

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6315552号
(P6315552)

(45) 発行日 平成30年4月25日(2018.4.25)

(24) 登録日 平成30年4月6日(2018.4.6)

(51) Int.Cl.

HO2H 3/00 (2006.01)
HO2H 7/26 (2006.01)

F 1

HO2H 3/00
HO2H 3/00
HO2H 7/26M
D
F

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-13698 (P2014-13698)
 (22) 出願日 平成26年1月28日 (2014.1.28)
 (65) 公開番号 特開2015-142433 (P2015-142433A)
 (43) 公開日 平成27年8月3日 (2015.8.3)
 審査請求日 平成29年1月27日 (2017.1.27)

(73) 特許権者 000173809
 一般財団法人電力中央研究所
 東京都千代田区大手町1丁目6番1号
 (73) 特許権者 317015294
 東芝エネルギーシステムズ株式会社
 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34
 (74) 代理人 100081961
 弁理士 木内 光春
 (72) 発明者 芹澤 善積
 東京都狛江市岩戸北2-11-1 一般財
 団法人電力中央研究所内
 (72) 発明者 大場 英二
 東京都狛江市岩戸北2-11-1 一般財
 団法人電力中央研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電力系統の保護システム及び電力系統の保護方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力系統内の電気量を用いて電力系統の事故区間を判別し、事故区間に応じた遮断器を動作せしめる電力系統の保護システムにおいて、

前記保護システムは、事故区間に応じた遮断器へ遮断指令を出力する複数の端末装置と、

前記端末装置間で情報を伝達するためのネットワークと、

前記ネットワークに接続し、前記端末装置に保護演算に使用する電気量データを指定する使用電気量の取得箇所を指示する演算装置を備え、

前記端末装置は、前記電力系統内の電気量データを取得する電気量取得部と、

取得した前記電力系統内の電気量データを記憶する電気量記憶部と、

前記電気量記憶部に記憶された電気量データと前記演算装置からの使用電気量に基づいて保護演算を行う保護演算部を備えることを特徴とする電力系統の保護システム。

【請求項 2】

前記端末装置は、自らの電気量取得部で取得した電気量データと、他の端末装置の電気取得部で取得され前記ネットワークを介して取得した電気量データとを、電気量記憶部に記憶することを特徴とする請求項1に記載の電力系統の保護システム。

【請求項 3】

前記演算装置は、主保護用の使用電気量、主保護区間より1区間広いN-1保護用の使用電気量、及び主保護区間より2区間広いN-2保護用の使用電気量を指示することを特

10

20

徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電力系統の保護システム。

【請求項 4】

前記演算装置は、前記電力系統に系統構成の変化があった場合に、

前記使用電気量の取得箇所の更新を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の電力系統の保護システム。

【請求項 5】

前記演算装置は、前記電力系統で事故が発生した場合に、

前記使用電気量の取得箇所の更新を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の電力系統の保護システム。

【請求項 6】

電力系統内の電気量を用いて電力系統の事故区間を判別し、事故区間に応じた遮断器を動作せしめる電力系統の保護システムにおいて、

前記保護システムは、事故区間に応じた遮断器へ遮断指令を出力する複数の端末装置と、

前記端末装置間で情報を伝達するためのネットワークと、
を備え、

前記端末装置は、前記電力系統内の電気量データを取得する電気量取得部と、
取得した前記電力系統内の電気量データを記憶する電気量記憶部と、

前記電気量記憶部に記憶された複数の保護区間の電気量データの中から保護演算に使用する保護区間の電気量データを設定する使用電気量設定部と、

前記使用電気量設定部が設定した電気量データに基づいて保護演算を行う保護演算部を備えることを特徴とする電力系統の保護システム。

【請求項 7】

前記使用電気量設定部は、主保護用の使用電気量、主保護区間より 1 区間広い N - 1 保護用の使用電気量、及び主保護区間より 2 区間広い N - 2 保護用の使用電気量を設定できることを特徴とする請求項 6 に記載の電力系統の保護システム。

【請求項 8】

電力系統の事故区間に応じた遮断器へ遮断指令を出力する複数の端末装置と、

前記端末装置間で情報を伝達するためのネットワークと、

前記ネットワークに接続し、前記端末装置に保護演算に使用する電気量データを指定する使用電気量の指示をする演算装置を備える電力系統の保護方法において、

前記端末装置により、前記電力系統内の電気量データを取得する電気量取得処理と、

取得した前記電力系統内の電気量データを記憶する電気量記憶部と、

前記記憶された電気量データと前記演算装置からの使用電気量に基づいて保護演算を行う保護演算処理と、

を含むことを特徴とする電力系統の保護方法。

【請求項 9】

電力系統の事故区間に応じた遮断器へ遮断指令を出力する複数の端末装置と、

前記端末装置間で情報を伝達するためのネットワークを備える電力系統の保護方法において、

前記端末装置により、前記電力系統内の電気量データを取得する電気量取得処理と、

取得した前記電力系統内の電気量データを記憶する電気量記憶部と、

前記電気量記憶部に記憶された複数の保護区間の電気量データから保護演算に使用する保護区間の電気量データを設定する使用電気量設定処理と、

前記使用電気量設定処理の設定に基づいて保護演算を行う保護演算処理と、

を含むことを特徴とする電力系統の保護方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力系統を広域に亘って保護するための電力系統の保護システム及び電力系

10

20

30

40

50

統の保護方法に関する。

【0002】

電力の安定供給に不可欠な電力系統の保護システムは、最近のマイクロプロセッサ技術や情報通信技術を活用したものが主流になっている。例えば、送電線保護リレーについては、デジタル通信回線と組合せた高性能なデジタル電流差動リレーの適用が多数を占めている。電流差動方式は、遮断器で区分された送電線全端子の電流値を常時計測し、それをマイクロ波や光ファイバ通信回線を用いて端子間で相互に交換し合って、差動演算による事故判定を行うものである。

【0003】

送電線全端子の電流値を常時計測し、差動演算による事故判定を行う方式においては、全端子の電流を瞬時値レベルで同時にサンプリングする必要がある。電流差動リレーでは、電流値のサンプリングタイミングを全端子にわたって同期（サンプリング同期）化するため、専用の通信回線で電流値データとともにサンプリングタイミングの同期化制御信号を端子間でやり取りしている。

10

【0004】

一方、主保護装置不動作時のバックアップを行う後備保護リレーについては、自端の情報のみで事故の検出・除去を行う距離リレーが多く適用されている。しかし、距離リレーによる後備保護は、時間協調を考慮して事故除去時間を遅く設定する必要が生じる場合や、系統の分流誤差や負荷電流の影響によって保護能力の低下する場合など、事故除去時間の高速化や事故区間の選択性に課題がある。

20

【0005】

事故除去時間が遅れるケースとしては、長距離送電線と短距離送電線が混在する系統で、長距離送電線の対向母線事故を検出する目的の後備保護第2段距離リレーが短距離線路の対向母線事故までを検出する整定値となる場合があり、短距離線路の後備保護リレーと協調が取り難く、長距離送電線の後備保護第2段の動作を遅延する必要がでてくる。このため、近年では、動作時間の遅延やルート断および運用の煩雑さをなくす目的で、後備保護方式や、従来の遮断器不動作対策の向上策として広域保護装置などが考えられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

30

【特許文献1】特開平6-276663号公報

【特許文献2】特開平4-133614号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のような従来例においては、いずれも、事故除去時間の高速化、遮断器不動作時の対策などについて、個別に性能を向上することは可能である。しかしながら、総合的な性能を考慮した場合、高速・高感度で事故を検出し、最小区間で事故除去を行う主保護機能を持ちながら、しかも、広域の電力系統に亘って総合的な保護機能を有するシステムを実現するものではない。

40

【0008】

本発明の目的は、既存システムで実現してきた主保護機能を有し、主保護機能が作動後、差動演算範囲を拡大し保護機能を作動させる。これにより、最小区間で即時に除去可能であり、広域の電力系統に亘って総合的な保護機能を有する優れた広域保護システムとその方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の電力系統の保護システムは、上記の目的を達成するために、電力系統内の電気量を用いて電力系統の事故区間を判別し、事故区間に応じた遮断器を動作せしめる電力系統の保護システムにおいて、前記保護システムは、事故区間に応じた遮断器へ遮断指令を

50

出力する複数の端末装置と、前記端末間で情報を伝達するためのネットワークと、前記ネットワークに接続し、前記端末装置に保護演算に使用する電気量データを指定する使用電気量の取得箇所を指示する演算装置を備え、前記端末装置は、前記電力系統内の電気量データを取得する電気量取得部と、取得した前記電力系統内の電気量データを記憶する電気量記憶部と、前記電気量記憶部に記憶された電気量データと前記演算装置からの使用電気量に基づいて保護演算を行う保護演算部を備えることを特徴とする。

【0010】

前記端末装置は、自らの電気量取得部で取得した電気量データと、他の端末装置の電気取得部で取得され前記ネットワークを介して取得した電気量データとを、電気量記憶部に記憶することを特徴とする。

10

【0011】

前記演算装置は、主保護用の使用電気量、主保護区間より1区間広いN-1保護用の使用電気量、及び主保護区間より2区間広いN-2保護用の使用電気量を指示しても良い。

【0012】

前記演算装置は、前記電力系統に系統構成の変化があった場合に、前記使用電気量の取得箇所の更新を行っても良い。

【0013】

前記演算装置は、前記電力系統で事故が発生した場合に、前記使用電気量の取得箇所の更新を行っても良い。

【0014】

本発明の他の態様の電力系統の保護システムとして、電力系統内の電気量を用いて電力系統の事故区間を判別し、事故区間に応じた遮断器を動作せしめる電力系統の保護システムにおいて、前記保護システムは、事故区間に応じた遮断器へ遮断指令を出力する複数の端末装置と、前記端末装置間で情報を伝達するためのネットワークと、を備え、前記端末装置は、前記電力系統内の電気量データを取得する電気量取得部と、取得した前記電力系統内の電気量データを記憶する電気量記憶部と、前記電気量記憶部に記憶された複数の保護区間の電気量データの中から保護演算に使用する保護区間の電気量データを設定する使用電気量設定部と、前記使用電気量設定部が設定した電気量データに基づいて保護演算を行う保護演算部を備えることを特徴とする。

20

【0015】

また、電力系統の事故区間に応じた遮断器へ遮断指令を出力する複数の端末装置と、前記端末間で情報を伝達するためのネットワークと、前記ネットワークに接続し、前記端末装置に保護演算に使用する電気量データを指定する使用電気量の指示をする演算装置を備える電力系統の保護方法も、本発明の一態様である。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1の実施形態における電力系統の保護システムの構成を示すブロック図である。

40

【図2】本発明の第1の実施形態におけるDMD端末の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施形態における電気量テーブルに記憶する電気量データの一例を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態における演算処理部の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の第1の実施形態における主保護区間、N-1保護区間、N-2保護区間をしめす概略図である。

【図6】本発明の第1の実施形態における演算用データベースに記憶する使用電気量の一例を示す図である。

【図7】本発明の第1の実施形態における電力系統の保護の工程を示すフローチャートである。

【図8】本発明の第1の実施形態において電力系統の保護を示す概略図である。

50

【図9】本発明の第1の実施形態において電力系統の保護におけるタイムチャートである。

【図10】本発明の他の実施形態における演算用データベースに記憶する使用電気量の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

[1. 第1の実施の形態]

以下には、本発明による第1の実施の形態として、電力系統の保護システムの実施の形態を、図1～図6を用いて説明する。本実施形態の電力系統の保護システムは、電力系統内の電気量を用いて電力系統の事故区間を判別し、事故区間に応じた遮断器を動作せしめる。事故区間は、遮断器の動作状況に応じて、最短区間、最短区間より1区間広いN-1区間、最短区間より2区間広いN-2区間と拡大させる。また、事故を検出するために行う差動演算を行うDMD端末では、ネットワークを介して系統内の変流器CTからの電気量データを受信し、その電気量データを基にして演算を行う。DMD端末は、同じくネットワークを介して演算処理部から、どの電気量データを使用し、差動演算を行うかの指示を受け付ける。

【0018】

[1-1. 構成]

図1は、本発明の電力系統の保護システムの概略を示す構成図である。本発明の電力系統10には、変流器CT1～6と遮断器CB1～6が設けられる。電力系統の保護システム1は、事故区間に応じた遮断器CBへ遮断指令を送出するためにDMD端末2a～2fと、DMD端末2a～2f間に繋ぐネットワーク3、DMD端末2a～2fにおいて、差動演算を行う際に使用する電気量を指示する演算処理部4を備える。

【0019】

図示はしないが電力系統10には電気所が含まれる。この電気所に対して送電するための母線11A～11Dや、電気所間を結ぶ送電線12A～12Cにより電力系統10は構成される。本発明の電力系統の保護システム1は、その電力系統10内の送電線12A～12Cに設けられた変流器CT1～6と遮断器CB1～6のデータを基にして、動作させる遮断器CB1～6を決定し電力系統の保護を行う。

【0020】

電力系統の保護システム1では、電力系統を構成する母線11A～11Dや、送電線12A～12Cの任意の場所に変流器CT及び遮断器CBを設置する。本実施形態では、母線11Aに対して送電線12Aの一端が接続している。この送電線12Aの母線11Aと接続する端部に変流器CT1と遮断器CB1とを配置する。

【0021】

また、送電線12Aの一方の端部には、母線11Bと送電線12Bとが接続される。送電線12Aの母線11Bと送電線12Bと接続する端部には、変流器CT2と遮断器CB2とを配置する。

【0022】

送電線12Bの母線11Bと接続する端部には、変流器CT3と遮断器CB3とを配置する。送電線12Bの一方の端部には、母線11Cと送電線12Cが接続される。送電線12Bの母線11Cと接続する端部には、変流器CT4と遮断器CB4とを配置する。

【0023】

送電線12Cの母線11Cと接続する端部には、変流器CT5と遮断器CB5とを配置する。送電線12Cの一方の端部には、母線11Dが接続される。送電線12Cの母線11Dと接続する端部には、変流器CT6と遮断器CB6とを配置する。

【0024】

送電線12Aの端部に配置された変流器CT1と遮断器CB1はDMD端末2aと、送電線12Aの他端に配置された変流器CT2と遮断器CB2はDMD端末2bと、送電線12Bの端部に配置された変流器CT3と遮断器CB3はDMD端末2cと、送電線12Cの端部に配置された変流器CT4と遮断器CB4はDMD端末2dと、送電線12Dの端部に配置された変流器CT5と遮断器CB5はDMD端末2eと、送電線12Eの端部に配置された変流器CT6と遮断器CB6はDMD端末2fとされる。

10

20

30

40

50

B の他端に配置された変流器 C T 4 と遮断器 C B 4 は D M D 端末 2 d と、送電線 1 2 C の端部に配置された変流器 C T 5 と遮断器 C B 5 は D M D 端末 2 e と、送電線 1 2 C の他端に配置された変流器 C T 6 と遮断器 C B 6 は D M D 端末 2 f と、データの送受信可能に構成される。変流器 C T 1 ~ 6 から D M D 端末 2 a ~ 2 f に対しては、変流器 C T 1 ~ 6 で検出した電流データが送信される。遮断器 C B 1 ~ 6 から D M D 端末 2 a ~ 2 f に対しては、遮断器の動作情報が送信される。D M D 端末 2 a ~ 2 f から遮断器 C B 1 ~ 6 に対しては、遮断器の遮断指令が送信される。

【 0 0 2 5 】

D M D 端末 2 a で受信した変流器 C T 1 で検出した電気量は、ネットワーク 3 を介して、D M D 端末 2 b ~ 2 f に対して伝達される。同様に D M D 端末 2 b ~ 2 f で受信した変流器 C T 2 ~ 6 で検出した電気量は、ネットワーク 3 を介して各 D M D 端末 2 a ~ 2 f に対して伝達される。

【 0 0 2 6 】

D M D 端末 2 a ~ 2 f で受信した変流器 C T 1 ~ 6 で検出した電気量は、ネットワーク 3 を介して、演算処理部 4 に対して伝達される。また、D M D 端末 2 a ~ 2 f で受信した遮断器 C B 1 ~ C B 6 の遮断器データもネットワーク 3 を介して、演算処理部 4 に対して伝達される。演算処理部 4 では、受信した電気量 C T 1 ~ 6 及び遮断器 C B 1 ~ C B 6 の遮断器データに基づいて、各 D M D 端末 2 a ~ 2 f の保護演算を行うために使用する電気量を指示する使用電気量指示を出力する。

【 0 0 2 7 】

D M D 端末 2 a ~ 2 f は、事故区間に応じた遮断器へ遮断指令を出力する。図 2 に示すように D M D 端末 2 a は、電気量取得部 2 1、遮断器データ取得部 2 2、送信部 2 3、受信部 2 4、電気量テーブル 2 5、電気量選択部 2 6、保護演算部 2 7、出力部 2 8 を備える。

【 0 0 2 8 】

電気量取得部 2 1 は、電力系統 1 0 に設置された変流器 C T 1 で検出した電気量データ I_{t_1} を取得する。電気量データ I_{t_1} は、時間 t における瞬時値データである。変流器 C T 1 で検出した電気量データ I_{t_1} はアナログデータであり、電気量取得部 2 1 はアナログデータの電気量データ I_{t_1} をデジタルデータに変換する機能を備える。電気量取得部 2 1 で取得した電気量データ I_{t_1} は、電気量テーブル 2 5 と、送信部 2 3 に対して出力される。

【 0 0 2 9 】

遮断器データ取得部 2 2 は、電力系統に設置された遮断器 C B 1 の遮断器情報である遮断器データを取得する。遮断器情報は、遮断器の投入 / 遮断情報を示す情報である。遮断器データ取得部 2 2 で取得した遮断器情報は、送信部 2 3 に対して出力される。

【 0 0 3 0 】

送信部 2 3 は、ネットワーク 3 と接続し電気量データ I_{t_1} 及び遮断器情報 b 1 を送信する。送信部 2 3 から送信される電気量データ I_{t_1} は、D M D 端末 2 b ~ 2 f の受信部 2 4 に対して出力される。受信部 2 4 は、ネットワーク 3 と接続し、D M D 端末 2 b ~ 2 f から送信された電気量データ $I_{t_2} \sim I_{t_6}$ を受信する。受信部 2 4 で受信した電気量データ $I_{t_2} \sim I_{t_6}$ は、電気量テーブル 2 5 に対して出力される。

【 0 0 3 1 】

電気量テーブル 2 5 は、電気量取得部 2 1 で取得した電気量データ I_{t_1} と、受信部 2 4 で受信した電気量データ $I_{t_2} \sim I_{t_6}$ を記憶する。図 3 は、電気量テーブル 2 5 に記憶される電気量テーブルの一例である。電気量は、各 D M D 端末 2 a ~ 2 f の時間 t における電気量として記憶される。例えば、時間 t_1 における D M D 端末 2 a ~ 2 f の電気量は、 $I_{t_1} \sim I_{t_6}$ として表される。

【 0 0 3 2 】

電気量選択部 2 6 は、保護演算部 2 7 で差動演算を行う際に使用する電気量の選択を行う。すなわち、保護演算部 2 7 は、差動演算を行う演算部である。差動演算を行うために

10

20

30

40

50

は、保護区間の端の電流値が必要である。電気量選択部26は、電気量テーブルに記憶された電気量データ $I_{t_1} \sim I_{t_6}$ の中から適切なデータを選択することにより、所定の保護区間における差動演算を可能にする。

【0033】

保護演算部27は、電気量データ $I_{t_1} \sim I_{t_6}$ の中から電気量選択部26で選択した電気量データに基づいて保護演算を行う演算部である。保護演算の結果、遮断器CB1で遮断が必要となった場合には、遮断指示を出力部に対して出力する。

【0034】

出力部28は、受信した遮断指示を遮断器CB1に対して出力する。遮断指示を受信した遮断器CB1は、遮断状態となるように動作する。

10

【0035】

演算処理部4は、DMD端末2a～2fから送信された変流器CT1～6で検出した電気量データ $I_{t_1} \sim I_{t_6}$ と、遮断器CB1～6の遮断器データに基づいて、対象となるDMD端末2a～2fで差動演算を行う際の電気量を選択する基準となる使用電気量を指示する。演算処理部4は、図4に示すように、受信部41、演算範囲選択部42、使用電気量決定部43、演算用データベース44、出力部45とを備える。

【0036】

受信部41は、ネットワーク3と接続し、変流器CT1～6で検出した電気量データ $I_{t_1} \sim I_{t_6}$ と、遮断器CB1～6の遮断器データを受信する。

【0037】

演算範囲選択部42は、演算用データベース44を参照し、受信した電気量データ $I_{t_1} \sim I_{t_6}$ と、遮断器CB1～6の遮断器データに基づき演算範囲を主保護、N-1、N-2から選択する。主保護の場合の演算範囲は、最少の区間の演算を行う範囲であり、N-1の場合は、主保護区間より1区間広い範囲、N-2の場合は、主保護区間より2区間広い範囲である。

20

【0038】

例えば、図5は、送電線12Bで事故が起こった場合の主保護区間、N-1の保護区間、N-2の保護区間を示す図である。図5に示すように、主保護区間は、送電線12Bに設置されたCB3とCB4の間の区間LP1となる。この場合、N-1の保護区間は、主保護区間より1区間広くなり、送電線12Aに設置されたCB2と、送電線12Cに設置されたCB5との間の区間となる。さらに、N-1の保護区間内の遮断器の動作状態を検出し、保護区間の範囲を限定することもできる。つまり、N-1の保護区間の範囲を、後述のCBF検出部46の検出結果に基づいて、主保護区間LP1の左右どちらかにだけ1区間広く設定する。換言すれば、限定したN-1の保護区間内に、事故区間が残るようN-1の区間を設定する。例えば、N-1の保護区間の範囲を主保護区間LP1の左に1区間広く設定した場合(図5のN-1(左))の保護区間は、送電線12Aに設置されたCB2と、送電線12Bに設置されたCB4の間の区間である。また、N-1の保護区間の範囲を主保護区間LP1の右に1区間広く設定し場合(図5のN-1(右))の保護区間は、送電線12Bに設置されたCB3と、送電線12Cに設置されたCB5との間の区間である。

30

【0039】

また、N-2の保護区間は、主保護区間より2区間広くなり、送電線12Aに設置されたCB1と、送電線12Cに設置されたCB6との間の区間となる。また、N-2の保護区間もN-1の保護区間と同様に、範囲を限定することもできる。つまり、N-2の保護区間の範囲として、N-1の保護区間の左右どちらかにだけ1区間広く設定する。この場合も、限定したN-2の保護区間内に、事故区間が残るようN-2の区間を設定する。例えば、N-2の保護区間をN-1保護区間の左に1区間広く設定した場合(図5のN-2(左))の保護区間は、送電線12Aに設置されたCB1と、送電線12Cに設置されたCB5との間の区間である。また、N-2の保護区間の範囲をN-1保護区間の右に1区間広く設定した場合(図5のN-2(右))の保護区間は、送電線12Aに設置されたC

40

50

B 2 と、送電線 1 2 C に設置された C B 6 との間の区間である。同様に、主保護区間を送電線 1 2 A や 1 2 C の区間とした場合も、図示されない範囲も含めて左右に N - 1 の保護区間と N - 2 の保護区間が定義される。

【 0 0 4 0 】

また、演算範囲選択部 4 2 における演算範囲の選択には、電気力系統内の遮断器 C B の遮断器不動作 (C B F) を検出する C B F 検出部 4 6 と、その C B F 検出部 4 6 での検出結果に基づいて N - 1 及び N - 2 の保護区間を決定する拡大方向決定部 4 7 を備える。

【 0 0 4 1 】

使用電気量決定部 4 3 は、演算用データベース 4 4 を参照し、演算範囲選択部 4 2 で選択した保護区間の際に各 D M D 端末 2 a ~ 2 f の保護演算で使用する電気量を決定する。
10 演算用データベース 4 4 は、図 6 に示すように、主保護区ごとの主保護の際に使用する使用電気量、N - 1 区間の使用電気量、N - 2 区間の使用電気量が記憶されている。使用電気量決定部 4 3 は、演算用データベース 4 4 に記憶されている使用電気量を基に、使用電気量指示を出力する。すなわち、主保護区間 L P 1 の場合に、N - 1 区間で差動演算を行うためには、変流器 C T 2 、C T 5 の電流データを使用するとの使用電気量指示を出力し、N - 2 区間で差動演算を行うためには、変流器 C T 1 、C T 6 の電流データを使用するとの使用電気量指示を出力する。

【 0 0 4 2 】

出力部 4 5 は、使用電気量決定部 4 3 が決定した使用電気量をネットワーク 3 を介して各 D M D 端末 2 a ~ 2 f に出力する。出力された使用電気量指示は各 D M D 端末 2 a ~ 2 f の電気量選択部に入力する。
20

【 0 0 4 3 】

[1 - 2 . システム動作]

以上のような構成を有する図 1 の電力系統の保護システム 1 の動作の概略は次の通りである。図 7 は、電力系統の保護システム 1 の保護における工程を示すフローチャートである。D M D 端末 2 a ~ 2 f は、電力系統 1 0 の各部の電流を変流器 C T 1 ~ 6 より取り込む。また、D M D 端末 2 a ~ 2 f は、自ら取り込んだ電流データを、ネットワーク 3 を介して他の D M D 端末に対して送信する。D M D 端末 2 a ~ 2 f は、電力系統内で取り込んだ電流データを電気量テーブル 2 5 内に記憶しておく。また、D M D 端末 2 a ~ 2 f は、自ら取り込んだ電流データを、ネットワーク 3 を介して演算処理部 4 に伝送する。
30

【 0 0 4 4 】

演算処理装置 4 は、D M D 端末 2 a ~ 2 f に対して、主保護用の電流データを使用し差動演算による保護演算を行うように指示する (S 0 1)。各 D M D 端末 2 a ~ 2 f では、遮断器 C B で区分された最小の事故区間と事故様相を判定するために、D M D 端末 2 a ~ 2 f から伝送された電力系統 1 0 内の電流データに基づき、差動演算による保護演算を行う (S 0 2)。

【 0 0 4 5 】

保護演算では、事故が発生していない場合には、差動電流値 I_d は 0 近傍にあることから、C T 固有誤差を考慮して差動電流値 I_d が設定値 K 以上である事を判定する (S 0 3)。なお具体的な差動演算では右辺が固定的な設定値 K と電流の大きさに比例する設定値との和からなるが、公知であり、ここでは簡略化して設定値 K とのみ記している。
40

【 0 0 4 6 】

差動電流値 I_d が設定値 K 未満である場合 (S 0 3 の N O) には、引き続き保護演算を行う (S 0 2)。差動電流値 I_d が設定値 K を超える場合 (S 0 3 の Y E S) には、確認のため例えば 5 m s 待機する (S 0 4)。その後、遮断対象となる遮断器を選択する。遮断器の選択は、D M D 端末 2 a ~ 2 f での差動演算の結果に基づき選択される (S 0 5)。そして対象となる遮断器 C B に対して遮断指示を出力可能な D M D 端末 2 a ~ 2 f から遮断指示が出力される (S 0 6)。

【 0 0 4 7 】

その後、各 D M D 端末 2 a ~ 2 f は、演算処理装置 4 からの指示に基づき、N - 1 保護

区間用の電流データを使用した差動演算による保護演算に切り替える（S11）。各DMD端末2a～2fでは、演算処理装置4からの使用電気量指示に基づいて、電気量テーブルに記憶された電気量データを使用し、差動演算による保護演算を行う（S12）。

【0048】

保護演算の方法は、主保護用の電流データを使用する場合と同様であり、事故が発生していない場合には、差動電流値 I_d は0近傍にあることから、CT固有誤差を考慮して差動電流値 I_d が設定値K以上である事を判定する（S13）。差動電流値 I_d が設定値K未満である場合（S13のNO）には、主保護用の電流データを使用した遮断器の動作により、保護が行われているので、N-1保護区間用の電流データを使用した差動演算による保護演算を行わず終了する。差動電流値 I_d が設定値K以上である場合（S13のYE）には、遮断器不動作（CBF）と判定し、不動作の遮断器CBの検出を行う（S15、S16）。

【0049】

動作をしなかった遮断器CBの場所に基づいて、N-1区間の決定を行う（S16）。その後、N-1で拡大処理を行うために遮断対象となる遮断器を選択する。遮断器の選択は、演算処理部4の拡大方向決定部により決定する（S17）。そして対象となる遮断器CBに対して遮断指示を出力可能なDMD端末2a～2fから遮断指示が出力される（S18）。

【0050】

その後、各DMD端末2a～2fは、演算処理装置4からの指示に基づき、N-2保護区間用の電流データを使用した差動演算による保護演算に切り替える（S21）。以下の工程は、N-1保護区間用の電流データを使用した保護演算時と同様である（S22～28）。

【0051】

【1-3. 事故除去動作の具体例】

例えば、図8(a)では、主保護区間LP1として送電線12Bの両端にある変流器CT3とCT4から取り込まれた電流データ I_{t3} と I_{t4} を用いた保護演算を行う。主保護区間LP1において、系統事故が発生した場合には、 $I_{t3} + I_{t4}$ より求められる差動電流値 I_d は、設定値K以上となる。この結果を受けて、遮断器CB3と遮断器CB4に対して遮断指示が行われる。その後、保護区間をN-1に拡大した差動演算が行われる。保護演算における差動電流値 I_d は、 $I_{t2} + I_{t5}$ より求められる。図8(a)では、遮断器CB3、CB4が正常に動作し、電流を遮断しているので I_{t3} と I_{t4} は0である。また、事故電気流が遮断器CB3、CB4で遮断されているためN-1区間に流れる電流は $I_{t2} + I_{t5}$ は設定値K未満となり、保護演算を終了する。

【0052】

一方、図8(b)では、遮断器CB2、CB3、CB5が正常、CB4が不動作である。このため、遮断器CB4では遮断が行われずN-1区間には故障による電流が流れることとなる。そのため $I_{t2} + I_{t5}$ は、設定値K以上となる。この結果と、遮断を拡大すべき方向が主保護区間LP1の左側(CB2側)と右側(CB5側)のいずれであるのかの拡大方向決定を受けて、遮断器CB5に対して遮断指示が行われる。図8(b)では、遮断を拡大すべき方向が右側(CB5側)という決定を受けた場合の、主保護区間LP1の右へ1区間広げた区間(N-1保護(右))が保護区間である。

【0053】

その後、保護区間をN-2に拡大した差動演算が行われる。保護演算における差動電流値 I_d は、 $I_{t1} + I_{t6}$ より求められる。図8(b)では、遮断器CB3、CB5が共に正常に動作しているので、遮断器CB3、CB5により遮断が行われためN-1区間を超えて事故による電流が流れることはない。そのため、N-2区間に流れる電流 $I_{t1} + I_{t6}$ は設定値K未満となり、保護演算を終了する。

【0054】

一方、図8(c)では、遮断器CB1、CB2、CB3、CB6が正常、遮断器CB4

10

20

30

40

50

、 C B 5 が不動作であるため、遮断器 C B 5 では遮断が行われず N - 2 区間には故障による電流が流れることとなる。そのため $I_{t1} + I_{t6}$ は、設定値 K 以上となる。この結果と、遮断を拡大すべき方向が N - 1 区間の左側 (C B 1 側) と右側 (C B 6 側) のいずれであるのかの拡大方向決定を受けて、遮断器 C B 6 に対して遮断指示が行われる。図 8 (c) では、遮断を拡大すべき方向が右側 (C B 6 側) という決定を受けた場合の、 N - 1 の区間の右へ 1 区間広げた区間 (N - 2 保護 (右)) が保護区間である。

【 0 0 5 5 】

図 8 (c) では、遮断器 C B 6 は正常に動作しているので、遮断器 C B 3 、 C B 6 により遮断が行われた時点で N - 2 区間を超えて事故電流が流れないため、保護演算を終了する。

10

【 0 0 5 6 】

以上の様に、保護演算における差動電流値 I_d として選択する電気量を変更することにより、同じ構成のままに、保護区間を主保護区間、主保護区間より 1 区間拡大した N - 1 区間、主保護区間より 2 区間拡大した N - 2 区間と拡大することができる。

【 0 0 5 7 】

[拡大差動シーケンス]

図 9 (a) のタイムチャートに示すように、主保護区間の保護演算における差動電流値 I_d は設定値 K 以上という結果を受けた主保護区間の保護演算後、一定時間 (例えば 5 m s) の待機の後に遮断器に対して遮断指示が出力される。その後、行われる保護区間を N - 1 に拡大した差動演算の結果、差動電流値 I_d は設定値 K 未満となり、保護演算を終了する。

20

【 0 0 5 8 】

図 9 (b) のタイムチャートに示すように、主保護区間の保護演算における差動電流値 I_d は設定値 K 以上という結果を受けた主保護区間の保護演算後、例えば 5 m s の待機の後に遮断器に対して遮断指示が出力される。その後、行われる保護区間を N - 1 に拡大した差動演算の結果、差動電流値 I_d は設定値 K 以上となる。

【 0 0 5 9 】

その結果を受けて一定時間 (例えば 150 m s) の遮断器 C B の遮断器不動作 (C B F) を検出時間後、遮断器に対して遮断指示が出力される。その後、行われる保護区間を N - 2 に拡大した差動演算の結果、差動電流値 I_d は設定値 K 未満となり、保護演算を終了する。

30

【 0 0 6 0 】

図 9 (c) のタイムチャートでは、保護区間を N - 1 に拡大した差動演算の結果、差動電流値 I_d は設定値 K 以上となる。その結果を受けて例えば 150 m s の遮断器 C B の遮断器不動作 (C B F) を検出時間後、遮断器に対して遮断指示が出力される。その後、行われる保護区間を N - 2 に拡大した差動演算の結果、差動電流値 I_d は設定値 K 以上となる。その結果を受けて例えば 150 m s の遮断器 C B の遮断器不動作 (C B F) を検出時間後、遮断器に対して遮断指示が出力される。

【 0 0 6 1 】

[1 - 4 . 効果]

40

以上のように、本発明の電力系統の保護システムによれば、 D M D 端末における保護演算部において、差動演算を行うための電気量データを切替えることで、最短区間、最短区間より 1 区間広い N - 1 区間、最短区間より 2 区間広い N - 2 区間と拡大させることができる。

【 0 0 6 2 】

また、本発明では、 D M D 端末 2 a ~ 2 f は、自らの電気量取得部で取得した電気量データと、電力系統 10 内の他の D M D 端末の電気取得部で取得した電気量データを電気量テーブルに記憶する。この際、電気量データをネットワーク 3 を介して送受信することで、系統内の電気量データをほぼリアルタイムで電気量テーブルに記憶することができる。

【 0 0 6 3 】

50

さらに、保護区間を拡大する場合に、系統における遮断器の動作情報に基づいて拡大方向を決定する。これにより、保護区間をN-1、N-2と拡大した場合にでも、保護区間の範囲を最低限に抑えることができる。そのため、保護動作により影響を受ける区間を狭くすることができる。また、この第1の実施形態では、拡大方向の決定を遮断器の動作情報に基づいて決定したが、他の情報に基づいて決定してもよい。

【0064】

[2. 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、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。
10 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。

【0065】

例えば、第1の実施形態では、演算範囲選択部42における演算範囲を主保護、N-1、N-2から選択したが、Nは3以上でもよい。N-3まで選択する場合には、図10の様に演算データベースにおいて、N-3を選択した場合の使用電気量の取得箇所を記憶しておく。

【0066】

また、演算処理部4の演算用データベースには、主保護区間における使用電気量取得箇所、N-1区間における使用電気量取得箇所、N-2区間における使用電気量取得箇所を記憶しておくが、それぞれの使用電気量の記憶のタイミングは、電力系統10に新たな変電所を追加するなどの系統構成の変化があったタイミングで内容を更新することもできる。これにより、実情に合う電力系統10に対して保護を行うことができる。
20

【0067】

さらに、使用電気量取得箇所の記憶のタイミングは、系統において事故が発生したタイミングでも良い。系統において事故が発生したタイミングで更新を行うことにより、その事故の内容に合わせた使用電気量のみを記憶すればよいので、データの容量が少なくなると共に、更新の手間も減少する。

【0068】

また例えば、第1の実施形態では、使用電気量や拡大方向の決定を演算処理部4で実行したが、これらの方もしくは両方を、DMD端末2a～2fで実行させてもよい。この場合、使用電気量の決定には、演算用データベース44をDMD端末2a～2fに持たせずに、あらかじめ手動でDMD端末に設定しておく方法をとることもできる。
30

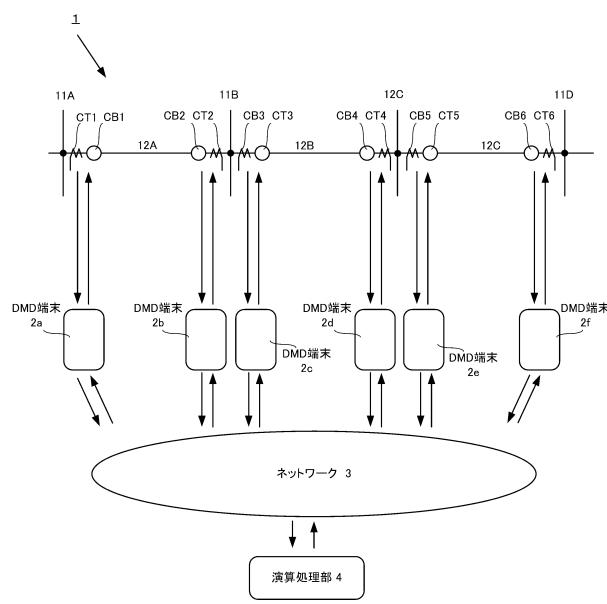
【符号の説明】

【0069】

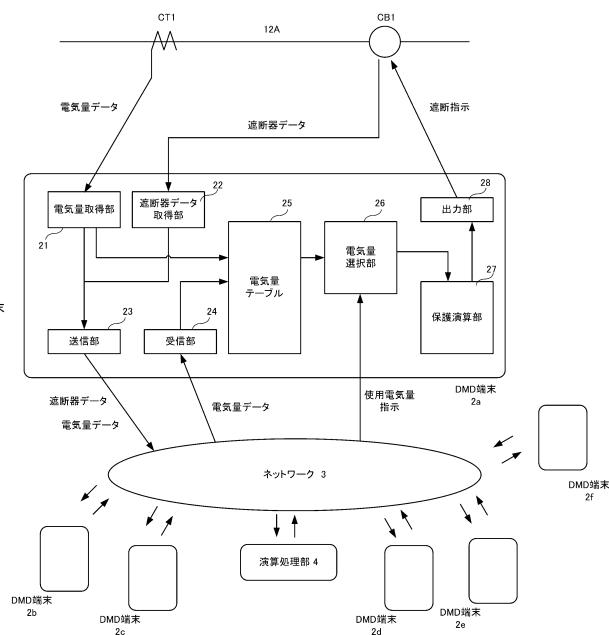
1	…	保護システム	
1 0	…	電力系統	
1 1 A ~ 1 1 D	…	母線	
1 2 A ~ 1 2 C	…	送電線	
2 a ~ 2 f	…	DMD端末	40
2 1	…	電気量取得部	
2 2	…	遮断器データ取得部	
2 3	…	送信部	
2 4	…	受信部	
2 5	…	電気量テーブル	
2 6	…	電気量選択部	
2 7	…	保護演算部	
2 8	…	出力部	
3	…	ネットワーク	
4	…	演算処理部	50

- 4 1 ... 受信部
 4 2 ... 演算範囲選択部
 4 3 ... 使用電気量決定部
 4 4 ... 演算用データベース
 4 5 ... 出力部
 4 6 ... 遮断器不動作検出部
 4 7 ... 拡大方向決定部

【図1】



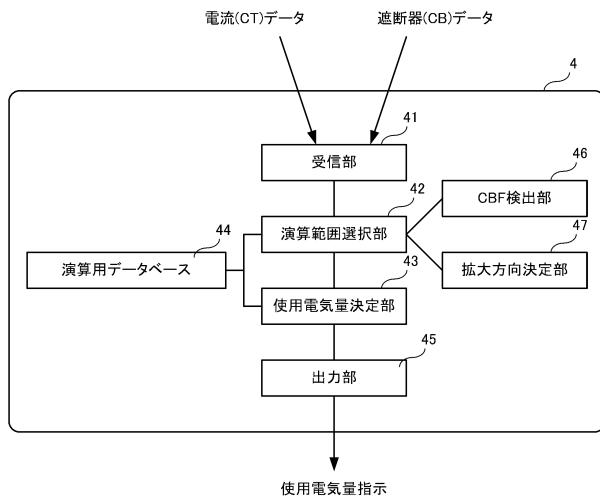
【図2】



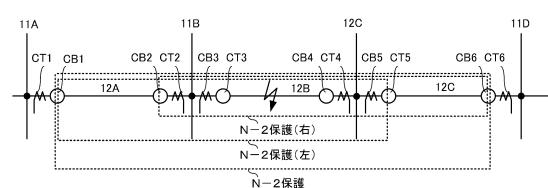
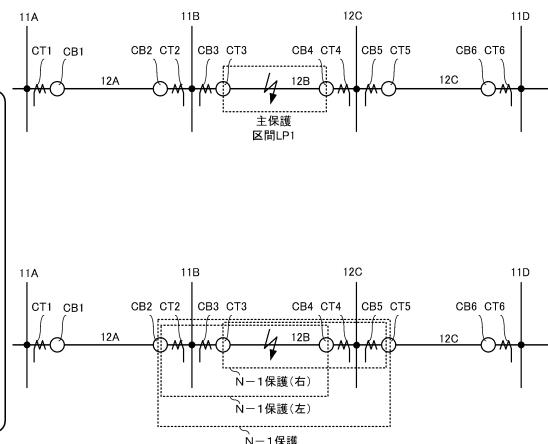
【図3】

時間=t	DMD端末装置 1	DMD端末装置 2	DMD端末装置 3	DMD端末装置 4	DMD端末装置 5	DMD端末装置 6
t1	I ₁₁	I ₂₁	I ₃₁	I ₄₁	I ₅₁	I ₆₁
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図4】



【図5】

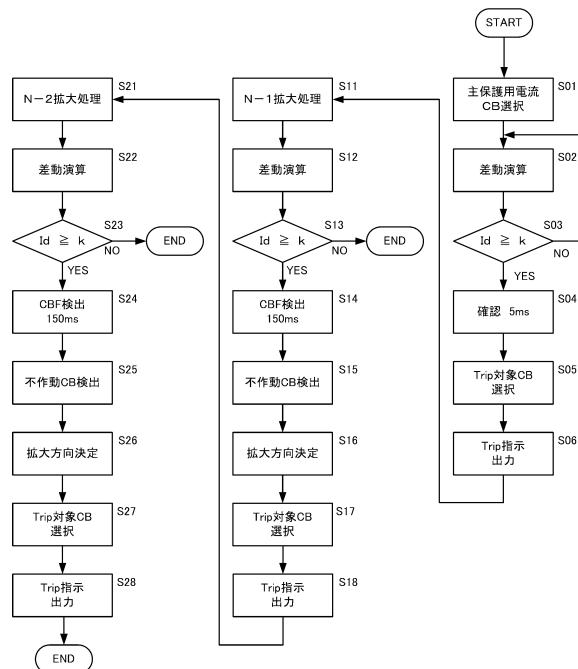


【図6】

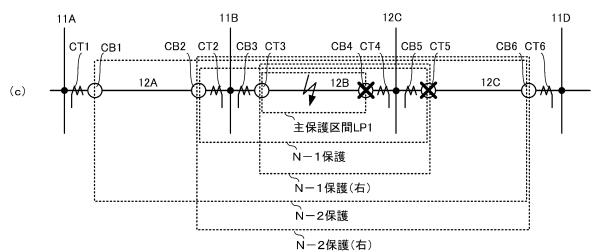
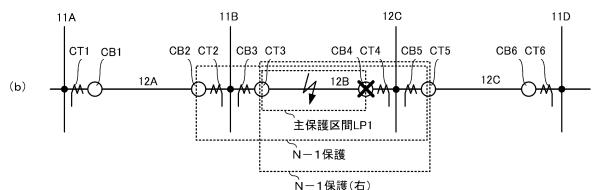
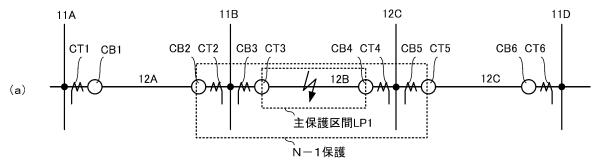
演算用データベース

主保護区間	主保護の使用電気量	N-1の使用電気量	N-2の使用電気量
LP1	CT3+CT4	CT2+CT5	CT1+CT6
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮

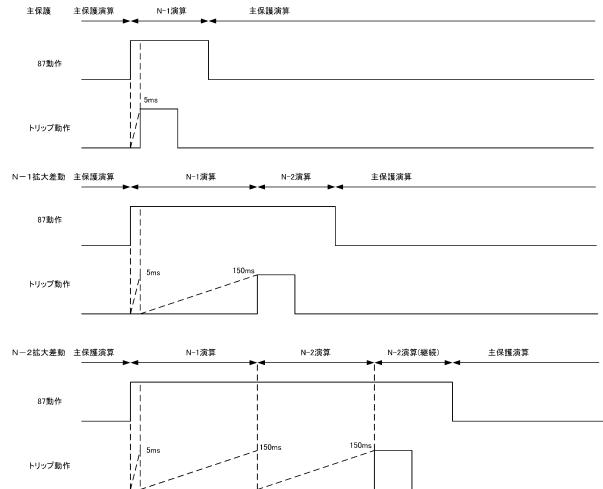
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

演算用データベース

主保護 の 区間	主保護の 使用電気量	N-1の 使用電気量	N-2の 使用電気量	N-3の 使用電気量
LP1	CT3+CT4	CT2+CT5	CT1+CT6	...
...

フロントページの続き

(72)発明者 杉浦 秀昌
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 河原田 明
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 中司 智教
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 福島 将太
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 高橋 優斗

(56)参考文献 特開平08-340632(JP, A)
特開平05-207645(JP, A)
特開2001-045645(JP, A)
特開平10-248158(JP, A)
特開2004-088919(JP, A)
特開2005-192352(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02H1/00-3/07,
H02H3/26-3/30,
H02H7/22-7/30,
H02H99/00