

(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2017-17968

(P2017-17968A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
HO2H	3/28	(2006.01)	HO2H	3/28	A	5G042
HO2H	3/05	(2006.01)	HO2H	3/05	D	5G047
HO2H	3/36	(2006.01)	HO2H	3/36	D	5G058
						5G142
						5G147

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-135768 (P2015-135768)  
 (22) 出願日 平成27年7月7日(2015.7.7)

(71) 出願人 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100081961  
 弁理士 木内 光春  
 (72) 発明者 柴田 幸輝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内  
 (72) 発明者 倉田 幸奈  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内  
 (72) 発明者 大野 博文  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

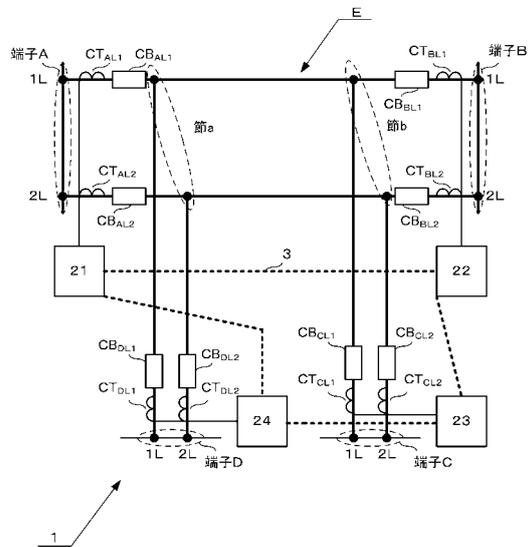
(54) 【発明の名称】 電流差動リレーシステム

(57) 【要約】

【課題】複数台の電流差動リレー装置より構成される電流差動リレーシステムを提供する。電流差動リレー装置は、電力システムにおける複数の保護制御装置から出力される制御指令を管理する。

【解決手段】電流差動リレーシステム1は、端子A～Dにて外部の電力システムと接続し、保護対象の電力システムEの保護を行う。電流差動リレーシステム1は、電流差動リレー装置21～24と遮断装置CBとからなる。電流差動リレー装置21～24は、端子A～Dに対して設置される。電流差動リレー装置21～24は、伝送路となる有線ケーブル3で環状に配置される。前記電流差動リレー装置21～24は、伝送路の異常の検出を行う伝送路異常検出部7と、伝送路の異常に応じて電力システムE内の事故の検出方法を切り替える検出方法切替部9と、を備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

端子にて外部の電力系統と接続し、保護対象の電力系統の保護を行う電流差動リレーシステムであって、

前記端子に対して設置され、電流差動リレーシステム内に設置された他の電流差動リレー装置と伝送路を介して通信を行う接続する電流差動リレー装置と、

前記保護対象の電力系統を前記外部の電力系統から遮断する遮断装置と、  
を備え、

前記電流差動リレー装置は、

前記伝送路の異常の検出を行う伝送路異常検出部と、

前記伝送路の異常に応じて前記電力系統内の事故の検出方法を切り替える検出方法切替部と、

を備えることを特徴とする電流差動リレーシステム。

10

**【請求項 2】**

前記伝送路異常検出部は、検出した前記伝送路の異常の箇所の特定をし、

前記電流差動リレー装置は、

前記伝送路の異常の箇所が 2 未満であるか、前記伝送路の異常の箇所が 2 以上であるかの判定を行う伝送路異常判定部と、

を更に備えること特徴とする請求項 1 に記載の電流差動リレーシステム。

20

**【請求項 3】**

前記伝送路異常判定部は、前記伝送路の異常の箇所が 2 以上である場合に、

前記伝送路の異常により自電流差動リレー装置が他の電流差動リレー装置と伝送が可能か否かの判定を行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電流差動リレーシステム。

**【請求項 4】**

前記電流差動リレー装置は、

設置される自端子の電気量を取得する電気量取得部と、

他の電流差動リレー装置が取得した他端子の電気量を前記伝送路を介して受信する伝送手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の電流差動リレーシステム。

30

**【請求項 5】**

前記電気量取得部は、電気量として自端子の電流値を取得し、

前記電流差動リレー装置は、

前記保護対象の電力系統内の各端子に流れる電流値から差動電流を算出する差動電流算出部と、

前記差動電流より、前記電力系統における内部事故の検出を行う内部事故検出部と、

を更に備え、

前記検出方法切替部は、前記伝送路において伝送路の異常箇所が 2 未満の場合には、前記電力系統内の事故の検出方法を前記差動電流より前記電気系統における内部事故の検出に切り替えることを特徴とする請求項 4 に記載の電流差動リレーシステム。

40

**【請求項 6】**

前記電気量取得部は、電気量として自端子の電流値を取得し、

前記電流差動リレー装置は、

自端子における交差電流と、伝送可能な他端子の交差電流の算出を行う交差電流算出部と、

前記交差電流より短絡の検出を行う短絡検出部と、

を更に備え、

前記検出方法切替部は、前記伝送路において前記伝送路の異常の箇所が 2 以上の場合には、

50

前記電力系統内の事故の検出方法を前記交差電流による前記電気系統における短絡の検出に切り替えることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の電流差動リレーシステム。

【請求項 7】

電気量取得部は、電気量として自端子の電流値及び電圧値を取得し、  
前記電流差動リレー装置は、  
自端子の零相電流と他端子の零相電流とから第 1 の零相差動電流を算出する第 1 の零相差動電流算出部と、  
前記第 1 の差動電流より前記電気系統における地絡事故の検出を行う地絡事故検出部と

10

を更に備え、

前記検出方法切替部は、前記伝送路において伝送路の異常箇所が 2 未満の場合には、前記電力系統内の事故の検出方法を前記第 1 の差動電流より前記電気系統における地絡事故の検出に切り替えることを特徴とする請求項 4 に記載の電流差動リレーシステム。

【請求項 8】

前記電気量取得部は、電気量として自端子の電流値を取得し、  
前記電流差動リレー装置は、  
自端子の交差電流と、伝送可能な他端子の交差電流から第 2 の零相差動電流を算出する第 2 の零相差動電流算出部と、  
前記第 2 の零相差動電流より前記電気系統における地絡事故の検出を行う地絡事故検出部と、

20

を更に備え、

前記検出方法切替部は、前記伝送路において前記伝送路の異常の箇所が 2 以上の場合には、

前記電力系統内の事故の検出方法を前記第 2 の零相差動電流より前記電気系統における地絡事故の検出に切り替えることを特徴とする請求項 4 または請求項 7 に記載の電流差動リレーシステム。

【請求項 9】

前記電力系統は、平行 2 回線 2 端子であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 に記載の電流差動リレーシステム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、複数台の電流差動リレー装置より構成される電流差動リレーシステムに関する。電流差動リレー装置は、電力系統における複数の保護制御装置から出力される制御指令を管理する。

【0002】

一般に、電流差動リレー装置においては、動作原理が簡単で、高感度かつ高速で事故を検出できることから、電力系統の保護に広く採用されている。しかし、送電線保護においては、送電線の各端子の電流データを伝送し合い、全端子分の電流データを収集して差動演算する方式を採用しているため、伝送不良時は全端子分の電流データが揃わないために差動電流を生じ、誤動作する可能性がある。このため、伝送路構成がオープン構成の場合は 1 か所、ループ構成の場合は 2 か所で伝送不良が生じると、システムロックとしている。

40

【0003】

一方、伝送を必要とせず、電流差動リレー装置にハード構成が類似しているリレーとして、回線選択リレー(以下、バランスリレー)装置がある。バランスリレーは外部事故の場合は第一の回線と第二の回線に流れる電流が同じであるが、内部事故の場合は事故回線側に流れる電流が、もう一方の回線の電流より大きくなることを利用し、第一の回線と第二の回線の交差電流により事故検出を行うリレーである。

50

## 【 0 0 0 4 】

しかし、バランスリレーは、二回線多端子系統においては、分岐併用端子に事故電流が分流するため、併用端子数が多いほど、各端子に流れる電流が小さくなり、地絡事故の場合、検出が困難になる。また、事故点によってはシリーストリップとなるため、端子数が多いほど事故除去時間も長い。

## 【 0 0 0 5 】

以上の理由から、バランスリレーは伝送に関する問題はないが、4端子以上の系統には適用が難しい。このような問題に対し、3端子目以降を伝送路で接続し、零相交差電流の合成値を用いることで、伝送路で接続した端子をまとめて1端子とみなし、系統全体をあたかも3端子系統とみなすことで、端子数の問題を克服した通信型バランスリレーもある。しかし、バランスリレーや通信型バランスリレーは、電流差動リレーに比べると、保護性能が劣る。また、通信型バランスリレーは、短絡事故の場合は転送遮断にて遮断を行うため、全端子同時トリップができない。

10

## 【 0 0 0 6 】

このため、ハード類似性に着目し、一つの装置ソフトの中に、ループ構成のPCM電流差動リレーと通信型バランスリレーの機能を持ち、端子台の配線をつなぎかえることで装置ソフトの機能を切替える、保護機能が切り替え可能な電流差動リレー装置もある。しかし、この保護機能が切り替え可能な電流差動リレー装置は、自動的に保護機能が切り替わるわけではなく、端子台で切替えを行うために、PCM電流差動リレーとして運用している場合と、通信型バランスリレーとして運用している場合それぞれで、上述した問題点を克服

20

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開2006-223055号公報

【 特許文献 2 】 特開2012-135150号公報

## 【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 8 】

上述した、保護機能が切り替え可能な電流差動リレー装置においては、保護方式の切替えが端子台切替えである。電流差動リレーとして運用している場合は、伝送不良によるシステムロックが発生する可能性がある。また、通信型バランスリレーとして運用している場合は、電流差動リレーよりも内外部事故判定の精度が低い。そのため、短絡事故の場合においては、転送遮断にて遮断を行うため、全端子同時トリップできないことが課題であった。

30

## 【 0 0 0 9 】

本発明の実施形態ではこの点を解決すべく、伝送路平常時は電流差動リレーと同等の保護性能を有し、伝送不良時もシステムロックすることなく保護を継続できる、電流差動リレーシステム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 】

40

## 【 0 0 1 0 】

本発明の実施形態における電流差動リレーシステムは、端子にて外部の電力系統と接続し、保護対象の電力系統の保護を行う電流差動リレーシステムであって、前記端子に対して設置され、電流差動リレーシステム内に設置された他の電流差動リレー装置と伝送路を介して通信を行う接続する電流差動リレー装置と、前記保護対象の電力系統を前記外部の電力系統から遮断する遮断装置と、を備え、前記電流差動リレー装置は、前記伝送路の異常の検出を行う伝送路異常検出部と、前記伝送路の異常に応じて前記電力系統内の事故の検出方法を切り替える検出方法切替部と、を備えることを特徴とする。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 1 】

50

- 【図 1】第 1 実施形態の電流差動リレーシステムの構成を示すブロック図である。  
 【図 2】第 1 実施形態の電流差動リレー装置の構成を示すブロック図である。  
 【図 3】第 1 実施形態での伝送路の異常パターンの例を示す図である。  
 【図 4】第 1 実施形態での短絡事故の様子を示す図である。  
 【図 5】第 1 実施形態の電流差動リレーシステムの動作を示すフローチャートである。  
 【図 6】第 1 実施形態の変形例における伝送路の異常パターンの例を示す図である。  
 【図 7】第 2 実施形態の電流差動リレーシステムの構成を示すブロック図である。  
 【図 8】第 2 実施形態の電流差動リレー装置の構成を示すブロック図である。  
 【図 9】第 2 実施形態の電流差動リレーシステムの動作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】

10

## 【0012】

以下、本発明に係る電流差動リレーシステムの実施形態について、図面を参照して説明する。

## 【0013】

## [ 1 . 第 1 実施形態 ]

以下には、実施形態の第 1 実施形態である電流差動リレーシステムを図 1 ~ 図 6 を用いて説明する。本実施形態の電流差動リレー装置は、端子間の伝送不良時に差動演算に用いる電流量を各端子の交差電流とすることで系統保護を継続できることを特徴とする。

## 【0014】

図 1 は、本実施形態の電流差動リレーシステムの構成を示すブロック図である。図 1 を参照しつつ、本実施形態の電流差動リレーシステム 1 を詳細に説明する。本実施形態の電流差動リレーシステム 1 は、以下の ( a )、( b ) の装置より構成される。

20

( a ) 電力系統 E に設置された変流器 C T より算出した電流量に基づいて、電力系統 E の事故の検出を行い、事故を検出した場合には、遮断装置 C B に対して遮断指令を出力する電流差動リレー装置 2。

( b ) 電流差動リレー装置 2 から出力される遮断指令に基づいて、電力系統 E を他の電力系統から遮断させる遮断装置 C B。

## 【0015】

## ( 電流差動リレー装置 )

電流差動リレー装置 2 は、電力系統 E から取得した電流量に基づいて電力系統 E 内の事故の検出を行う。電力系統 E は、平行 2 回線 4 端子の例である。電力系統 E は、送電線 1 L、2 L からなる。電力系統 E は、端子 A ~ D により外部の電力系統と接続する。電力系統 E の 4 つの端子 A ~ D には、2 本の送電線 1 L、2 L が接続する。

30

## 【0016】

A 端子と B 端子とは、送電線 1 L、2 L により接続される。送電線 1 L、2 L は、電氣的に平行である。A 端子と B 端子とを接続する送電線 1 L、2 L には、それぞれ 2 つの節 a、b が設けられる。それぞれの節 a、b からは、送電線が 1 本ずつ枝分かれする。各節 a、b において、各送電線 1 L、2 L より枝分かれした 2 本の送電線 1 L、2 L は、電氣的に平行となる。節 a から枝分かれした 2 本の送電線 1 L、2 L は、端子 D と接続する。節 b から枝分かれした 2 本の送電線 1 L、2 L は、端子 C と接続する。

40

## 【0017】

電流差動リレー装置 2 は、電力系統 E の端子の数と同数設置される。電流差動リレー装置 2 は、1 つの端子に対して 1 台設置される。電流差動リレー装置 2 は、各端子 A ~ D の送電線に 1 L、2 L に設置された変流器 C T と接続される。変流器 C T は送電線 1 L、2 L に流れる電流の値及び向きを検出する。本実施形態では、4 つの端子を有する電力系統 E に対して、4 台の電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 が配置される。例えば、端子 A に対して設置された電流差動リレー装置 2 1 は、送電線 L 1 の端子 A 近傍に設置された変流器 C T<sub>A L 1</sub> と、送電線 L 2 の端子 A 近傍に設置された変流器 C T<sub>A L 2</sub> に接続される。

## 【0018】

電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 は、有線ケーブル 3 により接続される。有線ケーブル 3

50

が、電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 を繋ぐ伝送路となる。電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 は、有線ケーブル 3 により環状に接続される。図 1 では、電流差動リレー装置 2 1 は、電流差動リレー装置 2 2 と接続される。電流差動リレー装置 2 2 は、電流差動リレー装置 2 3 と接続される。電流差動リレー装置 2 4 は、電流差動リレー装置 2 1 と接続される。電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 は、有線ケーブル 3 を介して双方向に伝送可能に接続される。

#### 【 0 0 1 9 】

電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 は、電力系統 E に設置された変流器 C T より算出した電気量に基づいて、電力系統 E の事故の検出を行い、事故を検出した場合には、遮断装置 C B に対して遮断指令を出力する。図 2 は、本実施形態における電流差動リレー装置 2 の構成を示すブロック図である。図 2 に示す通り、電気量取得部 4、電気量記憶部 5、伝送手段 6、伝送路異常検出部 7、伝送路異常判定部 8、検出方法切替部 9、差動電流算出部 1 0、内部事故検出部 1 1、保護指令出力部 1 2、交差電流算出部 1 3、及び短絡検出部 1 4 を備える。

10

#### 【 0 0 2 0 】

電気量取得部 4 は、端子近傍の送電線 1 L、2 L に設置される変流器 C T と接続される。電気量取得部 4 は、接続する変流器 C T が計測した電流値  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  を受信する。電気量取得部 4 は、受信した電流値  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  を電気量記憶部 5 に転送する。例えば、端子 A に対して設置された電流差動リレー装置 2 1 の電気量取得部 4 は、端子 A における電流値  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  を取得する。

20

#### 【 0 0 2 1 】

伝送手段 6 は、有線ケーブル 3 を介して他の電流差動リレー装置の伝送手段 6 と接続される。伝送手段 6 は、他の電流差動リレー装置の伝送手段 6 が送信する電気量を受信する。一方、伝送手段 6 は、電気量記憶部 5 に記憶された電気量を他の電流差動リレー装置に対して送信する。例えば、端子 A に対して設置された電流差動リレー装置 2 1 の伝送手段 6 は、端子 B ~ D における電流値  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  を受信する。また、端子 B ~ D に対して設置された電流差動リレー装置 2 2 ~ 2 4 に対して電流値  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  を送信する。この場合、端子 A に対して設置された電流差動リレー装置 2 1 と、端子 C に対して設置された電流差動リレー装置 2 4 とは、有線ケーブル 3 で直接で接続されていない。そのため、電流差動リレー装置 2 1 と電流差動リレー装置 2 3 との通信は、端子 B に設置された電流差動リレー装置 2 2 または端子 D に対して設置された電流差動リレー装置 2 4 を介して行われる。

30

#### 【 0 0 2 2 】

電気量記憶部 5 は、差動電流及び交差電流の計算に必要な電気量を記憶する。差動電流の計算は、後述するように、送電線 1 L、2 L ごとに差動電流の計算を行う。差動電流の計算に必要な電気量は、各端子における電流値及び向きである。電気量記憶部には、自電流差動リレー装置 2 で取得した送電線 1 L 及び 2 L の電流値  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  と、他の電流差動リレー装置 2 より転送された送電線 1 L 及び 2 L の電流値  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  と、が記憶される。

#### 【 0 0 2 3 】

伝送路異常検出部 7 は、電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 間の状態を監視し、電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 間の伝送異常の検出を行う。電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 間で例えば監視フレームを送信し、その応答を監視することにより伝送異常の検出を行う。伝送路異常検出部 7 は、2 区間以上の伝送異常を検出した場合、電流差動リレー装置 2 1 の伝送路異常検出部 7 は、電流差動リレー装置 2 2 ~ 2 4 の伝送路異常検出部 7 に対して監視フレームを送信する。監視フレームを受信した電流差動リレー装置 2 2 ~ 2 4 の伝送路異常検出部 7 では、監視フレームの発信元である電流差動リレー装置 2 1 に対して受信結果を送信する。電流差動リレー装置 2 1 の伝送異常検出部 7 から電流差動リレー装置 2 2 に対して送信した監視フレームに対する応答がない場合には、電流差動リレー装置 2 1 と電流差動リレー装置 2 2 との間で 2 区間以上の伝送異常が発生していると特定する。

40

50

## 【 0 0 2 4 】

伝送路異常判定部 8 は、伝送路異常検出部 7 での検出結果に基づいて、伝送路の状態の判定を行う。伝送路異常判定部 8 は、伝送路の状態を以下のように判定する。

( i ) 伝送路異常無し

( ii ) 電流差動リレー装置の何れかが、他の電流差動リレー装置とは伝送不可能

## 【 0 0 2 5 】

図 3 ( a ) ~ ( d ) は、本実施形態の電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 間の伝送状態を示す図である。

## 【 0 0 2 6 】

( i ) 伝送路異常無し

伝送異常無しの状態とは、電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 間で伝送可能な状態を示す。つまり、図 3 ( a ) に示すように、どの区間でも伝送不良が発生していない状態や、図 3 ( b ) に示すように、電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 間で 1 か所伝送不良が発生した状態を示す。電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 は、環状に接続されている。そのため、1 か所伝送不良が発生しても、正常な伝送経路により電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 は接続される。

## 【 0 0 2 7 】

( ii ) 電流差動リレー装置の何れかが、他の電流差動リレー装置とは伝送不可能

電流差動リレー装置 2 の何れかが、他の電流差動リレー装置とは伝送不可能な状態とは、伝送路に異常がある状態を示す。そのため、電力系統内の電流差動リレー装置 2 1 ~ 2 4 の何れかが、他の電流差動リレー装置とは伝送不可能となる状態を示す。例えば、図 3 ( d ) では、電流差動リレー装置 2 1 が他の電流差動リレー装置 2 2 ~ 2 4 と伝送不可能な状態である。

## 【 0 0 2 8 】

検出方法切替部 9 は、伝送路異常検出部 7 における伝送異常の検出結果に基づいて、電力系統での事故の検出方法の切替えを行う。検出方法切替部 9 は、差動電流による内部事故の検出と、交差電流による電力系統内での短絡の検出とを切替える。検出方法切替部 9 では、伝送路異常判定部 8 で、「( i ) 伝送異常無し」と判定した場合には、差動電流による内部事故の検出を選択する。一方、伝送路異常判定部 8 で、「( ii ) 電流差動リレー装置の何れかが、他の電流差動リレー装置とは伝送不可能」と判定した場合には、交差電流の差動電流による短絡の検出を選択する。

## 【 0 0 2 9 】

差動電流算出部 1 0 は、電気量記憶部 5 に記憶された自電流差動リレー装置 2 で取得した電気量と、他電流差動リレー装置 2 で取得した電気量より差動電流を算出する。差動電流とは、電力系統 E に流入する電流、及び電力系統 E から流出する電流の総和である。差動電流算出部 1 0 は、送電線 L 1 及び送電線 L 2 において、それぞれの送電線における差動電流  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  を算出する。差動電流  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  は、下記の式 ( 1 ) より算出される。

## 【 0 0 3 0 】

[ 式 1 ]

差動電流  $I_{1L} = I_{1L} ( \text{端子 A} ) + I_{1L} ( \text{端子 B} ) + I_{1L} ( \text{端子 C} ) + I_{1L} ( \text{端子 D} )$

差動電流  $I_{2L} = I_{2L} ( \text{端子 A} ) + I_{2L} ( \text{端子 B} ) + I_{2L} ( \text{端子 C} ) + I_{2L} ( \text{端子 D} )$

..... ( 1 )

## 【 0 0 3 1 】

内部事故検出部 1 1 は、電力系統 E 内の事故の検出を行う。事故の検出は、差動電流算出部 1 0 での算出結果に基づく。内部事故検出部 1 1 は、差動電流  $I_{1L}$ 、または差動電流  $I_{2L}$  が 0 であるか否かで内部事故の検出を行う。すなわち、差動電流  $I_{1L}$ 、または差動電流  $I_{2L}$  が 0 (  $I_{1L} = 0$  or  $I_{2L} = 0$  ) であれば、電力系統 E 内

10

20

30

40

50

で事故が発生していないとする。一方、差動電流  $I_{1L}$ 、または差動電流  $I_{2L}$  が 0 でない場合 ( $I_{1L} \neq 0$  or  $I_{2L} \neq 0$ ) には、電力系統 E 内で事故が発生したとする。但し、一般的には所定の大きさを超えた場合に事故が発生したとする。

【0032】

交差電流算出部 13 は、電気量記憶部 5 に記憶された電気量より交差電流の算出を行う。交差電流とは、端子に接続する送電線 L1 に流れる電流  $I_{1L}$  と、送電線 L2 に流れる電流  $I_{2L}$  の差より算出する。端子 A ~ D の交差電流を交差電流  $I_{AR} \sim I_{DR}$  とする。交差電流  $I_{AR} \sim I_{DR}$  は、下記の式 (2) より算出される。

【0033】

[式 2]

交差電流  $I_{AR} = I_{1L}$  (端子 A) -  $I_{2L}$  (端子 A)

交差電流  $I_{BR} = I_{1L}$  (端子 B) -  $I_{2L}$  (端子 B)

交差電流  $I_{CR} = I_{1L}$  (端子 C) -  $I_{2L}$  (端子 C)

交差電流  $I_{DR} = I_{1L}$  (端子 D) -  $I_{2L}$  (端子 D)

..... (2)

【0034】

短絡検出部 14 は、電力系統 E 内の短絡の検出を行う。短絡の検出方法としては、交差電流  $I_{AR} \sim I_{DR}$  が所定の大きさを超えた場合に、事故が発生したとする。

【0035】

保護指令出力部 12 は、内部事故検出部 11 で内部事故を検出した場合、または短絡検出部 14 で短絡の発生を検出した場合に、遮断装置 CB に対して、遮断指令を出力する。

【0036】

(遮断装置)

遮断装置 CB は、遮断指令を受けて電力系統 E を他の電力系統から切り離す。遮断装置 CB は、メカニカルな接点である。遮断装置 CB は、通常時には接点を閉じている。一方、遮断指令を受信した場合には、接点を開放する。

【0037】

遮断装置 CB は、送電線 L1 及び送電線 L2 の端子 A ~ D の近傍に設置される。遮断装置 CB は、図示しないネットワークにより電流差動リレー装置 21 ~ 24 と接続される。遮断装置 CB には、電流差動リレー装置 21 ~ 24 の遮断指令出力部 12 が出力した遮断指令が転送される。

【0038】

[1-2. 作用]

以上の様な構成を有する本実施形態の電流差動リレーシステム 1 における動作について説明する。図 5 は、本実施形態の電流差動リレーシステム 1 の動作を示すフローチャートである。

【0039】

以下のフローチャートでは、説明のために図 4 のように電流差動リレー装置 21 と電流差動リレー装置 24 との間、及び電流差動リレー装置 22 と電流差動リレー装置 23 との間で伝送不良が発生したとする。この状態で、送電線 L1 の端子 A と端子 B との間で短絡事故が発生したとする。

【0040】

電流差動リレーシステム 1 が運用を開始すると、各電流差動リレー装置 21 ~ 24 は自端子に設置された変流器 CT から電流値  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  を取得する。ここで取得した電流値  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  は、電気量として電気量記憶部 5 に記憶される (STEP 101)。

【0041】

次に、各電流差動リレー装置 21 ~ 24 間で、電気量の共有を図る (STEP 102)。電気量の共有は、各電流差動リレー装置 21 ~ 24 を繋ぐ有線ケーブル 3 を介して行われる。各電流差動リレー装置 21 ~ 24 の伝送手段 6 は、自電流差動リレー装置 2 で取得した電気量を他の電流差動リレー装置 2 に送信する。一方、他の電流差動リレー装置 2 が

10

20

30

40

50

ら送信される電気量を受信し、電気量記憶部 5 に記憶する。

【 0 0 4 2 】

STEP 101、STEP 102 と並行して、伝送路の異常検出を行う (STEP 103)。伝送路の異常検出には、各電流差動リレー装置 21 ~ 24 より、監視フレームを送信することで行う。

【 0 0 4 3 】

伝送路異常判定部 8 は、伝送路の異常検出の結果に基づいて、伝送路の異常を判定する。伝送路の異常判定は、伝送路に 2 以上の異常の有無 (S104) の判定を行う。

【 0 0 4 4 】

伝送路に 2 以上の異常がない場合 (STEP 104 : NO) には、電気量記憶部 5 を参照して、送電線 L1、L2 毎の差動電流の  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  を算出する (STEP 105)。そして、差動電流  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  より内部事故の検出を行う (STEP 106)。内部事故が検出された場合には、その遮断装置 CB に対して遮断指令を出力する (STEP 107)。遮断装置 CB では、遮断指令の受信に基づいて、電力系統 E を他の電力系統から切り離すように接点を開放する。

10

【 0 0 4 5 】

一方、2 以上の伝送路に異常がある場合 (STEP 104 : YES) には、電気量記憶部 5 を参照して、自端子と伝送可能な他端子における交差電流を算出する (STEP 108)。そして、算出した交差電流より短絡の検出を行う (S109)。短絡が検出され場合には、遮断装置 CB に対して遮断指令を出力する (STEP 107)。遮断装置 CB では、遮断指令の受信に基づいて、電力系統 E を他の電力系統から切り離すように接点を開放する。

20

【 0 0 4 6 】

[ 1 - 3 . 効果 ]

以上のような構成及び作用を有する本実施形態によれば、以下のような効果を奏する。

【 0 0 4 7 】

(1) 電流差動リレーシステム 1 内の電流差動リレー装置 21 ~ 24 の伝送経路の状態に応じて、その状態に適した電力系統の保護を実施することができる。すなわち、通常時においては、差動電流の  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  に基づいて、内部事故の検出を行う。一方、伝送路において、2 以上の異常が検出され全端子の電流値が揃わない場合には、交差電流  $I_{AR} \sim I_{DR}$  に基づいて短絡の有無の検出を行う。

30

【 0 0 4 8 】

差動電流の  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$  に基づく、内部事故の検出では、全ての端子の電流情報を検出できないと、電流差が生じる。そのため、系統の保護を正常に行うことができなくなる。しかしながら、伝送路に異常が発生した場合に演算方法を切替えることで、系統の保護を継続することが可能となる。これにより、システムロックを防止することが可能となる。

【 0 0 4 9 】

(2) また、本実施形態では、4 つの電流差動リレー装置 21 ~ 24 からなる電流リレーシステムについて説明したが、電流差動リレー装置の数は 2 つ以上であればこれに限らない。例えば、6 つの電流差動リレー装置 21 ~ 26 から構成することもできる。その場合には、伝送路において、3 つの伝送異常が発生した場合でも、図 6 に示すように、電流差動リレー装置 21 ~ 26 が、交差電流に基づき短絡の発生を検出することができる。

40

【 0 0 5 0 】

(3) また、差動電流による内部事故の検出方法、及び交差電流による短絡の検出方法は、他の方法を利用することもできる。例えば、本実施形態では、電気量記憶部 5 に記憶された端子に接続する送電線 L1 に流れる電流  $I_{1L}$  と、送電線 L2 に流れる電流  $I_{2L}$  の差より交差電流を算出したが、交差電流を計測する変流器 CT を電力系統 E に設置しても良い。

【 0 0 5 1 】

50

(4) 本実施形態では、伝送路の異常が発生した場合に、電力系統Eにおける事故の検出方法を、差動電流による内部事故の検出から、交差電流の差動による短絡の検出に切り替えた。しかしながら、事故の検出方法の切替えは、これに限らない。例えば、通常時には、差動電流による内部事故の検出と、交差電流による短絡の検出と、を併用しておく。そして、伝送路の異常が2以上発生した場合には、交差電流による短絡の検出のみに切替ても良い。

【0052】

内部事故検出部11では、差動電流  $I_{1L}$ 、または差動電流  $I_{2L}$  が0であるか否かで内部事故の検出を行ったが、これに限らない。例えば、所定の値を設定しておき、差動電流  $I_{1L}$ 、または差動電流  $I_{2L}$  が所定の値を超えた場合に、内部事故を検出したとしても良い。

10

【0053】

[2.第2の実施形態]

本実施形態の電流差動リレーシステムは、伝送路に2以上の異常が発生していない平常時には、自端子と他端子の零相電流より算出した第1の零相差動電流と、自端子の零相電圧とを用いた方向判定により地絡事故の検出を行う。一方、伝送路に2以上の異常が発生した場合には、零相交差電流から算出した第2の零相差動電流と、自端子の零相電圧とを用いた方向判定により地絡事故の検出を行う。

【0054】

[2-1.構成]

図7は、本実施形態の電流差動リレーシステムの構成を示すブロック図である。すなわち、本実施形態の電流差動リレーシステムは、図7に示すように、各端子A~Dにおいて、送電線L1と送電線L2との間にかかる電圧を検出する電圧計VTを備える。なお、第1実施形態と同一の構成には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

20

【0055】

図8は、本実施形態の電流差動リレー装置の構成を示すブロック図である。本実施形態の電流差動リレー装置は、前記実施形態の電流差動リレー装置2の差動電流算出部10に代えて第1の零相差動電流算出部15を配置し、交差電流算出部13に代えて第2の零相差動電流算出部16を配置し、内部事故検出部11と短絡検出部14に代えて地絡事故検出部17を配置した構成とする。

30

【0056】

電気量取得部4は、電気量として、自端子の送電線L1及びL2における電流値  $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$ に加えて、自端子の電圧値Vを取得する。自端子の電圧値Vは、各端子に配置された電圧計Vより取得する。所得した自端子の電圧値Vは、送電線L1及びL2における電流値と同様に、電気量記憶部5に記憶される。

【0057】

第1の零相差動電流算出部15は、電気量記憶部5に記憶された自電流差動リレー装置2で取得した自端子の零相電流と、他電流差動リレー装置2で取得した他端子の第1の零相電流の差動電流を算出する。

【0058】

第2の零相差動電流算出部16は、自端子の零相の交差電流と、他端子の零相の交差電流より第2の零相差動電流を算出する。

40

【0059】

地絡事故検出部17は、第1及び第2の零相差動電流算出部で算出した零相差動電流と、自端の零相電圧より、地絡事故の検出を行う。

【0060】

[2-2.作用]

以上の様な構成を有する本実施形態の電流差動リレーシステム1における動作について説明する。図9は、本実施形態の電流差動リレーシステム1の動作を示すフローチャートである。図9のフローチャートは、前記実施形態のフローチャートである図5のSTEP

50

105、106、108、109を変更したものである。

【0061】

電流差動リレーシステム1が運用を開始され、伝送路に2以上の異常がない場合(STEP204:NO)には、電気量記憶部5を参照して、送電線L1、L2毎の零相の差動電流の $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$ を算出する(STEP205)。そして、零相の差動電流 $I_{1L}$ 、 $I_{2L}$ と、自端の零相電圧を用いた方向判定を行い地絡事故の検出を行う(STEP206)。地絡事故が検出された場合には、その遮断装置CBに対して遮断指令を出力する(STEP207)。遮断装置CBでは、遮断指令の受信に基づいて、電力系統Eを他の電力系統から切り離すように接点を開放する。

【0062】

一方、伝送路に2以上の異常がある場合(STEP204:YES)には、電流差動リレー装置21~24が、自端子及び伝送可能な他端子における零相の交差電流を算出する。そして算出した交差電流より零相の差動電流を算出する。この差動電流が、第2の差動電流となる(STEP208)。そして、第2の差動電流と、自端の零相電圧を用いた方向判定を行い地絡事故の検出を行う(STEP206)。地絡事故が検出された場合には、その遮断装置CBに対して遮断指令を出力する(STEP207)。遮断装置CBでは、遮断指令の受信に基づいて、電力系統Eを他の電力系統から切り離すように接点を開放する。

【0063】

[2-3.効果]

以上のような構成及び作用を有する本実施形態によれば、以下のような効果を奏する。第1の実施形態と同様に、電流差動リレーシステム1内の電流差動リレー装置2の伝送経路の状態に応じて、その状態に適した電力系統Eの保護を実施することができる。

【0064】

[3.他の実施形態]

本明細書においては、本発明に係る複数の実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示したものであって、発明の範囲を限定することを意図していない。具体的には、平行2回線系統を保護する電流差動リレーにおいて、全端子の電流値が揃った場合には、各回線単位で電流差動を行い、全端子の電流値が揃わない場合には交差電流の差動を行うことにあり、発明の範囲を逸脱しない範囲で、種々の省略や置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、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ものである。

【符号の説明】

【0065】

- 1 ... 電流差動リレーシステム
- 2 ... 電流差動リレー装置
- 3 ... 有線ケーブル
- 4 ... 電気量取得部
- 5 ... 電気量記憶部
- 6 ... 伝送手段
- 7 ... 伝送路異常検出部
- 8 ... 伝送路異常判定部
- 9 ... 検出方法切替部
- 10 ... 差動電流算出部
- 11 ... 内部事故検出部
- 12 ... 保護指令出力部
- 13 ... 交差電流算出部
- 14 ... 短絡検出部
- 15 ... 第1の零相差動電流算出部
- 16 ... 第2の零相差動電流算出部

10

20

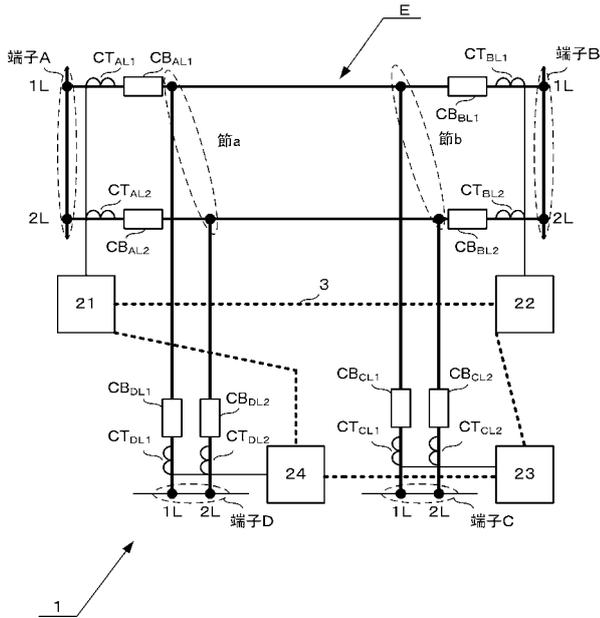
30

40

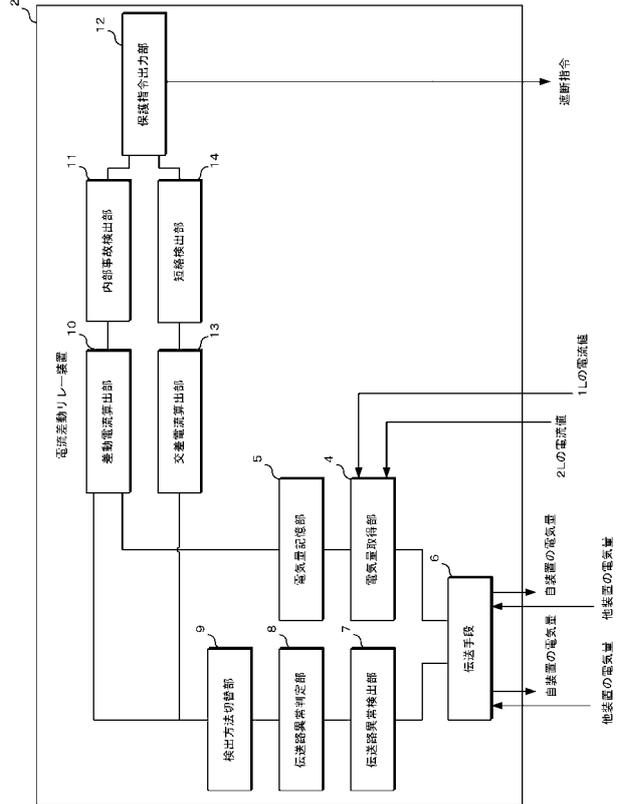
50

- 1 7 ... 地絡事故検出部
- C T ... 変流器
- C V ... 電圧計
- C B ... 遮断装置
- A ~ D ... 端子
- a、 b ... 節

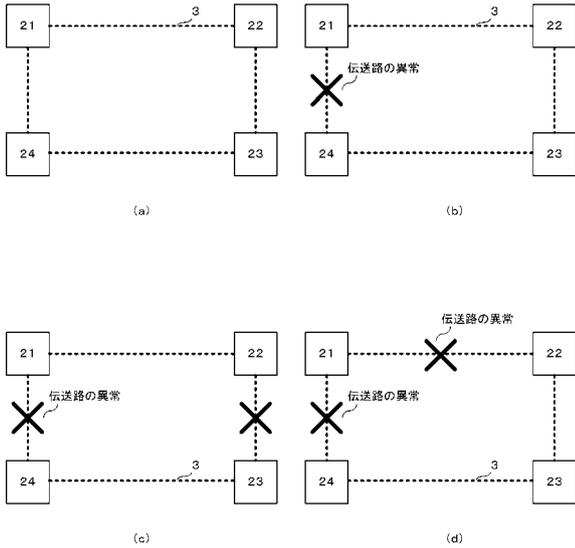
【 図 1 】



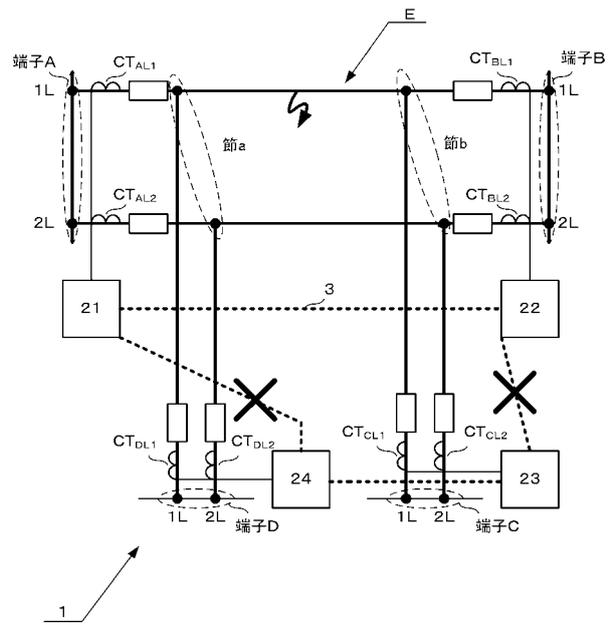
【 図 2 】



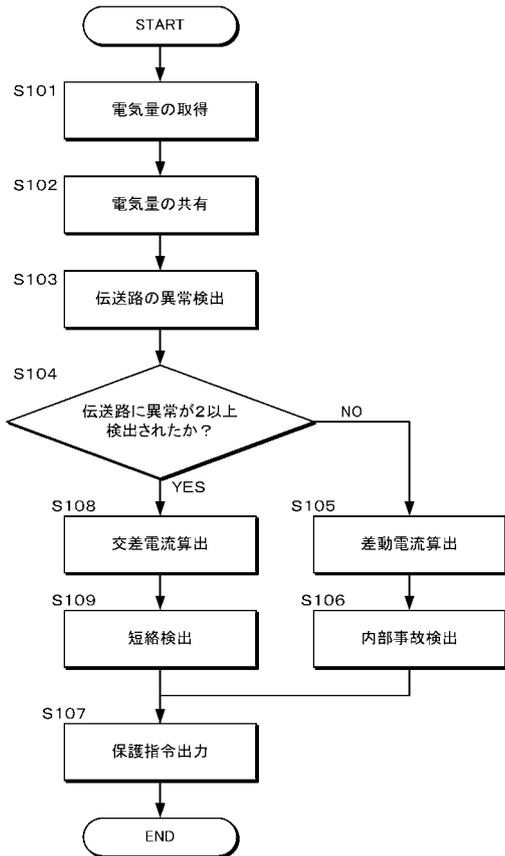
【図3】



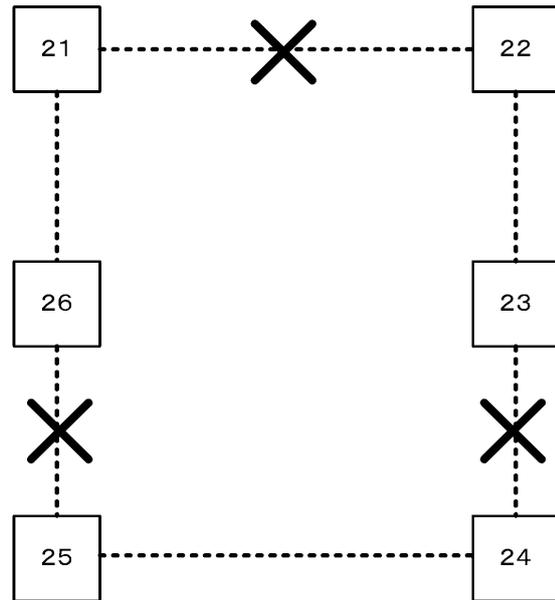
【図4】



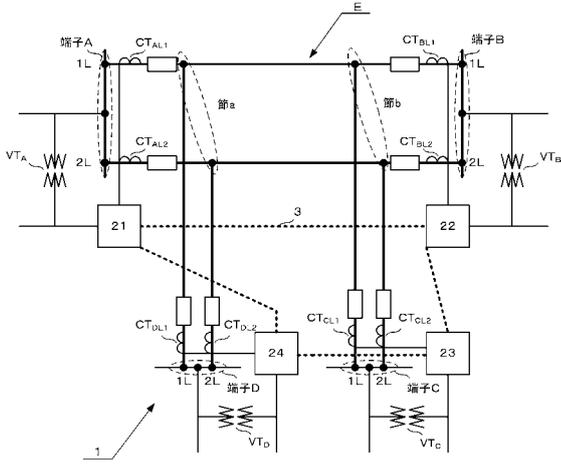
【図5】



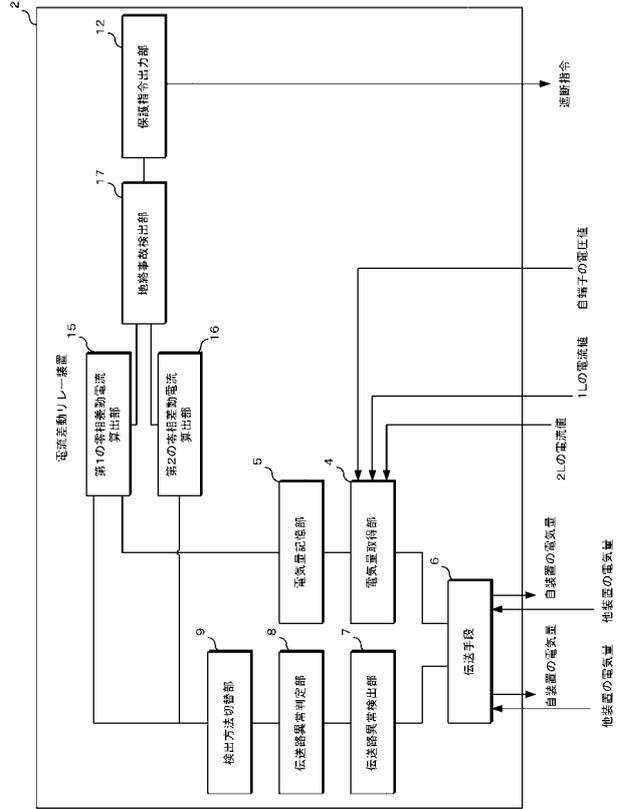
【図6】



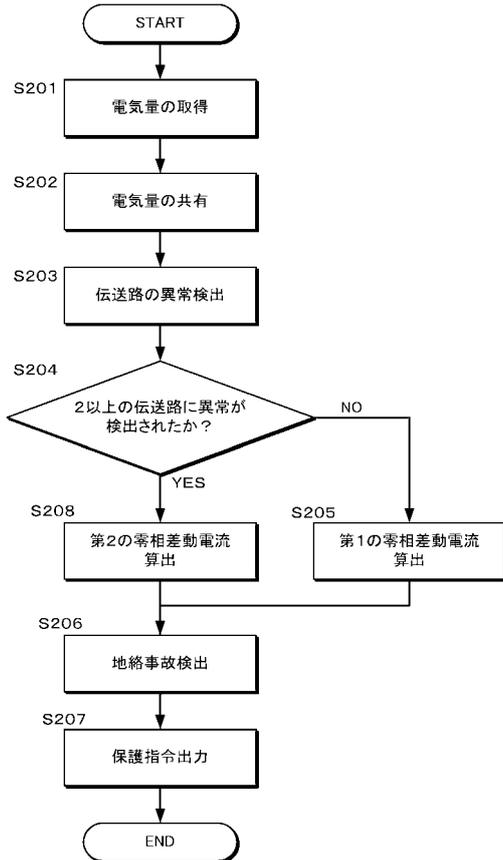
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 小笠原 修

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5G042 EE07

5G047 AA05 AB05 BB02 CA01

5G058 EE02 EE03 EF03 EH03

5G142 EE07

5G147 AA05 AB05 BB02 CA01