

(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2014-50033
(P2014-50033A)

(43) 公開日 平成26年3月17日(2014.3.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4B 10/80 (2013.01)	HO4B 9/00 380	5K102
HO4B 10/116 (2013.01)	HO4B 9/00 116	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-193270 (P2012-193270)
(22) 出願日 平成24年9月3日 (2012.9.3)

(71) 出願人 501241645
学校法人 工学院大学
東京都新宿区西新宿1丁目24番2号
(74) 代理人 100079049
弁理士 中島 淳
(74) 代理人 100084995
弁理士 加藤 和詳
(74) 代理人 100099025
弁理士 福田 浩志
(72) 発明者 前田 幹夫
東京都新宿区西新宿1-24-2 学校法人
工学院大学内
Fターム(参考) 5K102 AA22 AA28 AL23 AL28 MB20
MH02 MH15 MH22 RB02 RC04

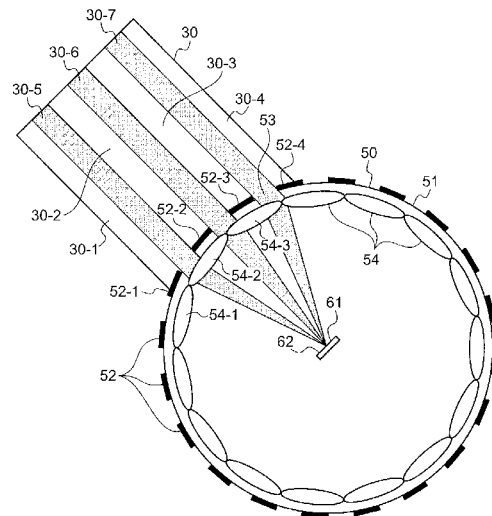
(54) 【発明の名称】 空間光伝送システム

(57) 【要約】

【課題】より簡易にトラッキングできる空間光伝送システムを提供する。

【解決手段】球表面に設けられた再帰性反射材52と、再帰性反射材52に光を照射する光源21と、再帰性反射材52によって反射された光を受光する受光器24とを備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

球表面に設けられた再帰性反射材と、
前記再帰性反射材に光信号を照射する光源と、
前記再帰性反射材によって反射された光信号を受光する受光器と、
を備える空間光伝送システム。

【請求項 2】

前記光信号は可視光帯であり、前記再帰性反射材、前記光源および前記受光器は水中に置かれ、水中で光伝送を行う請求項 1 記載の空間光伝送システム。

【請求項 3】

前記光源からの光信号には、映像信号とトラッキング用の信号が多重されて印加されている請求項 1 または 2 記載の空間光伝送システム。

【請求項 4】

前記トラッキング用の信号は正弦波である請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の空間光伝送システム。

【請求項 5】

前記光源は、前記光信号に前記映像信号を多重して印加する映像信号用光源と、前記光信号に少なくとも前記トラッキング用信号を多重して印加するトラッキング用光源とを備える請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の空間光伝送システム。

【請求項 6】

前記トラッキング用光源では、前記光信号に前記映像信号と前記トラッキング用信号が多重されて印加される請求項 5 記載の空間光伝送システム。

【請求項 7】

前記映像信号用光源からの出射光の出射角度は、前記トラッキング用光源からの出射光の出射角度より狭い請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載の空間光伝送システム。

【請求項 8】

前記光源と前記受光器は同一部材に設けられている請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか 1 項に記載の空間光伝送システム。

【請求項 9】

前記映像信号用光源と前記トラッキング用光源はマトリクス状に配置されており、前記トラッキング用光源は互いに直交する 2 本の線上に配置され、前記映像信号用光源は前記マトリクスの残りの部分に配置されている請求項 1 ~ 請求項 8 のいずれか 1 項に記載の空間光伝送システム。

【請求項 10】

前記映像信号用光源と前記トラッキング用光源は第 1 のマトリクス状に配置されており、前記トラッキング用光源は第 2 のマトリクス状に配置され、前記映像信号用光源は前記第 1 のマトリクスの残りの部分に配置され、前記トラッキング用光源では、前記第 2 のマトリクスの同一の行では、同一の周波数の前記トラッキング用信号が前記光信号に多重されて印加され、前記第 2 のマトリクスの同一の列では、前記行における周波数と異なるが互いに同一の周波数の前記トラッキング用信号が前記光信号に多重されて印加される請求項 1 ~ 請求項 9 のいずれか 1 項に記載の空間光伝送システム。

【請求項 11】

前記光源は、複数の前記トラッキング用光源を備え、複数の前記トラッキング用光源では、複数の前記トラッキング用光源にそれぞれ対応する 1 つの周波数のトラッキング用信号、または複数の前記トラッキング用光源にそれぞれ対応する 2 つの周波数の組み合わせのトラッキング用信号が前記光信号に多重されて印加され、

前記受光器によって受光された前記光信号から得られる複数の前記トラッキング用信号の強度から前記光源と前記再帰性反射材とのずれを求め、前記求めたずれに応じて前記光源と前記再帰性反射材との位置関係を調整するコントローラをさらに備える請求項 1 ~ 請求項 10 のいずれか 1 項に記載の空間光伝送システム。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

前記再帰性反射材は前記球表面に均一に分散して設けられている。請求項 1 ~ 請求項 1 3 のいずれか 1 項に記載の空間光伝送システム。

【請求項 1 3】

前記球内部に前記光信号を受光する第 2 の受光器が設けられている。請求項 1 ~ 請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載の空間光伝送システム。

【請求項 1 4】

前記第 2 の受光器は、球方面に設けられた複数の受光器を備える請求項 1 3 記載の空間光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は空間光伝送システムに関し、特に、水中で光伝送を行う水中光伝送システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、空間光伝送システムにおける光軸のトラッキング技術としていくつかの技術が報告されている（特許文献 1 ~ 4 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 203601 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 238139 号公報

【特許文献 3】特許第 3064839 号公報

【特許文献 4】特開平 11 - 122179 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、空間光伝送システムにおいては、より簡易にトラッキングできる技術が望まれている。

30

【0005】

本発明の主な目的は、より簡易にトラッキングできる空間光伝送システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様によれば、
球表面に設けられた再帰性反射材と、
前記再帰性反射材に光を照射する光源と、
前記再帰性反射材によって反射された光を受光する受光器と、
を備える空間光伝送システムが提供される。

40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、より簡易にトラッキングできる空間光伝送システムが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】図 1 は、本発明の好ましい実施の形態の光伝送システムを説明するための概略構成図である。

【図 2】図 2 は、本発明の好ましい実施の形態の光伝送システムの中継器の外観を説明するための概略図である。

【図 3】図 3 は、本発明の好ましい実施の形態の光伝送システムの中継器を説明するため

50

の概略断面図である。

【図 4】図 4 は、本発明の好ましい実施の形態の光伝送システムにおいて、トラッキング用の光源を使って中継器との位置ずれを検出する原理を説明するための概略図であり、中継器と映像信号光送信装置が正対しているときの状態を示す図である。

【図 5】図 5 は、映像信号光送信装置の光源からの光信号の周波数スペクトラム、ならびに、中継器と映像信号光送信装置が正対しているときの、映像信号光送信装置の受光器および中継器の映像信号光受信装置の受光器で得られる光信号の周波数スペクトラムを示す図である。

【図 6】図 6 は、本発明の好ましい実施の形態の光伝送システムにおいて、トラッキング用の光源を使って中継器との位置ずれを検出する原理を説明するための概略図であり、中継器と映像信号光送信装置が正対していないときの状態を示す図である。

10

【図 7】図 7 は、中継器と映像信号光送信装置が正対していないときの、映像信号光送信装置の受光器で得られる光信号の周波数スペクトラムを示す図である。

【図 8】図 8 は、中継器と映像信号光送信装置のずれの検出を 2 次元で行う場合の、映像信号光送信装置の光源の一配置例について説明するための概略図である。

【図 9】図 9 は、映像信号伝送用の光源から送信される光信号と、トラッキング用の光源送信される光信号について説明するための周波数スペクトラムを示す図である。

【図 10】図 10 は、中継器と映像信号光送信装置のずれの検出を 2 次元で行う場合の、映像信号光送信装置の光源の他の配置例について説明するための概略図である。

【図 11】図 11 は、映像信号伝送用の光源から送信される光信号と、トラッキング用の光源から送信される光信号について説明するための周波数スペクトラムを示す図である。

20

【図 12】図 12 は、映像信号の伝送システムの一構成例を説明するための概略構成図である。

【図 13】図 13 は、中継器側での光軸調整を説明するためのフローチャートである。

【図 14】図 14 は、トラッキング動作を説明するためのフローチャートである。

【図 15】図 15 は、映像信号の伝送システムの他の構成例を説明するための概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

電波は水中では大きな減衰を受けるため、超音波程度の低い周波数しか伝送することができない。可視光帯は電波よりも水中での減衰が小さいので、音声信号程度の狭帯域な信号の伝送が可能である。

30

【0010】

現在は潜水艇等のカメラで水中で撮影した映像は伝送手段が無いため、記録装置に保存して浮上後に再生しており、多くの時間がかかっている。海上と潜水艇のカメラとを光ファイバで接続すれば映像信号をライブ伝送できることが予想されるが、有線で接続することになるので潜水艇の行動を著しく妨げることになるという問題がある。

【0011】

そこで、本発明者は、潜水艇の近くに中継器を置き、潜水艇から中継器までの短距離を海中で損失の小さな可視光で伝送し、中継器で電気信号に戻してから海上までの長距離を光ファイバ伝送で低損失な波長の光信号に変換して伝送することにより、この問題を解決し、潜水艇など海中から映像信号のライブ伝送を実現できると思料した。以下に説明する本発明の好ましい実施の形態は、このような本発明者の知見に基づくものである。

40

【0012】

以下、図面を参照して、本発明の好ましい実施の形態を説明する。

【0013】

まず、潜水艇から中継器を見つける技術について説明する。無線を使わずに、視界のきかない海のなかで、潜水艇から中継器を容易に見つけるために、本実施の形態では、中継器を球形で構成し、その表面に再帰性反射材を貼り付けている。再帰性反射材は、表面が

50

ビーズやプリズム状のシートで、任意の角度で入射した光を入射した方向に反射させる。これを用いた交通標識や作業員のジャケットは車のヘッドライトの光を光源の方向に強く反射するので運転者は遠くから認知することができる。本実施の形態では、再帰性反射材が光源の方向に正確かつ鋭く反射する特性を持っていることに着目し、高い位置検出精度を得るものである。

【0014】

本実施の形態の映像信号の伝送システムの例を図1に示す。本実施の形態の伝送システム1は、映像信号光送信装置20と、中継器50と、光電気変換器73とを備えている。映像信号光送信装置20は潜水艇10に搭載されている。中継器50は、映像信号光受信装置60と電気光変換器70とを備えている。光電気変換器73は、海上の船72に搭載されている。電気光変換器70と光電気変換器73は光ファイバ71で接続されている。映像信号光送信装置20は、可視光帯の送信光30を放射して中継器50を探す。中継器50に送信光30が当たり、映像信号光送信装置20に反射光40が戻ると、中継器50を検出できる。本実施の形態では、後述するように、中継器50を球状にし、再帰性反射材を中継器50の表面に配置することで、映像信号光送信装置20と中継器50との間が見通しであれば、任意の位置から中継器50の検出が可能である。

10

【0015】

中継器50の外観を図2に示す。中継器50の表面51は球状である。中継器50の表面51は可視光帯の光に対して透明な部材で構成されている。中継器50の球状の表面51には、複数の再帰性反射材52が規則的に配置されている。複数の再帰性反射材52は、互いに等間隔に配置されている。映像信号光送信装置20から送られた光のうち、再帰性反射材52が配置されていない部分53に到達した光は中継器50の内部に入射する。図2では、光がどの方向から入射しても同じ受光電力および反射電力が得られることを分かり易く説明するために長方形の再帰性反射材52を配置した例を示しているが、反射する箇所(再帰性反射材52を配置した部分)と透過する箇所(再帰性反射材52が配置されていない部分53)に偏りがなければ他の配置でも構わない。

20

【0016】

次に中継器50での受光と反射の動作を図3の断面図を参照して説明する。上述のように、中継器50の球状の表面51には、複数の再帰性反射材52が規則的に配置されている。中継器50の内側には、複数の集光レンズ54が、球面をなすように配置されている。複数の再帰性反射材52が配置されている球と、複数の集光レンズ54が配置されている球は同心である。これらの球の中心には、光受光器61が配置されている。光受光器61は、複数の集光レンズ54の焦点に配置されている。

30

【0017】

潜水艇10の映像信号光送信装置20から送られた光信号30を、説明を簡単にするために、平行ビームとして描いている。光信号30の入射光のうち、再帰性反射材52-1、52-2、52-3および52-4に到達した光30-1、30-2、30-3および30-4は、再帰性反射材52-1、52-2、52-3および52-4によって入射方向に反射される。残りの光30-5、30-6および30-7は集光レンズ54-1、54-2および54-3で集光されて光受光器61に焦点を結び、電気信号に変換される。

40

【0018】

中継器50は探されている間はどの方向から光がくるのかが分からないため、光受光器61を回転させて光の到来方向を知り、光受光器61の受光面62の法線方向が入射方向と一致するように制御する。あるいは複数の固定の光受光器を球の中心位置に配置しておき、最大の受信光強度が得られている光受光器の電気信号をスイッチで選択する等の手段を用いても未知の方向から到来した光を受信できたのと等価である。

【0019】

次に、潜水艇10あるいは中継器50が移動しても、入射光30を常に中継器50の球の中央で捉え続けられるように、潜水艇10の映像信号光送信装置20からの光の出射方向を自動的に補正するトラッキング技術について説明する。

50

【 0 0 2 0 】

一般に、光送信機から任意の方向にある受信装置に空間光伝送をするには光を等方に放射すれば良いが、大きな光送信電力が必要となる。画像のような広帯域な信号を、海中のように伝送損失の大きな媒体中で伝送するためには、出射光の出射角度を狭くして、中継器の映像信号光受信装置の受光器で十分な受光電力を確保することが望ましい。伝送距離が長くなるにつれてビームは広がるため、所望の受光電力を確保するには複数の光送信機を用いることが望まれる。一方で、潜水艇 10 から中継器 50 を効率よく探すためには光を広い角度に放射する必要がある。そこで本実施の形態では、同一平面内に信号を伝送するための出射角度の極めて狭いビーム状の光源と、中継器を探し、トラッキングするための広い出射角度の光源の 2 種類を配置している。

10

【 0 0 2 1 】

トラッキング用の光源を使って中継器 50 との位置ずれを検出する原理を図 4 を参照して説明する。先ず、一次元の横方向のずれの検出方法について説明する。今、中継器 50 は潜水艇 10 の映像信号光送信装置 20 と正対していて、ずれがない状態である。映像信号光送信装置 20 は、光源 21 (21 - 1 ~ 21 - 5) と、受光器 24 とを備えている。光源 21 - 1 ~ 21 - 5 は、それぞれトラッキング用の光 22 - 1 ~ 22 - 5 を中継器 50 に向かって放射する。トラッキング用の光 22 - 1 ~ 22 - 5 は、中継器 50 の再帰性反射材 52 (図 2、3 参照) で反射され、反射された光は同じ経路で光源 21 - 1 ~ 21 - 5 に戻る。

20

【 0 0 2 2 】

光源 21 - 1 には、図 5 (A) の周波数スペクトラムで示すように、伝送する映像信号 13 と、周波数 f_1 の正弦波 14 - 1 が多重されて印加され、光信号 22 - 1 となる。同様に、光源 21 - 5 には、図 5 (B) の周波数スペクトラムで示すように、伝送する映像信号 13 と、周波数 f_5 の正弦波 14 - 5 が多重されて印加され、光信号 22 - 5 となる。光源 21 - 2 ~ 21 - 4 についても図示はしていないが同様である。すなわち、光源 21 - 2 には、伝送する映像信号 13 と、周波数 f_2 の正弦波 14 - 2 が多重されて印加され、光信号 22 - 2 となり、光源 21 - 3 には、伝送する映像信号 13 と、周波数 f_3 の正弦波 14 - 3 が多重されて印加され、光信号 22 - 3 となり、光源 21 - 4 には、伝送する映像信号 13 と、周波数 f_4 の正弦波 14 - 4 が多重されて印加され、光信号 22 - 2 となる。

30

【 0 0 2 3 】

光源 21 - 1 ~ 21 - 5 からの光信号 22 - 1 ~ 22 - 5 は、中継器 50 で反射される。図 4 に示すように、中継器 50 は映像信号光送信装置 20 と正対していて、ずれがない状態なので、中継器 50 による反射光を受光器 24 で電気信号に変換すると、図 5 (C) の周波数スペクトラムが得られる。

【 0 0 2 4 】

図 5 (C) の周波数スペクトラムが得られる理由について説明する。図 4 では、再帰性反射の動作を分かり易く説明するために、光源 21 - 1 ~ 21 - 5 から出射する光 22 - 1 ~ 22 - 5 を広い角度に誇張して描いている。このため、光源 21 - 3 以外から放射された光は受光器 24 には入射しないように描いている。しかし、実際には中継器 50 はこの図よりもずっと遠い場所にあるため、放射角度はこれより極めて狭くなる。また、再帰性反射材 52 は入射角度とわずかに異なる方向に強度の弱い光を反射するので、受光器 24 は光源 21 - 3 以外の光源から放射された光も受光する。図 5 (C) を参照すれば、光源 21 - 3 に印加された正弦波 14 - 3 の強度は最も大きく、受光器 24 から遠い位置にある光源に多重した正弦波ほど強度が小さくなる。中継器 50 の映像信号光受信装置 60 (図 1 参照) の受光器で得られる信号の周波数スペクトラムを図 5 (D) に示す。中央部に到達した光源 21 - 3 からの光よりも周辺部に到達した光源 21 - 1 および 21 - 5 からの光の方が集光されない割合が大きいため、正弦波 14 - 1、14 - 5 の強度は正弦波 14 - 3 よりも弱くなる。

40

【 0 0 2 5 】

50

次に、中継器 50 が光源 21 - 1 ~ 21 - 5 の 1 個分の間隔だけ左にずれた場合について説明する。光源 21 - 5 から放射された光 22 - 5 の一部は中継器 50 で反射されないため、反射光の強度はさらに弱くなる。受光器 24 で得られる信号の周波数スペクトラムを図 7 に示す。中継器 50 と正対する光源は光源 21 - 2 であるため、光源 21 - 2 からの光信号 22 - 2 で送られた正弦波 14 - 2 の強度が最も大きくなる。従って、映像信号光送信装置 20 を搭載する潜水艇 10 では中継器 50 が左右どちらにどのくらいずれたのかを検知することができる。

【0026】

次に図 8 を参照して、中継器 50 と映像信号光送信装置 20 のずれの検出を 2 次元で行う場合の、映像信号光送信装置 20 の光源の配置例について説明する。

10

【0027】

映像信号光送信装置 20 は、トラッキング用の光源 25 (25 - 1 ~ 25 - 9) と映像信号伝送用の光源 26 とを備えている。トラッキング用の光源 25 (25 - 1 ~ 25 - 9) と映像信号伝送用の光源 26 はマトリクス状に二次元に配置されている。そのうち、トラッキング用の光源 25 (25 - 1 ~ 25 - 9) は黒丸で示し、映像信号伝送用の光源 26 は白丸で示している。トラッキング用の光源 25 (25 - 1 ~ 25 - 9) のうち、トラッキング用の光源 25 - 1 ~ 25 - 5 は二次元マトリクスの対角線 27 - 1 上に配置され、この対角線 27 - 1 と直交する他の対角線 27 - 2 上にトラッキング用の光源 25 - 6、25 - 7、21 - 5、25 - 8、25 - 9 が配置されている。映像信号伝送用の光源 26 は、二次元マトリクスの対角線 27 - 1 上および対角線 27 - 2 上以外の箇所に配置されている。

20

【0028】

図 9 を参照して、映像信号伝送用の光源 26 から送信される光信号と、トラッキング用の光源 25 (25 - 1 ~ 25 - 9) からそれぞれ送信される光信号について説明する。映像信号伝送用の光源 26 からは、映像信号 13 が送信される。トラッキング用の光源 25 - 1 からは、映像信号 13 と互いに周波数の異なる正弦波 15 - 1 ~ 15 - 9 のうちのいずれかの正弦波が多重されて印加される。同様に、トラッキング用の光源 25 - 2 ~ 25 - 9 からは、映像信号 13 と、正弦波 15 - 1 ~ 15 - 9 のうちの残りの正弦波のうちのいずれかの正弦波がそれぞれ多重されて印加される。映像信号伝送用の光源 26 からの出射光の出射角度はトラッキング用の光源 25 - 2 ~ 25 - 9 からの出射光の出射角度よりも狭く設定する。ずれの検出用に用いる光受光器は中央の光源 25 - 3 と同じ位置に配置される。

30

【0029】

映像信号伝送用の光源 26 からの出射光の出射角度はトラッキング用の光源 25 - 2 ~ 25 - 9 からの出射光の出射角度よりも狭く設定しているため、受光器 50 で十分な受光電力の確保が容易である。また、トラッキング用の光源 25 - 2 ~ 25 - 9 からの出射光の出射角度は広いので、中継器 50 の探索およびトラッキングが容易である。また、トラッキングに正弦波を使用して、正弦波の強度で位置ずれを検出するため、検波前に挿入するバンドパスフィルタの帯域幅を狭めることができ、感度を高めることができる。

【0030】

トラッキング用の光源 (25 - 1 ~ 25 - 5) を用いて、図 4 ~ 図 7 を参照して説明したように、対角線 27 - 1 上の 1 次元のずれの検出をする。また、トラッキング用の光源 (25 - 6、25 - 7、21 - 5、25 - 8、25 - 9) を用いて、対角線 27 - 2 上の 1 次元のずれの検出をする。対角線 27 - 1 上の 1 次元のずれと、対角線 27 - 2 上の 1 次元のずれから、2 次元のずれの検出が可能となる。

40

【0031】

次に図 10 を参照して、中継器 50 と映像信号光送信装置 20 のずれの検出を 2 次元で行う場合の、映像信号光送信装置 20 の光源の他の配置例について説明する。

【0032】

映像信号光送信装置 20 は、トラッキング用の光源 28 (28 (1, 1) ~ 28 (5、

50

5))と映像信号伝送用の光源29とを備えている。トラッキング用の光源28(28(1,1)~28(5,5))と映像信号伝送用の光源29は9行9列のマトリクス状に二次元に配置されている。そのうち、トラッキング用の光源28(28(1,1)~28(5,5))は黒丸で示し、映像信号伝送用の光源29は白丸で示している。トラッキング用の光源28(28(1,1)~28(5,5))は、5行5列のマトリクス状に配置されている。トラッキング用の光源28(28(1,1)~28(5,5))は映像信号伝送用の光源29に対して1行おき及び1列おきに配置されている。

【0033】

図8を参照して説明した光源の配置方法では、トラッキング用の光源25(25-1~25-9)の数の割合が小さいため、場合によっては映像信号伝送用の多数の光源26から持ち込まれたショット雑音により正弦波のCN比が劣化し、トラッキングに十分な性能が得られない可能性がある。この場合には、トラッキング用の光源の割合を増やしてやれば良い。同じ行、列に配置した光源にはそれぞれ同じ周波数の正弦波を印加することで正弦波の信号強度を高めCN比の劣化を抑えることができる。

【0034】

すなわち、図10に図示した5行5列の黒丸のトラッキング用光源28(28(1,1)~28(5,5))に対して、図11(A)の周波数関係を示す図において、10波の正弦波16-1~16-10を用意しておき、10波の正弦波16-1~16-10のなかからそれぞれ行および列に担当する2つの正弦波を印加する。例えば、2行目に配置したトラッキング用の光源28(2,1), 28(2,2), 28(2,3), 28(2,4)には、28(2,5)には、全て正弦波16-2を印加し、2列目に配置したトラッキング用の光源28(1,2), 28(2,2), 28(3,2), 28(4,2)には、28(5,2)には、全て正弦波16-7を印加する。すると、2行2列目に配置したトラッキング用の光源28(2,2)には、図11(B)に示すように、2行目に相当する正弦波16-2と2列目に相当する正弦波16-7を印加することになる。また、例えば、5行目に配置したトラッキング用の光源28(5,1), 28(5,2), 28(5,3), 28(5,4)には、28(5,5)には、全て正弦波16-5を印加し、5列目に配置したトラッキング用の光源28(1,5), 28(2,5), 28(3,5), 28(4,5)には、28(5,5)には、全て正弦波16-10を印加する。すると、5行5列目に配置したトラッキング用の光源28(5,5)には、図11(C)に示すように、5行目に相当する正弦波16-5と5列目に相当する正弦波16-10を印加することになる。n行目に配置したトラッキング用の光源28(n,1), 28(n,2), 28(n,3), 28(n,4)には、28(n,5)には、全て正弦波16-nを印加し、m列目に配置したトラッキング用の光源28(1,m), 28(2,m), 28(3,m), 28(4,m)には、28(5,m)には、全て正弦波16-(5+m)を印加する。すると、n行m列目に配置したトラッキング用の光源28(n,m)には、n行目に相当する正弦波16-nとm列目に相当する正弦波16-(5+m)を印加することになる。

【0035】

映像信号伝送用の光源26からは、映像信号13が送信される。また、例えば、トラッキング用の光源28(2,2)からは、図11(B)に示すように、映像信号13と2行目に相当する正弦波16-2と2列目に相当する正弦波16-7とが多重されて印加される。また、また、例えば、トラッキング用の光源28(5,5)からは、図11(C)に示すように、映像信号13と5行目に相当する正弦波16-5と5列目に相当する正弦波16-10とが多重されて印加される。一般的には、n行m列目に配置したトラッキング用の光源28(n,m)には、映像信号13とn行目に相当する正弦波16-nとm列目に相当する正弦波16-(5+m)とが多重されて印加される。映像信号伝送用の光源29からの出射光の出射角度はトラッキング用光源28(28(1,1)~28(5,5))からの出射光の出射角度よりも狭く設定する。ずれの検知用に用いる光受光器は中央の光源28(3,3)と同じ位置に配置される。

10

20

30

40

50

【0036】

映像信号伝送用の光源29からの出射光の出射角度はトラッキング用の光源28(28(1,1)~28(5,5))からの出射光の出射角度よりも狭く設定しているため、受光器50で十分な受光電力の確保が容易である。また、トラッキング用の光源28(28(1,1)~28(5,5))からの出射光の出射角度は広いので、中継器50の探索およびトラッキングが容易である。また、トラッキングに正弦波を使用して、正弦波の強度で位置ずれを検出するため、検波前に挿入するバンドパスフィルタの帯域幅を狭めることができ、感度を高めることができる。

【0037】

次に、映像信号の伝送システムのより具体的な構成例について説明する。図12を参照すれば、中継器50は、球の表面に設けられた複数の再帰性反射材52と、集光レンズ54と、光受光器61と、映像信号光受信部(図示せず)と、ずれ検出部101と、受光面制御部102とを備えるコントローラ100と、電気光変換器70とを備えている。映像信号光送信装置20は、映像信号発生部201と、正弦波発生部210(211~213)と、光源21(21-1,21-2,21-3...)と、受光器24(24-1,24-2,24-3...)とを備える送信基板220と、正弦波レベル検出部251と、位置ずれ量計算部252と、送信基板の角度制御部253を備えるコントローラ250とを備えている。映像信号発生部201と正弦波発生部210(211~213)は光源21(21-1,21-2,21-3...)に接続されている。正弦波レベル検出部251は受光器24(24-1,24-2,24-3...)に接続され、位置ずれ量計算部252は正弦波レベル検出部251に接続され、送信基板の角度制御部253は、位置ずれ量計算部252に接続されている。

【0038】

この映像信号の伝送システム2では、中継器50側での光軸調整を行う。図13に示すように、まず、潜水艇10から中継器50の探索を開始する(ステップS101)。中継器50は探されている間はどの方向から光がくるのかが分からないため、コントローラ100の制御により、光受光器61を回転させて光の到来方向を知り、光受光器61の受光面62の法線方向が入射方向と一致するように、コントローラ100のずれ検出部101および受光面制御部102等による制御により、光受光器61の受光面62の制御を行う(ステップS102)。その後、中継器50の位置移動光軸調整を行い(ステップS103)、トラッキングを開始する(ステップS104)。このように、この例では、トラッキング用の正弦波の強度を比較してずれを検出し、受光面62を制御する必要があるが、光受光器61を1個で済ますことができる。また、光源21-1,21-2,21-3...に対して受光器24-1,24-2,24-3...をそれぞれ設けることによって検出の精度を向上させている。

【0039】

次に、トラッキング動作について説明する。図14を参照すれば、まず、トラッキング光として使用する正弦波の反射光のレベルを検出し追尾可能かどうかを判断し(ステップS201)、反射光が来るまで探索動作をする(ステップS202)。そして、中継装置を捕捉すると、位置ずれ量を計算して(ステップS204)、送信基板の角度を制御する(ステップS205)。この時、潜水艇10が移動している場合にはその移動の情報を「移動方向補正量」として加える(ステップS203)ことで、計算を容易にしている。なお、「基板の動作」とはステップモータ等で放射角度を変えることを意味する。回し過ぎたことを検出する(ステップS206)とモータの回転方向を変える(ステップS207)。

【0040】

次に、映像信号の伝送システムのより具体的な他の構成例について説明する。図15を参照すれば、この伝送システム3は、多数の受光器61(61-1,61-2,61-3...)を点線の球面の位置に並べ、どこに光が入射しても構わないようにしたもので、可動部がなく、受光器61の受光面の制御も不要である。各受光器61(61-1,61

10

20

30

40

50

- 2、61-3・・・)から得られる電気信号を、コントローラ100の合成部103により合成する。伝送距離が長い等の理由により光を受信していない受光器の出力を加算するとこれらの受光器が発生する雑音により所要の受信性能が得られない場合には、正弦波のレベルが一定以下の受光器はスイッチあるいは可変減衰器により切り離す。このようにして光の当たっている受光器の出力だけを合成することで、SN比を改善することができる。他の点は、図12を参照して説明した伝送システム3と同じであるので、説明は省略する。また、動作については、中継器50側での光軸調整が不要なので、すぐにトラッキングを開始する。トラッキング動作については、伝送システム2に関して図14を参照して説明した、トラッキング動作と同じなので、説明は省略する。

【0041】

以上説明したように、本発明の好ましい実施の形態では、以下の効果が得られる。

【0042】

再帰性反射材を用いているために送り返しの光送受信機が不要である。従って、より簡易にトラッキングできる空間光伝送システムが提供される。また、送り返しの光送受信機が不要であるので、深海など相手側に送り返すこと自体が難しい環境において特に有効性が高い。

【0043】

また、中継器では、再帰性反射材を球上に均一に配置することにより、中継器にどのような角度から光が当てられても同じ強度の反射光が得られる。

【0044】

可視光帯の光を使用しているので、電波よりも水中での減衰が小さく、水中において音声信号程度の狭帯域な信号の伝送が可能である。

【0045】

潜水艇の近くに中継器を置き、潜水艇から中継器までの短距離を海中で損失の小さな可視光で伝送し、中継器で電気信号に戻してから海上までの長距離を光ファイバ伝送で低損失な波長の光信号に変換して伝送することができるので、潜水艇など海中から映像信号のライブ伝送を実現することができる。

【0046】

信号を伝送するための出射角度の狭いビーム状の光源を使用しているので、中継器の映像信号光受信装置の受光器で十分な受光電力の確保が容易である。また、中継器を探し、トラッキングするために、広い出射角度の光源を使用しているので、中継器の探索およびトラッキングが容易である。

【0047】

また、トラッキングに正弦波を使用して、正弦波の強度で位置ずれを検出するため、検波前に挿入するバンドパスフィルタの帯域幅を狭めることができ、感度を高めることができる。

【0048】

以上、本発明の種々の典型的な実施の形態を説明してきたが、本発明はそれらの実施の形態に限定されない。従って、本発明の範囲は、次の特許請求の範囲によってのみ限定されるものである。

【符号の説明】

【0049】

- 10 潜水艇
- 20 映像信号光送信装置
- 21 光源
- 24 受光器
- 30 送信光
- 40 反射光
- 50 中継器、
- 52 再帰性反射材

10

20

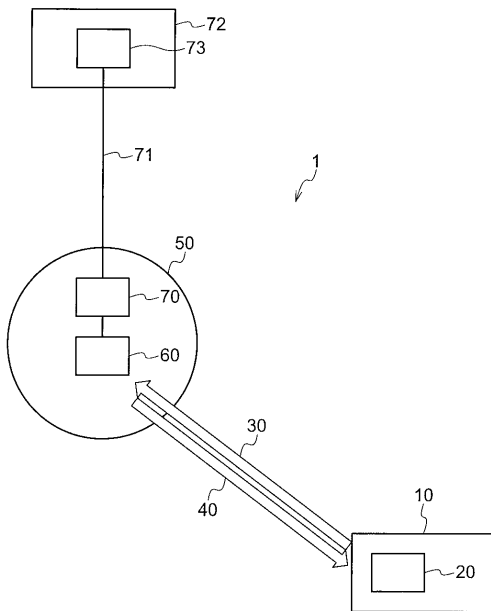
30

40

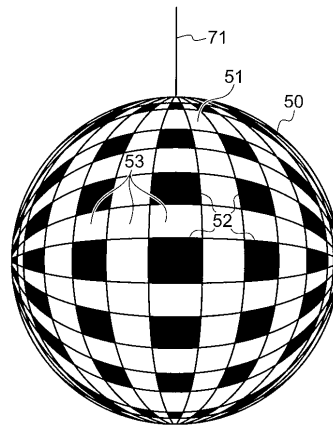
50

- 5 4 集光レンズ
- 6 0 映像信号光受信装置
- 6 1 光受光器
- 6 2 受光面
- 7 0 電気光変換器
- 7 1 光ファイバ
- 7 3 光電気変換器

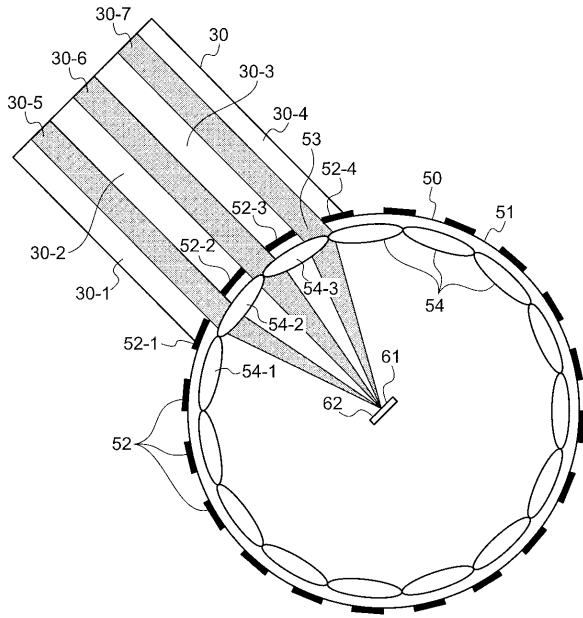
【 図 1 】



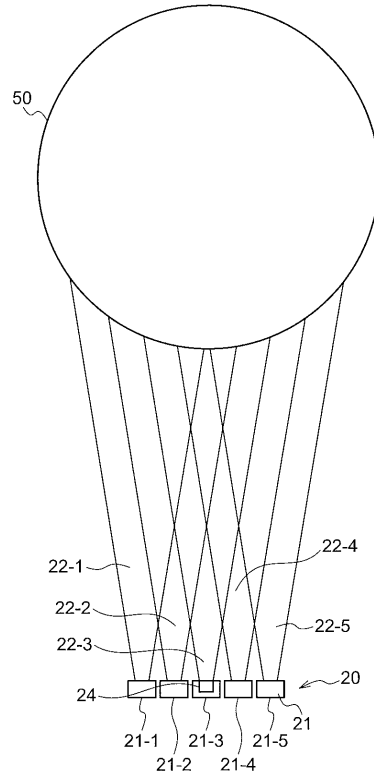
【 図 2 】



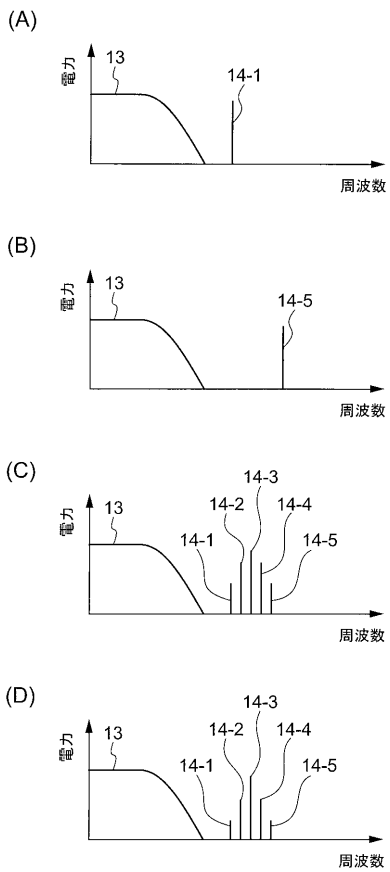
【 図 3 】



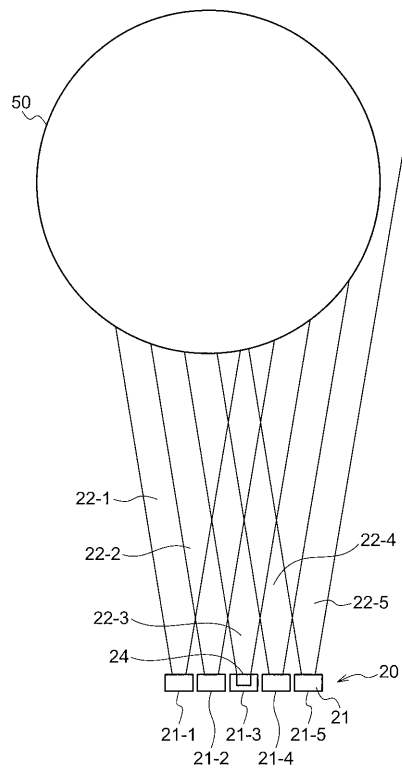
【 図 4 】



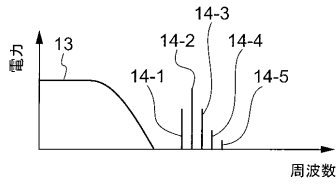
【 図 5 】



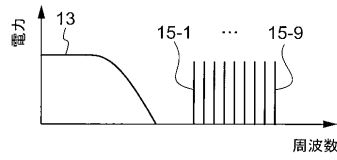
【 図 6 】



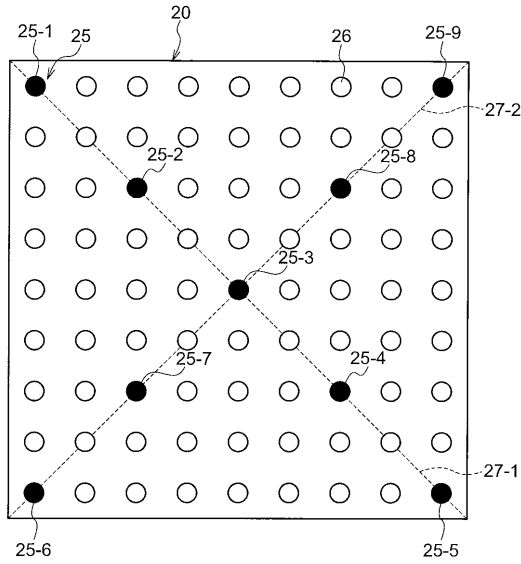
【 図 7 】



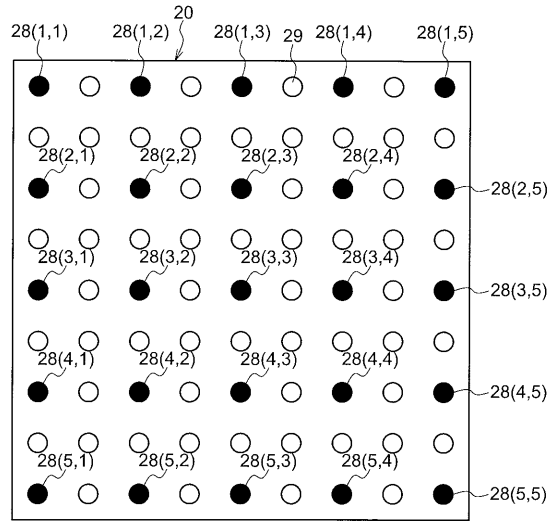
【 図 9 】



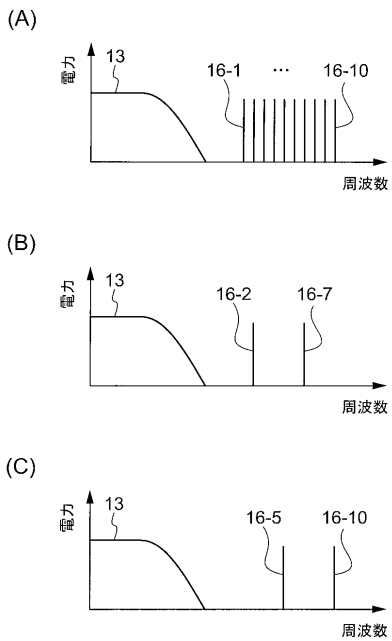
【 図 8 】



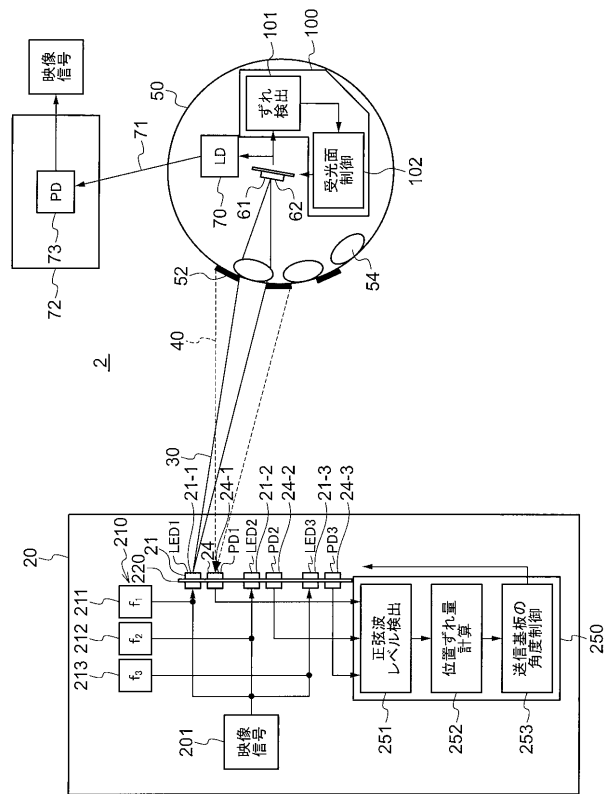
【 図 10 】



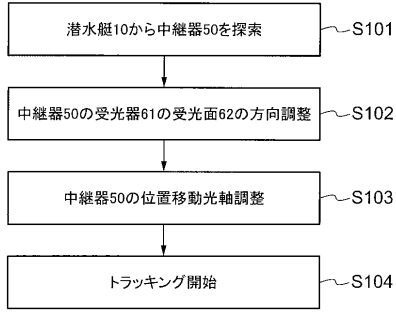
【 図 11 】



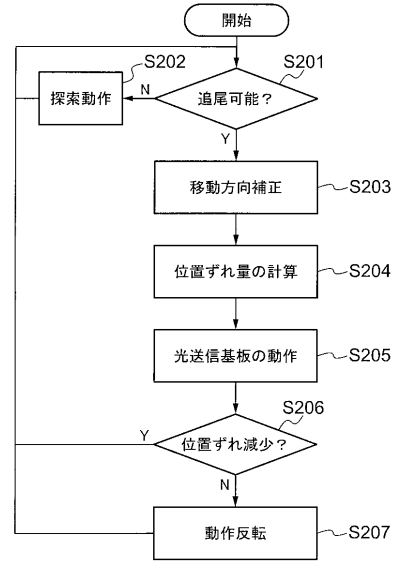
【 図 12 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

