

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6584727号  
(P6584727)

(45) 発行日 令和1年10月2日(2019.10.2)

(24) 登録日 令和1年9月13日(2019.9.13)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 Q 21/06 (2006.01) HO 1 Q 21/06  
 HO 1 P 5/107 (2006.01) HO 1 P 5/107  
 HO 1 Q 3/30 (2006.01) HO 1 Q 3/30

請求項の数 16 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2019-519056 (P2019-519056)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成30年1月31日 (2018.1.31)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2018/003212		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02018/211747	(74) 代理人	100123434
(87) 国際公開日	平成30年11月22日 (2018.11.22)		弁理士 田澤 英昭
審査請求日	令和1年6月24日 (2019.6.24)	(74) 代理人	100101133
(31) 優先権主張番号	PCT/JP2017/018872		弁理士 濱田 初音
(32) 優先日	平成29年5月19日 (2017.5.19)	(74) 代理人	100199749
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		弁理士 中島 成
早期審査対象出願		(74) 代理人	100197767
			弁理士 辻岡 将昭
		(74) 代理人	100201743
			弁理士 井上 和真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アレーアンテナ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の壁面に複数のプローブ挿入用孔が施され、前記第1の壁面と対向している第2の壁面に複数の接続軸挿入用孔が施されている導波路と、

前記複数のプローブ挿入用孔のそれぞれに挿入されており、一端に複数の円偏波素子アンテナの中のいずれか1つが接続されている複数の給電プローブと、

前記複数の接続軸挿入用孔のそれぞれに挿入されており、一端が前記複数の給電プローブの他端とそれぞれ接続されている複数の接続軸と、

一端が前記複数の接続軸の他端とそれぞれ接続されている複数の回転軸と、

前記複数の回転軸のそれぞれを回転させる複数の回転装置と、

前記複数の回転装置の回転を個別に制御する制御装置と

を備えたアレーアンテナ装置。

【請求項 2】

前記導波路は、矩形導波管であり、

前記矩形導波管は、2つの広壁面と、面積が前記広壁面の面積以下である2つの狭壁面とを有しており、

前記第1の壁面は、前記2つの広壁面のうちの一方の広壁面であり、

前記第2の壁面は、前記2つの広壁面のうちの他方の広壁面であることを特徴とする請求項1記載のアレーアンテナ装置。

【請求項 3】

前記導波路の端部に短絡壁が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 4】

前記短絡壁に電波吸収体が設けられていることを特徴とする請求項 3 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 5】

前記導波路における前記第 1 の壁面及び前記第 2 の壁面のそれぞれが円形の平板であり、前記導波路がラジアルライン導波路であることを特徴とする請求項 1 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 6】

前記導波路の側壁として、短絡壁が設けられていることを特徴とする請求項 5 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 7】

前記短絡壁に電波吸収体が設けられていることを特徴とする請求項 6 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 8】

前記導波路における前記第 1 の壁面及び前記第 2 の壁面のそれぞれが矩形の平板であり、前記導波路が平行平板導波路であることを特徴とする請求項 1 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 9】

前記導波路の側壁として、短絡壁が設けられていることを特徴とする請求項 8 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 10】

前記短絡壁に電波吸収体が設けられていることを特徴とする請求項 9 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 11】

前記複数の円偏波素子アンテナからそれぞれ放射された円偏波を直線偏波に変換して、前記直線偏波を空間に出力し、空間から到来してきた直線偏波を円偏波に変換して、変換した円偏波を前記複数の円偏波素子アンテナのそれぞれに出力する偏波変換板を備えていることを特徴とする請求項 1 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 12】

前記複数の円偏波素子アンテナのそれぞれは、ヘリカルアンテナ、パッチアンテナ、スパイラルアンテナ又はカーンアンテナであることを特徴とする請求項 1 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 13】

前記複数のプローブ挿入用孔のそれぞれに挿入されており、前記複数の接続軸のそれぞれと一体形成されている複数の絶縁体を備え、

前記複数の絶縁体のそれぞれは、

前記複数の円偏波素子アンテナの中のいずれか 1 つが導体パターンとして表面に施されているアンテナ部と、

前記複数の給電プローブの中のいずれか 1 つが導体パターンとして表面に施されており、前記複数の接続軸の中のいずれか 1 つと軸を一体形成している軸部とを備えていることを特徴とする請求項 1 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 14】

前記複数の絶縁体のそれぞれに含まれる軸部には、長手方向が軸方向の溝が施されており、

前記複数の給電プローブとしての導体パターンが、前記軸部に施されている溝の底面にそれぞれ施されていることを特徴とする請求項 13 記載のアレーンテナ装置。

【請求項 15】

前記溝の底面の位置が、前記接続軸の回転中心の位置であることを特徴とする請求項 1

10

20

30

40

50

4 記載のアレーアンテナ装置。

【請求項 16】

前記複数の給電プローブとしての導体パターンが、前記軸部における外周面の一部又は全体をそれぞれ囲んでいることを特徴とする請求項 13 記載の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、複数の円偏波素子アンテナを備えているアレーアンテナ装置に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

近年、無線通信又はレーダの高機能化及び高性能化に対応するため、無線通信又はレーダに適用されるアンテナ装置として、放射パターンの走査又は指向性の制御が可能なフェーズドアレーアンテナが広く使用されている。

フェーズドアレーアンテナは、複数の素子アンテナが配列され、複数の素子アンテナのそれぞれに移相器が接続されているアレーアンテナ装置である。

フェーズドアレーアンテナの移相器として、ダイオード又はトランジスタなどの半導体スイッチを用いて、伝送線路を切り替えることで、素子アンテナの放射位相を変更するデジタル移相器が広く用いられる。

デジタル移相器は、チップ化することで小型化が可能である。また、デジタル移相器は、電子的に通過位相を制御できるため、制御が容易である。

20

しかしながら、デジタル移相器は、伝送線路上に多数の半導体スイッチを設ける必要があるため、通過損失が大きくなるデメリットがある。

【0003】

以下の特許文献 1 には、デジタル移相器を用いずに、複数の素子アンテナの放射位相を制御するアレーアンテナ装置が開示されている。

特許文献 1 が開示されているアレーアンテナ装置は、平行な金属平板で構成された導波路を備えており、導波路を構成している平行な金属平板には複数の穴が設けられている。

複数の円偏波素子アンテナの中心軸は、絶縁性のカップリングを介して、金属平板に設けられている穴に挿入されることで、平行な金属平板を貫通している。

30

また、複数の円偏波素子アンテナの中心軸は、アンテナの背面に設けられている歯車に取り付けられており、歯車は、モータによって回転するウォーム軸と噛み合うように配置されている。

これにより、アレーアンテナ装置の製造後、あるいは、アレーアンテナ装置を用いる通信システム又はレーダーシステムの運用中に、モータがウォーム軸を回転させることで、複数の円偏波素子アンテナを同じ方向に同じ速度で一斉に回転させることができる。

複数の円偏波素子アンテナを回転させることで、複数の円偏波素子アンテナの基準位相方向を調整することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0004】

【特許文献 1】特開平 11 - 317619 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来のアレーアンテナ装置は以上のように構成されているので、アレーアンテナ装置の製造後、あるいは、アレーアンテナ装置を用いる通信システム又はレーダーシステムの運用中に、複数の円偏波素子アンテナの基準位相方向を調整することができる。しかし、複数の円偏波素子アンテナは、同じ方向に同じ速度で一斉に回転するため、基準位相方向が変わるだけであり、複数の円偏波素子アンテナの位相を個別に調整することができない。

50

そのため、アレーアンテナ装置の励振位相分布は変わらないので、所望の放射パターンを形成することができないという課題があった。

【0006】

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、複数の円偏波素子アンテナの位相を個別に調整することができる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】

【0007】

この発明に係るアレーアンテナ装置は、第1の壁面に複数のプローブ挿入用孔が施され、第1の壁面と対向している第2の壁面に複数の接続軸挿入用孔が施されている導波路と、複数のプローブ挿入用孔のそれぞれに挿入されており、一端に複数の円偏波素子アンテナの中のいずれか1つが接続されている複数の給電プローブと、複数の接続軸挿入用孔のそれぞれに挿入されており、一端が複数の給電プローブの他端とそれぞれ接続されている複数の接続軸と、一端が複数の接続軸の他端とそれぞれ接続されている複数の回転軸と、複数の回転軸のそれぞれを回転させる複数の回転装置と、複数の回転装置の回転を個別に制御する制御装置とを設けたものである。

【発明の効果】

【0008】

この発明によれば、複数の円偏波素子アンテナの位相を個別に調整することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】この発明の実施の形態1によるアレーアンテナ装置を示す斜視図である。

【図2】図1のアレーアンテナ装置におけるA-A断面図である。

【図3】この発明の実施の形態2によるアレーアンテナ装置を示す斜視図である。

【図4】図3のアレーアンテナ装置におけるA-A断面図である。

【図5】この発明の実施の形態2による他のアレーアンテナ装置を示す斜視図である。

【図6】図5のアレーアンテナ装置におけるA-A断面図である。

【図7】この発明の実施の形態3によるアレーアンテナ装置を示す断面図である。

【図8】この発明の実施の形態4によるアレーアンテナ装置を示す断面図である。

【図9】図8に示すアレーアンテナ装置における絶縁体50及び接続軸6を示す斜視図である。

【図10】この発明の実施の形態5によるアレーアンテナ装置における絶縁体50及び接続軸6を示す断面図である。

【図11】図10に示すアレーアンテナ装置における絶縁体50及び接続軸6を示す斜視図である。

【図12】この発明の実施の形態5による他のアレーアンテナ装置における絶縁体50及び接続軸6を示す断面図である。

【図13】図12に示すアレーアンテナ装置における絶縁体50及び接続軸6を示す斜視図である。

【図14】この発明の実施の形態5による他のアレーアンテナ装置における絶縁体50及び接続軸6を示す断面図である。

【図15】図14に示すアレーアンテナ装置における絶縁体50及び接続軸6を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

【0011】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1によるアレーアンテナ装置を示す斜視図である。

10

20

30

40

50

図 2 は、図 1 のアレーアンテナ装置における A - A 断面図である。

図 1 及び図 2 において、導波路 1 は、2 つの広壁面と、広壁面よりも面積が狭い 2 つの狭壁面とを有する矩形導波管である。

2 つの広壁面は対向しており、2 つの広壁面のうちの一方の広壁面は、第 1 の壁面 1 a であり、2 つの広壁面のうちの他方の広壁面は、第 2 の壁面 1 b である。

2 つの狭壁面は対向しており、2 つの狭壁面のうちの一方の狭壁面は、側壁 1 c であり、2 つの狭壁面のうちの他方の狭壁面は、側壁 1 d である。

図 1 では、導波路 1 が、2 つの広壁面と、2 つの狭壁面とを有する例を示しているが、2 つの広壁面と、2 つの狭壁面とが同じ面積であってもよい。

また、導波路 1 は、高周波信号が入出力される給電端子 1 e を有しており、給電端子 1 e と対向している導波路 1 の端部には、短絡壁 1 f が設けられている。

#### 【 0 0 1 2 】

プローブ挿入用孔 2 は、円偏波素子アンテナ 4 の給電プローブ 5 を挿入できるように、導波路 1 の第 1 の壁面 1 a に施されている穴である。

図 1 では、円偏波素子アンテナ 4 の素子配列に対応するように、複数のプローブ挿入用孔 2 が所定の間隔で第 1 の壁面 1 a に施されている。

プローブ挿入用孔 2 の穴径は、導波路 1 内を伝搬する高周波信号の波長と比べて十分小さい大きさである。

接続軸挿入用孔 3 は、接続軸 6 を挿入できるように、導波路 1 の第 2 の壁面 1 b に施されている穴である。

接続軸挿入用孔 3 の穴径は、導波路 1 内を伝搬する高周波信号の波長と比べて十分小さい大きさである。

#### 【 0 0 1 3 】

円偏波素子アンテナ 4 は、導線が螺旋形状しているヘリカルアンテナであり、円偏波素子アンテナ 4 の末端には、給電プローブ 5 が接続されている。

給電プローブ 5 は、一端が円偏波素子アンテナ 4 の末端と接続されている導体であり、導波路 1 の第 1 の壁面 1 a に施されているプローブ挿入用孔 2 に挿入されている。

給電プローブ 5 における導波路 1 の内部への挿入長は、アレーアンテナ装置の励振振幅分布と、導波路 1 の給電端子 1 e におけるインピーダンス特性とに基づいて決定される。

#### 【 0 0 1 4 】

接続軸 6 は、例えば誘電体などの絶縁体で形成されている。

接続軸 6 は、導波路 1 の第 2 の壁面 1 b に施されている接続軸挿入用孔 3 に挿入されており、一端が給電プローブ 5 の他端と接続されている。

給電プローブ 5 と接続軸 6 との接続方法としては、例えば、接続軸 6 にネジ穴を設けて、給電プローブ 5 に雄ネジを設けることで、給電プローブ 5 と接続軸 6 とをネジ止めする方法が考えられる。

また、接続軸 6 に嵌め合い穴を設けて、給電プローブ 5 を接続軸 6 の嵌め合い穴に圧入する方法が考えられる。

また、接続軸 6 上に給電プローブ 5 を構成する導体パターンを形成する方法が考えられる。

#### 【 0 0 1 5 】

回転軸 7 は、金属導体で形成されており、一端が接続軸 6 の他端と接続されている。

接続軸 6 と回転軸 7 との接続方法は、給電プローブ 5 と接続軸 6 との接続方法と同様である。

接続軸 6 と回転軸 7 との接続位置は、導波路 1 の外部である。

#### 【 0 0 1 6 】

回転装置 8 は、例えば、直流モータ、交流モータ、ステッピングモータなどの電動機で実現される。

回転装置 8 は、回転軸 7 を回転させることで、円偏波素子アンテナ 4 を回転させる。

制御装置 9 は、回転駆動装置 10 及び回転制御装置 11 を備えており、複数の回転装置

10

20

30

40

50

8の回転を個別に制御する装置である。

【0017】

回転駆動装置10は、例えば、半導体集積回路、通信機器などのネットワークインタフェース、電源回路、駆動電流発生回路などで実現されるモータドライバである。

回転駆動装置10は、回転制御装置11から出力された指令値に対応する駆動電流を回転装置8に出力することで、回転軸7が所定の角度まで回転するように回転装置8を駆動する。

回転制御装置11は、例えば、RAM(Random Access Memory)又はハードディスクなどの記憶装置、CPU(Central Processing Unit)を実装している半導体集積回路又はワンチップマイコン、キーボード又はマウスなどのユーザインタフェース及び通信機器などのネットワークインタフェースを備えている。

10

回転制御装置11は、例えば、ユーザインタフェースによって入力された情報、あるいは、記憶装置に記憶された情報に基づいて、回転軸7の回転角度などを算出し、ネットワークインタフェースを通じて、算出した回転角度などを示す指令値を回転駆動装置10に出力する。

【0018】

次に動作について説明する。

導波路1における第1の壁面1a及び第2の壁面1bの面積のそれぞれは、側壁1c及び側壁1dのそれぞれの面積以上である。

20

このため、導波路1の給電端子1eから高周波信号が導波路1内に入力されると、導波路1の内部には、側壁1c、1dの壁面に平行な電界を主に有する電磁界分布が生じる。

【0019】

円偏波素子アンテナ4の給電プローブ5は、導波路1の側壁1c、1dと略平行に導波路1の内部に挿入されているので、導波路1の内部に生じている電界と結合を生じる。

その結果、給電プローブ5には、電流が流れるため、円偏波素子アンテナ4に電力が供給される。これにより、円偏波素子アンテナ4から円偏波が空間に放射される。

このとき、各々の円偏波素子アンテナ4から放射される円偏波の素子間位相差は、各々の給電プローブ5に流れる電流の位相差と、各々の円偏波素子アンテナ4の物理的な回転角の差とによって定められる。

30

各々の給電プローブ5に流れる電流の位相差は、導波路1の内部の電磁界分布と、各々の円偏波素子アンテナ4の位置とによって決まり、理論的手法、あるいは、電磁界シミュレーションなどによって求めることが可能である。

【0020】

各々の円偏波素子アンテナ4は、給電プローブ5及び接続軸6を介して、各々の回転軸7と接続され、各々の回転軸7は、各々の回転装置8と接続されている。

このため、制御装置9は、各々の回転装置8を個別に制御することで、各々の円偏波素子アンテナ4の回転角を個別に制御することができる。

【0021】

制御装置9の回転制御装置11は、所望の放射パターンを実現するためのアレーアンテナ装置の励振位相分布を算出する。

40

アレーアンテナ装置の励振位相分布は、例えば、ユーザインタフェースによって入力された情報、あるいは、記憶装置に記憶された情報から算出することができる。励振位相分布の算出処理自体は、公知の技術であるため、詳細な説明は省略する。

励振位相分布の算出に用いる情報として、例えば、高周波信号の周波数に関する情報、複数の円偏波素子アンテナ4の配列に関する情報、給電プローブ5における導波路1の内部への挿入長に関する情報、所望の放射パターンに関する情報又は放射パターンの切り替え速度に関する情報などがある。所望の放射パターンに関する情報としては、ビーム走査方向、サイドローブ又はヌルなどに関する条件などが該当する。

【0022】

50

また、回転制御装置 11 は、各々の給電プローブ 5 に流れる電流の位相差を考慮して、励振位相分布に対応する回転軸 7 の回転角度を算出するとともに、所定の放射パターンの切り替え時間に対応する回転軸 7 の回転速度を算出する。

励振位相分布に対応する回転軸 7 の回転角度と、回転軸 7 の回転速度とを算出する処理自体は、公知の技術であるため、詳細な説明は省略する。

回転制御装置 11 は、ネットワークインタフェースを通じて、算出した回転軸 7 の回転角度と回転軸 7 の回転速度とを示す指令値を回転駆動装置 10 に出力する。

回転駆動装置 10 は、回転制御装置 11 から出力された指令値に基づいて、各々の回転軸 7 を回転駆動させるために必要な駆動電流を生成し、生成した駆動電流を各々の回転装置 8 に出力する。

10

#### 【0023】

この結果、各々の円偏波素子アンテナ 4 は、回転制御装置 11 によって算出された回転角度及び回転速度で、それぞれ個別に回転されることで、所望の放射パターンの実現に必要な励振位相分布に対応する角度配置になる。

これにより、各々の円偏波素子アンテナ 4 から放射される円偏波の素子間位相差は、上記の励振位相分布と同一となるため、所望の放射パターンが実現される。

#### 【0024】

所望の放射パターンの実現は、アレーアンテナ装置の製造後、あるいは、アレーアンテナ装置を用いる通信システム又はレーダーシステムの運用中においても、回転制御装置 11 からの指令値を適宜変更することで可能である。これは、回転制御装置 11 のユーザインタフェースからの入力値を適宜変更する、あるいは、回転制御装置 11 の記憶装置に記憶されている情報を適宜読み替えることで可能である。

20

#### 【0025】

導波路 1 内を伝搬する高周波信号は、導波路 1 の第 2 の壁面 1 b に施されている接続軸挿入用孔 3 から少なからず外部に漏洩する。

ただし、接続軸挿入用孔 3 の穴径は、導波路 1 内を伝搬する高周波信号の波長と比べて十分小さい大きさであるため、接続軸挿入用孔 3 から外部に漏洩する高周波信号は、少ない。また、接続軸 6 と回転軸 7 との接続位置は、導波路 1 の外部である。

このため、導波路 1 の内部に生じている電界と回転軸 7 との結合は、ほとんどない。よって、電力効率が高いアレーアンテナ装置を実現することができる。

30

#### 【0026】

以上で明らかのように、この実施の形態 1 によれば、第 1 の壁面 1 a に複数のプローブ挿入用孔 2 が施され、第 1 の壁面 1 a と対向している第 2 の壁面 1 b に複数の接続軸挿入用孔 3 が施されている導波路 1 と、複数のプローブ挿入用孔 2 のそれぞれに挿入されており、一端に複数の円偏波素子アンテナ 4 のうちのいずれか 1 つが接続されている複数の給電プローブ 5 と、複数の接続軸挿入用孔 3 のそれぞれに挿入されており、一端が複数の給電プローブ 5 の他端とそれぞれ接続されている複数の接続軸 6 と、一端が複数の接続軸 6 の他端とそれぞれ接続されている複数の回転軸 7 と、複数の回転軸 7 のそれぞれを回転させる複数の回転装置 8 と、複数の回転装置 8 の回転を個別に制御する制御装置 9 とを設けるように構成している。これにより、複数の円偏波素子アンテナ 4 の位相を個別に調整することができる効果がある。

40

#### 【0027】

この実施の形態 1 では、円偏波素子アンテナ 4 がヘリカルアンテナである例を示しているが、これに限るものではなく、例えば、円偏波素子アンテナ 4 が、パッチアンテナ、スパイラルアンテナ又はカールアンテナであってもよい。

#### 【0028】

この実施の形態 1 では、複数の円偏波素子アンテナ 4 が、導波路 1 の管軸中心線の一方の側に等間隔で配置されている例を示している。

これは一例に過ぎず、例えば、隣接している円偏波素子アンテナ 4 が、管軸中心線を挟んで、互いに反対の位置に並ぶように配置されていてもよい。

50

また、隣接している円偏波素子アンテナ 4 の間隔がそれぞれ異なるように配置されていてもよい。

また、複数の円偏波素子アンテナ 4 が、物理的に干渉しない範囲で任意の位置に配置されていてもよい。

#### 【0029】

この実施の形態 1 では、複数の給電プローブ 5 における導波路 1 の内部への挿入長が全て同一の長さである例を示しているが、アレーアンテナ装置の励振振幅分布と、導波路 1 の給電端子 1 e におけるインピーダンス特性とに基づいて決定されていればよい。このため、複数の給電プローブ 5 における導波路 1 の内部への挿入長が互いに異なる長さであってもよい。

10

#### 【0030】

この実施の形態 1 では、給電端子 1 e と対向している導波路 1 の端部に短絡壁 1 f が設けられている例を示しているが、短絡壁 1 f に電波吸収体 1 g が設けられていてもよい。

短絡壁 1 f に電波吸収体 1 g が設けられている場合、複数の円偏波素子アンテナ 4 から放射されずに、導波路 1 の内部に残っている高周波信号の電力を吸収することができる。

これにより、導波路 1 の内部に残っている高周波信号の電力が短絡壁 1 f で反射されないため、アレーアンテナ装置の設計が容易になるなどの効果が得られる。

#### 【0031】

実施の形態 2 .

上記実施の形態 1 では、導波路 1 が矩形導波管である例を示したが、この実施の形態 2 では、導波路 1 がラジアルライン導波路である例を説明する。

20

図 3 は、この発明の実施の形態 2 によるアレーアンテナ装置を示す斜視図である。

図 4 は、図 3 のアレーアンテナ装置における A - A 断面図である。

図 3 及び図 4 において、図 1 及び図 2 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

導波路 2 1 は、円形の平板である第 1 の壁面 2 1 a と、円形の平板である第 2 の壁面 2 1 b とを有するラジアルライン導波路である。

導波路 2 1 の側壁として、短絡壁 2 1 c が設けられている。

#### 【0032】

同軸プローブ挿入用孔 2 2 は、同軸プローブ 2 3 を挿入できるように、導波路 2 1 の第 2 の壁面 2 1 b に施されている穴である。

30

同軸プローブ 2 3 は、同軸プローブ挿入用孔 2 2 に挿入されており、高周波信号を導波路 2 1 の内部に入出力するためのプローブである。

同軸端子 2 4 は、導波路 2 1 における第 2 の壁面 2 1 b の下部に設けられており、同軸プローブ 2 3 と接続されている端子である。

#### 【0033】

次に動作について説明する。

同軸端子 2 4 から同軸プローブ 2 3 を介して、高周波信号が導波路 2 1 内に入力されると、導波路 2 1 の内部には、短絡壁 2 1 c の壁面に平行な電界を主に有する電磁界分布が生じる。

40

円偏波素子アンテナ 4 の給電プローブ 5 は、導波路 2 1 の短絡壁 2 1 c と略平行に導波路 2 1 の内部に挿入されているので、導波路 2 1 の内部に生じている電界と結合を生じる。

その結果、給電プローブ 5 には、電流が流れるため、円偏波素子アンテナ 4 に電力が供給される。これにより、円偏波素子アンテナ 4 から円偏波が空間に放射される。

このとき、各々の円偏波素子アンテナ 4 から放射される円偏波の素子間位相差は、各々の給電プローブ 5 に流れる電流の位相差と、各々の円偏波素子アンテナ 4 の物理的な回転角の差とによって定められる。

各々の給電プローブ 5 に流れる電流の位相差は、導波路 2 1 の内部の電磁界分布と、各々の円偏波素子アンテナ 4 の位置とによって決まり、理論的手法、あるいは、電磁界シミ

50

ュレーションなどによって求めることが可能である。

【0034】

各々の円偏波素子アンテナ4は、給電プローブ5及び接続軸6を介して、各々の回転軸7と接続され、各々の回転軸7は、各々の回転装置8と接続されている。

このため、制御装置9は、各々の回転装置8を個別に制御することで、各々の円偏波素子アンテナ4の回転角を個別に制御することができる。

【0035】

制御装置9の回転制御装置11は、上記実施の形態1と同様に、所望の放射パターンを実現するためのアレーアンテナ装置の励振位相分布を算出する。

また、回転制御装置11は、上記実施の形態1と同様に、各々の給電プローブ5に流れる電流の位相差を考慮して、励振位相分布に対応する回転軸7の回転角度を算出するとともに、所定の放射パターンの切り替え時間に対応する回転軸7の回転速度を算出する。

回転制御装置11は、ネットワークインタフェースを通じて、算出した回転軸7の回転角度と回転軸7の回転速度とを示す指令値を回転駆動装置10に出力する。

回転駆動装置10は、上記実施の形態1と同様に、回転制御装置11から出力された指令値に基づいて、各々の回転軸7を回転駆動させるために必要な駆動電流を生成し、生成した駆動電流を各々の回転装置8に出力する。

【0036】

この結果、各々の円偏波素子アンテナ4は、回転制御装置11によって算出された回転角度及び回転速度で、それぞれ個別に回転されることで、所望の放射パターンの実現に必要な励振位相分布に対応する角度配置になる。

これにより、各々の円偏波素子アンテナ4から放射される円偏波の素子間位相差は、上記の励振位相分布と同一となるため、所望の放射パターンが実現される。

【0037】

所望の放射パターンの実現は、アレーアンテナ装置の製造後、あるいは、アレーアンテナ装置を用いる通信システム又はレーダーシステムの運用中においても、回転制御装置11からの指令値を適宜変更することで可能である。これは、回転制御装置11のユーザインタフェースからの入力値を適宜変更する、あるいは、回転制御装置11の記憶装置に記憶されている情報を適宜読み替えることで可能である。

【0038】

導波路21内を伝搬する高周波信号は、導波路21の第2の壁面21bに施されている接続軸挿入用孔3から少なからず外部に漏洩する。

ただし、接続軸挿入用孔3の穴径は、導波路21内を伝搬する高周波信号の波長と比べて十分小さい大きさであるため、接続軸挿入用孔3から外部に漏洩する高周波信号は、少ない。また、接続軸6と回転軸7との接続位置は、導波路21の外部である。

このため、導波路21の内部に生じている電界と回転軸7との結合は、ほとんどない。よって、電力効率が高いアレーアンテナ装置を実現することができる。

【0039】

以上で明らかのように、この実施の形態2によれば、第1の壁面21aに複数のプローブ挿入用孔2が施され、第1の壁面21aと対向している第2の壁面21bに複数の接続軸挿入用孔3が施されている導波路21と、複数のプローブ挿入用孔2のそれぞれに挿入されており、一端に円偏波素子アンテナ4が接続されている複数の給電プローブ5と、複数の接続軸挿入用孔3のそれぞれに挿入されており、一端が複数の給電プローブ5の他端とそれぞれ接続されている複数の接続軸6と、一端が複数の接続軸6の他端とそれぞれ接続されている複数の回転軸7と、複数の回転軸7のそれぞれを回転させる複数の回転装置8と、複数の回転装置8の回転を個別に制御する制御装置9とを設けるように構成している。これにより、複数の円偏波素子アンテナ4の位相を個別に調整することができる効果がある。

【0040】

この実施の形態2では、円偏波素子アンテナ4がヘリカルアンテナである例を示してい

10

20

30

40

50

るが、これに限るものではなく、例えば、円偏波素子アンテナ 4 が、パッチアンテナ、スパイラルアンテナ又はカールアンテナであってもよい。

【0041】

この実施の形態 2 では、複数の円偏波素子アンテナ 4 が、導波路 2 1 の中心に対して同心円状に等間隔で配置されている例を示している。

これは一例に過ぎず、例えば、複数の円偏波素子アンテナ 4 が、楕円状に配置されていてもよい。

また、隣接している円偏波素子アンテナ 4 の間隔がそれぞれ異なるように配置されていてもよい。

また、複数の円偏波素子アンテナ 4 が、物理的に干渉しない範囲で任意の位置に配置されていてもよい。

10

【0042】

この実施の形態 2 では、複数の給電プローブ 5 における導波路 2 1 の内部への挿入長が全て同一の長さである例を示しているが、アレーアンテナ装置の励振振幅分布と、導波路 2 1 の同軸端子 2 4 におけるインピーダンス特性とに基づいて決定されていればよい。このため、複数の給電プローブ 5 における導波路 2 1 の内部への挿入長が互いに異なる長さであってもよい。

【0043】

この実施の形態 2 では、導波路 2 1 の側壁として短絡壁 2 1 c が設けられている例を示しているが、短絡壁 2 1 c に電波吸収体 2 1 d が設けられていてもよい。

20

短絡壁 2 1 c に電波吸収体 2 1 d が設けられている場合、複数の円偏波素子アンテナ 4 から放射されずに、導波路 2 1 の内部に残っている高周波信号の電力を吸収することができる。

これにより、導波路 2 1 の内部に残っている高周波信号の電力が短絡壁 2 1 c で反射されないため、アレーアンテナ装置の設計が容易になるなどの効果が得られる。

【0044】

この実施の形態 2 では、導波路 2 1 が、円形の平板である第 1 の壁面 2 1 a と、円形の平板である第 2 の壁面 2 1 b とを有するラジアルライン導波路である例を示している。

これは一例に過ぎず、例えば、図 5 に示すように、導波路 3 1 が、矩形の平板である第 1 の壁面 3 1 a と、矩形の平板である第 2 の壁面 3 1 b とを有する平行平板導波路であってもよい。

30

図 5 は、この発明の実施の形態 2 による他のアレーアンテナ装置を示す斜視図である。

図 6 は、図 5 のアレーアンテナ装置における A - A 断面図である。

導波路 3 1 が平行平板導波路である場合でも、導波路 3 1 の側壁である短絡壁 3 1 c に電波吸収体 3 1 d が設けられていてもよい。

【0045】

実施の形態 3 .

この実施の形態 3 では、偏波変換板 4 1 を備えているアレーアンテナ装置について説明する。

図 7 は、この発明の実施の形態 3 によるアレーアンテナ装置を示す断面図である。図 7 において、図 1 及び図 2 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

40

偏波変換板 4 1 は、図中、円偏波素子アンテナ 4 の上部に、円偏波素子アンテナ 4 と所定の距離だけ離して配置されている。

偏波変換板 4 1 は、円偏波素子アンテナ 4 から放射された円偏波を直線偏波に変換して、直線偏波を空間に出力し、空間から到来してきた直線偏波を円偏波に変換して、変換した円偏波を円偏波素子アンテナ 4 に出力するポラライザである。

偏波変換板 4 1 は、誘電体基板 4 2 と、蛇行している複数の線路導体パターン 4 3 とを備えており、複数の線路導体パターン 4 3 が誘電体基板 4 2 上に形成されている。

図 7 のアレーアンテナ装置は、偏波変換板 4 1 が図 1 及び図 2 のアレーアンテナ装置に適用されている例を示しているが、偏波変換板 4 1 が、図 3 及び図 4 のアレーアンテナ装

50

置、あるいは、図5及び図6のアレーアンテナ装置に適用されているものであってもよい。

【0046】

次に動作について説明する。

アレーアンテナ装置が送信アンテナとして使用される場合、複数の円偏波素子アンテナ4から円偏波が放射される。

偏波変換板41は、複数の円偏波素子アンテナ4から放射された円偏波を直線偏波に変換して、直線偏波を空間に放射する。

このとき、偏波変換板41から空間に放射される直線偏波の素子間位相差は、複数の円偏波素子アンテナ4から放射された円偏波の素子間位相差と変わらないため、偏波変換板41から直線偏波が空間に放射される場合でも、所望の放射パターンを実現することができる。

10

【0047】

アレーアンテナ装置が受信アンテナとして使用される場合、直線偏波が偏波変換板41に入射される。

偏波変換板41は、入射された直線偏波を円偏波に変換して、円偏波を複数の円偏波素子アンテナ4に出力する。

複数の円偏波素子アンテナ4は、偏波変換板41から出力された円偏波を受信する。

【0048】

以上で明らかのように、この実施の形態3によれば、円偏波素子アンテナ4から放射された円偏波を直線偏波に変換して、直線偏波を空間に出力し、空間から到来してきた直線偏波を円偏波に変換して、変換した円偏波を円偏波素子アンテナ4に出力する偏波変換板41を備えるように構成したので、上記実施の形態1, 2と同様の効果を奏するほかに、直線偏波の放射パターンを実現することができる効果を奏する。

20

【0049】

実施の形態4

この実施の形態4では、それぞれの接続軸6と一体形成されている複数の絶縁体50を備えているアレーアンテナ装置について説明する。

図8は、この発明の実施の形態4によるアレーアンテナ装置を示す断面図である。

図9は、図8に示すアレーアンテナ装置における絶縁体50及び接続軸6を示す斜視図である。

30

図8及び図9において、図1及び図2と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

【0050】

絶縁体50は、誘電体などの絶縁物で形成されている。

絶縁体50は、プローブ挿入用孔2に挿入されており、接続軸6と一体形成されている。

図8及び図9では、便宜上、絶縁体50と接続軸6の境目を破線で示しているが、絶縁体50と接続軸6は、一体形成物である。

絶縁体50は、アンテナ部51と、軸部52とを備えている。

40

アンテナ部51は、円偏波素子アンテナ4が導体パターン4aとして表面に施されている。

軸部52は、給電プローブ5が導体パターン5aとして表面に施されており、接続軸6と軸を一体形成している。

導体パターン4aと導体パターン5aは、互いに接続されている。

【0051】

この実施の形態4のアレーアンテナ装置は、接続軸6と一体形成されている絶縁体50を備えており、絶縁体50は、アンテナ部51と、軸部52とを備えている。

円偏波素子アンテナ4は、導体パターン4aとしてアンテナ部51の表面に施されており、給電プローブ5は、導体パターン5aとして軸部52の表面に施されている。

50

したがって、円偏波素子アンテナ 4、給電プローブ 5 及び接続軸 6 を一つの部品として構成することが可能である。

一つの部品として構成されていれば、円偏波素子アンテナ 4 と給電プローブ 5 との接続が不要になり、また、給電プローブ 5 と接続軸 6 との接続が不要となり、アレーアンテナ装置の製造性、製造精度及び構造の頑強性などが向上する。

【 0 0 5 2 】

以上で明らかなように、この実施の形態 4 によれば、複数のプローブ挿入用孔 2 のそれぞれに挿入されており、複数の接続軸 6 のそれぞれと一体形成されている複数の絶縁体 5 0 を備え、複数の絶縁体 5 0 のそれぞれが、複数の円偏波素子アンテナ 4 の中のいずれか 1 つが導体パターン 4 a として表面に施されているアンテナ部 5 1 と、複数の給電プローブ 5 の中のいずれか 1 つが導体パターン 5 a として表面に施されており、複数の接続軸 6 の中のいずれか 1 つと軸を一体形成している軸部 5 2 とを備えているアレーアンテナ装置を構成している。したがって、この実施の形態 4 に係るアレーアンテナ装置は、上記実施の形態 1、2 同様の効果を奏するほかに、アンテナの製造性、製造精度及び構造の頑強性などの向上を実現することができる。

10

【 0 0 5 3 】

この実施の形態 4 では、接続軸 6 と一体形成されている絶縁体 5 0 を備える構成が図 1 及び図 2 に示すアレーアンテナ装置に適用されている例を示しているが、これに限るものではない。例えば、接続軸 6 と一体形成されている絶縁体 5 0 を備える構成が、図 3 及び図 4 に示すアレーアンテナ装置、あるいは、図 5 及び図 6 に示すアレーアンテナ装置に適用されているものであってもよい。

20

【 0 0 5 4 】

実施の形態 5 .

実施の形態 4 のアレーアンテナ装置は、給電プローブ 5 としての導体パターン 5 a が軸部 5 2 の表面に施されている例を示している。

この実施の形態 5 では、導体パターン 5 a が、軸部 5 2 に施されている溝 5 3 の底面 5 3 a に施されている例を示しているアレーアンテナ装置を説明する。

【 0 0 5 5 】

図 1 0 は、この発明の実施の形態 5 によるアレーアンテナ装置における絶縁体 5 0 及び接続軸 6 を示す断面図である。

30

図 1 1 は、図 1 0 に示すアレーアンテナ装置における絶縁体 5 0 及び接続軸 6 を示す斜視図である。

図 1 0 及び図 1 1 において、図 1、図 8 及び図 9 と同一符号は同一又は相当部分を示すので説明を省略する。

絶縁体 5 0 に含まれる軸部 5 2 には、長手方向が軸方向の溝 5 3 が施されている。

溝 5 3 の底面 5 3 a には、給電プローブ 5 としての導体パターン 5 a が施されている。

溝 5 3 の底面 5 3 a の位置は、接続軸 6 の回転中心 6 a の位置である。

【 0 0 5 6 】

この実施の形態 5 のアレーアンテナ装置では、給電プローブ 5 としての導体パターン 5 a が、溝 5 3 の底面 5 3 a に施されている。また、溝 5 3 の底面 5 3 a の位置が、接続軸 6 の回転中心 6 a の位置である。

40

したがって、この実施の形態 5 のアレーアンテナ装置では、実施の形態 4 のアレーアンテナ装置と比べて、軸部 5 2 の回転に伴う給電プローブ 5 の位置の変化が小さくなるため、軸部 5 2 の回転に伴うアンテナ特性の変化を小さくすることができる。

【 0 0 5 7 】

この実施の形態 5 のアレーアンテナ装置では、給電プローブ 5 としての導体パターン 5 a が、溝 5 3 の底面 5 3 a に施されているが、図 1 2 及び図 1 3 に示すように、導体パターン 5 a が、軸部 5 2 における外周面の一部を囲んでいるものであってもよい。

図 1 2 は、この発明の実施の形態 5 による他のアレーアンテナ装置における絶縁体 5 0 及び接続軸 6 を示す断面図である。

50

図 1 3 は、図 1 2 に示すアレーアンテナ装置における絶縁体 5 0 及び接続軸 6 を示す斜視図である。

【 0 0 5 8 】

図 1 2 及び図 1 3 では、導体パターン 5 a が、軸部 5 2 における外周面の一部を囲んでいるアレーアンテナ装置を示しているが、図 1 4 及び図 1 5 に示すように、導体パターン 5 a が、軸部 5 2 における外周面の全体を囲んでいるアレーアンテナ装置であってもよい。

図 1 4 は、この発明の実施の形態 5 による他のアレーアンテナ装置における絶縁体 5 0 及び接続軸 6 を示す断面図である。

図 1 5 は、図 1 4 に示すアレーアンテナ装置における絶縁体 5 0 及び接続軸 6 を示す斜視図である。

10

導体パターン 5 a が、軸部 5 2 における外周面の一部又は全体を囲んでいるアレーアンテナ装置は、導体パターン 5 a が、溝 5 3 の底面 5 3 a に施されているアレーアンテナ装置と同様に、軸部 5 2 の回転に伴うアンテナ特性の変化を小さくすることができる。

【 0 0 5 9 】

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 】

【 0 0 6 0 】

この発明は、複数の円偏波素子アンテナを備えているアレーアンテナ装置に適している。

20

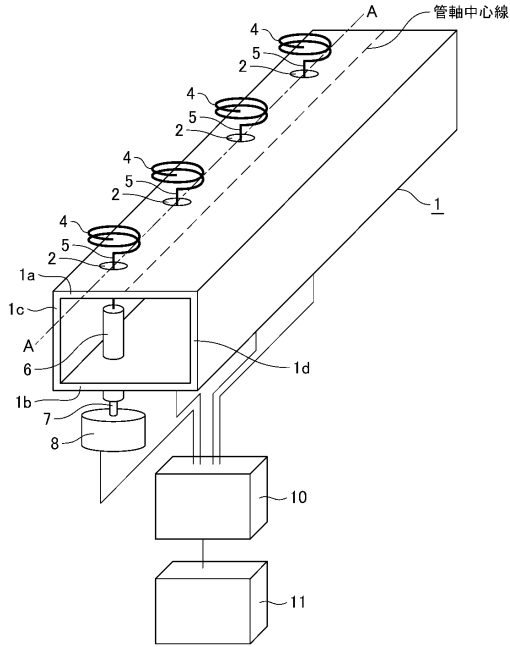
【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

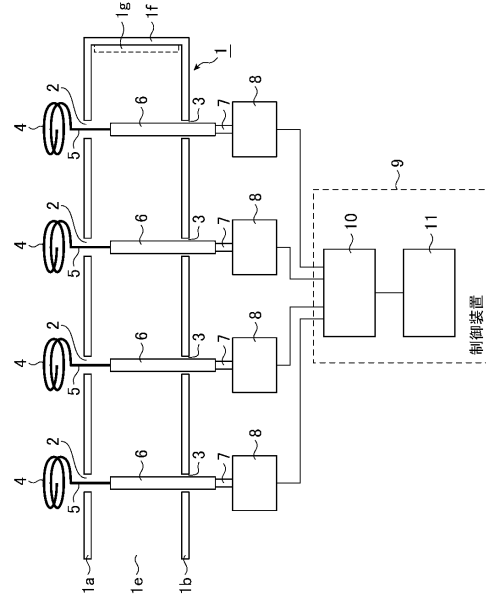
1 導波路、1 a 第 1 の壁面、1 b 第 2 の壁面、1 c , 1 d 側壁、1 e 給電端子、1 f 短絡壁、1 g 電波吸収体、2 プロープ挿入用孔、3 接続軸挿入用孔、4 円偏波素子アンテナ、4 a 導体パターン、5 給電プロープ、5 a 導体パターン、6 接続軸、6 a 回転中心、7 回転軸、8 回転装置、9 制御装置、1 0 回転駆動装置、1 1 回転制御装置、2 1 導波路、2 1 a 第 1 の壁面、2 1 b 第 2 の壁面、2 1 c 短絡壁、2 1 d 電波吸収体、2 2 同軸プロープ挿入用孔、2 3 同軸プロープ、2 4 同軸端子、3 1 導波路、3 1 a 第 1 の壁面、3 1 b 第 2 の壁面、3 1 c 短絡壁、3 1 d 電波吸収体、4 1 偏波変換板、4 2 誘電体基板、4 3 線路導体パターン、5 0 絶縁体、5 1 アンテナ部、5 2 軸部、5 3 溝、5 3 a 底面。

30

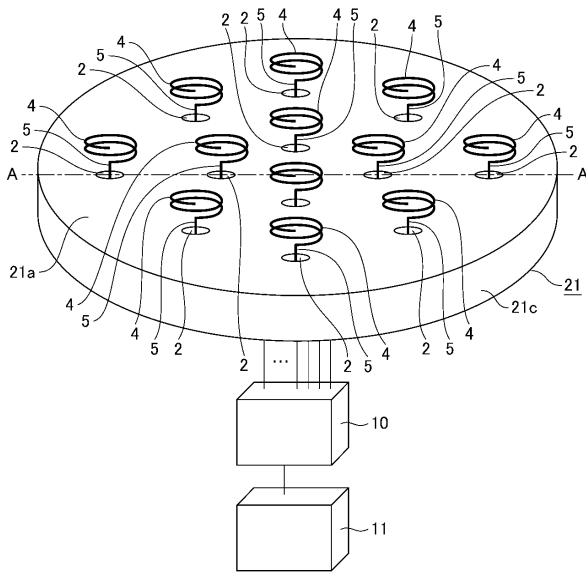
【図1】



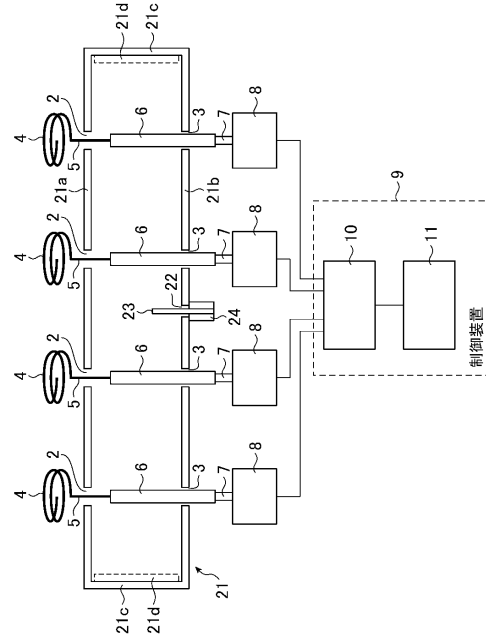
【図2】



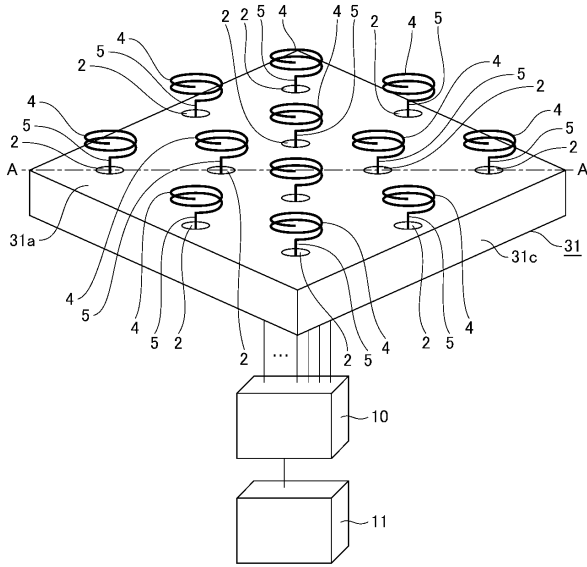
【図3】



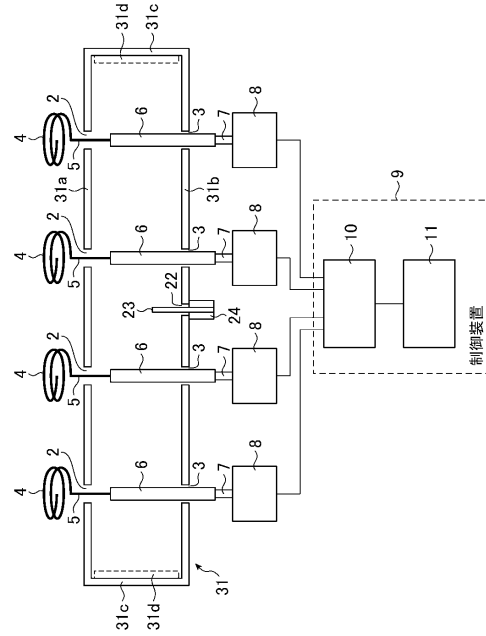
【図4】



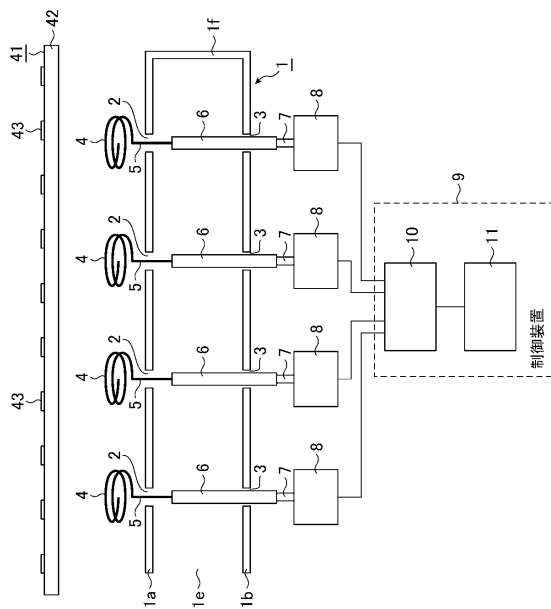
【図5】



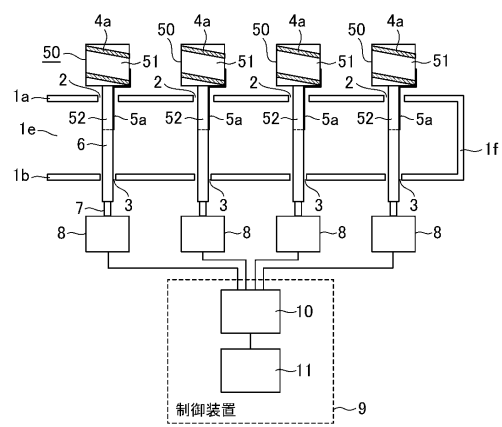
【図6】



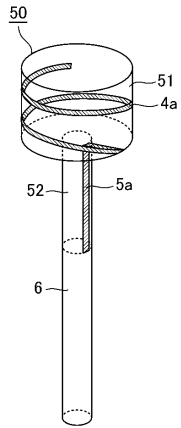
【図7】



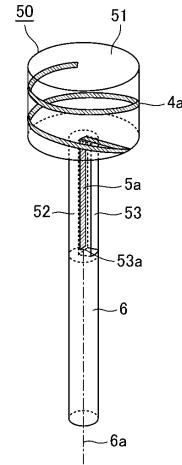
【図8】



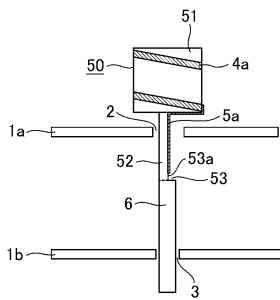
【図 9】



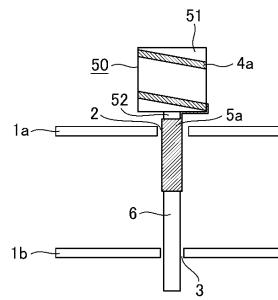
【図 11】



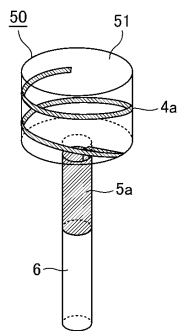
【図 10】



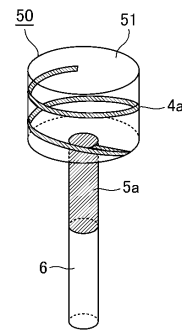
【図 12】



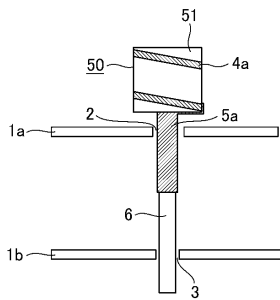
【図 13】



【図 15】



【図 14】



## フロントページの続き

- (72)発明者 中本 成洋  
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 山口 聡  
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 深沢 徹  
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 大塚 昌孝  
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 宮下 裕章  
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 久々宇 篤志

- (56)参考文献 特開平6-120721(JP,A)  
特開平4-35401(JP,A)  
特開平11-317619(JP,A)  
特開2002-190707(JP,A)  
特開平11-308044(JP,A)  
特開2000-31733(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 21/06  
H01P 5/107  
H01Q 3/30