

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4981053号
(P4981053)

(45) 発行日 平成24年7月18日 (2012. 7. 18)

(24) 登録日 平成24年4月27日 (2012. 4. 27)

(51) Int. Cl. F I
H O 4 B 10/22 (2006. 01) H O 4 B 9/00 R
H O 4 B 10/105 (2006. 01)
H O 4 B 10/10 (2006. 01)

請求項の数 24 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2008-530858 (P2008-530858)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成19年8月10日 (2007. 8. 10)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/065731		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02008/023583	(74) 代理人	110001276
(87) 国際公開日	平成20年2月28日 (2008. 2. 28)		特許業務法人 小笠原特許事務所
審査請求日	平成22年3月25日 (2010. 3. 25)	(74) 代理人	100142251
(31) 優先権主張番号	特願2006-224288 (P2006-224288)		弁理士 桑原 薫
(32) 優先日	平成18年8月21日 (2006. 8. 21)	(74) 代理人	100151541
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 高田 猛二
		(72) 発明者	新保 努武
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
			ソニック株式会社内
		(72) 発明者	笹井 裕之
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
			ソニック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イメージセンサを用いた光空間伝送装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信装置から受信装置に光信号を伝送する光空間伝送装置であって、
 前記送信装置は、1つの光信号を射出する光源を有する第1の発光部を備え、
 前記受信装置は、

複数の画素から成る画素領域を有し、前記光信号を前記画素領域で受信するX Yアドレス方式イメージセンサと、

前記複数の画素のうち前記光信号が照射される画素を画素グループに分類する分類情報を作成する分類部と、

前記分類情報に従って、前記X Yアドレス方式イメージセンサを制御して、前記画素グループに属する画素の信号を同時に読み出す制御部とを備えることを特徴とする、光空間伝送装置。

【請求項 2】

前記第1の発光部は、前記光信号の射出を開始する前に、前記光源を発光させることで、初期設定を行うための設定光信号を射出し、

前記X Yアドレス方式イメージセンサは、前記画素領域で前記設定光信号を受信し、

前記分類部は、前記複数の画素のうち前記設定光信号の受信レベルが所定の閾値以上である画素を抽出してグループとすることで、前記分類情報を作成することを特徴とする、請求項1に記載の光空間伝送装置。

【請求項 3】

10

20

前記制御部は、前記複数の画素のうち前記画素グループを除く画素の信号は、読み出さないことを特徴とする、請求項 1 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 4】

前記受信装置は、前記分類情報を記憶する記憶部を更に備え、

前記制御部は、前記記憶部に記憶された前記分類情報を読み出して前記 X Y アドレス方式イメージセンサを制御することを特徴とする、請求項 1 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 5】

前記受信装置は、前記送信装置に対して、データの伝送を要求する信号を送信する送信部を更に備え、

前記送信装置は、前記送信部から送信された前記データの伝送を要求する信号を受信する受信部を更に備えることを特徴とする、請求項 4 に記載の光空間伝送装置。

10

【請求項 6】

前記送信部は、前記送信装置に対して前記データの伝送を要求する光信号を射出する第 2 の発光部であり、

前記第 2 の発光部は、前記記憶部が前記分類情報の記憶を完了する所定のタイミングで、前記データの伝送を要求する光信号を射出することを特徴とする、請求項 5 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 7】

前記受信部は、前記第 2 の発光部から射出された前記データの伝送を要求する光信号を受信して電気信号に変換する受光部であり、

20

前記第 1 の発光部は、前記受光部から前記電気信号を入力されて、前記光信号の射出を開始することを特徴とする、請求項 6 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 8】

前記第 1 の発光部は、更に、光軸のずれを補正するためのパイロット光信号を射出するパイロット光源を備え、

前記 X Y アドレス方式イメージセンサは、更に、前記パイロット光信号を前記画素領域で受信し、

前記分類部は、更に、前記複数の画素のうち前記パイロット光信号が照射される画素の位置変化を検出し、

前記制御部は、更に、前記位置変化に従って前記光軸のずれを補正することを特徴とする、請求項 1 に記載の光空間伝送装置。

30

【請求項 9】

前記分類部は、更に、前記光信号が照射される画素の位置変化を検出し、

前記制御部は、更に、前記位置変化に従って光軸のずれを補正することを特徴とする、請求項 1 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 10】

前記受信装置は、

光軸のずれを補正するための補正用イメージセンサと、

前記光信号を分割し、前記補正用イメージセンサと前記 X Y アドレス方式イメージセンサとに照射させるビームスプリッタとを更に備え、

40

前記補正用イメージセンサは、前記光信号を複数の画素で成る画素領域で受信し、

前記分類部は、更に、前記補正用イメージセンサの前記光信号が照射される画素の位置変化を検出し、

前記制御部は、更に、前記位置変化に従って前記光軸のずれを補正することを特徴とする、請求項 1 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 11】

送信装置から受信装置に光信号を伝送する光空間伝送装置であって、

前記送信装置は、複数の光信号を射出する複数の光源を有する第 1 の発光部を備え、

前記受信装置は、

複数の画素から成る画素領域を有し、前記複数の光信号を前記画素領域で受信する X

50

Yアドレス方式イメージセンサと、

前記複数の画素のうち前記複数の光信号のそれぞれが照射される画素をそれぞれの画素グループにまとめて、前記複数の光信号に対応する複数の画素グループに分類する分類情報を作成する分類部と、

前記分類情報に従って、前記X Yアドレス方式イメージセンサを制御して、前記複数の画素グループに属する画素の信号を、画素グループ毎に同時に読み出す制御部とを備えることを特徴とする、光空間伝送装置。

【請求項12】

前記第1の発光部は、前記複数の光信号の射出を開始する前に、前記複数の光源を順番に発光させることで、初期設定を行うための複数の設定光信号を順番に射出し、

10

前記X Yアドレス方式イメージセンサは、前記画素領域で前記複数の設定光信号を順番に受信し、

前記分類部は、前記複数の設定光信号が順番に受信される毎に、前記複数の画素のうち受信レベルが所定の閾値以上である画素を抽出して1つのグループとすることで、前記分類情報を作成することを特徴とする、請求項11に記載の光空間伝送装置。

【請求項13】

前記第1の発光部は、更に、前記複数の設定光信号を順番に射出する前に、前記複数の光源の全てを同時に発光させて複数の画素限定用設定光信号を同時に射出し、

前記分類部は、前記複数の画素限定用設定光信号を受信した画素のみを対象として、前記分類情報を作成することを特徴とする、請求項12に記載の光空間伝送装置。

20

【請求項14】

前記第1の発光部は、前記複数の光信号の射出を開始する前に、前記複数の光源を互いに異なる光強度で同時に発光させることで、初期設定を行うための複数の設定光信号を同時に射出し、

前記X Yアドレス方式イメージセンサは、前記画素領域で前記複数の設定光信号を同時に受信し、

前記分類部は、前記複数の設定光信号を受信した画素を、受信レベルに応じてグループとすることで、前記分類情報を作成することを特徴とする、請求項11に記載の光空間伝送装置。

【請求項15】

30

前記第1の発光部は、前記複数の光信号の射出を開始する前に、前記複数の光源を分割して成る複数の光源群のそれぞれに含まれる光源を、互いに異なる光強度で前記光源群毎に同時に発光させることで、前記光源群毎に、初期設定を行うための複数の設定光信号を同時に射出し、

前記X Yアドレス方式イメージセンサは、前記画素領域で前記光源群毎の前記複数の設定光信号を同時に受信し、

前記分類部は、前記光源群毎の前記複数の設定光信号が受信される度に、前記複数の設定光信号を受信した画素を、受信レベルに応じてグループとすることで、前記分類情報を作成することを特徴とする、請求項11に記載の光空間伝送装置。

【請求項16】

40

前記第1の発光部は、更に、前記光源群毎の複数の設定光信号を同時に射出する前に、前記複数の光源の全てを同時に発光させて複数の画素限定用設定光信号を同時に射出し、

前記分類部は、前記複数の画素限定用設定光信号を受信した画素のみを対象として、前記分類情報を作成することを特徴とする、請求項15に記載の光空間伝送装置。

【請求項17】

前記制御部は、前記複数の画素のうち前記複数の画素グループを除く画素の信号は、読み出さないことを特徴とする、請求項11に記載の光空間伝送装置。

【請求項18】

前記受信装置は、前記分類情報を記憶する記憶部を更に備え、

前記制御部は、前記記憶部に記憶された前記分類情報を読み出して前記X Yアドレス方

50

式イメージセンサを制御することを特徴とする、請求項 11 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 19】

前記受信装置は、前記送信装置に対して、データの伝送を要求する信号を送信する送信部を更に備え、

前記送信装置は、前記送信部から送信された前記データの伝送を要求する信号を受信する受信部を更に備えることを特徴とする、請求項 18 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 20】

前記送信部は、前記送信装置に対して前記データの伝送を要求する光信号を射出する第 2 の発光部であり、

前記第 2 の発光部は、前記記憶部が前記分類情報の記憶を完了する所定のタイミングで、前記データの伝送を要求する光信号を射出することを特徴とする、請求項 19 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 21】

前記受信部は、前記第 2 の発光部から射出された前記データの伝送を要求する光信号を受信して電気信号に変換する受光部であり、

前記第 1 の発光部は、前記受光部から前記電気信号を入力されて、前記光信号の射出を開始することを特徴とする、請求項 20 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 22】

前記第 1 の発光部は、更に、光軸のずれを補正するためのパイロット光信号を射出するパイロット光源を備え、

前記 XY アドレス方式イメージセンサは、更に、前記パイロット光信号を前記画素領域で受信し、

前記分類部は、更に、前記複数の画素のうち前記パイロット光信号が照射される画素の位置変化を検出し、

前記制御部は、更に、前記位置変化に従って前記光軸のずれを補正することを特徴とする、請求項 11 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 23】

前記分類部は、更に、前記複数の光信号の少なくとも 1 つが照射される画素の位置変化を検出し、

前記制御部は、更に、前記位置変化に従って光軸のずれを補正することを特徴とする、請求項 11 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 24】

前記受信装置は、

光軸のずれを補正するための補正用イメージセンサと、

前記複数の光信号の少なくとも 1 つを分割し、前記補正用イメージセンサと前記 XY アドレス方式イメージセンサとに照射させるビームスプリッタとを更に備え、

前記補正用イメージセンサは、前記複数の光信号の少なくとも 1 つを複数の画素で成る画素領域で受信し、

前記分類部は、更に、前記補正用イメージセンサの前記複数の光信号の少なくとも 1 つが照射される画素の位置変化を検出し、

前記制御部は、更に、前記位置変化に従って前記光軸のずれを補正することを特徴とする、請求項 11 に記載の光空間伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イメージセンサを用いて高速な光空間伝送を可能にする光空間伝送装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光空間伝送方式は、光ファイバを用いなくて高速なデータ伝送を実現できるため、ビル

10

20

30

40

50

間の通信や、建物内の配線の一部として利用されている。また、光空間伝送方式は、複数の光信号を互いに空間的に分離して伝送できるので、光ファイバ通信における波長多重方式のように異なる波長の光源及び波長フィルタを必要としない。このような特徴を有するため、光空間伝送方式は、波長選別をされていないレーザ及び発光スペクトラムの広いLED等を光源として用いることができる。この結果として、光空間伝送方式は、高速なデータ伝送を低コストで実現できる。

【0003】

図13に、特許文献1に記載された従来の光空間伝送装置300の構成を示す。図13に示す通り、光空間伝送装置300は、送信装置301と受信装置302とを備える。送信装置301は、入力されたシリアル形式のデータをパラレル形式のデータに変換（以下、S-P変換という）するシリアル-パラレル変換部（以下、S-P変換部という）303と、複数の光源で成る発光部304とを含む。受信装置302は、レンズ305と、複数のフォトダイオード（以下、PDという）がマトリクス状に整列して成るPDアレイ部306と、入力されたパラレル形式のデータをシリアル形式のデータに変換（以下、P-S変換という）するパラレル-シリアル変換部（以下、P-S変換部という）307とを含む。

10

【0004】

S-P変換部303は、入力された伝送データをS-P変換する。発光部304には、S-P変換されたパラレル形式のデータが入力される。ここで、パラレル形式のデータは、複数のデータ（以下、パラレルデータという）で構成されている。発光部304は、各パラレルデータを対応する光源に入力し、各光源から光信号を射出する。図13では、4つのパラレルデータが、4つの光源にそれぞれ入力され、4つの光信号が射出されている。レンズ305は、発光部304の光源から射出された光信号をPDアレイ部306に集光する。PDアレイ部306は、各PDに照射された光信号を電気信号に変換（以下、光電変換という）する。ここで、PDアレイ部306のPDは、それぞれ、光電変換した電気信号を出力する。このことから、PDアレイ部306の出力は、複数のパラレルデータとなる。P-S変換部307は、入力された複数のパラレルデータをP-S変換し、シリアル形式のデータを再生する。

20

【0005】

以上に説明した通り、光空間伝送装置300は、シリアル形式のデータをパラレル形式のデータに変換して光空間伝送を行うことによって、高速伝送を可能としている。

30

【0006】

しかしながら、PDアレイを用いた光空間伝送装置300には、以下の問題がある。まず、受信装置302においてP-S変換が必要となるために、受信装置302にP-S変換部307を備える必要があり、この結果として回路規模が増大するという問題である。次に、PDアレイ部306を構成するPDの数と発光部304を構成する光源の数とが等しい場合、光源とPDとを1対1で対応させる必要があるために、厳密な光軸調整が必要となるという問題がある。

【0007】

これらの問題を解消する装置として、図14に示す従来の光空間伝送装置400が考えられる。図14に示す通り、光空間伝送装置400は、光空間伝送装置300に対して、受信装置302を受信装置401に置換えた構成である。受信装置401は、X-Yアドレスイメージセンサ（以下、単に、イメージセンサという）402を含む。ここで、X-Yアドレスイメージセンサとは、信号を讀出す画素をX方向のアドレスとY方向のアドレスとで順次特定して、特定された画素の信号を順次讀出す方式のイメージセンサである。つまり、光空間伝送装置400は、光空間伝送装置300に対して、PDアレイ部306及びP-S変換部307をX-Yアドレスイメージセンサ402に置換えた構成である。なお、図14では、受信装置401がレンズ305を含んでいないが、受信装置401はレンズ305を含んでもよい。

40

【0008】

50

次に、光空間伝送装置４００の動作を説明する。なお、送信装置３０１の動作説明は、既に行ったので省略する。発光部３０４の各光源から射出された光信号は、イメージセンサ４０２の複数の画素がマトリクス状に配列された画素領域に照射される。イメージセンサ４０２は、各画素から受光信号を順次読出すことによって、シリアル形式の伝送データを再生する。

【０００９】

以上に説明した通り、光空間伝送装置４００は、イメージセンサ４０２を備えることによってＰ－Ｓ変換部３０７を備える必要がないので、回路規模の増大を抑制できる。また、光空間伝送装置４００は、光信号が照射されるイメージセンサ４０２の画素数を増やして、受光領域である画素領域の面積を拡大することによって、厳密な光軸調整を緩和できる。

10

【特許文献１】特開２００１－２９２１０７号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

しかしながら、上述した従来の光空間伝送装置４００には、以下の課題がある。イメージセンサ４０２は、通常、撮像用として使用されるものである。そして、イメージセンサ４０２は、各画素の信号を順番に読出し、また、全ての画素の信号を読出して１枚の画像を読出す動作を行う。図１５は、イメージセンサ４０２が各画素の信号を読出す動作を説明するための図である。図１５に示す通り、イメージセンサ４０２は、垂直走査回路４０３と、水平走査回路４０４と、画素＃１～＃１６と、出力信号線４０５とを備える。なお、画素の数量は一例である。イメージセンサ４０２は、垂直走査回路４０３及び水平走査回路４０４によって各画素を１つずつ選択して、選択した画素の信号を出力信号線４０５に順次読出す。より具体的には、全ての画素＃１～＃１６が順番に選択されて、全ての画素＃１～＃１６の信号が出力信号線４０５に順次読出される。この動作によって、イメージセンサ４０２は、画素領域に照射された光信号を１枚の画像信号として出力する。このため、全ての画素の信号が１通り読出されるには、比較的長い時間を必要とする。つまり、受信装置４０１が備えるイメージセンサ４０２の読出し速度は、画素数に比例して遅くなる。この結果として、画素数が多くなるに伴って、光空間伝送装置４００の伝送速度が非常に低下するという課題がある。

20

30

【００１１】

また、画素数を少なくすることでイメージセンサ４０２の読出し速度を上げることでもできる。しかし、各画素の面積が一定の場合には、受光領域（画素領域）の面積が縮小するために光軸調整が困難となる。また、受光領域（画素領域）の面積は一定のままで画素数を少なくすると、光軸調整が容易になる一方で、各画素の面積は拡大する。このことから、各画素の寄生容量が増加して、単位画素あたりの信号読出し速度が低下する。

【００１２】

それ故に、本発明の目的は、イメージセンサを用いて厳密な光軸調整を緩和した光空間伝送装置において、イメージセンサの信号読出し速度を向上させて高速通信を実現することである。

40

【課題を解決するための手段】

【００１３】

本発明は、送信装置から受信装置に光信号を伝送する光空間伝送装置に向けられている。そして、上記目的を達成させるため、本発明の光空間伝送装置は、送信装置と受信装置とを備え、送信装置は、１つの光信号を射出する光源を有する第１の発光部を備え、受信装置は、複数の画素から成る画素領域を有し、光信号を画素領域で受信するＸＹアドレス方式イメージセンサと、複数の画素のうち光信号が照射される画素を画素グループに分類する分類情報を作成する分類部と、分類情報に従って、ＸＹアドレス方式イメージセンサを制御して、画素グループに属する画素の信号を同時に読み出す制御部とを備える。

【００１４】

50

また、好ましくは、第1の発光部は、光信号の射出を開始する前に、光源を発光させることで、初期設定を行うための設定光信号を射出し、X Yアドレス方式イメージセンサは、画素領域で設定光信号を受信し、分類部は、複数の画素のうち設定光信号の受信レベルが所定の閾値以上である画素を抽出してグループとすることで、分類情報を作成する。

【0015】

また、好ましくは、制御部は、複数の画素のうち画素グループを除く画素の信号は、読み出さない。

【0016】

また、受信装置は、分類情報を記憶する記憶部を更に備え、制御部は、記憶部に記憶された分類情報を読み出してX Yアドレス方式イメージセンサを制御してもよい。

10

【0017】

また、受信装置は、送信装置に対して、データの伝送を要求する信号を送信する送信部を更に備え、送信装置は、送信部から送信されたデータの伝送を要求する信号を受信する受信部を更に備えてもよい。

【0018】

また、送信部は、送信装置に対してデータの伝送を要求する光信号を射出する第2の発光部であり、第2の発光部は、記憶部が分類情報の記憶を完了する所定のタイミングで、データの伝送を要求する光信号を射出してもよい。

【0019】

また、受信部は、第2の発光部から射出されたデータの伝送を要求する光信号を受信して電気信号に変換する受光部であり、第1の発光部は、受光部から電気信号を入力されて、光信号の射出を開始してもよい。

20

【0020】

また、第1の発光部は、更に、光軸のずれを補正するためのパイロット光信号を射出するパイロット光源を備え、X Yアドレス方式イメージセンサは、更に、パイロット光信号を画素領域で受信し、分類部は、更に、複数の画素のうちパイロット光信号が照射される画素の位置変化を検出し、制御部は、更に、位置変化に従って光軸のずれを補正してもよい。

【0021】

また、分類部は、更に、光信号が照射される画素の位置変化を検出し、制御部は、更に、位置変化に従って光軸のずれを補正してもよい。

30

【0022】

また、受信装置は、光軸のずれを補正するための補正用イメージセンサと、光信号を分割し、補正用イメージセンサとX Yアドレス方式イメージセンサとに照射させるビームスプリッタとを更に備え、補正用イメージセンサは、光信号を複数の画素で成る画素領域で受信し、分類部は、更に、補正用イメージセンサの光信号が照射される画素の位置変化を検出し、制御部は、更に、位置変化に従って光軸のずれを補正してもよい。

【0023】

また、送信装置は、複数の光信号を射出する複数の光源を有する第1の発光部を備え、受信装置は、複数の画素から成る画素領域を有し、複数の光信号を画素領域で受信するX Yアドレス方式イメージセンサと、複数の画素のうち複数の光信号のそれぞれが照射される画素をそれぞれの画素グループにまとめて、複数の光信号に対応する複数の画素グループに分類する分類情報を作成する分類部と、分類情報に従って、X Yアドレス方式イメージセンサを制御して、複数の画素グループに属する画素の信号を、画素グループ毎に同時に読み出す制御部とを備えてもよい。

40

【0024】

また、好ましくは、第1の発光部は、複数の光信号の射出を開始する前に、複数の光源を順番に発光させることで、初期設定を行うための複数の設定光信号を順番に射出し、X Yアドレス方式イメージセンサは、画素領域で複数の設定光信号を順番に受信し、分類部は、複数の設定光信号が順番に受信される毎に、複数の画素のうち受信レベルが所定の閾

50

値以上である画素を抽出して1つのグループとすることで、分類情報を作成する。

【0025】

また、第1の発光部は、更に、複数の設定光信号を順番に射出する前に、複数の光源の全てを同時に発光させて複数の画素限定用設定光信号を同時に射出し、分類部は、複数の画素限定用設定光信号を受信した画素のみを対象として、分類情報を作成してもよい。

【0026】

また、第1の発光部は、複数の光信号の射出を開始する前に、複数の光源を互いに異なる光強度で同時に発光させることで、初期設定を行うための複数の設定光信号を同時に射出し、XYアドレス方式イメージセンサは、画素領域で複数の設定光信号を同時に受信し、分類部は、複数の設定光信号を受信した画素を、受信レベルに応じてグループとすることで、分類情報を作成してもよい。

10

【0027】

また、第1の発光部は、複数の光信号の射出を開始する前に、複数の光源を分割して成る複数の光源群のそれぞれに含まれる光源を、互いに異なる光強度で光源群毎に同時に発光させることで、光源群毎に、初期設定を行うための複数の設定光信号を同時に射出し、XYアドレス方式イメージセンサは、画素領域で光源群毎の複数の設定光信号を同時に受信し、分類部は、光源群毎の複数の設定光信号が受信される度に、複数の設定光信号を受信した画素を、受信レベルに応じてグループとすることで、分類情報を作成してもよい。

【0028】

また、第1の発光部は、更に、光源群毎の複数の設定光信号を同時に射出する前に、複数の光源の全てを同時に発光させて複数の画素限定用設定光信号を同時に射出し、分類部は、複数の画素限定用設定光信号を受信した画素のみを対象として、分類情報を作成してもよい。

20

【0029】

また、好ましくは、制御部は、複数の画素のうち複数の画素グループを除く画素の信号は、読み出さない。

【0030】

また、分類部は、更に、複数の光信号の少なくとも1つが照射される画素の位置変化を検出し、制御部は、更に、位置変化に従って光軸のずれを補正してもよい。

【0031】

30

また、受信装置は、光軸のずれを補正するための補正用イメージセンサと、複数の光信号の少なくとも1つを分割し、補正用イメージセンサとXYアドレス方式イメージセンサとに照射させるビームスプリッタとを更に備え、補正用イメージセンサは、複数の光信号の少なくとも1つを複数の画素で成る画素領域で受信し、分類部は、更に、補正用イメージセンサの複数の光信号の少なくとも1つが照射される画素の位置変化を検出し、制御部は、更に、位置変化に従って光軸のずれを補正してもよい。

【発明の効果】

【0032】

上記のように、本発明によれば、イメージセンサを用いて厳密な光軸調整を緩和した光空間伝送装置において、イメージセンサの信号読出し速度を向上させて高速通信を実現することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る光空間伝送装置100の構成例を示す図である。図1に示す通り、光空間伝送装置100は、送信装置101と受信装置102とを備える。送信装置101は、第1の発光部103と受光部104とを含む。受信装置102は、X-Yアドレス方式のイメージセンサ（以下、単に、イメージセンサという）105と、分類部106と、記憶部107と、制御部108と、第2の発光部109とを含む。

【0034】

50

図2は、第1の発光部103とイメージセンサ105とを具体的に示した図である。図2に示す通り、第1の発光部103は、1つの光源103-1により構成される。イメージセンサ105は、複数の画素から成る画素領域を有する。以下では、一例として、イメージセンサ105は16個の画素を有するものとして説明を行う。

【0035】

図3は、光空間伝送装置100の動作について説明するための図である。以下では、図1～図3を参照して、光空間伝送装置100の動作の概要について説明する。光空間伝送装置100は、初期設定動作（ステップS01～ステップS06）と、当該初期設定動作後に実行されるデータ伝送動作（ステップS07～ステップS09）とを行う。

【0036】

まず、初期設定動作について説明する。第1の発光部103は、光源103-1を発光させる（ステップS01）。このことによって、第1の発光部103は、イメージセンサ105に、データ伝送の初期設定を行うための設定光信号を照射する（図2を参照）。イメージセンサ105は、複数の画素がマトリクス状に配列された画素領域で設定光信号を受光する（ステップS02）。そして、イメージセンサ105は、各画素の電気信号を順番に出力する。分類部106は、イメージセンサ105から出力された各画素の電気信号を基に、後に詳しく説明する画素の分類及び画素のグループ化処理を行い（ステップS03）、当該処理結果である分類情報を出力する。記憶部107は、分類情報の記憶処理を行い（ステップS04）、当該記憶処理と並行して当該記憶処理が完了するタイミングを示す信号S2を第2の発光部109に出力する。第2の発光部109は、信号S2を電気信号から光信号に変換（以下、電光変換という）し、データ送信要求信号として送信装置101の受光部104に向けて放射する（ステップS05）。受光部104は、データ送信要求信号を受光する（ステップS06）。

【0037】

次に、データ伝送動作について説明する。受光部104は、データ送信要求信号を受光すると、データ送信開始信号S3を第1の発光部103に出力する。第1の発光部103は、データ送信開始信号S3を入力されると、伝送データS1を光源103-1を用いて電光変換したデータ光信号を、イメージセンサ105に照射する（ステップS07）。イメージセンサ105は、画素領域でデータ光信号を受光する（ステップS08）。ここで、データ光信号が照射される画素と、ステップS02で設定光信号が照射された画素とは等しいものとする。すなわち、第1の発光部103とイメージセンサ105との位置関係は、初期設定動作時とデータ伝送動作時とで変化しないものとする。制御部108は、記憶部107に記憶された分類情報を用いて、後に詳しく説明する方法でイメージセンサ105の動作を制御して、各画素の電気信号を読出させる（ステップS09）。このことによって、イメージセンサ105は、伝送データS1を再生する。

【0038】

図4は、図3で説明した初期設定動作（ステップS01～ステップS06）を詳細に説明するためのフローチャートである。なお、図4に示すステップS01、S02、S04及びS05は、それぞれ、図3に示すステップS01、S02、S04及びS05と同じである。また、図4に示すステップS03-1～S03-6は、図3に示すステップS03を構成するステップである。図5は、分類部106が行う画素の分類及び画素のグループ化の概念を説明するための図である。図5は、一例として、画素#1～#16が配列されたイメージセンサ105を表している。また、一例として、第1の発光部103の光源103-1から射出された設定光信号が、主に画素#6、#7、#10及び#11に照射されている場合を表している。

【0039】

以下では、図4及び図5を参照して初期設定動作について詳細に説明する。まず、第1の発光部103の光源103-1が発光し（ステップS01）、設定光信号がイメージセンサ105に照射される（図2を参照）。イメージセンサ105は、設定光信号を受光する（ステップS02）。以下では、一例として、図5に示す様に、イメージセンサ105

10

20

30

40

50

の画素# 6、# 7、# 10及び# 11に設定光信号が主に照射される場合について説明する。

【0040】

分類部106は、最終の画素# 16の番号よりも分類対象の画素# 1の番号が大きいか否かを判断する(ステップS03-1)。最終の画素# 16の番号よりも分類対象の画素# 1の番号は大きくないので、ステップS03-2に移る。次に、分類部106は、イメージセンサ105の出力から画素# 1の受信電力レベル(P_{r1})を抽出する(ステップS03-2)。次に、分類部106は、抽出した受信電力レベル(P_{r1})が所定の閾値以上であるか否かを判断する(ステップS03-3)。画素# 1には設定光信号が照射されていないので(図5を参照)、 P_{r1} は所定の閾値以上ではないと判断され、ステップS03-5に移る。次に、分類部106は、画素# 1の番号に1を加えて次の分類対象の画素を画素# 2とし(ステップS03-5)、ステップS03-1に戻る。以下同様に、画素# 2~# 5には設定光信号が殆ど照射されていないので(図5を参照)、画素# 2~# 5の受信電力レベル($P_{r2} \sim P_{r5}$)は、いずれも所定の閾値以上ではないと判断されて、ステップS03-1に戻る。

10

【0041】

次に、分類部106は、最終の画素# 16の番号よりも分類対象の画素# 6の番号が大きいか否かを判断する(ステップS03-1)。最終の画素# 16の番号よりも分類対象の画素# 6の番号は大きくないので、ステップS03-2に移る。次に、分類部106は、イメージセンサ105の出力から画素# 6の受信電力レベル(P_{r6})を抽出する(ステップS03-2)。次に、分類部106は、抽出した受信電力レベル(P_{r6})が所定の閾値以上であるか否かを判断する(ステップS03-3)。画素# 6には設定光信号が照射されているので(図5を参照)、 P_{r6} は所定の閾値以上であると判断され、ステップS03-4に移る。次に、分類部106は、画素領域における画素# 6の位置を保持する(ステップS03-4)。次に、分類部106は、画素# 6の番号6に1を加えて分類対象の画素# 7とし(ステップS03-5)、ステップS03-1に戻る。同様に、画素# 7には設定光信号が照射されているので(図5を参照)、画素# 7の受信電力レベル(P_{r7})は所定の閾値以上であると判断されて、画素領域における画素# 7の位置は保持される。

20

【0042】

以下同様に、画素# 8~# 16までを分類対象の画素としてステップS03-1~ステップS03-5が繰り返され、ステップS03-5で分類対象の画素が画素# 17(実際には画素# 17は存在しない)となり、ステップS03-1に戻る。この結果として、分類部106は、画素領域における画素# 6、# 7、# 10及び# 11の位置を保持する。つまり、ステップS03-1~ステップS03-5によって、所定の閾値以上の受信電力レベルの画素が分類(抽出)され、当該画素の画素領域における位置が分類部106に保持される。

30

【0043】

次に、分類部106は、最終の画素# 16の番号よりも分類対象の画素# 17の番号が大きいか否かを判断する(ステップS03-1)。最終の画素# 16の番号よりも分類対象の画素# 17の番号が大きいため、ステップS03-6に移る。次に、分類部106は、保持している画素領域における各画素の位置を、位置間の連続性を基準に関連づけてグループとする。具体的には、分類部106は、画素領域において、保持している各画素位置のうち、隣接することで連続する位置関係を有する複数の画素位置の画素を1つのグループとする。より具体的には、図5に示す通り、分類部106は、隣接することで連続する位置関係を有する画素# 6、# 7、# 10及び# 11の位置を1つのグループとする。このことによって、分類部106は、同一の光信号を受光する画素(画素# 6、# 7、# 10及び# 11)をグループ化することができる(ステップS03-6)。そして、分類部106は、グループ化した画素を示す分類情報を作成する。なお、分類部106は、ステップS03-6において、上記した画素の位置間の連続性は考慮せず、単に、保持して

40

50

いる各画素位置の画素を1つのグループとしてもよい。

【0044】

記憶部107は、分類情報の記憶処理を行い（ステップS04）、当該記憶処理と並行して当該記憶処理が完了するタイミングを示す信号S2を第2の発光部109に出力する。第2の発光部109は、信号S2を電光変換し、データ送信要求信号として送信装置101の受光部104に向けて放射する（ステップS05）。受光部104は、データ送信要求信号を受光する（図4に図示せず）。

【0045】

ここで、図4のステップS03-3で用いる受信電力レベルの閾値の設定方法の例について、説明する。一例として、誤り率 10^{-12} を満たす受信電力レベル（閾値）を設定する。なお、以下では、単位画素あたりの受光電力が小さく、雑音成分として熱雑音が支配的な場合（ショット雑音及び光源の相対強度雑音等が無視できる場合）を仮定する。

【0046】

まず、1つの画素のみで光信号を受信する場合について考える。一般に、2値の光信号を受光した場合の誤り率は、相補誤差関数（erfc）を用いて、以下の式1で表すことができる。

$$\text{誤り率} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\frac{I_1 - I_0}{2\sqrt{2}\sigma} \right)$$

ここで、 I_1 は光信号照射時の画素の受光電流であり、 I_0 は光信号非照射時の画素の受光電流であり、 σ は熱雑音電流である。識別電流レベルは $(I_1 - I_0)/2$ とする。また、データ伝送速度は100MHzとし、光電変換効率は0.5とし、消光比は6dBとし、雑音電流密度は10pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ とする。この場合には、式1より、誤り率 10^{-12} を満たす受信電力レベル（閾値）として、-24.3dBmが得られる。

【0047】

次に、本実施形態のようにグループ化された複数の画素によって、光信号を受信する場合について考える。この場合、グループ化された画素の数をkとし、式1を拡張すると、誤り率は以下の式2で表すことができる。

$$\text{誤り率} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\frac{\sum_{i,j} (I_{1ij} - I_{0ij})}{2\sqrt{2} \sqrt{k} \sigma} \right)$$

ここで、 σ は、画素毎に発生する熱雑音電流であり、全ての画素において等しいとする。また、 I_{1ij} 及び I_{0ij} は、それぞれ、画素領域の座標（i，j）での光信号照射時の画素の受光電流及び光信号非照射時の画素の受光電流である。この場合には、式2より、誤り率 10^{-12} を満たすためには、以下の式3を満たす必要がある。

【数3】

$$\frac{\sum_{i,j} (I_{1ij} - I_{0ij})}{\sqrt{k} \sigma} = 14.07$$

このことから、光信号が照射される各画素の受光電流（ I_{1ij} ， I_{0ij} ）が検出できれば、グループ化する画素を選択することによって、式3を満たす受信電力レベル（閾値）を設定できる。なお、光信号が照射される各画素の受光電流（ I_{1ij} ， I_{0ij} ）が検出でき

10

20

30

40

50

ず、またkが決定できない場合には、式1を用いた方法によって受信電力レベル（閾値）を設定すればよい。

【0048】

図6は、図3のステップS09において、イメージセンサ105が各画素の信号を読み出す動作を説明するための図である。図6に示す通り、イメージセンサ105は、垂直走査回路120と、水平走査回路121と、画素#1～#16と、出力信号線122とを備える。なお、説明の便宜のため、画素#6、#7、#10及び#11を除く画素は、斜線で示している。

【0049】

制御部108は、記憶部107に記憶されている分類情報（グループ化された画素を示す情報）を読み出して、当該分類情報に従って、イメージセンサ105の画素信号読み出し動作を制御する。以下、より具体的に説明する。制御部108は、記憶部107に記憶されている、画素#6、#7、#10及び#11が1つのグループであることを示す分類情報を読み出す。次に、制御部108は、読み出した分類情報に従って、イメージセンサ105の垂直走査回路120及び水平走査回路121を制御して、画素#6、#7、#10及び#11の信号を同時に読み出し、読み出した各画素の信号を足し合わせて出力信号線122に同時に出力する。画素#6、#7、#10及び#11を除く画素の信号は、読み出されない。

10

【0050】

このように、制御部108は、分類情報に従って、光信号が照射される画素の信号を一括して読み出し、一方で、信号が照射されない画素の信号は読み出さない。つまり、従来の光空間伝送装置400が備えるイメージセンサ402は全画素の信号を画素毎に順番に読み出すのに対して、制御部108は、イメージセンサ105に光信号が照射される画素の信号のみを一括して読み出させる。このことによって、制御部108は、一例として説明した16個の画素を備えるイメージセンサを備える場合には、読み出し動作を16回から1回に短縮することができる。

20

【0051】

以上に説明した通り、第1の実施形態に係る光空間伝送装置100は、初期設定動作によって、光信号を受信する画素を特定し、同一の光信号を受信する画素をグループ化する。そして、データ伝送動作において、光空間伝送装置100は、グループ化された画素の信号を同時に読み出す。このことによって、光空間伝送装置100は、従来の光空間伝送装置400と同様に厳密な光軸調整を緩和しつつ、従来の光空間伝送装置400よりも大幅にイメージセンサの信号読み出し速度を向上させて、高速通信を実現することができる。

30

【0052】

なお、第1の実施形態では、送信要求信号の送信装置101へのフィードバックを光空間伝送によって行った。しかし、送信要求信号のフィードバックは、光空間伝送によるものに限定されるものではなく、受信装置102から送信装置101へ送信要求信号の伝送ができれば、他の手段でもよい。この場合、例えば、受信装置102は送信要求信号を送信する送信部を第2の発光部109の代わりに備え、送信装置101は送信要求信号を受信する受信部を受光部104に代わりに備えることとなる。

【0053】

また、第1の実施形態では、送信装置101は、送信要求信号を受信した後にデータ送信を開始する例について説明した。しかし、送信装置101は、受信装置102において分類情報が記憶部107に記憶されるタイミングで、データ送信を開始してもよい。この場合には、受光部104及び第2の発光部109は不要となる（図1を参照）。

40

【0054】

また、第1の実施形態では、記憶部107が分類情報の記憶を完了するタイミングを示す信号S2を、記憶部107が第2の発光部109に出力する例を説明した。しかし、信号S2は、分類部106又は制御部108が第2の発光部109に出力してもよい。

【0055】

また、第1の実施形態において、第1の発光部103で行う変調方式は、直接変調方式

50

でもよいし、外部変調方式でもよい。

【0056】

また、第1の実施形態では、1つの出力信号線を備えるイメージセンサ105について説明した。しかし、複数の出力信号線を備えるイメージセンサを用いてもよい。

【0057】

(第2の実施形態)

第1の実施形態では1本の光軸に沿って光信号を伝送する場合について説明したが、第2の実施形態では、複数本の光軸に沿って光信号を伝送する場合について説明する。ここで、イメージセンサの各画素の動作期間には、信号を蓄積する信号蓄積期間と、蓄積した信号を読み出す信号読み出し期間とがある。すなわち、各画素は、信号読み出し期間には、信号を蓄積できない。このことから、複数本の光軸に沿って光信号を伝送することによって、或るグループの画素の信号を一括して読み出す期間(信号読み出し期間)に、他のグループの画素に信号を蓄積することができる。つまり、第2の実施形態によれば、データ通信を行うに際して、複数本の光軸に沿って光信号を伝送することで、信号読み出し期間によって生じる伝送速度の低下を回避できる。その一方で、第2の実施形態では、データ通信を行うに際して、送信側において、各光軸を構成する光信号を順番にイメージセンサに照射し、受信側において、各グループの画素の信号をグループ毎に順番に読み出す必要がある。

【0058】

図7は、第2の実施形態に係る光空間伝送装置200の構成例を示す図である。図7に示す通り、光空間伝送装置200は、第1の実施形態の光空間伝送装置100(図1を参照)に対して、送信装置101を送信装置201に置換えた構成である。送信装置201は、光空間伝送装置100の送信装置101に対して、第1の発光部103を第1の発光部203に置換えた構成である。なお、光空間伝送装置200の構成要素において、光空間伝送装置100の構成要素と同一の構成要素については、同一の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0059】

図8は、第1の発光部203とイメージセンサ105とを具体的に示した図である。図8に示す通り、第1の発光部203は、S-P変換部(図示せず)と、4つの光源203-1、203-2、203-3及び203-4とにより構成される。イメージセンサ105は、複数の画素から成る画素領域を有する。4つの光源203-1、203-2、203-3及び203-4から射出される4本の光軸に沿った光信号は、それぞれ、イメージセンサ105の画素領域に互いに重なることなく照射される。以下では、一例として、イメージセンサ105は64個の画素を有するものとして説明を行う。

【0060】

図9は、分類部106が行う画素の分類及び画素のグループ化の概念を説明するための図である。図9に示す通り、イメージセンサ105の画素領域には、画素#1~#64が配列されている。また、図9は、第1の発光部203の光源203-1から射出された設定光信号である設定光信号Aが主に画素#10、#11、#18及び#19に照射され、光源203-2から射出された設定光信号である設定光信号Bが主に画素#14、#15、#22及び#23に照射され、光源203-3から射出された設定光信号である設定光信号Cが主に画素#42、#43、#50及び#51に照射され、光源203-4から射出された設定光信号である設定光信号Dが主に画素#46、#47、#54及び#55に照射される場合を表している。

【0061】

以下では、第1の実施形態の説明で用いた図3及び図4を流用して、光空間伝送装置200の動作について説明する。まず、初期設定動作について説明する。送信装置201は、光源203-1のみを発光させる(ステップS01)。この時、イメージセンサ105の画素領域には、図9に示す設定光信号Aのみが照射される。イメージセンサ105は、図9に示す通り、照射された設定光信号Aを画素#10、#11、#18及び#19によって受光する(ステップS02)。分類部106は、ステップS03-1~ステップS0

3-5の動作を繰り返し行って、画素#10、#11、#18及び#19の画素位置を保持する。次に、分類部106は、保持した画素位置を基に、設定光信号Aを受光する画素#10、#11、#18及び#19を1つのグループ（以下、グループAという）としてグループ化する（ステップS03-6）。次に、分類部106は、グループAを示す分類情報を作成する。記憶部107は、作成された分類情報を記憶する（ステップS04）。

【0062】

次に、送信装置201は、光源203-2のみを発光させる（ステップS01）。この時、イメージセンサ105の画素領域には、図9に示す設定光信号Bのみが照射される。イメージセンサ105は、図9に示す通り、照射された設定光信号Bを画素#14、#15、#22及び#23によって受光する（ステップS02）。分類部106は、ステップS03-1～ステップS03-5の動作を繰り返し行って、画素#14、#15、#22及び#23の画素位置を保持する。次に、分類部106は、保持した画素位置を基に、設定光信号Bを受光する画素#14、#15、#22及び#23を1つのグループ（以下、グループBという）としてグループ化する（ステップS03-6）。次に、分類部106は、グループBを示す分類情報を作成する。記憶部107は、作成された分類情報を記憶する（ステップS04）。

【0063】

以下同様に、光源203-3のみを発光させてステップS01～ステップS04の動作が行われ、その後、光源203-4のみを発光させてステップS01～ステップS04の動作が行われる。このことによって、記憶部107は、設定光信号Cを受光する画素#42、#43、#50及び#51で成るグループCを示す分類情報と、設定光信号Dを受光する画素#46、#47、#54及び#55で成るグループDを示す分類情報とを記憶する。次に、ステップS05及びステップS06の動作が行われて、初期設定動作は終了する。

【0064】

ここで、グループA～Dを示す分類情報には、それぞれ、設定光信号A～Dを受光した順番を示す受光順序情報が含まれる。また、上記した初期設定動作において、送信装置201が光源203-1～203-4を発光させた順番は、後に説明するデータ伝送動作において、送信装置201が光源203-1～203-4を発光させる順番と等しい。つまり、受光順序情報は、データ伝送動作において、各グループの画素が光信号を受信する順番を示す。このことによって、受信装置102の記憶部107は、複数の光信号を受信する画素のグループを記憶すると同時に、データ伝送動作において、各グループの画素が光信号を受信する順番を示す受光順序情報を記憶することができる。

【0065】

次に、図3を参照して、データ伝送動作について説明する。送信装置201の第1の発光部203は、S-P変換部によってシリアル形式の伝送データS1をパラレル形式の伝送データに変換し、当該パラレル形式の伝送データをそれぞれ対応する光源に入力する。次に、第1の発光部203は、パラレル形式の伝送データに従って、各光源を発光させる（図8を参照）。この際に、第1の発光部203は、各光源を、光源203-1、光源203-2、光源203-3、光源203-4の順序で発光させることによって、光信号をイメージセンサ105に照射する（ステップS07）。

【0066】

ここで、光源203-1が発光して照射する光信号を光信号Aとし、光源203-2が発光して照射する光信号を光信号Bとし、光源203-3が発光して照射する光信号を光信号Cとし、光源203-4が発光して照射する光信号を光信号Dとする。この様になると、光信号A、光信号B、光信号C及び光信号Dが照射される画素は、それぞれ、初期設定動作時に設定光信号A、設定光信号B、設定光信号C及び設定光信号Dが照射される画素と等しくなる（図9を参照）。すなわち、第1の発光部203とイメージセンサ105との位置関係は、初期設定動作時とデータ伝送動作時とで変化しないものとする。

【0067】

次に、イメージセンサ１０５は、画素領域で光信号Ａ、光信号Ｂ、光信号Ｃ及び光信号Ｄを順番に受光する（ステップＳ０８）。

【００６８】

図１０は、図３のステップＳ０９において、イメージセンサ１０５が各画素の信号を読み出す動作を説明するための図である。図１０に示す通り、イメージセンサ１０５は、垂直走査回路１２０と、水平走査回路１２１と、画素＃１～＃６４と、出力信号線１２２とを備える。ここで、グループＡに属する画素＃１０、＃１１、＃１８及び＃１９と、グループＢに属する画素＃１４、＃１５、＃２２及び＃２３と、グループＣに属する画素＃４２、＃４３、＃５０及び＃５１と、グループＤに属する画素＃４６、＃４７、＃５４及び＃５５とは、それぞれ、太線で囲んだ領域に示す。また、グループＡ～Ｄに含まれない画素は、斜線で示している。

10

【００６９】

次に、制御部１０８は、記憶部１０７に記憶されている分類情報を読み出す。ここで、分類情報は、グループＡ～Ｄの画素を示す情報、及びグループＡ～Ｄの画素にそれぞれ光信号Ａ～Ｄが照射される順番を示す情報である。次に、制御部１０８は、分類情報に従って、イメージセンサ１０５の垂直走査回路１２０及び水平走査回路１２１を制御して、グループＡ～Ｄの画素の信号をグループ毎に順番に一括して読み出す（ステップＳ０９）。以下に、より具体的に説明する。制御部１０８は、光信号Ａを受光したグループＡの画素の信号を同時に読み出し、読み出した各画素の信号を足し合わせて出力信号線１２２に出力する。その後、制御部１０８は、光信号Ｂを受光したグループＢの画素の信号を同時に読み出し、読み出した各画素の信号を足し合わせて出力信号線１２２に出力する。以下同様に、制御部１０８は、グループＣの画素の信号を同時に読み出して出力信号線１２２に出力した後に、グループＤの画素の信号を同時に読み出して出力信号線１２２に出力する。この様に、制御部１０８は、光信号Ａ～Ｄを順次受光したグループＡ～Ｄの画素の信号をそれぞれ一括して順次読み出す。なお、グループＡ～Ｄの画素を除く画素の信号は、読み出されない。

20

【００７０】

このように、制御部１０８は、分類情報に従って、各グループの画素の信号をグループ毎に順次一括して読み出し、一方で、光信号が照射されない画素の信号は読み出さない。このことによって、制御部１０８は、一例として説明した６４個の画素を備えるイメージセンサの場合は、読み出し動作を６４回から４回に短縮することができる。更に、制御部１０８は、順番に照射される光信号Ａ～Ｄを受信するグループＡ～Ｄの画素の信号を、順番に読み出す。このことによって、制御部１０８は、常に光信号Ａ～ＤのいずれかをグループＡ～Ｄの画素のいずれかに受信させることができる。この結果として、制御部１０８は、画素信号の信号読み出し期間によって生じる伝送速度の低下を回避できる。

30

【００７１】

以上に説明した通り、第２の実施形態に係る光空間伝送装置２００は、第１の実施形態に係る光空間伝送装置１００と同様に厳密な光軸調整を緩和しつつ、更に、光空間伝送装置１００よりも高速通信を実現することができる。

【００７２】

なお、第２の実施形態において、第１の発光部２０３に含まれる複数の光源として、アレイ型光源を用いてもよい。

40

【００７３】

また、以上では、初期設定動作において、光源を順番に発光させて、光源の発光毎に全ての画素の信号を順次読み出す（以下、全スキャンという）ことによって、データ伝送動作時の光源の発光順序を受信側に通知する方法（以下、第１の方法という）を説明した。しかし、第１の方法では、光源の数（光信号の数）に比例して全スキャンの回数が増加するので、初期設定動作に比較的長時間を必要とする。以下では、初期設定方法の他の例（第２～第４の方法）について、簡単に説明する。

【００７４】

第２の方法は、全光源を同時に発光させて、一度だけ全スキャンする方法である。この

50

時、各光源は、それぞれ、データ伝送動作時の発光順序に対応した光強度の設定光信号を射出する。第2の方法では、受信側は、受信する設定光信号の光強度によって、データ伝送動作時の光源の発光順序を通知される。この場合、受信側は、例えば、受信レベルについての複数の閾値を設けて、受信する設定光信号の光強度を判別する。このことによって、第2の方法では、初期設定動作に長い時間を必要としない。一方で、第2の方法では、光源の数が多（設定光信号の数が多）場合には、各設定光信号間の光強度差が小さくなる。この結果として、発光順序の判別に必要なS/N比は小さくなるので、受信側で、発光順序の判別を誤る確率が高まる。

【0075】

第3の方法は、第1の方法と第2の方法とを併用した方法である。例えば、4つの光源がある場合において、2つの光源（第1の光源群）について第2の方法を実行し、次に、他の2つの光源（第2の光源群）について第2の方法を実行する方法である。第3の方法によれば、受信側で行う発光順序判別の確実性を高めつつ、初期設定動作に必要とする時間を短縮できる。

【0076】

第4の方法は、第1～第3の方法を行う前に、全光源を同時に発光させて分類対象の画素を限定するための画素限定用設定光信号を画素領域に照射して、一度全スキャンする方法である。このことで、設定光信号を受光する画素（分類対象の画素）が特定（限定）される。その後、第4の方法では、特定した画素のみを対象として第1～第3の方法を実施する。第4の方法によれば、第1～第3の方法で用いる全スキャンの対象画素を限定することができるので、第1～第3の方法よりも初期設定動作に必要とする時間を短縮することができる。

【0077】

（第3の実施形態）

第1及び第2の実施形態では、送信装置と受信装置との位置関係が変化しないことを前提に説明を行った。第3の実施形態では、第1及び第2の実施形態の光空間伝送装置において、送信装置と受信装置との位置関係が変化して光軸がずれても正確にデータ通信を行うことができる構成について、説明する。なお、以下では、一例として、第2の実施形態の光空間伝送装置200を対象として、説明を行う。

【0078】

第3の実施形態において、送信装置201は、更に、光軸補正用の光源であるパイロット光源を備える。なお、パイロット光源は、第1の発光部203に備えられてもよい。パイロット光源は、光軸補正用の光信号であるパイロット光信号を、イメージセンサ105の画素領域に照射する。図11は、イメージセンサ105の画素領域の一部分を示す図である。図11では、一例として、画素#23、#24、#33及び#34にパイロット光信号が照射されている。図11に示す通り、受信装置102の分類部106は、パイロット光信号が照射される画素#23、#24、#33及び#34を1つのグループとする（以下、グループEという）。また、受信装置102の分類部106は、グループEの画素を取り囲む画素を四分割して、それぞれの画素のグループを、グループF（画素#12、#13、#22）、グループG（画素#14、#15、#25）、グループH（画素#35、#44、#45）及びグループI（画素#32、#42、#43）とする。ここで、グループF～グループIの画素は、光軸のずれを検出する画素である。

【0079】

受信装置102の分類部106は、グループF～グループIの画素の信号を定期的にグループ毎に読出す。このことによって、受信装置102の分類部106は、定期的にグループF～グループIの画素の信号レベルの変化を検出できるので、光軸のずれ方向及びずれ距離を検出することができる。例えば、グループFの画素の信号レベルが大きくなった場合には、受信装置102の分類部106は、グループEからグループFの方向に光軸が大ききずれしたことを検出できる（図11を参照）。そして、受信装置102の制御部108は、検出した光軸のずれに応じて、データ通信を行うための光信号を受光する画素（

図10を参照)を変更して光軸を補正する。この結果として、受信装置102は、光軸がずれた場合でも、光信号を正確に受信することができる。

【0080】

以上に説明した通り、第3の実施形態によれば、第1及び第2の実施形態の光空間伝送装置において、送信装置と受信装置との位置関係が変化して光軸がずれても光軸を補正して正確にデータ通信を行うことができる。

【0081】

なお、以上では、受信装置102は、検出した光軸のずれに応じて、データ伝送を行うための光信号を受光する画素を変更した。しかし、受信装置102は、受光する画素を変更せず、イメージセンサ105を移動させてもよいし、イメージセンサ105に光信号を集光させるレンズ(図示せず)を移動させてもよい。また、送信装置101が、光源を移動させてもよい。

10

【0082】

また、以上では、グループEの画素を取り囲む画素を四分割して、4つの光軸ずれ検出用の画素グループを設定した。しかし、光軸ずれ検出用の画素グループは、所望の光軸ずれの検出精度に応じて、2つ以上設定されればよい。

【0083】

また、以上では、送信装置201は、1つのパイロット光源を備えた。しかし、送信装置201は、複数のパイロット光源を備えてもよい。このことによって、受信装置102において、1つのパイロット光信号を正常に受信できない場合であっても、他のパイロット光信号を受信することができるので、光軸ずれの補正をより安定して行うことができる。

20

【0084】

また、以上では、光軸補正用のパイロット光源を送信装置201に設けて、パイロット光信号を射出した。しかし、光軸補正用のパイロット光源を設けなくて、データ伝送用の光源203-1等(図8を参照)が射出する光信号をパイロット光信号として兼用してもよい。ここで、一般に、データ伝送に用いられる光変調方式には、OOK(ON/OFF Keying)が用いられるので、伝送データが無い期間には、データ伝送用の光源203-1等の発光パワーは0となる。この時には、受信装置102では光軸補正のための光信号が得られない。従って、データ伝送用の光源203-1等が射出する光信号をパイロット光信号として兼用する場合には、例えば、伝送データが無い期間にも光源が発光するように変調を行うことが好ましい。

30

【0085】

また、受信装置102は、パイロット光信号として兼用される光信号(以下、パイロット兼用光信号という)を検出する専用のイメージセンサ(以下、光軸補正用イメージセンサという)を備えてもよい。なお、光軸補正用イメージセンサは、XYアドレス方式イメージセンサには限られない。図12は、受信装置102が、光軸補正用イメージセンサを備える場合の構成例について説明するための図である。図12に示す通り、受信装置102は、光軸補正用イメージセンサ205と、入射するパイロット兼用光信号を分割して光軸補正用イメージセンサ205及びイメージセンサ105に照射させるビームスプリッタ206とを更に備える。このことから、受信装置102は、例えば、複数の光信号をイメージセンサ105によって受信しつつ、1つのパイロット兼用光信号を光軸補正用イメージセンサ205によって検出できる。このことによって、受信装置102は、パイロット兼用光信号を、光軸補正用イメージセンサ205によって、複数の光信号の読出しを待つことなく素早く読出すことができる。この結果として、高速な光軸補正が可能となる。

40

【産業上の利用可能性】

【0086】

本発明は、イメージセンサを用いて厳密な光軸調整を緩和した光空間伝送装置等に利用可能であり、特に、イメージセンサからのデータ読出し速度を向上させて高速通信を実現させる場合等に有用である。

50

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る光空間伝送装置100の構成例を示す図

【図2】本発明の第1の発光部103とイメージセンサ105とを具体的に示した図

【図3】本発明の光空間伝送装置100の動作について説明するための図

【図4】図3で説明した初期設定動作（ステップS01～ステップS06）を詳細に説明するためのフローチャート

【図5】本発明の分類部106が行う画素の分類及び画素のグループ化の概念を説明するための図

【図6】図3のステップS09において、イメージセンサ105が各画素の信号を読み出す動作を説明するための図 10

【図7】本発明の第2の実施形態に係る光空間伝送装置200の構成例を示す図

【図8】本発明の第1の発光部203とイメージセンサ105とを具体的に示した図

【図9】本発明の分類部106が行う画素の分類及び画素のグループ化の概念を説明するための図

【図10】図3のステップS09において、イメージセンサ105が各画素の信号を読み出す動作を説明するための図

【図11】本発明のイメージセンサ105の画素領域の一部分を示す図

【図12】本発明の受信装置102が、パイロット兼用光信号を検出する専用のイメージセンサを備える場合の構成例について説明するための図 20

【図13】特許文献1に記載された従来の光空間伝送装置300の構成を示す図

【図14】従来の光空間伝送装置400の構成を示す図

【図15】従来の光空間伝送装置400のイメージセンサ402が各画素の信号を読み出す動作を説明するための図

【符号の説明】

【0088】

10-1～10-4、103-1、203-1～203-4 光源

100、200、300、400 光空間伝送装置

101、201、301 送信装置

102、302、401 受信装置 30

103、109、203、304 発光部

104 受光部

105、205、402 イメージセンサ

106 分類部

107 記憶部

108 制御部

120、403 垂直走査回路

121、404 水平走査回路

122、405 出力信号線

206 ビームスプリッタ 40

303 S-P変換部

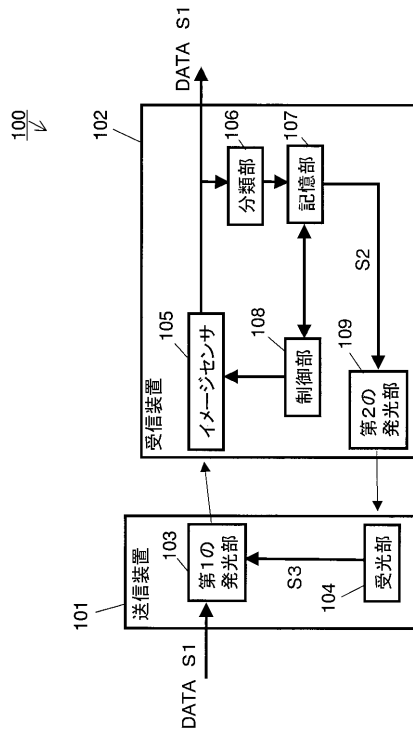
305 レンズ

306 PDアレイ部

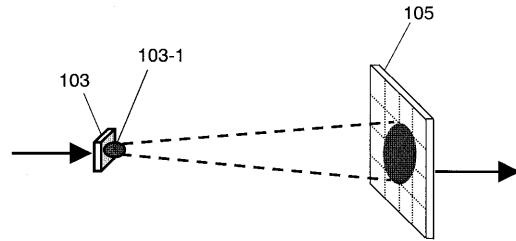
307 P-S変換部

— #1～#64 画素

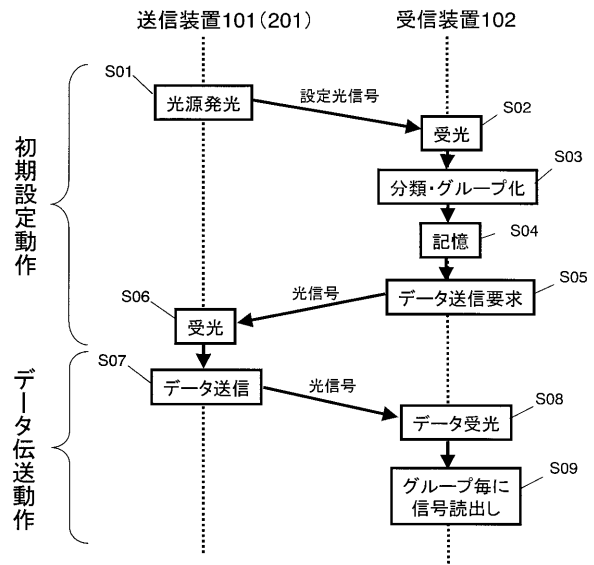
【図 1】



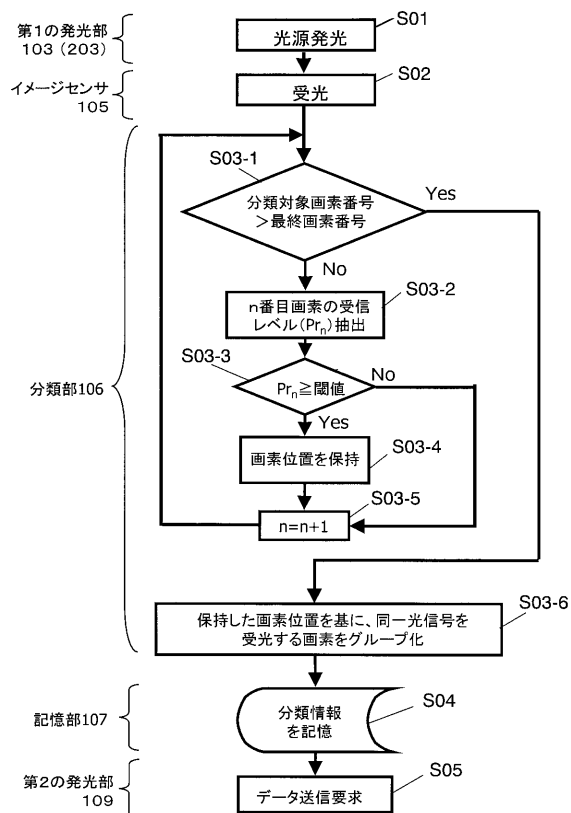
【図 2】



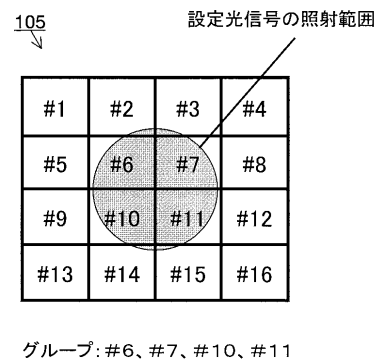
【図 3】



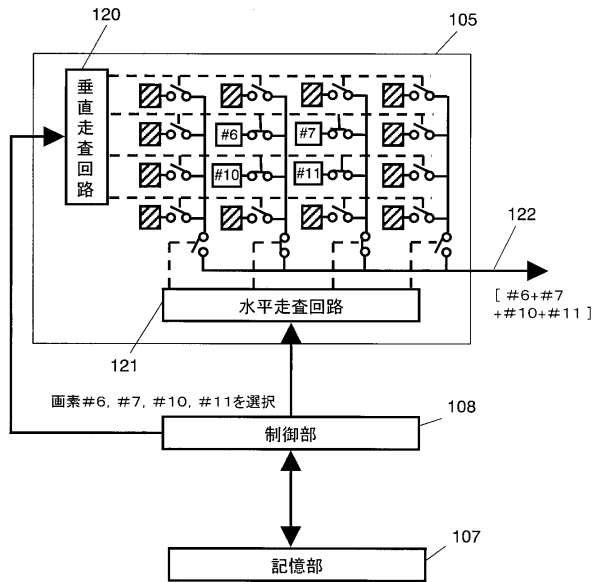
【図 4】



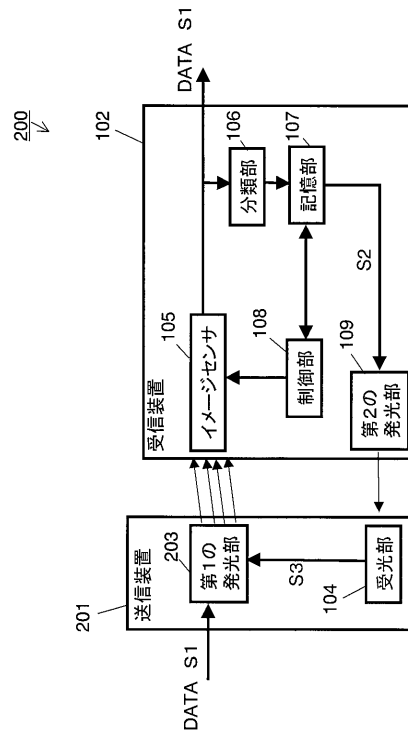
【図 5】



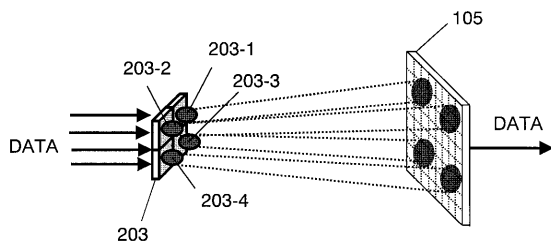
【図 6】



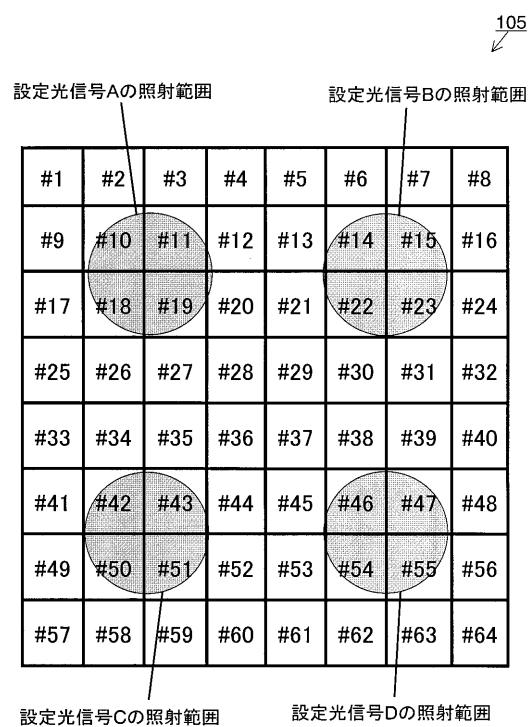
【図 7】



【図 8】

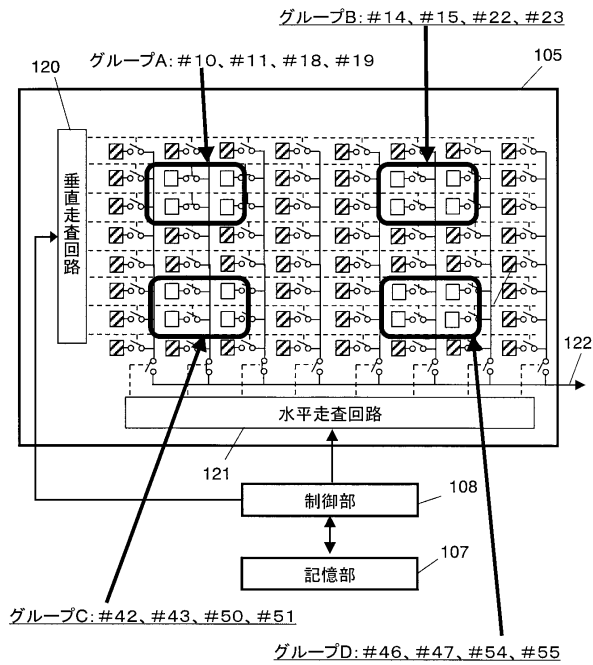


【図 9】

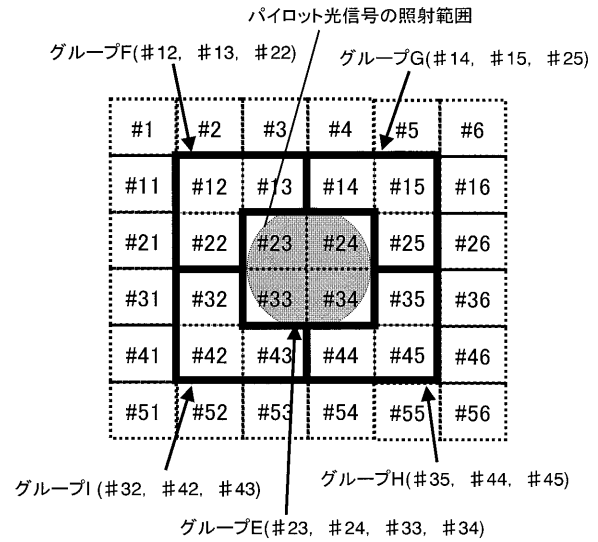


グループA: #10、#11、#18、#19
 グループB: #14、#15、#22、#23
 グループC: #42、#43、#50、#51
 グループD: #46、#47、#54、#55

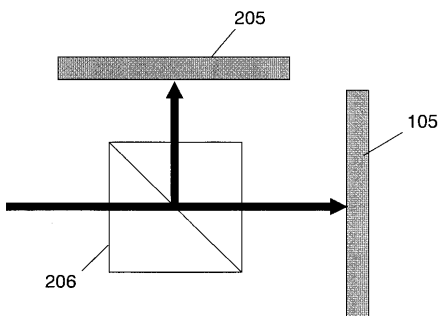
【図 10】



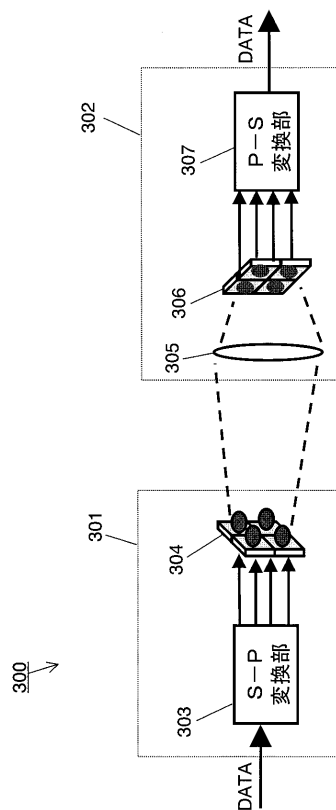
【図 1 1】



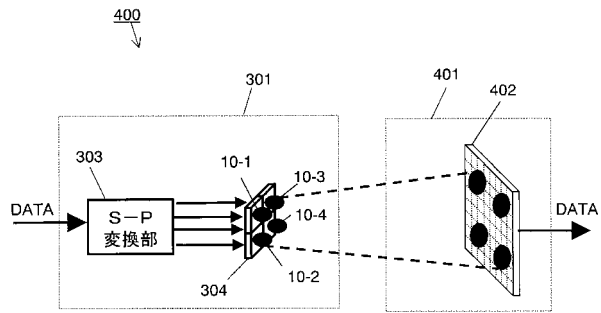
【図 1 2】



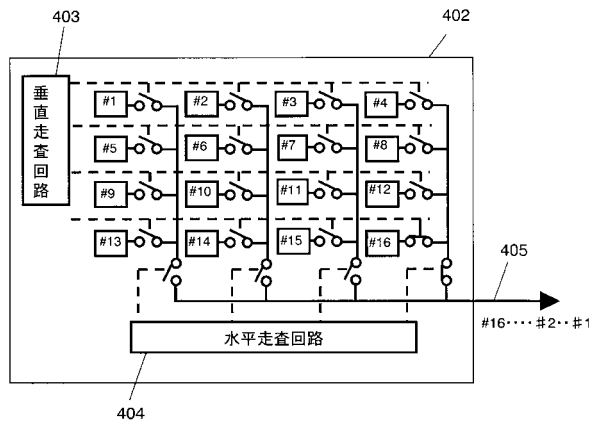
【图 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

(72)発明者 中曾 麻理子
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 工藤 一光

(56)参考文献 特開平08-204641 (JP, A)
特開平11-305892 (JP, A)
米国特許第05262871 (US, A)
特開2001-292107 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B10/00-10/28
H04J14/00-14/08