

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年10月31日(31.10.2019)



(10) 国際公開番号
WO 2019/207756 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 10/11 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/017163
- (22) 国際出願日: 2018年4月27日(27.04.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 原口 英介 (HARAGUCHI, Eisuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 安藤 俊

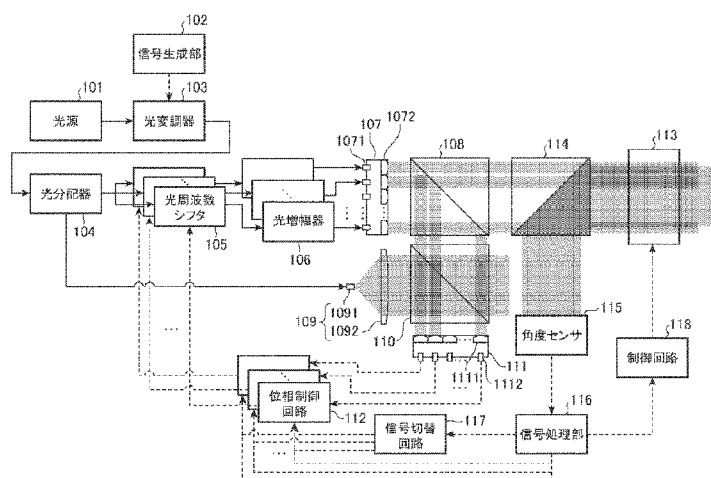
行(ANDO, Toshiyuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 細川 麻菜(HOSOKAWA, Mana); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目1番2号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: SPACE OPTICAL COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 空間光通信装置



- 101 Light source
- 102 Signal generation unit
- 103 Optical modulator
- 104 Optical distributor
- 105 Optical frequency shifter
- 106 Optical amplifier
- 112 Phase control circuit
- 115 Angle sensor
- 116 Signal processing unit
- 117 Signal switch circuit
- 118 Control circuit

(57) Abstract: A space optical communication device is provided with: an optical distributor (104) that branches a modulated light into a local light and a plurality of signal lights; a phase adjustment unit that adjusts the phase of each signal light obtained by the optical distributor (104); an optical amplification unit that amplifies each signal light after the phase adjustment by the phase adjustment unit; an optical phased array antenna (107) that outputs each signal light amplified by the optical amplification unit to space; a phase control unit that synchronizes each signal light, which has been output



WO 2019/207756 A1

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

by the optical phased array antenna (107) and then combined with the local light obtained by the optical distributor (104), with a reference signal by use of the control of the phase adjustment unit; a capture tracking mechanism (113) that adjusts the output angle of each signal light output by the optical phased array antenna (107); an angle detection unit that detects the arrival angle of a received light that has externally arrived; and a control unit that provides, as the reference signal to be used in the phase control unit, a plurality of first reference signals having different frequencies for the respective signal lights, captures the received light by use of the control of the capture tracking mechanism (113) based on a result of the detection by the angle detection unit, provides, as the reference signal, second reference signals having the same frequencies for the respective signal lights after completion of the capture, and tracks the received light by use of the control of the phase adjustment unit based on the result of the detection by the angle detection unit.

(57) 要約 : 変調光を局発光及び複数の信号光に分岐する光分配器 (104) と、光分配器 (104) により得られた各信号光を位相調整する位相調整部と、位相調整部による位相調整後の各信号光を増幅する光増幅部と、光増幅部による増幅後の各信号光を空間に出力する光フェーズドアレイアンテナ (107) と、位相調整部の制御により、光フェーズドアレイアンテナ (107) により出力されて光分配器 (104) により得られた局発光が合波された各信号光を、基準信号に同期させる位相制御部と、光フェーズドアレイアンテナ (107) により出力された各信号光の出力角度を調整する捕捉追尾機構 (113) と、外部から到来した受信光の到来角を検出する角度検出部と、位相制御部で用いられる基準信号を信号光毎に周波数が異なる複数の第1基準信号とし、角度検出部による検出結果に基づく捕捉追尾機構 (113) の制御により受信光の補足を行い、捕捉の完了後、当該基準信号を各信号光に対して周波数が同一である第2基準信号とし、角度検出部による検出結果に基づく位相調整部の制御により受信光の追尾を行う制御部とを備えた。

明 細 書

発明の名称：空間光通信装置

技術分野

[0001] この発明は、空間にレーザ光を出力して通信を行う空間光通信装置に関する。

背景技術

[0002] 空間光通信装置は、一般的なマイクロ波を用いて通信を行うマイクロ波通信装置に対し、小型且つ可搬性に優れ、ビームの広がり小さく秘匿性を有し、電波法による制限を受けず、また、広い周波数帯域を利用可能であり高速な通信が可能といった利点がある。

[0003] 一方、空間光通信装置は、ビームの広がり小さいことから、通信を確立及び維持するために、通信相手から到来する受信光を捕捉し、送信光の出力角度を制御する必要がある。

[0004] これに対し、通信光とは別に高出力且つ広角であるビーコン光を出力して受信光の初期補足を行う空間光通信装置が知られている（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2005-229253号公報

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、ビーコン光を用いる方式では、空間光通信装置が、送信光を出力する光源及び光アンテナとは別に、ビーコン光を出力する光源及び光アンテナを有する必要がある。よって、ビーコン光を用いる方式では、空間光通信装置が大型化し、また、空間光通信装置の消費電力が増大するといった課題がある。

[0007] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、単一の

光アンテナを用いて通信光及びビーコン光を出力可能な空間光通信装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] この発明に係る空間光通信装置は、変調光を局発光及び複数の信号光に分岐する光分配器と、光分配器により得られた各信号光を位相調整する位相調整部と、位相調整部による位相調整後の各信号光を増幅する光増幅部と、光増幅部による増幅後の各信号光を空間に出力する光フェーズドアレイアンテナと、位相調整部の制御により、光フェーズドアレイアンテナにより出力されて光分配器により得られた局発光が合波された各信号光を、基準信号に同期させる位相制御部と、光フェーズドアレイアンテナにより出力された各信号光の出力角度を調整する捕捉追尾機構と、外部から到来した受信光の到来角を検出する角度検出部と、位相制御部で用いられる基準信号を信号光毎に周波数が異なる複数の第1基準信号とし、角度検出部による検出結果に基づく捕捉追尾機構の制御により受信光の補足を行い、捕捉の完了後、当該基準信号を各信号光に対して周波数が同一である第2基準信号とし、角度検出部による検出結果に基づく位相調整部の制御により受信光の追尾を行う制御部とを備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0009] この発明によれば、上記のように構成したので、単一の光アンテナを用いて通信光及びビーコン光を出力可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]この発明の実施の形態1に係る空間光通信装置の構成例を示す図である。
。
[図2]この発明の実施の形態1における位相制御回路の構成例を示す図である。
。
[図3]この発明の実施の形態1における信号処理部の構成例を示す図である。
[図4]この発明の実施の形態1における信号処理部の動作例を示すフローチャートである。

[図5]図5 A～図5 Cは、この発明の実施の形態1に係る空間光通信装置のI C B Cモードでの動作例を示す図であり、図5 Aは光スペクトルの一例を示す図であり、図5 Bは遠方パターンの一例を示す図であり、図5 Cは角度センサと受信光との位置関係の一例を示す図である。

[図6]図6 A～図6 Cは、この発明の実施の形態1に係る空間光通信装置のC B Cモードでの動作例を示す図であり、図6 Aは光スペクトルの一例を示す図であり、図6 Bは遠方パターンの一例を示す図であり、図6 Cは角度センサと受信光との位置関係の一例を示す図である。

[図7]この発明の実施の形態2に係る空間光通信装置の構成例を示す図である。

[図8]図8 A、図8 Bは、この発明の実施の形態2に係る空間光通信装置での出力光強度のシミュレーション結果例を示す図であり、図8 Aは信号光が2つである場合を示す図であり、図8 Bは信号光が3つである場合を示す図である。

[図9]この発明の実施の形態2に係る空間光通信装置のC B Cモードでの動作例を示す図であり、遠方パターンの一例を示す図である。

[図10]図10 A～図10 Dは、この発明の実施の形態2に係る空間光通信装置のI C B Cモードでの動作例を示す図であり、図10 Aは角度センサと受信光との位置関係の一例を示す図（制御前）であり、図10 Bは重心演算の出力例を示す図（制御前）であり、図10 Cは角度センサと受信光との位置関係の一例を示す図（制御後）であり、図10 Dは重心演算の出力例を示す図（制御後）である。

[図11]図11 Aは、この発明の実施の形態3における光フェーズドアレイアンテナが有する複数の素子の配置例を示す図であり、図11 Bは、遠方パターンのピーク位置の時間変化の一例を示すイメージ図である。

[図12]図12 A、図12 Bは、この発明の実施の形態1～3における信号処理部のハードウェア構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、この発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

実施の形態 1.

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る空間光通信装置の構成例を示す図である。

空間光通信装置は、空間にレーザ光を出力して通信を行うフェーズドアレイ型の空間光通信装置である。この空間光通信装置は、図 1 に示すように、光源 101、信号生成部 102、光変調器 103、光分配器 104、 n 個の光周波数シフタ 105、 n 個の光増幅器 106、光フェーズドアレイアンテナ 107、ビームスプリッタ 108、コリメータ 109、ビームスプリッタ 110、光フェーズドアレイアンテナ 111、 n 個の位相制御回路 112、捕捉追尾機構 113、波長分離スプリッタ 114、角度センサ 115、信号処理部 116、信号切替回路 117 及び制御回路 118 を備えている。 n は 2 以上の整数であり、光フェーズドアレイアンテナ 107、111 が有する素子の数と同数である。

[0012] 光源 101 は、レーザ光を発光する。光源 101 により発光されたレーザ光は、光変調器 103 に出力される。

[0013] 信号生成部 102 は、通信信号を生成する。信号生成部 102 により生成された通信信号は、光変調器 103 に出力される。

[0014] 光変調器 103 は、光源 101 により発光されたレーザ光に信号生成部 102 により生成された通信信号を重畳して変調光を生成する。光変調器 103 としては、例えばマッハツェンダ型光変調器が用いられる。光変調器 103 により生成された変調光は、光分配器 104 に出力される。

[0015] 光分配器 104 は、光変調器 103 により生成された変調光を 1 個の局発光と n 個の信号光とに分岐する。光分配器 104 としては、例えば偏波保持光カップラが用いられる。光分配器 104 により得られた局発光はコリメータ 109 に出力され、光分配器 104 により得られた n 個の信号光は n 個の光周波数シフタ 105 に 1 つずつ分配される。

[0016] 光周波数シフタ105は、位相制御回路112による制御に従い、光分配器104により分配された信号光を位相調整する。光周波数シフタ105による位相調整後の信号光は、自機（光周波数シフタ105）に接続された光増幅器106に出力される。

なお、 n 個の光周波数シフタ105は、「光分配器104により得られた各信号光を位相調整する位相調整部」を構成する。

[0017] 光増幅器106は、自機（光増幅器106）に接続された光周波数シフタ105により出力された信号光のパワーを増幅する。光増幅器106としては、例えば光ファイバ増幅器又は半導体光増幅器が用いられる。光増幅器106による増幅後の信号光は、光フェーズドアレイアンテナ107に出力される。

なお、 n 個の光増幅器106は、「位相調整部による位相調整後の各信号光を増幅する光増幅部」を構成する。

[0018] 光フェーズドアレイアンテナ107は、各光増幅器106により出力された信号光をコリメート光として空間に出力する。光フェーズドアレイアンテナ107は、光ファイバ1071及びコリメータレンズ1072から成るコリメータ（素子）を n 個有し、この n 個のコリメータがアレイ状に配置されることで構成される。なお、光ファイバ1071の一端は1つの光増幅器106の出力端に対向し、コリメータレンズ1072の入射面は光ファイバ1071の他端に対向している。

[0019] ビームスプリッタ108は、入射光の一部を透過させて残りを反射することで、光フェーズドアレイアンテナ107により出力された n 個の信号光をそれぞれ2分岐する。ビームスプリッタ108を透過した n 個の信号光は、空間光通信装置において通信用として用いられる。また、ビームスプリッタ108により反射された n 個の信号光は、空間光通信装置において位相誤差検出用として用いられる。

[0020] コリメータ109は、光分配器104により出力された局発光をコリメート光として空間に出力する。コリメータ109は、一端が光分配器104が

有する複数の出力端のうちの1つに対向した光ファイバ1091と、入射面が光ファイバ1091の他端に対向したコリメータレンズ1092とから構成される。

[0021] ビームスプリッタ110は、ビームスプリッタ108により反射されたn個の信号光を透過させ、コリメータ109により送信された局発光を反射することで、n個の信号光に対して局発光をそれぞれ合波する。ビームスプリッタ110により局発光が合波されたn個の信号光は、光フェーズドアレイアンテナ111に出力される。

[0022] 光フェーズドアレイアンテナ111は、ビームスプリッタ110により局発光が合波されたn個の信号光を受信する。光フェーズドアレイアンテナ111は、コリメータレンズ1111及びフォトダイオード1112から成るコリメータ（素子）をn個有し、このn個のコリメータがアレイ状に配置されることで構成される。なお、コリメータレンズ1111は、ビームスプリッタ110により局発光が合波された1つの信号光を集光する。また、フォトダイオード1112は、コリメータレンズ1111により集光された信号光を受信して電気信号に変換する光受信器である。光フェーズドアレイアンテナ111による受信結果である受信信号（電気信号）は、各位相制御回路112に出力される。

[0023] 位相制御回路112は、信号処理部116及び信号切替回路117による制御に従い、光フェーズドアレイアンテナ111により出力された受信信号に基づいて、自機（位相制御回路112）に接続された光周波数シフタ105の位相シフト量を制御する。この際、位相制御回路112は、基準信号と光フェーズドアレイアンテナ111により出力された受信信号との位相誤差を検出し、この位相誤差を無くすように位相シフト量を制御する位相誤差補償信号を上記光周波数シフタ105に出力する。位相制御回路112の詳細については後述する。

[0024] なお、ビームスプリッタ108、コリメータ109、ビームスプリッタ110、光フェーズドアレイアンテナ111及びn個の位相制御回路112は

、「位相調整部の制御により、光フェーズドアレイアンテナ107により出力されて光分配器104により得られた局発光が合波された各信号光を、基準信号に同期させる位相制御部」を構成する。

[0025] 捕捉追尾機構113は、制御回路118による制御に従い、光フェーズドアレイアンテナ107により出力されて波長分離スプリッタ114を透過したn個の信号光の出力角度（伝搬角度）を調整する。捕捉追尾機構113としては、例えばアダプティブミラーが用いられる。

[0026] 波長分離スプリッタ114は、ビームスプリッタ108を透過した信号光を透過させ、外部から到来した受信光を反射する光路分離スプリッタである。

[0027] 角度センサ115は、波長分離スプリッタ114により反射された受信光の到来角を検出する。角度センサ115としては、例えば4象限角度センサが用いられる。角度センサ115による検出結果である受信角信号は、信号処理部116に出力される。

[0028] なお、波長分離スプリッタ114及び角度センサ115は、「外部から到来した受信光の到来角を検出する角度検出部」を構成する。

[0029] 信号処理部116は、角度センサ115による検出結果に基づいて、位相制御回路112、信号切替回路117及び制御回路118を制御する。信号処理部116の詳細については後述する。

[0030] 信号切替回路117は、信号処理部116による制御に従い、位相制御回路112で用いられる基準信号を第1基準信号又は第2基準信号に切替える。第1基準信号は、受信光の捕捉（初期捕捉）用の基準信号であり、信号光毎に周波数が異なる。実施の形態1では、各第1基準信号は、ランダムな周波数に設定されている。第2基準信号は、通信用の基準信号であり、各信号光に対して周波数が同一である。

[0031] 制御回路118は、信号処理部116による制御に従い、捕捉追尾機構113を制御する。

[0032] なお、信号処理部116、信号切替回路117及び制御回路118は、「

位相制御部で用いられる基準信号を信号光毎に周波数が異なる複数の第1基準信号とし、角度検出部による検出結果に基づく捕捉追尾機構113の制御により受信光の補足を行い、捕捉の完了後、当該基準信号を各信号光に対して周波数が同一である第2基準信号とし、角度検出部による検出結果に基づく位相調整部の制御により受信光の追尾を行う制御部」を構成する。

[0033] 次に、位相制御回路112の構成例について、図2を参照しながら説明する。

位相制御回路112は、図2に示すように、信号源1121、信号源1122、RF(Radio Frequency)スイッチ1123、RF移相器1124、位相比較器1125、ループフィルタ1126及びVCO(Voltage Controlled Oscillator)1127を有している。

[0034] 信号源1121は、第1基準信号を生成する。信号源1121により生成された第1基準信号は、RFスイッチ1123に出力される。

[0035] 信号源1122は、第2基準信号を生成する。信号源1122により生成された第2基準信号は、RFスイッチ1123に出力される。

[0036] RFスイッチ1123は、信号切替回路117による制御に従い、信号源1121により出力された第1基準信号又は信号源1122により出力された第2基準信号のうち的一方を基準信号としてRF移相器1124に出力する。

[0037] RF移相器1124は、信号処理部116による制御に従い、RFスイッチ1123により出力された基準信号を位相調整する。RF移相器1124による位相調整後の基準信号は、位相比較器1125に出力される。

[0038] 位相比較器1125は、RF移相器1124により出力された基準信号と、光フェーズドアレイアンテナ111により出力された受信信号との位相誤差を検出する。位相比較器1125による比較結果である位相比較信号は、ループフィルタ1126に出力される。

[0039] ループフィルタ1126は、位相比較器1125により出力された位相比

較信号を平滑する。ループフィルタ1126による平滑後の位相比較信号は、VCO1127に出力される。

[0040] VCO1127は、ループフィルタ1126により出力された位相比較信号に基づいて、光フェーズドアレイアンテナ111により出力された受信信号をRF移相器1124により出力された基準信号の周波数と等しくするための高周波信号を生成する。このVCO1127により生成された高周波信号である位相誤差補償信号は、光周波数シフタ105に出力される。

[0041] 次に、信号処理部116の構成例について、図3を参照しながら説明する。

信号処理部116は、図3に示すように、同期部1161、第1切替部1162、第1判定部1163、第1制御部1164、第2切替部1165、第2判定部1166及び第2制御部1167を有している。

[0042] 同期部1161は、信号切替回路117を制御することで、各信号光を第2基準信号の周波数に同期させる。

[0043] 第1切替部1162は、同期部1161による処理が完了した後、信号切替回路117を制御することで、各信号光を第1基準信号の周波数に同期させる。

[0044] 第1判定部1163は、第1切替部1162による処理が完了した後、角度センサ115による検出結果（受信光の到来角）が第1閾値内であるかを判定する。第1閾値は、角度センサ115において受信光の到来角を検出可能な範囲内の値である。

[0045] 第1制御部1164は、第1判定部1163により受信光の到来角が第1閾値内ではないと判定された場合に、制御回路118を制御することで、受信光の到来角を角度センサ115の中心に向けて移動させる。

[0046] 第2切替部1165は、第1判定部1163により受信光の到来角が第1閾値内であると判定された場合に、信号切替回路117を制御することで、各信号光を第2基準信号の周波数に同期させる。

[0047] 第2判定部1166は、第2切替部1165による処理が完了した後、角

度センサ 115 による検出結果（受信光の到来角）が第 2 閾値内であるかを判定する。第 2 閾値は、第 1 閾値よりも狭い範囲内の値である。

[0048] 第 2 制御部 1167 は、第 2 判定部 1166 により受信光の到来角が第 2 閾値内ではないと判定された場合に、位相制御回路 112 が有する RF 移相器 1124 を制御することで、受信光の到来角を角度センサ 115 の中心に向けて移動させる。

[0049] 次に、実施の形態 1 に係る空間光通信装置の全体動作例について、図 1 を参照しながら説明する。

空間光通信装置の全体動作例では、まず、光源 101 はレーザ光を発光し、また、信号生成部 102 は通信信号を生成する。なお、光源 101 が発光するレーザ光の中心周波数を f_0 とする。

次いで、光変調器 103 は、光源 101 により発光されたレーザ光に信号生成部 102 により生成された通信信号を重畳して変調光を生成する。

[0050] 次いで、光分配器 104 は、光変調器 103 により生成された変調光を 1 個の局発光及び n 個の信号光に分岐する。

次いで、位相調整部（ n 個の光周波数シフタ 105）は、光分配器 104 により得られた n 個の信号光を位相調整する。

次いで、光増幅部（ n 個の光増幅器 106）は、位相調整部による位相調整後の n 個の信号光を増幅する。

[0051] 次いで、光フェーズドアレイアンテナ 107 は、光増幅部による増幅後の n 個の信号光を空間に出力する。

[0052] また、位相制御部（ビームスプリッタ 108、コリメータ 109、ビームスプリッタ 110、光フェーズドアレイアンテナ 111 及び n 個の位相制御回路 112）は、光フェーズドアレイアンテナ 107 により出力されて光分配器 104 により得られた局発光が合波された n 個の信号光を、基準信号に同期させる。

[0053] また、捕捉追尾機構 113 は、光フェーズドアレイアンテナ 107 により出力された n 個の信号光の出力角度を調整する。

[0054] また、角度検出部（波長分離スプリッタ 114 及び角度センサ 115）は、外部から到来した受信光の到来角を検出する。この角度検出部による検出結果は信号処理部 116 に通知され、信号処理部 116 は受信光の捕捉及び追尾を実施する。

[0055] 次に、実施の形態 1 における信号処理部 116 の動作例について、図 4 を参照しながら説明する。

信号処理部 116 の動作例では、図 4 に示すように、まず、同期部 1161 は、信号切替回路 117 を制御することで、 n 個の信号光を第 2 基準信号の周波数に同期させる（ステップ ST401）。すなわち、 n 個の信号光は光路によって位相がランダムに変化するため、同期部 1161 はこの位相変動を補償する。この際、信号切替回路 117 は、同期部 1161 による制御に従い、各位相制御回路 112 で用いられる基準信号を第 2 基準信号とさせる。第 2 基準信号は n 個の信号光に対して同一の周波数であり、その中心周波数を f_m とする。その後、空間光通信装置は、上記に示した全体動作を行う。これにより、空間光通信装置は、信号光間の位相誤差を補償し、 n 個の信号光の周波数及び位相を同一とする。

[0056] 次いで、第 1 切替部 1162 は、信号切替回路 117 を制御することで、各信号光を第 1 基準信号の周波数に同期させる（ステップ ST402）。この第 1 切替部 1162 の動作により、空間光通信装置は、動作モードが初期捕捉モード（ICBCモード）となる。この際、信号切替回路 117 は、第 1 切替部 1162 による制御に従い、各位相制御回路 112 で用いられる基準信号を第 1 基準信号とさせる。第 1 基準信号は信号光毎に異なる周波数であり、その中心周波数を $(f_m + f_n)$ とする。光フェーズドアレイアンテナ 107 による出力光の光スペクトルを図 5A に示す。また、角度センサ 115 の受信帯域を f_d とした場合、次式 (1), (2) のように、各第 1 基準信号の隣り合う周波数の差は角度センサ 115 における受信帯域以上となっている。式 (1), (2) において、 Δf_i は、 $i + 1$ 番目の第 1 基準信号の周波数である f_{i+1} と i 番目の第 1 基準信号の周波数である f_i との差である。

$$f_d < \Delta f_i \quad (1)$$

$$\Delta f_i = f_{i+1} - f_i \quad (2)$$

[0057] 更に、実施の形態1の各位相制御回路112では、各第1基準信号の隣り合う周波数の差が一定とならないようにランダムに設定されている。これにより、通信相手である空間光通信装置の角度センサ115に入力される受信光は、 n 個の信号光のインコヒーレント合成（ICBC）となり、図5Bに示す遠方パターンのようにビーム広がりを持った光となる。

[0058] その後、空間光通信装置は、上記に示した全体動作を行い、受信光の補足（初期捕捉）を開始する。

[0059] 次いで、第1判定部1163は、角度センサ115による検出結果（受信光の到来角）が第1閾値内であるかを判定する（ステップST403）。この第1判定部1163により、信号光の送受信の安定性を粗く判定する。

このステップST403において、第1判定部1163が角度センサ115による検出結果が第1閾値内ではないと判定した場合には、第1制御部1164は、制御回路118を制御することで、受信光の到来角を角度センサ115の中心に向けて移動させる（ステップST404）。図5Cに角度センサ115と受信光との位置関係の一例を示す。その後、シーケンスはステップST403に戻る。

[0060] 一方、ステップST403において、第1判定部1163が角度センサ115による検出結果が第1閾値内であると判定した場合には、第2切替部1165は、信号切替回路117を制御することで、各信号光を第2基準信号の周波数に同期させる（ステップST405）。この第2切替部1165の動作により、空間光通信装置は、動作モードが追尾モード（CBCモード）となる。この際、信号切替回路117は、第2切替部1165による制御に従い、各位相制御回路112で用いられる基準信号を第2基準信号とさせる。光フェーズドアレイアンテナ107による出力光の光スペクトルを図6Aに示す。また、通信相手である空間光通信装置の角度センサ115に入力される受信光は、図6Bに示す遠方パターンのように、図5Bに示す遠方パタ

ーンに対してシャープなビームサイズの光となる。よって、角度センサ 115 は、受信光の捕捉の場合に対し、高精度な角度検出が可能となる。

[0061] 次いで、第 2 判定部 1166 は、角度センサ 115 による検出結果（受信光の到来角）が第 2 閾値内であるかを判定する（ステップ ST406）。この第 2 判定部 1166 により、信号光の送受信の安定性を高精度に判定する。

このステップ ST406 において、第 2 判定部 1166 が角度センサ 115 による検出結果が第 2 閾値内ではないと判定した場合には、第 2 制御部 1167 は、位相制御回路 112 を制御することで、受信光の到来角を角度センサ 115 の中心に向けて移動させる（ステップ ST407）。図 6C に角度センサ 115 と受信光との位置関係の一例を示す。その後、シーケンスはステップ ST406 に戻る。

[0062] 一方、ステップ ST406 において、第 2 判定部 1166 が角度センサ 115 による検出結果が第 2 閾値内であると判定した場合には、信号処理部 116 は受信光の追尾が完了したとしてシーケンスを終了する。その後、空間光通信装置は、通信相手である空間光通信装置との間で光通信を開始する。

[0063] 以上のように、この実施の形態 1 によれば、空間光通信装置は、変調光を局発光及び複数の信号光に分岐する光分配器 104 と、光分配器 104 により得られた各信号光を位相調整する位相調整部と、位相調整部による位相調整後の各信号光を増幅する光増幅部と、光増幅部による増幅後の各信号光を空間に出力する光フェーズドアレイアンテナ 107 と、位相調整部の制御により、光フェーズドアレイアンテナ 107 により出力されて光分配器 104 により得られた局発光が合波された各信号光を、基準信号に同期させる位相制御部と、光フェーズドアレイアンテナ 107 により出力された各信号光の出力角度を調整する捕捉追尾機構 113 と、外部から到来した受信光の到来角を検出する角度検出部と、位相制御部で用いられる基準信号を信号光毎に周波数が異なる複数の第 1 基準信号とし、角度検出部による検出結果に基づく捕捉追尾機構 113 の制御により受信光の補足を行い、捕捉の完了後、当

該基準信号を各信号光に対して周波数が同一である第2基準信号とし、角度検出部による検出結果に基づく位相調整部の制御により受信光の追尾を行う制御部とを備えた。これにより、実施の形態1に係る空間光通信装置は、単一の光アンテナ（光フェーズドアレイアンテナ107）を用いて通信光及びビーコン光を時間的に切替えて出力可能となり、ビーコンレスで受信光の捕捉が実現可能となり、空間光通信の安定化が実現可能となる。

[0064] 実施の形態2.

実施の形態1に係る空間光通信装置では、各信号光に対して周波数差がランダムな周波数シフトを付加することで、ビーム広がりを持ったインコヒーレント合成光をビーコン光として用いる場合を示した。これに対し、実施の形態2に係る空間光通信装置では、各信号光に周波数差が一定の周波数シフトを付加することで、コヒーレント合成されたシャープな光を高速にスキャンする場合を示す。

図7はこの発明の実施の形態2に係る空間光通信装置の構成例を示す図である。図7に示す実施の形態2に係る空間光通信装置は、図1に示す実施の形態1に係る空間光通信装置に対し、信号源119及び信号分配器120を追加している。なお図7では、実施の形態2に係る空間光通信装置のうち、信号源119及び信号分配器120と各位相制御回路112のみを図示している。実施の形態2に係る空間光通信装置のその他の構成は図1に示す実施の形態1に係る空間光通信装置と同様であり、異なる部分についてのみ説明を行う。

[0065] 信号源119は、第3基準信号を生成する。第3基準信号は、各第1基準信号を同期させるための基準信号である。信号源119により生成された第3基準信号は、信号分配器120に出力される。

信号分配器120は、信号源119により生成された第3基準信号を n 個に分岐する。信号分配器120により得られた n 個の第3の基準信号は n 個の位相制御回路112が有する信号源1121に1つずつ分配される。

[0066] なお、信号源1121は、信号分配器120により得られた第3基準信号

に同期した第1基準信号を生成する。実施の形態2では、各第1基準信号は、隣り合う周波数の差が一定に設定されている。

また、第1判定部1163は、第1切替部1162による処理が完了した後、角度センサ115による検出結果（受信光の到来角）に対して重心演算を行い、当該重心演算の平均値が第1閾値内であるかを判定する。

また、第1制御部1164は、第1判定部1163により重心演算の平均値が第1閾値内ではないと判定された場合に、制御回路118を制御することで、当該重心演算の平均値を角度センサ115の中心に向けて移動させる。

[0067] 次に、実施の形態2に係る空間光通信装置の動作例について説明する。以下では、簡単化のため、光フェーズドアレイアンテナ107が有する複数の素子が1次元配列された場合を示す。

実施の形態2に係る空間光通信装置の動作例では、各第1基準信号の隣り合う周波数の差を均一の Δf とし、且つ、各第1基準信号を信号分配器120により分配された第3基準信号に同期させる。 $\Delta f = 10\text{MHz}$ の場合、例えば、 $f_1 = 10\text{MHz}$ 、 $f_2 = 20\text{MHz}$ 、 \dots 、 $f_n = n \times 10\text{MHz}$ となる。

[0068] このように、各第1基準信号の隣り合う周波数の差を同期した固定値とすることで、各信号光の位相差は上記周波数の差に応じて周期的に変化する。例えば図8Aに示すように、空間光通信装置が2つの信号光を用い、且つ、その周波数の差が 10MHz である場合、各信号光の位相差は $\pm\pi$ の範囲を 10MHz で振動する。これは、空間光通信装置が、位相 $0\sim\pi$ の範囲を 20MHz （ $=2 \times 10\text{MHz}$ ）で掃引していることと同義である。なお図8Bは、空間光通信装置が3つの信号光を用い、且つ、その周波数の差が 10MHz である場合を示している。

[0069] 一方、従来から、各信号光の位相を電子制御してビームスキャンを行うことで、ビーコンレスで受信光の捕捉を行うフェーズドアレイ型の空間光通信装置が存在する。しかしながら、この電子制御によるビームスキャン方式で

は、PLL (Phase Locked Loop) のループ帯域幅によって、スキャンレートが制限される。

これに対し、実施の形態2に係る空間光通信装置では、受信光の捕捉の際に、各信号光の周波数差を一定とすることで、各信号光の位相を電氣的に制御することなく、掃引を行う。これにより、実施の形態2に係る空間光通信装置は、PLLのループ帯域幅に制限されず、MHz帯以上の高速なビーム走査が可能となる。

[0070] また、次式(3)のように、各第1基準信号の隣り合う周波数の差は角度センサ115の受信帯域以下となっている。

$$2\Delta f < f_d \quad (3)$$

f_d は、角度センサ115が4象限フォトダイオードである場合には、数10MHz～数GHzである。一方、電子制御によるビームスキャン方式では、スキャンレートが100kHz未満のPLLのループ帯域幅に制限される。

[0071] そして、受信光の捕捉の際に、各第1基準信号の隣り合う周波数の差を一定とした場合、図9に示される遠方パターンのように、時間的にピーク値が掃引される。図9では、空間光通信装置が4つの信号光を用いた場合での遠方パターンの時間変化を示している。ここで、実施の形態2での受信光の補足では、実施の形態1での受信光の補足に対し、各信号光が瞬間的にはコヒーレント合成されているため、ピーク強度が信号光の数だけ増加する。この時間的にピーク位置が掃引された光を角度センサ115で受光すると、図10Bに示すようなある幅を持った受信信号となる。そして、信号処理部116は、その受信信号の重心演算の平均値が角度センサ115の中央に近づくように捕捉追尾機構113を制御し、当該平均値が第1閾値内となるようにする(図10A～図10D参照)。その後の処理は、実施の形態1と同様である。

[0072] 上記では、光フェーズドアレイアンテナ107が有する複数の素子が1次元配列された場合を示した。しかしながら、これに限らず、光フェーズドア

レイアンテナ107が有する複数の素子は2次元配列されていてもよい。

[0073] 以上のように、この実施の形態2に係る光通信装置は、位相制御部で用いられる各第1基準信号は、互いに同期し、隣り合う周波数の差が一定である。これにより、実施の形態2に係る空間光通信装置は、実施の形態1における効果に加え、各信号光の位相をアナログで電子制御する従来方式のビームスキャンレートに対し、10倍以上の高速なビームスキャンが実現可能となる。

[0074] 実施の形態3.

実施の形態2に係る空間光通信装置では、光フェーズドアレイアンテナ107が有する複数の素子が1次元配列又は2次元配列された場合を示した。それに対し、実施の形態3に係る空間光通信装置では、光フェーズドアレイアンテナ107が有する複数の素子を三角配置とし、更に、各第1基準信号は上記複数の素子に対してらせん状に周波数が大きくなる場合を示す。

実施の形態3に係る空間光通信装置の構成例は、図7に示す実施の形態2に係る空間光通信装置の構成例と同様である。

[0075] 図11Aに光フェーズドアレイアンテナ107が有する複数の素子の配置例を示し、図11Bに遠方パターンでのピーク位置の時間変化の一例を矢印で示す。図11Aにおける符号 $f_0 \sim f_{18}$ は、各素子に対する信号光の周波数を示している。

実施の形態3に係る空間光通信装置では、光フェーズドアレイアンテナ107が有する複数の素子を図11Aのように三角配列とし、且つ、各素子に対応する各第1基準信号の周波数を次式(4)になるように設定する。式(4)において、 f_i は*i*番目の第1基準信号の周波数であり、 f_{i-1} は*i*-1番目の第1基準信号の周波数である。

$$f_i = f_{i-1} + \Delta f \quad (4)$$

[0076] これにより、実施の形態3に係る空間光通信装置では、遠方パターンがらせん状(スパイラル状)に $2\Delta f$ のレートでスキャンされる。このように、実施の形態3に係る空間光通信装置は、スパイラルスキャンを実施すること

により、スキャン漏れなく受信光の捕捉を行うことが可能となる。

[0077] 最後に、図12を参照して、実施の形態1～3における信号処理部116のハードウェア構成例を説明する。以下では、実施の形態1における信号処理部116のハードウェア構成例について示すが、実施の形態2, 3における信号処理部116のハードウェア構成例についても同様である。

信号処理部116における同期部1161、第1切替部1162、第1判定部1163、第1制御部1164、第2切替部1165、第2判定部1166及び第2制御部1167の各機能は、処理回路51により実現される。処理回路51は、図12Aに示すように、専用のハードウェアであってもよいし、図12Bに示すように、メモリ53に格納されるプログラムを実行するCPU (Central Processing Unit、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサ、又はDSP (Digital Signal Processor) ともいう) 52であってもよい。

[0078] 処理回路51が専用のハードウェアである場合、処理回路51は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field Programmable Gate Array)、又はこれらを組み合わせたものが該当する。同期部1161、第1切替部1162、第1判定部1163、第1制御部1164、第2切替部1165、第2判定部1166及び第2制御部1167の各部の機能それぞれを処理回路51で実現してもよいし、各部の機能をまとめて処理回路51で実現してもよい。

[0079] 処理回路51がCPU52の場合、同期部1161、第1切替部1162、第1判定部1163、第1制御部1164、第2切替部1165、第2判定部1166及び第2制御部1167の機能は、ソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェア及びファームウェアはプログラムとして記述され、メモリ5

3に格納される。処理回路51は、メモリ53に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、各部の機能を実現する。すなわち、信号処理部116は、処理回路51により実行されるときに、例えば図4に示した各ステップが結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ53を備える。また、これらのプログラムは、同期部1161、第1切替部1162、第1判定部1163、第1制御部1164、第2切替部1165、第2判定部1166及び第2制御部1167の手順及び方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。ここで、メモリ53としては、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、EPROM (Erasable Programmable ROM)、EEPROM (Electrically EPROM)等の不揮発性又は揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、又はDVD (Digital Versatile Disc)等が該当する。

[0080] なお、同期部1161、第1切替部1162、第1判定部1163、第1制御部1164、第2切替部1165、第2判定部1166及び第2制御部1167の各機能について、一部を専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェア又はファームウェアで実現するようにしてもよい。例えば、同期部1161については専用のハードウェアとしての処理回路51でその機能を実現し、第1切替部1162、第1判定部1163、第1制御部1164、第2切替部1165、第2判定部1166及び第2制御部1167については処理回路51がメモリ53に格納されたプログラムを読み出して実行することによってその機能を実現することが可能である。

[0081] このように、処理回路51は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はこれらの組み合わせによって、上述の各機能を実現することができる。

[0082] なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み

合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0083] この発明に係る空間光通信装置は、単一の光アンテナを用いて通信光及びビーコン光を出力可能となり、空間にレーザ光を出力して通信を行う空間光通信装置等に用いるのに適している。

符号の説明

[0084] 51 処理回路、52 CPU、53 メモリ、101 光源、102 信号生成部、103 光変調器、104 光分配器、105 光周波数シフタ、106 光増幅器、107 光フェーズドアレイアンテナ、108 ビームスプリッタ、109 コリメータ、110 ビームスプリッタ、111 光フェーズドアレイアンテナ、112 位相制御回路、113 捕捉追尾機構、114 波長分離スプリッタ、115 角度センサ、116 信号処理部、117 信号切替回路、118 制御回路、119 信号源、120 信号分配器、1121 信号源、1122 信号源、1123 RFスイッチ、1124 RF移相器、1125 位相比較器、1126 ループフィルタ、1127 VCO、1161 同期部、1162 第1切替部、1163 第1判定部、1164 第1制御部、1165 第2切替部、1166 第2判定部、1167 第2制御部。

請求の範囲

- [請求項1] 変調光を局発光及び複数の信号光に分岐する光分配器と、
前記光分配器により得られた各信号光を位相調整する位相調整部と、
、
前記位相調整部による位相調整後の各信号光を増幅する光増幅部と、
、
前記光増幅部による増幅後の各信号光を空間に出力する光フェーズドアレイアンテナと、
前記位相調整部の制御により、前記光フェーズドアレイアンテナにより出力されて前記光分配器により得られた局発光が合波された各信号光を、基準信号に同期させる位相制御部と、
前記光フェーズドアレイアンテナにより出力された各信号光の出力角度を調整する捕捉追尾機構と、
外部から到来した受信光の到来角を検出する角度検出部と、
前記位相制御部で用いられる基準信号を信号光毎に周波数が異なる複数の第1基準信号とし、前記角度検出部による検出結果に基づく前記捕捉追尾機構の制御により受信光の補足を行い、捕捉の完了後、当該基準信号を各信号光に対して周波数が同一である第2基準信号とし、前記角度検出部による検出結果に基づく前記位相調整部の制御により受信光の追尾を行う制御部と
を備えた空間光通信装置。
- [請求項2] 前記位相制御部で用いられる各第1基準信号は、隣り合う周波数の差がランダムである
ことを特徴とする請求項1記載の空間光通信装置。
- [請求項3] 前記位相制御部で用いられる各第1基準信号は、隣り合う周波数の差が前記角度検出部における受信帯域以上である
ことを特徴とする請求項2記載の空間光通信装置。
- [請求項4] 前記位相制御部で用いられる各第1基準信号は、互いに同期し、隣

り合う周波数の差が一定である

ことを特徴とする請求項 1 記載の空間光通信装置。

[請求項5] 前記位相制御部で用いられる各第 1 基準信号は、隣り合う周波数差が前記角度検出部における受信帯域以下である

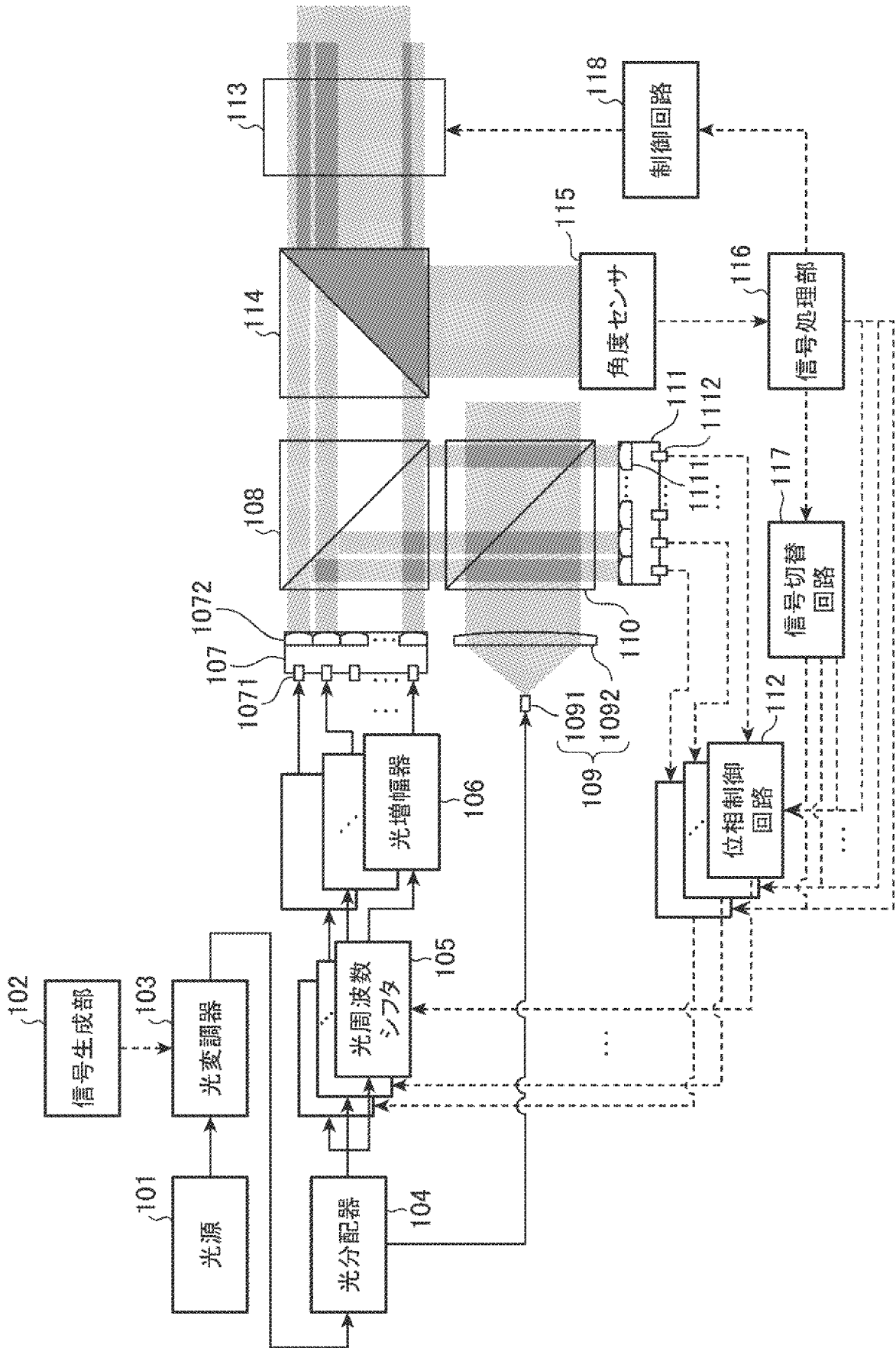
ことを特徴とする請求項 4 記載の空間光通信装置。

[請求項6] 前記光フェーズドアレイアンテナは、三角配列された複数の素子を有し、

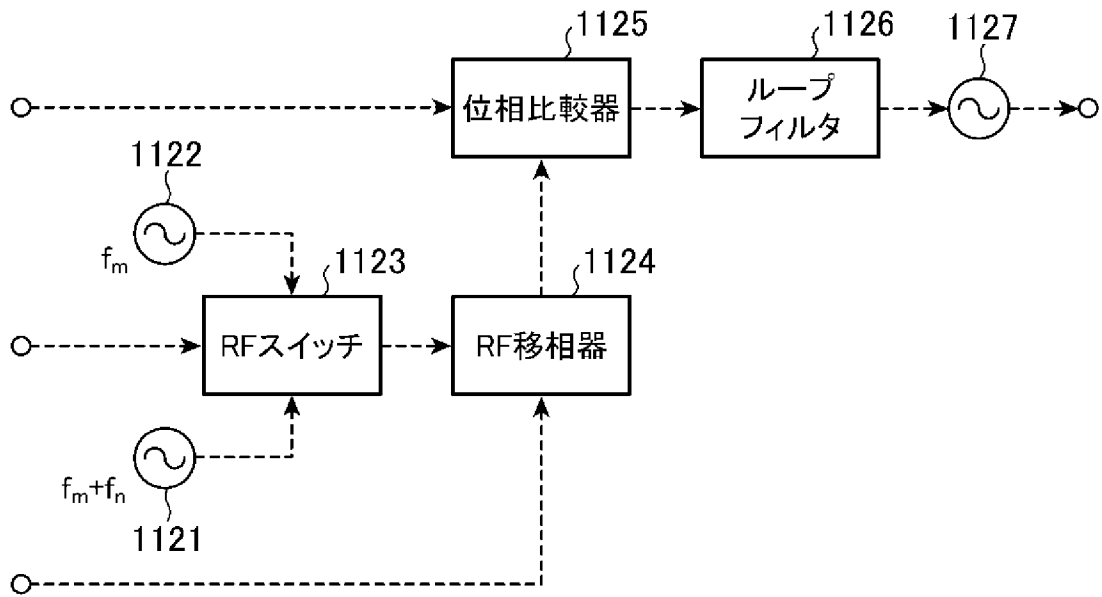
前記位相制御部で用いられる各第 1 基準信号は、前記複数の素子に対してらせん状に周波数が大きくなる

ことを特徴とする請求項 4 記載の空間光通信装置。

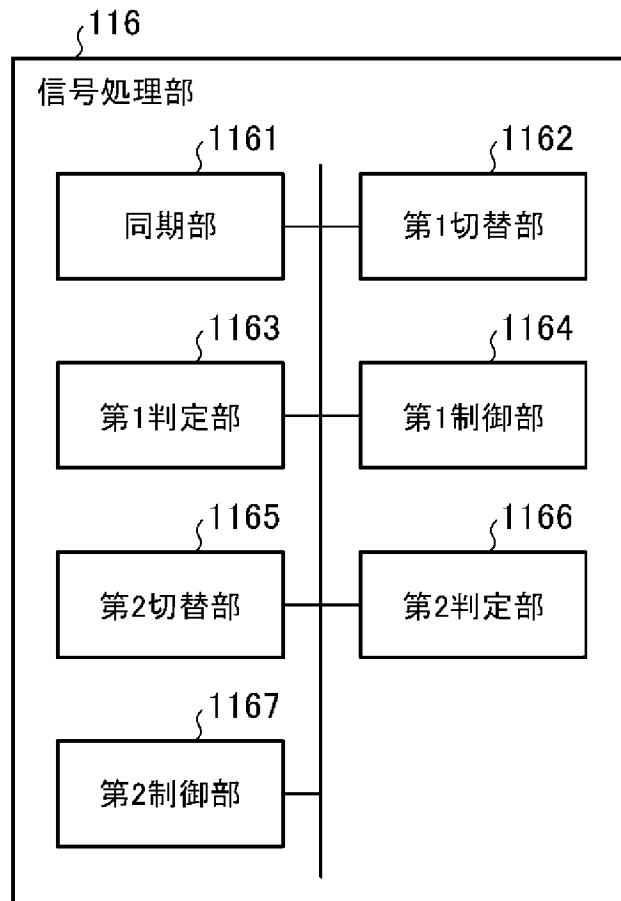
[図1]



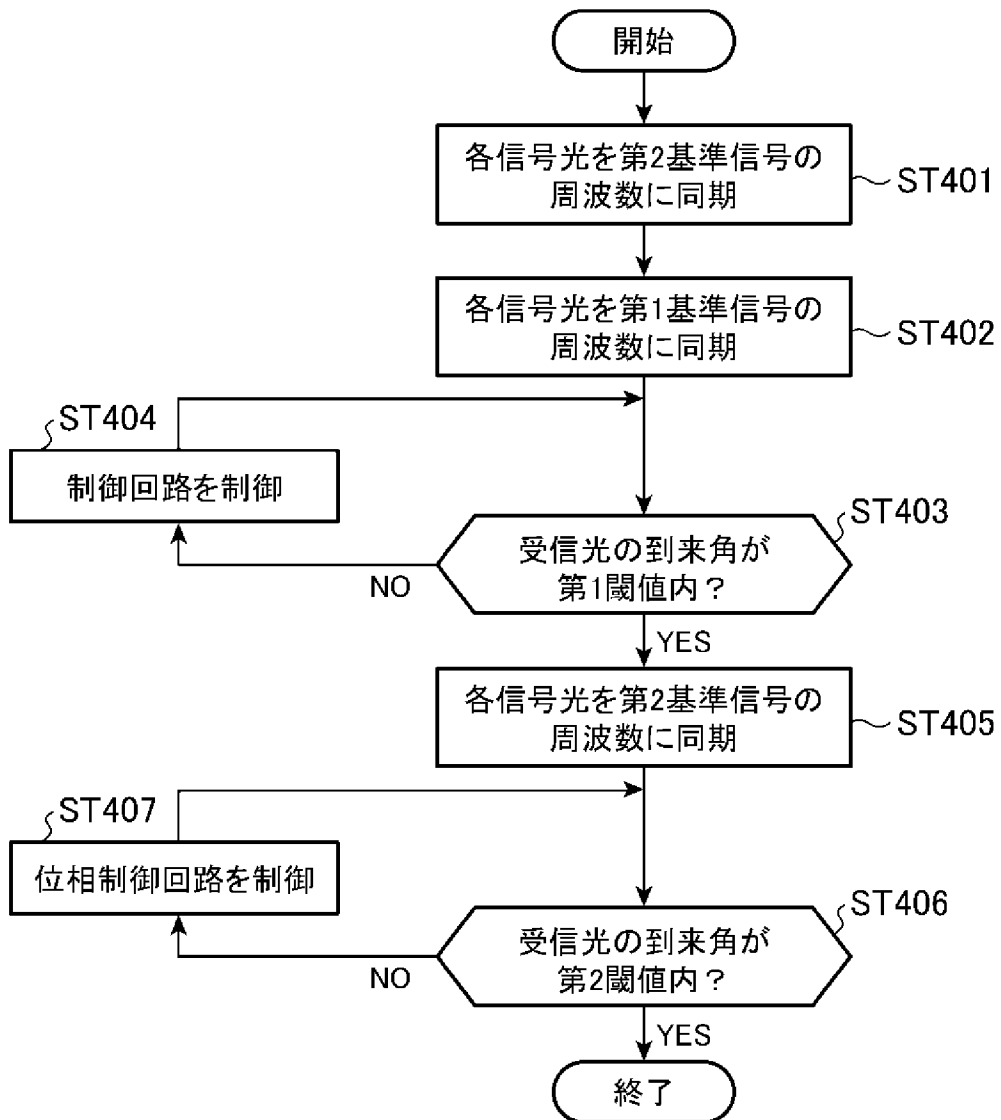
[図2]



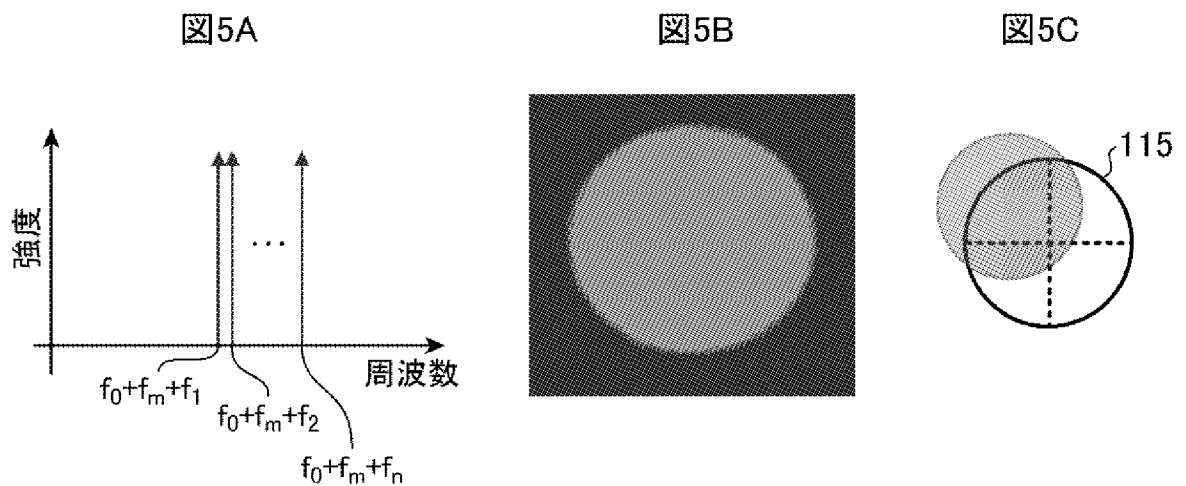
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

図6A

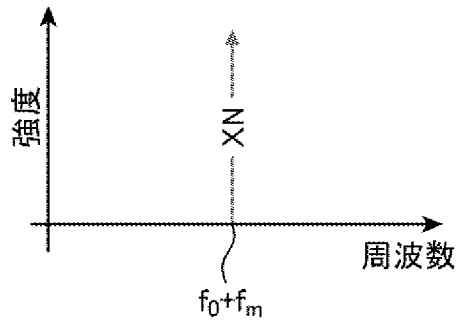


図6B

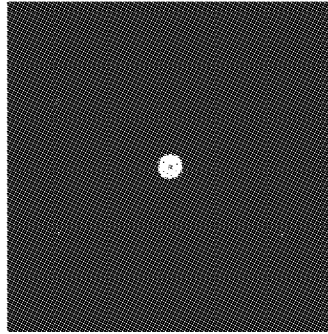
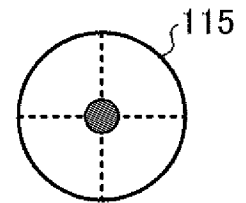
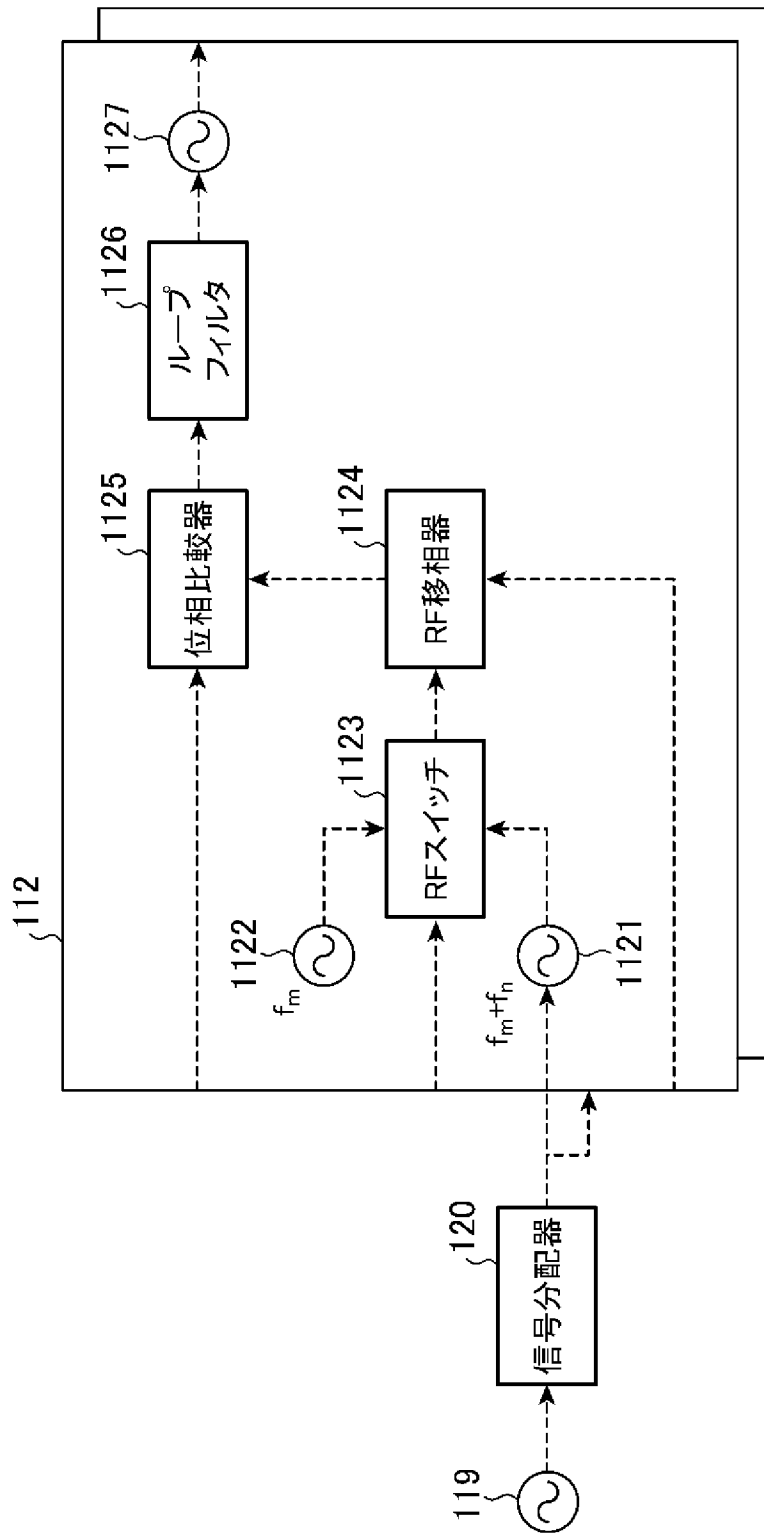


図6C



[図7]



[図8]

図8B

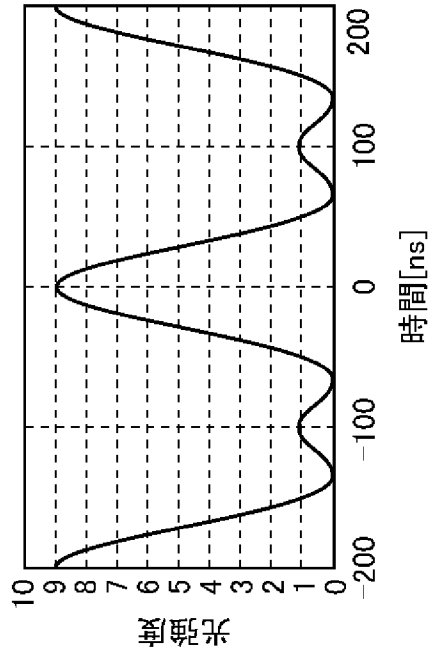
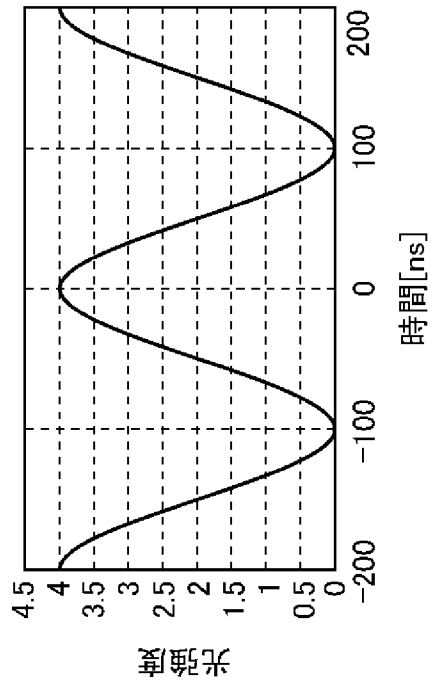
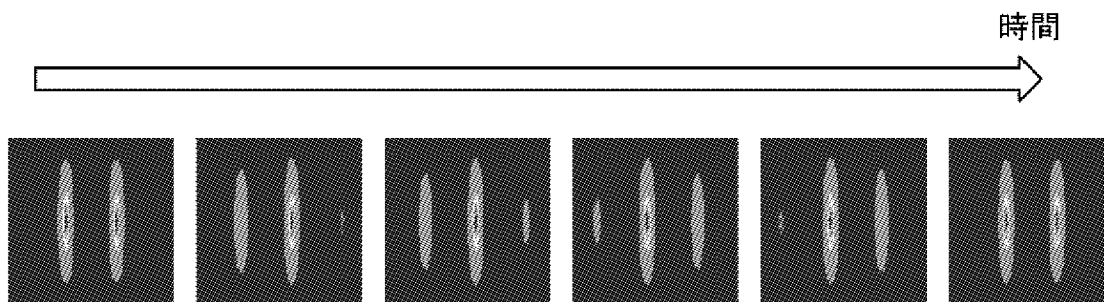


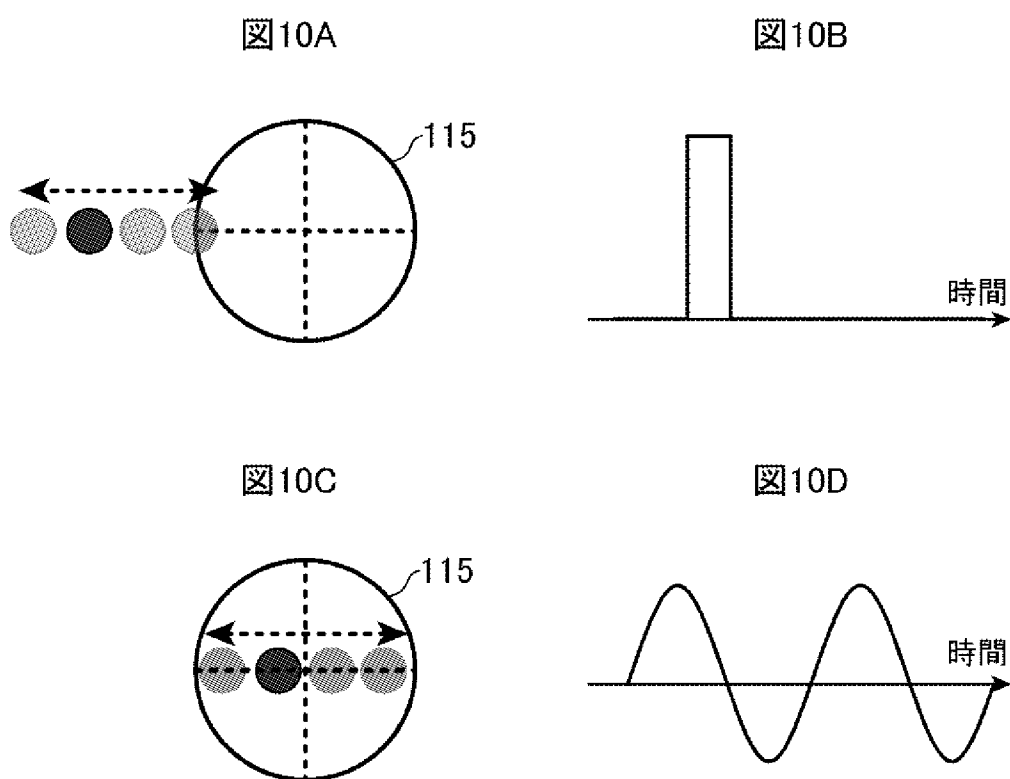
図8A



[図9]



[図10]



[図11]

図11A

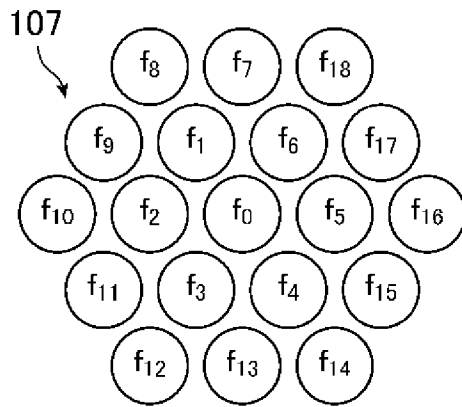
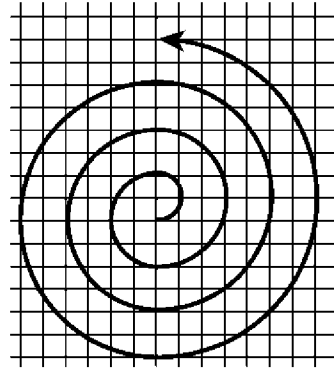


図11B

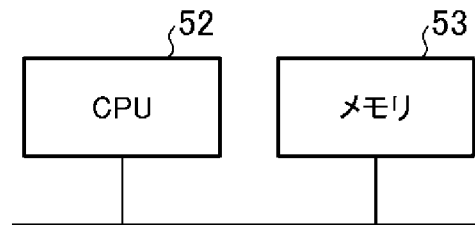


[図12]

図12A



図12B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/017163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H04B10/11 (2013.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. H04B10/11

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2004/0208595 A1 (MOK, Fai et al.) 21 October 2004, entire text (Family: none)	1-6
A	JP 2007-511968 A (MEDIA LARIO S.R.L.) 10 May 2007, entire text & WO 2005/050878 A1, entire text	1-6
A	JP 2012-60499 A (NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY) 22 March 2012, entire text (Family: none)	1-6
A	JP 2016-517655 A (RAYTHEON COMPANY) 16 June 2016, entire text & US 2014/0270749 A1, entire text & KR 10-2015-0132350 A & CN 105229943 A	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
11.07.2018

Date of mailing of the international search report
24.07.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2018/017163

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-162836 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 21 June 1996, entire text (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04B10/11(2013.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04B10/11

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2004/0208595 A1 (MOK Fai, et al.) 2004.10.21, 全文（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2007-511968 A（メディア ラリオ ソシエタ ア レスポンサ ビリタ リミタータ）2007.05.10, 全文 & WO 2005/050878 A1 全文	1-6
A	JP 2012-60499 A（独立行政法人情報通信研究機構）2012.03.22, 全 文（ファミリーなし）	1-6

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.07.2018

国際調査報告の発送日

24.07.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鴨川 学

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

5K

6307

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2016-517655 A (レイセオン カンパニー) 2016. 06. 16, 全文 & US 2014/0270749 A1 全文 & KR 10-2015-0132350 A & CN 105229943 A	1-6
A	JP 8-162836 A (日本電信電話株式会社) 1996. 06. 21, 全文 (ファミリーなし)	1-6