

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5206175号  
(P5206175)

(45) 発行日 平成25年6月12日(2013.6.12)

(24) 登録日 平成25年3月1日(2013.3.1)

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| (51) Int.Cl.         | F I             |
| GO1B 5/30 (2006.01)  | GO1B 5/30       |
| GO1B 21/32 (2006.01) | GO1B 21/32      |
| EO2D 17/20 (2006.01) | EO2D 17/20 106  |
| GO1D 21/00 (2006.01) | GO1D 21/00 D    |
| GO1C 15/00 (2006.01) | GO1C 15/00 104Z |

請求項の数 7 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2008-178646 (P2008-178646)  
 (22) 出願日 平成20年7月9日(2008.7.9)  
 (65) 公開番号 特開2010-19615 (P2010-19615A)  
 (43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)  
 審査請求日 平成23年6月29日(2011.6.29)

(73) 特許権者 301031392  
 独立行政法人土木研究所  
 茨城県つくば市南原1番地6  
 (73) 特許権者 391032509  
 株式会社MH1コントロールシステムズ  
 神奈川県横浜市中区錦町12番地  
 (73) 特許権者 597092392  
 日本地研株式会社  
 福岡県福岡市博多区諸岡5丁目25番25号  
 (73) 特許権者 597081422  
 西日本菱重興産株式会社  
 長崎県長崎市飽の浦町5番3号  
 (74) 代理人 100090088  
 弁理士 原崎 正

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変状計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2つの移動杭の変位状態を計測する装置において、固定杭に固定された一軸方向検出変位センサと、同変位センサに繋がれた接続線と同接続線の一端に設けた変位伝達機構と、両端がそれぞれ前記各移動杭に連結され中途が前記の変位伝達機構に揺動もしくは摺動自在に張設され且つ移動杭の変位に追従して非伸縮状態で全体移動自在に張設された計測線とから構成されたことを特徴とする変状計測装置。

【請求項2】

隣り合わせの移動杭を共有させて、請求項1の変状計測装置を複数台組み合わせたことを特徴とする変状計測装置。

【請求項3】

上記変位伝達機構が滑車機構もしくはリングを有してなることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の変状計測装置。

【請求項4】

上記一軸方向検出変位センサと上記変位伝達機構をつなぐ接続線の中に、同接続線のねじれを解消する治具を設けたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の変状計測装置。

【請求項5】

上記計測線は、一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性とを有し、変位に追従して非伸縮状態で全体移動し、一端の変位量を他端の変位量として伝達することを特徴とする請求

項 1 又は請求項 2 に記載の変状計測装置。

【請求項 6】

請求項 5 の計測線をピンによるガイドを用いて地表の凹凸に略沿って敷設したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の変状計測装置。

【請求項 7】

移動杭と変位伝達機構との間にピンによるガイドを用いてフレキシブルな保護管を地表の凹凸に略沿って敷設し、請求項 5 の計測線を同保護管内を挿通させて張設したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の変状計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、斜面の健全度診断および崩壊予知等を目的に斜面変位を監視するもので、2つの移動杭の変位を廉価な一軸方向検出変位センサで計測し、かつ少ない台数の変位センサで斜面の面的な変位を把握するための変状計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

鉄道、道路などの斜面では豪雨、地震のみならず種々の環境変化による崩壊事故が起きている。これらの被害を防止するには斜面の健全度把握や崩壊の危険性のある斜面の変位を計測・監視し異常を早期に検知することが必要である。従来は斜面変位を自動計測するため、対象の2点間に温度膨張係数の小さいインバー線等を布線して、斜面変位に応じた動きを電気信号変換して計測する伸縮計(以後変位センサと記す)や光ファイバの透過強度に変換して変位計測する光変位センサを利用した斜面モニタリングが行われている。

20

【特許文献1】特開2004-133850

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来の光式センサや電気式の変位センサ(伸縮センサ)は1計測点、すなわち2点間の変位計測に1台のセンサが必要なため、多数点を計測する場合は変位センサの台数およびこれら変位センサへの光ファイバや電源・信号線等も計測点数に応じて増加するなどの課題がある。

30

また、既存特許「多点変位計測システム」(特許第3641468号)の多点変位計測システムは従来の点的な計測システムを活用して面的な計測を実現することを目的として考案したものであるが、このシステムは、複雑な機械機構をセンサ部に設ける必要があり、既に機構が確立している従来の斜面変位計測に用いられている光式および電気式伸縮計への適用が簡便にできるものではなかった。

さらに、計測線としてインバー線を用いた従来の敷設方法では固定杭と変位センサ間を直線で見通せるようにするため、斜面の凹凸に合わせた馬と呼ばれる支柱を立てて保護管を直線的に設置する必要があった。

【0004】

この発明は、上記のような課題に鑑み、その課題を解決すべく創案されたものであって、従来の光式変位センサや電気式変位センサ(伸縮センサ)を用いて、これらの伸縮計の機構を変えることなく低コストかつ簡便な機構と1台の一軸方向検出変位センサで2区間の変位を計測し、また、少ない台数で多数区間の変位箇所を特定する面的変状計測装置を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

以上の課題を解決するために、請求項1の発明は、2つの移動杭の変位状態を計測する装置において、固定杭に固定された一軸方向検出変位センサと、同変位センサに繋がれた接続線と同接続線の一端に設けた変位伝達機構と、両端がそれぞれ前記各移動杭に連結され中途が前記の変位伝達機構に揺動もしくは摺動自在に張設され且つ移動杭の変位に追従

50

して非伸縮状態で全体移動自在に張設された計測線とから構成されたことを特徴とする変状計測装置で、具体例を挙げると、斜面上に設けた2つの移動杭とその移動杭を結んだ線を底辺とする三角形の頂点をなす位置に設けた固定杭と前記固定杭に固定された一軸方向検出変位センサと、両端が前記の各移動杭に固定された計測線を前記の変位センサの接続線に連結した変位伝達機構の滑車に張設し配線した構造を備えたもので、前記の各杭と固定杭間の相対的な変位を、前記計測線と変位伝達機構の滑車で合成して前記変位センサの接続線に伝達することを特徴とし、設置する移動杭の間隔は好ましくは1 mから20 m、さらに好ましくは3 mから15 m、最も好ましくは5 mから10 mである。

【0006】

請求項2の発明は、隣り合わせの移動杭を共有させて、請求項1の変状計測装置を複数台組み合わせることを特徴とする変状計測装置で、変状計測装置を1構成単位とし複数単位組み合わせ、隣り合わせの構成単位は一つの移動杭を共有し、広範囲の変位計測をすることを特徴とする。

10

本変状計測装置では、斜面の変状によって斜面上の移動杭の固定杭に対する相対的な距離が変化すると、該移動杭を共有する変位センサに変位量が発生するが、該移動杭を共有していない変位センサには変位量は発生しない。また、斜面の変状によって複数の移動杭に移動が発生すると、前記の1構成単位ごとに、該構成単位に属する2つの移動杭の変状が合成されて当該変位センサに伝達される。それぞれの変位センサが計測した変位の大きさと伸縮、伸長の方向と、斜面に配置された固定杭及び移動杭の位置関係を基に、斜面の変状が推定できた。

20

【0007】

請求項3の発明は、請求項1又は請求項2の変状計測装置において、上記変位伝達機構が滑車機構もしくはリングを有してなることを特徴とする。

【0008】

請求項4の発明は、請求項1又は請求項2の変状計測装置において、上記一軸方向検出変位センサと上記変位伝達機構をつなぐ接続線の中途に、同接続線のねじれを解消する治具を設けたことを特徴とし、具体例としては、前記変位センサと変位伝達機構との接続線の中途にねじれを解消するサルカンを挿入することも出来る。

【0009】

請求項5の発明は、請求項1又は請求項2の変状計測装置において、上記計測線は、一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性とを有し、変位に追従して非伸縮状態で全体移動し、一端の変位量を他端の変位量として伝達することを特徴とし、計測線には、一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性とを有する例えばカーボンケーブルを用いた。

30

【0010】

請求項6の発明は、請求項1又は請求項2の変状計測装置において、請求項5の計測線をピンによるガイドを用いて地表の凹凸に略沿って敷設したことを特徴とする。

【0011】

請求項7の発明は、請求項1又は請求項2の変状計測装置において、移動杭と変位伝達機構との間にピンによるガイドを用いてフレキシブルな保護管を地表の凹凸に略沿って敷設し、請求項5の計測線を同保護管内を挿通させて張設したことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0012】

請求項1の発明によれば、二つの移動杭の合成された変状を計測線が一軸方向検出変位センサに伝達することで、1台の廉価な一軸方向検出変位センサで前記2本の移動杭の変状の発生を検出できた。これにより、不特定位置で発生する斜面崩壊の計測・モニタリングを、低コストかつ効率的に行うことが可能となった。また、移動杭と変位センサが直線で見通せる斜面では計測線としてインバー線を用いても簡便に設置できた。

【0013】

請求項2の発明によれば、効率的に斜面の変状を面的に計測し、崩壊規模及び変状の進行状況をモニタリングできる。規模の抽出は、本発明の特徴である複数の廉価な一軸方向

50

検出変位センサを変位伝達機構及び計測線により連結し、連結した各計測線が一定距離を保つことによって各センサで相対変位を計測することが可能となり、それぞれの計測値の大小から規模の推定を実現している。また、三角関数により、1台の一軸方向検出変位センサに対して2方向の変位ベクトルが推定できるため少ない変位センサで変位速度による崩壊予測も可能である。本発明により、不特定位置で発生する斜面崩壊の計測・モニタリングを、低コストかつ効率的に行うことが可能となり、小規模の斜面であれば2～3個のセンサのみで概略モニタリングも可能となった。

【0014】

請求項3の発明によれば、上記変位伝達機構が滑車機構もしくはリングを有してなることにより、変位伝達機構を挟んで両側の計測線の変位が異なっても変位差を解消させて接続線を介して解消された変位を一軸方向検出変位センサに伝達することが出来た。

10

【0015】

請求項4の発明によれば、接続線の中途にねじれを解消する治具を挿着介在させて接続線のねじれを解消することが出来た。

【0016】

請求項5の発明によれば、一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性を持った計測線は、その可撓性によって移動杭と変位センサが見通せない斜面においても斜面に沿って柔軟に敷設することで、その曲げ捩り剛性と非伸縮性によって計測線を直線で敷設したときと同様に移動杭の変状が計測線の軸方向に忠実に伝達され変位センサによる変位計測が出来た。

20

【0017】

請求項6の発明によれば、計測線をピンによるガイドを用いて地表の凹凸に略沿って敷設することにより、前記一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性を持った計測線は直線で敷設しなくても軸方向の変位を忠実に伝達するので、斜面での敷設において直線で見通すための馬などの支柱を立てる必要がなく、斜面での簡便な設置が可能となった。

【0018】

請求項7の発明によれば、移動杭と変位伝達機構との間にピンによるガイドを用いてフレキシブルな保護管を地表の凹凸に略沿って敷設し、前記一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性を持った計測線を同保護管内を挿通させて張設することにより、前記請求項6の発明の効果の有すると共に、これに加えて、計測線が地形に同化して見えにくくなって作業中に計測線を誤って直に踏んで傷つけるのを、保護管により防ぐことができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明の最良の形態を図5に示す。設置する本発明の第1様態の構成単位の数モニタする斜面の範囲に応じて設置することで効率的に斜面の変状を面的に計測し、崩壊規模及び変状の進行状況をモニタリングすることができた。

【実施例】

【0020】

図1は本発明の第1様態の一実施例を示す説明図である。

図1の変状計測装置は、斜面上の固定杭に固定された一軸方向検出変位センサ1、よじれを自然に解消する結合機構を持つ一軸方向検出変位センサ1と変位伝達機構の例えば滑車3をつなぐ接続線2、一軸方向検出変位センサ1の接続線2に結合される滑車3、滑車3にかける例えばケーブルからなる計測線4、移動杭6-a及び6-b、移動杭と計測線4を接続する例えばケーブルからなる計測線5-a及び5-b、から構成した。変位伝達機構にはリングも使用可能である。計測線4は計測線5-a及び5-bの中途に連結具を介して連結されている。計測線4と計測線5-a及び5-bは非伸縮性の部材からなる。計測線4には滑車3の円周溝に係合して十分に反転できる屈曲性を備えた例えばワイヤロープなどが使用される。滑車3は接続線2によって変位センサ側に向かって引っ張り力がかかっており、移動杭6-aおよび6-bに一端が連結された計測線5-a、5-b、及び計測線4とで構成される非伸縮性の計測線によって移動杭6-a及び/または6-bの変位の合成された変位を接続線2に伝達

40

50

し変位センサでその変位量を計測する。本構成で一軸方向検出変位センサ 1 は 1 台で前記 2 本の移動杭 6 -a及び / または 6 -bの変状の発生を検出できた。

【 0 0 2 1 】

図 2 は図 1 のシステムの側面図である。図 2 において斜面 7 に対する固定杭 6 -c及び移動杭 6 -a、 6 -bの設置状態を示している。

【 0 0 2 2 】

図 3 は本発明の第 1 様態における滑車 3 の一実施例の側面図である。

図 1 における接続線 2 の変位センサの反対側の端を図 3 の滑車 3 の回転軸 3 -aに取り付け、図 1 の計測線 4 を滑車 3 の 3 -cに張設して使用する。

【 0 0 2 3 】

図 4 は本発明の第 2 様態の 1 実施例として一軸方向検出変位センサを 3 台用いて斜面の変状をモニタするシステムの実施例を示している。

図 4 において一軸方向検出変位センサ 1 -1 の計測線 5 -1a及び 5 -1bはそれぞれ移動杭 6 -1a及び 6 -1bに連結されており、この部分は第 1 様態の構成と同じである。一軸方向検出変位センサ 1 -1 に横並びに設置された一軸方向検出変位センサ 1 -2 の片方の計測線 5 -2aは移動杭 6 -1bを計測線 5 -1bと共有して連結し、もう片方の計測線 5 -2bは移動杭 6 -2bに連結している。一軸方向検出変位センサ 1 -3 の計測線も同様に計測線 5 -3aは移動杭 6 -2bを 5 -2bと共有して連結し、片方の計測線 5 -3bは移動杭 6 -3bに連結している。

本構成において一軸方向検出変位センサ 1 -1 は移動杭 6 -1aと 6 -1bの変位の合成量を計測し、一軸方向検出変位センサ 1 -2 は移動杭 6 -1bと 6 -2bの変位の合成量を計測し、一軸方向検出変位センサ 1 -3 は移動杭 6 -2bと 6 -3bの変位の合成量を計測する。前記第 2 様態では複数の変位センサを滑車機構及び計測線により連結し、連結した各計測線が一定距離を保つことによって各センサで相対変位を計測することが可能となり、それぞれの計測値の大小から 1 台の一軸方向検出変位センサに対して 2 方向の変位ベクトルが推定できるため効率的に斜面の変状を推定できる。

【 0 0 2 4 】

図 5 は本発明の第 2 様態において、一軸方向検出変位センサの数をさらに増やしてモニタする斜面の範囲を広げた例である。モニタする斜面の範囲に応じて連結する第 1 様態の構成単位の数を増やすことで広い範囲をモニタする計測システムを容易に構成できる。

【 0 0 2 5 】

図 6 は第 1 様態の構成を 5 構成単位用いた変状計測システムにおいて斜面に変状が発生したときの規模を推定するイメージ図である。図 6 において 3 つの一軸方向検出変位センサ b、 c 及び d で共有する 2 つの移動杭 b -c及び c -dが斜面の変状により下方に移動すると、移動杭を共有する 3 つの一軸方向検出変位センサに変位量が発生するが、両端のセンサ a及び一軸方向検出変位センサ eには変位量は発生しない。また 3 つの一軸方向検出変位センサに伝達される変位量は、滑車機構で計測線のケーブル長を一定に保持するために、1 つの移動した移動杭を共有する 2 つのセンサ b及び d に比して、2 つの移動した移動杭を共有する一軸方向検出変位センサ c が大きな値を示す。この挙動はセンサの数および移動する杭の数が異なっても同様であり、滑車機構で連結した各々の変位センサが計測する変位量によって崩壊域の場所及び規模を推定できる。また、三角関数により、1 台の一軸方向検出変位センサに対して 2 方向の変位ベクトルが推定できるため少ない一軸方向検出変位センサで変位速度による崩壊予測も可能である。

【 0 0 2 6 】

図 7 は本発明の第 3 様態の 1 実施例であり、一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性を持ったケーブルを計測線 5 としてピンによるガイドで斜面に簡便に敷設した例を示す。図 7 において一軸方向検出変位センサ 1 は斜面に固定された固定杭 6 -cに取り付けられ、計測線 5 -a及び 5 -bは計測線 4 及び滑車 3 を介しそれぞれの片端が移動杭 6 -a及び 6 -bに連結されている。移動杭 6 -a、 6 -bの変位はガイドピン 8 -a、 8 -b、 8 -cによって斜面の凹凸に略沿って敷設された計測線 5 -a及び / または 5 -bの一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性、つまり移動杭の変位に追従して非伸縮状態で敷設経路に沿って全体移動し、一端の移

10

20

30

40

50

動杭の変位量を他端の計測線 4 の変位量として伝達される。一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性を持ったケーブルの材料としては炭素繊維をより合わせて樹脂でまとめた例えばカーボンケーブルなどが適している。

また、図 7 において、移動杭と変位伝達機構との間にピンによるガイドを用いてフレキシブルな保護管を地表の凹凸に略沿って敷設し、一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性の計測線 5 を同保護管内を挿通させて張設させてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0027】

本発明の面的な変状把握は既存の伸縮計を用いて道路斜面のみならずダムやトンネルの壁面の崩落等の面的変状検知をしている分野においても、斜面と同様に容易に適用可能で、少ない伸縮形で効率的な変状計測ができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図 1】本発明の第 1 様態の実施例を示す上面図である。計測点に設置した 1 対の移動杭 6-a、6-b と同移動杭間に滑車 3 を介して張架した計測線と前記滑車 3 と変位センサ 1 を接続線 2 で接続した計測装置の 1 構成単位を示す。

【図 2】本発明の第 1 様態の実施例を示す側面図である。

【図 3】本発明で計測線を張架し変位センサと接続する滑車の一例の側面図である。

【図 4】本発明の第 2 様態の 1 実施例として第 1 様態の構成を 3 構成単位用いて斜面の変状をモニタするシステムの上面図である。

20

【図 5】本発明の第 2 様態において、変位センサの数をさらに増やしてモニタする斜面の範囲を広げた例の上面図である。

【図 6】第 1 様態の構成を 5 構成単位用いた変状計測システムにおいて斜面に変状が発生したときの規模を推定するイメージ図である。

【図 7】本発明の第 3 様態の 1 実施例であり、一定の曲げ捩り剛性及び可撓性と非伸縮性を持ったケーブルを計測線としてピンによるガイドで斜面に簡便に敷設した例の側面図である。

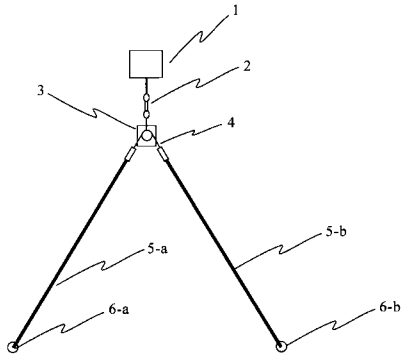
【符号の説明】

【0029】

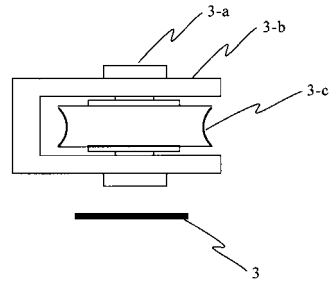
- 1 変位センサ
- 2 接続線
- 3 滑車
- 4 計測線（ケーブル）
- 5 計測線（ケーブル）
- 6 移動杭
- 6 c 固定杭
- 7 斜面
- 8 ガイドピン

30

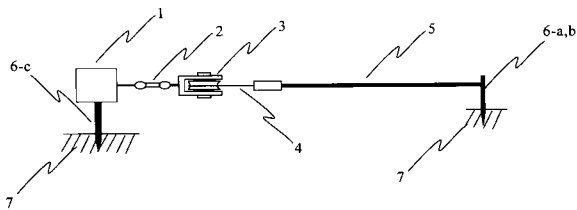
【図1】



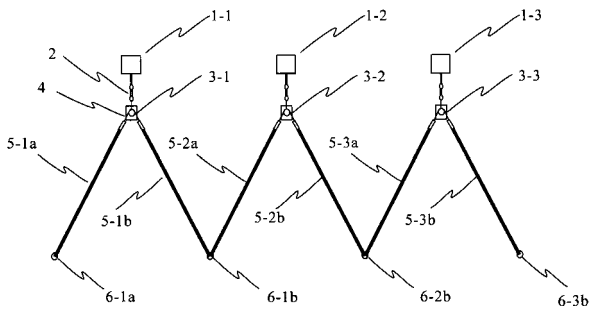
【図3】



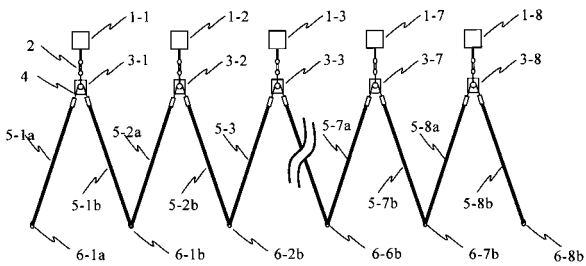
【図2】



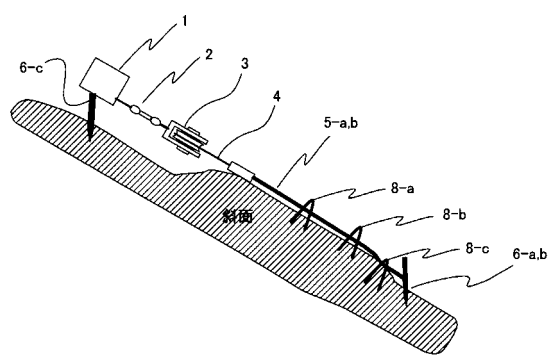
【図4】



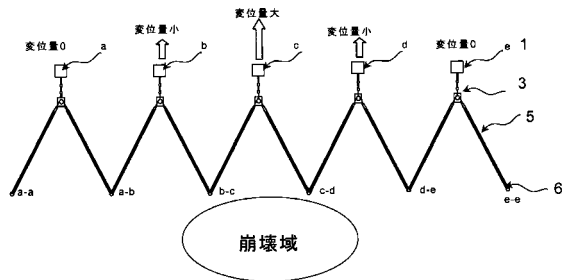
【図5】



【図7】



【図6】



## フロントページの続き

- (72)発明者 小橋 秀俊  
茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法人土木研究所内
- (72)発明者 加藤 俊二  
茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法人土木研究所内
- (72)発明者 江藤 春日  
長崎県西彼杵郡長与町高田郷2454番地10
- (72)発明者 山口 憲幸  
長崎県西彼杵郡長与町吉無田郷2047-12
- (72)発明者 永嶋 洋政  
福岡県福岡市東区千早4丁目27-1-1115
- (72)発明者 佐藤 秀文  
福岡県筑紫野市光が丘1丁目21番5号
- (72)発明者 綿巻 進也  
長崎県西彼杵郡時津町日並郷1374-14
- (72)発明者 菅 智哉  
長崎県西彼杵郡長与町吉無田郷579-187

審査官 うし 田 真悟

- (56)参考文献 特開昭54-113905(JP,A)  
特開2001-108493(JP,A)  
特許第3641468(JP,B1)  
特開2004-325103(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 5/00 - 5/30  
G01D 21/00  
E02D 17/20  
G01C 15/00  
G01B 21/00 - 21/32