

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4999732号
(P4999732)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年5月25日(2012.5.25)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 Q 3/26 (2006.01) HO 1 Q 3/26 Z
 HO 1 Q 21/30 (2006.01) HO 1 Q 21/30

請求項の数 2 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-53458 (P2008-53458) (22) 出願日 平成20年3月4日(2008.3.4) (65) 公開番号 特開2009-212793 (P2009-212793A) (43) 公開日 平成21年9月17日(2009.9.17) 審査請求日 平成22年12月20日(2010.12.20)</p> <p>(出願人による申告)平成19年度、独立行政法人情報通信研究機構、「移動体向け超高速通信用衛星搭載ビーム形状可変マルチビームアンテナ装置の研究開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 (74) 代理人 100110423 弁理士 曾我 道治 (74) 代理人 100084010 弁理士 古川 秀利 (74) 代理人 100094695 弁理士 鈴木 憲七 (74) 代理人 100111648 弁理士 梶並 順 (74) 代理人 100122437 弁理士 大宅 一宏 (74) 代理人 100147566 弁理士 上田 俊一</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光制御型フェーズドアレーアンテナ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のマイクロ波信号を取り込む第1のマイクロ波信号入力端子と、
 第2のマイクロ波信号を取り込む第2のマイクロ波信号入力端子と、
 前記第1のマイクロ波信号の周波数だけ周波数偏移した第1の信号光と第1のローカル光とからなる2つのレーザ光を出力する第1の光源と、
 前記第2のマイクロ波信号の周波数だけ周波数偏移した第2の信号光と第2のローカル光とからなる2つのレーザ光を出力する第2の光源と、
 前記第1の信号光を所定のビーム幅に変換して第1の信号光ビームとして空間に出射する第1の信号光ビーム出射装置と、
 前記第2の信号光を所定のビーム幅に変換して第2の信号光ビームとして空間に出射する第2の信号光ビーム出射装置と、
 異なる領域に入力された前記第1および第2の信号光ビームを位相変調して所望の空間位相分布に変換する空間光位相変調器と、
 前記第1のローカル光を所定のビーム幅に変換して第1のローカル光ビームとして空間に出射する第1のローカル光ビーム出射装置と、
 前記第2のローカル光を所定のビーム幅に変換して第2のローカル光ビームとして空間に出射する第2のローカル光ビーム出射装置と、
 前記空間光位相変調器を介して出射された第1の信号光ビームと前記第1のローカル光ビーム出射装置から出射された第1のローカル光ビームとを同軸の光路に変換して第1の

合成ビーム光を出射するとともに、前記空間光位相変調器を介して出射された第2の信号光ビームと前記第2のローカル光ビーム出射装置から出射された第2のローカル光ビームとを同軸の光路に変換して第2の合成ビーム光を出射する光ビーム合成器と、

前記光ビーム合成器から出射された前記第1および第2の合成ビーム光を空間的にサンプリングする光ファイバアレーと、

前記光ファイバアレーの各ファイバで受光した前記第1および第2の合成ビーム光をヘテロダイン検波によりマイクロ波信号に変換する複数の光電変換器と、

前記複数の光電変換器から出力されたマイクロ波信号を空間に放射するアレーアンテナと

を備えた光制御型フェーズドアレーアンテナ装置であって、

前記アレーアンテナは、前記空間光位相変調器の異なる領域に対応して分割された第1および第2のサブアレーからなり、

前記第1および第2のサブアレーは、それぞれのマイクロ波信号を個別に放射することを特徴とする光制御型フェーズドアレーアンテナ装置。

【請求項2】

前記第1および第2のローカル光ビーム出射装置と前記光ビーム合成器との間に挿入された空間光強度変調器を備え、

前記空間光強度変調器は、異なる領域に入力された前記第1および第2のローカル光ビームを強度変調して所望の空間強度分布に変換することを特徴とする請求項1に記載の光制御型フェーズドアレーアンテナ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光制御型フェーズドアレーアンテナ装置に関し、特に光制御型マイクロ波位相形成装置の改良に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の光制御型フェーズドアレーアンテナ装置に用いられる光制御型マイクロ波位相制御装置は、マイクロ波信号の周波数だけ周波数が異なる第1と第2のビーム光を放射し、第1のビーム光を信号光ビームとして空間光変調器によりアレーアンテナの各アンテナ素子への給電振幅および位相分布に変換し、第2のビーム光をローカル光ビームとして、信号光ビームとローカル光ビームとを空間的に重ね合わせ、かつ空間的にサンプリングし、サンプリング光を光電変換器によるヘテロダイン検波によりマイクロ波信号に変換した後、アレーアンテナを用いて空間に放射するように構成されている（たとえば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】特開平7-202547号公報（図2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の光制御型フェーズドアレーアンテナ装置の光制御型マイクロ波位相制御装置は、空間光変調器の各素子で形成する振幅および位相信号とアレーアンテナの各素子への給電信号とが1対1に対応しているため、1つの空間光変調器では1つのマイクロ波位相波面しか形成することができず、複数のマイクロ波ビームを放射するアレーアンテナ用の給電信号を生成することができないという課題があった。

【0005】

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、1つの空間光変調器で複数のマイクロ波位相面を同時に形成することのできる光制御型フェーズドアレーアンテナ装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

この発明による光制御型フェーズドアレーアンテナ装置は、第1のマイクロ波信号を取り込む第1のマイクロ波信号入力端子と、第2のマイクロ波信号を取り込む第2のマイクロ波信号入力端子と、第1のマイクロ波信号の周波数だけ周波数偏移した第1の信号光と第1のローカル光とからなる2つのレーザ光を出力する第1の光源と、第2のマイクロ波信号の周波数だけ周波数偏移した第2の信号光と第2のローカル光とからなる2つのレーザ光を出力する第2の光源と、第1の信号光を所定のビーム幅に変換して第1の信号光ビームとして空間に出射する第1の信号光ビーム出射装置と、第2の信号光を所定のビーム幅に変換して第2の信号光ビームとして空間に出射する第2の信号光ビーム出射装置と、異なる領域に入力された第1および第2の信号光ビームを位相変調して所望の空間位相分布に変換する空間光位相変調器と、第1のローカル光を所定のビーム幅に変換して第1のローカル光ビームとして空間に出射する第1のローカル光ビーム出射装置と、第2のローカル光を所定のビーム幅に変換して第2のローカル光ビームとして空間に出射する第2のローカル光ビーム出射装置と、空間光位相変調器を介して出射された第1の信号光ビームと第1のローカル光ビーム出射装置から出射された第1のローカル光ビームとを同軸の光路に変換して第1の合成ビーム光を出射するとともに、空間光位相変調器を介して出射された第2の信号光ビームと第2のローカル光ビーム出射装置から出射された第2のローカル光ビームとを同軸の光路に変換して第2の合成ビーム光を出射する光ビーム合成器と、光ビーム合成器から出射された第1および第2の合成ビーム光を空間的にサンプリングする光ファイバアレーと、光ファイバアレーの各ファイバで受光した第1および第2の合成ビーム光をヘテロダイン検波によりマイクロ波信号に変換する複数の光電変換器と、複数の光電変換器から出力されたマイクロ波信号を空間に放射するアレーアンテナとを備えた光制御型フェーズドアレーアンテナ装置であって、アレーアンテナは、空間光位相変調器の異なる領域に対応して分割された第1および第2のサブアレーからなり、第1および第2のサブアレーは、それぞれのマイクロ波信号を個別に放射するものである。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

この発明によれば、1つの空間光変調器で複数のマイクロ波位相面を同時に形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 8 】

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1に係る光制御型フェーズドアレーアンテナ装置を示すブロック構成図である。

図1において、光制御型フェーズドアレーアンテナ装置は、第1および第2のマイクロ波変調光源10、20と、第1および第2のマイクロ波信号を個別に取り込む第1および第2のマイクロ波信号入力端子14、24とを備えている。

【 0 0 0 9 】

また、光制御型フェーズドアレーアンテナ装置は、第1および第2の信号光ビーム出射装置15、25と、空間光位相変調器30と、空間光位相変調器コントローラ31と、第1および第2のローカル光ビーム出射装置41、43と、光ビーム合成器50と、レンズアレー53と、光ファイバアレー54と、複数の光電変換器55と、複数のアンテナ素子からなるアレーアンテナ56とを備えている。

【 0 0 1 0 】

第1のマイクロ波変調光源10は、第1のマイクロ波信号入力端子14を介して入力された第1のマイクロ波信号の周波数だけ周波数偏移した第1の信号光と第1のローカル光とからなる2つのレーザ光を出力する。

同様に、第2のマイクロ波変調光源20は、第2のマイクロ波信号入力端子24を介して入力された第2のマイクロ波信号の周波数だけ周波数偏移した第2の信号光と第2のローカル光とからなる2つのレーザ光を出力する。

【 0 0 1 1 】

第 1 の信号光ビーム出射装置 1 5 は、第 1 の信号光を所定のビーム幅に変換して第 1 の信号光ビーム 1 6 として空間に出射する。

同様に、第 2 の信号光ビーム出射装置 2 5 は、第 2 の信号光を所定のビーム幅に変換して第 2 の信号光ビーム 2 6 として空間に出射する。

空間光位相変調器 3 0 は、空間光位相変調器コントローラ 3 1 の制御下で機能し、異なる領域に入力された第 1 および第 2 の信号光ビーム 1 6、2 6 を位相変調して所望の空間位相分布に変換する。

【 0 0 1 2 】

第 1 のローカル光ビーム出射装置 4 1 は、第 1 のローカル光を所定のビーム幅に変換して第 1 のローカル光ビーム 4 2 として空間に出射する。

同様に、第 2 のローカル光ビーム出射装置 4 3 は、第 2 のローカル光を所定のビーム幅に変換して第 2 のローカル光ビーム 4 4 として空間に出射する。

【 0 0 1 3 】

光ビーム合成器 5 0 は、空間光位相変調器 3 0 を介して出射された第 1 の信号光ビーム 1 7 と第 1 のローカル光ビーム出射装置 4 1 から出射された第 1 のローカル光ビーム 4 2 とを同軸の光路に変換して第 1 の合成ビーム光 B 1 を出射する。

また、光ビーム合成器 5 0 は、空間光位相変調器 3 0 を介して出射された第 2 の信号光ビーム 2 7 と第 2 のローカル光ビーム出射装置 4 3 から出射された第 2 のローカル光ビーム 4 4 とを同軸の光路に変換して第 2 の合成ビーム光 B 2 を出射する。

【 0 0 1 4 】

光ファイバアレー 5 4 は、光ビーム合成器 5 0 から出射された第 1 および第 2 の合成ビーム光 B 1、B 2 を空間的にサンプリングし、複数の光電変換器 5 5 は、光ファイバアレー 5 4 の各ファイバで受光した第 1 および第 2 の合成ビーム光 B 1、B 2 をヘテロダイン検波によりマイクロ波信号に変換する。

アレーアンテナ 5 6 は、第 1 のマイクロ波ビーム 6 1 を形成する第 1 のサブアレー 5 7 と、第 2 のマイクロ波ビーム 6 2 を形成する第 2 のサブアレー 5 8 とからなり、複数の光電変換器 5 5 から出力されたマイクロ波信号を空間に放射する。

【 0 0 1 5 】

次に、図 1 に示したこの発明の実施の形態 1 に係る光制御型フェーズドアレーアンテナ装置の動作について説明する。

まず、第 1 のマイクロ波変調光源 1 0 は、連続波 (C W) 光からなる第 1 のローカル光と、第 1 のローカル光に対して第 1 のマイクロ波信号の周波数だけ周波数がオフセットされた第 1 の信号光との 2 成分のレーザ光を出力する。

同様に、第 2 のマイクロ波変調光源 2 0 は、第 2 のマイクロ波信号に基づき、第 2 の信号光および第 2 のローカル光を出力する。

【 0 0 1 6 】

このようなマイクロ波変調光源 1 0、2 0 は、たとえば、レーザ、M a c h - Z e h n d e r 型光変調器 (M Z 変調器)、光波長フィルタなどを組み合わせることにより実現することができる。すなわち、レーザから出射された C W 光を M Z 変調器で変調することにより、C W 光に対してマイクロ波周波数だけオフセットされた側帯波が生成される。この側帯波と C W 光とを光波長フィルタで分離させることにより、信号光とローカル光とからなる 2 光波を出力させることができる。

【 0 0 1 7 】

各マイクロ波変調光源 1 0、2 0 からの第 1 および第 2 の信号光は、それぞれ、光ファイバやレンズなどで構成された第 1 および第 2 の信号光ビーム出射装置 1 5、2 5 を介して、所定のビーム幅の信号光ビーム 1 6、2 6 に変換され、空間光位相変調器 3 0 上の異なる領域に入力される。

【 0 0 1 8 】

空間光位相変調器 3 0 上の異なる領域に入力された第 1 および第 2 の信号光ビーム 1 6

10

20

30

40

50

、26は、それぞれ、空間光位相変調器コントローラ31からの制御信号に応じて空間的に位相が変調され、所望の空間位相分布に変換された信号光ビーム17および27として空間光位相変調器30から出射される。なお、空間光位相変調器30としては、たとえば液晶素子などが適用される。

空間光位相変調器30から出射された第1、第2の信号光ビーム17、27は、光ビーム合成器50を介して、後述するように第1および第2の合成ビーム光B1、B2となり、光ファイバアレー54に入射される。

【0019】

一方、各マイクロ波変調光源10、20から出射された第1および第2のローカル光は、それぞれ、光ファイバやレンズなどで構成される第1および第2のローカル光ビーム出射装置41、43を介して、所定のビーム幅の第1および第2のローカル光ビーム42、44に変換される。

10

【0020】

第1のおよび第2のローカル光ビーム42、44は、光ビーム合成器50において、それぞれ、第1および第2の信号光ビーム17、27と空間的に重ね合わされ、各信号光ビーム17、27とともに第1および第2の合成ビーム光B1、B2に変換され、光ファイバアレー54に入射されて空間的にサンプリングされる。

ここで、第1のローカル光ビーム42は、第1の信号光ビーム17と重ね合わされ、第2のローカル光ビーム44は、第2の信号光ビーム27と重ね合わされる。

【0021】

20

なお、ここでは、光ファイバアレー54の入射端側にレンズアレー53を設け、光ファイバアレー54を構成する各光ファイバへの入力光の結合効率を高めているが、光ファイバアレー54に入射される第1および第2の合成ビーム光B1、B2の光量が十分な場合には、レンズアレー53を省略してもよい。

【0022】

光ファイバアレー54内の各光ファイバに入射された第1および第2の合成ビーム光B1、B2（信号光およびローカル光）は、各光ファイバ中を伝搬し、光ファイバの後段に接続された各光電変換器55に入力される。

各光電変換器55に入力された第1および第2の合成ビーム光B1、B2は、ヘテロダイン検波によりマイクロ波信号に変換されて出力される。

30

各光電変換器55から出力されたマイクロ波信号は、アレーアンテナ56内の各アンテナ素子に入力され、第1および第2のマイクロ波ビーム61、62となって空間に放射される。

【0023】

なお、各光電変換器55とアレーアンテナ56内のアンテナ素子との間には、マイクロ波信号の強度を調整するための増幅器や減衰器などを設けてもよく、また、信号帯域を制限するための帯域フィルタなどを設けてもよい。

【0024】

次に、各光電変換器55から出力されるマイクロ波信号について具体的に説明する。

ここで、光電変換器55に入力された信号光Sの周波数を f_{S1} 、ローカル光Lの周波数を f_{L1} とする。ただし、 $|f_{L1} - f_{S1}|$ は、第1または第2のマイクロ波信号の周波数(f_{m1})である。

40

【0025】

空間光位相変調器30による各信号光ビーム16、26への位相変調量を1とすると、各光電変換器55に入力される信号光Sおよびローカル光L（第1および第2の合成ビーム光B1、B2に含まれる）は、以下の式(1)、式(2)で表される。

【0026】

$$S = \cos \{ 2 \pi (f_{S1}) t + \phi_1 \} \quad \dots (1)$$

$$L = \cos \{ 2 \pi (f_{L1}) t \}$$

$$= \cos \{ 2 \pi (f_{S1} - f_{m1}) t \} \quad \dots (2)$$

50

【 0 0 2 7 】

ただし、式(1)、式(2)において、振幅は「1」、初期位相は「0」とする。

各光電変換器55からは、以下の式(3)のように表される上記2つの成分の差Dが出力される。

【 0 0 2 8 】

$$D = \cos \{ 2 (f s 1) t + 1 \} - \cos \{ 2 (f s 1 - f m 1) t \} \\ = \cos (2 (f m 1) t + 1) \cdots (3)$$

【 0 0 2 9 】

このように、光電変換器55においては、各マイクロ波変調光源10、20に入力されるマイクロ波信号の周波数 f_{m1} に基づき、空間光位相変調器30で変調した位相量1のマイクロ波信号が生成される。 10

したがって、アレーアンテナ56の各アンテナ素子に給電されるマイクロ波信号の位相分布は、空間光位相変調器30で変調した位相分布と同一となる。

【 0 0 3 0 】

以上のように、この発明の実施の形態1(図1)によれば、第1の信号光および第2の信号光を空間的に分離して、空間光位相変調器30により別々の領域で位相変調を行い、位相変調された第1の信号光ビーム17と第1のローカル光ビーム42との第1の合成ビーム光B1が入射される光ファイバ、光電変換器およびアンテナ素子と、位相変調された第2の信号光ビーム27と第2のローカル光ビーム44との第2の合成ビーム光B2が入射される光ファイバ、光電変換器およびアンテナ素子と、を分離しているため、第1および第2の合成ビーム光B1、B2をそれぞれ独立に制御することが可能となる。 20

【 0 0 3 1 】

したがって、アレーアンテナ56内の第1のサブアレー57により第1のマイクロ波ビーム61が形成され、アレーアンテナ56内の第2のサブアレー58により第2のマイクロ波ビーム62を形成することができる。

【 0 0 3 2 】

このように、空間光位相変調器30内の異なる領域で、第1および第2の信号光ビーム16、26の位相分布を独立に制御し、アレーアンテナ56の開口を複数(第1および第2)のサブアレー57、58に分割して使用することにより、アレーアンテナ56から複数(第1および第2)のマイクロ波ビーム61、62を放射させ、かつ複数のマイクロ波ビーム61、62を独立に制御することが可能となる。 30

【 0 0 3 3 】

実施の形態2 .

なお、上記実施の形態1(図1)では、信号光ビーム側のみ空間光位相変調器30を設けたが、図2のように、ローカル光ビーム側に空間光強度変調器32を設けてもよい。

図2はこの発明の実施の形態2に係る光制御型フェーズドアレーアンテナ装置を示すブロック構成図であり、前述(図1参照)と同様のものについては、前述と同一符号を付して詳述を省略する。

【 0 0 3 4 】

図2においては、前述(図1)の構成に加えて、空間光強度変調器32と空間光強度変調器コントローラ33とが設けられている。 40

すなわち、第1および第2のローカル光ビーム出射装置41、43と光ビーム合成器50との間には、空間光強度変調器コントローラ33の制御下で機能する空間光強度変調器32が挿入されている。

空間光強度変調器32は、異なる領域に入力された第1および第2のローカル光ビーム42、44を強度変調し、所望の空間強度分布に変換した第1および第2のローカル光ビーム45、46として出射する。

【 0 0 3 5 】

次に、図2に示したこの実施の形態2に係る光制御型フェーズドアレーアンテナ装置の動作について説明する。 50

前述と同様に、第1および第2のマイクロ波変調光源10、20から出射された第1および第2のローカル光は、第1および第2のローカル光ビーム出射装置41、43を介して所定のビーム幅に変換され、第1および第2のローカル光ビーム42、44となる。

【0036】

続いて、第1および第2のローカル光ビーム42、44は、空間光強度変調器32上の異なる領域に入力される。

空間光強度変調器32は、空間光強度変調器コントローラ33からの制御信号に応じて、第1および第2のローカル光ビーム42、44を空間的に強度変調し、所望の空間強度分布に変換されたローカル光ビーム45および46として出射する。

なお、空間光強度変調器32としては、空間光位相変調器30と同様に、液晶素子などが適用され得る。

【0037】

以下、空間光強度変調器32から出射された第1、第2のローカル光ビーム45、46は、前述の実施の形態1と同様に、光ビーム合成器50に入射され、それぞれ、第1および第2の信号光ビーム17、27と空間的に合成されて、第1および第2の合成ビーム光B1、B2となり、光ファイバレー54において空間的にサンプリングされる。

【0038】

光ファイバレー54で受光された第1および第2の合成ビーム光B1、B2（信号光およびローカル光）は、各光電変換器55でのヘテロダイン検波によりマイクロ波に変換される。

このとき、各光電変換器55で生成されるマイクロ波信号の強度は、信号光とローカル光との強度の積となるので、空間光強度変調器32によりローカル光ビーム45、46の強度分布を制御することにより制御することができる。

【0039】

これにより、アレーアンテナ56の各アンテナ素子に給電されるマイクロ波信号の強度分布が制御可能となるので、第1および第2のアンテナ放射ビーム61、62のサイドローブ制御、ビーム幅制御など、ビーム形状に対する柔軟性を向上させることができる。

【0040】

なお、上記実施の形態1、2では、2つのマイクロ波変調光源10、20を用いて2つの光ビームを発生させたが、3つ以上のマイクロ波変調光源（図示せず）を用いて、図1および図2と同様の空間光位相変調器30、空間光強度変調器32、光電変換器55、アレーアンテナ56を、それぞれ3つ以上の空間に分割することにより、3つ以上のマルチビームを実現可能なことは言うまでもない。

【0041】

また、透過型の空間光位相変調器30および空間光強度変調器32を用いたが、それぞれ、反射型の空間光変調器を用いてもよく、前述と同等の作用効果を奏することは言うまでもない。

さらに、空間光位相変調器30、空間光強度変調器32およびアレーアンテナ56などを1次元方向（図1、図2中の縦方向）に分割した例を示したが、2次的に分割してもよいことは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】この発明の実施の形態1に係る光制御型フェーズドアレーアンテナ装置を示すブロック構成図である。

【図2】この発明の実施の形態2に係る光制御型フェーズドアレーアンテナ装置を示すブロック構成図である。

【符号の説明】

【0043】

10 第1のマイクロ波変調光源（第1の光源）、20 第2のマイクロ波変調光源（第2の光源）、14 第1のマイクロ波信号入力端子、24 第2のマイクロ波信号入力

10

20

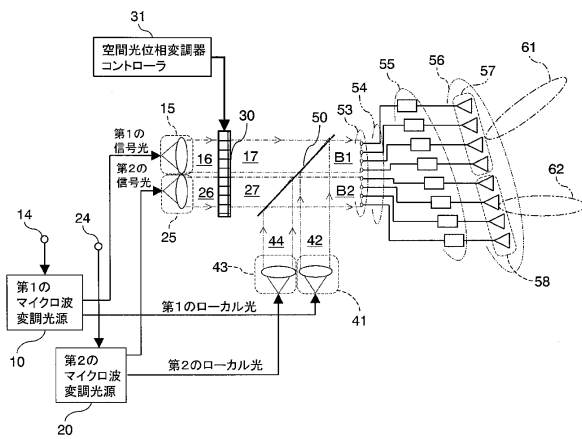
30

40

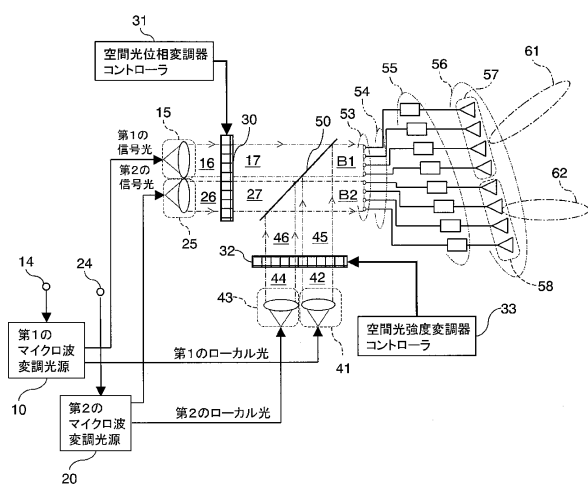
50

端子、15 第1の信号光ビーム出射装置、25 第2の信号光ビーム出射装置、16、17 第1の信号光ビーム、26、27 第2の信号光ビーム、30 空間光位相変調器、31 空間光位相変調器コントローラ、32 空間光強度変調器、33 空間光強度変調器コントローラ、41 第1のローカル光ビーム出射装置、43 第2のローカル光ビーム出射装置、42、45 第1のローカル光ビーム、44、46 第2のローカル光ビーム、50 光ビーム合成器、B1 第1の合成ビーム光、B2 第2の合成ビーム光、54 光ファイバアレー、55 光電変換器、56 アレーアンテナ。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (72)発明者 秋山 智浩
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
- (72)発明者 平野 嘉仁
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

審査官 吉村 美香

- (56)参考文献 国際公開第2005/004324(WO, A1)
特開2003-347826(JP, A)
特開2007-174377(JP, A)
特開平06-276017(JP, A)
特開平10-233615(JP, A)
特開2005-354388(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H01Q | 3/26 |
| H01Q | 21/30 |