

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5715054号  
(P5715054)

(45) 発行日 平成27年5月7日(2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 P	3/16 (2006.01)	HO 1 P	3/16
HO 1 Q	13/24 (2006.01)	HO 1 Q	13/24
HO 1 Q	13/28 (2006.01)	HO 1 Q	13/28
HO 1 Q	19/10 (2006.01)	HO 1 Q	19/10

請求項の数 22 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-517446 (P2011-517446)	(73) 特許権者	506145278 シエラ・ネバダ・コーポレーション アメリカ合衆国89434ネバダ州スパー クス、サロモン・サークル444
(86) (22) 出願日	平成21年6月11日(2009.6.11)	(74) 代理人	110000523 アクシス国際特許業務法人
(65) 公表番号	特表2011-527552 (P2011-527552A)	(72) 発明者	ヴラディミール・マナソン アメリカ合衆国92614カリフォルニア 州アーバイン、コーラル・レイク54
(43) 公表日	平成23年10月27日(2011.10.27)	(72) 発明者	ヴィクトール・ホドス アメリカ合衆国90505カリフォルニア 州トーランス、アパートメント409ジ ー、ニュートン・ストリート3140
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/046998		
(87) 国際公開番号	W02010/005672		
(87) 国際公開日	平成22年1月14日(2010.1.14)		
審査請求日	平成24年6月5日(2012.6.5)		
(31) 優先権主張番号	12/168,728		
(32) 優先日	平成20年7月7日(2008.7.7)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ用途のための金属グリッドを備えた平面誘電体導波管

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1及び第2の対向する表面を有し、その間に入射伝播経路を定義する誘電体基板と、前記基板の前記第1表面上の導電性格子であって、複数の実質的に平行な金属片を備え、前記金属片のそれぞれが軸を定義し、これにより前記格子が前記基板の前記第1表面に対して、前記金属片の前記軸と実質的に平行な方向に偏波され、且つ前記入射伝播経路に沿って前記基板中を伝播する入射電磁波を透過させない状態にする導電性格子とを備え、

2つの隣接する金属片の中心線の間隔  $s$  が、 $s < \lambda / (1 + \sqrt{\epsilon_r}) / k$  の式で与えられ、ここで  $\lambda$  が導波管の波動伝搬定数であり、 $k$  が真空中での波動ベクトルであり、 $\lambda$  が前記基板中を伝播する入射電磁波の波長である誘電体導波管。

【請求項2】

前記格子により、前記基板の前記第1表面が、前記基板の前記第1及び第2表面を横切る横断伝播経路に沿って伝播し前記金属片によって定義される前記軸に対して実質的に垂直な偏波方向を有する横断電磁波に対して実質的に透過性を示すことを可能にするように構成される請求項1に記載の誘電体導波管。

【請求項3】

前記金属片の前記軸が前記入射伝播経路に対して実質的に垂直である請求項1に記載の導波管。

【請求項4】

前記金属片と接して配置された誘電補強板を更に備え、これにより前記金属片が前記基板及び前記誘電補強板の間に配置される請求項 2 に記載の導波管。

【請求項 5】

前記誘電補強板の材料の前記横断伝播経路の方向の厚みは、前記横断電磁波が前記横断伝播経路に沿って伝播するときに前記誘電補強板が前記横断電磁波を反射させないように選択されている請求項 4 に記載の導波管。

【請求項 6】

第 1 及び第 2 の対向する表面を有し、その間に入射伝播経路を定義する誘電体基板と、前記基板の前記第 1 表面上の導電性格子であって、複数の実質的に平行な金属片を備え、前記金属片のそれぞれが軸を定義し、これにより前記格子が前記基板の前記第 1 表面に対して、前記金属片の前記軸と実質的に平行な方向に偏波され、且つ前記入射伝播経路に沿って前記基板中を伝播する入射電磁波を透過させない状態にし、前記基板及び前記格子が導波管を形成する導電性格子と、

前記基板の前記第 2 表面上の回折格子とを備え、

2 つの隣接する金属片の中心線の間隔  $s$  が、 $s < \lambda / (1 + \lambda / k)$  の式で与えられ、ここで  $\lambda$  が前記導波管の波動伝搬定数であり、 $k$  が真空中での波動ベクトルであり、 $\lambda$  が前記基板中を伝播する入射電磁波の波長である漏洩導波管アンテナ。

【請求項 7】

前記格子により、前記基板の前記第 1 表面が、前記基板の前記第 1 及び第 2 表面を横切る横断伝播経路に沿って伝播し前記金属片によって定義される前記軸に対して実質的に垂直な偏波方向を有する横断電磁波に対して実質的に透過性を示すことを可能にするように構成される請求項 6 に記載のアンテナ。

【請求項 8】

前記金属片の前記軸が前記入射伝播経路に対して実質的に垂直である請求項 6 に記載のアンテナ。

【請求項 9】

前記金属片と接して配置された誘電補強板を更に備え、これにより前記金属片が前記基板及び前記誘電補強板の間に配置される請求項 7 に記載のアンテナ。

【請求項 10】

前記誘電補強板の材料の前記横断伝播経路の方向の厚みは、前記横断電磁波が前記横断伝播経路に沿って伝播するときに前記誘電補強板が前記横断電磁波を反射させないように選択されている請求項 9 に記載のアンテナ。

【請求項 11】

前記回折格子が、前記第 2 表面内に溝のパターンを備える請求項 6 に記載のアンテナ。

【請求項 12】

前記回折格子が、前記第 2 表面上に導電性素子のパターンを備える請求項 6 に記載のアンテナ。

【請求項 13】

走査アンテナ素子及び前記走査アンテナ素子にエバネセント的に結合された誘電体伝送線を備えたビーム指向性アンテナシステムであって、前記システムが、

第 1 及び第 2 の対向する表面を有し、その間に入射伝播経路を定義する誘電体基板と、前記基板の前記第 1 表面上の導電性格子であって、複数の実質的に平行な金属片を備え、前記金属片のそれぞれが軸を定義し、これにより前記格子が前記基板の前記第 1 表面に対して、前記金属片の前記軸と実質的に平行な方向に偏波され、且つ前記入射伝播経路に沿って前記基板中を伝播する入射電磁波を透過させない状態にし、前記基板及び前記格子が導波管を形成する導電性格子と、

前記基板の前記第 2 表面上に設けられた回折格子であって、前記入射電磁波を前記走査アンテナ素子の動作に応じて第 1 の所定の走査平面に沿って走査された回折波として回折させるように構成された回折格子と

10

20

30

40

50

を備え、

2つの隣接する金属片の中心線の間隔  $s$  が、 $s < \lambda / (1 + \lambda / k)$  の式で与えられ、ここで  $\lambda$  が前記導波管の波動伝搬定数であり、 $k$  が真空中での波動ベクトルであり、 $\lambda$  が前記基板中を伝播する入射電磁波の波長であることを特徴とするビーム指向性アンテナシステム。

【請求項 14】

前記格子により、前記基板の前記第1表面が、前記基板の前記第1及び第2表面を横切る横断伝播経路に沿って伝播し、前記金属片によって定義される前記軸に対して実質的に垂直な偏波方向を有する横断電磁波に対して実質的に透過性を示すことを可能にするように構成される請求項 13 に記載のビーム指向性アンテナシステム。

10

【請求項 15】

前記金属片の前記軸が、前記入射伝播経路に対して実質的に垂直である請求項 13 に記載のビーム指向性アンテナシステム。

【請求項 16】

前記金属片と接して配置された誘電補強板を更に備え、これにより前記金属片が前記基板及び前記誘電補強板の間に配置される請求項 14 に記載のビーム指向性アンテナシステム。

【請求項 17】

前記誘電補強板の材料の前記横断伝播経路の方向の厚みは、前記横断電磁波が前記横断伝播経路に沿って伝播するとき前記誘電補強板が前記横断電磁波を反射させないように選択されている請求項 16 に記載のビーム指向性アンテナシステム。

20

【請求項 18】

前記回折格子が、前記第2表面内に溝のパターンを備える請求項 13 に記載のビーム指向性アンテナシステム。

【請求項 19】

前記回折格子が、前記第2表面上に導電性素子のパターンを備える請求項 13 に記載のビーム指向性アンテナシステム。

【請求項 20】

前記回折波を前記誘電体基板の平面を横切る反射経路に沿って反射させるように構成されたリフレクタを更に備え、前記リフレクタは、反射し回折した波の偏波を、前記誘電体基板が前記反射し回折した波に対して透過するような偏波方向に回転させるように構成される請求項 13 に記載のビーム指向性アンテナシステム。

30

【請求項 21】

前記リフレクタが、第1走査平面に直角な第2の所定の走査平面に沿った反射波の走査を発生させる方法によって、前記走査アンテナ素子に対して制御可能に移動可能である請求項 20 に記載のビーム指向性アンテナシステム。

【請求項 22】

前記基板の前記第1表面上の金属片の格子が金属片の第1格子であり、前記リフレクタが、底面及び上面を有する誘電体層、前記誘電体層の前記底面上に複数の金属片を備える第2格子、及び前記誘電体層の前記上面に配置された金属板を備え、前記金属片の第2格子内の金属片それぞれが前記金属片の第1格子内の金属片に対して約  $45^\circ$  の角度を向いて配置される請求項 20 に記載のビーム指向性アンテナシステム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般的には、異なる特性を有する電磁放射の伝送及び受信に実質的に影響を及ぼすことなく、選択的な方向にある特性を有する電磁放射（特にミリ波放射）の伝送又は受信を可能にする導波管の分野に関する。この開示は、更にはアンテナ用途におけるそのような導波管の使用に関する。

【背景技術】

50

## 【 0 0 0 2 】

誘電体導波管アンテナは、米国特許 6, 7 5 0, 8 2 7 号、米国特許 6, 2 1 1, 8 3 6 号、米国特許 5, 8 1 5, 1 2 4 号及び米国特許 5, 9 5 9, 5 8 9 号に例示されるように当技術分野で周知であり、この開示は参照によりここに組み込まれる。そのようなアンテナは、細長い（典型的にはロッド状の）誘電体導波管から回転シリンダ又はドラムへの電磁波のエバネセント結合により作動し、その後、結合した電磁エネルギーをドラムの表面機構によって決定された方向に放射する。機構の列をその各列が異なる周期を有するように規定し、導波管の軸と平行な軸に沿ってドラムを回転させることにより、異なる周期によって規定された角度範囲の平面に対して放射を差し向けることができる。

## 【 0 0 0 3 】

走査又はビーム指向性アンテナ、特に誘電体導波管アンテナは、様々なタイプの通信用途及びレーダー装置、例えば衝突防止レーダー等において、可動ミリ波電磁ビームを送信し受信するのに用いられる。そのようなアンテナにおいては、アンテナ素子が、選択的に可変な結合形状を有するエバネセント結合部を含んでいる。誘電体導波管等の伝送線が、伝送線とアンテナ素子との間の電磁波のエバネセント結合を可能にするために、結合部分に密に隣接して配置され、これにより電磁放射がアンテナによって伝送又は受信される。伝送又は受信したビームの形状及び方向は、結合部分の結合形状によって決定される。結合形状を制御可能に変化させることにより、伝送 / 受信されたビームの形状及び方向をそれに応じて変更することができる。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 米国特許第 6, 7 5 0, 8 2 7 号明細書

【 特許文献 2 】 米国特許第 6, 2 1 1, 8 3 6 号明細書

【 特許文献 3 】 米国特許第 5, 8 1 5, 1 2 4 号明細書

【 特許文献 4 】 米国特許第 5, 9 5 9, 5 8 9 号明細書

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

ある方向に電磁波の伝播を含ませるように誘電体導波管を組み立てることがよく知られている。例えば、誘電体基板又はスラブとその誘電体スラブに隣接して配置された金属板とを有する導波管は、例えば誘電体スラブの平面に沿って電磁波を伝播させる間に金属板中を通る電磁波のどのような漏洩も防止するであろう。しかしながら、金属板は、そこを通る他の電磁波の通路をも防ぐ場合がある。例えば、金属板に対して角度を有して入射する電磁波等である。

## 【 0 0 0 6 】

複数の可動型又はビーム指向性アンテナがごく接近して使用される場合、上述の導波管は、導波管の金属板を交差する方向に伝わる他の電磁波の通路を塞ぐ場合がある。そのため、異なる特性を有する電磁放射の伝送及び受信に実質的に影響を与えることなく、選択的な方向にある特性を有する電磁放射の伝送又は受信を可能にする導波管が必要である。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 7 】

概して、本開示の第 1 の側面は、電磁放射（特にマイクロ波及びミリ波放射）の伝送及び受信の双方に操作可能な平面誘電体導波管である。誘電体導波管は、第 1 及び第 2 の対向する表面を有し、その間に縦波伝播経路を定義する誘電体基板又はスラブ；及び第 1 表面上の金属導電性格子であって、格子が複数の実質的に平行な導電性金属導波管片（ストリップ）を備え、導電性金属導波管片のそれぞれが縦経路に対して直角な軸を定義し、それにより格子は、第 1 表面が、金属導波管片の軸と実質的に平行な方向に偏光される縦電磁波を実質的に透過させない状態にし、実質的に縦波伝播経路に沿った伝播方向を有し、その結果、片の軸に実質的に垂直な金属導電性格子を備える。しかしながら、導電性格子

10

20

30

40

50

は、導波管片の軸実質的に垂直な方向に偏光される横断電磁波に対しては実質的に透過性を示し、スラブ又は基板の第1及び第2表面を横切る(交差する)伝播経路を有する。

【0008】

本開示の他の側面においては、漏洩導波管アンテナが、上述のように構成された誘電体導波管を含む。漏洩導波管アンテナは、導電性格子に対向する誘電体スラブの表面上に回折格子を含み、これにより、スラブ中を縦に伝播する電磁波がスラブの平面から回折される。随意的には、アンテナは、金属片の軸に実質的に垂直な偏光を有する誘電体スラブとは逆向きに向く誘電体スラブから回折される電磁波を反射するように構成されたりフレクタを含むことができ、これにより導波管が反射電磁波に対して透過性を示す。

【0009】

以下に示す詳細な説明からより容易に分かるように、本開示は、異なる特性を有する電磁放射の伝送及び受信に実質的に影響を与えず、選択的な方向にある特性を有する電磁放射の伝送又は受信を可能にする導波管を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、従来技術で知られる従来の漏洩導波管アンテナを表す半概略立面図である。

【図2】図2は、本開示の誘電体導波管を表す半概略底面図である。

【図3A】図3Aは、図2の誘電体導波管を表す半概略立面図である。

【図3B】図3Bは、図2の導波管の変形形態を表す半概略立面図である。

【図4】図4は、本開示の漏洩導波管アンテナの一実施形態を表す半概略立面図である。

【図5】図5は、本開示の漏洩導波管アンテナの他の実施形態を表す半概略立面図である。

【図6】図6は、本開示の指向性アンテナシステムを表す半概略立面図である。

【図7】図7は、図6の指向性アンテナシステムの一部を表す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1は、当技術分野で周知な従来型式の漏洩導波管アンテナ100を表す。漏洩導波管アンテナ100は、上面106及び底面108を有する誘電体基板又はスラブ102を含む。複数の回折格子散乱素子104を備える回折格子が誘電体スラブ102の上面106に配置されている。縦電磁波(longitudinal electromagnetic wave)が、上面106と底面108との間の誘電体スラブ102中を縦伝播経路110に沿って伝播する。漏洩導波管アンテナ100の特性に基づいて、縦波(longitudinal wave)は、誘電体スラブ102から、伝播経路110と垂直な線A-Aに関して測った場合のビーム角 $\theta$ で、第1又は前方回折経路112a及び第2又は後方回折経路112bの2方向に沿って、放射前に回折されて、放射される。ビーム角 $\theta$ は、式： $\sin \theta = \lambda / k P$ で与えられ、ここで $\lambda$ は導波管100の波動伝搬定数であり、 $k$ は真空中での波動ベクトルであり、 $P$ は基板又はスラブ102を伝播する電磁波の波長であり、 $P$ は回折格子の周期である。基準線A-Aに対するビーム角 $\theta$ は、アンテナ100の特性に応じて正でも負でもよい。

【0012】

ビーム角 $\theta$ は、回折格子の周期 $P$ を変化させることにより、可動ビームをもたらすために変化し得る。また、後方回折経路112bは、回折格子と反対側の導波路が誘電体スラブ表面(図1の底面108)上の電磁波を透過させなく(又はそれに近く)させることにより、抑制されるか又は大きく減衰させることができる。この結果は、典型的には、底面108上に導電性金属層(図示せず)を設けることにより達成される。しかしながら、この設計の1の欠点は、アンテナ100が、隣接するアンテナから導波管へ結合され得る放射に対して「透過的(transparent)」ではないことであり、それ故に、そのような「漂遊の(stray)」放射が、望ましい可動(指向)ビームを妨げる場合がある。以下の記述から、本開示の導波管及びアンテナの1の有利な側面は、そのような漂遊放射に対して透過性を有し、これにより、それによって生じる干渉の度合いを最小にさせることが理解さ

10

20

30

40

50

れよう。

【0013】

図2及び3Aを参照すると、本開示の誘電体導波管200は、第1又は底面204及び第2又は上面205を有し、その間に縦波経路208を定義する誘電体基板又はスラブ202を含む。実質的に平行な金属片206の導電性格子が、当技術分野で周知な任意の適切な方法、例えば、フォトリソグラフィ（フォトリジストマスクング及び金属層の化学エッチング）による金属層の蒸着により、又はマスクを介した金属蒸着により、1の表面上（例えば、底面204）に配置されるか又は形成される。任意の2つの隣接する金属片206の中心間の間隔sは、 $s < \lambda / (1 + k)$ の条件を満たし、好ましくは

【化1】

$$s \approx \lambda / 10$$

（パラメータは上記定義による）である。金属片206は、誘電体スラブ202内の第1の縦電磁波の伝播経路である縦経路208に対して実質的に直角であるか又は垂直の軸を有して配置される。縦波は、金属片206に対して垂直な経路から幾分変化することが理解でき、これにより金属片206の向きに対して90°から少々逸れる場合のあるほぼ縦経路208a、208bに沿って伝播することができる。そのため、導波管200は、金属片206の軸に対して好ましくは実質的に垂直な第1（縦）伝播経路208、208a、208bに沿った電磁波の伝播を支援するであろう。

【0014】

図2の矢印210によって示されるように、縦波が金属片206の軸と実質的に平行な方向に偏光する場合、片206の格子は、誘電体スラブ202の底面を、実質的に縦に伝播する波に対して不透過にし、その結果、金属片206の格子ひいては導波管200のスラブ又は基板202によって定義された平面を貫通する縦に伝播する電磁波を実質的に防ぐであろう。このように、導波管200は、縦波が、誘電体基板202の第1（底）表面204を貫通することを防ぐ。

【0015】

図3Aに示すように、導波管200は、第2又は横断電磁波が導波管200のスラブ又は基板202の第1及び第2表面を横切る（交差する）第2又は横断伝播経路209に沿って伝播することを可能にし、図3Aの矢印211によって示されるように、第2又は横断波が、金属片206の軸に対して実質的に直角又は垂直な方向に偏光されるように配置される。金属片206の格子は、基板又はスラブ202の底面204が上述の横断波の伝播経路及び偏光方向を有する電磁波に対して実質的に透過的させることを可能にするため、よって、この横断電磁波は、図3Aに示すように底部スラブ表面204から上部スラブ表面205方向又は反対方向（即ち上部スラブ表面205から底部スラブ表面204へ）に導波管200を通る。実際は、導波管は、所望の結果を与えるために、垂直（90°）入射角から多少逸れる伝播経路209を有する波に対して十分に透過性を示すが、第2又は横断波の伝播経路209は、スラブ202によって定義された平面と実質的に垂直であることができる。

【0016】

図3Bは、図2及び3Aに示す上述の導波管200の変形例に係る導波管200'を示す。多くの場合、導波管が単一の伝播モードをサポートすることが必要である。例えば、漏洩導波管アンテナにおいては、単一モードの伝播は、アンテナが単一ビームを送信/受信することが必要条件である。この条件は、関連する導波管の寸法、この場合では厚さを制限することによって達成され得る。よって、単一モード動作を提供するためには、導波管200の誘電体スラブ202の厚さは、第2モードにカットオフを提供できる程度に十分に小さくする必要がある。そのような薄い導波管は、多くの用途に対して十分な構造的な口バラスト性を欠く場合がある。導波管に追加的な構造的硬直性を持たせるために、誘電補強板214が金属片206の格子の下に配置されている。よって、誘電補強板214は、上面216及び底面218を有し、ここでは上面216が金属片206の格子と接して

10

20

30

40

50

いる。金属片 206 の遮蔽効果により、誘電補強板 214 は、導波管 202 と電磁的に結合しない。よって、変形例である導波管 200' の機能及び動作は誘電補強板 214 によって影響を受けず、それらは図 2 及び 3 A に関して実質的に上述した通りである。

【0017】

誘電補強板 214 の厚さは、図 3 A に示す横断伝播経路 209 に沿って伝播する横断電磁波に対する反射防止条件を補助するために経験的に選択される。選択された厚さは、電磁放射の波長、補強板 214 に用いられる個々の材料の光学特性、導波管 202 の光学的厚さ、及び金属片 206 の間の間隔  $s$  等の要因に依存する。これらの反射防止条件は、誘電補強板 214 に対して、既知の反射防止最適化技術に従って適切な多層構造を選択することによっても最適化することができる。

10

【0018】

図 2、3 A 及び 3 B を参照して記載された導波管は、導電性格子と反対の表面上の誘電体基板又はスラブに好適な回折格子を付加することにより、漏洩導波管アンテナを作製するために用いられることができる。回折格子は、周期的な又は準周期的な溝、金属片、金属パッチ、又は他の散乱素子のセットとして作られることができる。複数の溝でできた回折格子を有する漏洩導波管アンテナの一実施形態を図 4 に示し、及び複数の金属片でできた回折格子を有する他の実施形態を図 5 に示す。

【0019】

図 4 を参照すると、漏洩導波管アンテナ 400 は、第 1 又は底面 404 及び第 2 又は上面 405 を有する誘電体基板又はスラブ 402 を備える導波管と、底面 404 上に配置された複数の実質的に平行な金属片 406 を備える導電性格子とを含む。導波管アンテナ 400 は、更に誘電体スラブ 402 の上面 405 内に形成された周期的な又は準周期的なパターンの溝 408 によって与えられる周期  $P$  を有する回折格子を備える。第 1 又は縦電磁波は、上面 405 及び底面 404 の間にある縦入射伝播経路 410 に実質的に沿う誘電体スラブ 402 の長さに沿って伝わる。漏洩導波管アンテナ 400 の特性に基づいて、第 1 電磁波は、回折伝播経路 412 a に実質的に沿った回折電磁波として、誘電体スラブ 402 から、入射伝播経路 410 と垂直な線 B - B を参照して測定した場合のビーム角  $\theta$  を有して回折される。ビーム角  $\theta$  は  $\sin \theta = \lambda / k - \lambda / P$  の式で与えられ、ここで  $\lambda$  は導波管アンテナ 400 内の波動伝搬定数であり、 $k$  は真空中での波動ベクトルであり、 $\lambda$  は誘電体スラブ 402 を伝播する電磁放射の波長であり、 $P$  は、回折格子溝 408 の周期である。ビーム角  $\theta$  は、上述の式のパラメータの値に基づいて正でも負でもよい。図 1 のビーム経路 112 b に類似するビーム経路（即ち誘電体スラブ 402 の平面を通して拡がる回折ビーム経路）は、金属片 406 の格子によって有効に抑制されるため、単一ビームのみが回折伝播経路 412 a に沿って放射される。

20

30

【0020】

図 2、3 A、及び 3 B に関して前述したように、任意の 2 つの隣接する金属片 406 の中心の間隔  $s$  は、 $s < \lambda / (1 + \lambda / k)$  の条件を満たし、好ましくは

【化 2】

$$s \approx \lambda / 10$$

40

（パラメータは上記定義による）である。金属片 406 は、第 1 又は縦電磁波の縦入射伝播経路 410 に対して直角又は垂直な軸を有して、誘電体基板 402 の底面を横方向に横切るように配置される。第 1 電磁波が金属片 406 に垂直な経路から幾分変化して、その結果、図 2 を参照して上述したように、金属片 406 の向きに関して  $90^\circ$  から幾分逸れる代替経路に沿って伝播されることが理解されよう。従って、アンテナ 400 は、金属片 406 に対して好ましくは実質的に垂直な誘電体スラブ 402 内にある第 1 の実質的に縦伝播経路 410 に沿った縦電磁波の伝播をサポートするだろう。図 2 及び 3 A を参照して上述したように、縦波が金属片 406 の軸と実質的に平行な方向に偏光される場合、縦波は、金属片 406 の格子を貫通する回折経路をとることが防止されるであろう。

【0021】

50

アンテナ 400 は、誘電体スラブ又は基板 402 の第 1 及び第 2 表面を横切る（好ましくは実質的に垂直である）第 2 伝播経路 414 に沿った第 2 又は横断電磁波の伝播を可能にし、第 2 波が金属片 406 の向きに対して実質的に直角又は垂直な第 2 偏光軸に沿って偏光されるように配置される。したがって、この第 2 又は横断電磁波は、図 4 に示すように底部スラブ表面 404 から上部スラブ表面 405 方向又は反対方向（即ち上部スラブ表面 405 から底部スラブ表面 404 へ）に基板又はスラブ 402 の厚み中を横方向に通過する。

#### 【0022】

随意的には、図 4 に示してはいないが、漏洩導波管アンテナ 400 に追加的な構造的硬直性を付与するために、図 3 B に示す誘電体板 214 と類似する誘電体板が金属片 406 の格子と接して配置される。漏洩導波管アンテナ 400 は、電磁波を漏洩導波管アンテナ 400 に受信して結合させるために、図 3 B に示すイメージング導波管 220 素子と類似するイメージング導波管素子と随意的に結合されることができる。イメージング導波管素子は、漏洩導波管アンテナ 400 に対する供給装置として動作し得る。

#### 【0023】

図 5 の漏洩導波管アンテナ 500 は、回折格子が誘電体基板又はスラブ 402 の上面 405 に形成又は配置された第 2 の複数の実質的に平行な金属片 508 によって配置されている以外は、図 4 に関して記載された漏洩導波管アンテナ 400 の構造及び動作と実質的に同様である。片 508 は、誘電体基板 402 の底面 404 上の第 1 複数の金属片 406 の形成について上述した任意の方法によって有利に形成され、それらは周期 P を有する回折格子を提供するように離間して配置される。機能的には、図 5 のアンテナ 500 は、上述した図 4 のアンテナ 400 と実質的に同様である。

#### 【0024】

図 4 及び 5 を参照して記載される漏洩導波管アンテナは、一次元及び二次元のビーム指向性アンテナシステムを作製するのに用いられる。図 6 及び 7 を参照すると、ビーム指向性アンテナシステム 600 は、誘電体導波管アンテナ素子（図 4 を参照して上述した誘電体導波管アンテナ 400 として示されるが、代案としては図 5 を参照して上述した導波管誘電体アンテナ 500 であってもよい）と、誘電体導波管アンテナ素子 400 を介して伝播のために電磁波を発生又は受信するアンテナサブシステム 602 とを含む。アンテナサブシステム 602 は、走査アンテナ素子 610、走査アンテナ素子 610 にエバネセント的に結合された誘電体伝送線 614、及び誘電体伝送線 614 と誘電体導波管アンテナ素子 400 との間に動作可能に結合された上部及び下部導電性導波管板 616、617 を備える。伝送線 614 は、図示するように、円形断面を有し、細長く、ロッド状の誘電体導波管素子が好ましい。断面が長方形又は正方形等の他の構成を有する誘電体導波管伝送線もまた使用可能である。この実施形態では、走査アンテナ素子 610 は、ドラム又はシリンダ 620 を含み、ドラム又はシリンダ 620 は伝送線 614 の軸と平行であるかもしれないが必ずしもそうとは限らないシリンダ 620 の中心 622 を通る回転軸の周囲にある従来の電気機械手段（図示せず）によって回転させられる。実際は、例えばその開示が参照によりここに組み込まれる上述の米国特許 5,572,228 号に教示されるように、伝送線軸に対して歪曲されるシリンダ 622 の回転軸が有利であるかもしれない。板 616、617 と走査アンテナ素子 610 との間のギャップからの電磁放射のリークを抑制するために、電場成分が電磁線 619 によって示すような板 616、617 によって定義された平面と平行な好ましくは平面となるように、導波管アセンブリ 614、616、617 によってサポートされた電磁波の偏光が有利であろう。板 616、617 と走査アンテナ素子 610 との間どのギャップも好ましくは伝播媒体（例えば空気）中の伝送/受信放射の波長の半分未満であるべきであろう。

#### 【0025】

ドラム又はシリンダ 620 は、例えば、その開示が参照によりここに組み込まれる上述の米国特許 5,572,228 号、米国特許 6,211,836 号及び米国特許 6,750,827 号に詳細が記載された任意の型式のものが有利であろう。簡潔には、ドラム又

10

20

30

40

50



はシリンダ620は、結合部と伝送線614との間の電磁波のエバネセント結合を可能とするように、伝送線614に対して配置されたエバネセント結合部を有する。エバネセント結合部は、選択的に可変な結合形状を有しており、これはドラム又はシリンダ620の周囲に沿って既知の方法で変化する周期を有する導電性金属回折格子624の形態を有意に取ることができる。或いは、それぞれが異なる周期を有する複数の個別の回折格子624がドラム又はシリンダ620の周囲付近に間隔を置いて配置され得る。例えば、米国特許5,572,228号に前述されるように、伝送線614に対して伝送又は受信されたビームの角度方向は、の値によって既知の方法により決定される。回折格子624は、それぞれが個別の周期を有する単一、可変周期回折格子、又は複数の個別の回折格子の1つの一部であるかもしれない。いずれの場合でも、回折格子624は、ドラム又はシリンダ620の外周表面上に配置されている。具体的には、その格子624は、ドラム又はシリンダ620の一体部分であり得るリジッド基板(図示せず)の外表面上に形成されるか又は固定されることができる。

10

#### 【0026】

導電性導波管板616、617は、伝送線614の対向する面上にそれぞれ配置され、その板616、617のそれぞれは、伝送線614の軸と実質的に平行な平面を定義する。板616、617のそれぞれは、アンテナ素子612に隣接する近接端部及び走査アンテナ素子610から遠く離れた遠位末端を有する。板616、617は、上述の偏光を有する電磁波が導電性板616、617の間を伝播することを可能にするために、伝播媒体(例えば空気)中における電磁波の波長未満であり且つ $\lambda/2$ より大きい分離距離dによって分離されている。伝送線614、走査アンテナ素子610、及び導電性導波管板616、617の配置により、伝送線614と走査アンテナ素子610との間で結合された電磁波が導波管板616、617の間に閉じ込められることを確実にし、これにより、二次元、即ち導電性板616、617によって定義される平面と平行な単一の選択平面へのエバネセント結合の結果として伝播されたビームを有効に制限する。その結果、ビーム形状又は指向性は、その選択平面、例えばアジマス(方位)平面に、実質的に制限される。

20

#### 【0027】

図6に示すように、板616、617の1の遠位末端(ここでは上部の板617に示す)は、その平面に関して角度を有してその板の平面から外側に折り曲げるか又は折り返され、これにより誘電体導波管アンテナ素子400のインピーダンスを有する板616、617によって形成された平行な板導波管のインピーダンスにマッチするホーン素子634を形成する。

30

#### 【0028】

導電性導波管板616、617は誘電体導波管素子400に接続され、これは回折格子として働く複数の溝408を有する図4に関して上述した漏洩導波管アンテナと構造的及び機能的に双方に有利に類似する。代替的な実施形態では、上述のように、誘電体導波管アンテナ素子は図5に示す上述の誘電体導波管素子500であってもよく、回折格子として働く金属片の第2格子を含む。指向性アンテナシステム600及び漏洩導波管アンテナ400の更なる説明のため、図4の漏洩導波管アンテナ400の様々な素子を説明するのに使用された参照番号は図6及び7に用いられる。

40

#### 【0029】

回折格子(複数の溝408等)の周期Pは、放射前に、電磁波の伝搬の方向に関して選択された回折角度で導波管アンテナ400の平面から回折電磁波を放射するように、例えば矢印Dで示される方向に選択される。好ましくは、回折波は、金属導波管片406の軸と実質的に平行な水平偏光を有していてもよい。

#### 【0030】

上述のアンテナシステム600は、1の平面(例えばアジマス)にビーム指向又は走査性を与える。2つの垂直平面(アジマス及びエレベーション)における走査又は指向性は、図6及び7に示すように、リフレクタ604を設けることによって達成できる。リフレクタ604は、底面608及び上面609を有する誘電体層606、誘電体層606の底

50

面 6 0 8 上に配置された複数の実質的に平行な金属リフレクタ片 6 1 2 を備える導電性リフレクタ格子、及び誘電体層 6 0 6 の上面 6 0 9 上に配置された金属板 6 2 8 を含む。誘電体層 6 0 6 d' の厚さは、誘電体層 6 0 6 における電磁波の約 4 分の 1 の波長になるように有利に選択される。図 7 に最もよく示すように、金属リフレクタ片 6 1 2 は、金属導波管片 4 0 6 に対して約 45° の角度を向いて、隣接するリフレクタ片 6 1 2 の間に間隔距離  $s'$  を有して有利に配置され、式： $s' < \lambda / (1 + \lambda / k)$  で与えられる。ここで、 $\lambda$  は、誘電体層 6 0 6、金属板 6 2 8、及び導電性片 6 1 2 の格子を備えるリフレクタ構造の伝播定数であり、他のパラメータは上述で定義した通りである。間隔  $s'$  は、リフレクタを入射電磁ビームからパワーを抽出する“寄生性の”導波管にさせるようにリフレクタ 6 0 4 の構造への入射波の結合を抑制する程度に十分小さくなくてはならない。十分に小さい間隔  $s'$  は、リフレクタ片 6 1 2 の格子が、干渉電磁波を発生する可能性のある回折格子として働くのも抑制する。

10

#### 【 0 0 3 1 】

入射電磁波 I が縦経路に沿って導波管アンテナ 4 0 0 に結合される場合、溝 4 0 8 によって形成された回折格子は、導波管アンテナ 4 0 0 の平面から放射される回折経路 D への入射又は縦波を回折する。回折波は、 $P_D$  で示されるような導波管片 4 0 6 の軸と実質的に平行な偏光を有する。リフレクタ 6 0 4 は、導波管アンテナ 4 0 0 から放射される回折電磁波を、矢印  $P_R$  によって示されるような導波管片 4 0 6 の軸と実質的に垂直な反射電磁波の偏光を有する反射経路 R に沿った反射ビームに変換する。前述のように、導波管片 4 0 6 の軸と実質的に垂直な偏光を有する電磁波は、波に対して透過性を示すように特徴づけられた導波管 4 0 0 の平面を通過するであろう。

20

#### 【 0 0 3 2 】

リフレクタ 6 0 4 によって行われた偏光変換又は回転は、当技術分野で周知のプロセスによって起こる。具体的には、リフレクタ 6 0 4 によって受けた回折波は、リフレクタ片 6 1 2 の軸に対して 45° 方向の偏光を有する。この偏光は 2 つの波成分によって形成される、即ち、リフレクタ片 6 1 2 の軸と平行な偏光を有する第 1 成分、及びリフレクタ片 6 1 2 の軸と垂直な偏光を有する第 2 成分である。第 1 成分はリフレクタ片 6 1 2 の格子から反射する一方、第 2 成分は格子及び誘電体層 6 0 6 を貫通し、金属板 6 2 8 によって反射する。反射した第 2 成分は、第 1 成分に対して 180° 位相シフトし、これにより、有効な偏光センスがリフレクタによって受けた回折ビームの偏光に対して 90° 回転する。その結果、リフレクタ 6 0 4 からの反射ビームは、リフレクタ 6 0 4 上に衝突する回折ビームのそれに対して直角な偏光を有する。更に、反射ビームの偏光がリフレクタ片 6 1 2 の軸に対して 45° 方向に向いている間、その偏光は、リフレクタ 6 0 4 上への衝突前の回折ビームのように軸に平行な代わりに、導波管片 4 0 6 の軸と垂直になる。リフレクタを有する相互作用の結果偏光のセンスに必要な変化を与えることのできる他のリフレクタ構造は当技術分野で周知であり、また、関連技術における当業者の示唆により提案されることが理解されよう。

30

#### 【 0 0 3 3 】

リフレクタ 6 0 4 を用いるアンテナシステム 6 0 0 は、第 1 及び第 2 平面における走査を可能にする。よって、上述したように、反射ビームは、入射縦ビームの干渉無しで導波管 4 0 0 の平面を通過することを可能にする伝播方向及び偏光方向を有しているため、入射縦ビームは、第 1 平面、例えばアジマスにおいて走査アンテナ素子 6 1 0 によって走査又指向される一方で、反射ビームが第 2 平面、例えばエレベーションにおいて走査される。第 2 平面における走査は、上述のリフレクタ 6 0 4 を移動可能とすることによって達成される。例えば、リフレクタ 6 0 4 は、アーク 8 0 4 に沿って振動されることができ、これにより反射ビームの角度を反射経路 R から、選択された代替反射経路 R' へと変化させる。当業者に理解されるように、リフレクタ 6 0 4 は、リフレクタ 6 0 4 をピボット（図示せず）の周囲で軸支し、リニア又はロータリモータなど（図示せず）を用いることによって、リフレクタ 6 0 4 をピボット（図示せず）の周囲で動かすために、移動可能とすることができる。ピボットは、リフレクタ 6 0 4 の端部又はリフレクタ 6 0 4 の長さ方向に

40

50

沿った位置、例えばリフレクタ604の中心付近に有利に配置され得る。リフレクタ604の動作は手で制御されるか、又は所定の(固定の又は可変の)周波数で自動的に振動されるか、又は適切にプログラムされたコンピュータ(図示せず)の制御下で制御され得る。

【0034】

上述したように、前述の走査アンテナ素子610と組み合わせた移動可能な又は振動するリフレクタ604は、ビーム指向又は走査を二次元に与えることができる。例えば、走査アンテナ素子610は、ビーム指向をアジムス平面付近に与えることができ、移動可能なリフレクタ604は、ビーム指向をエレベーション平面付近に与えることができる。

【0035】

上述のアンテナシステム600は、走査アンテナ素子610内で回転する回折格子ドラム620を用いているが、他の型式の走査アンテナ素子も利用可能である。例えば、走査アンテナ素子は、その開示の全てが参照によりここに組み込まれる2007年12月13日に出願された、同一出願人による係属中の米国特許出願第11/956,229号に開示されるような制御可能なエバネセント結合端素子のモノリシックアレイによって提供され得る。更に、リフレクタ604は、入射ビームIが固定された(非走査)方向に伝播する間、2つの直角な平面において振動するように製造され得る。そのような実施形態では、図4及び5を参照して上述したアンテナは、移動するリフレクタに対する供給「ホーン」としてただ機能するであろう。

【0036】

本開示は、具体的な実施形態を参照して記載したが、これらの実施形態は例示的のみに限られ、制限されるものではない。更に、ここに記載された実施形態の多くのバリエーション及び変形例が、関連する技術における当業者によって連想され得るだろう。例えば、「上部」及び「底部」の使用は、この開示においては便宜上、誘電体基板又はスラブの対向する表面を意味するものであるが、回折格子及び金属片の導電性格子は、装置の特定の向きに依存することなく、誘電体基板の対向する表面、及び「上部」及び「底部」表面である基板表面にそれぞれ配置されなければならないことが理解されよう。更なる例としては、制限はないが、上述のアンテナシステムに使用された回折格子、走査アンテナ素子、及びリフレクタは、この開示から逸脱することなく当技術分野で周知である様々なタイプのものを使用することができる。これら及び他のバリエーション及び変形例が、記載された実施形態と同等の範囲内において考慮されることができ、その結果、この開示の趣旨と範囲の中にあると考えることができよう。

【符号の説明】

【0037】

100、200、400、500...誘電体導波管(漏洩導波管アンテナ)

102、202、402...誘電体スラブ又は基板

104...回折格子散乱素子

106、216...上面

108、218...底面

110...縦伝播経路

112a...前方回折経路

112b...後方回折経路

205...上面

206...金属片(片)

208...縦(波)経路(伝播経路)

209...横断伝播経路

214...補強板

214...誘電体板(補強板)

220...イメージング導波管

404...底部スラブ表面(底面)

10

20

30

40

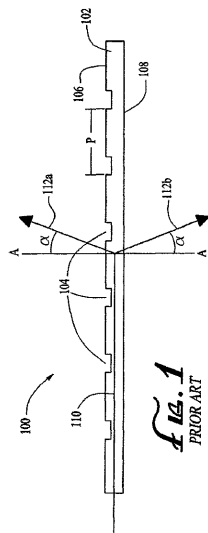
50

- 4 0 5 ... 上部スラブ表面 ( 上面 )
- 4 0 6 ... 導波管片 ( 金属片 )
- 4 0 8 ... 溝
- 4 1 0 ... 縦 ( 入射 ) 伝播経路
- 4 1 4 ... 伝播経路
- 5 0 8 ... 金属片 ( 片 )
- 6 0 0 ... アンテナシステム
- 6 0 2 ... アンテナサブシステム
- 6 0 4 ... リフレクタ
- 6 0 6 ... 誘電体層
- 6 0 8 ... 底面
- 6 0 9 ... 上面
- 6 1 0 ... 走査アンテナ素子
- 6 1 2 ... リフレクタ片 ( 導電性片 )
- 6 1 4 ... 導波管アッセンブリ ( 伝送線 )
- 6 1 6 ... 導電性導波管板、
- 6 1 9 ... 電磁線、
- 6 2 0 ... 回折格子ドラム ( シリンダ )
- 6 2 2 ... シリンダ
- 6 2 4 ... 格子
- 6 2 8 ... 金属板
- 8 0 4 ... アーク

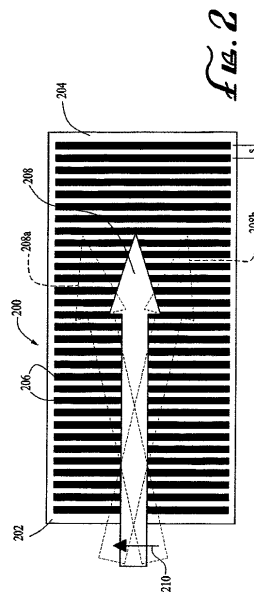
10

20

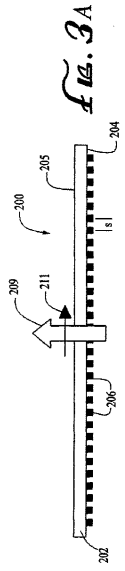
【 図 1 】



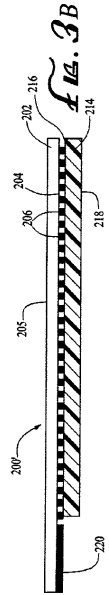
【 図 2 】



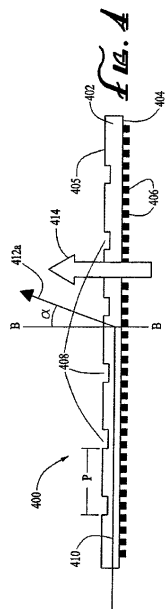
【 図 3 A 】



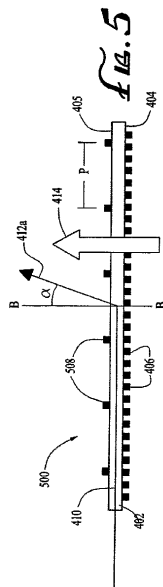
【 図 3 B 】



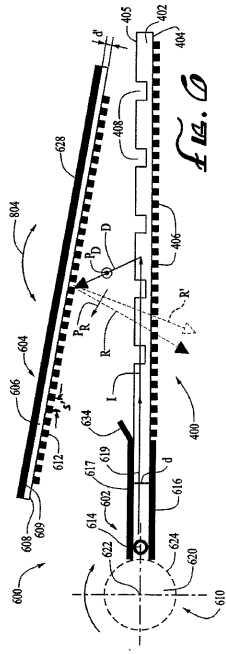
【 図 4 】



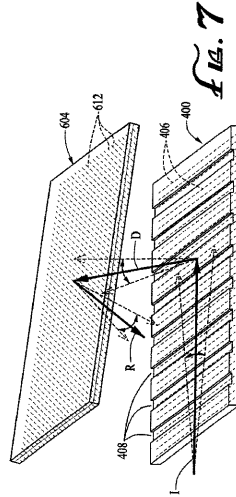
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 レフ・サドフニク  
アメリカ合衆国 9 2 6 1 2 カリフォルニア州アーバイン、トリニティー 3 3
- (72)発明者 アラメイ・アバキアン  
アメリカ合衆国 9 1 1 0 4 カリフォルニア州パサデナ、シナロア・アベニュー 1 6 5 8
- (72)発明者 グラディミール・リトビノフ  
アメリカ合衆国 9 2 6 5 6 カリフォルニア州アリソ・ピエホ、シナモン・ティール 2 3 6
- (72)発明者 ダシン・ジア  
アメリカ合衆国 9 2 6 1 2 カリフォルニア州アーバイン、ロックビュー・ドライブ 3 9
- (72)発明者 ミハイル・フェルマン  
アメリカ合衆国 9 1 3 5 6 カリフォルニア州ターザナ、ナンバー 8、コリンズ・ストリート 1 8 3  
1 9
- (72)発明者 マーク・アレツキン  
アメリカ合衆国 9 1 6 1 2 カリフォルニア州アーバイン、コークウッド・レーン 4 9 1 2

審査官 富澤 哲生

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 3 2 0 2 2 9 ( J P , A )  
特表 2 0 0 8 - 5 1 6 5 6 7 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 2 7 4 5 3 9 ( J P , A )  
特公昭 2 6 - 0 0 7 7 5 3 ( J P , B 1 )  
特開 2 0 0 6 - 0 3 3 0 3 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 1 8 5 9 4 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 1 9 8 7 2 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 0 7 7 6 2 4 ( J P , A )  
特開昭 6 3 - 1 5 1 9 0 4 ( J P , A )

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 P 3 / 1 6  
H 0 1 Q 1 3 / 2 4  
H 0 1 Q 1 3 / 2 8  
H 0 1 Q 1 9 / 1 0