

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6790405号
(P6790405)

(45) 発行日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(24) 登録日 令和2年11月9日(2020.11.9)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 R 15/18 (2006.01) GO 1 R 15/18 B
GO 1 R 31/08 (2020.01) GO 1 R 31/08

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2016-61364 (P2016-61364)	(73) 特許権者	000211307 中国電力株式会社 広島県広島市中区小町4番33号
(22) 出願日	平成28年3月25日(2016.3.25)	(74) 代理人	110000176 一色国際特許業務法人
(65) 公開番号	特開2017-173212 (P2017-173212A)	(72) 発明者	大原 久征 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内
(43) 公開日	平成29年9月28日(2017.9.28)	(72) 発明者	長谷川 賢一 東京都品川区荏原5丁目2番1号 株式会社三英社製作所内
審査請求日	平成31年2月28日(2019.2.28)	(72) 発明者	内呂 和幸 東京都品川区荏原5丁目2番1号 株式会社三英社製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流検出用センサ及び地絡点標定システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

22kVの特別高圧配電系統である電力系統における地絡点を標定する地絡点標定システムに用いられる電流検出用のセンサであって、

前記電力系統の電力線が貫通するように配置される環状の巻芯と、

前記電力線が地絡した際に前記電力線に生ずる地絡電流を検出するべく前記巻芯に巻回されるコイルと、

を有し、

前記巻芯は、変電所に設けられる変圧器が抵抗接地方式及び非接地方式のいずれであっても、前記電力線に前記地絡電流が流れる際に生ずる磁束の磁束密度が、前記磁束密度と透磁率とが線形の関係性を有する範囲になるような断面積及び長さを有して構成されることを特徴とするセンサ。

【請求項2】

22kVの特別高圧配電系統である電力系統における地絡点を標定する地絡点標定システムであって、

前記電力系統における複数の箇所にそれぞれ設置され、前記電力系統の電力線を流れる地絡電流を計測するセンサと、

前記複数の箇所に設置された前記センサによってそれぞれ計測された前記地絡電流の計測値を用いて、前記地絡点を標定する地絡点標定装置と、
を備え、

前記センサは、
前記電力線が貫通するように配置される環状の巻芯と、
前記電力線が地絡した際に前記電力線に生ずる前記地絡電流を検出するべく前記巻芯に巻回されるコイルと、
を有し、

前記巻芯は、変電所に設けられる変圧器が抵抗接地方式及び非接地方式のいずれであっても、前記電力線に前記地絡電流が流れる際に生ずる磁束の磁束密度が、前記磁束密度と透磁率とが線形の関係性を有する範囲になるような断面積及び長さを有して構成されることを特徴とする地絡点標定システム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、電流検出用センサ及び地絡点標定システムに関する。

【背景技術】

【0002】

電力システムには、地絡事故が発生した場合にいち早く地絡地点を標定することで、地絡事故からの迅速な復旧を可能とするべく地絡点標定システムが設置されている。

【0003】

地絡点標定システムは、電流や電圧などの電力システムの状態を検知するために各所に設置されるセンサと、これらのセンサからの信号を用いて地絡地点を特定する地絡点標定装置と、を有して構成されている。

20

【0004】

電力システムに地絡事故が発生した場合には、電力システムによって大きさが異なる地絡電流が流れる。このため、地絡点標定システムに用いられる電流検出用のセンサは、各電力システムの地絡電流の大きさに応じて、適切な検出レンジを有するものが採用される。またこのようなセンサに関して様々な技術が開発されている（例えば特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平6-314626号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、例えば22kV配電システムの場合は、同じ22kV配電システムであっても、変電所に設けられる変圧器の接地方式が、変圧器の中性点と大地とを抵抗を介して導体に接続して接地する抵抗接地方式であるものと、中性点接地を行わない非接地方式であるものと、があり、変電所に設けられる変圧器の接地方式の違いによって、地絡電流のレンジが大きく異なる。例えば、抵抗接地方式の場合は、中性点が抵抗で接地されているため、地絡電流は数百A（アンペア）程度になるが、非接地方式の場合は数十mA（ミリアンペア）程度である。

40

【0007】

このため、抵抗接地方式の変圧器により電力供給を受ける22kV配電システムの地絡点標定システムでは、数百A程度の電流を計測可能な変流器（CT）を配電線の各相に設置し、これら各相の電流を合成することで零相電流を検出しているが、非接地方式の変圧器により電力供給を受ける22kV配電システムの地絡点標定システムでは、配電線の各相の数十mA程度の電流をまとめて計測する零相変流器（ZCT）を用いて零相電流を検出している。

【0008】

このように、同じ電力システムでありながら、変圧器の中性点接地方式によって異なるセンサが用いられる場合があり、これらの共通化が望まれている。

50

【0009】

本発明は上記課題を鑑みてなされたものであり、地絡点標定システムに用いられる電流検出用のセンサの共通化を促進することを一つの目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

一つの側面に係るセンサは、22kVの特別高圧配電系統である電力系統における地絡点を標定する地絡点標定システムに用いられる電流検出用のセンサであって、前記電力系統の電力線が貫通するように配置される環状の巻芯と、前記電力線が地絡した際に前記電力線に生ずる地絡電流を検出するべく前記巻芯に巻回されるコイルと、を有し、前記巻芯は、変電所に設けられる変圧器が抵抗接地方式及び非接地方式のいずれであっても、前記電力線に前記地絡電流が流れる際に生ずる磁束の磁束密度が、前記磁束密度と透磁率とが線形の関係を有する範囲になるような断面積及び長さを有して構成される。

10

【0011】

その他、本願が開示する課題、及びその解決方法は、発明を実施するための形態の欄の記載、及び図面の記載等により明らかにされる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、地絡点標定システムに用いられる電流検出用のセンサの共通化を促進することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

20

【0013】

【図1】本実施形態に係る地絡点標定システムを示す図である。

【図2】本実施形態に係るセンサ箱を示す図である。

【図3】本実施形態に係る電流検出用のセンサを示す図である。

【図4】本実施形態に係る巻芯の特性を示す図である。

【図5】本実施形態に係る巻芯の特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本明細書および添付図面の記載により、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

【0015】

30

図1に、本発明の実施形態に係る地絡点標定システム1000の全体構成を示す。

【0016】

地絡点標定システム1000は、電力系統（本実施形態では22kV配電系統）において地絡が発生した場合に、地絡が発生した箇所（地絡点P）を標定するためのシステムである。

【0017】

図1に示すように、地絡点標定システム1000は、計測装置10及び地絡点標定装置300を備えて構成される。

【0018】

計測装置10は、配電系統における複数の箇所にそれぞれ設置され、配電系統の電力の状態に応じて変動する物理量を計測する装置である。計測装置10は、配電線500の電流あるいは電圧を含む配電系統の電力の状態に応じて変動する物理量を計測するセンサ150を収容するセンサ箱100と、センサ150による計測結果を地絡点標定装置300に送信する計測端末200と、を有して構成される。

40

【0019】

センサ150により計測される物理量は、配電線500の電流あるいは電圧を含む配電系統の電力の状態に応じて変動する物理量であるが、力率や周波数などを含んでいても良い。本実施形態では、これらの物理量の個々の計測器を総称してセンサ150と称している。また詳細は後述するが、センサ150には、配電線500を流れる電流を計測する電流計測用のセンサ150Aも含まれている。

50

【 0 0 2 0 】

地絡点標定装置 3 0 0 は、複数の箇所の計測装置 1 0 によってそれぞれ計測された物理量の計測値に基づいて地絡点を標定する装置である。

【 0 0 2 1 】

なお配電線 5 0 0 は 3 相であることが多いが、図 1 には、記載の簡略化のために配電線 5 0 0 を 1 本のみ記載している。そのため、図 1 には、各計測端末 1 0 は、一つのセンサ箱 1 0 0 を有するように記載されているが、図 2 に示すように、配電線 5 0 0 の各相にそれぞれセンサ箱 1 0 0 を有している。

【 0 0 2 2 】

そしてセンサ箱 1 0 0 は、各相の配電線 5 0 0 にそれぞれ装着されて、各センサ箱 1 0 0 に收容されるセンサ 1 5 0 によって、配電系統の電力の状態に応じて変動する物理量が計測される。

10

【 0 0 2 3 】

センサ箱 1 0 0 は、センサ 1 5 0 と、センサ 1 5 0 を覆う金属製の外箱 1 1 0 と、外箱 1 1 0 を電柱 6 0 0 の腕金 6 2 0 に固定するための装柱金具 1 2 0 と、を有して構成される。

【 0 0 2 4 】

センサ箱 1 0 0 を電柱 6 0 0 に設置する場合は、先に地上で各相のセンサ箱 1 0 0 を腕金 6 2 0 に固定して全体を一体化しておき、腕金 6 2 0 ごと柱上の所定の装着位置に持ち上げて、腕金装着具 6 1 0 によって電柱 6 0 0 に固定するようにすればよい。このため、センサ箱 1 0 0 の設置工事も容易に行うことができる。

20

【 0 0 2 5 】

計測端末 2 0 0 は、配電線 5 0 0 の各相のセンサ 1 5 0 によって計測された物理量の計測値を、通信路 4 0 0 を介して地絡点標定装置 3 0 0 に送信する装置である。

【 0 0 2 6 】

また計測端末 2 0 0 は、センサ 1 5 0 によって直接計測された配電線 5 0 0 の各相の物理量の値（直接計測値）を用いて、配電系統の電力の状態に応じて変動する他の物理量の値（間接計測値）を算出して、地絡点標定装置 3 0 0 に送信することもできる。

【 0 0 2 7 】

例えば計測端末 2 0 0 は、センサ箱 1 0 0 から配電線 5 0 0 の各相の電流値（直接計測値）を取得して、これらの電流値を合成することで零相電流（間接計測値）を算出し、地絡点標定装置 3 0 0 に送信するようにすることができる。あるいは計測端末 2 0 0 は、センサ箱 1 0 0 から配電線 5 0 0 の各相の電圧値（直接計測値）を取得して、これらの電圧値を合成することで零相電圧（間接計測値）を算出し、地絡点標定装置 3 0 0 に送信するようにすることができる。

30

【 0 0 2 8 】

なお計測端末 2 0 0 は、GPS 衛星 2 0 0 0 から現在時刻を受信しており、上記直接計測値や間接計測値を時刻情報と対応付けて地絡点標定装置 3 0 0 に送信している。

【 0 0 2 9 】

地絡点標定装置 3 0 0 は、配電系統における複数の箇所に設置されている計測装置 1 0 によって計測されたそれぞれの計測値に基づいて、地絡点 P を標定する装置である。

40

【 0 0 3 0 】

地絡点 P を標定する方法としては様々な方法が開発されているが、例えば地絡点標定装置 3 0 0 は、各地の計測端末 2 0 0 から送信されてくる零相電流及び零相電圧から、各地の計測装置 1 0 におけるサージ電流及びサージ電圧の到達時刻を特定することにより、地絡点 P を標定する。

【 0 0 3 1 】

ところで、本実施形態に係る配電系統は 2 2 k V 配電系統であるため、変電所（不図示）に設けられる変圧器（不図示）の接地方式が、抵抗接地方式である場合と非接地方式である場合と、がある。抵抗接地方式は変圧器の中性点と大地とを抵抗を介して導体で接続

50

して接地する方式であり、非接地方式は中性点接地を行わない方式である。

【 0 0 3 2 】

そのため、配電線 5 0 0 に地絡が発生した場合に、変電所に設けられる変圧器の接地方式の違いによって、地絡電流のレンジが大きく異なる。例えば、抵抗接地方式の場合は、中性点が抵抗で接地されているため、地絡電流は数百 A (アンペア) 程度になるが、非接地方式の場合は数十 mA (ミリアンペア) 程度である。

【 0 0 3 3 】

この点に関し、本実施形態に係る電流検出用のセンサ 1 5 0 A は、いずれの接地方式であっても地絡電流を検出可能に構成されている。

【 0 0 3 4 】

本実施形態に係る電流検出用のセンサ 1 5 0 A を図 3 に示す。

【 0 0 3 5 】

図 3 に示すように、センサ 1 5 0 A は、配電線 5 0 0 が貫通するように設けられる環状の巻芯 1 5 1 と、配電線 5 0 0 が地絡した際に配電線 5 0 0 に生ずる地絡電流を検出するべく巻芯 1 5 1 に巻回されるコイル 1 5 2 と、を有して構成されている。

【 0 0 3 6 】

配電線 5 0 0 に地絡電流が流れると、巻芯 1 5 1 の磁束が変化し、それに伴ってコイル 1 5 2 を流れる電流が変化する。コイル 1 5 2 を流れる電流を不図示の検出器により検出することにより、配電線 5 0 0 に流れる地絡電流を検出することができる。

【 0 0 3 7 】

ここで、本実施形態に係るセンサ 1 5 0 A の巻芯 1 5 1 は、配電線 5 0 0 に地絡電流が流れる際に生ずる磁束の磁束密度 B が所定値以下となるように形成されている。

【 0 0 3 8 】

以下に説明するように、巻芯 1 5 1 に生ずる磁束の磁束密度 B になるべく小さくなるようにセンサ 1 5 0 A を形成することにより、センサ 1 5 0 A が検出可能な地絡電流のレンジを拡大することができる。これにより、22 kV 配電系統の変圧器の接地方式が抵抗接地方式あるいは非接地方式のいずれであっても、地絡電流を検出することが可能となる。

【 0 0 3 9 】

つまり、巻芯 1 5 1 に生ずる磁束の磁束密度 B が所定値以下になるように小さくすることにより、以下に説明するように、各相の配電線 5 0 0 に装着されるセンサ 1 5 0 A の計測値のばらつきを小さくすることができ、これにより地絡電流を広帯域に計測することが可能となる。以下に、図 4 及び図 5 を参照しながら詳細に説明する。

【 0 0 4 0 】

まず、巻芯 1 5 1 の比透磁率 μ_r と、巻芯 1 5 1 に生ずる磁束の磁束密度 B と、の関係を図 4 に示す。図 4 には、巻芯 1 5 1 がパーマロイコアである場合の特性曲線を例示するが、比透磁率 μ_r の値は、磁束密度 B によって大きく異なることがわかる。

【 0 0 4 1 】

このため、各相のセンサ 1 5 0 A の特性のばらつきを抑えるためには、できるだけ比透磁率 μ_r の変動が小さくなるような範囲の磁束密度 B が巻芯 1 5 1 に発生するようにする必要がある。

【 0 0 4 2 】

図 4 を参照すると、磁束密度 B が小さいほど比透磁率 μ_r の変動が小さいことがわかる。そこで、磁束密度 B が 3 0 0 0 ガウス以下の場合の磁束密度 B と比透磁率 μ_r との関係を拡大して図 5 に示す。

【 0 0 4 3 】

比透磁率 μ_r の変化と磁束密度 B の変化が線形の関係、つまり配電線 5 0 0 に地絡電流が流れる際の磁束密度 B の増加率と比透磁率 μ_r の増加率とが一致する関係にあれば、磁束密度 B の変化に対して比透磁率 μ_r の変化が安定する。そしてこの比透磁率 μ_r が安定する磁束密度 B の範囲が各相のセンサ 1 5 0 A のばらつきが少ない領域となる。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

50

そして、図5を参照すると、磁束密度Bの増加に伴って比透磁率 μ_r がリニアに増加する範囲は、磁束密度Bが所定値以下の範囲であることが分かる。図5に示す場合では、磁束密度Bが1000 Gauss以下となる範囲が好ましい。

【0045】

もちろん、比透磁率 μ_r の変化と磁束密度Bの変化は完全に線形な関係を有さなくても良く、それぞれの増加率あるいは変化率が所定範囲内であれば良い。

【0046】

このように、配電線500に地絡電流が流れる際に巻芯151に生ずる磁束の磁束密度Bが、磁束密度Bの変化に対する比透磁率 μ_r の変化の度合いに基づいて定められる所定値以下となるようにすることで、センサ150Aが検出可能な電流のレンジを拡大することができ、22kV配電系統の変圧器の接地方式が抵抗接地方式あるいは非接地方式のいずれであっても、地絡電流を検出することが可能となる。

10

【0047】

またこのように、磁束密度Bの変化に対する透磁率 μ_r の変化の度合いに基づいて磁束密度Bの上限値である上述した所定値を定めることにより、巻芯151に用いる材料について図4に示したような比透磁率 μ_r と磁束密度Bとの特性を基に、磁束密度Bの上限値を定めることが可能となる。

【0048】

なお、巻芯151に生ずる磁束の磁束密度Bは、磁束に比例するが、巻芯151の断面積S及び長さ(円周長)Lに反比例する。そのため、巻芯151は、地絡電流が発生した場合に巻芯151に生ずる磁束の磁束密度Bが所定値以下に抑制されるように、断面積S及び長さLが所定値以上になるように構成される必要がある。しかしながら一方で、巻芯151の大型化にもある程度の限度があることから、巻芯151は、磁束密度Bが所定値以下に抑制されつつも、ある下限値以上になるような断面積S及び長さLを有するように構成されることになる。

20

【0049】

また、配電線500が地絡した際にコイル152に流れる電流は、コイル152の巻回数に反比例する。そのため、本実施形態に係るセンサ150Aは、コイル152の巻回数が所定値以下になるように定められている。コイル152の巻回数を所定値以下にすることによって、微弱な地絡電流であっても2次電流のレベルが増加することで検出することが可能となるため、地絡電流の検出可能なレンジを広げることが可能となる。

30

【0050】

例えば、非接地方式の配電系統の地絡を検出する場合に、一つの巻芯151内に3相分の配電線500をまとめて貫通させるようなことを行わなくても、各相の配電線500にそれぞれセンサ150Aを設け、それぞれ数十mA程度の地絡電流を検出することが可能となる。

【0051】

このため、22kV配電系統の変圧器の接地方式が抵抗接地方式であっても非接地方式であっても、地絡電流を検出することが可能となる。

【0052】

40

以上、本実施形態に係る電流検出用のセンサ150A及び地絡点標定システム1000について説明したが、本実施形態によれば、地絡点標定システム1000に用いられる電流検出用のセンサ150Aの共通化を促進することが可能となる。

【0053】

また中性点接地の方式が複数ある22kV配電系統のような電力系統においても、共通の電流検出用のセンサ150Aを用いることが可能となるので、コスト低減を図ることも可能となる。

【0054】

なお上述した実施の形態は本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明はその趣旨を逸脱することなく変更、改良され

50

得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。

【符号の説明】

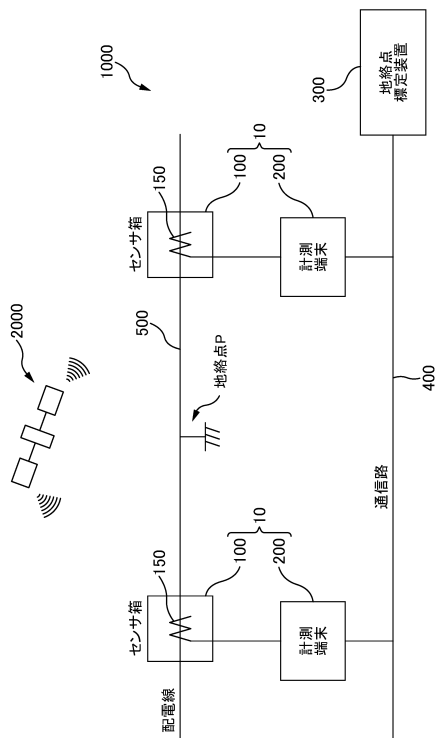
【0055】

- 10 計測装置
- 100 センサ箱
- 110 外箱
- 120 装柱金具
- 150 センサ
- 150A 電流検出用センサ
- 151 巻芯
- 152 コイル
- 200 計測端末
- 300 地絡点標定装置
- 400 通信路
- 500 配電線
- 600 電柱
- 610 腕金装着具
- 620 腕金
- 1000 地絡点標定システム
- 2000 GPS衛星

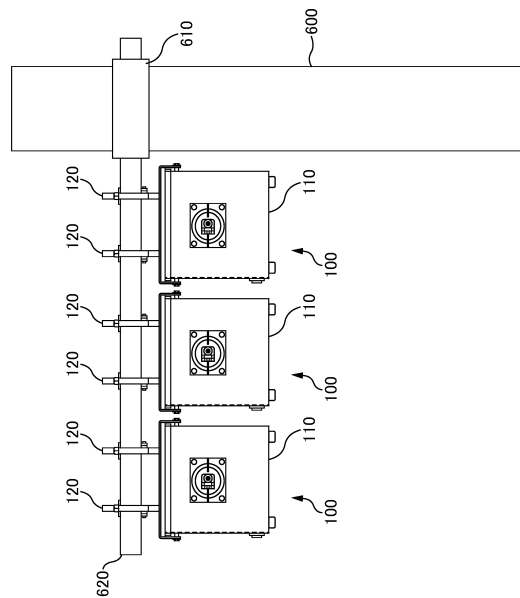
10

20

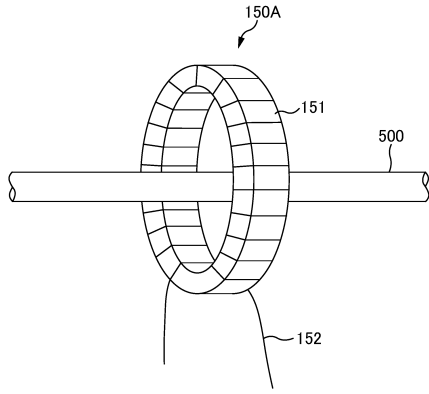
【図1】



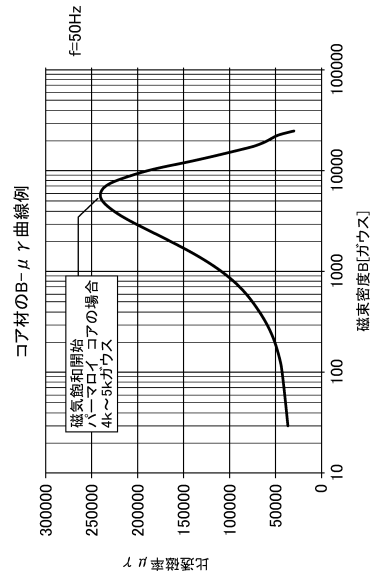
【図2】



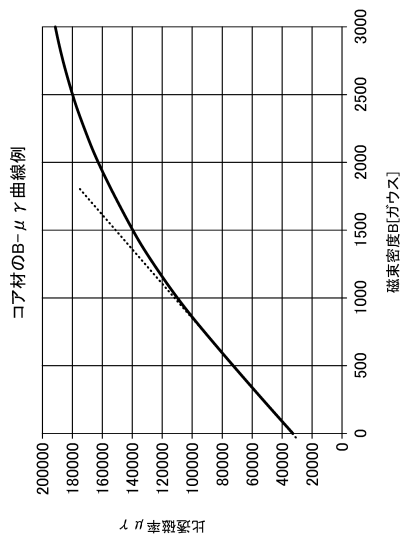
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (72)発明者 岡村 清一郎
東京都大田区南馬込 2 - 2 9 - 1 ミドリ安全株式会社
- (72)発明者 岩井 俊徳
長野県千曲市大字戸倉 3 9 7 ミドリ電子株式会社

審査官 小川 浩史

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 1 3 2 8 9 0 (J P , A)
特表 2 0 0 6 - 5 1 4 4 3 2 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 8 6 6 3 8 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 3 2 7 6 2 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 2 6 0 0 0 6 (J P , A)
特表 2 0 0 2 - 5 3 0 8 5 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 1 1 6 1 9 7 (U S , A 1)
特開 2 0 0 1 - 1 3 3 2 1 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 1 R 1 5 / 0 0 - 1 5 / 2 6
G 0 1 R 3 1 / 0 8 - 3 1 / 1 1