

(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2015-28476  
(P2015-28476A)

(43) 公開日 平成27年2月12日(2015.2.12)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 29/00 (2006.01)	GO 1 N 29/00 5 O 1	2 G O 4 3
GO 1 N 21/64 (2006.01)	GO 1 N 21/64 Z	2 G O 4 7
GO 1 N 21/00 (2006.01)	GO 1 N 21/00 A	2 G O 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-139497 (P2014-139497)	(71) 出願人	501204525 独立行政法人海上技術安全研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(22) 出願日	平成26年7月7日(2014.7.7)	(74) 代理人	100098545 弁理士 阿部 伸一
(31) 優先権主張番号	特願2013-141645 (P2013-141645)	(74) 代理人	100087745 弁理士 清水 善廣
(32) 優先日	平成25年7月5日(2013.7.5)	(74) 代理人	100106611 弁理士 辻田 幸史
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100111006 弁理士 藤江 和典
		(74) 代理人	100116241 弁理士 金子 一郎

最終頁に続く

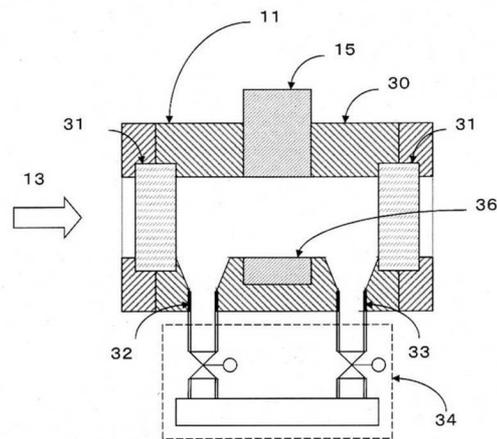
(54) 【発明の名称】 光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置、硫化鉍物微粒子の検出方法、及び硫化鉍物を探査又は監視する方法

(57) 【要約】

【課題】 光音響効果により発生する音響波を効率のかつ高感度で検出可能な検出用セルを用いて、水中に低含有率で存在する硫化鉍物微粒子を広範囲にわたって検出可能な検出装置及び検出方法を提供する。

【解決手段】 光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置 1 0 の検出用セル 1 1 に硫化鉍物微粒子を含む可能性のある水を入れ、光源制御手段 1 4 により制御される光源手段 1 2 を用いて励起光 1 3 を照射する。硫化鉍物はその種類に応じた特定波長の光を吸収し、光音響効果により、音響波を発生する。圧電素子（音響波検出手段） 1 5 を用いて音響波を検出し、信号処理手段 1 6 を用いて音響波の信号を処理することにより、特定の種類の硫化鉍物微粒子を検知する。

【選択図】 図 2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

水中に存在する、硫化鉍物を含む微粒子を検出する検出装置であって、前記微粒子を含む水を入れる容器である検出用セルと、前記検出用セルの中に励起光を照射する光源手段と、前記励起光を吸収した前記微粒子が発する音響波を検出する音響波検出手段と、前記光源手段を制御する光源制御手段と、前記音響波検出手段から伝達された音響信号を処理する信号処理手段とを具備することを特徴とする光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置。

**【請求項 2】**

前記検出用セルが照射された前記励起光が内部を透過する構造であることを特徴とする請求項 1 に記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置。 10

**【請求項 3】**

前記音響波検出手段は前記検出用セルの中の前記励起光の通過を妨げない構造に形成したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置。

**【請求項 4】**

前記検出用セルが前記検出用セルの中の前記励起光の通過を妨げない構造に形成した注水口及び排水口を有し、前記注水口への前記微粒子を含む水の供給・停止手段を具備することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置。 20

**【請求項 5】**

前記微粒子を含まない水を入れた対比用セルと、前記対比用セルの中に照射する励起光を前記励起光から分割する励起光分割手段と、前記対比用セル内で発する音響波を検出する対比音響波検出手段とをさらに具備し、前記信号処理手段が前記対比音響波検出手段から伝達された音響信号をさらに処理することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置。

**【請求項 6】**

前記信号処理手段が前記音響波検出手段から伝達された音響信号と前記対比音響波検出手段から伝達された音響信号の差分をとることを特徴とする請求項 5 に記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置。 30

**【請求項 7】**

前記励起光を吸収した前記微粒子の発光を検出する発光検出手段をさらに具備することを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置。

**【請求項 8】**

前記発光検出手段が前記微粒子の発光した燐光を検出したことを特徴とする請求項 7 に記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置。

**【請求項 9】**

前記光源手段が波長の異なる前記励起光を順次照射する順次照射機能を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置。 40

**【請求項 10】**

前記信号処理手段で得た情報の情報記録手段と、少なくとも前記情報録手段で記録した情報の通信を外部と行う通信手段をさらに具備することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置。

**【請求項 11】**

前記請求項 1 から請求項 10 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置を利用した硫化鉍物微粒子の検出方法であって、硫化鉍物が検出されたと判定した場合は、前記音響信号の強度を参照用データと比較し、硫化鉍物の含有量を判定することを特徴とする光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出方法。 50

**【請求項 1 2】**

前記請求項 5 から請求項 1 0 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出装置を利用した硫化鉱物微粒子の検出方法であって、前記信号処理手段が前記音響波検出手段から伝達された音響信号と前記対比音響波検出手段から伝達された音響信号の差分をとることによって硫化鉱物が検出されたと判定することを特徴とする光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出方法。

**【請求項 1 3】**

前記請求項 7 から請求項 1 0 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出装置を利用した硫化鉱物微粒子の検出方法であって、硫化鉱物が検出されたと判定した場合は、前記発光検出手段により検出された、前記発光の強度及び発光時間を参照用データと比較し、硫化鉱物の種類及び / 又は含有量を判定することを特徴とする光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出方法。

10

**【請求項 1 4】**

前記請求項 1 から請求項 1 0 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出装置を利用して、水中に存在する硫化鉱物を含む前記微粒子を検出し、硫化鉱物の種類及び / 又は含有量に基づいて前記検出装置を水中で自律的に移動させることにより、水底に存在する硫化鉱物を探査又は監視することを特徴とする光音響効果を用いた硫化鉱物を探査又は監視する方法。

**【請求項 1 5】**

前記請求項 1 から請求項 1 0 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出装置を利用して、水中に存在する硫化鉱物を含む前記微粒子を検出し、硫化鉱物の種類及び / 又は含有量の情報を位置情報とともにマッピングすることにより、水底に存在する硫化鉱物を探査又は監視することを特徴とする光音響効果を用いた硫化鉱物を探査又は監視する方法。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、水中に存在する硫化鉱物微粒子の検出装置、検出方法、及び海底に存在する塊状硫化鉱物等の探査又は監視に関する。

**【背景技術】**

30

**【0 0 0 2】**

日本近海を含む世界各地の海底には、高温の熱水が海底から噴出する熱水噴出域が存在する。海底下の熱水には様々な物質が溶解しているが、海中に噴出すると直ちに冷却され、溶解していた物質のうち、常温の海水における溶解度の低い物質が析出する。析出物のうち、金属と硫黄の化合物である硫化鉱物が海底に堆積することによって形成された塊状硫化鉱物は、世界の海底に数多く分布している。特に、銅、鉛、亜鉛などの有用金属を豊富に含む塊状硫化鉱物は、将来の金属鉱物資源として期待されている。熱水性塊状硫化物が形成されるとき、比較的大きな硫化鉱物の粒子は速やかに海底に堆積して塊状硫化物を形成するのに対して、微細な粒子は沈降せず、海中に流出する。海中に存在する微粒子の検出は、セジメントトラップ等を用いて採取した海中の沈降物の分析により行うことができるが、海中の沈降物には、熱水性塊状硫化物に由来する硫化鉱物微粒子だけでなく、それ以外の人為的活動や、自然界における物理的・生物的な作用によって発生した微粒子も含まれる。硫化鉱物微粒子の検出を行うためには、採取した沈降物を研究施設等に持ち帰り、分析を行うことが必要である。

40

**【0 0 0 3】**

海底に存在する塊状硫化鉱物に含まれる銅、鉛、亜鉛などの金属の含有量を測定する方法が、例えば特許文献 1 に記載されている。この技術においては、海底などの水底に存在する水底物質の近傍から発光装置により単色光を照射し、水底物質に発生する光音響現象を水底物質に接触させた光音響センサーにより感知し圧電信号として検出する。この圧電信号を電気信号に変換し、光音響スペクトルの観測装置に伝送する。観測装置によって得

50

られた水底物質の光音響スペクトル信号の強度と標準光音響スペクトル信号の強度の比を、予め既知試料の特性と対比することにより、水底物質に含まれる銅、鉛、亜鉛などの金属の含有量を測定することができる。

特許文献2においては、光音響効果を利用して媒質中に存在する測定対象分子の二次元又は三次元濃度分布を測定する方法が記載されている。この技術においては、測定対象分子によって強く吸収される波長のパルス光又は変調光を照射し、光と測定対象分子の相互作用による光音響効果で発生する音響波（圧力波）を検出し、検出した音響信号を処理することにより測定対象分子の濃度情報を取得する。また、照射される光の発光から音響波検出までの時間差を計測し、音響波の発生位置を同定する。さらに、光源からの光を一次元又は二次元的に走査することにより、媒質中における測定対象分子の二次元的又は三次元的な濃度分布の情報を取得することができる。

特許文献3においては、光音響効果を利用してガス状試料中に存在するエアロゾルを測定するための測定チャンバーについて記載されている。この技術においては、ガス状試料の流入口を測定チャンバー両端に設け、その中間となる位置に流出口を設けることにより、ガス状試料の窓への衝突を回避し、エアロゾルによる測定チャンバーの窓の汚化を防止することにより、長時間に亘って高感度で測定を行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開昭59-187245号公報

【特許文献2】特開平10-253487号公報

【特許文献3】特開2005-214973号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載されている方法で測定を行うためには、水中カメラ等を用いて水底を観察し、測定の対象とすべき水底物質を探索した上で、水底まで発光装置及び光音響センサーを接近させ、水底物質に光音響センサーを接触させなければならない。すなわち、事前に水底物質の存在が分かった上で、水底物質に光音響センサーを接触させて判定するものであるため、広大な海底において所在が知られていない鉱物を新たに発見する行為である探査には使用できない。実際には、海底地形の特徴や海底からの熱水噴出に伴う周辺海水の温度上昇などを手がかりとして探査が行われているが、多大な時間とコストを要している。

また、特許文献2に記載されている方法では、二次元的又は三次元的な濃度分布の情報を取得することができるとされており、液体媒質中に存在する分子の濃度分布を測定する方法も示されている。しかし、水中では光の減衰が大きく、特に塩分や夾雑物を含む海水中では光源からの光は数メートル程度の距離で減衰してしまい、それ以上の距離に対して光源を用いて計測を行うことは現実には不可能である。

また、特許文献3に記載されている方法は、主としてガス状試料に含まれるエアロゾルの測定を想定したものである。ガスや空気などの気体中に浮遊するエアロゾルはきわめて微細な粒子で質量が小さく、沈降しにくいのに対して、水中には比較的サイズや質量の大きな粒子が浮遊しており、流れによどみが生じた場合は速やかに粒子が沈降して測定チャンパー内に滞留する。このため、粒子を含む液状試料に対して本方法を適用した場合、正確な測定ができなくなる可能性が高い。

【0006】

また、塊状硫化鉱物には砒素などの有害な物質が含まれる場合があるため、塊状硫化鉱物の採掘においては、塊状硫化鉱物の破碎により発生した硫化鉱物を含む微粒子（硫化鉱物微粒子）が水中に浮遊したまま外部の海域に流出することを監視する必要がある。硫化鉱物微粒子は水中に浮遊しているため、特許文献1に記載されている方法で光音響センサーを接触させることはできず、上記の方法では硫化鉱物微粒子の流出をリアルタイムで監

視することは不可能である。また、特許文献 2 に記載されている方法では、海水中では数メートル以上の距離に対して光源を用いて計測を行うことは現実には不可能である。上記の 2 つの方法においては、いずれも開放空間において光音響効果を利用して計測を行っているため、検出対象物質が大量若しくは高濃度で存在する場合でなければ発生する音響波は微弱であるため、検出することは困難である。発生する音響波を効率的に検出するため容器を使用して閉鎖空間で用いることも考えられるが、上記の 2 つの方法ではいずれも示唆されていない。また、特許文献 3 に記載されている方法は、粒子を含む液状試料に適用することは適切ではない。

#### 【 0 0 0 7 】

海底の塊状硫化鉱物の探査や、その採掘に伴う硫化鉱物微粒子の流出の監視を行うためには、海中に存在する硫化鉱物微粒子を広範囲にわたって検出する検出装置及び検出方法が必要である。海中に浮遊している硫化鉱物微粒子のサイズは一般に数十  $\mu\text{m}$  以下であり、また、熱水噴出口などの発生地点を除き、水中における硫化鉱物微粒子の含有率はきわめて低い。このように、微細かつ低含有率で存在している硫化鉱物微粒子を検出するためには、光音響効果により発生する音響波を効率的かつ高感度で検出するために検出用容器等の閉鎖空間を用いた検出装置及び検出方法が必要であるが、そのような検出装置及び検出方法は知られていない。このため、海底の塊状硫化鉱物の探査には多大な時間とコストを要し、また、塊状硫化鉱物の採掘において発生した硫化鉱物微粒子の流出をリアルタイムで監視することは不可能であった。

#### 【 0 0 0 8 】

本発明は、斯かる問題点に鑑みてなされたものであり、光音響効果により発生する音響波を効率的かつ高感度で検出することが可能な検出用容器を用いて、水中に低含有率で存在する硫化鉱物微粒子を広範囲にわたって検出することが可能な検出装置及び検出方法を提供する。また、塊状硫化鉱物の探査に要する時間やコストの低減やリアルタイムでの硫化鉱物微粒子の流出監視等を可能にする探査又は監視する方法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】

#### 【 0 0 0 9 】

本発明は、上記課題を解決すべく、以下に掲げる構成とした。

本発明の請求項 1 に係る光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出装置は、水中に存在する、硫化鉱物微粒子を検出する検出装置であって、前記微粒子を含む水を入れる容器である検出用セルと、前記検出用セル内の水に励起光を照射する光源手段と、前記励起光を吸収した前記微粒子が発する音響波を検出する音響波検出手段と、前記光源手段を制御する光源制御手段と、前記音響波検出手段から伝達された音響信号を処理する信号処理手段とを具備することを特徴とする。

この発明においては、硫化鉱物微粒子を含む可能性のある水を検出用セルに入れ、光源手段を用いて励起光を照射する。硫化鉱物はその種類に応じた特定波長の光を吸収し、光音響効果により、音響波を発生する。硫化鉱物微粒子を含む可能性のある水は検出用セルに封入されているため、発生する音響波のエネルギーが外部に漏れることはなく、音響波を高感度で検出することができる。例えば、特定波長の励起光の照射に対する音響波を検出することにより、水中に特定の種類の硫化鉱物微粒子が存在することを効率的に検知することができる。

#### 【 0 0 1 0 】

請求項 2 記載の本発明は、請求項 1 に記載の光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出装置において、前記検出用セルが照射された前記励起光が内部を透過する構造であることを特徴とする。

この発明においては、検出用セルが、照射された励起光がその内部を透過する構造を有することにより、検出用セルを構成する部品による励起光の吸収や散乱が防止され、硫化鉱物微粒子による励起光の吸収を促進することが可能となる。

#### 【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

請求項 3 記載の本発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置において、前記音響波検出手段は前記検出用セルの中の前記励起光の通過を妨げない構造に形成したことを特徴とする。

この発明においては、検出用セルに設置される音響波検出手段が、照射された励起光が検出用セルの内部を通過することを妨げない構造を有することにより、励起光を照射した場合に検出用セルの中に音響波検出手段の影となる部分がなくなるため、硫化鉍物微粒子による励起光の吸収を促進することが可能となる。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置において、前記検出用セルが前記検出用セルの中の前記励起光の通過を妨げない構造に形成した注水口及び排水口を有し、前記注水口への前記微粒子を含む水の供給・停止手段を具備することを特徴とする。

この発明においては、例えば、検出を行う前に、注水口から硫化鉍物微粒子を含む可能性のある水を入れ、検出後にその水を排水口より排出することを、注水口への水の供給・停止を行うための供給・停止手段で行うことにより、断続的に注水・排水を行い、閉鎖空間を構成して硫化鉍物微粒子の検出を行うことが可能となる。

【 0 0 1 3 】

請求項 5 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の本発明の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置において、前記微粒子を含まない水を入れた対比用セルと、前記対比用セルの中に照射する励起光を前記励起光から分割する励起光分割手段と、前記対比用セル内で発する音響波を検出する対比音響波検出手段とをさらに具備し、前記信号処理手段が前記対比音響波検出手段から伝達された音響信号をさらに処理することを特徴とする。

この発明においては、検出用セルを用いて硫化鉍物微粒子の検出を行うときに、あらかじめ微粒子を含まない水を入れた対比用セルに、検出用セルに照射される励起光から励起光分割手段を用いて分割された励起光を同時に照射して、対比音響波検出手段から伝達された音響信号を信号処理手段で処理することにより、外部からの振動などにより生じるノイズの影響を除去し、硫化鉍物微粒子の検出を高感度で行うことが可能となる。

【 0 0 1 4 】

請求項 6 記載の本発明は、請求項 5 に記載の本発明の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置において、前記信号処理手段が前記音響波検出手段から伝達された音響信号と前記対比音響波検出手段から伝達された音響信号の差分をとることを特徴とする。

この発明においては、音響波検出手段から伝達された音響信号と対比音響波検出手段から伝達された音響信号の差分をとることにより、外部からの振動などにより生じるノイズの影響を除去し、硫化鉍物微粒子の検出を高感度で行うことが可能となる。

【 0 0 1 5 】

請求項 7 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の本発明の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置において、前記微粒子の発光を検出する発光検出手段をさらに具備することを特徴とする。

この発明においては、上記の手段に加えて、励起光を吸収した硫化鉍物微粒子からの発光を検出する発光検出手段を有することにより、微粒子が発する音響波だけでなく、発光をも検出に利用することが可能となる。

【 0 0 1 6 】

請求項 8 記載の本発明は、請求項 7 に記載の本発明の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置において、前記発光検出手段が前記微粒子の発光した燐光を検出することを特徴とする。燐光とは、硫化鉍物微粒子の内部に吸収された励起光のエネルギーが蓄積され、照射終了後においても継続して発光される光である。

この発明においては、前記の発光検出手段が、硫化鉍物微粒子の発する燐光を検出することにより、励起光の照射が終了した後において微粒子の発光を検出し、照射終了後の発光時間を計測することが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

請求項 9 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載の本発明の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置において、前記光源手段が波長の異なる前記励起光を順次照射する順次照射機能を有することを特徴とする。

この発明においては、光源手段が波長の異なる励起光を順次照射し、波長の異なる励起光により生じる発光を区別することが可能となる。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 1 0 記載の本発明は、請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記載の本発明の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置において、前記信号処理手段で得た情報の情報記録手段と、少なくとも前記情報記録手段で記録した情報の通信を外部と行う通信手段をさらに具備することを特徴とする。

この発明においては、前記信号処理手段で得た情報を記録する情報記録手段と、少なくとも前記情報記録手段で記録した情報の通信を外部と行う通信手段により、硫化鉍物微粒子の検出装置において硫化鉍物微粒子の検出を記録し、通信手段により情報記録手段で記録した情報を外部において利用することが可能となる。

## 【 0 0 1 9 】

本発明の請求項 1 1 に係る光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出方法は、前記請求項 1 から請求項 1 0 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置を利用した硫化鉍物微粒子の検出方法であって、硫化鉍物が検出されたと判定した場合は、前記音響信号の強度を参照用データと比較し、硫化鉍物の含有量を判定することを特徴とする。

この発明においては、水中に含まれている硫化鉍物微粒子を検出し、検出された音響信号の強度を、あらかじめ取得されている参照用データと比較することにより、水中に含まれている硫化鉍物の含有量をリアルタイムで判定することが可能となる。

## 【 0 0 2 0 】

本発明の請求項 1 2 に係る光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出方法は、前記請求項 5 から請求項 1 0 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置を利用した硫化鉍物微粒子の検出方法であって、前記信号処理手段が前記音響波検出手段から伝達された音響信号と前記対比音響波検出手段から伝達された音響信号の差分をとることによって硫化鉍物微粒子が検出されたと判定することを特徴とする。

この発明においては、音響波検出手段から伝達された音響信号と対比音響波検出手段から伝達された音響信号の差分をとることにより、外部からの振動などにより生じるノイズの影響を除去し、硫化鉍物微粒子の検出を高感度で行うことが可能となる。

## 【 0 0 2 1 】

本発明の請求項 1 3 に係る光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出方法は、前記請求項 7 から請求項 1 0 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置を利用した硫化鉍物微粒子の検出方法であって、硫化鉍物が検出されたと判定した場合は、前記発光検出手段により検出された、前記発光の強度及び発光時間を参照用データと比較し、硫化鉍物の種類及びノ又は含有量を判定することを特徴とする。

この発明においては、水中に含まれている硫化鉍物微粒子を検出し、検出された発光の強度及び発光時間を、あらかじめ取得されている参照用データと比較することにより、水中に含まれている硫化鉍物の種類や含有量をリアルタイムで判定することが可能となる。

## 【 0 0 2 2 】

本発明の請求項 1 4 に係る光音響効果を用いた硫化鉍物を探査又は監視する方法は、前記請求項 1 から請求項 1 0 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置を利用して、水中に存在する硫化鉍物を含む前記微粒子を検出し、硫化鉍物の種類及びノ又は含有量に基づいて水中を自律的に移動することにより、水底に存在する硫化鉍物を探査又は監視することを特徴とする。

この発明においては、光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置を潜水艇などに搭載し、水中に存在する硫化鉍物微粒子を検出し、硫化鉍物の種類や含有量に応じて水中を

10

20

30

40

50

自律的に移動することにより、水底に存在する硫化鋇物を効率的に探査又は監視することが可能になる。

【 0 0 2 3 】

本発明の請求項 1 5 に係る光音響効果を用いた硫化鋇物を探査又は監視する方法は、前記請求項 1 から請求項 1 0 のいずれかに記載の光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子の検出装置を利用して、水中に存在する硫化鋇物を含む前記微粒子を検出し、硫化鋇物の種類及び / 又は含有量の情報を位置情報とともにマッピングすることにより、水底に存在する硫化鋇物を探査又は監視することを特徴とする。

この発明においては、硫化鋇物微粒子の検出装置を潜水艇などに搭載し、水中に存在する硫化鋇物微粒子を検出し、硫化鋇物の種類や含有量の情報を位置情報とともにマッピングすることにより、水底に存在する硫化鋇物を効率的に探査又は監視し、また、水中における硫化鋇物微粒子の分布状況に関する知見を得ることが可能になる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 4 】

本発明の光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子の検出装置においては、検出用セルの中に励起光を照射し励起光を吸収した微粒子が発する音響波を検出する構成であるため、水中に存在する硫化鋇物微粒子を検出することができる。検出用セルを使用することにより、発生する音響波のエネルギーを外部に漏らすことなく、高感度で音響波を検出することができる。また、励起光を照射する発光手段の使用エネルギーが少なくて済む。また、例えば、特定波長の励起光の照射に対する音響波を検出することにより、水中に特定の種類の硫化鋇物微粒子が存在することを効率的に検出することができる。

【 0 0 2 5 】

検出用セルが照射された励起光が内部を透過する構造であるため、検出用セルを構成する部品による励起光の吸収や散乱を防止し、水中に存在する硫化鋇物微粒子を効率よく検出することができる。

【 0 0 2 6 】

音響波検出手段が検出用セルの中の励起光の通過を妨げない構造を有することにより、励起光を照射した場合に検出用セルの中に音響波検出手段の影となる部分がなくなるため、水中に存在する硫化鋇物微粒子を効率よく検出することができる。

【 0 0 2 7 】

検出用セルが検出用セルの中の励起光の通過を妨げない構造に形成した注水口及び排水口を有し、注水口への硫化鋇物微粒子を含む水の供給・停止手段を有することにより、検出用セルへの水の注水・排水を断続的に行い、閉鎖空間を構成して水中に存在する硫化鋇物微粒子を効率よく検出することができる。

【 0 0 2 8 】

微粒子を含まない水を入れた対比用セルと、対比用セルの中に照射する励起光を検出用セルに照射する励起光から分割する励起光分割手段と、対比用セル内で発する音響波を検出する対比音響波検出手段とをさらに有し、信号処理手段が対比音響波検出手段から伝達された音響信号をさらに処理する機能を有することにより、外部からの振動などにより生じるノイズの影響を除去し、高感度で硫化鋇物微粒子を検出することができる。

【 0 0 2 9 】

信号処理手段が音響波検出手段から伝達された音響信号と対比音響波検出手段から伝達された音響信号の差分をとる機能を有することにより、外部からの振動などにより生じるノイズの影響を除去し、高感度で硫化鋇物微粒子を検出することができる。

【 0 0 3 0 】

励起光を吸収した硫化鋇物微粒子の発光を検出する発光検出手段をさらに有することにより、硫化鋇物微粒子が発する音響波だけでなく、発光をも検出に利用することにより、水中に存在する特定の種類の硫化鋇物微粒子を効率よく検出することができる。

【 0 0 3 1 】

発光検出手段が硫化鋇物微粒子の発光した燐光を検出する機能を有することにより、励

10

20

30

40

50

起光の照射が終了した後において硫化鋇物微粒子の発光を検出し、水中に存在する硫化鋇物微粒子を効率よく検出することができる。また、照射終了後の発光時間を計測し、燐光の有無により、水中に存在する硫化鋇物微粒子の種類を特定することができる。

【0032】

光源手段が波長の異なる励起光を順次照射する順次照射機能を有することにより、波長の異なる励起光により生じる発光を区別し、水中に存在する硫化鋇物微粒子の種類を特定することができる。

【0033】

信号処理手段で得た情報の情報記録手段と、少なくとも情報録手段で記録した情報の通信を外部と行う通信手段をさらに有することにより、硫化鋇物微粒子の検出を記録し、通信手段によりその情報を外部において利用することができる。

10

【0034】

光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子の検出方法においては、水中に含まれている硫化鋇物微粒子を検出し、検出された音響信号の強度を、あらかじめ取得されている参照用データと比較することにより、水中に存在する硫化鋇物の含有量を判定することができる。

【0035】

信号処理手段が音響波検出手段から伝達された音響信号と対比音響波検出手段から伝達された音響信号の差分をとることにより、外部からの振動などにより生じるノイズの影響を除去し、高感度で硫化鋇物微粒子を検出することができる。

【0036】

水中に含まれている硫化鋇物微粒子を検出し、検出された発光の強度及び発光時間を、あらかじめ取得されている参照用データと比較することにより、水中に存在する硫化鋇物の種類及び/又は含有量を判定することができる。

20

【0037】

光音響効果を用いた硫化鋇物を探査又は監視する方法においては、硫化鋇物の種類及び/又は含有量に基づいて水中を自律的に移動することにより、水底に存在する塊状硫化鋇物を探査することができる。また、塊状硫化鋇物の採掘に伴う硫化鋇物微粒子の流出状況を監視することができる。また、探査や監視に要するコストを削減することが可能になる。

【0038】

硫化鋇物の種類及び/又は含有量の情報を位置情報とともにマッピングすることにより、水底に存在する塊状硫化鋇物を探査し、水中における硫化鋇物微粒子の分布状況に関する知見を得ることができる。また、塊状硫化鋇物の採掘に伴う硫化鋇物微粒子の流出状況を監視することができる。また、探査や監視に要するコストを削減することが可能になる。

30

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の第1の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子検出装置の概念図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子検出装置の要部の構成を示す図である。

40

【図3】本発明の第1の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子検出装置のフローチャートである。

【図4】本発明の第2の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子検出装置の要部の構成を示す図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子検出装置の概念図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子検出装置のスペクトルチャートである。

【図7】本発明の第4の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子検出装置

50

のフローチャートである。

【図 8】本発明の第 5 の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子検出装置の概念図である。

【図 9】本発明の第 6 の実施の形態における光音響効果を用いた、水底に存在する硫化鉍物を探査する方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下、本発明を実施するための形態となる光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子の検出装置について説明する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子検出装置 10 の概念図である。光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子検出装置 10 は、検出用セル 11、光源手段 12、光源制御手段 14、圧電素子（音響波検出手段）15、信号処理手段 16 から構成される。光源手段 12 は、レーザ制御部 12-1、順次照射部 12-2、レーザヘッド 12-3 から構成される。光源制御手段 14 は、スイッチ 14-1、順次照射選択スイッチ 14-2、電源部 14-3 から構成される。信号処理手段 16 は、判断処理部 16-1、参照データ記憶部 16-2、データ比較部 16-3 から構成される。圧電素子 15 は、筐体 30 の内部空間における励起光 13 の通過を妨げないように形成される。また、筐体 30 の内部への水の供給及び排水のための注水口 32 及び排水口 33 は、励起光 13 の通過を妨げないように形成される。励起光 13 の通過を妨げない構造としては、例えば、励起光 13 の光路上に圧電素子 15、注水口 32、排水口 33 が突出していない構造が考えられる。

図 2 は、光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子検出装置 10 の要部の構成を示す図である。検出用セル 11 は、筐体 30 及び窓 31 から構成される。筐体 30 は注水口 32 及び排水口 33 を有する。検出用セル 11 には、水の供給及び供給停止を行うための供給・停止手段 34 が取り付けられている。注水や排水において、検出用セル 11 内によどみが生じ、硫化鉍物微粒子が滞留することを防ぐために、注水口 32 及び排水口 33 はテーパのついた形状になっている。また、注水や排水において、水が窓 31 の表面に沿って洗うように流動する構造であるため、硫化鉍物微粒子が窓 31 の表面に付着、堆積することを防止することができる。また、圧電素子（音響波検出手段）15 が取り付けられている。さらに、受光素子（発光検出手段）36 を取り付けることにより、励起光を吸収した硫化鉍物微粒子が音響波を生じるだけでなく発光する場合、その発光を検出することができる。

【0041】

硫化鉍物微粒子を含む可能性のある水は、検出用セル 11 の筐体 30 に入れられる。光源手段 12 を用いて照射された励起光 13 は、窓 31 を通して筐体 30 の内部空間を通過し、水に照射される。水に硫化鉍物微粒子が含まれていると、硫化鉍物の種類に応じた特定波長の光が硫化鉍物微粒子に吸収される。吸収された励起光 13 のエネルギーは熱に変換され、硫化鉍物微粒子や周囲の水の温度を上昇させる。密閉された検出用セル 11 内では、温度上昇に伴って内部の圧力が上昇し、圧力波すなわち音響波が生じる。この現象を光音響効果と呼ぶ。圧電素子（音響波検出手段）15 を用いて音響波を検出し、信号処理手段 16 を用いて音響波の信号を処理することにより、水中に特定の種類の硫化鉍物微粒子が存在することを検知することができる。

【0042】

図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子検出装置 10 のフローチャートであり、硫化鉍物微粒子検出方法を示す。まず光源制御手段 14 に設けられたスイッチ 14-1 をオンにすることにより、電源部 14-2 から電力が光源手段 12、供給・停止手段 34、圧電素子（音響波検出手段）15、信号処理手段 16 に供給され、硫化鉍物微粒子の検出が開始される。供給・停止手段 34 により検出用セル 11 内に硫化鉍物微粒子を含む可能性のある水が充填されて密閉され、閉鎖空間が構成される。（ステップ S1）光源手段 12 のレーザ制御部 12-1 によりレーザ発光が制御されレーザヘッド 12-2 を用いて励起光 13 を検出用セル 11 に照射する。（ステップ S

2) 検出用セル 11 を使用することにより、励起光 13 を照射する範囲が限定でき、光源手段 12 の使用エネルギーが少なく済む。

圧電素子（音響波検出手段）15 を用いて音響波を検出し、信号処理手段 16 を用いて音響波の信号を処理する。検出用セル 11 を使用することにより、発生する音響波のエネルギーを外部に漏らすことなく、高感度で音響波を検出することができる。判断処理部 16 - 1 は特定の種類の硫化鋳物微粒子が存在するか否かを判断する。（ステップ S3）音響波の信号が検出されないと判定処理部 16 - 1 が判断した場合は、特定の種類の硫化鋳物微粒子は存在しないと判断される。（ステップ S4）音響波の信号が検出されたら判定処理部 16 - 1 が判断した場合は、特定の種類の硫化鋳物微粒子は存在すると判断される。（ステップ S5）さらに、検出された音響波の信号の強度を、参照データ記憶部 16 - 2 に記憶されている参照用データと比較する。（ステップ S6）データ比較部 16 - 3 が検出された音響波の信号の強度と参照用データを比較することにより、水中に含まれる特定の種類の硫化鋳物の含有量を判定する。（ステップ S7）供給・停止手段 34 を用いて検出用セル 11 内の水を順次交換して硫化鋳物微粒子の検出を行うことにより、試料の持ち帰りを行うことなくリアルタイムで検出することができる。

10

#### 【0043】

次に、硫化鋳物の種類と吸収される光の波長との関係について説明する。主な硫化鋳物が吸収する光の波長を表 1 に示す。硫化鋳物は、その種類に応じた特定波長の光を吸収する。例えば、硫化亜鉛を成分とする閃亜鉛鋳は 350 nm の光を、硫化カドミウムを成分とする硫カドミウム鋳は 512 nm の光を、硫化水銀を成分とする辰砂は 620 nm の光を、硫化鉛を成分とする方鉛鋳は 3100 nm の光を吸収する。検出対象とする硫化鋳物の種類に応じて照射する励起光の波長を選択することにより、特定の種類の硫化鋳物微粒子を検出することができる。例えば、閃亜鉛鋳を検出したいときには、波長 350 nm の光を励起光として照射するのがよい。

20

#### 【0044】

##### 【表 1】

硫化鋳物名	物質名	化学式	吸収波長 (nm)
閃亜鉛鋳	硫化亜鉛	ZnS	350
硫カドミウム鋳	硫化カドミウム	CdS	512
辰砂	硫化水銀	HgS	620
方鉛鋳	硫化鉛	PbS	3100

#### 【0045】

なお、1つの波長の励起光により光音響効果と発光の両方を期待できる場合、圧電素子だけではなく受光素子を用いて検出することもできる。例えば、少量のマンガンを銅を微量元素として含む硫化亜鉛は、波長約 350 nm の光を吸収し、微量元素の種類に応じて特定の波長（例えば、マンガンの場合は約 585 nm）の蛍光を発する。この性質を利用して、音響波と発光の両方を検出に利用することができる。

40

#### 【0046】

図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鋳物微粒子検出装置 10 の要部の構成を示す図である。注水口 32 及び排水口 33 は筐体 30 の両端に配置され、窓 31 は筐体 30 の側面に配置される。図示していないが、供給・停止手段 34 が取り付けられている。励起光 13 は窓 31 を通して筐体 30 の内部空間を通過、水に照射される。検出用セル 11 への注水や排水において水は筐体 30 内をよどむことなく直線的に流動し、検出用セル 11 の内部、特に窓 31 の内面に硫化鋳物微粒子が滞留することを防ぐ。筐体 30 の側面には、圧電素子（音響波検出手段）15 が取り付けられている。さ

50

らに、受光素子（発光検出手段）36（図示せず）を取り付けることもできる。

#### 【0047】

図5は、本発明の第3の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子検出装置10の概念図である。本装置は、検出用セル11、光源手段12、光源制御手段14、圧電素子（音響波検出手段）15、信号処理手段16、対比用セル17、励起光13を分割するハーフミラー（励起光分割手段）18、対比用セル17内で発する音響波を検出する圧電素子（対比音響波検出手段）19から構成される。光源手段12は、レーザ制御部12-1、順次照射部12-2、レーザヘッド12-3から構成される。光源制御手段14は、スイッチ14-1、順次照射選択スイッチ14-2、電源部14-3から構成される。信号処理手段16は、判断処理部16-1、参照データ記憶部16-2、データ比較部16-3、差分処理部16-4から構成される。また、励起光13から分割された励起光を対比用セル17に導くための導光手段20を設置することもできる。対比用セル17には硫化鉍物微粒子を含まない水が入れている。対比用セル17及び圧電素子（対比音響波検出手段）19は、検出用セル11及び圧電素子（音響波検出手段）15と同一の構造、仕様のものである。励起光分割手段18により分割された励起光13を検出用セル11及び対比用セル17に同時に照射し、圧電素子（音響波検出手段）15及び圧電素子（対比音響波検出手段）19から伝達された音響信号を差分処理部16-4で処理し、これらの音響信号の差分をとることにより、外部からの振動などにより生じるノイズの影響を除去し、硫化鉍物微粒子の検出を高感度で行うことが可能となる。音響信号の差分に対して、判断処理部16-1は特定の種類の硫化鉍物微粒子が存在するか否かを判断する。さらに、音響信号の差分の強度と参照データ記憶部16-2に記憶されている参照用データをデータ比較部16-3が比較することにより、水中に含まれる特定の種類の硫化鉍物の含有量を判定する。

#### 【0048】

図6は、本発明の第3の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子検出装置のスペクトルチャートである。検出用セル11から得られた音響信号のスペクトルには、硫化鉍物微粒子に由来する音響波の信号だけでなく外部からの振動などにより生じるノイズも含まれるため、高感度で検出できない場合がある。また、ノイズの原因としては、例えば検出用セル11内の水による励起光13の吸収も考えられる。そこで、硫化鉍物微粒子を含まない水を入れた対比用セル17を設置し、検出用セル11と同様に励起光13を照射して音響信号のスペクトルを取得し、両者の差分をとることにより、ノイズの影響を除去し、硫化鉍物微粒子の検出を高感度で行うことが可能となる。

励起光を分割せずに対比用セルに励起光を照射する方法としては、対比用セルのために独立した光源手段を設置する方法がある。しかしながら、光源手段を2つ設置するため装置構成が複雑となり、装置の価格も高額になる。また、励起光の光路上に検出用セルと対比用セルを並べ、第1のセルを透過した励起光を第2のセルに照射して音響信号を取得する方法もある。例えば、まず対比用セルに励起光を照射し、透過した励起光を検出用セルに照射する方法が考えられる。しかしながら、励起光が2つのセルを透過するためには、1つのセルを透過する場合よりも出力の大きな光源手段が必要であり、装置の価格も高額になる。これに対して、励起光分割手段としてはハーフミラー等の安価な部品を利用できる。以上のことから、励起光分割手段を用いて励起光を分割し、対比用セルに励起光を照射する方法が優れている。

また、単一の信号処理手段で音響信号間の差分をとる以外の方法として、検出用セルからの音響信号と対比用セルからの音響信号を独立した別個の信号処理手段で処理し、その結果をさらに別の手段で処理する方法もある。しかしながら、装置構成が複雑になり、装置の価格も高額になる。以上のことから、単一の信号処理手段を用いて、検出用セルから得られた音響信号と対比用セルから得られた音響信号の差分をとる方法が優れている。

#### 【0049】

図7は、本発明の第4の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鉍物微粒子検出装置10のフローチャートであり、硫化鉍物微粒子検出方法を示す。まず光源制御手段14

に設けられたスイッチ 14 - 1 をオンにすることにより、電源部 14 - 2 から電力が光源手段 12、供給・停止手段 34、圧電素子（音響波検出手段）15、信号処理手段 16 に供給され、硫化鋇物微粒子の検出が開始される。供給・停止手段 34 により検出用セル 11 内に硫化鋇物微粒子を含む可能性のある水が充填され、密閉される。（ステップ S 11）光源手段 12 のレーザ制御部 12 - 1 によりレーザ発光が制御されレーザヘッド 12 - 2 を用いて励起光 13 を検出用セル 11 に照射する。順次照射選択スイッチ 14 - 3 をオンにすることにより順次照射部 12 - 3 が作動し、波長の異なる励起光 13 を順次照射する。（ステップ S 12）圧電素子（音響波検出手段）15 を用いて音響波を検出し、信号処理手段 16 を用いて音響波の信号を処理する。判断処理部 16 - 1 は特定の複数種の硫化鋇物微粒子が存在するか否かを判断する。（ステップ S 13）音響波の信号が検出されないと判断処理部 16 - 1 が判断した場合は、特定の複数種の硫化鋇物微粒子は存在しないと判断される。（ステップ S 14）音響波の信号が検出されたら判断処理部 16 - 1 が判断した場合は、特定の複数種の硫化鋇物微粒子は存在すると判断される。（ステップ S 15）さらに、受光素子（発光検出手段）36 を用いて励起光 13 の照射後に発生した散乱光、蛍光、燐光などの光を検出する。信号処理手段 16 において、発光信号の強度及び発光時間を、参照データ記憶部 16 - 2 に記憶されている参照用データと比較する。（ステップ S 16）検出された発光信号の強度及び発光時間を、参照用データと比較することにより、データ比較部 16 - 3 が水中に含まれる特定の複数種の硫化鋇物の種類及び / 又は含有量を判定する。（ステップ S 17）

10

**【0050】**

20

本発明の第 1 の実施の形態においては、単一の波長の励起光を照射し、音響波の信号のみを用いて特定の種類の硫化鋇物微粒子の検出や含有量の判定を行うが、第 4 の実施の形態においては、波長の異なる励起光を順次照射し、音響波の信号と発光信号の両方を用いる。例えば、音響信号を用いて硫化鋇物微粒子の有無を判定し、発光信号から得られたデータを用いて特定の複数種の硫化鋇物の種類及び / 又は含有量を判定する。また、音響信号を用いて硫化鋇物微粒子の有無を判定し、発光信号から得られたデータ及び音響信号から得られたデータの両方を用いて特定の複数種の硫化鋇物の種類及び / 又は含有量を判定することも可能である。発光信号から得られたデータ及び音響信号から得られたデータの両方を使用することにより、特定の複数種の硫化鋇物の種類及び / 又は含有量の判定がより正確に可能となる。なお、波長の異なる励起光を順次照射し、音響波の信号のみを用いて特定の複数種の硫化鋇物微粒子の検出や含有量の判定を行うことも可能である。また、参照用データと比較する代わりに、予め標準試料を用意しておき、標準試料から得られたデータと比較することも可能である。また、波長の異なる励起光を順次照射するため、複数の光源手段を使用することも、単独で広い範囲の波長の光を発する光源手段と、その光から特定波長の光を取り出すプリズムや回折格子などの分光手段とを組み合わせ使用することも可能である。

30

**【0051】**

図 8 は、本発明の第 5 の実施の形態における光音響効果を用いた硫化鋇物微粒子の検出装置 10 の概念図である。本装置は、検出用セル 11、光源手段 12、光源制御手段 14、圧電素子（音響波検出手段）15、信号処理手段 16、情報記録手段 41、通信手段 42 から構成されている。光源手段 12 は、レーザ制御部 12 - 1、順次照射部 12 - 2、レーザヘッド 12 - 3 から構成される。光源制御手段 14 は、スイッチ 14 - 1、順次照射選択スイッチ 14 - 2、電源部 14 - 3 から構成される。信号処理手段 16 は、判断処理部 16 - 1、参照データ記憶部 16 - 2、データ比較部 16 - 3 から構成される。情報記録手段 41 は情報記録部 41 - 1、信号変換部 41 - 2 から構成されている。通信手段 42 は送信部 42 - 1、受信部 42 - 2 から構成されている。

40

**【0052】**

この第 5 の実施の形態においては、信号処理手段 16 で得られた情報は情報記録手段 41 の信号変換部 41 - 2 により電子情報に変換され、情報記録部 41 - 1 に記録される。さらに、通信手段 42 の送信部 42 - 1 により通信を行うことにより、外部 43 において

50

記録された情報を入力することができる。通信手段 4 2 の受信部 4 2 - 2 により外部 4 3 からの命令を受信することができる。

【 0 0 5 3 】

図 9 は、本発明の第 6 の実施形態となる光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出装置 1 0 を利用して、水底 6 0 に存在する塊状硫化鉱物 6 1 を探査する方法を示す図である。光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出装置 1 0 及びバッテリー 6 4 を搭載した潜水艇 6 2 を航行させ、水中に存在する硫化鉱物微粒子 5 0 を検出する。水中の硫化鉱物の種類及び / 又は含有量に基づいて潜水艇 6 2 の推進手段 6 3 を制御することにより、潜水艇 6 2 を自律的に移動させ、水底 6 0 に存在する塊状硫化鉱物 6 1 を探査することができる。また、水中の硫化鉱物の種類及び / 又は含有量の情報を位置情報とともにマッピングすることにより、水底 6 0 に存在する塊状硫化鉱物 6 1 を探査することも可能である。また、得られた情報を通信 7 1 により船舶 7 0 に送信することも可能である。なお水底 6 0 とは、水底表面、水底表面から水中に突出した部分、並びに水底表面下の地中を含むものである。

10

【 0 0 5 4 】

また、塊状硫化鉱物 6 1 の採掘が行われている水域において、光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出装置 1 0 を搭載した潜水艇 6 2 を航行させ、水中に存在する硫化鉱物微粒子 5 0 を検出し、水中の硫化鉱物の種類及び / 又は含有量に応じて潜水艇 6 2 を自律的に移動させることにより、硫化鉱物微粒子 5 0 の流出を監視することが可能である。また、水中の硫化鉱物の種類や含有量の情報を位置情報とともにマッピングすることにより、特定の種類の硫化鉱物微粒子 5 0 の流出を監視することも可能である。また、得られた情報を通信 7 1 により船舶 7 0 に送信することも可能である。

20

【 0 0 5 5 】

以上のように、本発明により、水中に存在する硫化鉱物微粒子のリアルタイムでの検出が可能となり、新たな海底熱水鉱床の発見や、採掘中の海底熱水鉱床の周辺海域における特定の種類の硫化鉱物微粒子の流出や流出した硫化鉱物微粒子の含有量の監視を効率的に実施することが可能となる。また、探査や監視に要するコストを削減することが可能になる。以上に述べた本発明の実施の形態は基本的なものであり、複数の実施の形態を組み合わせることにより、さらに多くの種類の実施の形態を提供することも可能である。

【 産業上の利用可能性 】

30

【 0 0 5 6 】

本発明は、例えば、海底の塊状硫化鉱物を資源として開発するための資源探査や、資源開発における鉱害の防止などの分野で利用することができる。また、試験用の硫化鉱物微粒子の検出装置や硫化鉱物微粒子の検出装置を搭載する潜水艇等に利用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

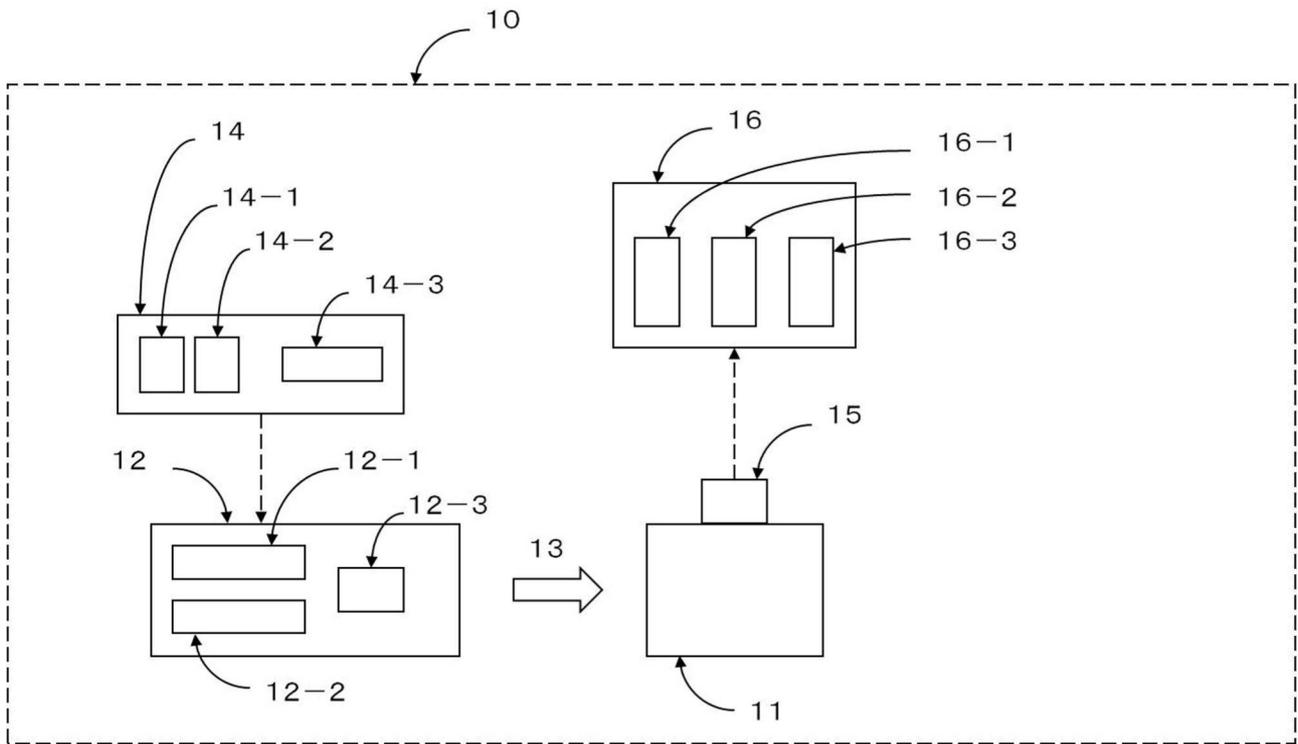
- 1 0 光音響効果を用いた硫化鉱物微粒子の検出装置
- 1 1 検出用セル
- 1 2 光源手段
- 1 2 - 1 レーザ制御部
- 1 2 - 2 順次照射部
- 1 2 - 3 レーザヘッド
- 1 3 励起光
- 1 4 光源制御手段
- 1 4 - 1 スイッチ
- 1 4 - 2 順次照射選択スイッチ
- 1 4 - 3 電源部
- 1 5 圧電素子（音響波検出手段）
- 1 6 信号処理手段

40

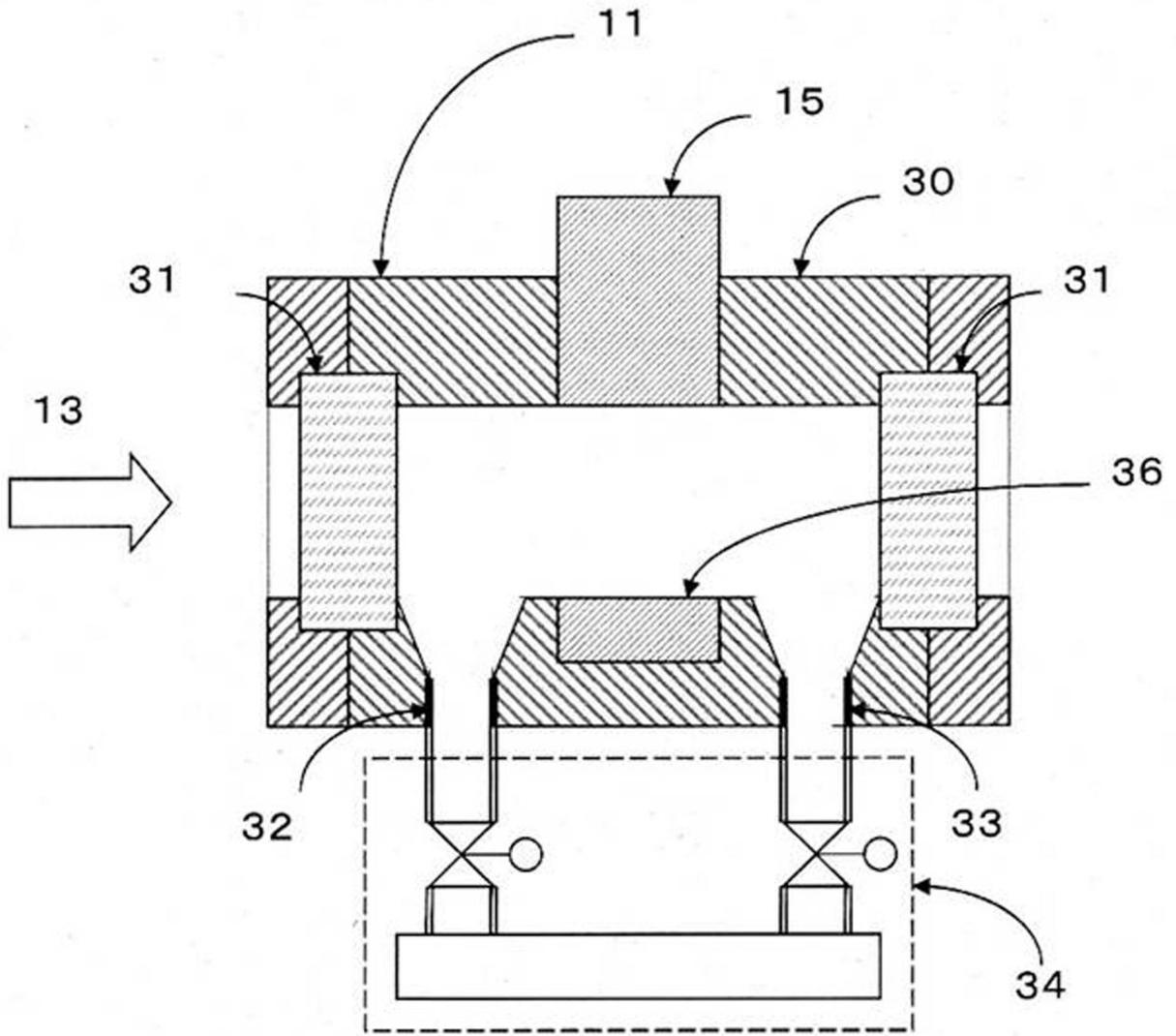
50

1 6 - 1	判断処理部	
1 6 - 2	参照データ記憶部	
1 6 - 3	データ比較部	
1 6 - 4	差分処理部	
1 7	対比用セル	
1 8	ハーフミラー（励起光分割手段）	
1 9	圧電素子（対比音響波検出手段）	
2 0	導光手段	
3 0	筐体	
3 1	窓	10
3 2	注水口	
3 3	排水口	
3 4	供給・停止手段	
3 6	受光素子（発光検出手段）	
4 1	情報記録手段	
4 1 - 1	情報記録部	
4 1 - 2	信号変換部	
4 2	通信手段	
4 2 - 1	送信部	
4 2 - 2	受信部	20
4 3	外部	
5 0	硫化鉍物微粒子	
6 0	水底	
6 1	塊状硫化鉍物	
6 2	潜水艇	
6 3	推進手段	
6 4	バッテリー	
7 0	船舶	
7 1	通信	30

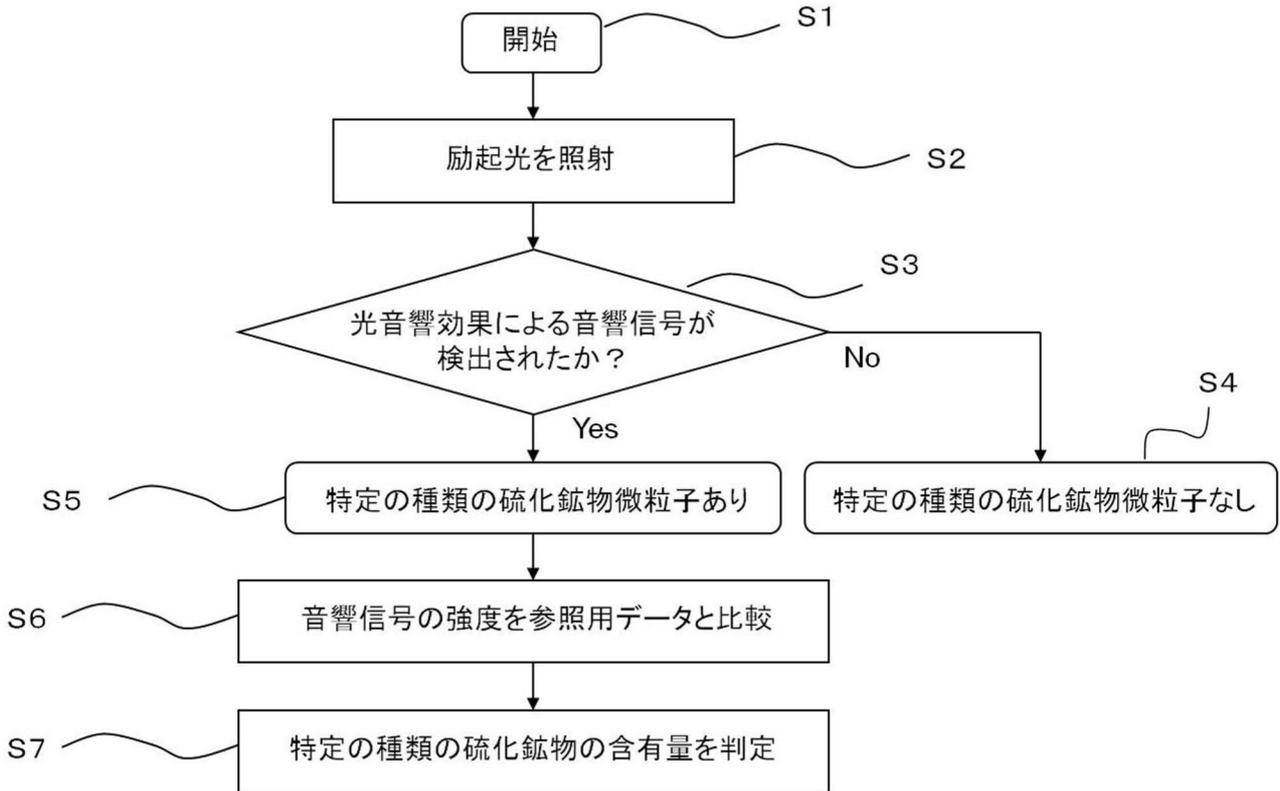
【図 1】



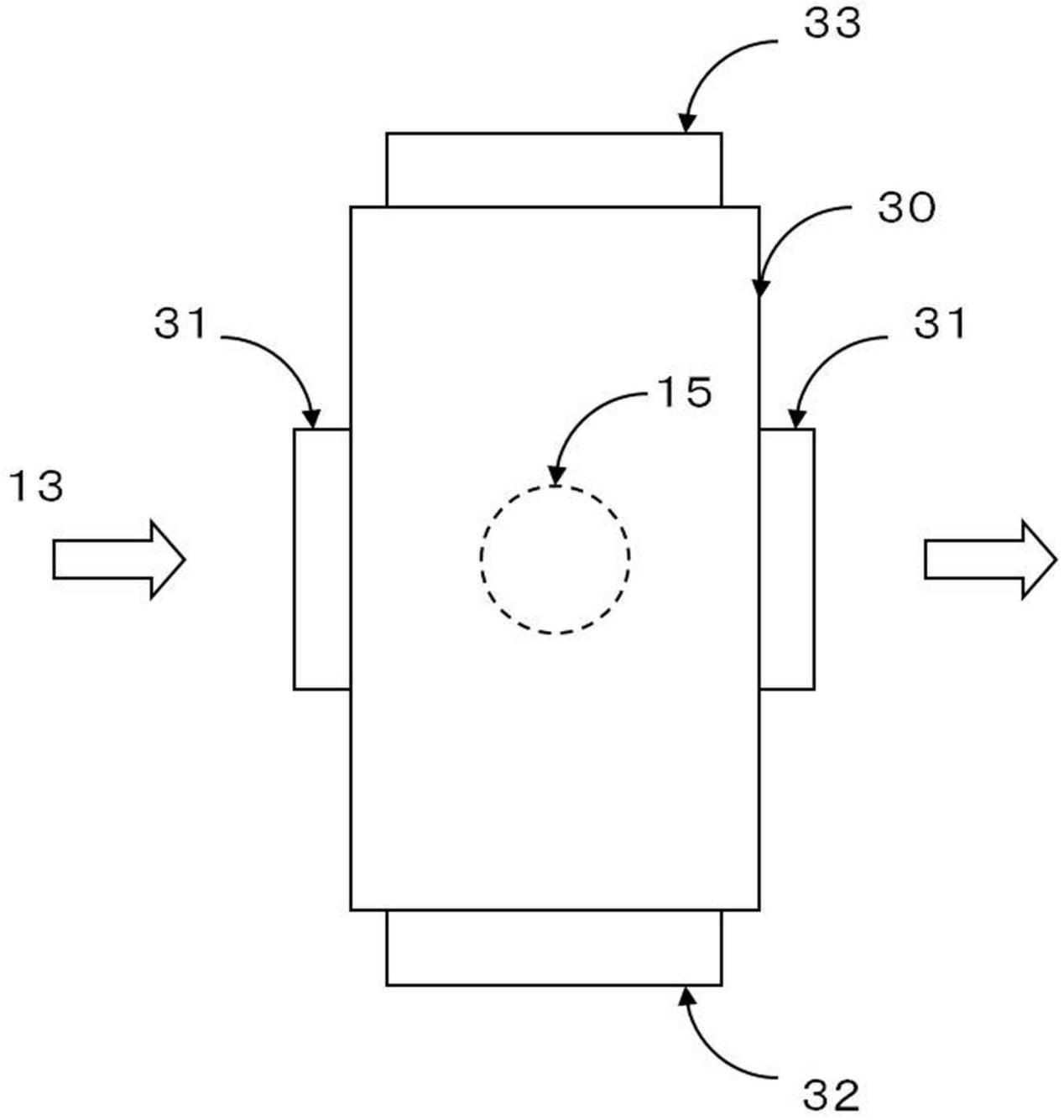
【図 2】



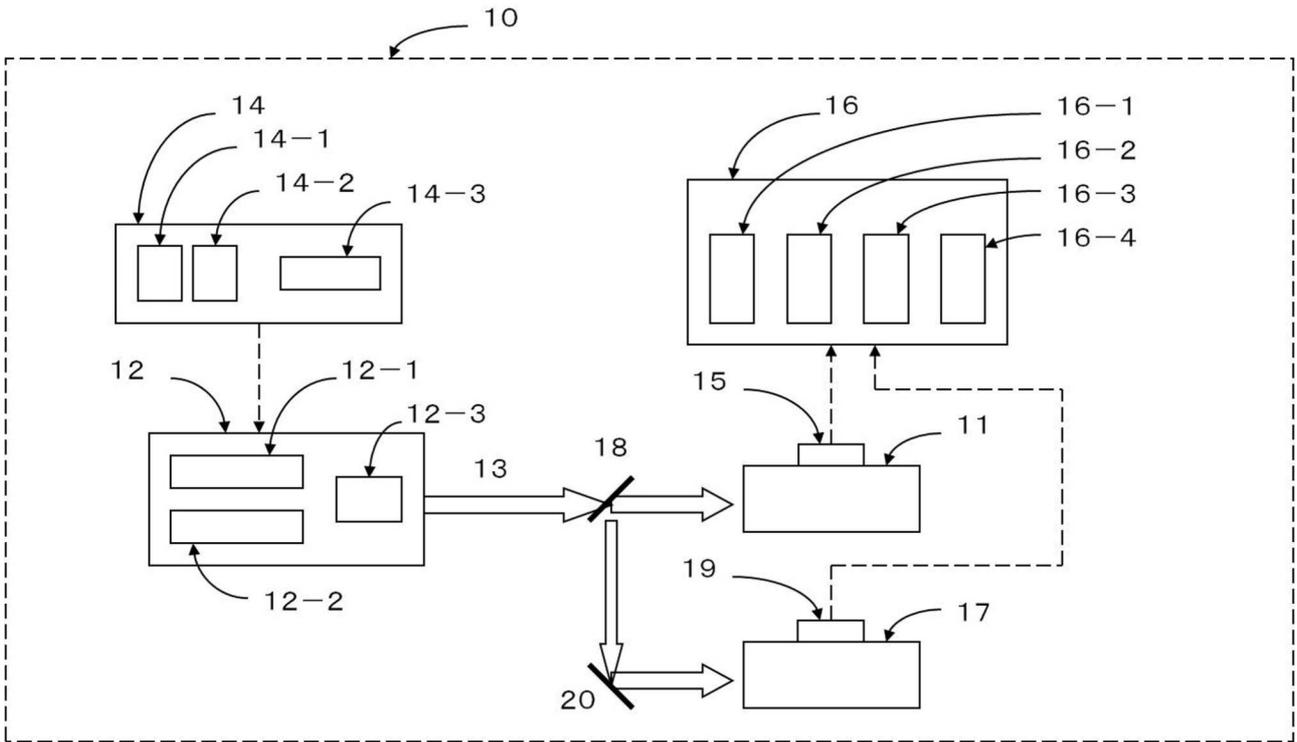
【図3】



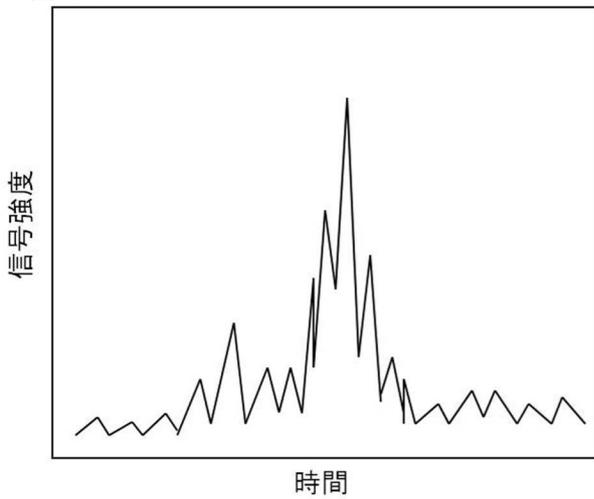
【図4】



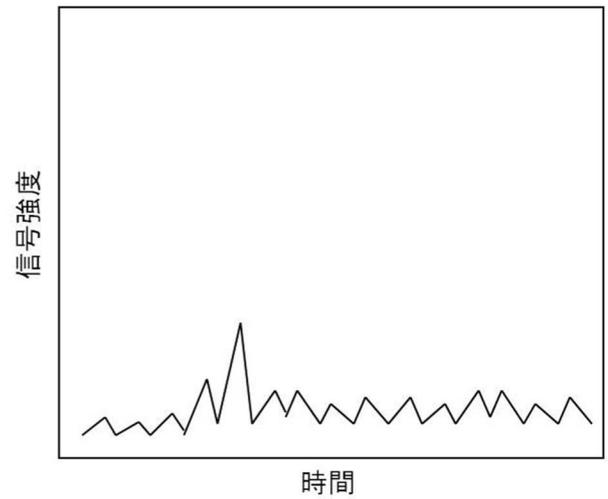
【図5】



【図6】

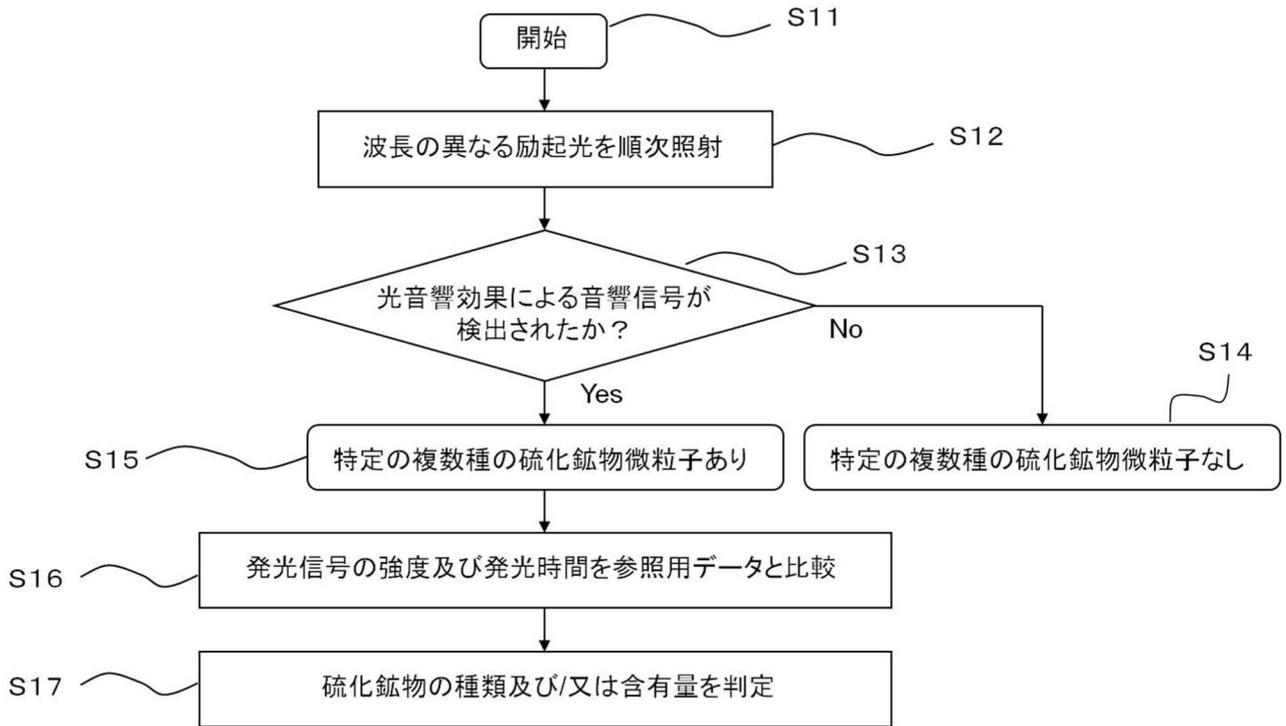


検出用セル11から得られる音響信号のスペクトル

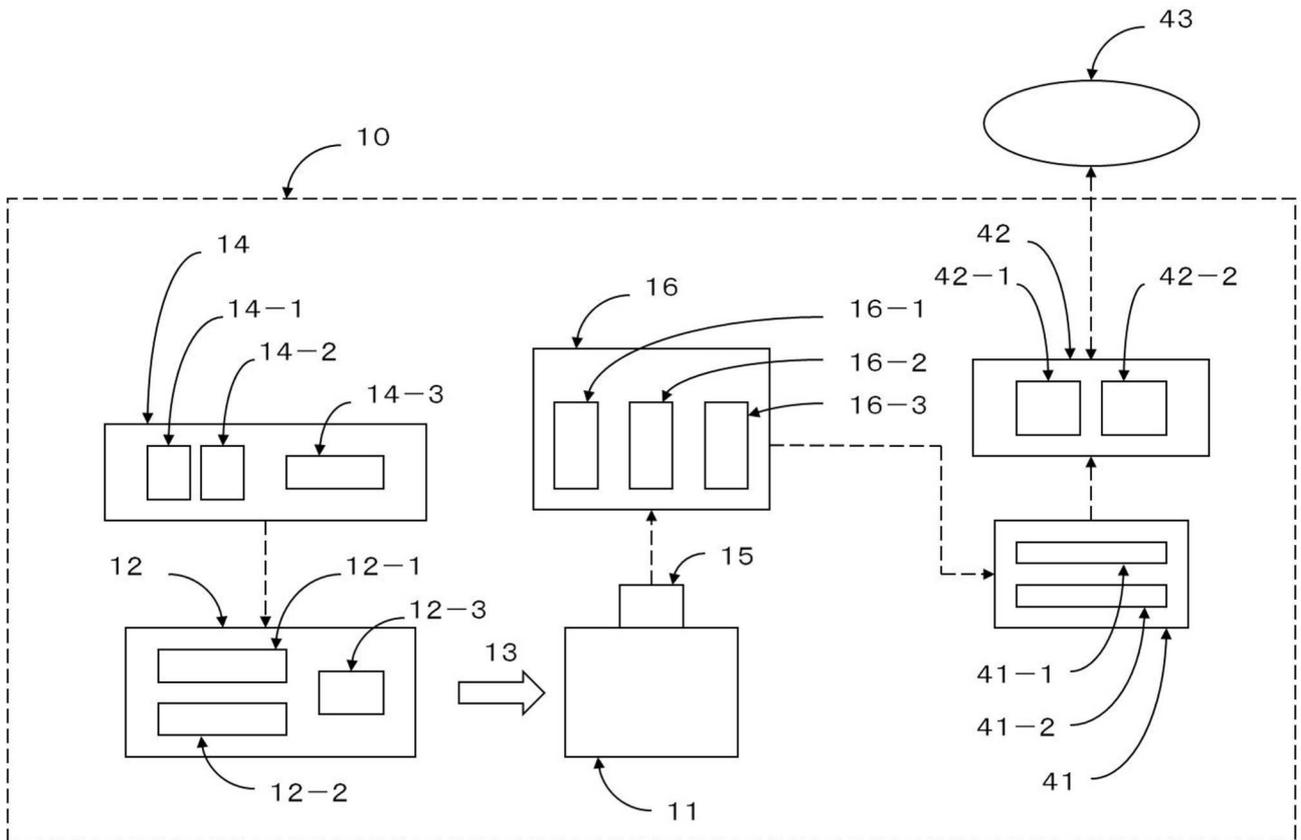


対比用セル17から得られる音響信号のスペクトル

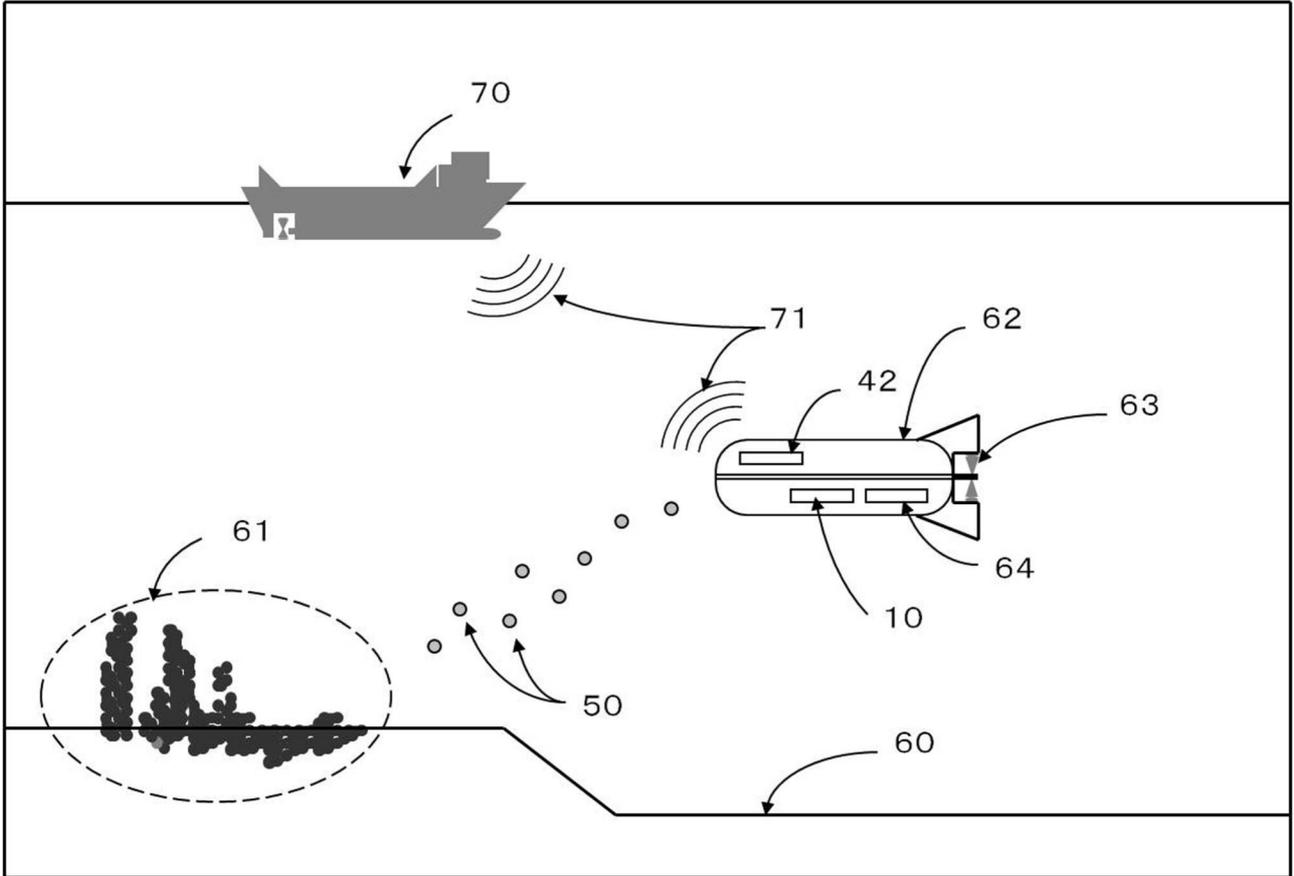
【図7】



【図8】



【図 9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 中島 康晴

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人海上技術安全研究所内

Fターム(参考) 2G043 AA01 BA11 CA04 CA06 EA01 EA02 EA15 FA01 FA06 FA07

HA09 JA04 JA05 KA01 KA02 KA03 KA05 KA09

2G047 AA08 CA04 GG33 GJ19 GJ22

2G059 AA01 BB06 BB09 CC06 EE07 EE11 EE16 FF02 FF08 GG01

HH01 HH02 HH03 HH06 JJ05 JJ06 JJ22 KK08