

(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
2017年12月14日(14.12.2017)



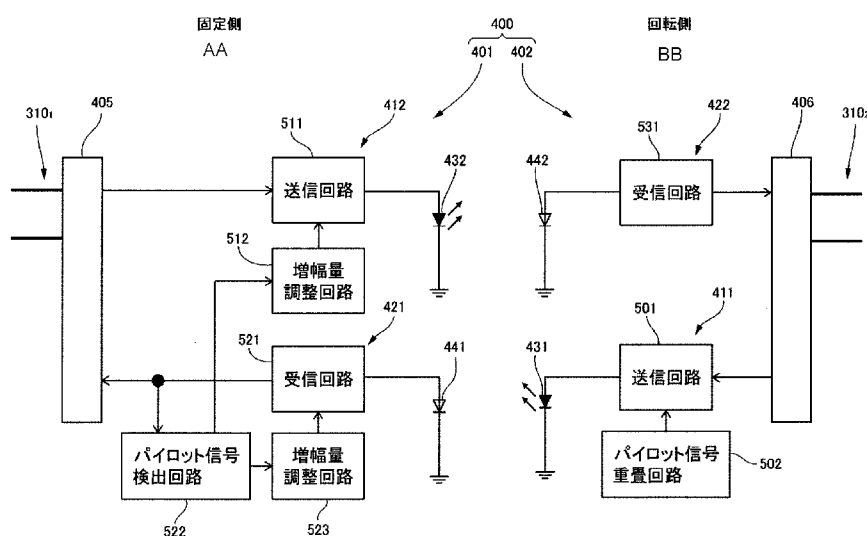
(10) 国際公開番号

WO 2017/212947 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 10/114 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/019677
- (22) 国際出願日: 2017年5月26日(26.05.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-115662 2016年6月9日(09.06.2016) JP
- (71) 出願人: キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 井出 武 (IDE Takeshi); 〒1468501 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 岡部 譲, 外 (OKABE Yuzuru et al.); 〒1070062 東京都港区南青山1-1-1 新青山ビル東館8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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION DEVICE AND APPARATUS

(54) 発明の名称: 無線通信装置及び機器



501, 511 Transmission circuit
502 Pilot signal superimposition circuit
512, 523 Amplification amount adjustment circuit
521, 531 Reception circuit
522 Pilot signal detection circuit
AA Fixed side
BB Rotary side

(57) Abstract: The present invention prevents, by a simple configuration, the occurrence on any receiver side of an error in data discriminated on a receiver side due to attenuation of a wireless signal when communication is performed contactlessly. Provided is a wireless communication device having a first transmission unit provided to a first member, and a first reception unit provided to a second member, the relative distance from the first reception unit to the first transmission unit changing, wherein: the first transmission unit generates a first electric signal in which a pilot signal is superimposed

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：

- 国際調査報告（条約第21条(3)）

on a first digital signal that is to be transmitted, and transmits a first wireless signal the intensity of which corresponds to the first electric signal; and the first reception unit generates a second electric signal that corresponds to the intensity of the received first wireless signal, detects a pilot signal component from the second electric signal, and amplifies the second electric signal in accordance with the amount of attenuation of the pilot signal component.

(57) 要約：非接触で通信を行う際に、いずれの受信側においても無線信号の減衰により受信側において判別されるデータに誤りが生じるのを、簡単な構成で防止する。第1の部材に設けられた第1の送信部と、第2の部材に設けられ、前記第1の送信部との相対距離が変化する第1の受信部と、を有する無線通信装置であって、前記第1の送信部は、送信対象である第1のデジタル信号にパイロット信号を重畳させた第1の電気信号を生成して、前記第1の電気信号に応じた強度の第1の無線信号を送信し、前記第1の受信部は、受信した前記第1の無線信号の強度に応じた第2の電気信号を生成して、前記第2の電気信号からパイロット信号成分を検出し、前記パイロット信号成分の減衰量に応じて前記第2の電気信号を増幅する。

明 細 書

発明の名称：無線通信装置及び機器

技術分野

[0001] 本発明は、非接触で通信を行う無線通信装置、及び無線通信装置を備えた機器に関する。

背景技術

[0002] ロボットアームの関節などでは、関節を駆動するために、固定体と回転体との間で双方向通信を行う必要がある。固定体と回転体との間の通信には、トグル状に巻いた導線やスリップリングを用いる方法があるが、メンテナンス性の観点で非接触通信が有利であることが知られている。非接触通信の方式には、静電容量を介する電界結合方式、電磁誘導を介する磁界結合方式、発光素子と受光素子間で光を介して伝送する光結合方式等が存在するが、光結合方式では、直流成分まで伝送できる、電磁干渉しにくいといった特徴がある。特許文献 1 には、回転体に発光素子を配置し、静止体に発光素子を配置した光結合方式について記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特公平3－16050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、特許文献 1 に記載の構成では、発光素子が配置された回転体の回転角度に応じて受光素子で受光される光の強度が変化する。即ち、発光素子と受光素子とが対向している場合には、受光素子で受光される光の強度は最大であるが、発光素子が受光素子と対向している状態から回転体が 180 度回転すると、受光素子で受光される光の強度は最小となる。受光側では、光信号を電気信号に変換してデータの論理判別を行う。例えば、電気信号が論理判別レベルを上回っていれば論理 1 のデータ、下回っていれば論理 0 のデ

ータと判別する。

[0005] ところが、受光素子で受光される光信号の減衰によりハイレベルの信号が論理判別レベルを下回ると、受信側で判別されるデータに誤りが生じてしまう。また、特許文献1には一方向通信の構成について記載されているが、双方向通信を可能にするには、更に、静止体に発光素子、回転体に受光素子を配置する必要がある。したがって、非接触で双方向通信を行う場合には、双方向通信のうちいずれの方向の通信においても受信側で判別されるデータに誤りが生じないようにしなければならない。

[0006] このような問題は、特許文献1に記載の光による無線通信だけに発生するものではなく、電波による無線通信、電界や磁界による無線通信等、あらゆる無線通信において発生し得る。

[0007] そこで、本発明は、非接触で通信を行う際に、いずれの受信側においても無線信号の減衰により受信側において判別されるデータに誤りが生じるのを、簡単な構成で防止することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の無線通信装置は、第1の部材に設けられた第1の送信部と、第2の部材に設けられ、前記第1の送信部との相対距離が変化する第1の受信部と、を有する無線通信装置であって、前記第1の送信部は、送信対象である第1のデジタル信号にパイロット信号を重畳させた第1の電気信号を生成して、前記第1の電気信号に応じた強度の第1の無線信号を送信し、前記第1の受信部は、受信した前記第1の無線信号の強度に応じた第2の電気信号を生成して、前記第2の電気信号からパイロット信号成分を検出し、前記パイロット信号成分の減衰量に応じて前記第2の電気信号を増幅することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、非接触で双方向通信を行う際に、いずれの受信側においても無線信号の減衰により受信側において判別されるデータに誤りが生じるのを、簡単な構成で防止することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第1実施形態に係る機器の一例としてのロボット装置を示す斜視図である。

[図2]第1実施形態に係るバス通信システムを示す説明図である。

[図3]第1実施形態に係る双方向通信装置を示すブロック図である。

[図4]第1実施形態に係るロボットアームの回転関節に配置された駆動装置及び駆動装置の周辺部を示す斜視図である。

[図5]第1実施形態における発光素子及び受光素子の配置関係を示す説明図である。

[図6A]基準に対する軸部材の回転角度が0度の状態を示す説明図である。

[図6B]基準に対する軸部材の回転角度が180度の状態を示す説明図である。

[図7]第1実施形態における軸部材の回転角度に対する各受光素子の受光強度の相対値を示すグラフである。

[図8]発光素子の発光強度を一定とした場合において、軸部材の回転角度に対する受光素子の受光強度の測定結果を示すグラフである。

[図9A]送信回路が信号制御装置から入力を受けたデジタル信号を示す波形図である。

[図9B]パイロット信号重畳回路が生成したパイロット信号を示す波形図である。

[図9C]デジタル信号にパイロット信号を重畳させて生成した電気信号を示す波形図である。

[図10A]第2実施形態における発光素子及び受光素子の配置関係を示す説明図である。

[図10B]発光素子と受光素子とが対向している状態を示す説明図である。

[図11]第3実施形態における発光素子及び受光素子の配置関係を示す説明図である。

[図12A]発光素子と受光素子との2つペアのうち、一方のペアが対向している

状態を示す説明図である。

[図12B]発光素子と受光素子との2つペアのうち、他方のペアが対向している状態を示す説明図である。

[図13]第3実施形態における軸部材の回転角度に対する各受光素子の受光強度の相対値を示すグラフである。

[図14]第3実施形態に係る双方向通信装置を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明を実施するための形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。

[0012] [第1実施形態]

図1は、第1実施形態に係る機器の一例としてのロボット装置を示す斜視図である。機器であるロボット装置100は、ロボット200と、ロボット200を制御するロボット制御装置である電子制御装置300と、を備えている。ロボット200は、架台150に固定されている。ロボット200は、垂直多関節のロボットアーム201と、ロボットアーム201の先端に取り付けられた、ロボット200の手先であるエンドエフェクタとしてのロボットハンド202と、を有している。

[0013] ロボットアーム201は、関節J1～J6で揺動又は回転可能に連結された複数のリンク210～216を有している。第1実施形態では、ロボットアーム201は、揺動する4軸と回転する2軸の6軸の関節J1～J6で構成されている。揺動する関節を揺動関節、回転する関節を回転関節という。ロボットアーム201では、関節J1、J6が回転関節、関節J2、J3、J4、J5が揺動関節である。関節J1では、リンク210に対してリンク211が相対的に正逆方向に360度以上の回転が可能であり、関節J6では、リンク215に対してリンク216が相対的に正逆方向に360度以上の回転が可能である。ロボットハンド202は、ロボットアーム201の先端の関節J6において着脱可能となっている。

[0014] ロボットアーム201の各関節J1～J6には、関節を駆動する不図示の

駆動装置と、駆動装置を制御する電子制御装置 $300_1 \sim 300_6$ と、が設けられている。不図示の駆動装置は、モータや減速機を備えて構成される。これら電子制御装置 $300_0 \sim 300_6$ がバス配線 310 で互いに通信可能に接続されて、バス通信システム 320 が構成されている。バス配線 310 は、ロボットアーム 201 の内部又は外部に這わせて設けられている。

[0015] 電子制御装置 300_0 は、各電子制御装置 $300_1 \sim 300_6$ に、バス配線 310 を介して、モータの目標回転位置を示す位置指令値のデータ信号（デジタル信号）を出力する。各電子制御装置 $300_1 \sim 300_6$ は、モータに取り付けられたロータリーエンコーダの検出値を取得し、検出値が入力した位置指令値に近づくようにモータの回転を制御する。また、各電子制御装置 $300_1 \sim 300_6$ は、バス配線 310 を介して検出値のデータ信号（デジタル信号）を電子制御装置 300_0 に出力する。

[0016] バス通信システム 320 では、大容量データを高速に通信するため、CAN（Control area network）が採用されている。第1実施形態では、バス配線 310 に接続されるノードが電子制御装置 $300_0 \sim 300_6$ である。電子制御装置 $300_0 \sim 300_6$ は、バス配線 310 におけるデータ信号の通信を、差動信号により行う。

[0017] 図2は、第1実施形態に係るバス通信システム 320 を示す説明図である。関節 $J1$ 、 $J6$ においてリンクが自在に回転するように、図2に示すように、バス配線 310 を複数のバス配線 310_1 、 310_2 、 310_3 に物理的に分離している。そして、バス配線 310_1 とバス配線 310_2 との間、及びバス配線 310_2 とバス配線 310_3 との間には、無線（非接触）で近距離の双方向通信を行う無線通信装置である双方向通信装置 400 がそれぞれ配置されている。各双方向通信装置 400 は、互いに無線通信を行う一対の信号伝送装置 401 、 402 を備えて構成されている。各双方向通信装置 400 は、関節 $J1$ 、 $J6$ に配置されている。

[0018] つまり、電子制御装置 300_0 と電子制御装置 300_1 、 300_2 、 300_3 、 300_4 、 300_5 、 300_6 とは、各関節 $J1$ 、 $J6$ に配置された双方向通

信装置 400 を介してデータ通信を行う。なお、各バス配線 310₁～310₃の両端には、終端抵抗 315 がそれぞれ設けられている。これにより、各バス配線 310₁～310₃の両端において信号の反射が防止され、バス配線の電圧の適正化が図られる。

[0019] 図3は、第1実施形態に係る双方向通信装置を示すブロック図である。以下、関節 J1 と関節 J6 に配置された各双方向通信装置 400 は、同一構成であるため、一方の関節 J1 に配置された双方向通信装置 400 について説明する。なお、ロボットアーム 201 の全ての回転関節に双方向通信装置 400 が配置されているが、少なくとも1つの回転関節に双方向通信装置 400 が配置されている場合であってもよい。例えば、関節 J1 と関節 J6 のどちらか一方に双方向通信装置 400 を配置し、他方はトグロ配線やスリップリングを用いた場合でもよい。双方向通信装置 400 は、固定側であるリンク 210 に設けられた信号伝送装置 401 と、回転側であるリンク 211 に設けられた信号伝送装置 402 とを有する。

[0020] 信号伝送装置 401 は、バス配線 310₁ に接続された信号制御装置 405 と、信号制御装置 405 に接続された送信部 412 及び受信部 421 と、送信部 412 に接続された発光素子 432 と、受信部 421 に接続された受光素子 441 と、を有する。信号伝送装置 402 は、バス配線 310₂ に接続された信号制御装置 406 と、信号制御装置 406 に接続された送信部 411 及び受信部 422 と、送信部 411 に接続された発光素子 431 と、受信部 422 に接続された受光素子 442 と、を有する。信号制御装置 405、406 は、いずれか一方または双方に、2つのバス配線 310₁、310₂ を接続するための CAN リピータ回路を含む。

[0021] 第1実施形態では、発光素子 431 が第1の送信素子、受光素子 441 が第1の受信素子、発光素子 432 が第2の送信素子、受光素子 442 が第2の受信素子である。また、第1実施形態では、送信部 411 が第1の送信部、受信部 421 が第1の受信部、送信部 412 が第2の送信部、受信部 422 が第2の受信部である。

[0022] 発光素子431, 432は、LED、より具体的には赤外発光ダイオードである。なお、発光素子431, 432は、これに限定されるものではなく、可視光発光ダイオードやレーザダイオードなどでもよい。第1実施形態では、発光素子431と発光素子432は、同じ波長の光を発するものであり、同じ規格のものとしている。受光素子441, 442は、フォトダイオード、具体的にはSiPINフォトダイオードである。なお、受光素子441, 442は、これに限定されるものではなく、可視光フォトダイオードなどでもよい。また受光素子441, 442は、フォトランジスタであってもよい。発光素子431, 432のサイズは、3 [mm] × 1.5 [mm] 程度のものでよい。受光素子441, 442のサイズは、5.5 [mm] × 4.8 [mm] 程度のものでよい。この場合、受光素子441, 442の受光面は1辺が5 [mm] 程度である。

[0023] 信号制御装置405は、バス配線310₁を介して電子制御装置300₀からデータ信号である差動信号の入力を受けたとき、差動信号をシングルエンド信号に変換して送信部412に出力する。

[0024] 送信部412は、信号制御装置405から入力を受けたシングルエンド信号に応じて、発光素子432の駆動する電気信号を発光素子432に供給する。発光素子432は、送信部412から供給された電気信号の強度（電圧）に応じた発光強度で発光する。これにより、発光素子432は、無線信号として光信号を送信する。

[0025] 受光素子442は、無線信号としての光信号を受信（受光）する。受信部422は、受光素子442にて受光した光信号の強度に応じた電気信号を生成し、生成した電気信号（シングルエンド信号）を信号制御装置406に出力する。信号制御装置406は、受信部422から入力を受けた電気信号の論理判別を行い、判別結果に従って差動信号を生成して、バス配線310₂に出力する。

[0026] 一方、信号制御装置406は、バス配線310₂を介して電子制御装置300₁～300₆からデータ信号である差動信号の入力を受けたとき、差動信号

をシングルエンド信号に変換して送信部４１１に出力する。

[0027] 送信部４１１は、信号制御装置４０６から入力を受けたシングルエンド信号に応じて、発光素子４３１の駆動する電気信号を発光素子４３１に供給する。発光素子４３１は、送信部４１１から供給された電気信号の強度（電圧）に応じた発光強度で発光する。これにより、発光素子４３１は、無線信号として光信号を送信する。

[0028] 受光素子４４１は、無線信号としての光信号を受信（受光）する。受信部４２１は、受光素子４４１にて受光した光信号の強度に応じた電気信号を生成し、生成した電気信号（シングルエンド信号）を信号制御装置４０５に出力する。信号制御装置４０５は、受信部４２１から入力を受けた電気信号の論理判別を行い、判別結果に従って差動信号を生成して、バス配線３１０_１に出力する。

[0029] このように双方向通信装置４００は、非接触で双方向通信を行う。ここで、発光素子４３１、４３２及び受光素子４４１、４４２の配置について説明する。図４は、第１実施形態に係るロボットアームの回転関節である関節Ｊ１に配置された駆動装置及び駆動装置の周辺部を示す斜視図である。なお、回転関節である関節Ｊ６についても同様の構成であるため、説明を省略する。

[0030] 関節Ｊ１に配置された駆動装置２５０は、一対のリンク２１０、２１１のうち、一方のリンク２１０に対して他方のリンク２１１を回転駆動するものであり、モータ（及び減速機）を有して構成されている。

[0031] 駆動装置２５０の固定子は、リンク２１０及びリンク２１１のうちの一方、例えばリンク２１０（図１）に固定されている。駆動装置２５０の固定子が固定されたリンク２１０には、第１の部材である円筒部材４５１が固定して取り付けられている。

[0032] 駆動装置２５０の回転子から延びる回転シャフト２５１には、第２の部材である軸部材４５２が固定して取り付けられている。軸部材４５２は、円筒部材４５１と同軸に円筒部材４５１の内側に配置され、円筒部材４５１に対

して円筒部材４５１の中心軸Ｃ１を中心に相対的に回転する。軸部材４５２は、リンク２１０及びリンク２１１のうちの他方、例えばリンク２１１に固定されている。これにより、駆動装置２５０の駆動力がリンク２１１に伝達され、リンク２１１がリンク２１０に対して回転する。

[0033] 図５は、発光素子及び受光素子の配置関係を示す説明図である。図５は、図４に示す構造をＺ方向から見た図である。

[0034] 信号伝送装置４０２の発光素子４３１及び受光素子４４２は、円筒部材４５１及び軸部材４５２のうちの一方、第１実施形態では軸部材４５２に配置されている。信号伝送装置４０１の発光素子４３２及び受光素子４４１は、円筒部材４５１及び軸部材４５２のうちの他方、第１実施形態では円筒部材４５１に配置されている。より具体的には、発光素子４３１及び受光素子４４２は、軸部材４５２の外周面に固定され、発光素子４３２及び受光素子４４１は、円筒部材４５１の内周面に固定されている。よって、発光素子４３１と受光素子４４２は、軸部材４５２と共に中心軸Ｃ１を中心とする円周方向Ｒ０に回転する。

[0035] 円周方向Ｒ０は、図５中、時計回りの方向Ｒ１と、反時計回りの方向Ｒ２との二方向あり、軸部材４５２は、駆動装置２５０（図４）により、時計回りの方向Ｒ１と反時計回りの方向Ｒ２の二方向のうちいずれか一方向に選択的に回転駆動される。

[0036] 軸部材４５２に配置された発光素子４３１の送信相手は、円筒部材４５１に配置された受光素子４４１である。円筒部材４５１に配置された発光素子４３２の送信相手は、軸部材４５２に配置された受光素子４４２である。また、これにより、非接触で通信が行われる。

[0037] 軸部材４５２は、例えば直径２０［ｍｍ］、長さ１４［ｍｍ］、肉厚２［ｍｍ］の白色樹脂を用いた中空の円筒部材である。円筒部材４５１は、例えば直径６４［ｍｍ］、長さ１４［ｍｍ］、肉厚２［ｍｍ］の白色樹脂を用いた中空の円筒部材である。円筒部材４５１の内周面及び軸部材４５２の外周面は、光が反射する反射面となっている。軸部材４５２の内側には、発光素

子431や受光素子442へ接続された配線が配置されている。

[0038] 円筒部材451のZ方向の両端部には、図4に示すように、白色樹脂の蓋部材453、454が配置されている。蓋部材453、454は光を閉じ込め、拡散による光減衰を低減する役目があり、蓋部材453、454がない場合と比べ、後述する増幅補正のダイナミックレンジを狭くすることができる。蓋部材453、454には、軸部材452が配置された中心部に直径20 [mm] の穴が形成されている。

[0039] 蓋部材453の穴は、駆動装置250の回転シャフト251が貫通するものである。蓋部材454の穴は、発光素子431や受光素子442に接続された配線を引き出すために用いる。軸部材452を中空とせずに、軸部材452の表面を伝って配線を引き出してもよいが、配線の分だけ軸部材452と円筒部材451との間に隙間が必要となり、隙間から漏れる光による減衰が起こる。軸部材452を中空とすることで隙間からの漏れを低減することができる。

[0040] 発光素子431、発光素子432、受光素子441及び受光素子442は、無線伝送路となる同一の空間に配置されており、省スペース化が図られている。これにより、ロボットアーム201の小型化を実現することができ、また、軽量化を図ることができるので、ロボットアーム201の制御性が向上する。

[0041] 第1実施形態では、発光素子431、発光素子432、受光素子441及び受光素子442は、回転シャフト251の回転軸である中心軸C1の延びるZ方向において同一位置に、即ち中心軸C1の延びるZ方向において同じ面内に配置されている。

[0042] 図5に示すように、軸部材452において、発光素子431と受光素子442とが重ならないように、発光素子431と受光素子442とが円周方向R0において異なる位置に配置されている。同様に、円筒部材451において、発光素子432と受光素子441とが重ならないように、発光素子432と受光素子441とが円周方向R0において異なる位置に配置されている。

。

[0043] ここで、Z方向から見て、中心軸C 1から発光素子4 3 1の中心に延びる直線L 1と中心軸C 1から受光素子4 4 2の中心に延びる直線L 2との成す角の角度（第1の角度）を角度 $\theta 1$ とする。また、Z方向から見て、中心軸C 1から発光素子4 3 2の中心に延びる直線L 3と中心軸C 1から受光素子4 4 1の中心に延びる直線L 4との成す角の角度（第2の角度）を角度 $\theta 2$ とする。

[0044] 発光素子4 3 1、4 3 2及び受光素子4 4 1、4 4 2は、Z方向から見て、角度 $\theta 1$ と角度 $\theta 2$ とが等しくなる位置に配置されている。第1実施形態では、角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ は、180度である。このように、軸部材4 5 2に固定された発光素子4 3 1と受光素子4 4 2との位置関係と、円筒部材4 5 1に固定された発光素子4 3 2と受光素子4 4 1との位置関係とが180度で対称となっている。

[0045] 図6 Aは、発光素子と受光素子とが対向している状態を基準とし、基準に対する軸部材の回転角度が0度の状態を示す説明図、図6 Bは、基準に対する軸部材の回転角度が180度の状態を示す説明図である。

[0046] 円筒部材4 5 1側の信号伝送装置4 0 1から軸部材4 5 2側の信号伝送装置4 0 2への通信を上り通信とし、発光素子4 3 2から受光素子4 4 2への上り通信の光路を P_U で表す。また、軸部材4 5 2側の信号伝送装置4 0 2から円筒部材4 5 1側の信号伝送装置4 0 1への通信を下り通信とし、発光素子4 3 1から受光素子4 4 1への下り通信の光路を P_D で表す。

[0047] 図6 Aに示すように、軸部材4 5 2の回転角度が0度のとき、発光素子4 3 1と受光素子4 4 1、発光素子4 3 2と受光素子4 4 2が、それぞれ対向している。よって、発光素子4 3 1と受光素子4 4 1、発光素子4 3 2と受光素子4 4 2が最も近接しており、光路 P_U 、 P_D が最も短く、上り通信、下り通信の双方とも光の減衰量が最も小さく、受光素子4 4 1、4 4 2にて受光される受光強度が最も高い。

[0048] 一方、図6 Bに示すように、軸部材4 5 2の回転角度が180度のとき、

発光素子 4 3 1 と受光素子 4 4 1、発光素子 4 3 2 と受光素子 4 4 2 が、それぞれ反対側を向いている。よって、光路 P_U 、 P_D が最も長く、上り通信、下り通信の双方とも光の減衰量が最も大きく、受光素子 4 4 1、4 4 2 にて受光される受光強度が最も低い。

[0049] 図 7 は、第 1 実施形態における軸部材 4 5 2 の回転角度に対する各受光素子 4 4 1、4 4 2 の受光強度の相対値を示すグラフである。図 7 において、受光素子 4 4 2（上り通信）の受光強度を実線で示し、受光素子 4 4 1（下り通信）の受光強度を破線で示す。軸部材 4 5 2 側の発光素子 4 3 1 と受光素子 4 4 2 との位置関係と、円筒部材 4 5 1 側の発光素子 4 3 2 と受光素子 4 4 1 との位置関係とが対称となっている。即ち角度 θ_1 と角度 θ_2 とが 180 度で等しい。このため、図 7 に示すように、軸部材 4 5 2 の回転角度に対する受光素子 4 4 1 の受光強度の変化と、軸部材 4 5 2 の回転角度に対する受光素子 4 4 2 の受光強度の変化が等しい。

[0050] 角度 θ_1 、 θ_2 を 180 度とすることで、発光素子 4 3 1 から受光素子 4 4 2 に伝わる光の強度が最も低くなり、発光素子 4 3 2 から受光素子 4 4 1 に伝わる光の強度が最も低くなる。また、受光素子 4 4 2 の受光感度は、発光素子 4 3 2 が発した光を受光する強度に対して、妨害光となる発光素子 4 3 1 が発した光を受光する強度の比と相関がある。同様に、受光素子 4 4 1 の受光感度は、発光素子 4 3 1 が発した光を受光する強度に対して、妨害光となる発光素子 4 3 2 が発した光を受光する強度の比と相関がある。よって、角度 θ_1 、 θ_2 を 180 度とすることで、各受光素子 4 4 1、4 4 2 の受光感度が最も高くなる。

[0051] 図 8 は、発光素子 4 3 2 の発光強度を一定とした場合において、軸部材 4 5 2 の回転角度に対する受光素子 4 4 2 の受光強度の測定結果を示すグラフである。図 8 において、横軸が軸部材 4 5 2 の回転角度、縦軸が受光素子 4 4 2 の相対受光強度である。発光素子 4 3 1 と受光素子 4 4 1 とが対向して最も近接する 0 度のときに対し、最も遠くなる 180 度では受光強度が 20 [dB] 低下している。角度 θ_1 、 θ_2 が共に 180 度であるので、受光素

子 4 4 2 においても受光素子 4 4 1 と同じ受光強度となる。

[0052] 第 1 実施形態では、図 3 に示すように、送信部 4 1 1 は、送信回路 5 0 1 と、パイロット信号重畳回路 5 0 2 と、を有して構成される。送信部 4 1 2 は、送信回路 5 1 1 と、増幅量調整回路 5 1 2 と、を有して構成される。受信部 4 2 1 は、受信回路 5 2 1 と、パイロット信号検出回路 5 2 2 と、増幅量調整回路 5 2 3 と、を有して構成される。受信部 4 2 2 は、受信回路 5 3 1 で構成される。

[0053] まず、下り通信について説明する。送信回路 5 0 1 は、信号制御装置 4 0 6 から送信対象であるローレベル又はハイレベルの第 1 のデジタル信号（シングルエンド信号）である電気信号の入力を受ける。

[0054] パイロット信号重畳回路 5 0 2 は、入力を受けた電気信号とは異なる周波数帯域のパイロット信号（例えば所定周波数の正弦波）を生成する。このパイロット信号の振幅は一定とする。送信回路 5 0 1 は、デジタル信号にパイロット信号を重畳させた電気信号を生成する。

[0055] 図 9 A は、送信回路 5 0 1 が信号制御装置 4 0 6 から入力を受けたデジタル信号を示す波形図である。図 9 B は、パイロット信号重畳回路 5 0 2 が生成したパイロット信号を示す波形図である。図 9 C は、デジタル信号にパイロット信号を重畳させて生成した電気信号を示す波形図である。

[0056] 図 9 A に示すように、送信回路 5 0 1 が入力する信号は、第 1 のデジタル信号であるデジタル信号 S 1 であり、ハイレベルの電圧が例えば 0.4 [V]、ローレベルの電圧が例えば 0 である。パイロット信号重畳回路 5 0 2 は、図 9 B に示すように、デジタル信号 S 1 のハイレベルの電圧よりも低い電圧の振幅、例えば 0.05 [V] の振幅のパイロット信号 S P を生成する。

[0057] 図 9 C に示すように、送信回路 5 0 1 は、デジタル信号 S 1 にパイロット信号 S P を重畳させた電気信号 S T 1 を生成して発光素子 4 3 1 に出力（印加）する。ここで、第 1 実施形態では、デジタル信号 S 1 がローレベルの状態であっても発光素子 4 3 1 を発光させるために、バイアスした電気信号 S T 1 を発光素子 4 3 1 に出力（印加）する。例えば、1.1 [V] バイアス

する。ハイレベルとローレベルとの中間電圧は、1.3 [V] である。なお、送信回路501がデジタル信号S1をバイアスするものとしたが、信号制御装置406が行ってもよい。

[0058] 発光素子431は、送信部411にて生成された電気信号ST1に応じた強度の光信号（無線信号）を受光素子441に送信する。つまり、発光素子431は、送信部411にて生成された電気信号ST1の強度（電圧）に応じた強度で発光する。発光素子431から出射された光は、軸部材452と円筒部材451との間の空間を伝搬し、受光素子441に到達する。受光素子441は、発光素子から送信された光信号（無線信号）を受光（受信）する。

[0059] 受信回路521は、受光素子441にて受光（受信）された光（無線信号）の強度に応じた電気信号を生成する。この電気信号には、デジタル信号成分と、パイロット信号成分とが含まれている。そして、パイロット信号成分は、デジタル信号成分と同様、軸部材452の回転角度に応じて減衰する。

[0060] パイロット信号検出回路522は、フィルター回路で構成され、受信回路521から出力された電気信号からパイロット信号成分を検出し、その検出結果であるパイロット信号成分の強度を増幅量調整回路523へ出力する。第1実施形態では、電気信号（パイロット信号成分も含む）の強度とは、電圧のことである。

[0061] 増幅量調整回路523は、パイロット信号成分の強度と、予め定めた基準強度（基準電圧）とを比較し、基準強度に対するパイロット信号成分の強度の減衰量に応じて、受信回路521が入力を受けた電気信号の強度を増幅する。具体的には、増幅量調整回路523は、減衰量を相殺するように、減衰量が多いほど大きい増幅量で電気信号の強度を増幅する。このように、パイロット信号成分の減衰量の分だけ受信回路521で得られた電気信号の受信強度を増幅する。これにより、軸部材452の回転角度に応じて光強度の減衰量が変化しても、受信部421の受信回路521からはハイレベルとローレベルが安定した電気信号が出力される。増幅された電気信号は、信号制

御装置 405 に出力され、信号制御装置 405 にて論理判別が行われる。これにより、信号制御装置 405 にて判別されるデータ（論理 0, 1）に誤りが生じるのを防止することができる。なお、信号制御装置 405 の論理判別に支障がなければ、受信部 421 から出力される電気信号にパイロット信号成分が重畳されていてもよい。よって、第 1 実施形態では、パイロット信号成分を分離する分離回路を受信回路 521 の後段に配置する必要がない。

[0062] 次に、上り通信について説明する。送信回路 511 は、信号制御装置 405 から送信対象であるローレベル又はハイレベルの第 2 のデジタル信号（シングルエンド信号）である電気信号の入力を受ける。

[0063] 第 1 実施形態では、パイロット信号検出回路 522 は、パイロット信号成分の強度を送信部 412 の増幅量調整回路 512 へ出力する。増幅量調整回路 512 は、パイロット信号成分の強度と予め定めた基準強度と比較し、基準強度に対するパイロット信号成分の強度の減衰量に応じて、送信回路 511 が入力したデジタル信号の強度を増幅する。具体的には、増幅量調整回路 512 は、減衰量を相殺するように、減衰量が大きいほど大きい増幅量で電気信号の強度を増幅する。

[0064] つまり、角度 θ_1 , θ_2 が共に 180 度であるため、発光素子 432 から送信され受光素子 442 にて受信される光は、発光素子 431 から送信され受光素子 441 にて受信される光と同様の減衰傾向にある。よって、ある瞬間において、下り通信における光信号の減衰量と上り通信における光信号の減衰量は等しい。したがって、第 1 実施形態では、下り通信において受信部 421 で電気信号を増幅したのと同様に、上り通信において送信部 412 で電気信号を増幅する。このように増幅により生成された電気信号は、発光素子 432 へ出力（印加）される。

[0065] 発光素子 432 は、送信部 412 にて生成された電気信号に応じた強度の光信号（無線信号）を受光素子 442 に送信する。つまり、発光素子 432 は、送信部 412 にて生成された電気信号の強度（電圧）に応じた強度で発光する。発光素子 432 から出射された光は、軸部材 452 と円筒部材 45

1 との間の空間を伝搬し、受光素子 4 4 2 に到達する。受光素子 4 4 2 は、発光素子から送信された光信号（無線信号）を受光（受信）する。

[0066] 受信回路 5 3 1 は、受光素子 4 4 2 にて受光（受信）された光（無線信号）の強度に応じた電気信号を生成する。

[0067] 受光素子 4 4 2 で受光した光信号は、空間を伝搬した際の減衰を受けているが、送信部 4 1 2 で増幅をしているため、その減衰が相殺されている。したがって、軸部材 4 5 2 の回転に伴う光の減衰の影響を受けずに受光素子 4 4 2 にて安定した強度の光信号が受信される。これにより、軸部材 4 5 2 の回転角度に応じて光強度の減衰量が変化しても、受信部 4 2 2 の受信回路 5 3 1 からはハイレベルとローレベルが安定した電気信号が信号制御装置 4 0 6 に出力される。これにより、信号制御装置 4 0 6 にて判別されるデータ（論理 0, 1）に誤りが生じるのを防止することができる。

[0068] 以上、第 1 実施形態によれば、軸部材 4 5 2 の回転により光信号が減衰を受けても、安定した双方向通信が可能となる。また、第 1 実施形態によれば、上り通信では、下り通信におけるパイロット信号の検出結果を用いて信号を増幅しているため、下り通信と同様のパイロット信号重畳回路及びパイロット信号検出回路を必要としない。即ち、送信部 4 1 2 では、パイロット信号重畳回路を省略することができ、受信部 4 2 2 では、パイロット信号検出回路を省略することができる。このような簡単な構成で双方向通信においてデータが誤って判別されるのを防止することができる。

[0069] なお、第 1 実施形態では、下り通信においてパイロット信号の送受信を行う場合について説明したが、これに限定するものではなく、上り通信においてパイロット信号の送受信を行ってもよい。この場合は、下り通信を行う送信部 4 1 1 及び受信部 4 2 1 においてパイロット信号重畳回路及びパイロット信号検出回路を省略することができる。しかし、回転側にパイロット信号検出回路と 2 つの増幅量調整回路が必要となり、回転側の回路実装面積や回路の消費電力が大きくなる。一般にロボットアーム 2 0 1 の回転関節のような、回転側の方がサイズや電力に制約があるため、下り通信においてパイロ

ット信号の送受信を行う方が有効である。

[0070] また、例えば固定側の受光素子において、固定側の発光素子がローを送信した場合の受光強度が、回転側の発光素子がハイを送信した場合の受光強度を上回るような場合は、固定側の受光素子におけるロー／ハイ判別がしにくくなる場合がある。固定側の発光素子と固定側の受光素子を180度の位置に配置したことにより、固定側の発光素子の光を固定側の受光素子で受光しやすいため、上記の問題が起こりやすいが、回転側の受光素子は回転側の発光素子の光を受けにくい。よって、上記の問題を回避するためには、回転側の発光素子431にパイロット信号を重畳させるようにし、固定側の発光素子432がローのときは、固定側の発光素子432を光らないようにすればよい。以上のことから、第1実施形態の構成が有効である。

[0071] また、発光素子と受光素子との位置関係を角度 θ_1 、 θ_2 で表現し、それぞれの角度 θ_1 、 θ_2 を180度とした場合について説明したが、角度 θ_1 、 θ_2 は、受光強度の変化が0～-6 [dB] の範囲内で180度に対して誤差があってもよい。例えば受光素子441、442の受光面の1辺が5 [mm]、軸部材452と円筒部材451の間の径方向の間隔が20 [mm] の場合、角度 θ_1 、 θ_2 は、減衰量が-6 [dB] 未満となる173度～187度の範囲であればよい。なお、角度 θ_1 、 θ_2 のずれ量が分かていれば、その分だけ増幅量を調整してもよい。

[0072] [第2実施形態]

次に、第2実施形態に係る双方向通信装置について説明する。図10Aは、第2実施形態における発光素子及び受光素子の配置関係を示す説明図である。なお、第2実施形態において、第1実施形態と同様の構成については説明を省略する。第2実施形態の双方向通信装置では、発光素子431と受光素子442との配置関係、及び発光素子432と受光素子442との配置関係が第1実施形態と異なる。

[0073] 具体的には、第1実施形態では、角度 θ_1 、 θ_2 が共に180度の場合について説明したが、第2実施形態では、角度 θ_1 、 θ_2 が共に90度である

。そして、第2実施形態では、回転シャフト251の回転方向の二方向について、即ち円周方向R0の二方向R1, R2について、発光素子431から受光素子442へ向かう方向R2と、発光素子432から受光素子441へ向かう方向R1とが反対である。

[0074] 図10Bは、発光素子と受光素子とが対向している状態を示す説明図である。第1実施形態と同様、発光素子431と受光素子441が対向しているとき、発光素子432と受光素子442も対向している。したがって、発光素子431と受光素子441、発光素子432と受光素子442が最も近接しており、光路 P_U , P_D が最も短い。よって、第1実施形態と同様、上り通信、下り通信の双方とも光の減衰量が最も小さく、受光素子441, 442にて受光される受光強度が最も高い。

[0075] この状態から軸部材452が180度回転したとき、発光素子431と受光素子441、発光素子432と受光素子442が、それぞれ反対側を向くことになる。したがって、第1実施形態と同様、上り通信、下り通信の双方とも光の減衰量が最も大きく、受光素子441, 442にて受光される受光強度が最も低い。

[0076] 第1実施形態と同様、軸部材452の回転角度に対する受光素子441の受光強度の変化と、軸部材452の回転角度に対する受光素子442の受光強度の変化が等しく、図7に示すようになる。したがって、各送信部411, 412及び各受信部421, 422は、第1実施形態と同様の構成である(図3参照)。その際、受信部421は、パイロット信号成分の減衰量が大きいほど大きい増幅量で受信した電気信号の強度を増幅すればよく、送信部412は、パイロット信号成分の減衰量が大きいほど大きい増幅量で送信する電気信号の強度を増幅すればよい。以上、第2実施形態においても、第1実施形態と同様、軸部材452の回転角度によらず双方向通信を安定して行うことができる。

[0077] なお、発光素子と受光素子との位置関係を角度 θ_1 , θ_2 で表現し、それぞれの角度 θ_1 , θ_2 を90度とした場合について説明したが、角度 θ_1 ,

$\theta 2$ は、受光強度の変化が $0 \sim -6$ [dB] の範囲内で 90 度に対して誤差があってもよい。

[0078] また、角度 $\theta 1$, $\theta 2$ は、 90 度に限定するものではなく、 0 度よりも大きく 180 度よりも小さい角度であっても、同じ角度であれば同様の作用効果を奏する。

[0079] [第3実施形態]

次に、第3実施形態に係る双方向通信装置について説明する。図11は、第3実施形態における発光素子及び受光素子の配置関係を示す説明図である。なお、第3実施形態において、第1, 第2実施形態と同様の構成については説明を省略する。第3実施形態の双方向通信装置では、発光素子431と受光素子442との配置関係、及び発光素子432と受光素子442との配置関係が第1, 第2実施形態と異なる。更に第3実施形態では、第2の送信部の機能が第1, 第2実施形態と異なる。

[0080] 即ち、第1実施形態では、角度 $\theta 1$, $\theta 2$ が共に 180 度の場合について説明したが、第3実施形態では、角度 $\theta 1$, $\theta 2$ が共に 90 度である。そして、第3実施形態では、回転シャフト251の回転方向の二方向について、即ち円周方向R0の二方向R1, R2について、発光素子431から受光素子442へ向かう方向R1と、発光素子432から受光素子441へ向かう方向R1とが同一である。

[0081] 図12Aは、発光素子と受光素子との2つペアのうち、一方のペアが対向している状態を示す説明図である。図12Bは、発光素子と受光素子との2つペアのうち、他方のペアが対向している状態を示す説明図である。即ち、図12Bには、図12Aの状態に対して軸部材452を 180 度回転させた状態を図示している。

[0082] 図12Aに示すように、発光素子432と受光素子442とが対向しているとき、発光素子431と受光素子441とは向きが反対となっている。この場合、発光素子432と受光素子442とが最も近接しており、光路 P_0 は最も短くなるが、光路 P_D は最も長くなる。したがって、上り通信における光

の減衰量は最も小さいが、下り通信における光の減衰量は最も大きい。そのため、受光素子 4 4 2 にて受光される受光強度は最も高いが、受光素子 4 4 1 にて受光される受光強度は最も低い。

[0083] 一方、図 1 2 B に示すように、発光素子 4 3 1 と受光素子 4 4 1 とが対向しているとき、発光素子 4 3 2 と受光素子 4 4 2 とは向きが反対となっている。この場合、発光素子 4 3 1 と受光素子 4 4 1 とが最も近接しており、光路 P_D は最も短くなるが、光路 P_U は最も長くなる。したがって、下り通信における光の減衰量は最も小さいが、上り通信における光の減衰量は最も大きい。そのため、受光素子 4 4 1 にて受光される受光強度は最も高いが、受光素子 4 4 2 にて受光される受光強度は最も低い。

[0084] 図 1 3 は、第 3 実施形態における軸部材 4 5 2 の回転角度に対する各受光素子 4 4 1, 4 4 2 の受光強度の相対値を示すグラフである。図 1 3 において、受光素子 4 4 2 (上り通信) の受光強度を実線で示し、受光素子 4 4 1 (下り通信) の受光強度を破線で示す。軸部材 4 5 2 側の発光素子 4 3 1 と受光素子 4 4 2 との位置関係と、円筒部材 4 5 1 側の発光素子 4 3 2 と受光素子 4 4 1 との位置関係とが対称となっている。即ち角度 θ_1 と角度 θ_2 とが 90 度で等しい。しかし、発光素子 4 3 1 から受光素子 4 4 2 へ向かう方向 R_1 と、発光素子 4 3 2 から受光素子 4 4 1 へ向かう方向 R_1 とが同一である。このため、図 1 3 に示すように、軸部材 4 5 2 の回転角度に対する受光素子 4 4 1 の受光強度の変化 (破線) と、軸部材 4 5 2 の回転角度に対する受光素子 4 4 2 の受光強度の変化 (実線) との関係が逆、即ち破線と実線とが逆位相となっている。

[0085] 図 1 4 は、第 3 実施形態に係る双方向通信装置を示すブロック図である。双方向通信装置 4 0 0 A は、固定側であるリンク 2 1 0 (図 1) に設けられた信号伝送装置 4 0 1 A と、回転側であるリンク 2 1 1 (図 1) に設けられた信号伝送装置 4 0 2 とを有する。信号伝送装置 4 0 2 については第 1 実施形態で説明した図 3 と同様の構成である。

[0086] 信号伝送装置 4 0 1 A は、上述した発光素子 4 3 2 及び受光素子 4 4 1 と

、第2の送信部である送信部412Aと、第1実施形態と同様の受信部421及び信号制御装置405と、を有する。送信部412Aは、送信回路511と、増幅量調整回路512と、反転回路513とを有する。即ち、第3実施形態の送信部412Aは、第1実施形態で説明した送信部412の構成に反転回路513を追加したものである。

[0087] 反転回路513は、パイロット信号検出回路522で検出したパイロット信号成分の強度を反転して増幅量調整回路512へ出力するものである。具体的には、反転回路513は、第1実施形態で説明した基準強度からパイロット信号成分の強度を差し引いた反転強度を増幅量調整回路512へ出力する。よって、増幅量調整回路512は、反転強度と基準強度とを比較し、反転強度に応じて送信回路511が入力したデジタル信号の強度を増幅する。このように、増幅量調整回路512は、基準強度に対するパイロット信号成分の強度の減衰量に応じて、増幅量調整回路523とは反転した増幅量で、デジタル信号の強度を増幅する。具体的には、増幅量調整回路512は、反転強度が大きいほど大きい増幅量で電気信号の強度を増幅する。換言すると、増幅量調整回路512は、パイロット信号成分の強度の減衰量が小さいほど大きい増幅量で送信回路511が信号制御装置405から入力を受けた電気信号の強度を増幅する。

[0088] このように、回転角度に対する受光強度の変化が上り通信、下り通信で反転していても、角度 θ_1 、 θ_2 が等しければ、第1実施形態と同様に、増幅補正が可能となる。

[0089] 受光素子442では、下り通信の強度と反転した強度の光を受光することとなる。受光素子442で受光した光信号は、空間を伝搬した際の減衰を受けているが、送信部412Aでは下り通信に対して反転した増幅量で増幅されるため、その減衰が相殺されている。したがって、軸部材452の回転に伴う光の減衰の影響を受けずに受光素子442にて安定した強度の光信号が受信される。これにより、軸部材452の回転角度に応じて光強度の減衰量が変わっても、受信部422の受信回路531からはハイレベルとローレベ

ルが安定した電気信号が信号制御装置406に出力される。これにより、信号制御装置406にて判別されるデータ（論理0，1）に誤りが生じるのを防止することができる。

[0090] 以上、第3実施形態によれば、軸部材452の回転により光信号が減衰を受けても、安定した双方向通信が可能となる。また、第3実施形態によれば、上り通信では、下り通信におけるパイロット信号の検出結果を用いて信号を増幅しているため、下り通信と同様のパイロット信号重畳回路及びパイロット信号検出回路を必要としない。即ち、送信部412Aでは、パイロット信号重畳回路を省略することができ、受信部422では、パイロット信号検出回路を省略することができる。このような簡単な構成で双方向通信においてデータが誤って判別されるのを防止することができる。

[0091] なお、第3実施形態では、下り通信においてパイロット信号の送受信を行う場合について説明したが、これに限定するものではなく、上り通信においてパイロット信号の送受信を行ってもよい。

[0092] また、発光素子と受光素子との位置関係を角度 $\theta 1$ ， $\theta 2$ で表現し、それぞれの角度 $\theta 1$ ， $\theta 2$ を90度とした場合について説明したが、角度 $\theta 1$ ， $\theta 2$ は、受光強度の変化が0～-6[dB]の範囲内で90度に対して誤差があってもよい。

[0093] また、角度 $\theta 1$ ， $\theta 2$ は、90度に限定するものではなく、0度よりも大きく180度よりも小さい角度であっても、同じ角度であれば同様の作用効果を奏する。

[0094] 本発明は、以上説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で多くの変形が可能である。また、実施形態に記載された効果は、本発明から生じる最も好適な効果を列挙したに過ぎず、本発明による効果は、実施形態に記載されたものに限定されない。

[0095] 上述の実施形態では、光通信を行う場合について説明したが、これに限定するものではない。光通信を行うのが好適であるが、電波による通信や、電界又は磁界による通信を行う場合であってもよい。例えば、送信素子及び受

信素子がアンテナ等の共振部で構成され、送信部が変調回路、受信部が復調回路を有して構成されていてもよい。

[0096] また、上述の実施形態では、双方向通信装置がロボットアームの回転関節に搭載されている場合について説明したが、これに限定するものではなく、ロボットハンド等のエンドエフェクタの回転部に双方向通信装置が搭載されていてもよい。また、回転関節に限らず、ロボットにおいて無線通信が必要となる部分に双方向通信装置を搭載してもよい。更に、双方向通信装置は、ロボット装置に限らず、バス通信において無線通信を行う必要がある機器全般に搭載することが可能である。

[0097] この出願は2016年6月9日に提出された日本国特許出願第2016-115662からの優先権を主張するものであり、その内容を引用してこの出願の一部とするものである。

符号の説明

[0098] 100…ロボット装置（機器）、201…ロボットアーム、400…双方向通信装置、411…送信部（第1の送信部）、412…送信部（第2の送信部）、421…受信部（第1の受信部）、422…受信部（第2の受信部）、431…発光素子（第1の送信素子）、432…発光素子（第2の送信素子）、441…受光素子（第1の受信素子）、442…受光素子（第2の受信素子）

請求の範囲

- [請求項1] 第1の部材に設けられた第1の送信部と、第2の部材に設けられ、前記第1の送信部との相対距離が変化する第1の受信部と、を有する無線通信装置であって、
- 前記第1の送信部は、送信対象である第1のデジタル信号にパイロット信号を重畳させた第1の電気信号を生成して、前記第1の電気信号に応じた強度の第1の無線信号を送信し、
- 前記第1の受信部は、受信した前記第1の無線信号の強度に応じた第2の電気信号を生成して、前記第2の電気信号からパイロット信号成分を検出し、
- 前記パイロット信号成分の減衰量に応じて前記第2の電気信号を増幅することを特徴とする無線通信装置。
- [請求項2] さらに前記第1の部材が第2の受信部、前記第2の部材が前記第2の受信部との相対距離が変化する第2の送信部、をそれぞれ備えており、
- 前記第2の送信部は、前記減衰量に応じて、送信対象である第2のデジタル信号を増幅させた第3の電気信号を生成して、前記第3の電気信号に応じた強度の第2の無線信号を送信し、
- 前記第2の受信部は、受信した前記第2の無線信号の強度に応じた第4の電気信号を生成することを特徴とする請求項1に記載の無線通信装置。
- [請求項3] 前記第1の部材と前記第2の部材のいずれか一方の部材がシャフトに固定されており、他方の部材に対して相対的に回転する部材であることを特徴とする請求項2に記載の無線通信装置。
- [請求項4] 前記第1の送信部が第1の送信素子を有し、前記第1の受信部が第1の受信素子を有しており、
- 前記第1の送信素子と前記第1の受信素子とは、前記シャフトの回転軸の延びる方向において同じ面内に配置されていることを特徴とす

る請求項3に記載の無線通信装置。

[請求項5] 前記第2の送信部が第2の送信素子を有し、前記第2の受信部が第2の受信素子を有しており、

前記第2の送信素子と前記第2の受信素子とは、前記シャフトの回転軸の延びる方向において、前記第1の送信素子および前記第1の受信素子と同じ面内に配置されていることを特徴とする請求項4に記載の無線通信装置。

[請求項6] 前記第1の送信素子、前記第2の送信素子、前記第1の受信素子及び前記第2の受信素子は、前記回転軸の延びる方向から見て、前記回転軸から前記第1の送信素子に延びる直線と前記回転軸から前記第2の受信素子に延びる直線との成す角の第1の角度と、前記回転軸から前記第2の送信素子に延びる直線と前記回転軸から前記第1の受信素子に延びる直線との成す角の第2の角度とが等しくなる位置に配置されていることを特徴とする請求項5に記載の無線通信装置。

[請求項7] 前記第1の角度及び前記第2の角度が180度であることを特徴とする請求項6に記載の無線通信装置。

[請求項8] 前記第2の送信部は、前記減衰量が大きいほど大きい増幅量で前記第2のデジタル信号の強度を増幅することを特徴とする請求項2乃至7のいずれか1項に記載の無線通信装置。

[請求項9] 前記シャフトの回転方向の二方向について、前記第1の送信素子から前記第2の受信素子へ向かう方向と、前記第2の送信素子から前記第1の受信素子へ向かう方向とが同一であり、

前記第2の送信部は、前記減衰量が小さいほど大きい増幅量で前記第2のデジタル信号の強度を増幅することを特徴とする請求項6に記載の無線通信装置。

[請求項10] 前記シャフトの回転方向の二方向について、前記第1の送信素子から前記第2の受信素子へ向かう方向と、前記第2の送信素子から前記第1の受信素子へ向かう方向とが反対であり、

前記第 2 の送信部は、前記減衰量が大きいほど大きい増幅量で前記第 2 のデジタル信号の強度を増幅することを特徴とする請求項 6 に記載の無線通信装置。

[請求項11] 前記第 1 の角度及び前記第 2 の角度が 90 度であることを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載の無線通信装置。

[請求項12] 前記第 1 の送信素子は、発光する発光素子であり、
前記第 1 の受信素子は、受光する受光素子であることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の無線通信装置。

[請求項13] 前記第 2 の送信素子は、発光する発光素子であり、
前記第 2 の受信素子は、受光する受光素子であることを特徴とする請求項 5、6、7、9、10 及び 11 のいずれか 1 項に記載の無線通信装置。

[請求項14] 前記第 1 の部材は、円筒部材であり、
前記第 2 の部材は、前記円筒部材の内側に前記円筒部材と同軸に配置された軸部材であることを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の無線通信装置。

[請求項15] 請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の無線通信装置と、
前記第 2 の部材を回転駆動する駆動装置と、を備えた機器。

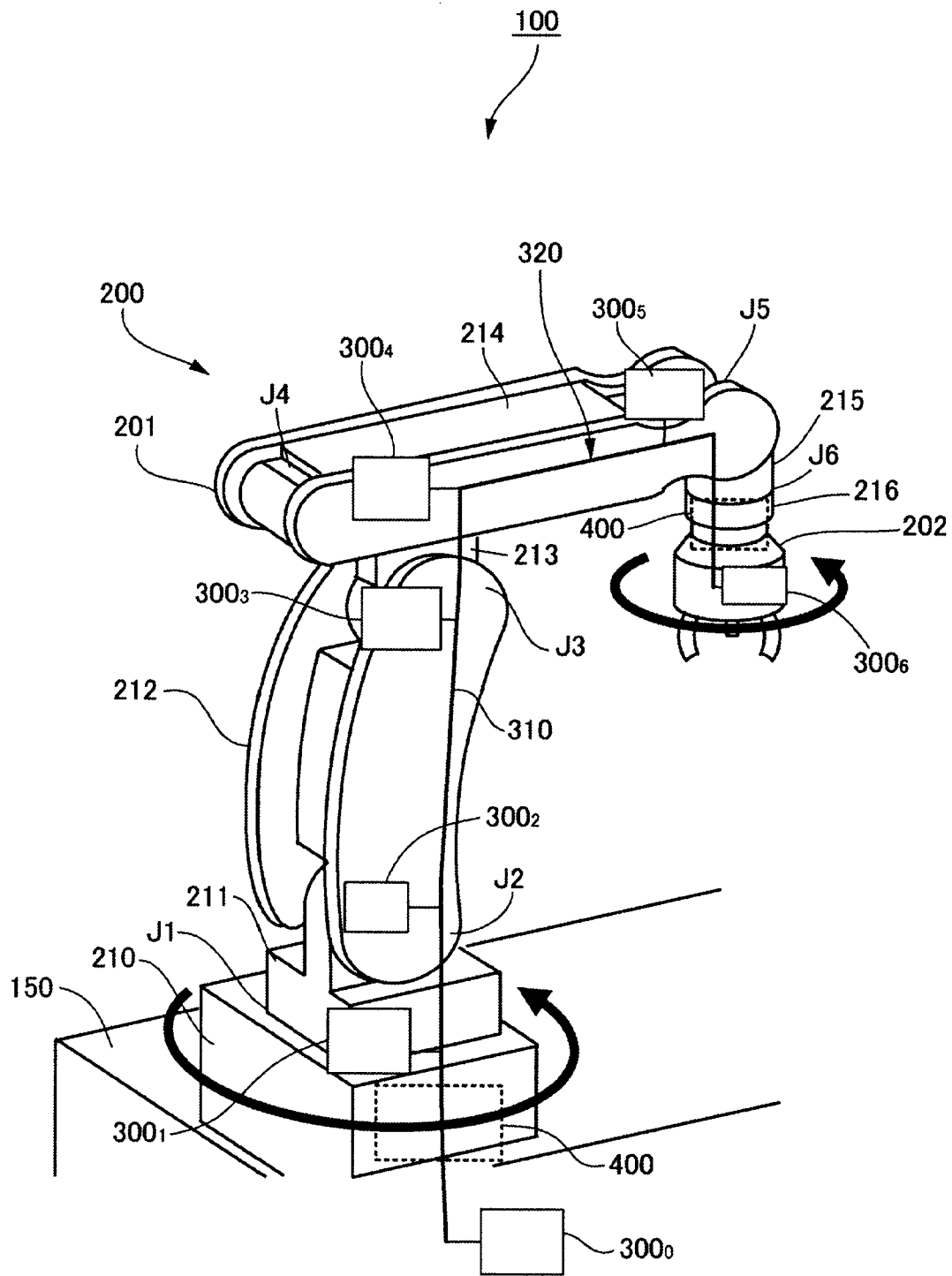
[請求項16] 前記機器が、複数の関節を有し、前記複数の関節うち先端の関節にてハンドが着脱可能なロボットアームを備え、

前記無線通信装置及び前記駆動装置は、前記複数の関節の少なくとも 1 つに搭載されていることを特徴とする請求項 15 に記載の機器。

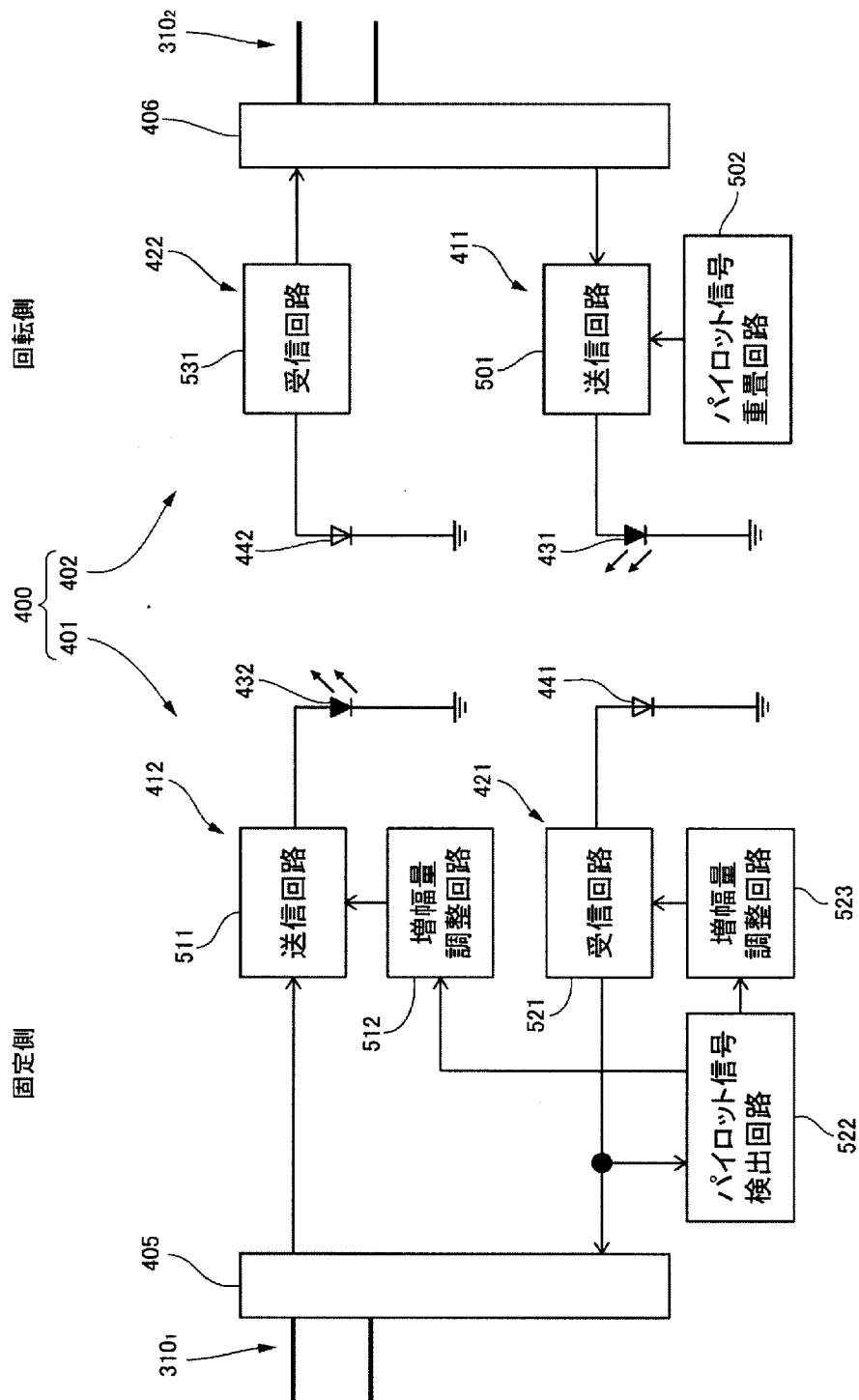
[請求項17] 前記機器が、ハンドと複数の関節を有するロボットアームとを備え、

前記無線通信装置は前記複数の関節の少なくとも 1 つに設置されていることを特徴とする請求項 15 に記載の機器。

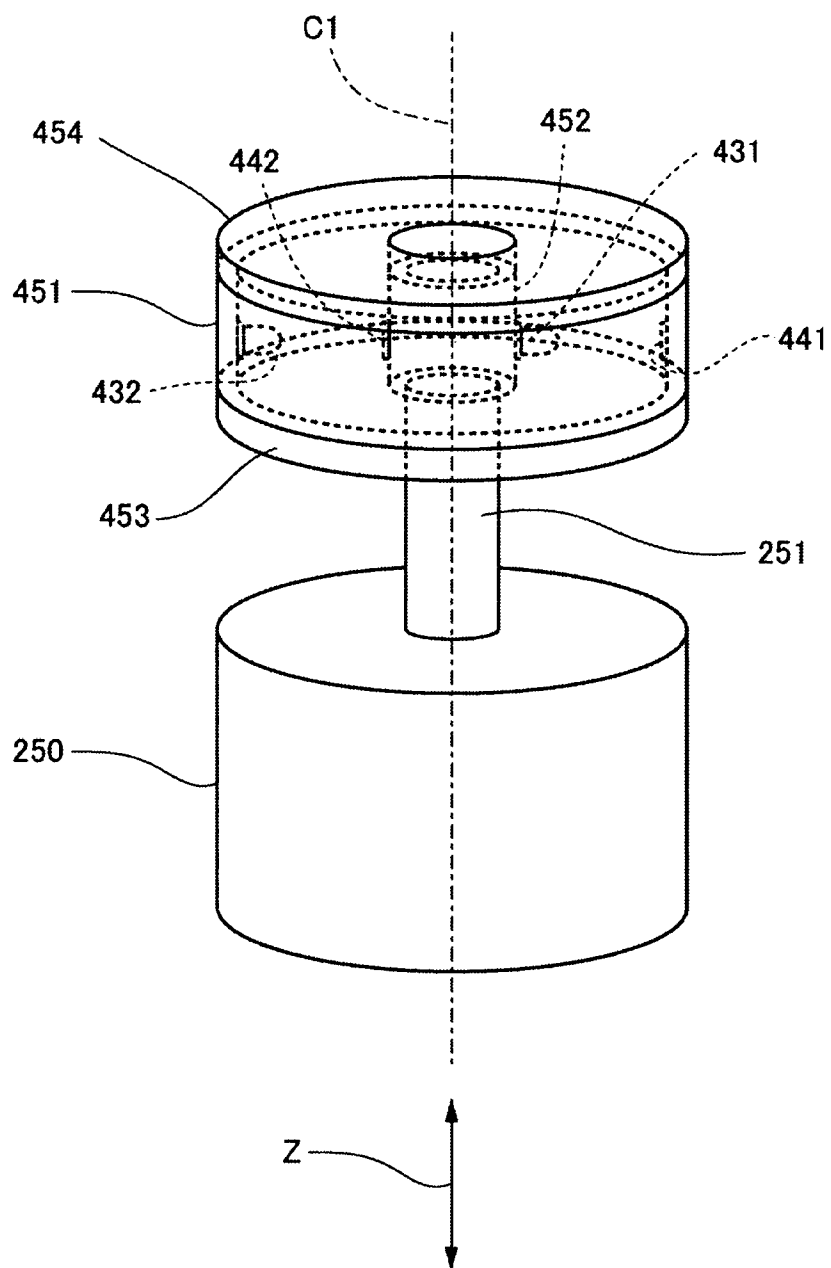
[図1]



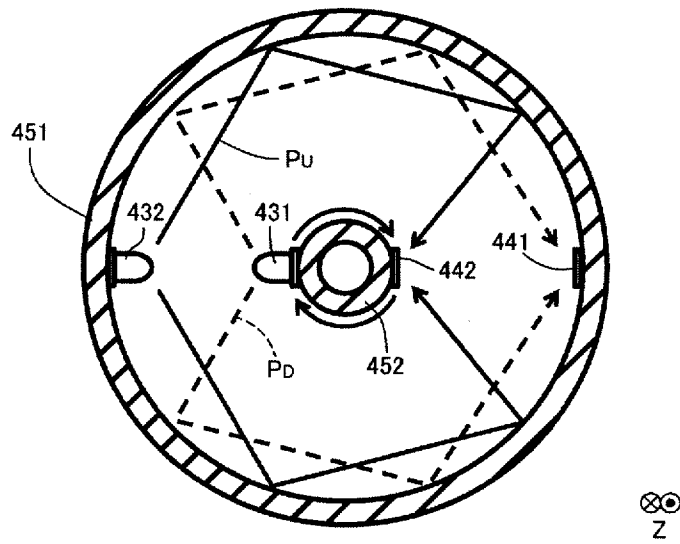
[図3]



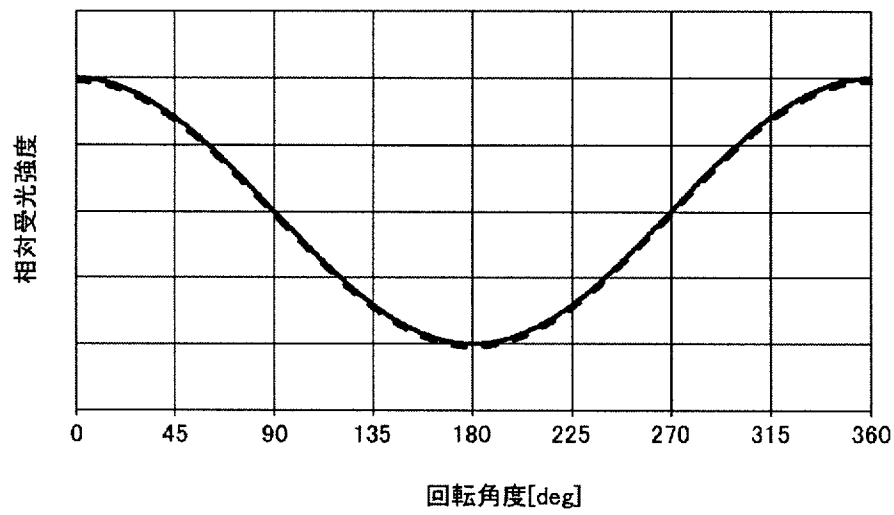
[図4]



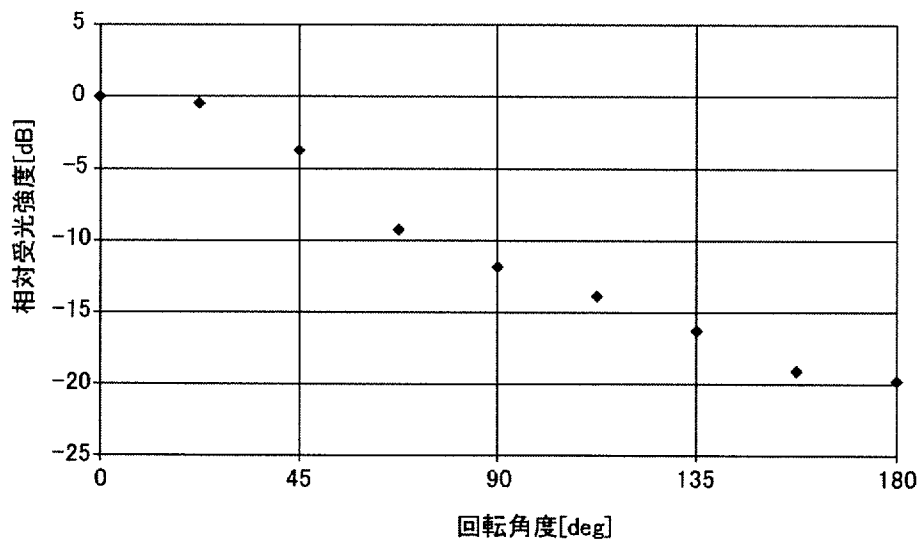
[図6B]



[図7]

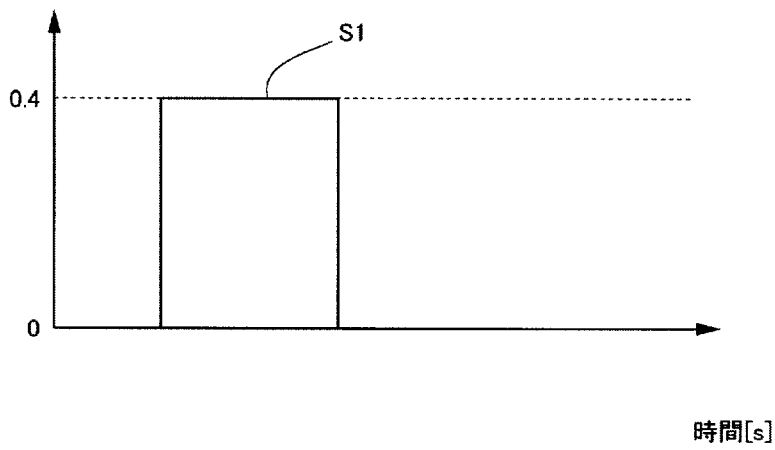


[図8]



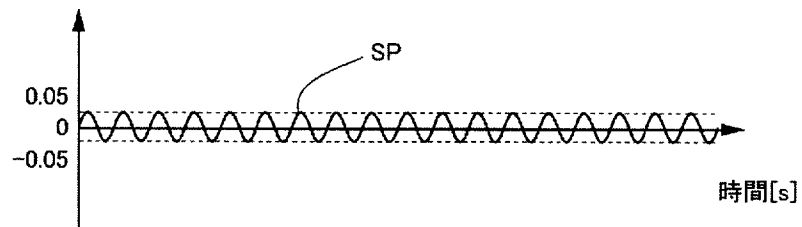
[図9A]

電圧[V]

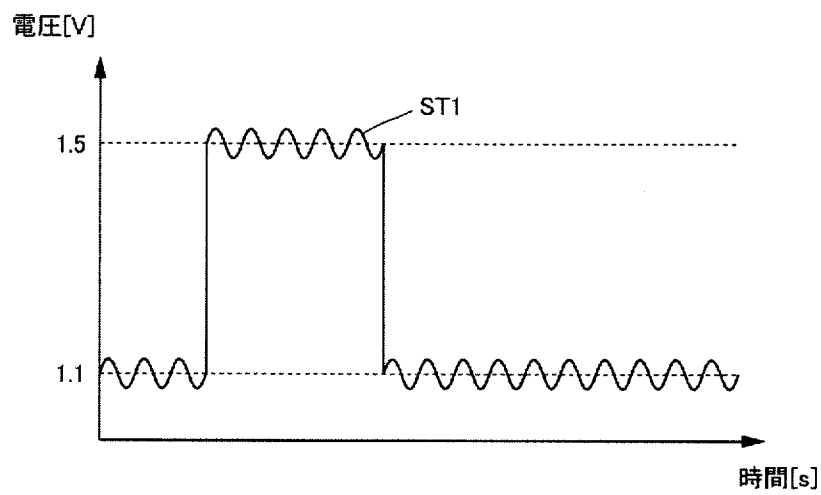


[図9B]

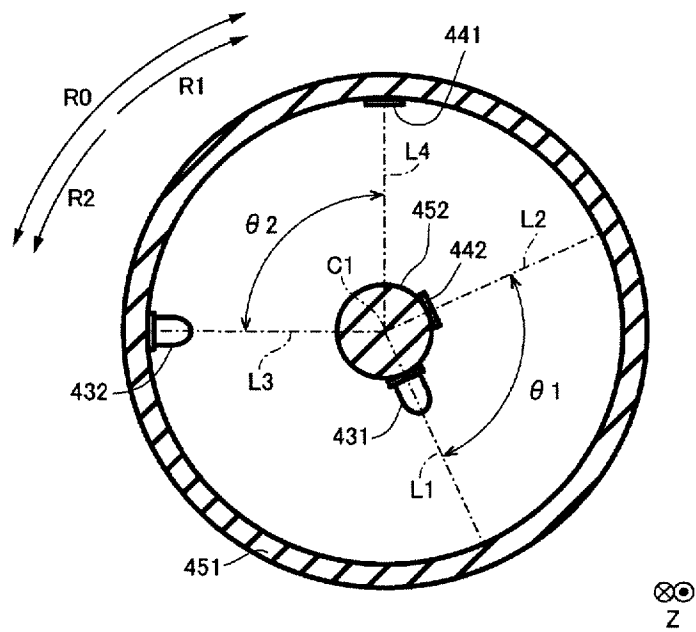
電圧[V]



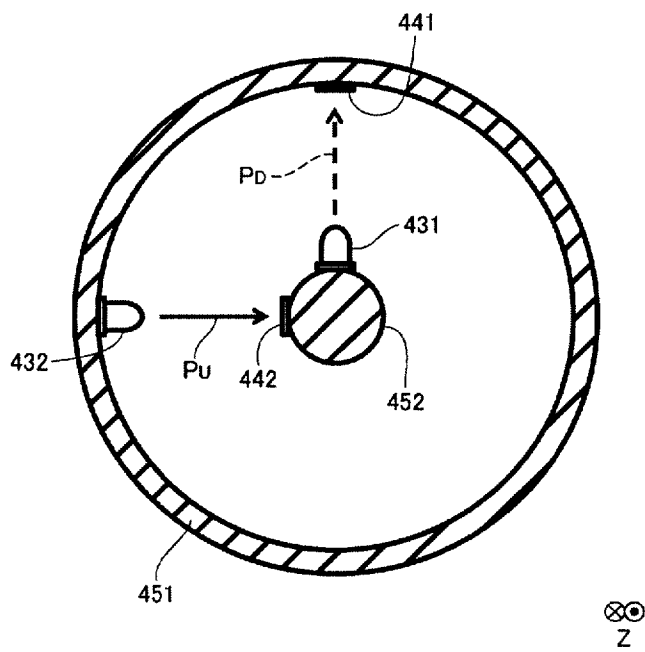
[図9C]



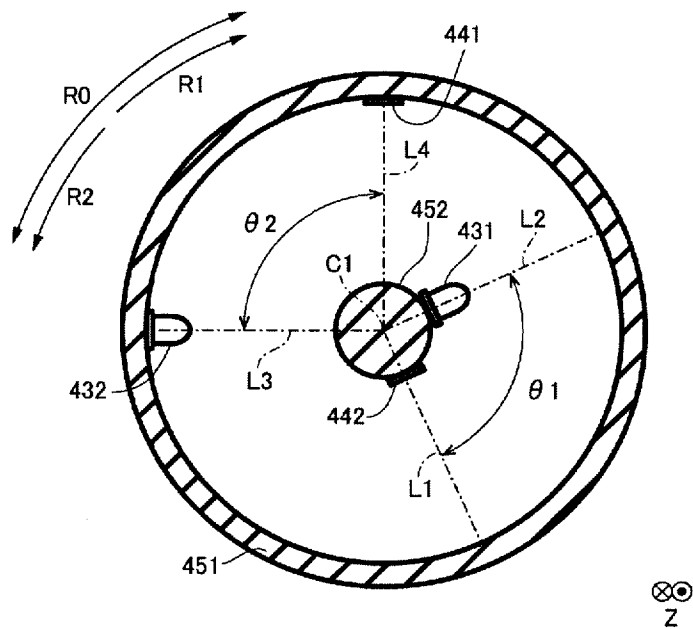
[図10A]



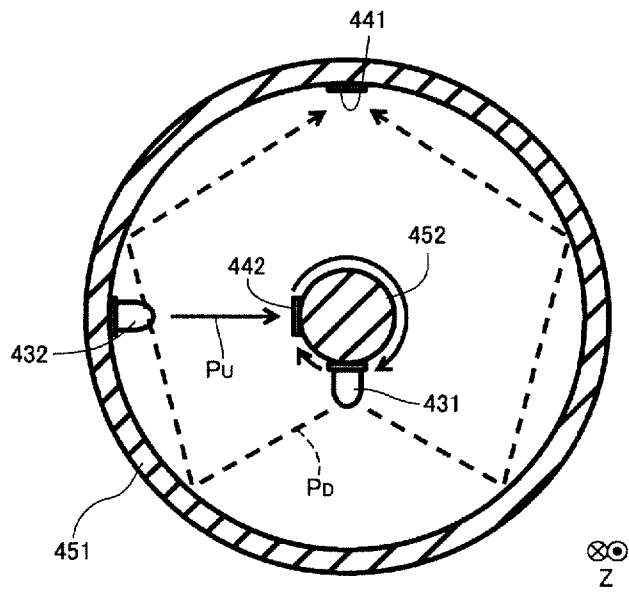
[図10B]



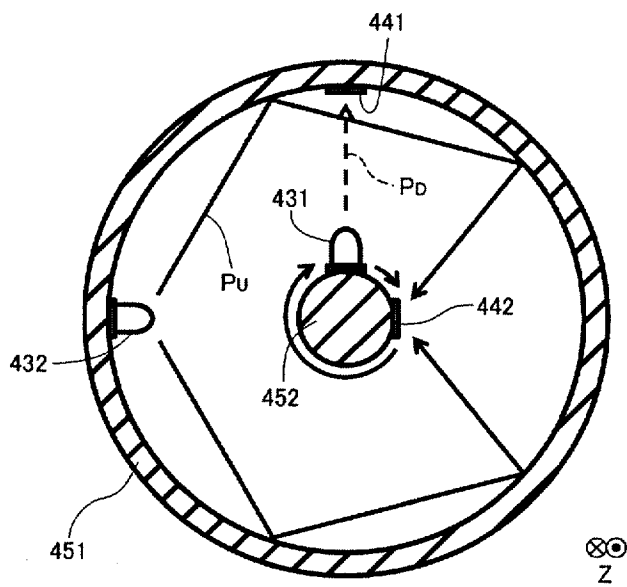
[図11]



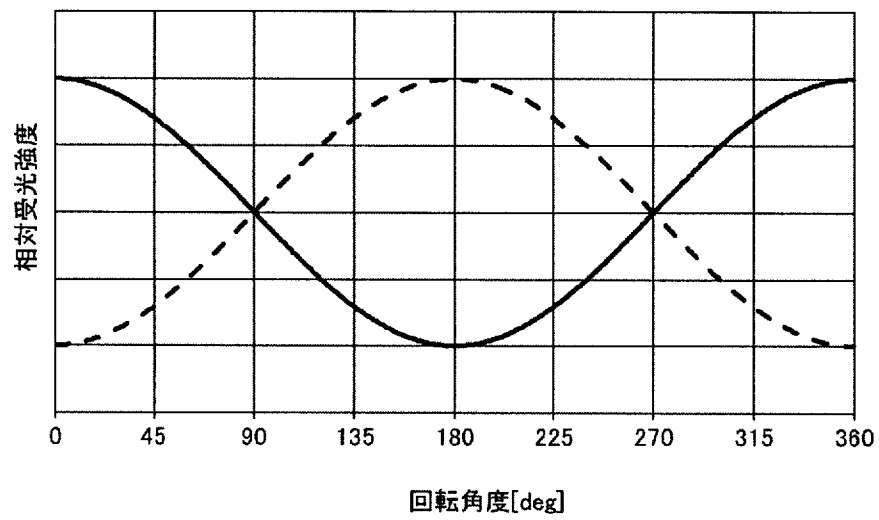
[図12A]



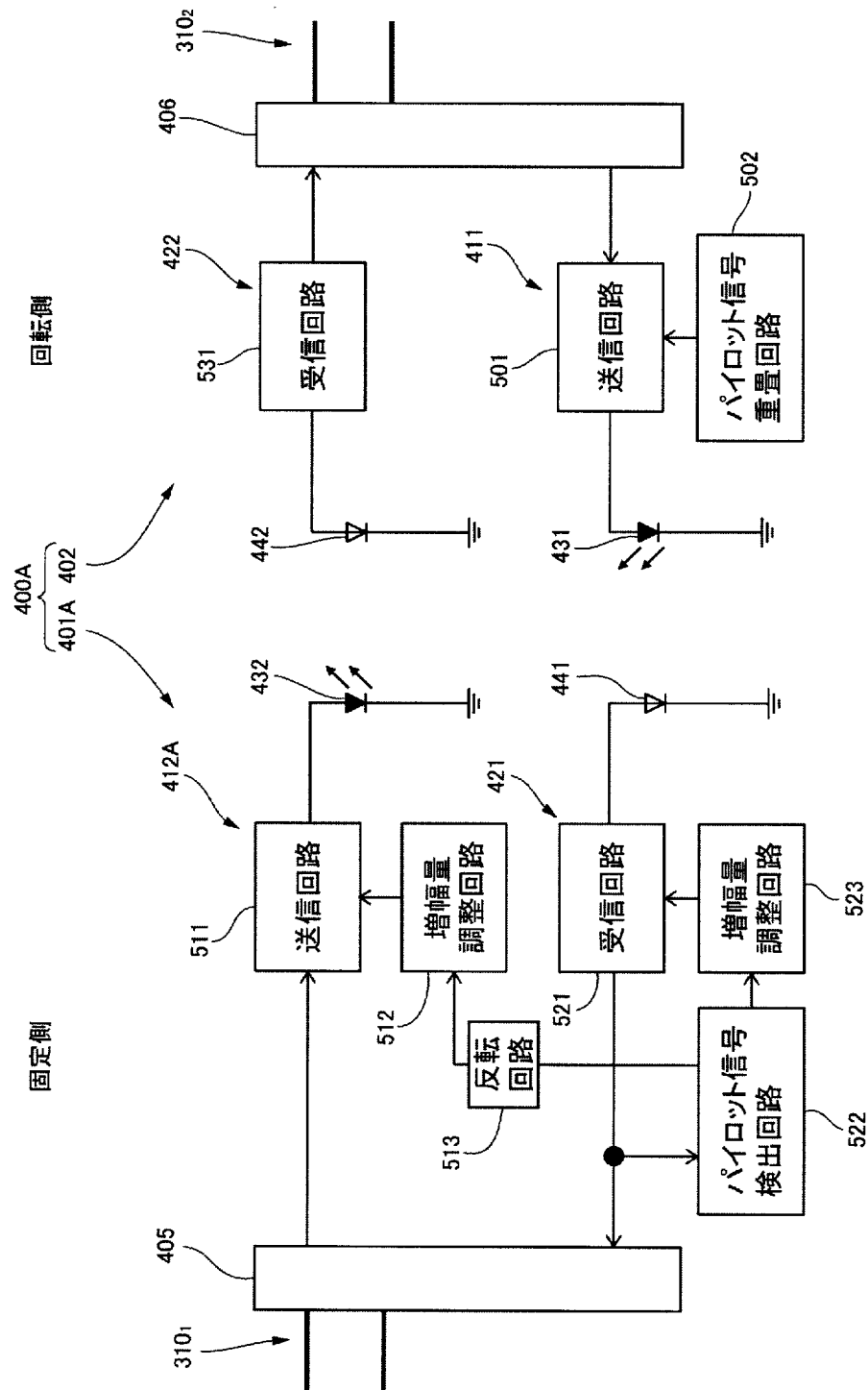
[図12B]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/019677

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B10/114(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)

H04B10/114

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y A	JP 2003-241003 A (Yazaki Corp.), 27 August 2003 (27.08.2003), paragraphs [0015] to [0040]; fig. 2, 5 to 8 (Family: none)	1, 12, 14-17 2-11, 13
Y A	JP 5-136740 A (Canon Inc.), 01 June 1993 (01.06.1993), paragraphs [0017] to [0032], [0039]; fig. 1, 3 & US 5610748 A column 4, line 20 to column 5, line 64; column 6, lines 29 to 55; fig. 4, 6	1, 12, 14-17 2-11, 13
Y	JP 2007-38360 A (Hitachi High-Tech Control Systems Corp.), 15 February 2007 (15.02.2007), paragraphs [0032], [0037]; fig. 2 to 3 (Family: none)	15-17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"T" 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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 July 2017 (27.07.17)

Date of mailing of the international search report
08 August 2017 (08.08.17)

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 REPORT

International application No.

PCT/JP2017/019677

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 2013-34043 A (Canon Inc.), 14 February 2013 (14.02.2013), paragraphs [0040], [0121] to [0123]; fig. 21 (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04B10/114(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. H04B10/114

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
Y	JP 2003-241003 A（矢崎総業株式会社） 2003.08.27, 段落[0015]-[0040], 図 2, 5-8	1, 12, 14-17
A	（ファミリーなし）	2-11, 13
Y	JP 5-136740 A（キヤノン株式会社） 1993.06.01, 段落[0017]-[0032], [0039], 図 1, 3	1, 12, 14-17
A	& US 5610748 A, 第 4 欄第 20 行-第 5 欄第 64 行, 第 6 欄第 29-55 行, 図 4, 6	2-11, 13

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

27.07.2017

国際調査報告の発送日

08.08.2017

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）

後澤 瑞征

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

5 K

4540

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
Y	JP 2007-38360 A (株式会社日立ハイテクコントロールシステムズ) 2007.02.15, 段落[0032], [0037], 図 2-3 (ファミリーなし)	15-17
A	JP 2013-34043 A (キヤノン株式会社) 2013.02.14, 段落[0040], [0121]-[0123], 図 21 (ファミリーなし)	1-17