

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3653470号
(P3653470)

(45) 発行日 平成17年5月25日(2005.5.25)

(24) 登録日 平成17年3月4日(2005.3.4)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H 0 1 Q 13/08

H 0 1 Q 13/08

H 0 1 Q 9/30

H 0 1 Q 9/30

請求項の数 58 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2000-541749 (P2000-541749)	(73) 特許権者	592066538
(86) (22) 出願日	平成11年3月29日 (1999.3.29)		ザ リージェンツ オブ ザ ユニバーシ テイ オブ カリフォルニア
(65) 公表番号	特表2002-510886 (P2002-510886A)		THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIF ORNIA
(43) 公表日	平成14年4月9日 (2002.4.9)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94 612-3550 オークランド` トゥ エンティセカント` フロア レイクサイト ` ト` ライフ` 300
(86) 国際出願番号	PCT/US1999/006884		
(87) 国際公開番号	W01999/050929	(73) 特許権者	301042930
(87) 国際公開日	平成11年10月7日 (1999.10.7)		ヤブロンヴィッチ, エリ
審査請求日	平成12年9月27日 (2000.9.27)		アメリカ合衆国 90265 カリフォル ニア州 マリブー ウェイクレストドラ イブ 18319
(31) 優先権主張番号	60/079,953		
(32) 優先日	平成10年3月30日 (1998.3.30)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属の表面電流を除去する回路および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各要素が共振回路である周期性 a で二次元メッシュ状に分布させて配置された複数の要素を備えてなり、

前記要素の各々は互に相互接続されてアレイを形成し、各共振回路は一枚の定義された平面内に配置される表面を有し、前記複数の要素の各対応する複数の前記表面がグランドプレーンを画成し、前記要素の周期性 a が自由空間波長 に比して極めて小さい ($a \ll \lambda$) ことを特徴とする

グランドプレーン内に電磁的に誘導される自由空間波長 を持つ周波数の表面電流を減少させる装置。

【請求項2】

請求項1に記載の装置であって、

前記複数の要素の各々が電氣的に LC 共振回路として機能することを特徴とする装置。

【請求項3】

請求項2に記載の装置であって、

前記複数の要素の各々が複数の隣接する要素を有し、前記隣接する要素の各々に容量的に結合されている

ことを特徴とする装置。

【請求項4】

請求項 3 に記載の装置であって、
前記複数の要素の各々が一緒に誘導的に共通結合されている
ことを特徴とする装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の装置であって、
前記複数の要素のアレイは、一つの表面を形成する対応する複数個の分離した導電パッチと、前記パッチの前記表面から所定の距離隔てられた一枚の共通の導電性の背面板とを有してなり、
前記複数のパッチが一枚の共通表面を形成し、前記複数のパッチの各々が導電線により前記隔てられた共通の背面板に結合されている
ことを特徴とする装置。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載の装置であって、
さらに、前記複数の要素により画成される前記表面と前記背面板との間に介在させた誘電体材料を備えてなる装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の装置であって、
前記誘電体材料は誘電体シートであり、
前記複数のパッチは前記誘電体シートの第一の表面上に形成された導電性のパッチであり、
前記背面板は前記誘電体シートの反対側の表面上に設けられた連続した導電性の表面であり、
前記パッチを前記背面板に接続する前記導電線は前記誘電体シートを通して画成されるビアの中に形成された金属化構造である
ことを特徴とする装置。

20

【請求項 8】

請求項 7 に記載の装置であって、
前記パッチが前記誘電体シートの前記第一の表面上に画成された六角形の金属化構造である
ことを特徴とする装置。

30

【請求項 9】

請求項 1 に記載の装置であって、
前記複数の共振要素が前記装置内における表面電流の伝搬を所定の周波数帯域ギャップ内で事実上遮るようにパラメータ設定されている
ことを特徴とする装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の装置であって、
前記複数の要素が前記装置からの電磁波放射を周波数帯域ギャップ内のある周波数において位相シフトなしで反射するようにパラメータ設定されている
ことを特徴とする装置。

40

【請求項 11】

請求項 1 に記載の装置であって、
さらに、共振要素の前記表面の上方に設けられたアンテナを備えてなる装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の装置であって、
前記アンテナが前記アンテナのためのグランドプレーンとして作用する前記共振要素の前記表面に対して平行に設けられた放射素子で構成されている
ことを特徴とする装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の装置であって、

50

前記アンテナがワイヤアンテナであることを特徴とする装置。

【請求項 14】

請求項 12 に記載の装置であって、前記アンテナがパッチアンテナであることを特徴とする装置。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の装置であって、前記パッチアンテナが前記共振要素の一つの代わりにその位置に置かれ、前記共振要素の前記表面内に設けられていることを特徴とする装置。

10

【請求項 16】

導電性表面内の表面電流を減少させる方法であって、帯域内で表面伝搬が実質的に減少される周波数帯域ギャップを呈するように、各共振要素が互いに結合され形状および材料によりパラメータ設定されている複数の共振要素を分布させて配置した二次元的アレイを前記導電性表面に用意する段階と、共振要素の前記表面の上方に設けられたソースから前記周波数帯域ギャップ内の周波数において電磁波エネルギーを放射して、前記表面から反射された電磁波放射が前記周波数帯域ギャップ内の周波数において位相シフトを有しないようにする段階とを含んでなる方法。

20

【請求項 17】

請求項 16 に記載の方法であって、前記表面に用意する段階は、複数の周期的またはほぼ周期的な導電要素のアレイを用意し、前記アレイの各導電要素は複数の隣接する導電要素を有してそれら複数の隣接する導電要素に容量的に結合されており、前記複数の導電要素の各々は互いに誘導的に共通結合されている段階であることを特徴とする方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載の方法であって、複数の要素の前記共振アレイを用意する段階は、第一の表面上に周期的またはほぼ周期的なアレイを画成する複数の導電パッチを用意するとともに、前記第一の表面から所定の距離だけ隔てられた連続した導電性の第二の表面を用意し、前記第一の表面の前記導電パッチの各々は前記連続した導電性の第二の表面に誘導的に結合されている段階であることを特徴とする方法。

30

【請求項 19】

請求項 16 に記載の方法であって、ソースから電磁波エネルギーを放射する段階は、要素の前記アレイの前記表面と平行でかつそれに隣接して設けられたワイヤアンテナから電磁波エネルギーを放射する段階を含んでなることを特徴とする方法。

40

【請求項 20】

請求項 16 に記載の方法であって、ソースから電磁波エネルギーを放射する段階は、共振要素の前記アレイの前記表面内に設けられたアンテナから電磁波エネルギーを放射する段階を含んでなることを特徴とする方法。

【請求項 21】

請求項 1 に記載の装置であって、前記複数の要素は、少なくとも第一および第二のセットの要素を含んでなり、前記第一のセットの要素は前記グランドプレーンを含む第一の定義された平面内に設けられており、前記第二のセットの要素は第二の定義された平面内に設けられており、前記第二の定義

50

された平面は前記第一の定義された平面から空間を隔ててその上方に設けられており、前記第一および第二のセットの要素により形成されるアレイはそれぞれが重なり合ったモザイクを形成し、前記第二のセットの各要素が前記第一のセットの要素の中の少なくとも一つの要素から離れて重なり合っていることを特徴とする装置。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載の装置であって、

前記第一および第二のセットの要素の各々がさらに一つ以上の対応するサブセットの要素を含んでなり、前記第一のセットの要素の各サブセットは互いに積み重ねられており、前記第一のセットの要素の前記サブセットは前記第二の要素の少なくとも一つのサブセットから離れかつ隣接しており、前記第一および第二のセットの要素の交互に重なり合ったアレイの二枚以上の層ができています。

10

ことを特徴とする装置。

【請求項 2 3】

請求項 2 1 に記載の装置であって、

前記第一の要素セットが、前記対応する第一の定義された平面を形成する対応する複数の分離した第一の導電パッチと、前記第一の導電パッチの前記表面から所定の距離だけ隔てられた共通の導電背面板と、前記背面板と前記第一の導電パッチの間に設けた第一の誘電体材料とを備えてなり、

20

前記複数の第一の導電パッチが共通表面を形成し、前記複数の第一の導電パッチの各々が前記隔たった背面板に導電線で結合されている

ことを特徴とする装置。

【請求項 2 4】

請求項 2 1 に記載の装置であって、

前記第二の要素セットが、前記対応する第二の定義された平面を形成する対応する複数の離れた第二の導電パッチと、前記第一および第二の導電パッチの間に設けられた第二の誘電体材料とを備えてなる

ことを特徴とする装置。

【請求項 2 5】

導電背面板と、

第一の平面内に配置された第一のセットの導電パッチと、

前記第一の平面と前記導電背面板との間で第二の平面内に配置された第二のセットの導電パッチとを備えてなり、

第二のセットの各導電パッチの少なくとも一部分が前記導電背面板と前記第一のセットの少なくとも一つの導電パッチの少なくとも一部分との間に位置し、前記第一のセットの導電パッチおよび前記第二のセットの導電パッチが導体を介して前記導電背面板に接続されていることにより複数の分布共振要素を形成してなる

30

装置。

【請求項 2 6】

請求項 2 5 に記載の装置において、

前記第一および第二のセットの導電パッチは、その中央に付けられた単一の導体を介して前記導電背面板に接続されている

40

ことを特徴とする装置。

【請求項 2 7】

請求項 2 5 に記載の装置において、

前記第一の平面と前記第二の平面との間の第一距離が前記第二の平面と前記導電背面板との間の第二距離より小さい

ことを特徴とする装置。

【請求項 2 8】

50

請求項 27 に記載の装置であって、
さらに、前記第一の平面と前記第二の平面との間に第一の誘電体材料を備えてなることを特徴とする装置。

【請求項 29】

請求項 28 に記載の装置において、
前記第一の誘電体材料がプリント回路基板材料であることを特徴とする装置。

【請求項 30】

請求項 28 に記載の装置であって、
さらに、前記第二の平面と前記導電背面板との間に第二の誘電体材料を備えてなることを特徴とする装置。

10

【請求項 31】

請求項 30 に記載の装置において、
前記第二の誘電体材料がプリント回路基板材料であることを特徴とする装置。

【請求項 32】

請求項 25 に記載の装置であって、
さらに、前記第一の平面上の前記第二の平面と反対側に配置された放射要素を備えてなることを特徴とする装置。

20

【請求項 33】

請求項 32 に記載の装置において、
前記放射要素が前記第一の平面に平行な第三の平面内に配置されていることを特徴とする装置。

【請求項 34】

金属背面板と、
第一の平面内に配置された一セットの金属パッチを備えてなり、この一セットの金属パッチは、前記金属背面板にパッチバイアを介して接続された任意数の接続パッチを含み、そのパッチバイアは、前記任意数の接続パッチの中央に付けられており、
さらに、前記第一の平面と前記金属背面板との間で第二の平面内に配置された一セットの金属プレートを用意してなり、この各金属プレートの少なくとも一部分が前記金属背面板と少なくとも一つの金属パッチの少なくとも一部分との間に位置し、前記一セットの金属プレートが前記金属背面板にプレートバイアを介して接続された任意数の接続プレートを含み、そのプレートバイアは、前記接続プレートの中央に付けられているグラウンドプレーンメッシュ。

30

【請求項 35】

請求項 34 に記載のグラウンドプレーンメッシュであって、
さらに、前記第一の平面と前記第二の平面との間に第一の誘電体材料を備えてなることを特徴とするグラウンドプレーンメッシュ。

【請求項 36】

請求項 35 に記載のグラウンドプレーンメッシュにおいて、
前記第一の誘電体材料がプリント回路基板材料であることを特徴とするグラウンドプレーンメッシュ。

40

【請求項 37】

請求項 34 に記載のグラウンドプレーンメッシュであって、
さらに、前記第二の平面と前記導電背面板との間に第二の誘電体材料を備えてなることを特徴とするグラウンドプレーンメッシュ。

【請求項 38】

請求項 37 に記載のグラウンドプレーンメッシュにおいて、
前記第二の誘電体材料がプリント回路基板材料である

50

ことを特徴とするグラウンドプレーンメッシュ。

【請求項 39】

アンテナ平面内に配置された放射要素と、
前記アンテナ平面に実質的に平行な少なくとも二つの平面内に位置する複数の導電パッチで形成された複数の分布共振要素を含む高インピーダンスグラウンドプレーンメッシュとを備えてなるアンテナ。

【請求項 40】

請求項 39 に記載のアンテナにおいて、
前記高インピーダンスグラウンドプレーンメッシュが、
導電背面板と、
第一の平面内に配置された第一のセットの導電パッチと、
前記第一の平面と前記導電背面板との間で第二の平面内に配置された第二のセットの導電パッチとを含んでなり、
前記第二のセットの導電パッチの各々の少なくとも一部分が前記導電背面板と前記第一のセットの導電パッチの少なくとも一つの少なくとも一部分との間に配置されており、前記第一のセットの導電パッチおよび前記第二のセットの導電パッチが複数の分布共振要素を形成している
ことを特徴とするアンテナ。

10

【請求項 41】

請求項 40 に記載のアンテナにおいて、
前記第一および第二のセットの導電パッチは、導体を介して前記導電背面板に接続されている
ことを特徴とするアンテナ。

20

【請求項 42】

連続したシート状をなす導電背面板と、
各々が導体を介して前記導電背面板に接続されていることにより複数の分布共振要素を形成し、前記導電背面板に実質的に平行な少なくとも二つの平面の各平面内にアレイを形成して配置され前記導電背面板の上を覆って設けられた複数の導電パッチとを備えてなり、
前記少なくとも二つの平面のうちの一つの平面内にある各導電パッチの部分が前記導電背面板と前記少なくとも二つの平面のうち他方の平面内にある少なくとも一つの導電パッチの少なくとも一部分との間に位置するように、前記導電パッチが部分的に重なり合っており、
装置。

30

【請求項 43】

請求項 42 に記載の装置において、
前記導電パッチは、その中央に付けられた導体を介して前記導電背面板に接続されている
ことを特徴とする装置。

【請求項 44】

請求項 42 に記載の装置であって、
さらに、前記二つの平面に実質的に平行なアンテナ平面内に配置された放射要素を備えてなる
ことを特徴とする装置。

40

【請求項 45】

第一の平面内に配置された連続したシート状をなす導電背面板と、
第二の平面内にアレイを形成して配置され前記導電背面板の上を覆って設けられた所定の幾何学的形態を有する複数の導電パッチとを備えてなり、
前記複数の導電パッチは、前記導電背面板に接続されているとともに、装置を横切る表面波の強度の周波数応答に極超短波 (U H F) 域の低い周波数より高い周波数に帯域ギャ

50

ップを形成する幾何学的形態および前記導電背面板に対する配置形態で設けられている装置。

【請求項 4 6】

請求項 4 5 に記載の装置であって、
さらに、前記導電背面板と前記導電パッチとの間に誘電体材料を備えてなることを特徴とする装置。

【請求項 4 7】

請求項 4 6 に記載の装置において、
前記誘電体材料がプリント回路基板材料であることを特徴とする装置。

10

【請求項 4 8】

請求項 4 5 に記載の装置であって、
さらに、放射要素を備えてなり、
前記導電パッチが前記放射要素と前記導電背面板との間に配置されていることを特徴とする装置。

【請求項 4 9】

請求項 4 5 に記載の装置において、
前記周波数が 2 . 2 G H z から 2 . 5 G H z の周波数範囲内にあることを特徴とする装置。

【請求項 5 0】

請求項 4 5 に記載の装置において、
前記周波数が 1 1 G H z から 1 7 G H z の周波数範囲内にあることを特徴とする装置。

20

【請求項 5 1】

請求項 4 5 に記載の装置において、
前記パッチが複数の分布共振要素を形成していることを特徴とする装置。

【請求項 5 2】

第一の平面内に配置された連続したシート状をなす導電背面板と、
第二の平面内にアレイを形成して配置され前記導電背面板の上を覆って設けられた所定の幾何学的形態を有する複数の導電パッチとを備えてなり、
前記複数の導電パッチは、前記導電背面板に接続されているとともに、前記複数の導電パッチで画成される表面内の表面電流を極超短波 (U H F) 域の低い周波数より高い周波数で抑制する幾何学的形態および前記導電背面板に対する配置形態で設けられている装置。

30

【請求項 5 3】

請求項 5 2 に記載の装置であって、
さらに、前記導電背面板と前記導電パッチとの間に誘電体材料を備えてなることを特徴とする装置。

【請求項 5 4】

請求項 5 3 に記載の装置において、
前記誘電体材料がプリント回路基板材料であることを特徴とする装置。

40

【請求項 5 5】

請求項 5 2 に記載の装置であって、
さらに、放射要素を備えてなり、
前記導電パッチが前記放射要素と前記導電背面板との間に配置されていることを特徴とする装置。

【請求項 5 6】

請求項 5 2 に記載の装置において、

50

前記周波数が 2 . 2 G H z から 2 . 5 G H z の周波数範囲内にあることを特徴とする装置。

【請求項 5 7】

請求項 5 2 に記載の装置において、前記周波数が 1 1 G H z から 1 7 G H z の周波数範囲内にあることを特徴とする装置。

【請求項 5 8】

請求項 5 2 に記載の装置において、前記パッチが複数の分布共振要素を形成していることを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明の努力分野は、アンテナ用のグランドプレーンに関し、特にアンテナによりグランドプレーン上に誘導される表面電流を減少させる方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

グランドプレーンは、殆どの無線周波およびマイクロ波のアンテナの広く行きわたった特徴的部材である。それは、アンテナの下方に横たわる導電性の表面でできており、殆どの放射をアンテナが置かれている半球の中に指向させることによりしばしば有用な作用を果たす。頻繁に、グランドプレーンは、表面が金属の航空機の場合のように、意図してというよりもむしろ必然的に存在する。多くのタイプのアンテナにとって、グランドプレーンはアンテナの機能を低下させたりアンテナの設計自体を左右する。最も自明な制約は、導電性表面上の正接電界がゼロでなければならないということであり、そのため電磁波は反射の際に 180° の位相シフトを被るということである。このことは、しばしばアンテナに約 $1/4$ 波長の最低高さを課している。そのうえ、RF 表面電流は、グランドプレーンの金属表面に沿って自由に伝搬することができる。これらの表面電流は、エッジその他の不連続箇所からの放射のために電力損失を招き、その航空機上の近隣アンテナ間に干渉をもたらす結果となる。位相合わせしたアレイでは、表面電流は特に問題となり、アンテナ素子間の結合をもたらし、死角を生じさせる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、RF 電流の伝搬を阻止し電磁波を位相シフトゼロで反射するような金属表面を提供する何らかのタイプの方法または設計が必要となってくる。また、アンテナと関係するグランドプレーン上の表面電流を抑制して、より効率的なアンテナを提供し、位相合わせしたアレイにおいて素子間の結合を減じ、そして航空機上の近隣アンテナ間の干渉を減じよう何らかのタイプの方法または装置がさらに必要である。さらに、アンテナの後方半球へ電力を放射するエッジ電流のない反射器が必要である。また、反射波が位相シフトされず、放射素子がグランドプレーンにより短絡されることなく放射素子をグランドプレーンの表面の非常に近くに置くことができるため、より小型のアンテナを実現できるようなグランドプレーンも必要である。

【0004】

【課題を解決するための手段】

この発明は、複数の要素を備えてなるグランドプレーン内に電磁的に誘導される表面電流を減少させるための装置である。各要素は、共振回路である。要素の各々は、互に相互接続されてアレイを形成している。各共振回路は、一枚の露出表面を有する。複数の要素の対応する複数の露出表面がグランドプレーンを画成する。

【0005】

要素の各々は、電氣的に LC 共振回路として機能する。要素の各々は、複数 (sub plurality) の隣接する要素を有し、その隣接する要素の各々に容量的に結合されている。複数

10

20

30

40

50

の要素の各々は、一緒に共通に誘導的に結合されている。

【0006】

図解されている態様では、複数要素のアレイは、一つの表面を形成する対応する複数個の分離した導電パッチを有する。それらパッチの表面から所定の距離を隔てて一枚の共通の導電性の背面板がある。それら複数のパッチは、一枚の共通表面を形成する。複数のパッチの各々は、隔てられた背面板に導電線により結合されている。発明の装置は、さらに、背面板と複数の要素により画成される表面との間に設けた誘電体材料を備えている。

【0007】

図解されている態様では、誘電体材料は誘電体シートである。複数のパッチは、誘電体シートの第一の表面上に形成された導電性のパッチであり、背面板は、誘電体シートの反対側の表面上に設けられた連続した導電性の表面である。パッチを背面板に接続する線は、誘電体シートを通して画成されるビアの中に形成された金属化構造体である。パッチは、誘電体シートの第一の表面上に画成された六角形の金属化構造体である。

10

【0008】

複数の共振要素は、装置内における表面電流の伝搬を所定の周波数帯域ギャップ内で事実上遮るようにパラメータ設定されている。とりわけ、複数の要素は、この装置からの電磁波放射を周波数帯域ギャップ内の周波数において位相シフトなしで反射するようにパラメータ設定されている。

【0009】

この発明の装置は、さらに、共振要素の表面の上方または内部に設けられたアンテナを備えている。とりわけ、そのアンテナは、共振要素の表面に対して平行に設けられた放射素子で構成されていて、共振要素の表面はアンテナのためのグランドプレーンとして働く。

20

【0010】

一つの態様では、アンテナはワイヤアンテナである。他の態様では、アンテナはパッチアンテナである。パッチアンテナを共振要素の一つ以上の代わりにその位置に置換して、共振要素の表面内に設けてもよい。

【0011】

他の態様では、複数の要素は、少なくとも第一および第二のセットの要素を含んでなっている。第一のセットの要素は、グランドプレーンを含む第一の定義された平面内に設けられている。第二のセットの要素は、第二の定義された平面内に設けられている。第二の定義された平面は、第一の定義された平面から空間を隔ててその上方に設けられている。第一および第二のセットの要素により形成されるアレイは、それぞれが重なり合ったモザイクを形成し、第二のセットの各要素が前記第一のセットの要素の中の少なくとも一つの要素から離れて重なり合っている。言い替えれば、基本的グランドプレーンアレイは、その上に重ね合わさった複数のパッチを有し、それらパッチは、背面板にも接続されているが、金属パッチの第一の平面の上に被さって金属パッチの第二の平面を形成している。

30

【0012】

さらに他の態様では、第一および第二のセットの要素の各々が、さらに一つ以上の対応するサブセットの要素を含んでいる。第一のセットの要素の各サブセットは、互いに積み重ねられており、第二のセットの要素の各サブセットは、互いに積み重ねられている。第一のセットの要素のサブセットは、第二の要素の少なくとも一つのサブセットから離れかつそれに隣接しており、第一および第二のセットの要素の交互に重なり合ったアレイの二枚以上の層ができています。言い替えれば、上記で述べた二重層のグランドプレーンは、重ね合わさったパッチの交互の層を垂直に設けることにより任意の回数繰り返して、パッチの多層階構造を形成することができる。パッチのそれら平面は、単独で加えて奇数枚の平面をなすこともできるし、対で加えて偶数枚の平面をなすこともできる。

40

【0013】

パッチの各平面の間に誘電体材料を設けることができ、各層の間に同じタイプの誘電体材料であってもよいし、材料を選択的に選んで異タイプの誘電体材料の層を順次段階付けて設けてもよい。

50

【 0 0 1 4 】

この発明は、また、導電性表面内の表面電流を減少させる方法とも定義され、複数の共振要素の二次元的アレイを当該表面に用意するステップを含んでいる。各共振要素は、互いに結合されて、形状および材料によりパラメータ設定され、帯域内で表面伝搬が実質的に減少される周波数帯域ギャップを呈している。共振要素の表面の上方に設けられたソースから周波数帯域ギャップ内の周波数において電磁波エネルギーが放射され、表面から反射される電磁波放射が周波数帯域ギャップ内の周波数において位相シフトを有しないようになっている。

【 0 0 1 5 】

用意される表面は、周期的またはほぼ周期的なアレイを形成する複数の導電性要素（導電素子）である。アレイの各要素は、複数の隣接する要素を有して、それら複数の隣接する要素に容量的に結合されている。複数の要素の各々は、互いに誘導的に共通結合されている。とりわけ、複数要素の共振アレイは、第一の表面上に周期的またはほぼ周期的なアレイを画成する複数の導電パッチと、第一の表面から所定の距離だけ隔てられた連続した導電性の第二の表面である。第一の表面の導電パッチの各々は、連続した導電性の第二の表面に誘導的に結合されている。

【 0 0 1 6 】

ソースから電磁波エネルギーを放射するステップは、複数要素のアレイの表面と平行でかつそれに隣接して設けられたアンテナから電磁波エネルギーを放射すること、または共振要素のアレイの表面内に設けられたアンテナから電磁波エネルギーを放射することを含んでいる。

【 0 0 1 7 】

【 発明の実施の形態 】

添付の図面により、この発明をよりよく視覚化し、ここでは同じ部分は同じ数字で参照されている。この発明がよりよく理解されるために、図解された実施態様を以下に詳細に説明する。図解された実施態様は、単に例として提供するもので、前記の請求項で規定するこの発明を限定する意図のものではない。

【 0 0 1 8 】

間に絶縁誘電体を介在させて導電性の背面板シートに各々が接続された複数の導電パッチによって、金属シートの表面内に画成される容量性要素および誘導性要素の二次元的なパターンが用意される。それらの要素は、それらによって画成される表面内の表面電流を抑制するように働く。とりわけ、このアレイは、アンテナと組み合わせて使用するためのグラウンドプレーンメッシュを形成する。グラウンドプレーンメッシュの機能は、グラウンドプレーンメッシュに沿って表面電流が実質的に伝搬することのできない周波数帯域によって特徴付けられる。航空機や他の金属製の乗物にそのようなグラウンドプレーンを使用することにより、アンテナからの放射が航空機や乗物の金属表皮を横切って伝搬するのを防ぐ。これにより、グラウンドプレーン上の表面電流をなくし、電力損失および隣り合うアンテナ間の望まない結合を減少させる。

【 0 0 1 9 】

この発明は、図 1 に点線の枠 10 で図式的に示された付き出した金属要素 10 の薄い二次元パターンから離されかつそれにより被われた連続金属シート 30 を備えてなっている。それぞれの要素 10 は、その隣と容量的に結合しているとともに、金属シートに誘導的に結合しており、容量とインダクタンスが分布したアレイを形成している。例えば、図 1 の図式的な線図を見ると、要素 10 が仮想キャパシタ 12 によって互いに容量的に結合し、仮想的インダクタ 14 によりシート 30 に誘導的に結合しているように図式的に示されている。要素 10 は、薄い二次元メッシュの形態で設けられており、それにより並列共振回路の二次元回路網として働き、要素 10 のアレイにより総合的に構成されているメッシュ 24 の表面インピーダンスを劇的に変化させる。図 1 において、 a は二次元メッシュの周期性の間隔を表し、 t は要素 10 の高さを表し、いずれも減少させようとする表面電流周波数の自由空間波長 に比して極めて小さい ($a \ll \lambda$ 、 $t \ll \lambda$)。

10

20

30

40

50

【0020】

ここで、図2の図式的な線図を見よう。図2は、メッシュ24を構成する金属要素10のレイパターンを印刷形成した印刷回路板の横断面の模式図である。以下、理解可能な範囲で、「メッシュ24」と「回路板24」を同義的に使用する。回路板24の基板は、従来の絶縁材料26でできている。回路板24の裏側の表面28には、銅クラッドのシートのような連続金属シート30が設けられている。回路板24の表側の表面は、金属バイア接続体36により各々が裏面プレート30に結合されている六角形の金属パッチ34の二次元三角格子でパターン形成されている。明らかに、寸法等は、この発明の教えるところと矛盾しない要領で用途に応じて任意に変更することができる。

【0021】

実効的には、回路板24は、RF電流が金属表面30に沿って流れるのを防ぐ二次元の周波数フィルタである。パッチ34は、三角形の格子に配置されているけれども、この発明はこの幾何学的形態に限定されるものでもなく、正確に周期的である必要もない、と理解されなければならない。より重要なパラメータは、表面の上の個別の要素のインダクタンスおよびキャパシタンスである。この故に、各要素のインダクタンスおよびキャパシタンスに関してこの発明の教えと矛盾しないで、他の多くの幾何学的形態および非周期的パターンが採用されてもよい、と明白に理解されなければならない。

【0022】

図3は、図2のグランドプレーンメッシュ24の上平面図である。各要素34は、その中央で金属バイア36と接続された六角形の形に設けられている。複数の六角形の要素34がメッシュ24の表面にわたって分布する三角格子を形作っている。

【0023】

ここで、グランドプレーンメッシュ24の働きを、図4および5の上平面図にそれぞれ垂直および水平のモノポールアンテナについて図式的に示されたように、波がその表面の一端からモノポールアンテナプローブを用いて発せられ他端において類似のアンテナで受けられた場合について考察する。強力な伝送は、グランドプレーンメッシュ24内の表面モードに結合していることを示す。

【0024】

図6は、図4の試験用装置構成において測定されたdBで表した伝送振幅をGHzで表した周波数の関数として示すグラフである。図6に描画された実験結果に約28GHzの所に下側の帯域エッジ54が明瞭に示されており、その所で伝送振幅が30dBだけ急峻に落ちている。下側の帯域エッジ54より上では、表面電流はグランドプレーンメッシュ24の上表面の上の並列共振回路のパターンによって阻止されている。上側の帯域エッジは、測定装置がその範囲で50GHzに制限されていたので、図6の描写には見られない。

【0025】

図6のこの発明の伝送性能を図7に示されたような従来のプレーン金属シートのそれと比較する。帯域ギャップの中、すなわち下側と上側の帯域エッジの間の周波数範囲では、この発明の構造体を横切る伝送は、通常の金属シート上よりも20dB少ない。したがって、図6と7を比較することにより、この発明のグランドプレーンメッシュ24内で表面電流の伝搬が抑制されることの有効な証拠が得られる。

【0026】

ここで、小さいモノポールアンテナに対するグランドプレーンメッシュ24の効果を考察する。この試験では、同軸ケーブルがグランドプレーンメッシュ24の後ろ側を通して挿入され、同軸ケーブルのセンタピンをグランドプレーンメッシュ24の前側を越えて2mm延び出させてモノポールアンテナとして作用させている。同軸ケーブルの外側導体は、グランドプレーンメッシュ24の後ろ側で連続した金属の後ろ側シート30に接続されている。無響室内で測定した角度の関数としてのアンテナパターンが図8および9に示されており、それらはそれぞれ帯域エッジより下および上のアンテナパターンの極座標プロットである。帯域エッジより下では、図8に示されるように、モノポールアンテナは90°

10

20

30

40

50

と270°の間の後方の半球の中へも含めてあらゆる方向に放射する。極パターンは、アンテナゲインの方位角分布を示しており、グラフの中心からの半径方向距離により伝送強度をdBで表している。したがって、前方の半球は、正面方向である0°を通過して90°と270°の間の角度である。後方の半球は、後方正面方向である180°を通過して90°と270°の間の角度である。

【0027】

図8の後方放射は、グランドプレーンに沿って伝搬しエッジから電力を放射する電流のせいである。このパターンは、また、グランドプレーン上に定在波を形成する表面電流のため、多くのローブを含んでもいる。帯域エッジより上では、背面板電流は、図9に劇的に示されているように消去されている。結果として得られるアンテナパターンは滑らかで、後方半球におけるアンテナ阻止(antenna rejection)は30dBよりも大きい。表面電流がエッジへ伝搬できないので、実際に使用されたグランドプレーンの有限の大きさおよび容量は、それが恰も無限であるかのように見える。

10

【0028】

比較の目的のために、同じ極座標プロットを、同じ周波数で、ただし従来の金属グランドプレーンつまり無垢の金属シートについて、図10および11に示す。予想どおり、図10および図11は、両者とも多くのローブおよび後方半球への相当量の放射を示している。

【0029】

上記に説明した測定からいくつかの結論が導き出せる。第一に、無線周波(RF)の表面電流は、しばしば実際のアンテナ環境において存在し、それらはアンテナの放射パターンに相当な影響を与える。この発明のグランドプレーンメッシュ24は、RF表面電流の伝搬を実質的に減少させ、それに対応する改善をアンテナパターンに達成する。上記の例証では単純なモノポールを用いたが、その結果はこの発明の改善が多くのタイプのアンテナにおいて実現されることを示唆している。この発明のグランドプレーンメッシュ24は、表面波に相当量の電力を失う傾向のあるパッチアンテナの効率を改善することができる。位相合わせしたアレイでは、この発明の構造が死角効果および要素間の結合を減じることができる。航空機では、この発明のグランドプレーン構造の二次元幾何学形態を有するガードリングを使用することにより、近接するアンテナ間の干渉を減らすことができる。無線電話では、この発明に従って工夫した表面を使用して、使用者から電磁波放射を離して指向させることができる。最も重要なことは、従来の金属グランドプレーンの欠点のために以前は実現的でなかったアンテナの設計が、今やこのグランドプレーンメッシュ24でもって可能となるのである。

20

30

【0030】

この発明の第二の重要な特徴は、それが電磁波を通常金属表面とは異なる位相で反射することである。反射波の位相は、ホーンアンテナを使用して表面に向けて平面波を発射し、第二のホーンアンテナで受信した波の位相を測定することによって試験することができる。反射波の位相を図12に示す。28GHzにおける帯域ギャップより下では、反射波の位相は、通常金属表面の場合と同じであり、反射の際180°の位相シフトを示している。帯域エッジの近傍の28GHzでは、位相シフトは90°の値のところを通過するが、35GHzでは反射波はゼロの位相シフトを有する。位相シフトがゼロであるグランドプレーンは、その表面に電界の節(ノード)を持たず、むしる腹を持つことになる。そうすると、アンテナを、短絡されることなく、グランドプレーンメッシュ24の表面の非常に近くに置くことができる。

40

【0031】

28GHzにおける帯域帯域エッジの近くで周波数とともに変化する位相シフトは、等価のタイムグループディレイと関連させることができる。誘電体の如何なる厚さが図8および9に図解されたモノポールアンテナのグループディレイと関連しているかを論じるのは、自然なことである。等価厚みは、材料26の誘電定数が $\epsilon = 2.2$ であることを考えると、グランドプレーンメッシュ24の実際の厚みの3倍に等しい。このように、位相シフ

50

トは、単純にグランドプレーンメッシュ24の厚みのためではなく、むしろグランドプレーンメッシュ24の表面上の共振回路のエネルギー蓄積作用である。別の見方をすると、それは、材料の共振性質のため増加した実効誘電定数と見ることにもできる。

【0032】

この発明は、従来の金属グランドプレーンをグランドプレーンメッシュ24で置き換えることによって、単純モノポールアンテナなどの種々のアンテナの特性を改善するために使用することができる。モノポールアンテナや他のデザインのアンテナから後方半球内の放射を除きかつアンテナパターンを滑らかにすることが期待できる。キャパシタンスおよびインダクタンスを増加することにより、この発明の教えるところに従って作られた構造のものは、図解の実施態様に関して説明したマイクロ波周波数においてのみでなく、極超短波 (UHF) またはそれより低い周波数においても動作することができる。

10

【0033】

グランドプレーンメッシュ24を備えてなる並列共振回路の中のキャパシタンスおよびインダクタンスを増加することにより、下側の帯域エッジの周波数を低くすることができる。この構造体を横切る表面電流伝送を図13に示し、そこには帯域ギャップが11および17GHzの間に明瞭に見られる。図14は、このキャパシタンスおよびインダクタンスを設けた表面から反射される電磁波について生じる位相シフトを示す。低い周波数においては、反射位相は180°で、反射波が入射波と逆相であることを示している。この低い周波数範囲では、平面はそのように通常の連続金属グランドプレーンシートに類似している。周波数が下側の帯域エッジ54を越えて増加するにつれて、波は同相で反射される。図14の右側部分の陰影領域に示された帯域ギャップの中では、波は同相で反射される。これにより、帯域ギャップの中では、そのような構造の近くに置かれたアンテナは、反射波から構造上の干渉を受け、短絡されないことになる。反射波の位相は、帯域ギャップの中でゼロを横切り、上側の帯域エッジ56を越える周波数において終局的には-180°に近づく。

20

【0034】

この発明のグランドプレーンメッシュ24は、かくして通常の金属グランドプレーンでは不可能であった低い丈のアンテナを製造できるようにする。図15は、航空機の表皮において起こり得るように在来の金属グランドプレーン60に対して平らに横たわるかまたは僅かに上方に離された従来技術の水平ワイヤアンテナ48を示す。図16は、この発明のグランドプレーンメッシュ24の上方に設けられた同じアンテナ58を示す。図15のアンテナのS11反射損失(return loss)を周波数に対する伝送強度のグラフとして図17のグラフに示す。S11反射損失は、アンテナから反射されてソースに向かって戻る電力の測定である。このアンテナは、-3dBつまり50%以上の電力をマイクロ波ソースの方へ反射し戻すので、非常に貧弱な放射性能を呈する。グランドプレーン60の金属表面の好ましくない位相シフトがアンテナ58からの直接放射と金属表面60から反射された放射との破壊的な干渉を生じさせるために、貧弱な放射性能になるものと理解できる。

30

【0035】

図18は、グランドプレーンメッシュ24を付けた同じアンテナ58のS11反射損失を示す。帯域エッジ54より下では、アンテナ58も図15および17に示された在来の金属グランドプレーンの上方にアンテナを配置した構造に似て貧弱に機能する。帯域エッジ54より上では、電磁波はグランドプレーンメッシュ24の表面から同相で反射されるので、直接放射を強める。アンテナ58は、約-10dB(10%)の反射損失でもって良好に機能する。

40

【0036】

図15および16の二つのグランドプレーン配置構成におけるアンテナ58の極放射パターンをそれぞれ図19および20に示す。測定は、13GHzで行い、同じスケール上にプロットした。グランドプレーンメッシュ24上のワイヤアンテナ58は、在来の金属グランドプレーン上のものよりも約8dB多い利得を有し、S11測定と一致する。

【0037】

50

同様に、図 2 1 および 2 2 は、パッチアンテナ 6 2 を図式的に描写した横断面図であり、図 2 1 では通常金属グランドプレーン表面 6 0 の上方に取り付け、図 2 2 ではグランドプレーンメッシュ 2 4 の上方に取り付けてある。図 2 1 および 2 2 のアンテナ配置構成について測定したアンテナ反射損失を図 2 3 のグラフに示す。両者配置構成は、類似の反射損失および帯域幅を有する。図 2 4 は、金属表面 6 0 の上のパッチアンテナの 1.3 . 5 GHz での極放射パターンを示し、ここでは両者アンテナの反射損失は等しい。このパターンは、後方半球内に相当量の放射を有するとともに、前方半球内に波打ちを有する。これらの効果の両方ともグランドプレーン上の表面電流により起こされている。

【 0 0 3 8 】

図 2 5 は、グランドプレーンメッシュ 2 4 付きのパッチアンテナ 6 2 についての極放射パターンを示す。このパターンは、より滑らかで、より対称的で、後方への放射がより少ない。このアンテナは、また従来のグランドプレーン付きで使用したときよりも約 2 dB 多い利得を有する。

【 0 0 3 9 】

図 2 6 は、グランドプレーンメッシュ 2 4 の別の実施態様の横断面図であり、上面金属パッチ 6 2 がメッシュ 2 4 内でプレート 3 4 の上方にそれと重なり合って設けられ、プレート 3 4 から薄い誘電体スペーサ 7 0 で隔てられている。図 2 7 は、図 2 6 に示された構造体の上平面図である。金属パッチの上層がその下方の第二の層と重なり合って示されている。これにより隣り合う要素間のキャパシタンスを増加させ、周波数を低くしている。導電バイア 7 2 が一部のまたは全部の金属パッチ 6 2 を無垢の金属シート 3 0 に接続しており、金属シート 3 0 は第二の誘電体層 2 6 により金属パッチ 6 2 の多数の層から隔てられている。所望のキャパシタンスを実現するために、所望に応じて図 2 6 に示されたものに金属パッチ 6 2 および誘電体シート 7 0 の追加の層を垂直方向に加えることができる。

【 0 0 4 0 】

図 2 6 および 2 7 のグランドプレーンメッシュ 2 4 の電磁特性を図 2 8 および 2 9 のグラフに描写する。図 2 8 は、図 2 6 および 2 7 に描写した構造体の上における表面波伝送強度対周波数のグラフである。帯域ギャップが 2 . 2 GHz から 2 . 5 GHz の周波数範囲をカバーしていることを見ることができる。図 2 9 は、図 2 6 および 2 7 に描写した構造体の反射位相のグラフである。反射位相は帯域ギャップ内の周波数の所でゼロを横切っている。

【 0 0 4 1 】

したがって、グランドプレーンメッシュ 2 4 の動作する周波数が幾何学的態様を調節することによって調整できるということが理解できる。グランドプレーンメッシュ 2 4 上の低い丈のアンテナは、無垢の金属グランドプレーン上の類似のアンテナよりも良好に機能することを実証している。図解した実施態様は、垂直モノポールまたは水平ワイヤのアンテナおよびパッチアンテナの比較上の使用のみを示してきたが、類似のやり方で他のアンテナデザインを採用することもできる。両者アンテナの配置構成は、表面波抑制をうまく利用しているもので、パッチアンテナよりも水平ワイヤアンテナの方が、グランドプレーンメッシュ 2 4 の表面の位相特性の反射から利を受けており、他のやり方では不可能であろうアンテナの新規な幾何学的態様（大きさや形）を提供する。

【 0 0 4 2 】

まとめとして、ここに次のことが実現される。すなわち、この発明のグランドプレーンメッシュ 2 4 は、

- (1) 金属要素の二次元的配置を取り入れた金属グランドプレーンで構成されており、
- (2) 各要素は、近隣の要素と容量的に結合され、背面シート 3 0 のグランドプレーンに誘導的に結合されており、
- (3) メッシュ 2 4 は、並列共振回路の回路網を形成し、
- (4) 並列共振回路は、グランドプレーンメッシュ 2 4 上の表面電流の伝搬を阻止し、そして
- (5) グランドプレーンメッシュ 2 4 の共振性質がその表面から反射される電磁波位相を

10

20

30

40

50

変化させる。

【0043】

グラウンドプレーンメッシュ24は、その表面に沿うRF電流の伝搬を阻止する。

【0044】

【付言】

この発明の精神および範囲から逸脱することなく、当業者によって多くの変更や修正が可能である。したがって、図解した実施態様は例のためにのみ説明したのであり、それは各請求項で定義されるこの発明を限定すると解釈されるべきでない、と理解されなければならない。

【0045】

この発明およびその種々の実施態様を説明するためにこの明細書で使用した語句は、それらの一般的に定義された語義の意味においてのみならず、この明細書中で特別に定義したことにより、一般的に定義された語義の範囲を越えて構造、材料または行為を含むものと理解されるべきである。したがって、一つの要素がこの明細書の文脈において一つより多い意味を含むと理解できる場合は、請求項におけるその語句の使用は、明細書および語句自体により支持されたあらゆる可能な意味に対して総称的であると理解されるべきである。

【0046】

したがって、前記の請求項の語句または要素の定義は、文字どおりに説明されている要素の組合せのみならず、実質的に同じ作用を実質的に同じ具合に果たし実質的に同じ結果を得るためのあらゆる等価の構造、材料または行為を含むものとこの明細書において定義される。この意味において、したがって、前記請求項の要素の如何なる一つを二以上の要素によって等価的に置換してもよいし、または請求項中の二以上の要素を単一の要素で置換してもよい。

【0047】

当業者から見て、請求されている主題からの実質的でない変更は、現在知られているものおよび後に考案されたものとも、等価的に請求項の範囲内にあると、ここに殊更に意図するところである。したがって、当業者に現在または後日知られる自明の置換は、定義された要素の範囲内にあると、ここに定義する。

【0048】

したがって、請求項は、上記に具体的に図解し説明したところのもの、概念的に等価であるもの、自明に置換できるもの、およびこの発明の本質的な思想を本質的に取り込んでいるものを含むと理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明のグラウンドプレーンメッシュの等価回路図であり、突き出した複数要素の薄い二次元の層に被われたグラウンドプレーンの金属シートを示す。各要素は互いに容量的に接続されているとともに、背面の金属表面に誘導的に接続されている。反対側の表面の金属要素の周期性ピッチ a およびグラウンドプレーンメッシュの厚さ t は、自由空間波長に比べて十分に小さい。

【図2】 この発明のグラウンドプレーンメッシュ24の横断面図である。

【図3】 図1の分布インダクタンスおよび分布容量を組み入れたこの発明のグラウンドプレーンメッシュの実際の二次元グラウンドプレーン構造の平面図である。

【図4】 グラウンドプレーンメッシュ上の表面波モードを測定するための技術を図解する図である。図示の態様は、垂直モノポールアンテナプロープ（これがグラウンドプレーンを横切って表面波を伝送する）、および表面波を受信する類似のアンテナを示す。

【図5】 水平方向に向けたモノポールアンテナプロープを使用してグラウンドプレーンメッシュを横切る表面波を測定する別の技術を図解する図である。

【図6】 図4に示した表面波測定技術を使用した伝送強度対周波数のグラフである。

【図7】 グラウンドプレーンとして作用する従来の連続金属シートについての伝送強度対周波数のグラフである。

10

20

30

40

50

【図 8】 帯域エッジより下の 26.5 GHz の周波数で動作するこの発明のグランドプレーンメッシュ上に取り付けられたモノポールアンテナの極放射パターンである。

【図 9】 35.4 GHz の周波数で動作する図 8 に示した同じモノポールの極放射パターンである。後方半球の放射が 30 dB 減じられており、このパターンにはグランドプレーン上のマルチパス電流に関わる死角がなく、滑らかな主ローブのみを呈している。

【図 10】 通常金属グランドプレーンにおける 26.5 GHz での類似のモノポールの極放射パターンである。

【図 11】 図 10 のモノポールの 35.4 GHz での極放射パターンである。

【図 12】 この発明のグランドプレーンメッシュの通常金属表面に関する反射波の位相を周波数の関数として示すグラフである。周波数につれて位相が変化し約 35 GHz でゼロを通過することが描かれている。

10

【図 13】 この発明のグランドプレーンメッシュ上での表面波伝送強度を周波数の関数として示すグラフである。帯域ギャップが 11 GHz から 17 GHz の範囲をカバーして明瞭に見られる。

【図 14】 この発明のグランドプレーンメッシュから反射された波の位相シフトを周波数の関数として示すグラフである。帯域ギャップ内では、波は同相で（位相が合って）反射されている。帯域ギャップ外では、通常の連続金属グランドプレーンシートの場合のように、波は逆相で（位相が外れて）反射されている。

【図 15】 金属表面に対して平らに横たわる水平ワイヤアンテナの図式的な描写である。このアンテナは、金属表面から反射される波からの破壊的な干渉のため十分に放射しない。というのは、金属表面、つまりその中に形成される打消し像により実効的に短絡されるからである。

20

【図 16】 この発明のグランドプレーンメッシュを使用した水平ワイヤアンテナの図式的な断面描写である。グランドプレーンメッシュの好ましい位相シフト特性のため、図 16 のアンテナは短絡されず、十分に放射する。

【図 17】 図 15 の金属グランドプレーン上方の水平ワイヤアンテナについて S 11 の反射損失を示す周波数の関数としての伝送強度のグラフである。反射損失は -3 dB (50%) より大きく、アンテナが不十分に回転していることを示している。

【図 18】 図 16 に示したのと同じこの発明のグランドプレーンメッシュ上方のアンテナからの S 11 反射損失である。下側の帯域エッジより下では、アンテナは通常のグランドプレーンシート上のアンテナと似たように機能している。帯域エッジより上では、反射損失は約 -10 dB (10%) であり、良好なアンテナ機能を示している。

30

【図 19】 図 15 の水平ワイヤアンテナについてのアンテナパターンの極放射グラフである。

【図 20】 図 16 の水平アンテナの極放射パターンである。放射レベルは図 19 における金属グランドプレーン上よりも約 8 dB 多く、ずっと良好なアンテナ機能を示している。

【図 21】 従来の連続金属グランドプレーン上方のパッチアンテナの図式的な断面描写である。

【図 22】 図 21 のと同じパッチアンテナであるが、この発明のグランドプレーンメッシュの中に組み込んだ場合の図式的な横断面図である。

40

【図 23】 図 21 および 22 の両者パッチアンテナの S 11 測定であり、両者が類似の反射損失および類似の放射帯域幅を有することを示している。図 21 のアンテナは点線で示され、図 22 のアンテナは実線で示されている。

【図 24】 図 21 の従来のパッチアンテナの極放射パターンである。このパターンは後方半球の有意な放射を示しており、前方半球の放射パターンが波打った特徴を呈している。これらの効果の両方ともが従来の金属グランドプレーン上に表面電流により引き起こされている。E 平面グラフが実線により示され、H 平面グラフが点線により示されている。

【図 25】 図 22 のパッチアンテナの極放射パターンである。このアンテナは、図 21 のアンテナよりも少ない後方放射を有している。このパターンは、ずっと良好に対称的で

50

あり、前方半球に波打を有していない。これらの改善は、グランドプレーンメッシュにより表面電流が抑えられたためである。

【図26】 グランドプレーンメッシュを交互に実施した態様の横断面図であり、上面の金属パッチが二枚の重なり合った層を形成し、薄い誘電体スペーサによって隔てられている。これにより、隣接する要素間の容量を増加させて、周波数を低くしている。

【図27】 図26に示された構造の平面図である。金属パッチの最上層が下層にある第二の層と重なり合って示されている。

【図28】 図26および図27に描写された構造体上での周波数に対する表面波伝送強度のグラフである。帯域ギャップが2.2GHzから2.5GHzの周波数範囲をカバーしているのが見られる。

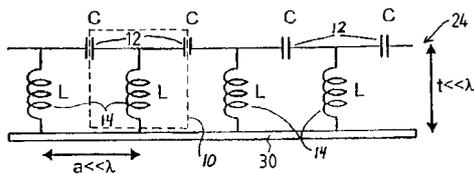
10

【図29】 図26および図27に描写された構造体の反射位相のグラフである。反射位相は、帯域ギャップ内の周波数でゼロを通過して横切っている。

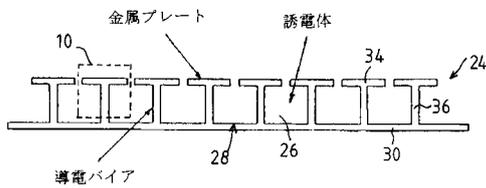
【符号の説明】

10...アンテナ要素、12...キャパシタ、14...インダクタ、24...グランドプレーンメッシュ、26...誘電体、30...背面シート、34...プレート、62...パッチ、70...誘電体、72...パイア

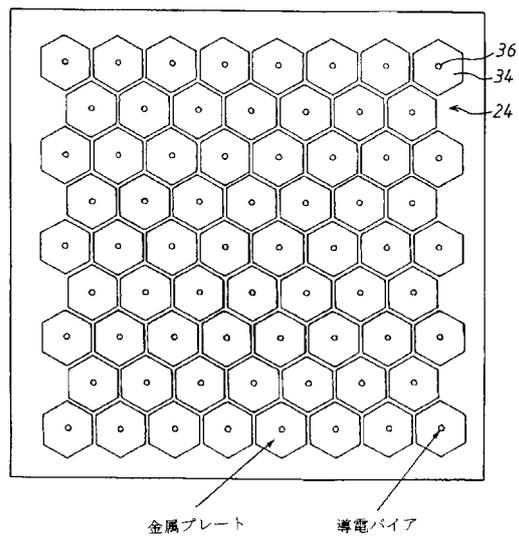
【図1】



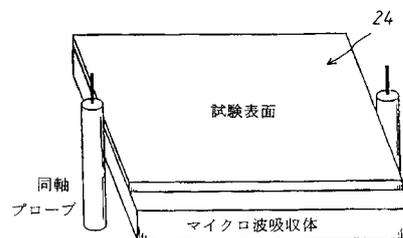
【図2】



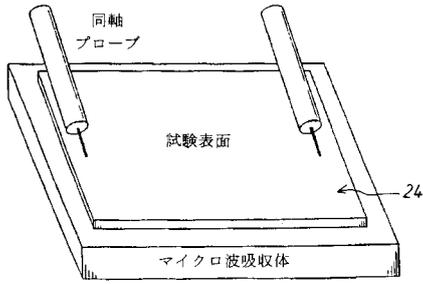
【図3】



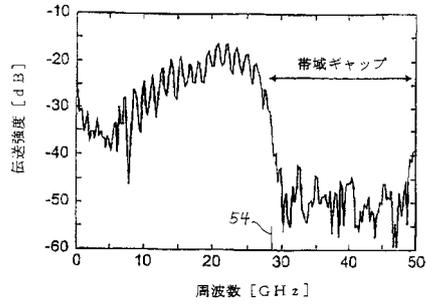
【図4】



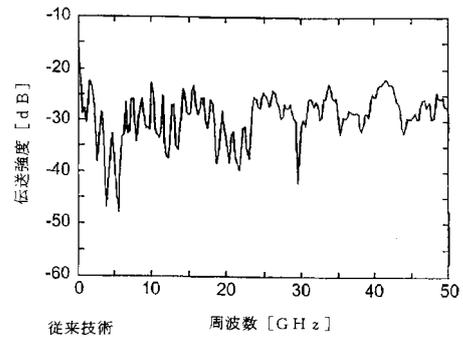
【図5】



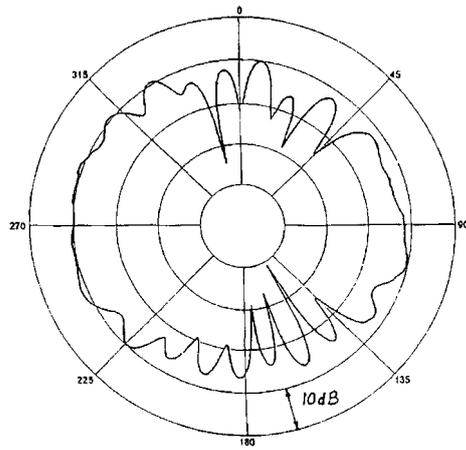
【図6】



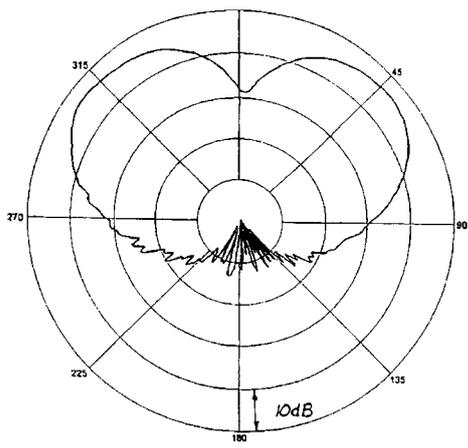
【図7】



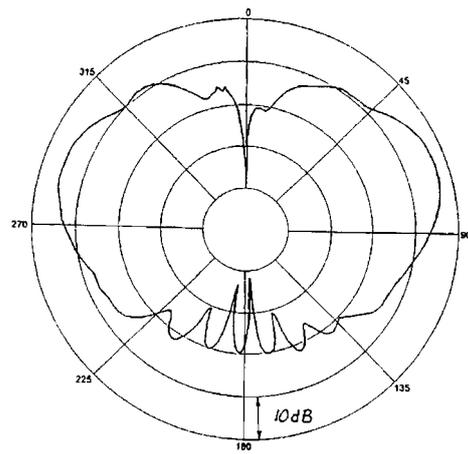
【図8】



【図9】

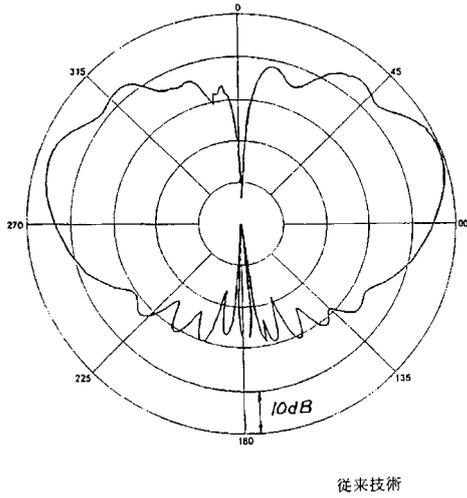


【図10】

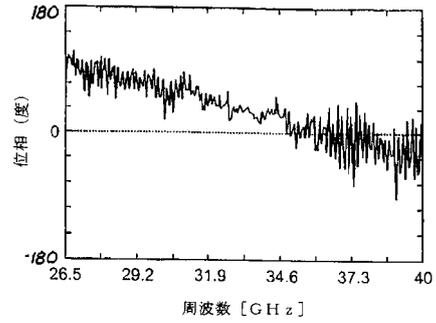


従来技術

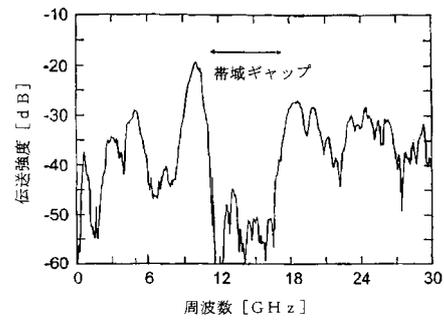
【図11】



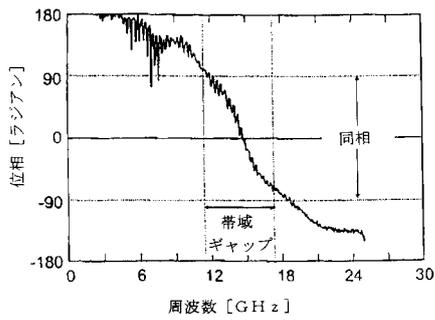
【図12】



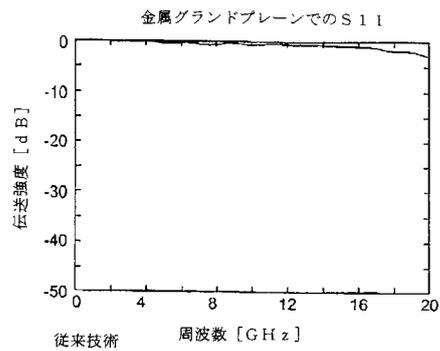
【図13】



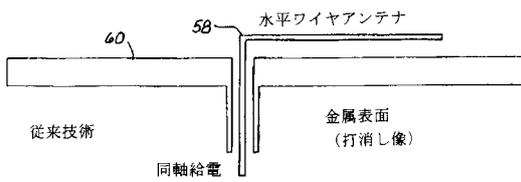
【図14】



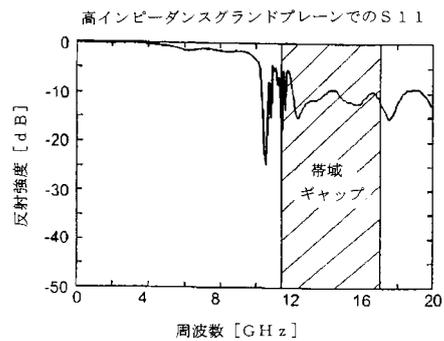
【図17】



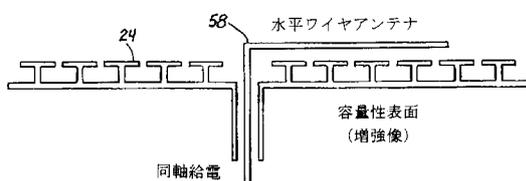
【図15】



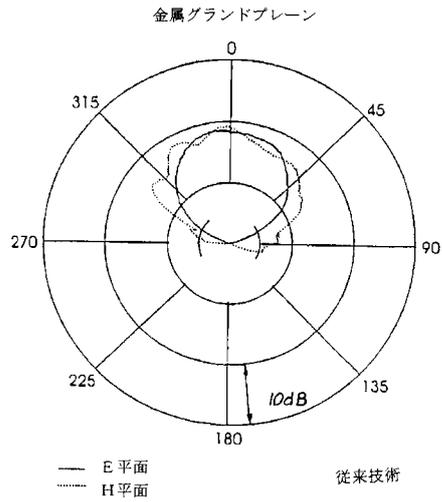
【図18】



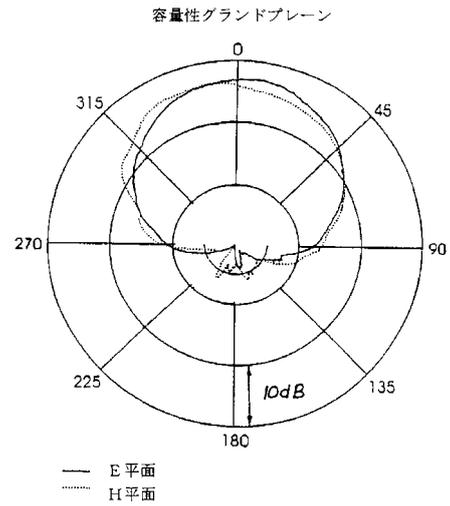
【図16】



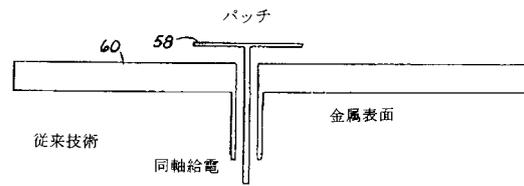
【図19】



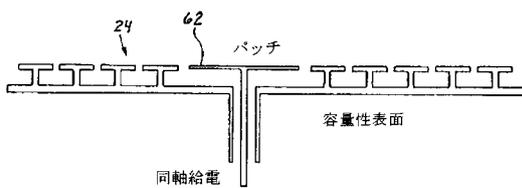
【図20】



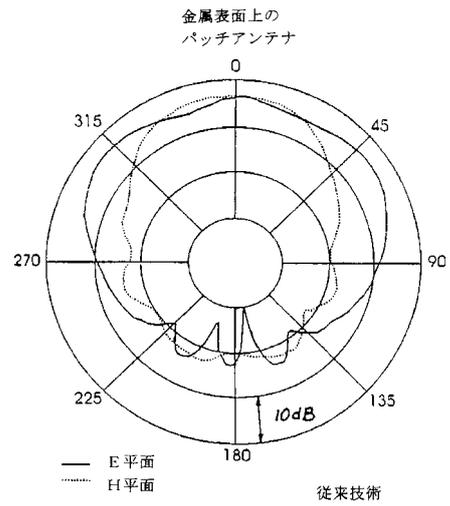
【図21】



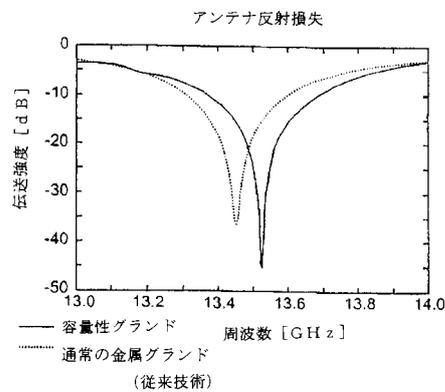
【図22】



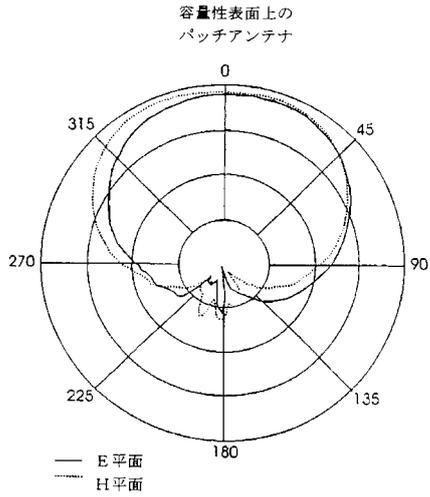
【図24】



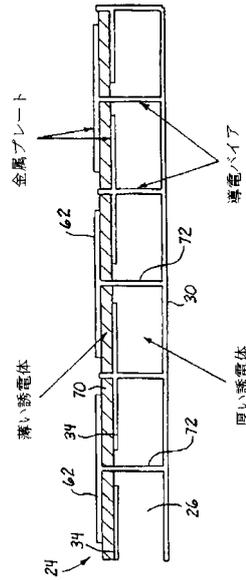
【図23】



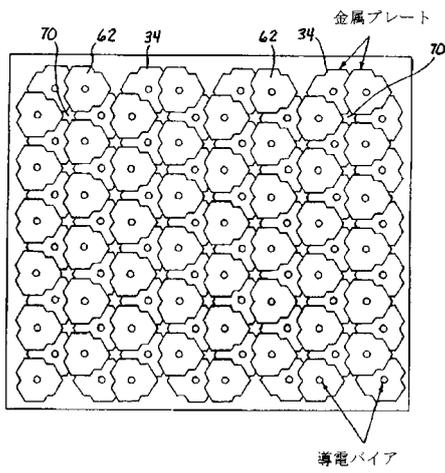
【 図 2 5 】



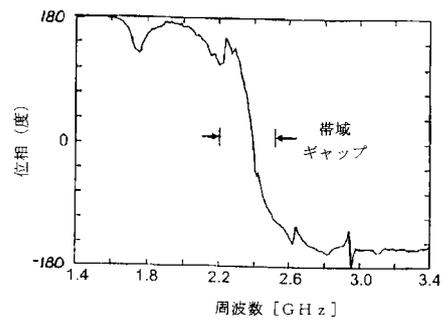
【 図 2 6 】



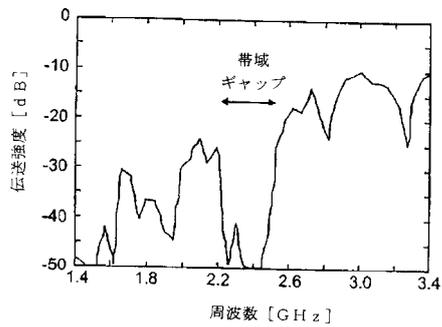
【 図 2 7 】



【 図 2 9 】



【 図 2 8 】



フロントページの続き

(73)特許権者 301042918

シーベンパイパー, ダン

アメリカ合衆国 90025 カリフォルニア州 ロサンジェルス コリントアベニュー ナンバ
ー5 1705

(74)代理人 100064724

弁理士 長谷 照一

(74)代理人 100073302

弁理士 神谷 牧

(72)発明者 ヤプロノヴィッチ, エリ

アメリカ合衆国 90265 カリフォルニア州 マリブー ウェイククレストドライブ 183
19

(72)発明者 シーベンパイパー, ダン

アメリカ合衆国 90025 カリフォルニア州 ロサンジェルス コリントアベニュー ナンバ
ー5 1705

審査官 新川 圭二

(56)参考文献 特開平04 - 058601 (JP, A)

特開昭56 - 137703 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01Q 13/08

H01Q 9/30