請求項4の直流遮断装置。
- [請求項6] 前記第2の開閉器と並列に接続される第3の抵抗器  
をさらに具備する請求項1記載の直流遮断装置。

- [請求項7] 前記第3の抵抗器が、非線形抵抗器である  
請求項6記載の直流遮断装置。
- [請求項8] 前記第1、第2の開閉器と直列に接続される可飽和リアクトルをさらに具備し、  
前記直列に接続された前記第2の開閉器および前記可飽和リアクトルが、前記転流回路と並列に接続される、  
請求項1の直流遮断装置。
- [請求項9] 前記第2の開閉器が、真空開閉器である  
請求項1記載の直流遮断装置。
- [請求項10] 前記第2の開閉器が、縦磁界電極を有する真空開閉器である  
請求項9記載の直流遮断装置。
- [請求項11] 前記第1の開閉器が、ガス開閉器である  
請求項1記載の直流遮断装置。
- [請求項12] 前記通電路を流れる前記直流電流に異常が検出された場合、前記第1および第2の開閉器を遮断する遮断制御を開始し、  
前記遮断制御の開始後に、前記転流回路を制御して、前記逆向きの電流を前記第2の開閉器に注入させることによって、前記直流電流の経路を前記通電路から前記半導体遮断器に切り替え、  
前記切替後に、前記半導体遮断器を制御して、オンからオフに切り替える  
制御器をさらに具備する  
請求項1記載の直流遮断装置。
- [請求項13] 前記制御器は、  
前記第2の開閉器が開となってから所定の時間後に、前記転流回路の制御を開始する、  
請求項12記載の直流遮断装置。
- [請求項14] 前記第2の開閉器の電極間距離を検出する検出器をさらに具備し、  
前記制御器は、

前記検出された電極間距離に基づいて、前記転流回路の制御を開始する、

請求項 1 2 項に記載の直流遮断装置。

[請求項15]

前記制御器は、

前記第 1 の開閉器が開となってから所定の時間後に、前記半導体遮断器を制御して、オンからオフに切り替える、

請求項 1 2 項に記載の直流遮断装置。

[請求項16]

前記第 1 の開閉器の電極間距離を検出する検出器をさらに具備し、前記制御器は、

前記検出された電極間距離に基づいて、前記半導体遮断器をオンからオフに切り替える、

請求項 1 2 項に記載の直流遮断装置。

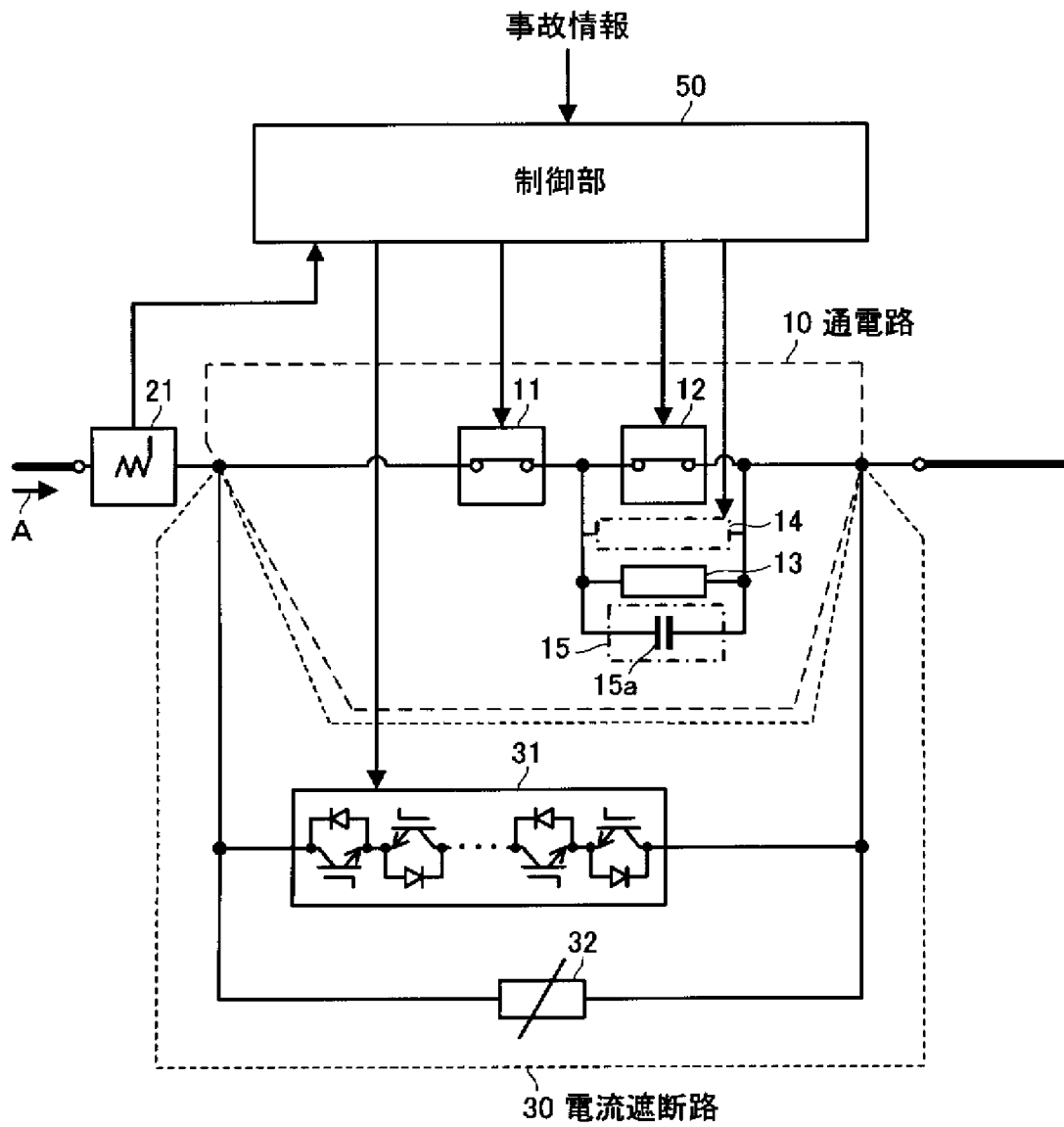
[請求項17]

前記制御器は、

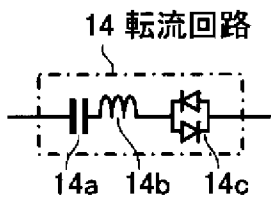
前記転流回路が前記逆向きの電流を前記第 2 の開閉器に注入した後、前記電極間距離が所定の距離に到達した場合に、前記半導体遮断器をオンからオフに切り替える、

請求項 1 6 記載の直流遮断装置。

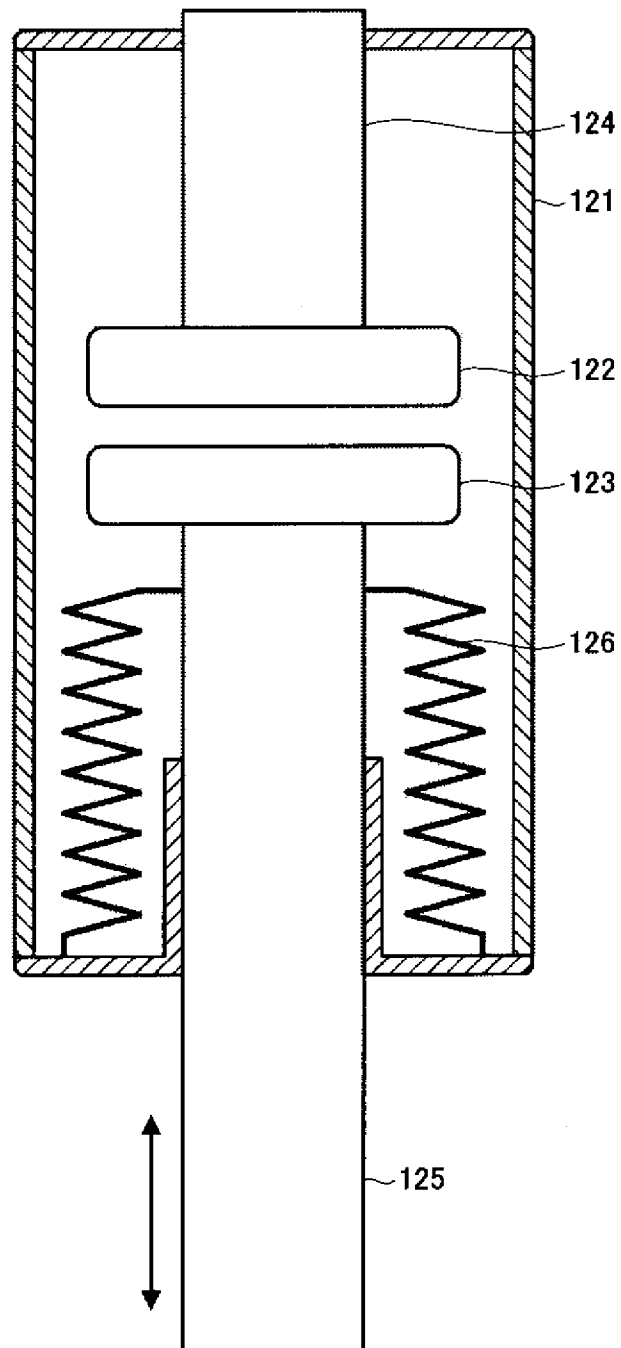
[図1]



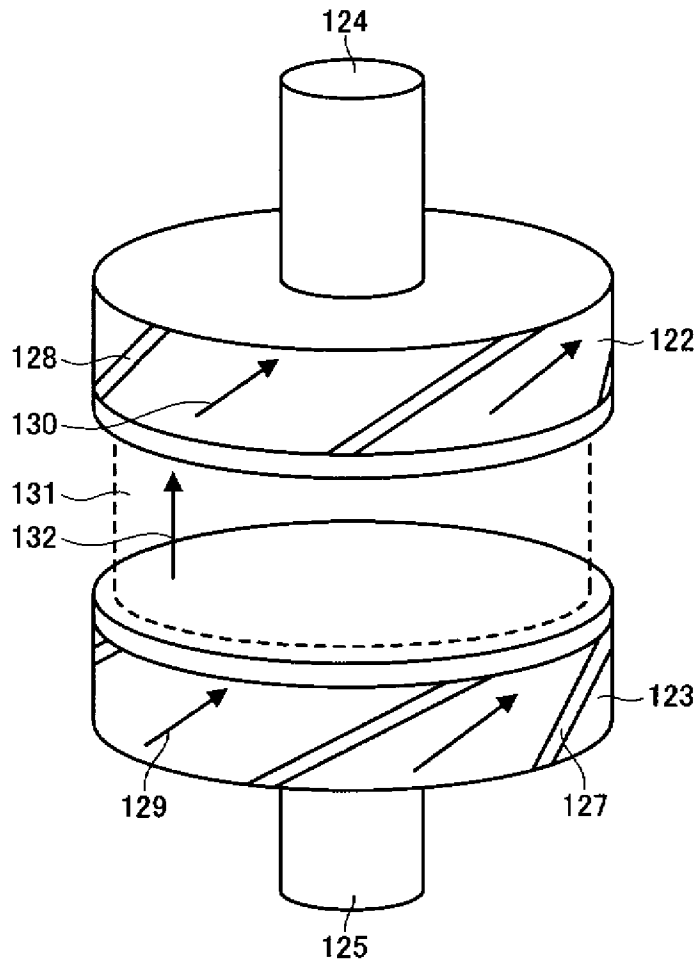
[図2]



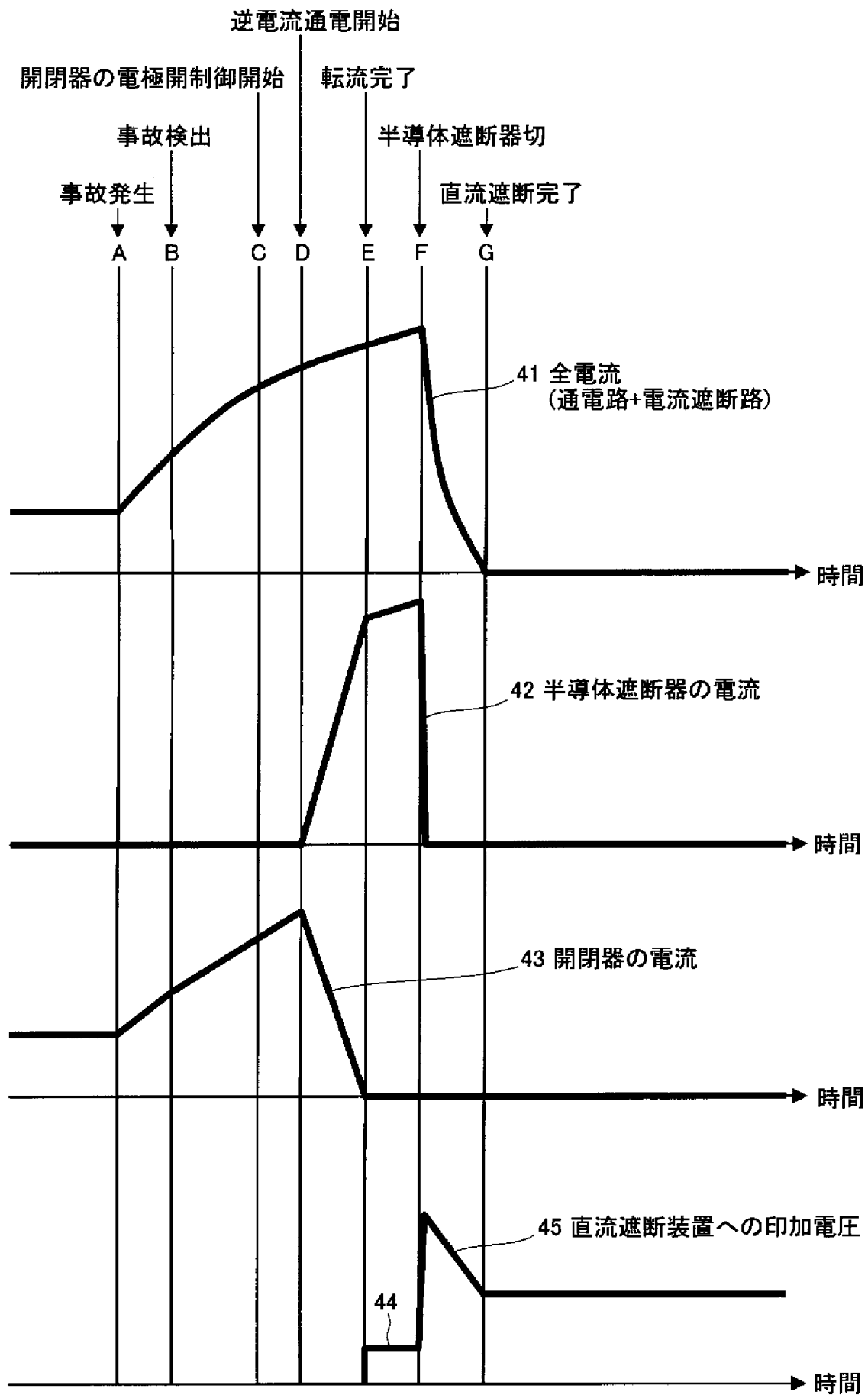
[図3]

120  
↙

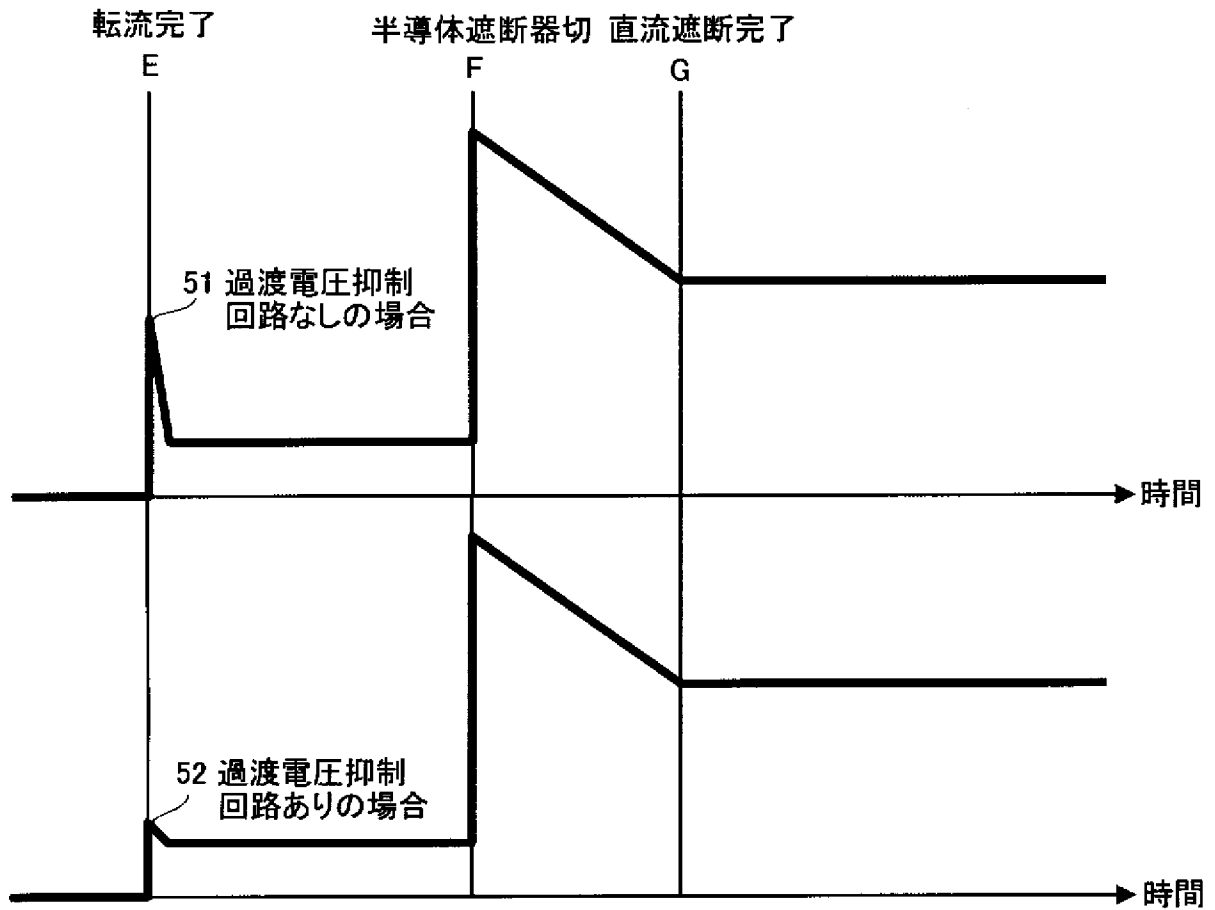
[図4]



[図5]

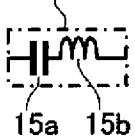


[図6]



[図7]

15 過渡電圧抑制回路



[図8]

15 過渡電圧抑制回路

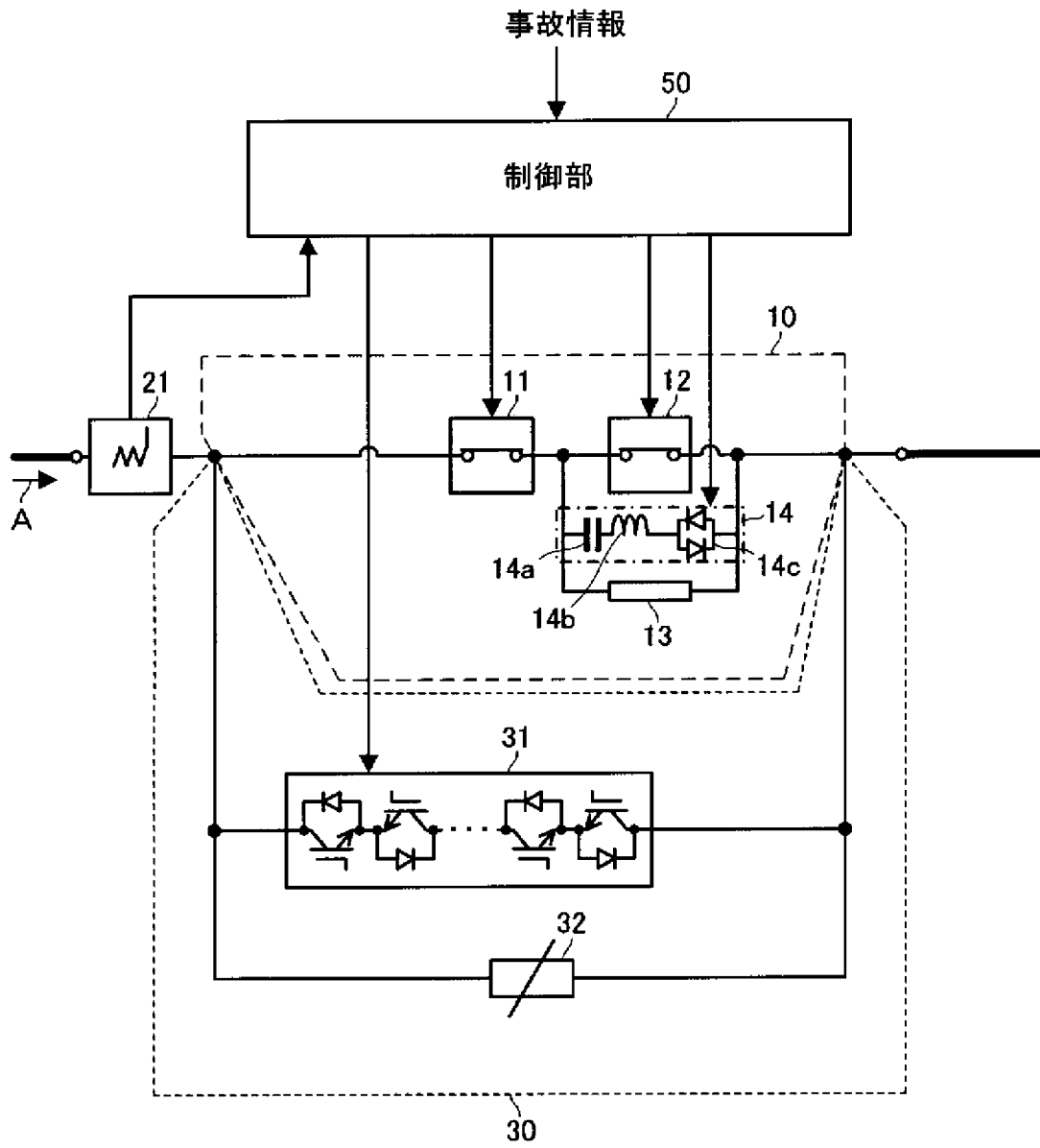


[図9]

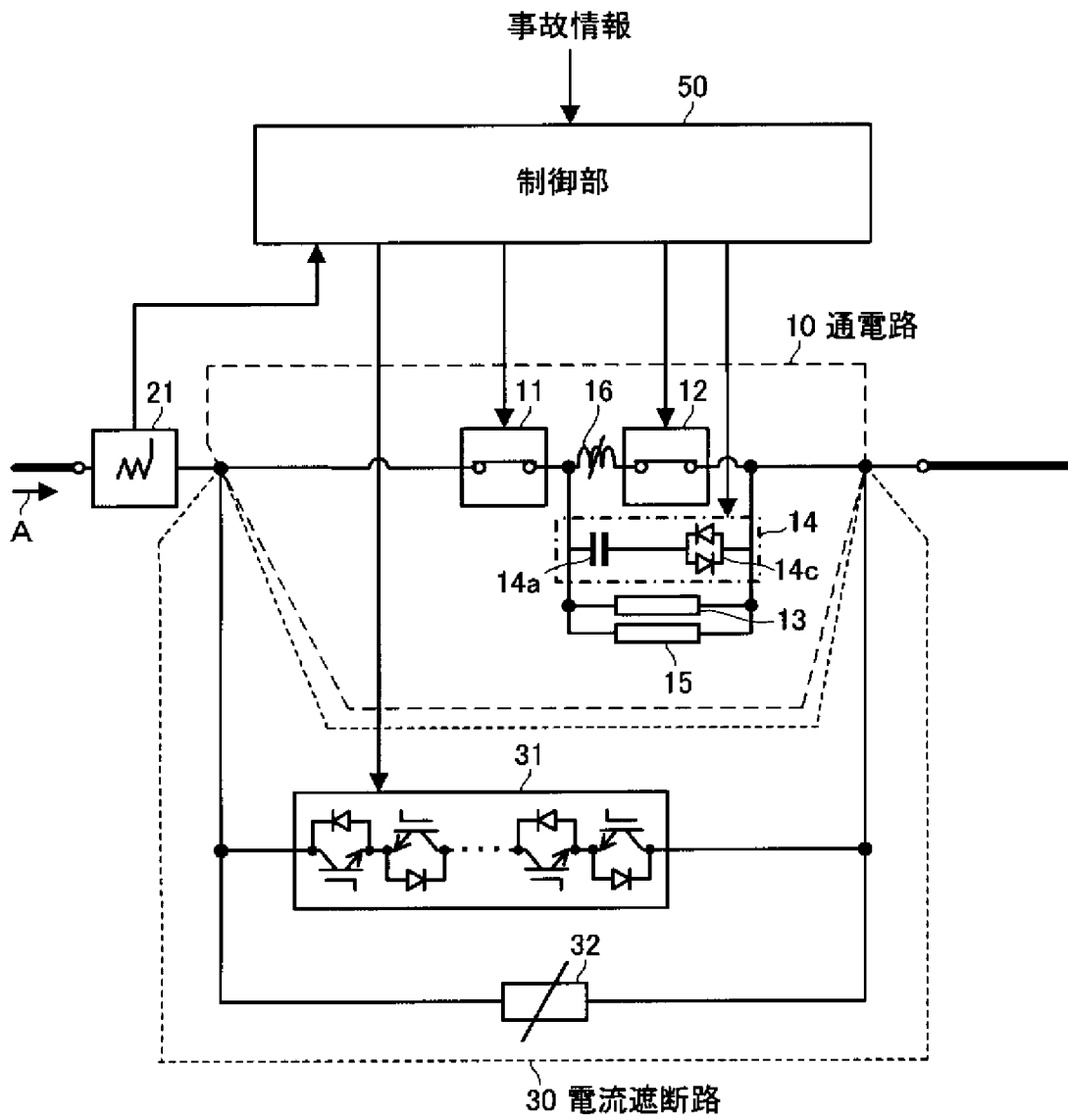
15 過渡電圧抑制回路



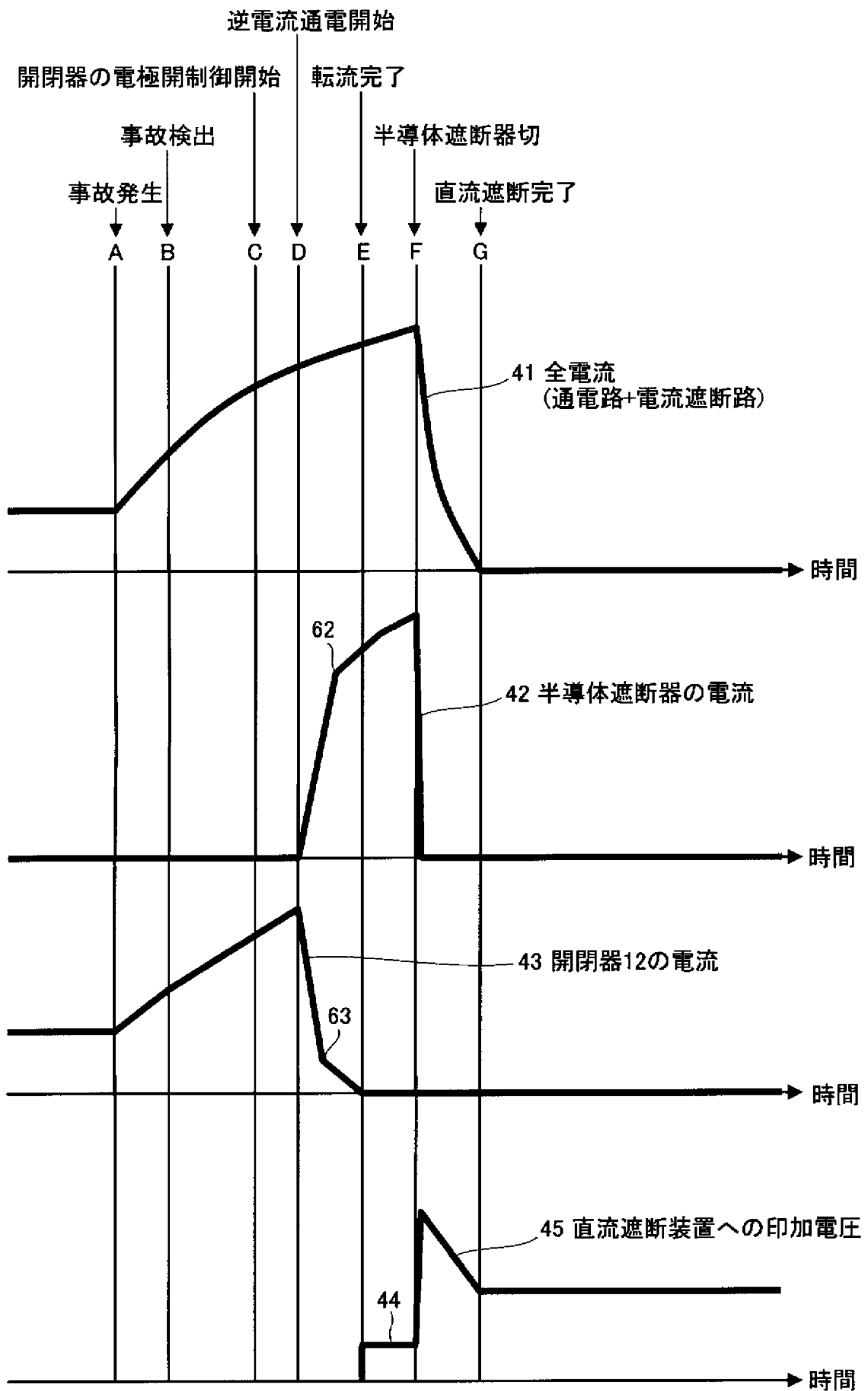
[図10]



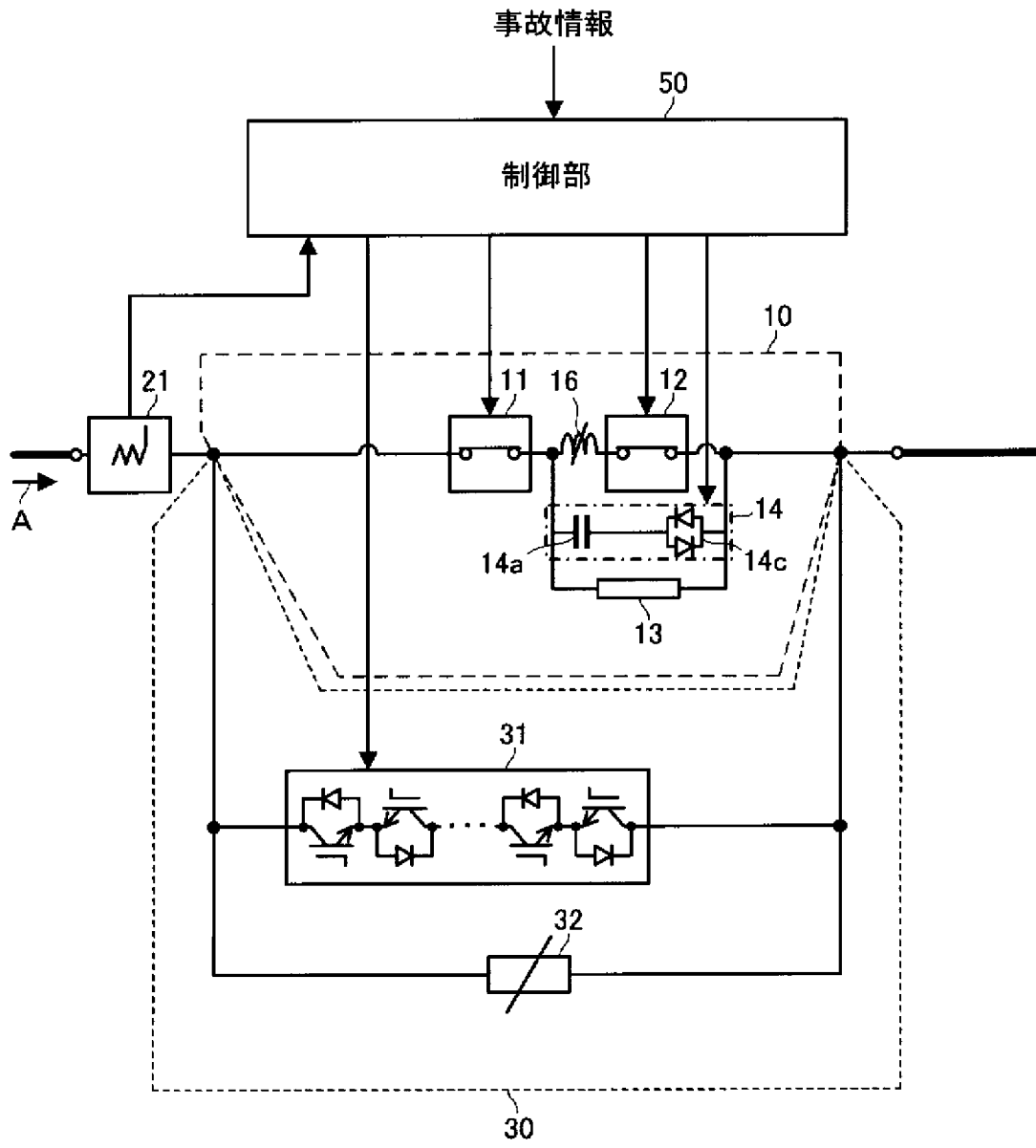
[図11]



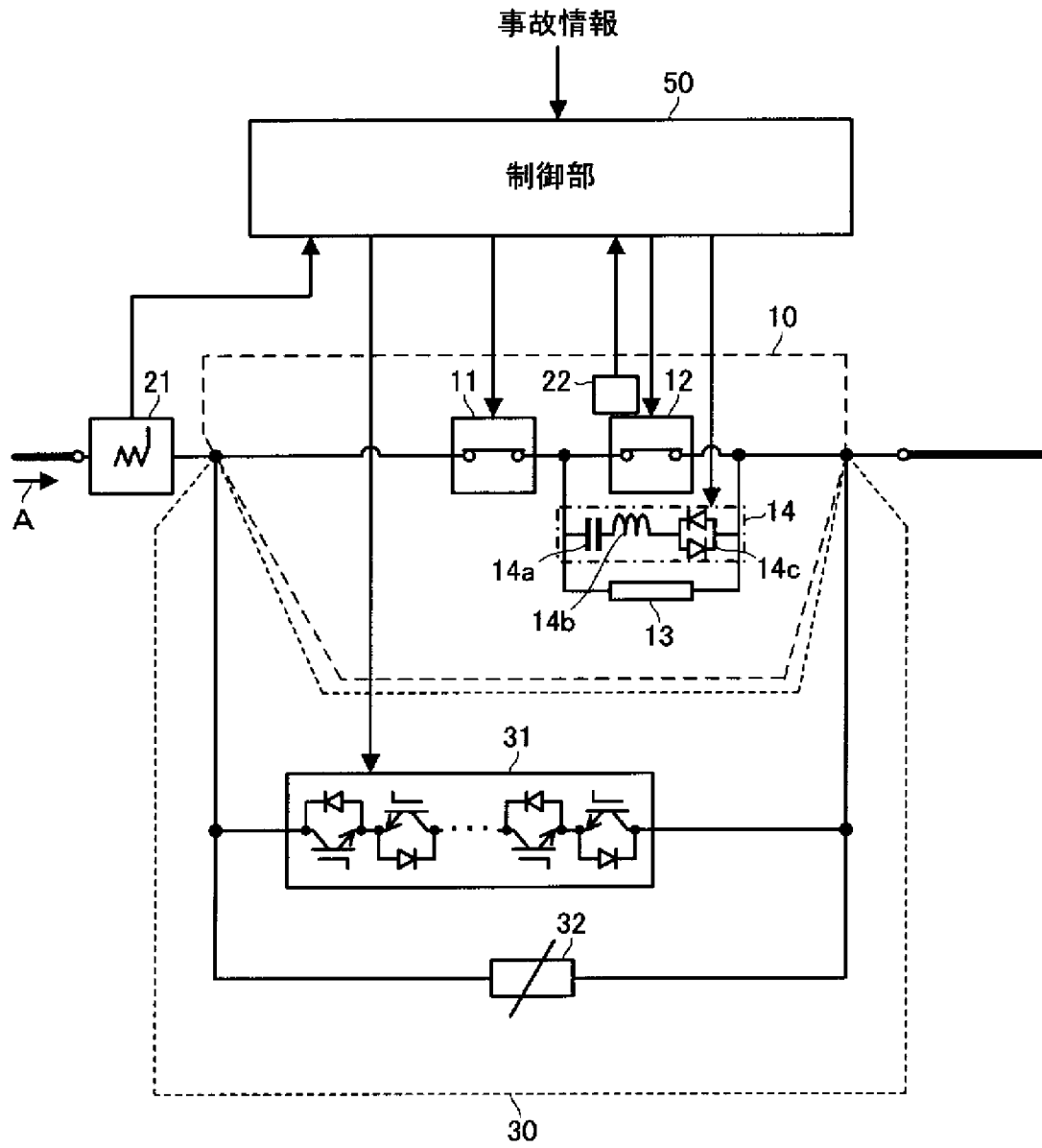
[図12]



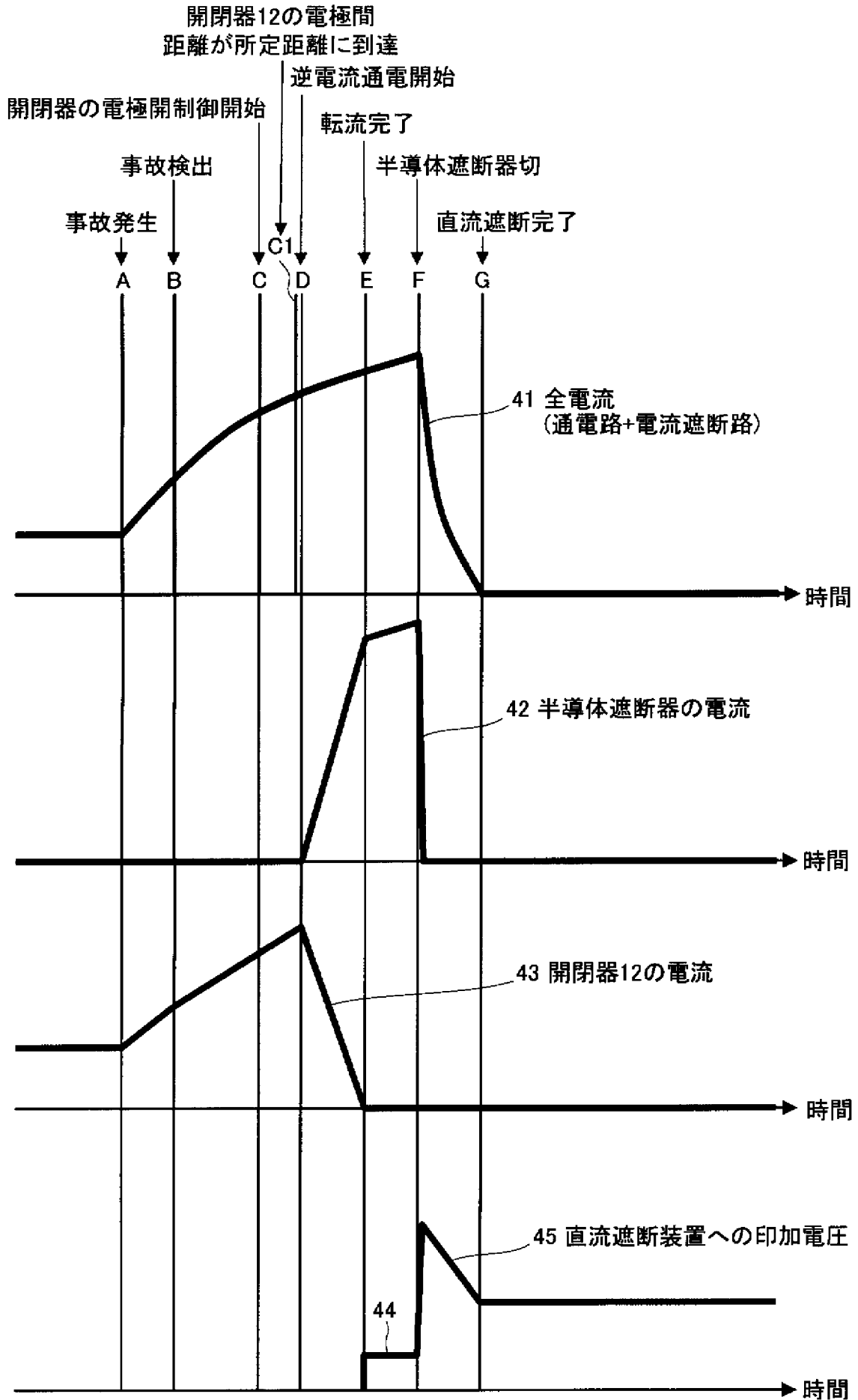
[図13]



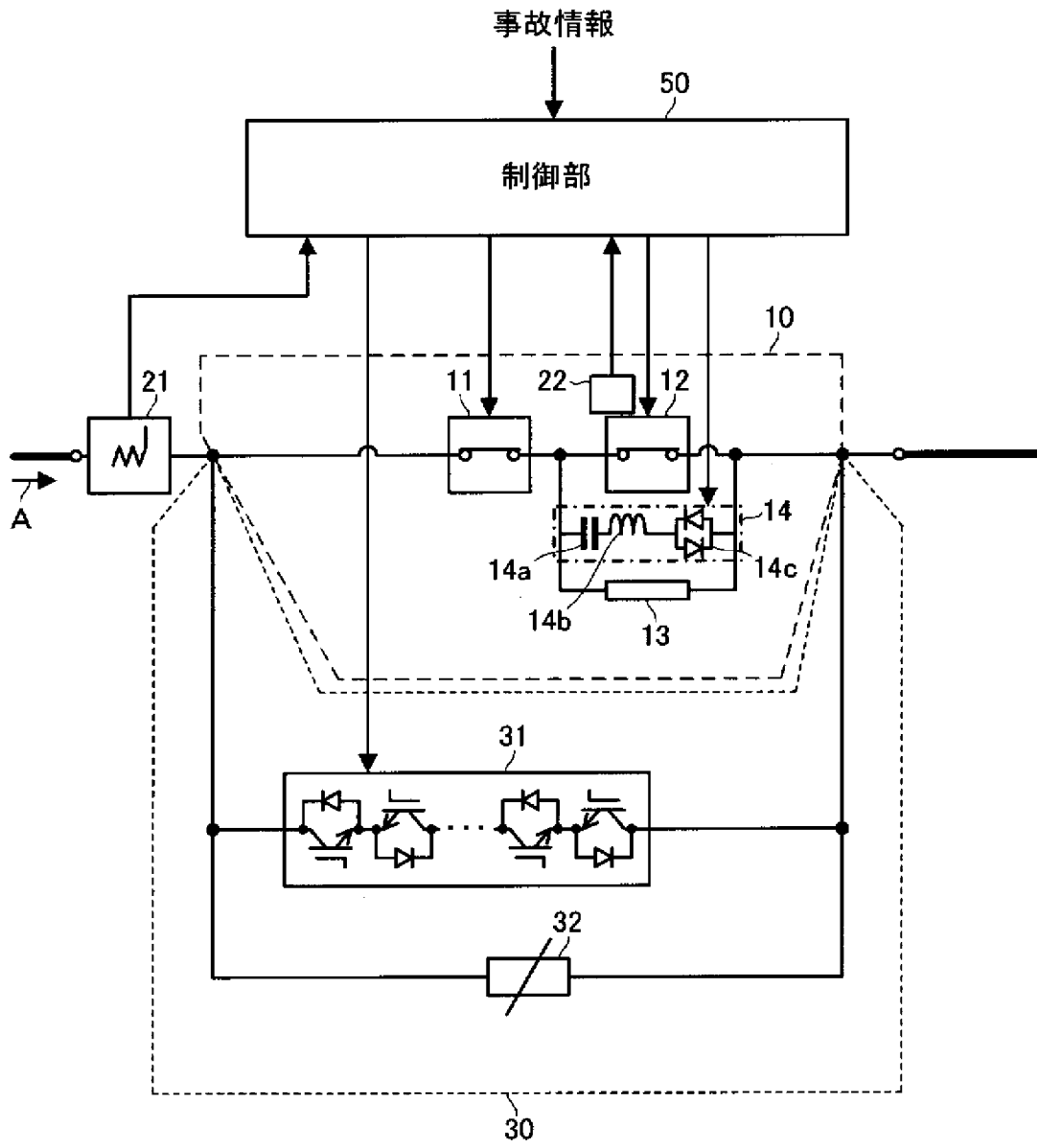
[図14]



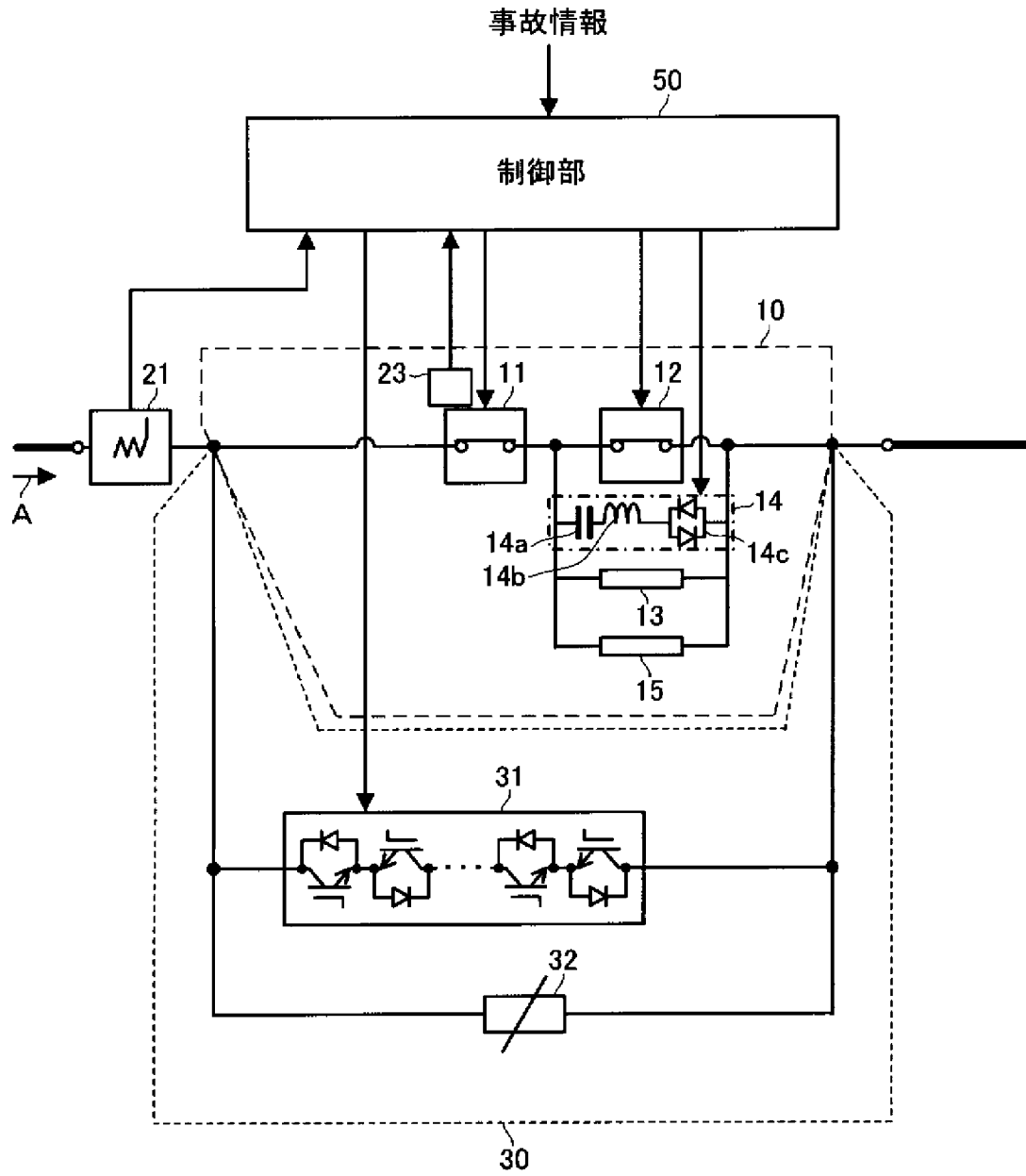
[図15]



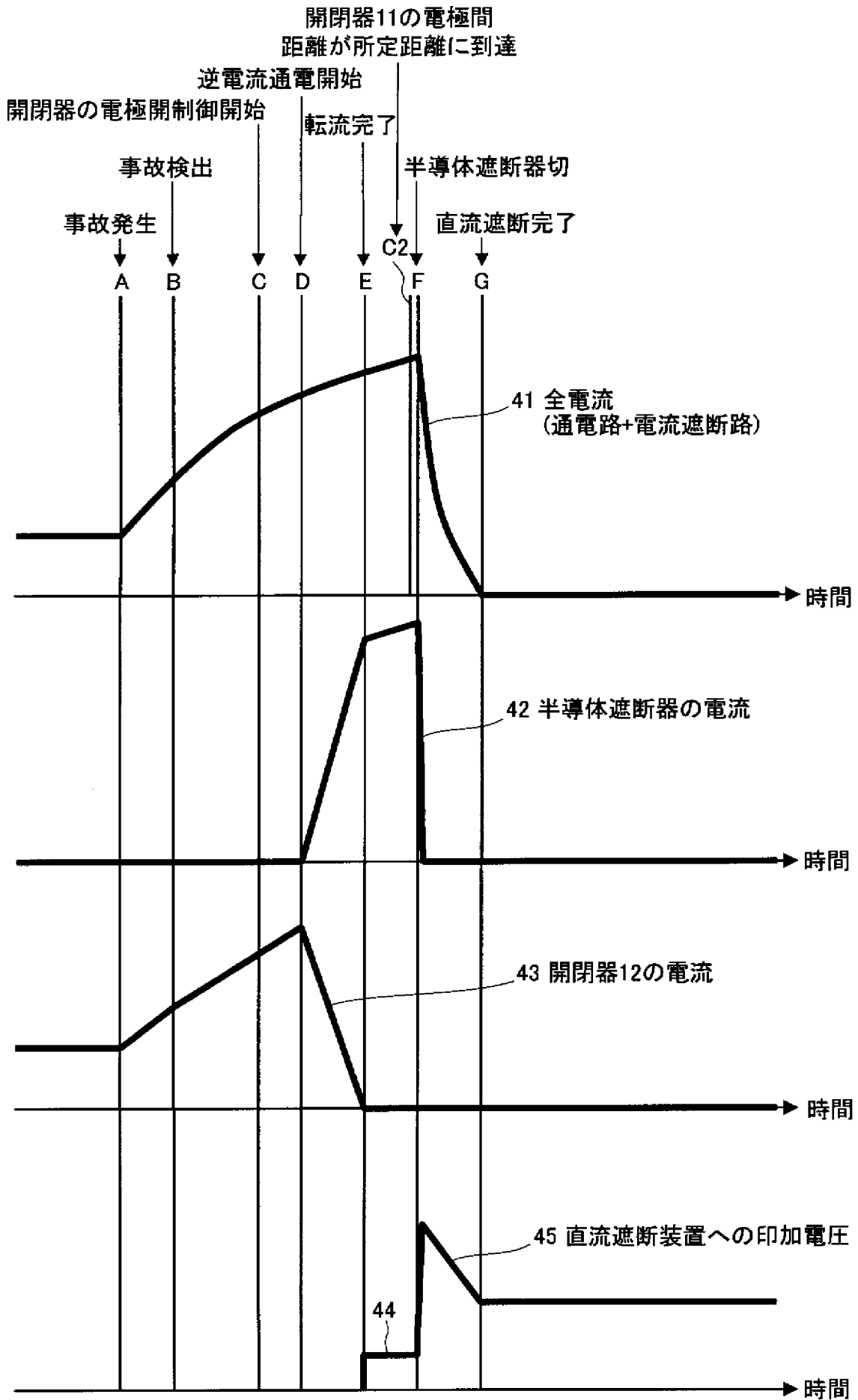
[図16]



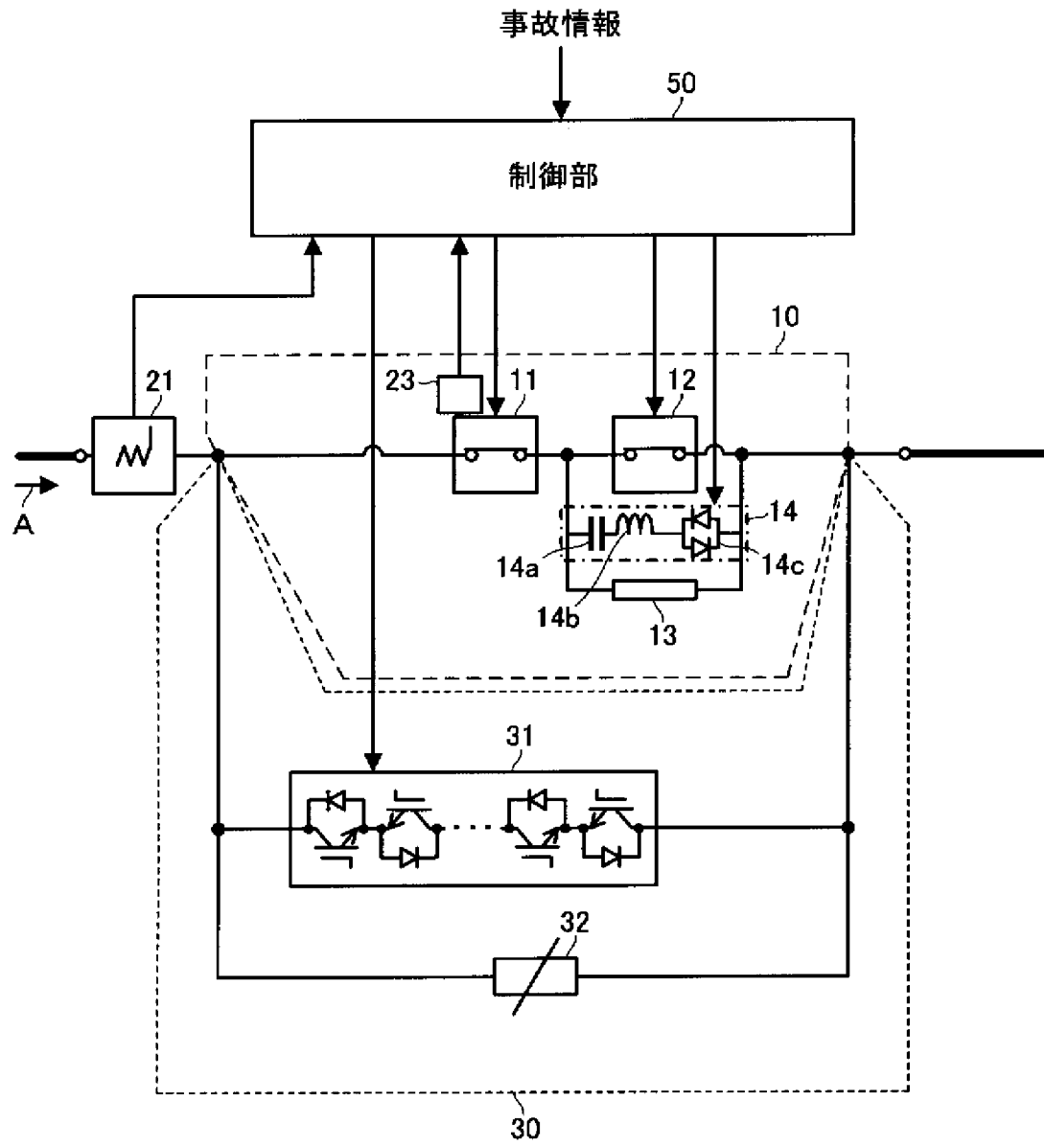
[図17]



[図18]



[図19]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/001649

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H01H33/59(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H01H33/59

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 99869/1985 (Laid-open No. 7738/1987) (Meidensha Corp.), 17 January 1987 (17.01.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 55-126923 A (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 01 October 1980 (01.10.1980), entire text; all drawings (Family: none)	1-17

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 07 June 2016 (07.06.16)	Date of mailing of the international search report 21 June 2016 (21.06.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001649

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-259719 A (Hitachi, Ltd.), 16 September 1992 (16.09.1992), paragraphs [0022], [0029] to [0030]; fig. 1, 4 (Family: none)	4-8
A	JP 9-17294 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 January 1997 (17.01.1997), paragraph [0025]; fig. 1 (Family: none)	5
E, X	WO 2016/047209 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 31 March 2016 (31.03.2016), paragraphs [0032] to [0038], [0044] to [0047], [0062] to [0064], [0070] to [0071]; fig. 3 to 4, 10, 12 (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01H33/59(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01H33/59

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	日本国実用新案登録出願 60-99869 号(日本国実用新案登録出願公開 62-7738 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社明電舎) 1987.01.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 55-126923 A (東京芝浦電気株式会社) 1980.10.01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

出野 智之

電話番号 03-3581-1101 内線 3368

3T

3325

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4-259719 A (株式会社日立製作所) 1992.09.16, 段落 [0022], [0029]-[0030], 図 1, 4 (ファミリーなし)	4 - 8
A	JP 9-17294 A (三菱電機株式会社) 1997.01.17, 段落[0025], 図 1 (フ ァミリーなし)	5
E, X	WO 2016/047209 A1 (三菱電機株式会社) 2016.03.31, 段落 [0032]-[0038], [0044]-[0047], [0062]-[0064], [0070]-[0071], 図 3-4, 10, 12 (ファミリーなし)	1 - 17