(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4095103号
(P4095103)
(45)発行日　平成20年6月4日(2008.6.4)　(24)登録日　平成20年3月14日(2008.3.14)

(51)Int.Cl.			F I		
H01Q	9/16	(2006.01)	H01Q	9/16	
H01Q	9/30	(2006.01)	H01Q	9/30	
H01Q	3/44	(2006.01)	H01Q	3/44	
H04B	7/10	(2006.01)	H04B	7/10	A

請求項の数 22　(全 24 頁)

(21)出願番号	特願2006-533181(P2006-533181)
(86)(22)出願日	平成16年5月18日(2004.5.18)
(65)公表番号	特表2007-501587(P2007-501587A)
(43)公表日	平成19年1月25日(2007.1.25)
(86)国際出願番号	PCT/US2004/015544
(87)国際公開番号	WO2004/107497
(87)国際公開日	平成16年12月9日(2004.12.9)
審査請求日	平成18年1月24日(2006.1.24)
(31)優先権主張番号	10/444,322
(32)優先日	平成15年5月23日(2003.5.23)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　504407103
アイピーアール　ライセンシング　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　１９８１０　デラウェア州　ウィルミントン　コンコード　プラザ　シルバーサイド　ロード　３４１１　ヘイグリー　ビルディング　スイート　１０５
(74)代理人　100077481
弁理士　谷　義一
(74)代理人　100088915
弁理士　阿部　和夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】無線アプリケーションのための高利得アンテナ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の接地平面と、
複数の前記接地平面に接続された能動素子と、
前記能動素子から間隔を空けて前記能動素子を取り囲んで配置され、複数の前記接地平面の各々に設けられた複数の受動ダイポールであって、それぞれ上部セグメント及び下部セグメントを有する前記受動ダイポールと、
前記能動素子から間隔を空けて前記能動素子を取り囲んで配置され、複数の前記接地平面の各々に設けられた複数の指向素子であって、前記能動素子及び複数の前記受動ダイポールと共にアンテナ放射に指向性を与える複数の指向素子と、
複数の前記受動ダイポールを反射または指向性モードで動作するように選択可能に制御するためのコントローラと
を備え、前記接地平面、前記受動ダイポールの下部セグメント、及び前記指向素子がユニタリー構造を形成することを特徴とするアンテナ。
【請求項２】
前記アンテナ放射は、水平方向への指向性を有することを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項３】
複数の前記指向素子に接続された複数のアームと、
前記指向素子に前記アームを介してそれぞれ結合されるように前記複数のアームに結合

された複数の追加の指向素子と
　をさらに備えたことを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項４】
　前記コントローラは、前記反射または前記指向性モードを実現するために、前記複数の受動ダイポールのうちの１つまたは複数の有効な電気的長さを修正することを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項５】
　前記コントローラは、前記反射または前記指向性モードを実現するために、前記複数の受動ダイポールのうちの１つまたは複数の前記上部セグメントの有効な電気的長さを修正することを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項６】
　前記コントローラは、各前記上部セグメントと前記接地平面との間にインピーダンスを導入するために、各前記上部セグメントと前記接地平面との間に結合された個別のスイッチング素子を有することを特徴とする請求項５に記載のアンテナ。
【請求項７】
　各前記スイッチング素子は、前記上部セグメントと前記接地平面との間に、インダクタンスを有する第１のインピーダンスおよびキャパシタンスを有する第２のインピーダンスのうち１つを選択可能に導入することを特徴とする請求項６に記載のアンテナ。
【請求項８】
　受信または送信信号周波数は、符号分割多重接続、時分割多元接続、ＩＥＥＥ　８０２．１１、ブルートゥース、およびＧＳＭの諸規格のうち１つに従って動作する無線システムにおける搬送波周波数であることを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項９】
　前記能動素子および前記複数の受動ダイポールは、垂直に配向されることを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項１０】
　前記複数の受動ダイポールは、前記アクティブ素子とは離れて放射状に間隔を空けて配置されることを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項１１】
　前記複数の受動ダイポールは、前記アクティブ素子から等しい距離で放射状に間隔を空けて配置されることを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項１２】
　各前記上部セグメントは、前記接地平面に切り替え可能なように接続され、各前記下部セグメントは、前記上部セグメントと垂直に位置合わせされ、および前記下部セグメントの上端部は、前記能動素子の方向に内側に向かって放射状に延在する前記接地平面と連続することを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項１３】
　各前記上部セグメントは、インピーダンスを介して前記接地平面に切り替え可能なように接続されることを特徴とする請求項１２に記載のアンテナ。
【請求項１４】
　前記複数の受動ダイポールの各々１つは、物理長を有し、前記アンテナは、波長を有する動作信号を送信または受信し、および前記物理波長は、およそ１波長よりも短いことを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項１５】
　前記動作信号は、複数の動作信号を有し、および前記複数の動作信号の周波数は、調和的に関係することを特徴とする請求項１４に記載のアンテナ。
【請求項１６】
　複数の前記指向素子の各々１つは、複数の前記受動ダイポールのうち１つと放射状に位置合わせされることを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項１７】

複数の前記指向素子は、前記能動素子からの１つまたは複数の同心円に配置構成されることを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項１８】
複数の前記指向素子の各々１つの長さは、前記アンテナの動作周波数でのおよそ半波長よりも短いことを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項１９】
複数の前記指向素子の各々１つは、垂直に配向されることを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項２０】
複数の前記指向素子を支持するためのリング構造をさらに備えたことを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【請求項２１】
前記リング構造は、前記複数の受動ダイポールから外側に向かって、および前記複数の受動ダイポールと同心に、取り外し可能なように位置決めされることを特徴とする請求項２０に記載のアンテナ。
【請求項２２】
前記接地平面は水平の接地平面部と垂直な接地平面部を備え、前記受動ダイポールの各上部セグメントは、前記水平の接地平面部に切り替え可能なように接続され、前記受動ダイポールの各下部セグメントは、前記上部セグメントと垂直に位置合わせされ、各前記下部セグメントの上端部は、前記能動素子の方向に内側に向かって放射状に延在する前記垂直な接地平面部と連続し、および前記水平の接地平面部は前記垂直の接地平面部に接続されることを特徴とする請求項１に記載のアンテナ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、一般には、移動体または携帯用のセルラ通信システムに関し、より詳細には、こうしたシステムにおいて使用するための、方位角方向でのアンテナ利得を上昇させることによりビーム形成機能を向上させるアンテナ装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
符号分割多重接続（ＣＤＭＡ）通信システムは、基地局と１つまたは複数の移動体または携帯加入者ユニットとの間に無線通信を提供する。基地局は、通常、地上基地発進の公衆交換電話網（ＰＳＴＮ）と相互接続されたコンピュータ制御のトランシーバセットである。さらに基地局は、順方向リンク無線周波信号を移動体加入者ユニットに送信するため、および各移動体ユニットから伝送された逆方向リンク無線周波信号を受信するための、アンテナ装置を含む。各移動体加入者ユニットも、順方向リンク信号受信用および逆方向リンク信号送信用のアンテナ装置を含む。典型的な移動体加入者ユニットは、デジタル式セルラ電話ハンドセットまたはセルラモデムに結合されたパーソナルコンピュータである。こうしたシステムでは、複数の移動体加入者ユニットが同じセンター周波数で信号を送受信することができるが、個々の加入者ユニットに送信またはこのユニットから受信した信号を区別するためには異なる変調コードが使用される。
【０００３】
ＣＤＭＡに加えて、基地局と１つまたは複数の携帯または移動体ユニットとの間の通信に使用される他の無線接続技法は、時分割多元接続（ＴＤＭＡ）、ＧＳＭ（Ｇｌｏｂａｌ ｓｙｓｔｅｍ ｆｏｒ ｍｏｂｉｌｅ ｃｏｍｍｕｎｉｃａｔｉｏｎ））、ＩＥＥＥ（Ｉｎｓｔｉｔｕｔｅ ｏｆ Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌ ａｎｄ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ Ｅｎｇｉｎｎｅｒｓ）によって定義された様々な８０２．１１規格、およびいわゆる「ブルートゥース」業界開発規格を含む。すべてのこうした無線通信技術は、受信側エンドおよび送信側エンドの両方でアンテナを使用する必要がある。これらの無線通信技術、ならびに当分野で知られたその他のいずれの技術でも、本発明の教示に従って構築された１つ

または複数のアンテナを使用することができる。本発明によって教示されるようにアンテナ利得が上昇すると、すべての無線システムの性能を向上させることになる。

【０００４】

移動体加入者ユニットで信号を送受信するための最も一般的な種類のアンテナは、モノポールまたは全方向性アンテナである。このアンテナは、加入者ユニット内のトランシーバに結合された単一のワイヤまたはアンテナ素子からなる。トランシーバは、加入者ユニットから伝送用の逆方向リンクオーディオまたはデータを受信し、この信号を、その加入者ユニットに割り当てられた特定の周波数および変調コード（すなわち、ＣＤＭＡシステムの場合）で搬送波信号に変調する。変調された搬送波信号は、アンテナによって伝送される。アンテナ素子によって特定周波数で受信された順方向リンク信号はトランシーバによって復調され、加入者ユニット内の処理回路に供給される。

【０００５】

モノポールアンテナから伝送された信号は、本質的に全方向性である。すなわちこの信号は、全体的に水平な平面ですべての方向にほぼ同じ強度で送信される。モノポールアンテナ素子での信号の受信も、同様に全方向性である。モノポールアンテナ単独では、１つの方位角方向で受信した信号と、他の方位角方向から来る同じかまたは異なる信号とを区別することはできない。またモノポールアンテナは、頂点方向の有効な放射も生成しない。このアンテナパターンは、一般に、ドーナツホールの中央にアンテナ素子が配置されたドーナツ型と呼ばれる。

【０００６】

移動体加入者ユニットによって使用可能な第２の種類のアンテナが記載されている（例えば、特許文献１参照）。記載されたシステムは、たとえばラップトップコンピュータの外側ケースに取り付けられた２つのアンテナ素子を備える、指向性アンテナシステムを提供する。このシステムは、各素子に取り付けられた移相器を含む。移相器は、それへの信号入力に位相角遅延を伝え、それによって選択された方向に集中信号またはビームを提供するようにアンテナパターン（受信および送信の両方のモードに適用される）を修正する。ビームの集中が、アンテナ利得または指向性の上昇と呼ばれる。引用された特許の２素子アンテナは、基地局に対する加入者ユニットの向きの変化に対処するために、伝送された信号を所定のセクタまたは方向に向けて送り、それによって向きの変化による信号損失を最小限にする。アンテナの受信特徴は、移相器の使用によっても同様に達成される。

【０００７】

ＣＤＭＡセルラシステムは、干渉制限システムとも呼ばれる。すなわち、１つのセルおよび隣接する複数のセル内でアクティブな移動体または携帯加入者ユニットが増加するほど、周波数干渉も増加し、その結果ビット誤り率も上昇する。誤り率の上昇に直面した信号およびシステムの保全性を維持するために、システムオペレータは１人または複数のユーザに対して許容可能な最大データレートを減少させるか、またはアクティブな加入者ユニットの数を減少させ、それによって電波から潜在的な干渉を除去する。たとえば、最大使用可能データレートを２倍に上昇させるためには、アクティブな移動体加入者ユニットの数を半分に減少させることができる。しかしながら、データレートを上昇させる場合、個々のシステムユーザに関する優先度割り当てがないため、通常この技法は使用されない。最終的に、基地局および携帯ユニットの両方で（またはいずれかで）指向性アンテナを使用することによって、過度の干渉を避けることも可能である。

【０００８】

一般に指向性アンテナビームパターンは、位相配列アンテナの使用によって達成することができる。位相配列は、各位相配列アンテナ素子への入力信号の位相を制御することにより、所望の方向に電子的にスキャンまたは操向される。しかしながら、これらの技法に従って構築されたアンテナは、送信または受信される信号の波長に比べて素子間隔が電気的に小さくなるにつれて、効率および利得の減少に見舞われる。こうしたアンテナが携帯または移動体加入者ユニットと共に使用された場合、アンテナ配列間隔は相対的に小さく、それに応じてアンテナ性能が損なわれる。

【０００９】
　無線通信システムにおいて移動体加入者ユニットで使用される従来技術のアンテナには、本来様々な欠点が備わっている。こうした問題の１つが、マルチパスフェージングと呼ばれる。マルチパスフェージングでは、送信側（基地局または移動体加入者ユニット）から伝送された無線周波信号は、所期の受信側へのルートで干渉に遭遇する可能性がある。たとえば信号は、建物などの物体から反射し、それによってオリジナル信号の反射バージョンが受信側に向けて送られる可能性がある。こうした場合、受信側は、同じ無線信号のオリジナルバージョンと反射バージョンという２つのバージョンを受信する。受信された信号はそれぞれ同じ周波数であるが、反射およびその後の受信側までの伝送パス長さが異なることから、反射した信号とオリジナル信号とは位相が合わない可能性がある。その結果、オリジナル信号と反射信号は部分的または完全に互いを取り消し合い（相殺的干渉（ｄｅｓｔｒｕｃｔｉｖｅ　ｉｎｔｅｒｆｅｒｅｎｃｅ））、結果として受信された信号にフェージングまたはドロップアウトが生じ、これによってマルチパスフェージングと呼ばれる。

【００１０】
　単一素子アンテナは、マルチパスフェージングの影響を非常に受けやすい。単一素子アンテナには伝送された信号の送信元の方向を決定する方法がないため、任意の特定方向の信号をより正確に検出および受信することができない。その指向性パターンは、アンテナの物理的構造によって決められる。マルチパスフェージング効果を除去する努力において、アンテナの物理的位置または向き（たとえば水平または垂直）だけが変更可能である。

【００１１】
　前述の参照で説明された２素子アンテナも、移相器が活動化された場合のアンテナパターンによって形成される半球ローブの対称的および相反する性質により、マルチパスフェージングの影響を受けやすい。アンテナパターンで作成されるローブはおおよそ対称的および互いに相反するため、アンテナの背面（前面から発せられる信号に対して）に向かって反射した信号は、直接受信されたオリジナル信号と同じパワーで受信することができる。すなわち、オリジナル信号が所期の受信側の向こう側または後ろ側（送信側に対して）にある物体から反射し、所期の受信側で直接受信される信号とは反対の方向から再反射する場合、２つの信号における位相差がマルチパスフェージングによって相殺的干渉を生成する。

【００１２】
　セルラ通信システムに存在する他の問題は、セル間信号干渉である。ほとんどのセルラシステムは個々のセルに分けられ、それぞれのセルの中央に基地局が配置される。各基地局の配置は、隣接する基地局が互いにほぼ６０度の間隔となるように構成される。各セルは、中央に基地局を備える六角形とみなすことができる。各セルの縁部は隣接し、各セルの縁部を線として描き、すべてのセルを上から見た場合、セルのグループはハチの巣状のイメージを形成する。セルの縁部からその基地局までの距離は、通常、セルの縁部近くにいる移動体加入者ユニットからそのセルの基地局まで受け入れ可能な信号を伝送するのに必要な最低のパワー（すなわち、受け入れ可能な信号を１つのセルの半径に等しい距離だけ伝送するのに必要なパワー）で決められる。

【００１３】
　１つのセルの縁部近くにある移動体加入者ユニットが信号を送信し、この信号が縁部を横切って隣接するセルに進み、隣接するセル内で実行されている通信を干渉した場合、セル間干渉が発生する。通常、同じかまたは近くに配置された周波数の隣接するセル内の信号は、セル間干渉を発生させる。通常、セル間干渉の問題は、セルの縁部付近の加入者ユニットが、伝送された信号がセル中央に配置された所期の基地局によって効果的に受信されるように強い伝送パワーを使用する、という事実によって悪化する。また、所期の受信側の向こう側または後ろ側に位置する他の移動体加入者ユニットからの信号が、同じパワーレベルで基地局に到達し、さらなる干渉を引き起こす場合もある。

【００１４】

ＣＤＭＡシステムでは、通常、隣接するセル内の加入者ユニットは同じ搬送波またはセンター周波数で伝送するため、セル間干渉の問題が悪化する。たとえば一般に、同じ搬送波周波数で動作するが異なる基地局に伝送する、隣接するセル内の２つの加入者ユニットは、両方の信号が基地局のうちの１つで受信された場合、互いに干渉する。一方の信号は、他方に対しては雑音として現れる。干渉の程度および受信側が所期の信号を検出および復調する能力も、加入者ユニットが動作するパワーレベルによって影響を受ける。加入者ユニットのうちの１つがセルの縁部に位置する場合、所期の基地局まで到達させるために、そのセル内および隣接するセル内の他のユニットに比べて高いパワーレベルで伝送する。しかしその信号は、意図しない基地局、すなわち隣接するセル内の基地局によっても受信される。意図しない基地局で受信された２つの同じ搬送波周波数信号の相対的なパワーレベルに応じて、そのセル内から伝送された信号と隣接するセルから伝送された信号とを適切に区別できない場合がある。

【００１５】

【特許文献１】米国特許第５６１７１０２号明細書

【特許文献２】米国特許出願公開第１０／２９２３８４号明細書（２００２年１１月８日出願 "A Dual Band Phased Array Antenna Employing Spatial Second Harmonics"）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１６】

基地局で受信される干渉伝送の数を減少させることによって、順方向リンク（基地局から加入者）のオペレーションに著しい影響を与える可能性のある加入者ユニットアンテナの見かけの視野（ａｐｐａｒｅｎｔ ｆｉｅｌｄ ｏｆ ｖｉｅｗ）を減少させるためのメカニズムが求められている。逆方向リンクのアンテナパターンにおける同様の改良により、受信信号品質を達成するために所望の伝送信号パワーを減少させることができる。

【課題を解決するための手段】

【００１７】

本発明に従ったアンテナは、能動素子と、能動素子から離れて配置されこれを取り囲む複数の受動ダイポールとを備える。コントローラは、受動ダイポールが反射モードまたは指向性（ｄｉｒｅｃｔｉｖｅ）モードで動作するように選択的に制御する。

【００１８】

様々な図面全体を通じて同じ参照番号が同じ部分を示す添付の図面に例示されるように、本発明の前述および他の特徴および利点は、本発明の好ましい実施形態についての以下の説明から明らかとなろう。図面は必ずしも縮図ではなく、本発明の原理を例示することが重要視されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

図１は、典型的なＣＤＭＡセルラ通信システムの１つのセル５０を示す図である。セル５０は、移動体加入者ユニット６０－１から６０－３が中央に位置する基地局６５と通信する、地理的領域を表す。各加入者ユニット６０は、本発明に従って構成されたアンテナ７０を備える。加入者ユニット６０には、オペレータによって無線データおよび／または音声サービスが提供され、たとえばラップトップコンピュータ、ポータブルコンピュータ、携帯情報端末（ＰＤＡ）などのデバイスを、基地局６５（アンテナ６８を含む）を介して公衆交換電話網（ＰＳＴＮ）、インターネットなどのパケット交換コンピュータネットワーク、公衆データ網、または私設イントラネットを有する、ネットワーク７５に接続する。基地局６５は、１次群速度（ｐｒｉｍａｒｙ ｒａｔｅ）ＩＳＤＮ、あるいはＩＳ－６３４またはＶ５．２などの他のＬＡＰＤベースプロトコル、場合によってはネットワーク７５がインターネットなどのパケットベースのイーサネット（登録商標）ネットワークであればＴＣＰ／ＩＰなどの、任意数の異なる使用可能な通信プロトコルを介してネットワーク７５と通信する。加入者ユニット６０は、本来移動体とすることが可能であり、基地局６５と通信しながらある場所から別の場所へ移動することができる。加入者ユニット

が１つのセルを離れて別のセルに入ると、通信リンクは出たセルの基地局から入ったセルの基地局へと切り替え（ｈａｎｄ　ｏｆｆ）られる。

【００２０】

図１では、単なる一例として、および本発明の説明をわかりやすくするために、セル５０内に１つの基地局６５および３つの移動体加入者ユニット６０が示される。本発明は、通常、セル５０などの個々のセル内でより多くの加入者ユニットが１つまたは複数の基地局と通信するシステムに適用可能である。

【００２１】

当業者であれば、図１が、基地局６５と加入者ユニット６０との間でデータおよび／または音声を搬送するために無線チャネルが割り当てられる、ＣＤＭＡ、ＴＤＭＡ、ＧＳＭ、その他などの信号を送る方法を採用する標準的なセルラ式通信システムを表すことも理解されよう。一実施形態では、図１は、無線インターフェースに関するＩＳ－９５Ｂ規格に定義されたような符号分割多重化の原理を使用するＣＤＭＡなどのシステムである。さらに当業者であれば、本発明の様々な実施形態が、ＩＥＥＥ　８０２．１１規格およびブルートゥース規格を含む様々な通信プロトコルの下で動作する他の無線通信システムで使用可能であることを理解されよう。

【００２２】

セルベースシステムの一実施形態では、移動体加入者ユニット６０は、基地局６５から伝送される順方向リンク無線信号の指向性受信、ならびに移動体加入者ユニット６０から（ビーム形成と呼ばれるプロセスを介した）基地局６５への逆方向リンク信号の指向性送信を提供する、アンテナ７０を使用する。この概念は、各移動体加入者ユニット６０から基地局６５方向への事実上最良の伝播のための方向で外に向かって延在する例示的ビームパターン７１から７３によって、図１に例示される。アンテナ装置７０は、伝送を事実上基地局６５に向けて送ること、および事実上基地局６５の場所から発信する信号を指向的に受信することにより、移動体加入者ユニット６０に対するセル間干渉およびマルチパスフェージングの影響を減少させる。さらに、アンテナのビームパターン７１、７２、および７３が基地局６５の方向で外に向かって延在するが、ほとんどの他の方向で減衰することから、移動体加入者ユニット６０－１、６０－２、および６０－３から基地局６５への効果的な通信信号の伝送に必要なパワーはより少なくなる。したがって、アンテナ７０は等方性放射体と比べて多くの利得を提供する。

【００２３】

指向性ビームパターンを提供し、さらに本発明の教示が適用可能なアンテナ配列の実施形態の１つが、図２に示される。図２のアンテナ配列１００は、４つのアンテナ素子１０３を備える４素子円形配列を有する。単一パスネットワークがアンテナ素子１０３それぞれに供給する。ネットワークは、接合点１０６で２５オーム伝送線路１０７と合流する４本の５０オーム伝送線路１０５を備える。アンテナ供給線路１０５は、それぞれ供給線路に沿って挿入されたスイッチ１０８を有する。図１では、各スイッチ１０８はダイオードで表されるが、当業者であればダイオードの代わりに単極双投（ＳＰＤＴ）スイッチの使用を含む他のスイッチング素子が使用可能であることを理解されよう。いずれの場合も、アンテナ素子１０３はそれぞれのスイッチ１０８によってそれぞれ独立して制御される。３５オーム４分の１波長変成器１１０は、２５オーム伝送線路１０７を５０オーム伝送線路１０５に整合させる。

【００２４】

動作時には、通常２つの隣接するアンテナ素子１０３が、関連するスイッチ１０８を閉じることで伝送線路１０５に接続される。これらの素子１０３は能動素子として働き、スイッチ１０８が開いている残りの２つの素子１０３は反射器として働く。したがって任意の隣接するスイッチ１０８のペアを閉じて、所望のアンテナビームパターンを作成することができる。アンテナ配列１００は、隣接するスイッチ１０８のペアを連続して開閉し、ビームパターンの動きを実現させるためにアンテナ配列１００の能動素子を変更することによってもスキャン可能である。アンテナ配列１００の他の実施形態では、１つの素子の

みを能動化することも可能であり、この場合、遷移線路１０７は５０オーム特性インピーダンスを有し、４分の１波長変成器１１０は不要である。

【００２５】

安価で電気的に小さく、低損失、低コスト、中指向性の電子的にスキャン可能なアンテナ配列を表す他のアンテナ設計が、図３に示される。このアンテナ配列１３０は、所望に応じて導波器（ｄｉｒｅｃｔｏｒ）または反射器として働く電子的に調整可能な受動素子に囲まれた単一の励起アンテナ素子を含む。例示的アンテナ配列１３０は、５つの受動反射導波器１３４から１３８に囲まれた単一の中央能動素子１３２を含む。反射導波器１３４～１３８は、受動素子とも呼ばれる。一実施形態では、能動素子１３２および受動素子１３４から１３８はダイポールアンテナである。図に示されるように、能動素子１３２は電気的に５０オーム伝送線路１４０に接続される。各受動素子１３４から１３８は、単極双投（ＳＰＤＴ）スイッチ１６０に取り付けられる。スイッチ１６０は、指向状態または反射状態のいずれでも受動素子１３４から１３８それぞれに配置される。指向状態の場合、アンテナ素子は無線周波信号に対してほぼ不可視であるため、無線周波エネルギーは順方向に送られる。反射状態の場合、無線周波エネルギーは発生源方向に戻される。

【００２６】

電子スキャンはＳＰＤＴスイッチ１６０を使用して実施される。各スイッチ１６０は、そのそれぞれの受動素子を２つの別々の開路または短絡伝送線路スタブのうちの１つに結合する。各伝送線路スタブの長さは、受動要素１３４から１３８に必要なリアクタンス性（ｒｅａｃｔｉｖｅ）インピーダンスを生成するように事前に決定され、その結果指向状態または反射状態が達成される。リアクタンス性インピーダンスは、アプリケーション特有の集積回路または集中無効負荷を使用しても実現可能である。

【００２７】

使用中にアンテナ配列１３０は、受動素子１３５および１３６を指向状態に切り替え、受動素子１３４、１３７、および１３８を反射状態に置くことにより、矢印１６４によって識別された方向に固定ビーム指向性パターンを提供する。ビームのスキャンは、受動素子１３４から１３８によって形成される円内の隣接するスイッチ１６０を漸次開閉することにより達成される。全方向性モードは、受動素子１３４から１３８のすべてが指向状態に置かれた場合に達成される。

【００２８】

当業者であれば理解されるように、アンテナ配列１３０はＮ個のオペレーティング指向性モードを有し、ここでＮとは受動素子の数である。基礎となる配列モードは、全方向性遠距離電磁界パターンを達成するためにＮ個の受動素子すべてを指向状態に切り替える必要がある。漸次増加する指向性は、１つからほぼ半数までの受動素子を反射モードに切り替え、残りの素子を指向性のままにしておくことによって達成される。

【００２９】

図４は、中央素子２０２からほぼ等しい半径で配置構成された（およびほぼ等しい角度間隔を有する）６つの垂直モノポール２００を備えたアンテナ配列１９８を示す。参照番号２０６で参照される交互入力信号によって示されるように、伝送モードでは中央素子は能動素子である。アンテナ相反定理によれば、能動素子２０２はアンテナ配列１９８に伝送される信号に対して相反様式で機能する。受動素子２００は、それぞれの場所で反射特性または指向特性を選択的に提供することによって、能動素子２０２からの（または能動素子２０２への）放射パターンを形成する。反射／指向特性またはその両方の組み合わせは、受動素子２００のそれぞれに関連付けられた可変リアクタンス素子２０４の設定によって決定される。受動素子２００が導波器として働くように構成された場合、能動素子２０２によって送信された（または受信モードで能動素子２０２によって受信された）放射は、受動素子２００の環を通過して全方向性アンテナビームパターンを形成する。受動素子２００が反射モードで構成された場合、能動素子２０２から伝送された無線周波エネルギーはアンテナ環の中央に向かって再反射される。一般に、共振長さを変更することによって、素子が共振長さよりも長くなるとアンテナ素子が反射性となり（共振長さは、接地

平面がアンテナ素子よりも下にある場合、λ／２またはλ／４と定義される）、素子が共振長さよりも短くなると指向性／透過性となることが知られている。受動素子２００の間に反射器を連続して分配することで、導波器として構成されたそれら素子の方向に放射パターンを平行にする。

【００３０】

図４に示されるように、受動素子２００および能動素子２０２はそれぞれ送信または受信信号の垂直偏波（ｖｅｒｔｉｃａｌ　ｐｏｌａｒｉｚａｔｉｏｎ）のために配向される。当業者には、アンテナ素子の水平配置の結果、水平信号偏波が生じることが知られている。水平偏波の場合、能動素子２０２はループまたは環状リングアンテナに置き換えられ、受動素子２０２は水平ダイポールアンテナに置き換えられる。

【００３１】

本発明の教示によれば、指向的に構成された受動素子２００を通過したエネルギーを、より指向的なアンテナビームに形成することも可能である。図５に示されるように、ビームはアンテナアレイ１９８を中心とする環状誘電性基板２１０によって形成される。誘電性基板は、外側の帯域が内側の開口部を画定し、受動素子２００および能動素子２０２が内側開口部内に配置された、リング形状である。誘電性基板２１０は、空気よりも伝播定数が小さい低速波構造である。その結果、誘電性基板２１０に接触した送信波（または受信モードでは受信波）の一部は、波の自由空間部分に対して誘導および低速化される。その結果、上昇方向の放射パターンは狭くなり（上昇エネルギーは減衰され）、放射は方位角方向に向かって集束される。したがって、アンテナビームパターンの利得は増加する。低速波構造は、より指向的なビームを形成するために本来パワーまたは放射エネルギーを誘電性スラブに沿って誘導する。一実施形態では、誘電性基板２１０の半径は少なくとも半波長である。当業者に知られているように、低速波構造は、誘電性スラブ、波形電導性表面、電導性格子、またはそれらの任意の組み合わせを含む、多くの形を取ることができる。

【００３２】

通常、可変リアクタンス素子２０４は、誘電性基板２１０を備えた受動素子２００の動作を最適化するように調整される。所与の動作周波数では、受動素子２００と誘電性基板２１０の内側開口部の周囲との間の最適な距離がいったん確立されると、この距離は所与の周波数で動作する間は変化しない。

【００３３】

図６は、図５の断面６－６に沿った誘電性基板２１０を示す図である。誘電性基板２１０は、２つのテーパー縁部２１８および２２０を含む。この図では接地平面２２２が誘電性基板２１０よりも下にあることもわかる。これら両方のテーパー縁部２１８および２２０により、空中から基板へ、またはその逆への遷移を緩和する。急激な遷移は入射波の反射を発生させ、この状況では低速波構造の効果を減少させる。

【００３４】

図示されたテーパー２１８および２２０の長さは等しくないが、当業者であれば、長いテーパーの方が自由空間伝播定数と誘電性伝播定数との間により有利な遷移を提供することを理解されよう。テーパー長さは、誘電性基板２１０が使用可能なスペースにも依存する。理想的に言えば、誘電性基板２１０が十分なスペースを使用できる場合、テーパーは長くするべきである。

【００３５】

一実施形態では、誘電性基板２１０の高さは受信または送信信号の波長の４分の１である（すなわちλ／４）。接地平面２２２が存在しない実施形態の場合、誘電性スラブ２１０の高さはλ／２である。誘電性基板２１０に関して考えた場合、波長λは誘導体における波長であり、これは自由空間波長よりも常に短い。アンテナの指向性は誘電性基板半径の単調関数である。長い誘電性基板２１０は、無線周波信号が誘電性基板２１０から自由空間へ（受信波の場合はその逆へ）と進む際に漸進的遷移を提供する。これによって、電波は平行を維持し、電波が誘電性基板２１０を出る場合のアンテナ配列の指向性を向上さ

せる。当業者には知られているように、一般にアンテナの指向性は波面がほぼ平らな遠距離電磁界で計算される。

【００３６】

一実施形態では、受動素子２００、能動素子２０２、および誘電性基板２１０がプラットフォーム上または作業面に配置するためのハウジング内に取り付けられる。こうした構成は、ラップトップ内の無線通信デバイスによって供給および制御される受動素子２００および能動素子２０２を備えたラップトップコンピュータが、たとえばＣＤＭＡ無線システムを介してインターネットに接続するため、または無線アクセスポイントに接続するために、使用可能である。アンテナ素子２００および２０２ならびに誘電性基板２１０を別々のパッケージに配置する代わりに、受動素子２００および能動素子２０２がその表面から上に垂直に延在するようにラップトップコンピュータの表面に組み込むこともできる。誘電性基板２１０は、そのラップトップ表面に組み込むか、または受動素子２００を取り囲むように表面上に設定するために別の構成要素として形成することができる。表面に組み込まれた場合、受動素子２００および能動素子２０２は、折り返し状態の場合表面に向かって折り返せるように配置し、動作時には垂直状態に展開することができる。受動素子２００および能動素子２０２が垂直に配向されると、別の誘電性スラブ２１０を受動素子２００の周囲に取り付けることができる。

【００３７】

誘電性基板２１０は、ポリスチレン、アルミナ、ポリエチレン、または人工誘導体を含む任意の低損失誘電性材料を使用して製造することができる。当業者に知られているように、人工誘導体とは、互いに分離された中空の金属球で満たされた容積である。

【００３８】

図７は、受動アンテナ素子２００に取り囲まれた波形金属ディスク２５０を含むアンテナアレイ２３０を示す。波形金属ディスク２５０は、図５の誘電性基板２１０と同じ利得向上機能を提供し、間に溝２５４を画定する複数のメサ（ｍｅｓａ）２５２を備える。図８は、図７の貫通断面８－８を示す。最も内側のメサ２５２Ａがテーパー表面２５６を含むことに留意されたい。また、最も外側のメサ２５２Ｂおよび２５２Ｃもそれぞれテーパー表面２５８および２６０を含む。図５の実施形態に示されるように、テーパー２５６および２５８は波形金属ディスク２５０によって提示される自由空間と伝播定数との間に遷移領域を提供する。誘電性基板２１０と同様に、波形金属ディスク２５０は溝２５４がほぼ４分の１波長深さであり、自由空間内でオープンすなわち４分の１波長を近似するインピーダンスを移動無線周波信号に提示するため、低速波構造として働く。しかしながらノッチは開路を精密に提示しないため、インピーダンスは、図５の誘電性基板２１０によって生じる屈曲と同様に、移動波の屈曲を発生させる。溝２５４が完全なオープンを提供する場合、無線周波エネルギーは溝によってトラップされず、電波の屈曲も生じない。図７の実施形態を首尾よく使用するために重要なのは、無線周波のトラップである。溝２５４が浅い場合は、電波を解放し、輪郭付け（ｃｏｎｔｏｕｒｉｎｇ）（すなわちメサおよび溝の場所）が波形波面を形成するために電波が放射する場所および程度を制御する。たとえば、溝が放射状に配向された場合、電波は単に溝に沿って移動するだけで制御はできない。図７および８の実施形態では溝またはノッチが３つしか示されていないが、当業者であれば、追加の溝またはノッチを提供して移動無線周波を制御し、方位角方向へのアンテナの指向性を向上させることができることを理解されよう。

【００３９】

図９は、接地平面２６０、前述の能動素子２０２、および受動素子２００を含む、本発明の他の実施形態を表すアンテナ配列２５８を示す。加えて、図９は複数のパラサイト（ｐａｒａｓｉｔｉｃ）電導性格子２６２を示す。図９の実施形態では、パラサイト電導性格子２６２は互いに間隔を空け、受動素子２００と同じ放射線に沿うように示される。ある意味では、図９のアンテナ配列２５８は図７のアンテナ配列２３０の特殊なケースである。周辺のメサ２５２はパラサイト電導性格子２６２の位置によって表される。図８の外側のメサ２５２Ｂおよび２５２Ｃのテーパーが、中央素子２０２から離れる方向にパラサ

イト電導性格子２６２をテーパリングすることによって繰り返される。

【００４０】

図１０は、アンテナ配列２５８の線１０－１０に沿った断面を示す。図１０には、受動素子２００および能動素子２０２の例示的な長さも示される。さらに、１．９ＧＨｚでのパラサイト電導性格子２６２間の高さおよび間隔も示される。一般に、間隔は約０．９λから０．２８λである。能動素子２０２、受動素子２００、および複数のパラサイト電導性格子２６２の間の間隔は、一般に各素子の高さと結び付けられる。受動素子２００および複数のパラサイト電導性格子２６２が共振長さの場合、素子は単に共振し、受信したエネルギーを保持する。エネルギーの一部は隣接する素子に流出する。素子が共振長さよりも短い場合、付与された位相前進によって素子のインピーダンスがこれを順方向散乱として働かせる。散乱とは、放射波が物体に当たり、その後すべての方向に再放射するプロセスである。移動電波の順方向で散乱が顕著な場合、散乱は順方向散乱と呼ばれる。素子が共振長さよりも長い場合、結果として生じる位相減速（ｒｅｔａｒｄａｔｉｏｎ）は元の移動波と相互に作用し、その結果順方向移動放射を減少させるか、場合によっては取り消すことになる。その結果、エネルギーは後方に散乱する。すなわち、素子は反射器として働く。図９の実施形態では、複数のパラサイト電導性格子２６２を接地平面２６０に短絡するか、または調整可能なように無効負荷をかけることが可能であり、この負荷がパラサイト電導性格子２６２の長さを、共振長さに等しく、共振長さよりも短く、または長くするように、複数のパラサイト電導性格子２６２のうちの任意の１つの有効長さを効果的に調整し、結果として前述のような指向または反射効果を発生させる。この制御可能なリアクタンス特徴の提供により、指向性の程度またはビームパターンの幅を所望に応じて変化させることができる。

【００４１】

図９の実施形態では、接地平面２６０が５角形であることにも留意されたい。他の実施形態では接地平面を円形とすることができる。一実施形態では、接地平面２６０内の切子面の数が受動要素の数に等しい。図５および７の実施形態に示されるように、複数の格子またはパラサイト電導性素子２６２は無線周波を減速させ、それによって方位角方向の指向性を向上させるように働く。さらに格子を追加することによって、上昇方向のＲＦエネルギーがさらに減少する。アンテナ配列２５８によって生成されるビームパターンには、受動素子２００がそれぞれ指向状態に置かれた場合、５つの別個の高指向性ローブが含まれることに留意されたい。２つの隣接する受動素子２００が指向状態に置かれた場合、各ローブのエネルギーが加算されることにより、２つの指向性素子間の方向に高指向性ローブが形成される。すべての受動素子２００が同時に指向状態に置かれた場合、全方向性パンケーキパターン（すなわち、相対的に接地平面２６０の平面に近い）が作成される。

【００４２】

図７の溝２５４に比べて、図９のパラサイト電導性格子２６２はより鋭い共振ピークを有するため、移動ＲＦ波の減速にはかなり効果的である。しかしながら図７に関して述べたように、パラサイト電導性格子２６２は精密に共振周波数の間隔で配置されていない。その代わりに、無線周波信号内に低速効果を発生させる残余共振が作成される。

【００４３】

図１１のアンテナ配列２７０は図９の素子を含み、放射パターンを誘導および形成するためにさらにパラサイト電導性格子２６２間に複数の介在（ｉｎｔｅｒｓｔｉｔｉａｌ）パラサイト素子２７２が加えられている。介在パラサイト素子２７２は接地平面２６０に短絡し、ビームパターンをさらに微調整している。介在パラサイト素子２７２は、全方向性パターンにおいてリップルを削減すること、配列がパラサイト素子２００の共振特性に操向された場合、中間高利得ビーム位置を追加すること、望ましくないサイドローブを削減すること、および前面と背面のパワー比を向上させること、という目標のうちの１つまたは複数を与えるために、実験的に配置される。

【００４４】

一実施形態では、図１１の教示に従って構築されたアンテナは、約３０パーセントの帯

域幅にわたって８．５から９．５ｄＢｉのピーク指向性を有する。各受動素子２００のリアクタンスを電子的に制御することによって、この高利得アンテナビームを操向することもできる。すべての受動素子２００が指向性モードの場合、ほぼ方位角平面内にある全方向性ビームが形成される。この全方向性モードでは、指向性モードと同じ周波数帯にわたって、５．６から７．１（ｄＢｉ）のピーク指向性が測定された。したがって、図１１の実施形態は、高利得全方向性パターンと高利得操向可能（ｓｔｅｅｒａｂｌｅ）ビームパターンの両方を提供する。一実施形態で１．９２ＧＨｚで動作可能なアンテナの場合、介在パラサイト素子２７２の高さはおよそ１．５インチ（３．８１ｃｍ）であり、能動素子２０２から外側の介在パラサイト素子２７２までの距離はおよそ７．６インチ（１９．３ｃｍ）である。

【００４５】

図１２のアンテナ配列は図９から導出され、パラサイト電導性格子２６２の軸列および１つの受動素子２００が誘電性基板またはプリント回路基板に組み込まれるかまたはその上に配置される。図９の実施形態では、受動素子２００およびパラサイト電導性格子２６２は個々に製造されることに留意されたい。受動素子２００は絶縁材料によって接地平面２６０から分離され、前述のリアクタンス制御素子に導電的に接続される。パラサイト電導性格子２６２は直接接地平面２６０に短絡されるか、または前述のように制御可能なように無効負荷がかけられる。したがって、図９の実施形態を製造するプロセスには時間がかかる。図１２の実施形態は、パラサイト電導性格子２６２および受動素子２００が誘電性基板またはプリント回路基板上にプリントされるかまたはこれらからエッチングされるため、特に有利である。図からわかるように、様々なアンテナ素子を一体化およびグループ化するこのプロセスは機械的強度を上げ、素子の高さおよび間隔に関して製造上の精密さを向上させる。様々なアンテナ素子間に誘電性材料を使用することで、図１２の実施形態は、図５の誘電性基板実施形態と図９の電導性格子実施形態との混合型であると考えられる。特に、誘電性基板２８０は、パラサイト電導性格子２６２の離散的共振特性を平滑にし、それによって動作帯域の周波数スペクトルにおける利得スパイクの形成を削減する。

【００４６】

図１３は、図９のアンテナ配列２５８および図１１のアンテナ配列２７０を製造するための他のプロセスを示す。図１３のプロセスでは、パラサイト電導性格子２６２（および図１１の介在パラサイト素子２７２）が接地平面２６０からスタンプ（ｓｔａｍｐ）され、その後パラサイト電導性格子２６２（および図１１の介在パラサイト素子２７２）から上方に曲げられる。このプロセスは、図１４の拡大図でより詳細に図示される。一実施形態では、接地平面材料が除去されていないＵ字型開口部の縁部に沿って変形自在な接合部が形成されるように、接地平面２６０から材料をＵ字型領域に除去することによって、パラサイト電導性格子２６２および介在パラサイト素子２７２が形成される。その後、接合部に沿っておよび接地平面２６０の平面外に接地平面材料を曲げることにより、パラサイト電導性格子２６２および介在パラサイト素子２７２が形成される。接地平面２６０のＵ字型領域を除去した後に残る空隙は、参照番号２７４によって参照される。空隙２７４はアンテナ配列２５８（図９）および２７０（図１１）の性能にほとんど影響を与えないことがわかっている。図１３の実施形態では、能動素子２０２および受動素子２００は、ねじまたは他の留め具２８２を使用して接地平面２６０に取り付けられた別々の金属ディスク２８０上に形成される。

【００４７】

図１５は、座標系３０１に関して記載された、本発明の他の実施形態の教示に従って構築されたアンテナ３００の斜視概略図である。アンテナ３００は伝送されるエネルギーの大部分を、能動素子２０２に対して垂直であり、水平と呼ばれるＸＹ面内で放射する。受信モードの場合、アンテナ３００は、受信されるエネルギーのほとんどを同じＸＹ面内で受信する。一般に、アンテナ３００は前述の実施形態よりも水平方向でさらに指向性である。有利なことに、アンテナ３００の接地平面は前述の実施形態の接地平面よりも小さい

ため、必要なスペースエンベロープ（ｓｐａｃｅ　ｅｎｖｅｌｏｐｅ）が少ない。これらの特徴について、以下で詳細に説明する。

【００４８】

図１６の上面図では、アンテナ３００は、ハブ３０４に位置する能動素子２０２から放出される信号を反射または指向するように制御可能なアンテナ素子で形成される複数のセグメント３０２を備える。受信モードの場合、アンテナ素子は受信信号を反射または指向する。当業者に知られているように、反射または指向特性は、動作周波数に関するアンテナ素子有効長さの関数である。したがって、たとえば素子の物理長を変更すること、または素子へのインピーダンスを切り替え可能に接続することにより、有効素子長さを制御することによって、反射状態または指向状態が達成される。

【００４９】

当業者であれば、より多くまたはより少ないセグメント３０２、およびより多くまたはより少ないアンテナ素子を使用して、図１６の６セグメント３０２で達成できるよりもさらに指向的なアンテナパターンを含む、他の望ましい放射パターンを生成できることを理解されよう。図１６のセグメントは、６０°間隔で配置されているが、この間隔は所望の放射パターンに基づいて選択することもできる。

【００５０】

図１７には、２つの相反的に配置されたセグメント３０２が示される。各セグメント３０２は受動ダイポール３０８を備え、さらに上部セグメント３０８Ａおよび下部セグメント３０８Ｂを備える。図１７には示されていないが、残りのセグメント３０２も同様に構築される。下部セグメント３０８Ｂは接地平面３１２に連続しているため、接地平面３１２の成形領域から形成される。一実施形態では、接地平面３１２は、たとえば上に電導層が配置された誘電性基板などのプリント回路基板材料から形成される。

【００５１】

それぞれの受動ダイポール３０８を反射状態または指向状態に置くことにより、能動素子２０２に対して特定の方位角方向でアンテナビームを形成することができる。ビームスキャンは、それぞれの受動ダイポール３０８を指向／反射状態に漸次配置することによって実施される。全方向性放射パターンは、すべての受動ダイポールが指向状態で動作する場合に達成される。

【００５２】

上部セグメント３０８Ａは、前述の受動素子２００と同様に、概略的に図示されたスイッチ３１０を介してロードされたスイッチ付きパラサイト素子として動作し、下部セグメント３０８Ｂと共に、スイッチ３１０を介して印加されるインピーダンス負荷に応答して、導波器（順方向散乱素子）としてまたは反射器として動作可能なダイポールを形成する。別個のコントローラ（図示せず）は、ユーザ供給入力に応答して、またはアンテナパラメータを制御するための既知の信号の検出および分析技法に応答して、受動ダイポール（たとえば反射性または指向性）の状態を決定し、最高品質の受信または送信信号を提供するように動作可能である。こうした技法には、従来から、送信または受信信号の１つまたは複数の信号メトリクスを決定すること、およびそれに応答して、送信または受信信号のメトリクスを向上させるために１つまたは複数のアンテナ特性を修正することが含まれる。

【００５３】

上部セグメント３０８Ａはモノポール素子として供給され、下部セグメント３０８Ｂは上部セグメント３０８Ａをミラーリングする接地構造の一部である。しかし、下部セグメント３０８Ｂは接地されているため、受動ダイポール３０８の回路等価物は接地平面上ではモノポールである。下部セグメント３０８Ｂが上部セグメント３０８Ａと共振するため、受動ダイポール３０８の放射特性はダイポールに類似している。したがって、受動ダイポールはスペース供給素子として供給され、上部および下部素子３０８Ａおよび３０８Ｂは無線周波をインターセプトし、これを受動ダイポールと同様に再放射する。下部セグメント３０８Ｂは接地平面３１２の一部であるため、ダイポール素子３０８の平衡負荷は不

要であり、バランは必要ない。

【００５４】

切り替え可能負荷は単純なインピーダンスとすることが可能であるが、受動ダイポール３０８は従来のダイポールと同様に対称的に放射する。有利なことに、受動ダイポール３０８を使用することによって、より利得の高いダイポールが提供され、その対称性により、水平から傾斜せずに水平方向の放射が生成される。インピーダンス負荷は上部セグメント３０８Ａの延長として扱うことができる。負荷が誘導性の場合、３０８Ａの有効長さは長くなり、容量性負荷の場合はその逆が成り立つ。誘導性負荷は、上部および下部セグメント３０８Ａおよび３０８Ｂの組み合わせを反射器として動作させる。その逆に、この組み合わせは容量負荷に応答して導波器として動作する。

【００５５】

図１８は、スイッチ３１０および関連する構成要素をより詳細に図示する。機械的スイッチとして図示されているが、当業者であれば、スイッチ３１０が半導体デバイス（金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ）またはＭＥＭＳ（マイクロエレクトメカニカルシステム）スイッチによって実施可能であることを理解されよう。図１８に示されるように、スイッチ３１０はインピーダンスＺ１およびＺ２を上部セグメント３０８Ａに切り替え可能なように接続する。インピーダンスＺ１およびＺ２はそれぞれのスイッチなし端末で接地に接続される。インピーダンスＺ１およびＺ２の特定の値は１つまたは複数の所望のアンテナ動作パラメータ（たとえば利得、動作周波数、帯域幅、放射パターン形状）に基づいて選択されるが、一般に、インピーダンス値のうちの１つ（たとえばＺ１）は実質上容量性インピーダンスであり、他方のＺ２は実質上誘導性インピーダンスである。インピーダンスは集中回路または分散回路（たとえば遅延線路）素子によって提供可能である。他の実施形態では、Ｚ１およびＺ２の値はどちらも容量性（またはどちらも誘導性）であり、所望の性能パラメータを達成するように一方の値が他方よりもより容量性（または誘導性）が高い。他の実施形態では、２つよりも多くのインピーダンスを切り替え可能なように上部セグメント３０８Ａに導入し、他の所望の性能特性を提供することができる。

【００５６】

Ｚ１が実質上容量性である実施形態では、スイッチ３１０がＺ１を介して上部セグメント３０８Ａを接地に接続する位置にある場合、関連する受動ダイポール３０８は導波器として動作する。実質上誘導性のＺ２に接続された場合、受動ダイポール３０８は反射器として動作する。いずれの場合も、受信または送信無線周波信号によって上部セグメント３０８Ａおよび下部セグメント３０８Ｂに誘導された電流が対称性ダイポール効果を生成し、結果としてかなりのエネルギーがＸＹ面の直近に向けて送られる。受動ダイポール３０８は有限接地平面上のモノポール素子（すなわち前述の実施形態）よりも多くの指向性水平ビームを形成するため、アンテナ３００は前述のアンテナ実施形態よりもすぐれた利得を水平方向に提示する。

【００５７】

本発明により、有効周波数で図１７の長さＨが約０．２５λから０．５λよりわずかに下にある場合に最適なアンテナ利得が達成されることが決定された。アンテナ利得はＨがこの範囲外の他の値である場合、アンテナ利得は低下する可能性がある。

【００５８】

さらに続けて図１７を参照すると、一実施形態では、能動素子２０２から、および／または能動素子２０２の受信信号の供給先である受信側へ伝送されることになる無線周波信号を提供する発信源に、能動素子２０２を接続するための整合素子（図示せず）が領域３１４に含まれる。

【００５９】

上記の諸実施形態で説明したような受動素子２００およびパラサイト電導性格子２６２の代わりに受動ダイポール３０８を使用することで、アンテナビームをほぼ水平に向ける改良された水平指向性がアンテナ３００に提供される。一例では、この改良は約４ｄＢである。受動ダイポール３０８は物理的に別個の上部および下部セグメント３０８Ａおよび

３０８Ｂを備えるため、接地平面より下のイメージ素子と共にダイポールモードで動作するモノポール素子（すなわち受動素子２００およびパラサイト電導性格子２６２）よりも良好な指向特性を提供する。理論上、無限接地平面は完全なイメージ素子を生成する。実際には、接地平面２６０（たとえば図９を参照）は有限であるため、イメージ素子は理想的ではなく、結果的に水平方向の指向性を減少させる。受動ダイポール３０８の使用により、アンテナ３００の指向性は向上する。

【００６０】

図１５に戻ると、パラサイト指向素子３２０（短絡ダイポールとも呼ばれる）は、各ダイポール素子３０８とほぼ同じ垂直面内に配置され、電導性アーム３２２を介して接地平面３１２に接続される。パラサイト指向素子３２０は、通常、アンテナ３００の動作周波数で半波長よりも短く、伝送信号を水平方向に向けて送る順方向散乱素子として動作する。アーム３２２が能動素子２０２から伝送される信号の極性に直交するため、アーム３２２はこの信号に結合されず、アンテナ動作に影響を与えない。したがって他の実施形態では、アーム材料は誘電体を備える。パラサイト指向素子３２０はアンテナ３００の動作には必ずしも必要でないが、有利なことに水平近くの信号の伝播に関して追加の指向性効果を提供する。

【００６１】

他の実施形態では、本発明の教示に従って構築されたアンテナは、所望の放射パターンによって決定された、より多くのまたはより少ない受動ダイポール３０８およびパラサイト指向素子３２０を備える。さらに他の実施形態では、受動ダイポール３０８の数はパラサイト指向素子３２０の数と必ずしも同じではない。

【００６２】

有利なことには、１つのスポーク上の下部セグメント３０８Ｂ、接地平面３１２、およびパラサイト指向素子３２０は、ユニタリー（ｕｎｉｔａｒｙ）構造またはユニタリー型接地平面を備える。他の実施形態では、素子を別々に形成し、電導性ワイヤまたははんだ接合によって接続することができる。

【００６３】

図１５を参照すると、接地平面３３０は能動素子２０２を取り囲み、接地平面３１２に接続される。図示された実施形態の接地平面３３０は、前述の実施形態で図示された接地平面よりも小さいため有利である。しかしながら、ダイポール素子３０８を使用するため、アンテナ３００は図９のアンテナ２５８のようにイメージ素子に依拠するのではなく、改良された指向性をＸＹ面（水平）近くに提供する。他の実施形態では、接地平面３３０は不要である。さらに他の実施形態では、接地平面３３０は接地平面３１２の機能を含むように成形することができる。

【００６４】

接地平面３１２および３３０のどちらも、アンテナ３００の有効周波数に関してスケーリングすることができる。接地平面３１２および／または３３０の上に誘電性基板および電導層が配置される実施形態では、電子回路素子を基板上に取り付け、アンテナ素子の動作を制御し、無線周波信号を能動素子２０２へ供給および／または能動素子２０２から受信するように動作させることができる。電子回路素子を基板上に取り付けるために、基板の領域が接地導電体から分離され、分離された領域上にパターン化およびエッチング技法によって電導性相互接続が形成される。こうした取り付け技法は当分野で知られている。具体的には、スイッチ３１０が接地平面３１２および／または３３０上に配置される。電子回路素子はアンテナ３００の有効周波数に対してスケーリングされないため、回路素子の取り付けには有効周波数に必要な表面積よりも多くの表面積が必要となる場合がある。

【００６５】

図１９は、外に向かって放射状に配置され、アーム３４２を介して指向性非励新素子３２０に電気的に接続された、指向性パラサイト素子３４０（短絡回路ダイポール素子とも呼ばれる）を備える、本発明の教示に従った他の実施形態を示す。この実施形態は、水平方向に追加の利得を提供する。図１９はこうした指向性パラサイト素子３４０を２つしか

示していないが、好ましい実施形態では、各スポーク３０２が指向性パラサイト素子３４０を備える。
【００６６】
図２０は、図１５に示されたアーム３２２の代わりに、パラサイト指向性素子３２０に物理的に接続され、これを支持するリング３４６を備える、アンテナ３４５の他の実施形態を示す。リング３４６の材料は、導電体または誘電体を含む。リング３４６の使用により、隣接するパラサイト指向素子３２０の間に介在パラサイト素子（図２０には図示せず）を配置するための支持機構も提供される。
【００６７】
他の実施形態では、アンテナは、内部コアセグメント（能動素子２０２および受動ダイポール３０８を備える）、およびリング３４６によって支持されるパラサイト指向性素子３２０を備える取り外し可能外部セグメントを備える。したがって、内部コアセグメントによって提供される利得が十分な場合、外部セグメントは不要であり、アンテナスペース要件は最小限になる。追加の指向性が望ましい場合、外部セグメントは内部コアセグメントの周囲に容易かつ便利に位置決めされる。
【００６８】
上記の実施形態では、能動素子２０２、ダイポール素子３０８、およびパラサイト指向素子３２０および３４０が単純な線形素子として図示されている。当業者であれば理解されるように、線形素子の代わりに他の素子形状を使用して、より広い帯域幅にわたって、または２つまたはそれ以上の共振周波数で、素子の共振および反射特性を提供することも可能である。いくつかの例示的素子の形状が、図２１Ａ～２１Ｄに示されている。図２１Ａの素子３６０は、２つの高さ寸法ｈ１およびｈ２によって決定される２つの異なる周波数で共振し、ここでｈ１は長い方の寸法であるため、領域３６１は領域３６２よりも低い周波数で共振する。追加の共振セグメントを素子３６０内に提供することによって、追加の共振周波数を取得することができる。図２１Ｂの三角素子３６４は、頂点３６７と底辺３６８との間の複数の長さ経路３６５および３６６（例示経路が２つだけ示されている）で確立可能な複数の共振電流により、広帯域共振を提供する。他の実施形態では、頂点の角度および側面の長さを調節して、対数周期性能を提供することができる。図２１Ｃの素子３６９などの太い素子は、前述の相対的に狭い素子よりも広い帯域幅性能を提供する。図２１Ｄの円筒素子３７２は、たとえば信号が図示された例示的な経路３７３および３７４のうちの１つを含む反射経路をトラバースする際に複数の共振経路が提供可能な、図２０の２次元構造に比べて立体的な構造である。例示された素子および任意の他の知られたモノポール型の素子それぞれを、上部セグメント３０８Ａ、ならびに／あるいは下部セグメント３０８Ｂおよび／またはパラサイト指向素子３２０および３４０の代わりに使用することができる。
【００６９】
信号周波数間の知られた調和関係（ｈａｒｍｏｎｉｃ　ｒｅｌａｔｉｏｎｓｈｉｐ）を利用することによって、図１５のアンテナ３００は複数の共振周波数動作を提供することができる。すべてのアンテナおよびアンテナ配列は複数の共振を提示することが知られている。具体的に言えば、ダイポール素子は長さが有効周波数の半波長、およびその整数倍に近い場合に共振する。最適な配列素子の間隔は、同様に調和的に関係する。したがって、一実施形態では、ＩＥＥＥ　８０２．１１ａ規格によって管理される５．２５ＧＨｚおよびＩＥＥＥ　８０２．１１ｂ規格によって管理される２．４５ＧＨｚなどの、２つの近い調和的に関係する周波数でアンテナ３００が共振するように、能動素子２０２と受動ダイポール３０８との間の間隔、および受動ダイポール３０８の長さを選択することができる。たとえば、本願の所有者が所有する特許明細書を参照されたい（例えば、特許文献２および３参照）。
【００７０】
図２２は、ほぼ同一のセクション４０２Ａ～４０２Ｄおよび中央の２重セクション４０６を備える、本発明の他の実施形態に従って構築されたアンテナ４００を示す。図２３に

示されるように、中央の２重セクション４０６は、下部セグメント３０８Ｂに電気的に接続された接地平面３１２を備える。スイッチ３１０は、スイッチ３１０を介して上部セグメント３０８Ａの動作を制御する。上部セグメント３０８Ａと同様に、能動素子２０２は中央素子２０２に物理的に接続されるが、接地平面導電体からは絶縁される。無線周波信号を能動素子２０２に提供するため、および無線周波信号を能動素子２０２から受信するため、ならびにスイッチ３１０の動作を制御するために、電子構成要素（図示せず）が中央の２重セクション４０６に取り付けられる。中央の２重セクション４０６およびセクション４０２Ａ　４０２Ｄは支持部材４０７によって接合される。他の実施形態（図示せず）では、アンテナが、接地平面３１２の上部表面４０５近くに配置された上部支持部材と、下部表面４０７近くに配置された下部支持部材とを含む、２つの支持部材を備える。上部および下部の支持部材は、中央の２重セクション４０６とセクション４０２Ａ～４０２Ｄとを接合する。支持部材４０７の材料は、導電性、誘電性、または合成材料（たとえば誘電性基板上に配置された導電性材料）を含む。

【００７１】

図２４は、セクション４０２Ａ　４０２Ｄおよび中央の２重セクション４０６がアンテナ４００を形成するためにアセンブルされた場合に接地平面３１２に電気的に接続される、接地平面４１０を備えるセクション４０２Ａを示す。接地平面４１０は下部セグメント３０８Ｂに電気的に接続される。

【００７２】

上記からわかるように、本発明の様々な実施形態に従って構築されるアンテナは、水平方向の有効な放射および／または受信エネルギーを最大にする。アンテナは、受動体ポールのリングを使用することで利得を向上させる。また、受動ダイポールのある種の特性を制御することで、アンテナを方位角平面内で拡大縮小することができる。無線ネットワーク用のより高いアンテナ利得を提供することで、様々な干渉問題が最小限になり、通信レンジが増加し、より高いデータレートおよびより広い帯域幅信号に対処することができる。

【００７３】

以上、本発明について好ましい実施形態を参照しながら説明してきたが、当業者であれば、本発明の範囲を逸脱することなく様々な変更が可能であること、およびその要素を同等の要素と置き換えることが可能であることを理解されよう。さらにその本来の範囲を逸脱することなく、より関係のある特定の状況に適合させるように本発明の教示を修正することができる。したがって本発明は、本発明を実施するために最も良い方法で企図された開示された特定の実施形態に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲に入るすべての実施形態を含むものであることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【００７４】

【図１】ＣＤＭＡセルラ通信システムのセルを示す図である。

【図２】本発明の教示が適用可能なアンテナ利得を上昇させるためのアンテナ構造を示す図である。

【図３】本発明の教示が適用可能なアンテナ利得を上昇させるためのアンテナ構造を示す図である。

【図４】各アンテナが変化する無効負荷を有するアンテナ配列を示す図である。

【図５】本発明に関した誘電性リングの使用を示す図である。

【図６】本発明に関した誘電性リングの使用を示す図である。

【図７】本発明の教示に従ってより指向性の強いアンテナビームを生成するための波形接地平面を示す図である。

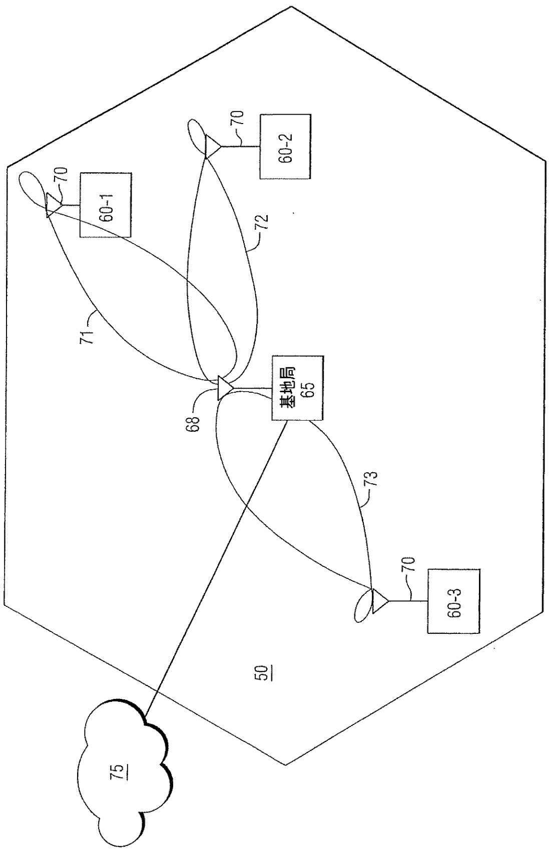
【図８】本発明の教示に従ってより指向性の強いアンテナビームを生成するための波形接地平面を示す図である。

【図９】垂直格子を含む本発明の実施形態を示す図である。

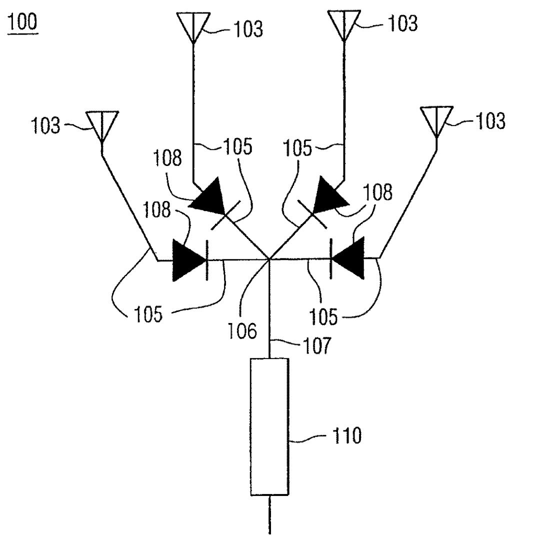
【図１０】垂直格子を含む本発明の実施形態を示す図である。

【図１１】垂直格子を含む本発明の実施形態を示す図である。
【図１２】垂直格子を含む本発明の実施形態を示す図である。
【図１３】垂直格子を含む本発明の実施形態を示す図である。
【図１４】図１３の一部を拡大した図である。
【図１５】本発明の教示に従って構築される他のアンテナを示す図である。
【図１６】図１５のアンテナを示す上面図である。
【図１７】図１５のアンテナの１素子を示す側面図である。
【図１８】図１５のアンテナで使用するスイッチを示す図である。
【図１９】図１７の素子の代替実施形態を示す側面図である。
【図２０】本発明の教示に従って構築されるさらに他のアンテナを示す斜視図である。
【図２１Ａ】本発明の教示に従って構築されるアンテナで使用するアンテナ素子形状を示す図である。
【図２１Ｂ】本発明の教示に従って構築されるアンテナで使用するアンテナ素子形状を示す図である。
【図２１Ｃ】本発明の教示に従って構築されるアンテナで使用するアンテナ素子形状を示す図である。
【図２１Ｄ】本発明の教示に従って構築されるアンテナで使用するアンテナ素子形状を示す図である。
【図２２】本発明の教示に従って構築される他のアンテナを示す図である。
【図２３】図２２のアンテナの素子を示す図である。
【図２４】図２２のアンテナの素子を示す図である。

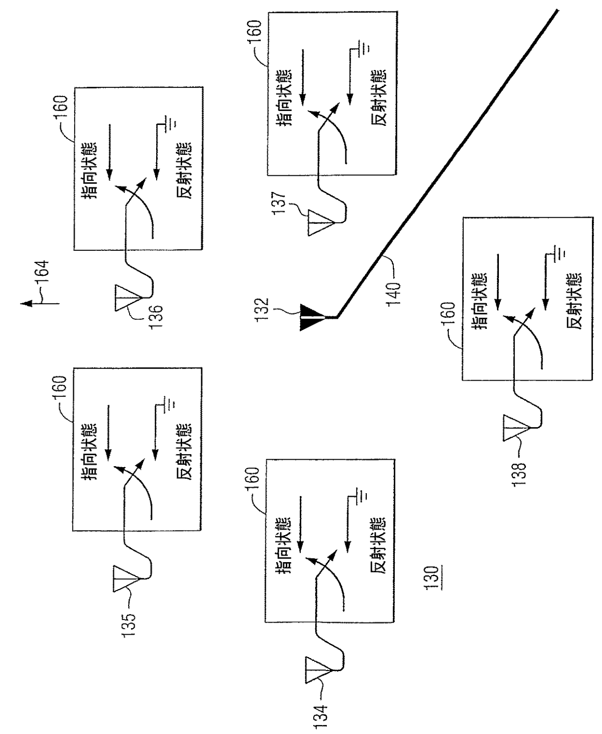
【図１】



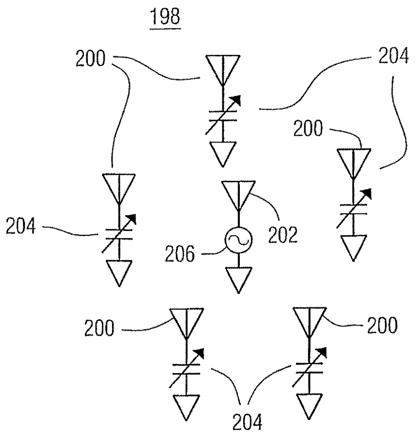
【図２】



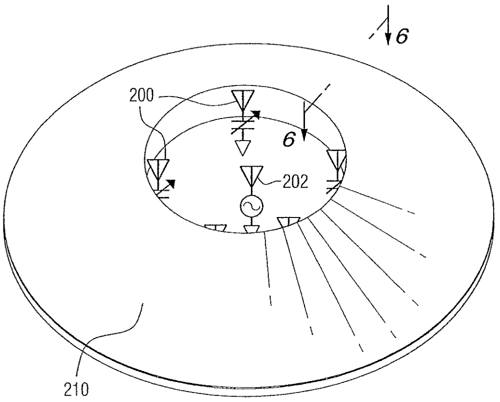
【図３】



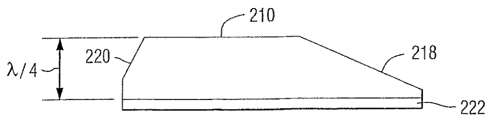
【図４】



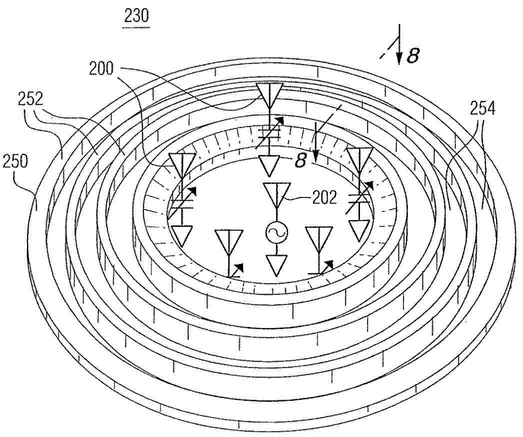
【図５】



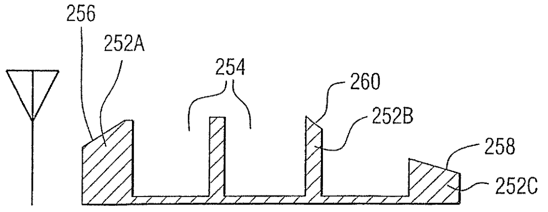
【図６】



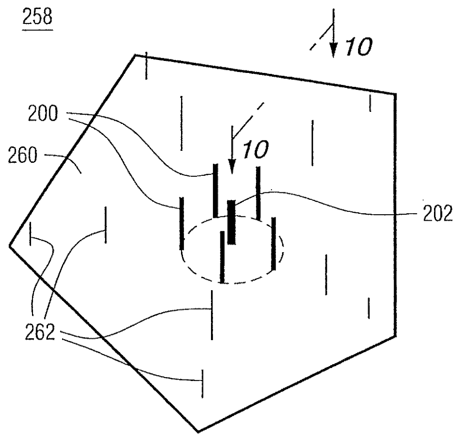
【図７】



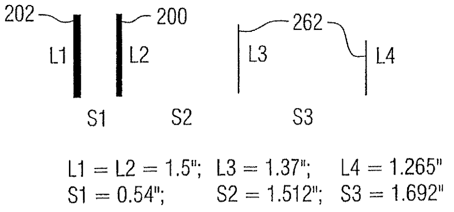
【図８】



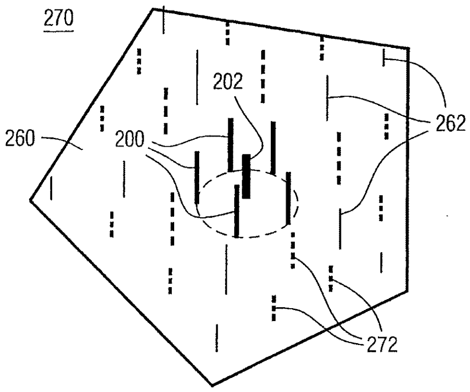
【図９】



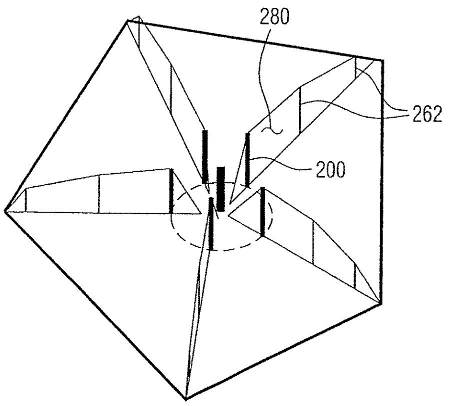
【図１０】



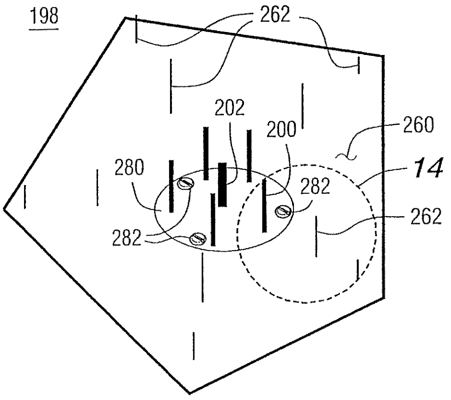
【図１１】



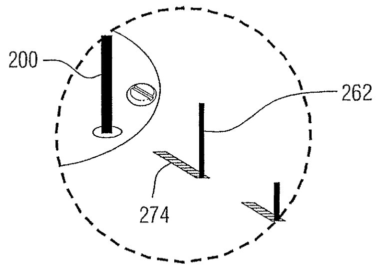
【図１２】



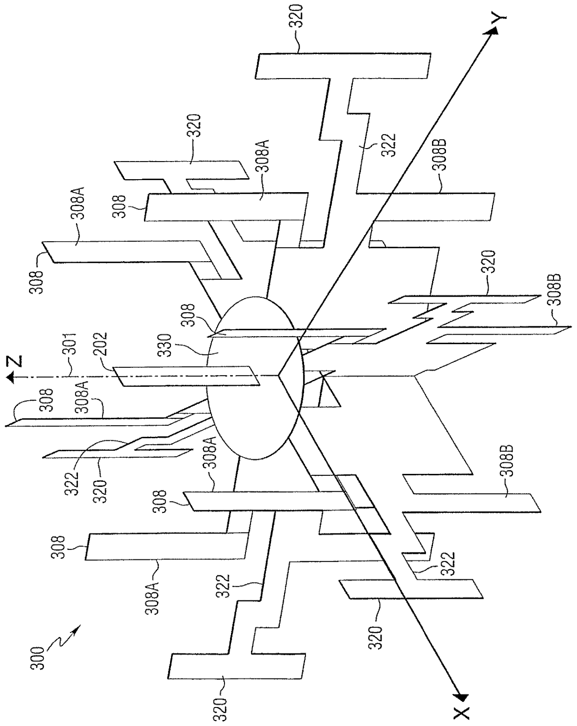
【図１３】



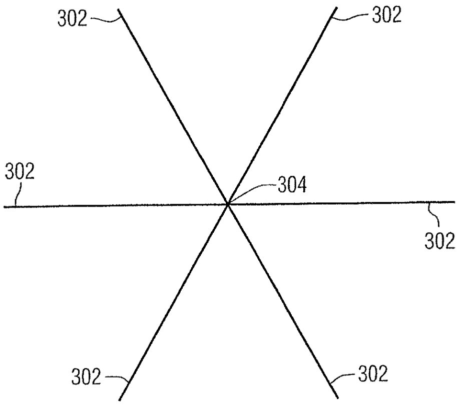
【図１４】



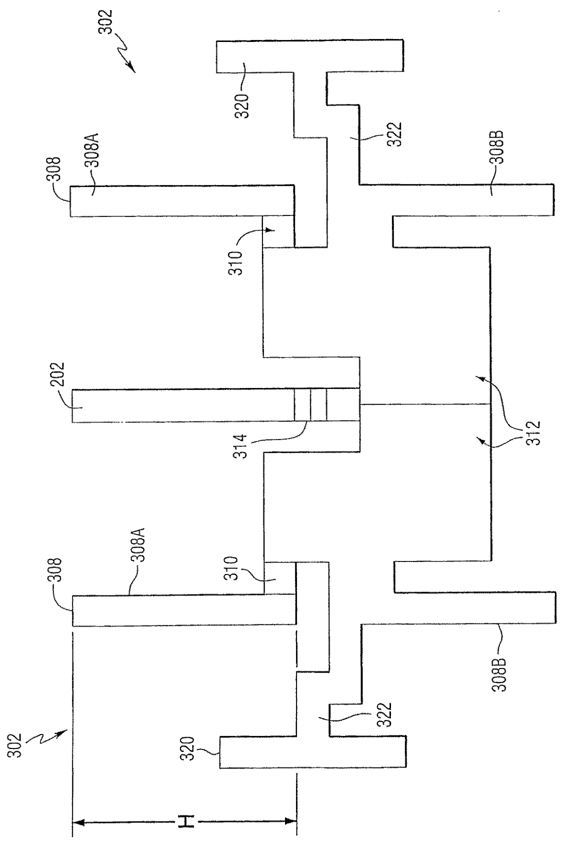
【図１５】



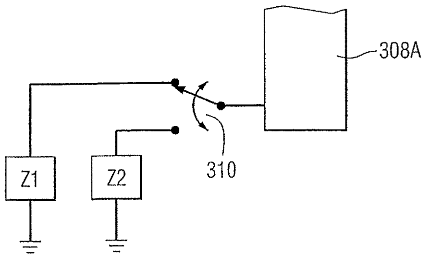
【図１６】



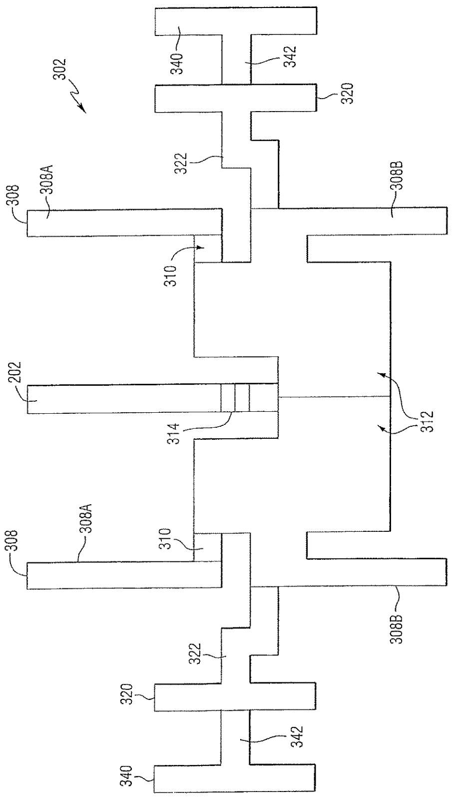
【図１７】



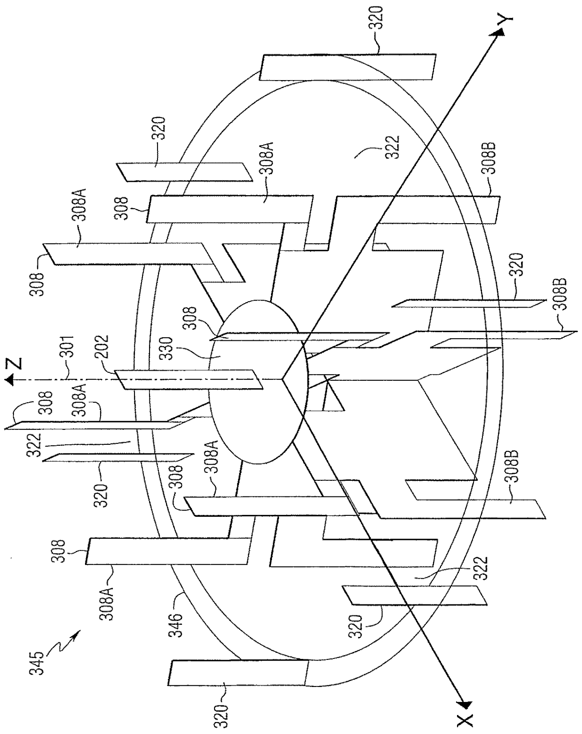
【図１８】



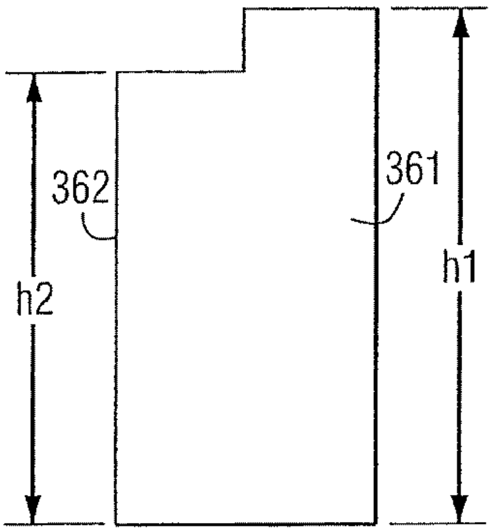
【図１９】



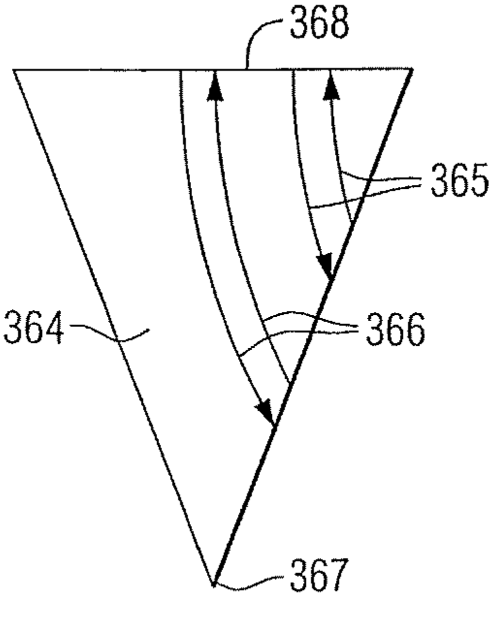
【図２０】



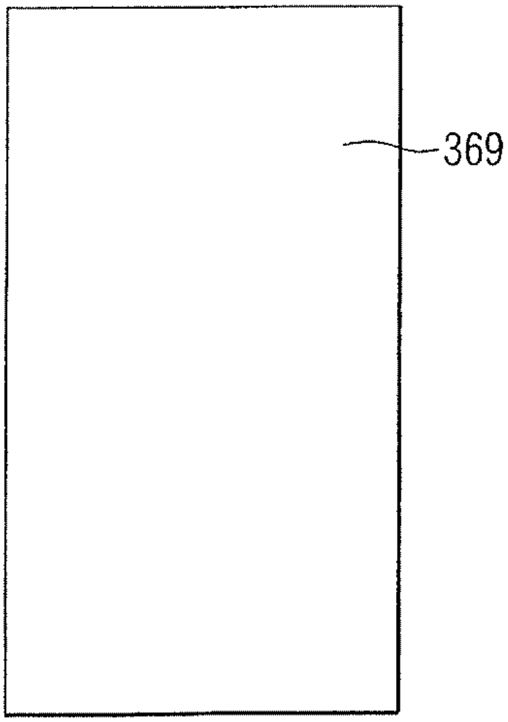
【図２１Ａ】



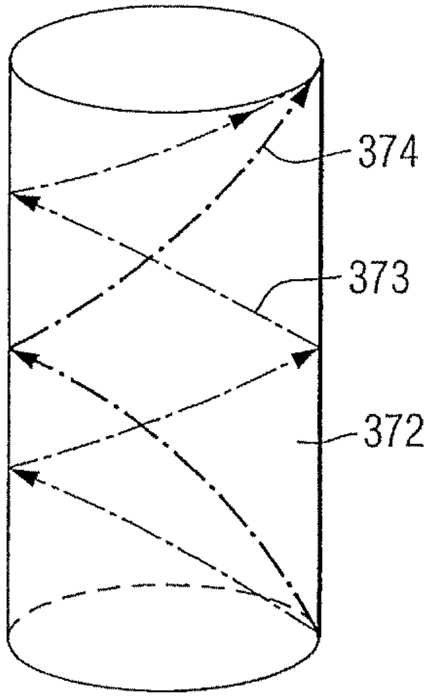
【図２１Ｂ】



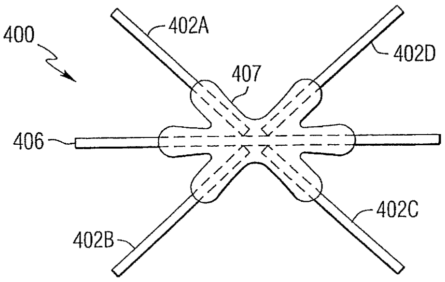
【図２１Ｃ】



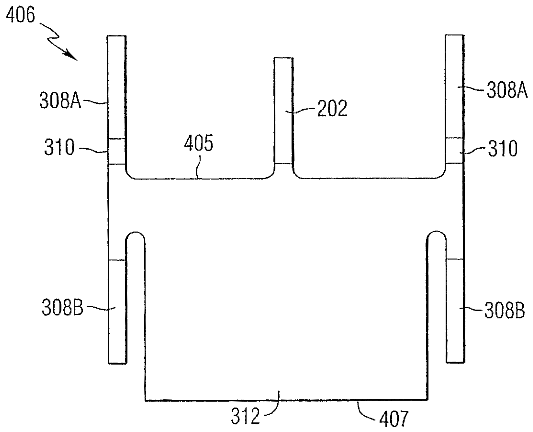
【図２１Ｄ】



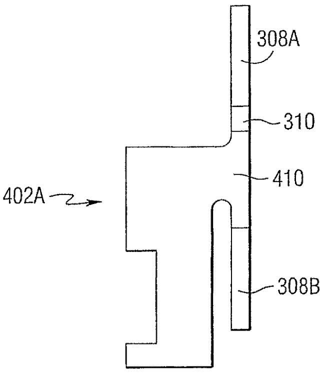
【図２２】



【図２３】



【図２４】



フロントページの続き

(72)発明者　ビング　チャン
アメリカ合衆国　３２９０１　フロリダ州　メルボルン　ウィスパーウッド　サークル　３６６２
(72)発明者　マイケル　ジェームズ　リンチ
アメリカ合衆国　３２９５２　フロリダ州　メリット　アイランド　リッチウッド　コート　４１９５
(72)発明者　ダグラス　ハロルド　ウッド
アメリカ合衆国　３２９０９　フロリダ州　パーム　ベイ　コーヒー　ストリート　サウス　イースト　１４３

審査官　藤井　浩

(56)参考文献　国際公開第０３／０４１２２４（WO，Ａ１）
米国特許出願公開第２００２／０１５８７９８（US，Ａ１）
特開２００２－２６１５３２（JP，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01Q　9/16
H01Q　3/44
H01Q　9/30
H04B　7/10