

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-185946  
(P2015-185946A)

(43) 公開日 平成27年10月22日(2015. 10. 22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 Q 19/10 (2006. 01)	HO 1 Q 19/10	5 J O 2 O
HO 1 Q 15/22 (2006. 01)	HO 1 Q 15/22	5 J O 2 I
HO 1 Q 21/30 (2006. 01)	HO 1 Q 21/30	
HO 1 Q 21/24 (2006. 01)	HO 1 Q 21/24	
HO 1 Q 9/16 (2006. 01)	HO 1 Q 9/16	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2014-59076 (P2014-59076)  
(22) 出願日 平成26年3月20日 (2014. 3. 20)

(71) 出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
(74) 代理人 100076428  
弁理士 大塚 康德  
(74) 代理人 100112508  
弁理士 高柳 司郎  
(74) 代理人 100115071  
弁理士 大塚 康弘  
(74) 代理人 100116894  
弁理士 木村 秀二  
(74) 代理人 100130409  
弁理士 下山 治  
(74) 代理人 100134175  
弁理士 永川 行光

最終頁に続く

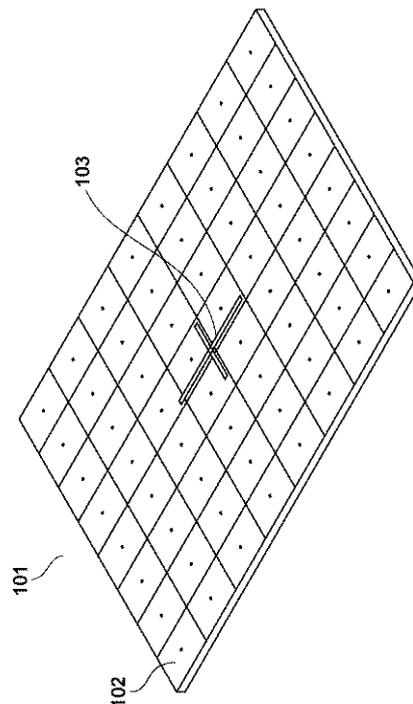
(54) 【発明の名称】 アンテナ装置

(57) 【要約】

【課題】複数の共振周波数で動作可能な低背化アンテナを提供する。

【解決手段】アンテナ装置は、導体及び誘電体の多層構造から成るセルがマトリクス状に配置された構造体を有し、該構造体の上に配置された第1のアンテナ素子と第2のアンテナ素子を有する。セルは第1の方向と第2の方向に異なる周波数帯に対応した磁気壁効果を有し、第1のアンテナ素子と第2のアンテナ素子は、それぞれ第1の方向と第2の方向に沿って、構造体に平行に配置される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

導体及び誘電体の多層構造から成るセルがマトリクス状に配置された構造体を有し、該構造体の上に配置された第 1 のアンテナ素子と第 2 のアンテナ素子を有するアンテナ装置であって、

前記セルは第 1 の方向と第 2 の方向に異なる周波数帯に対応した磁気壁効果を有し、

前記第 1 のアンテナ素子と前記第 2 のアンテナ素子は、それぞれ前記第 1 の方向と前記第 2 の方向に沿って、前記構造体に平行に配置されることを特徴とするアンテナ装置。

## 【請求項 2】

前記第 1 のアンテナ素子は前記第 1 の方向に共振し、前記第 2 のアンテナ素子は前記第 2 の方向に共振することを特徴とする請求項 1 に記載のアンテナ装置。

10

## 【請求項 3】

前記第 1 のアンテナ素子は、前記第 1 の方向の電磁波に対する反射位相が  $180^\circ$  とならない周波数帯域で共振し、

前記第 2 のアンテナ素子は、前記第 2 の方向の電磁波に対する反射位相が  $180^\circ$  とならない周波数帯域で共振することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のアンテナ装置。

## 【請求項 4】

前記第 1 のアンテナ素子は、前記第 1 の方向の電磁波に対する反射位相が  $45^\circ \sim 135^\circ$  となる周波数帯域で共振し、

前記第 2 のアンテナ素子は、前記第 2 の方向の電磁波に対する反射位相が  $45^\circ \sim 135^\circ$  となる周波数帯域で共振することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

20

## 【請求項 5】

前記第 1 のアンテナ素子は、前記構造体からの距離が、前記第 1 のアンテナが共振する周波数の  $1/4$  波長よりも短い距離であるように配置され、

前記第 2 のアンテナ素子は、前記構造体からの距離が、前記第 2 のアンテナが共振する周波数の  $1/4$  波長よりも短い距離であるように配置されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

## 【請求項 6】

前記第 1 のアンテナ素子と前記第 2 のアンテナ素子は、前記構造体からの距離が互いに異なるように配置されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

30

## 【請求項 7】

前記第 1 のアンテナ素子と前記第 2 のアンテナ素子は共振する方向が直交するように配置されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

## 【請求項 8】

前記導体は長方形の形状であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

## 【請求項 9】

前記第 1 のアンテナ素子と前記第 2 のアンテナ素子のそれぞれはダイポールアンテナであることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

40

## 【請求項 10】

前記第 1 のアンテナ素子と前記第 2 のアンテナ素子は逆 F アンテナを形成することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、アンテナ装置に関する。特に、高い表面インピーダンスを有する平面状構造体と、それを利用したアンテナ装置に関する。

## 【背景技術】

50

## 【 0 0 0 2 】

近年、特定の周波数帯域において電磁波の伝搬を阻止する電磁バンドギャップ構造（以下、EBG構造）の技術について研究されている。EBG構造体の構造として、一定のギャップ間隔で方形のパッチ導体を同一平面にマトリクス状に配置し、パッチ導体と平行したグラウンド導体にパッチ導体から導通ビアを接続した構造が考えられている。この構造において、一つのパッチ導体と一つのグラウンド導体と一本の導通ビアの組は、その形状からマッシュルーム構造と呼ばれている。このEBG構造体は、電磁波の遮断とは別に、特定の周波数帯域において高い表面インピーダンスを持つ磁気壁としての効果も示す。この磁気壁としての性質に着目して、EBG構造体をアンテナの低背化のために利用し、効果的な磁気壁型低背化アンテナを実現することが期待されている。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開2009 21897号公報

【 特許文献 2 】 特開2011 55036号公報

【 特許文献 3 】 国際公開第2008/050441号

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 4 】

EBG構造体を利用した従来の磁気壁型低背化アンテナにおいては、一つのアンテナ素子に対して一つのEBG構造体でしか実現できていなかったため、マルチバンドアンテナの低背化は困難であった。

20

## 【 0 0 0 5 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされてものであり、複数の共振周波数で動作可能な低背化アンテナを提供することを目的とする。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 6 】

上記の目的を達成するために、本発明の一態様によるアンテナ装置は以下の構成を備える。すなわち、導体及び誘電体の多層構造から成るセルがマトリクス状に配置された構造体を有し、該構造体の上に配置された第1のアンテナ素子と第2のアンテナ素子を有するアンテナ装置であって、前記セルは第1の方向と第2の方向に異なる周波数帯に対応した磁気壁効果を有し、前記第1のアンテナ素子と前記第2のアンテナ素子は、それぞれ前記第1の方向と前記第2の方向に沿って、前記構造体に平行に配置される。

30

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 0 7 】

本出願に係る発明によれば、複数の共振周波数で動作可能な低背化アンテナを提供可能となる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 第 1 実施形態によるデュアルバンド低背化アンテナの構成図。

【 図 2 】 EBG構造体の単位セルに対してシミュレーション解析を行った際のモデル図。

【 図 3 】 第 1 実施形態によるデュアルバンド低背化アンテナの解析結果を示す図。

【 図 4 】 第 1 実施形態によるアンテナ放射特性を示す図（その 1 ）。

【 図 5 】 従来例によるアンテナ放射特性を示す図（その 1 ）。

【 図 6 】 第 1 実施形態によるアンテナ放射特性を示す図（その 1 ）。

【 図 7 】 従来例によるアンテナ放射特性を示す図（その 2 ）。

【 図 8 】 第 2 実施形態によるデュアルバンド低背化アンテナの概略図。

【 図 9 】 2 周波直交逆Fアンテナの構成図。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 0 9 】

40

50

以下、添付の図面を参照して、本発明をその好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態において示す構成は一例に過ぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

#### 【0010】

メタマテリアル構造の特徴の一つに、磁気壁効果がある。周期構造を形成した表面は高い表面インピーダンスを持つ構造となり、特定の周波数帯域で同相反射を生じる。単位セル構造の繰り返しから成る周期構造を持つメタマテリアル磁気壁に関しては、単位セルの構造や周期構造の条件を非対象とする事で、2方向で異なる磁気壁特性を持つ構造が実現可能である。例えば縦横で寸法の異なるパッチ導体からなるマッシュルーム構造の磁気壁においては、二つの異なる周波数帯域に対応する磁気壁効果を生じる。そこで、2つの周波数帯において動作するアンテナ素子をそれぞれの共振方向が異なる構造で配置し、かつ、その下面に、アンテナ素子の2つの動作帯域で効果を発揮する磁気壁構造を持つ周期構造体を配置する事で、裏面のGND導体からの影響を軽減した、低背化デュアルバンドアンテナが実現可能となる。以下、二つの実施形態について説明する。

10

#### 【0011】

##### [第1実施形態]

図1は、本実施形態によるデュアルバンド低背化アンテナ101の全体を示す概略図である。本実施形態によるデュアルバンド低背化アンテナ101は、EBG構造体の単位セル102を8×8のマトリクス状に配置した基板の中心付近に、基板に平行に2周波直交ダイポールアンテナ103を配置している。単位セル102は、おおよそ10×15mm程度の長方形の形状を有したマッシュルーム構造をしており、マトリクス状に周期的に配置されることで、磁気壁としての効果を発揮する。

20

#### 【0012】

図2は、EBG構造体の単位セル102に対してシミュレーション解析を行った際のモデル図である。単位セル102は、上面の長方形パッチ導体201と、誘電体層202と下面のGND導体203と、これら多層構造の導体間をつなぐ接続ビア204から構成される。単位セル102の磁気壁としての特性を観測するために、電磁波の入射面205が解析用に設定される。電磁波の入射面205において、矢印206の方向の電磁波と矢印207の方向の電磁波に対して、EBG構造体での反射波の位相が解析される。面208は、周期構造の境界を示す面であり、横方向の4面それぞれに単位セル構造が繰り返し存在する周期構造として解析空間を設定している。

30

#### 【0013】

図3は、図2で示したモデルを解析した結果を示すグラフである。図3において、横軸は周波数、縦軸は反射波の位相(以下、反射位相)を示している。曲線301は、図2で矢印206の方向の電磁波に対する反射位相の変化を示し、曲線302は、図2で矢印207の方向の電磁波に対する反射位相を示している。反射位相が±180°にならない範囲の中でおおよそ45°~135°の範囲303が、磁気壁として有効に動作している区間と仮定する。この場合、曲線301と曲線302は、それぞれ4.1GHz~5.7GHz、3.4GHz~4.1GHzの時に磁気壁として有効に動作するといえる。なお、反射位相がおおよそ-45°~-135°の区間でも同様に磁気壁効果が期待できるが、周波数範囲としてはより高い領域になるため、ここでは反射係数が45°~135°の範囲303における周波数範囲を使用する。

40

#### 【0014】

図4は、磁気壁効果によりアンテナ放射特性が確保されている事をシミュレーションで確認した結果である。基板401は、EBG構造体の単位セル102を8×8のマトリクス状に配置したFR4基板であり、その中心付近にダイポールアンテナ402を配置している。ダイポールアンテナ402はおおよそ5GHzで共振するものであり、基板401から1.2mmの高さに固定されている。曲線403は、アンテナの放射効率を示すグラフであり、曲線404は、アンテナのS11反射特性(アンテナの反射損失)を示すグラフである。曲線403の特徴から5GHz付近では放射効率が高いことがわかり、曲線404の

50

特徴から 5 GHz 付近では S 1 1 反射特性は低く抑えられていることがわかる。すなわち、これらのグラフから、ダイポールアンテナの共振周波数においては、磁気壁効果により電磁波の放射が阻害されていない事がわかる。

#### 【 0 0 1 5 】

比較のため、図 5 に、磁気壁としての効果を発揮しない導体を一様に配置した場合のアンテナ 5 0 2 の特性を示す。基板 5 0 1 の表面には一様に導体が存在する状態であり、アンテナとしての反射特性はほぼ全反射の状態となっている。曲線 5 0 3 は、アンテナの放射効率を示すグラフであり、曲線 5 0 4 は、アンテナの S 1 1 反射特性（アンテナの反射損失）を示すグラフである。図 4 の曲線 4 0 3 と比較すると、曲線 5 0 3 は 5 GHz 付近では放射光率が 1 0 d B ~ 2 0 d B 低下しているのが確認できる。また、図 4 の曲線 4 0 4 と比較すると、曲線 5 0 4 は 5 GHz 付近では S 1 1 反射特性が 1 0 d B ~ 2 0 d B 低下しているのが確認できる。

10

#### 【 0 0 1 6 】

図 6 は、別方向の磁気壁効果により、図 4 とは異なる周波数でアンテナ放射特性が確保されている事をシミュレーションで確認した結果である。基板 6 0 1 は、図 4 と同様に、EBG構造体の単位セル 1 0 2 を 8 × 8 のマトリクス状に配置した FR4 基板であり、その中心付近にダイポールアンテナ 6 0 2 を配置している。ダイポールアンテナ 6 0 2 はおよそ 3 . 7 GHz で共振するものであり、6 0 1 の基板から 1 . 5 mm の高さに、図 4 のダイポールアンテナ 4 0 2 の方向とは直交する方向に固定されている。曲線 6 0 3 は、アンテナの放射効率を示すグラフであり、曲線 6 0 4 は、アンテナの S 1 1 反射特性を示すグラフである。曲線 6 0 3 の特徴から 3 . 7 GHz 付近では放射効率が高いことがわかり、曲線 6 0 4 の特徴から 3 . 7 GHz 付近では S 1 1 反射特性は低く抑えられていることがわかる。すなわち、これらのグラフから、ダイポールアンテナ 6 0 2 の共振周波数においては、磁気壁効果により電磁波の放射が阻害されていない事がわかる。

20

#### 【 0 0 1 7 】

比較のため、図 7 に、磁気壁の代わりに磁気壁としての効果を発揮しない導体を一様に配置した場合のアンテナ 7 0 2 の特性を示す。基板 7 0 1 の表面には一様に導体が存在する状態であり、アンテナとしての反射特性はほぼ全反射の状態となっている。曲線 7 0 3 は、アンテナの放射効率を示すグラフであり、曲線 7 0 4 は、アンテナの S 1 1 反射特性（アンテナの反射損失）を示すグラフである。図 6 の曲線 6 0 3 と比較すると、曲線 7 0 3 は 3 . 7 GHz 付近では放射効率が 1 0 d B ~ 2 0 d B 低下しているのが確認できる。また、図 6 の曲線 6 0 4 と比較すると、曲線 7 0 4 は 3 . 7 GHz 付近では S 1 1 反射特性が 1 0 d B ~ 2 0 d B 低下しているのが確認できる。

30

#### 【 0 0 1 8 】

以上の様に、本実施形態によれば、EBG構造体の表面において、所望の磁気壁効果を発揮する複数の方向に沿った形で複数のアンテナ素子を配置することで、マルチバンドアンテナでの低背化を実現することが可能となる。具体的には、本実施形態では、図 1 のように裏面に GND 層を持つ EBG 基板に対して 1 . 2 ~ 1 . 5 mm という近距離にダイポールアンテナを配置してデュアルバンド低背化アンテナを構成する事が可能となる。この 1 . 2 ~ 1 . 5 mm という距離は、共振周波数帯域の 1/4 波長よりも短い。また、製品内蔵アンテナの配置設計に際して、例えば回路基板や金属フレーム等といったアンテナ動作を劣化させる部材の近傍においても、放射特性の劣化しないアンテナ配置が実現可能となる。

40

#### 【 0 0 1 9 】

##### [ 第 2 実施形態 ]

図 8 は、本実施形態によるデュアルバンド低背化アンテナ 8 0 1 の全体を示す概略図である。本実施形態によるデュアルバンド低背化アンテナ 8 0 1 は、EBG構造体の単位セル 8 0 2 を 8 × 8 のマトリクス状に配置した基板の中心付近に、基板に平行に 2 周波直交逆 F アンテナ 8 0 3 を配置している。単位セル 8 0 2 から成る EBG 構造体は、第 1 実施形態で述べた構成と同様の構成であり、磁気壁としての効果を発揮する。

#### 【 0 0 2 0 】

50

図9に、2周波直交逆Fアンテナの構成を示す。給電ライン901は、EBG構造体を構成する基板の裏面等に配置された回路部分から無線信号を伝送する信号線である。素子902及び903は、2つの逆Fアンテナ素子導体904及び905のGND接地素子であり、EBG構造体を構成する基板の裏面のGND導体に接続され、逆Fアンテナのインピーダンスマッチングを行う。

#### 【0021】

本実施形態では、最上位層に逆Fアンテナ素子導体904及び905、第2層に単位セル802から成るEBG構造体のパッチ導体層、最下層にGND層が配置される。各層間をつなぐビアによって、EBG構造体を構成するビア、給電ライン901、2つの逆FアンテナのGND接地素子902及び903を一体化させた多層化基板を構成可能である。すなわち、以上の様な構成で、本実施形態による低背化アンテナ801を一つのFR4基板に実現可能である。更に、GND層よりも下に回路基板層を構成する事で、無線回路と一体化した基板としても構成可能である。

10

#### 【0022】

以上の様に、本実施形態によれば、第1実施形態と同様にマルチバンドアンテナでの低背化を実現することが可能となる。また、製品内蔵アンテナの配置設計に際して、例えば無線部以外の回路基板や金属フレーム等といったアンテナ動作を劣化させる部材の近傍に実装されても、放射特性の劣化しないアンテナ実装が実現可能となる。

#### 【0023】

なお、以上に説明した実施形態では、低背化アンテナ素子としてダイポールアンテナ、逆Fアンテナを使用した。これに限定されない。特定の方向に導体として共振方向を持つアンテナ素子であれば、その共振方向を磁気壁方向一致させる事で、同様の効果が発揮できる。また、以上に説明した実施形態では、長方形パッチによるマッシュルーム構造のEBG構造体を使用した。これに限定されない。複数の方向において磁気壁特性を発揮する構造体を実現する手法は他にもあり、このような他の手法を利用して本実施形態と同様の効果が発揮できる。また、以上に説明した実施形態では、磁気壁の複数の方向の設定を直交方向に設定しているが、これに限定されない。例えば45°の角度やその他の角度で設定された方向においても、成分としての磁気壁効果がそれぞれ観測される構造体上であれば、その磁気壁成分の方向とアンテナ素子の共振方向を揃える事で、同様の効果が発揮できる。

20

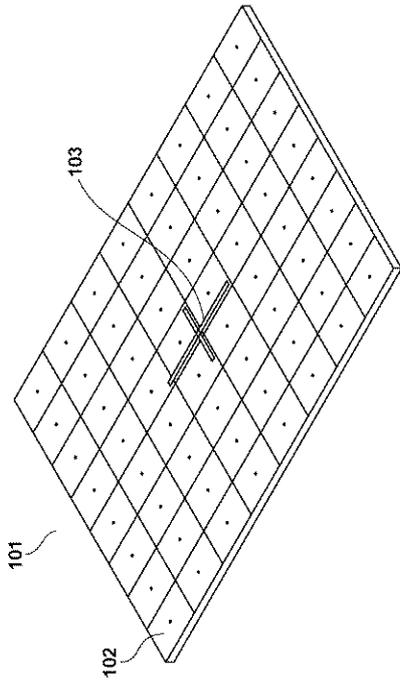
30

#### 【符号の説明】

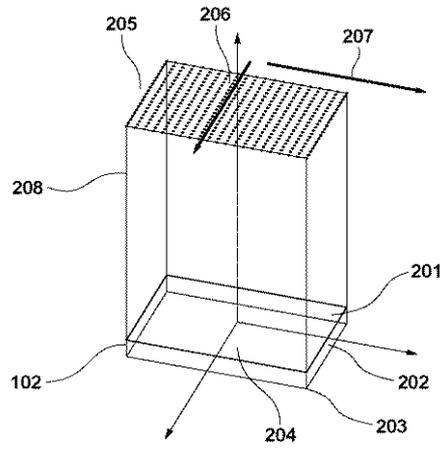
#### 【0024】

101 デュアルバンド低背化アンテナ、102 単位セル、103 GND導体

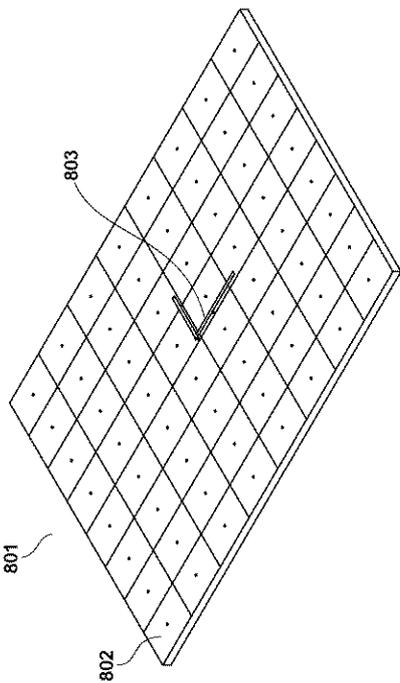
【図 1】



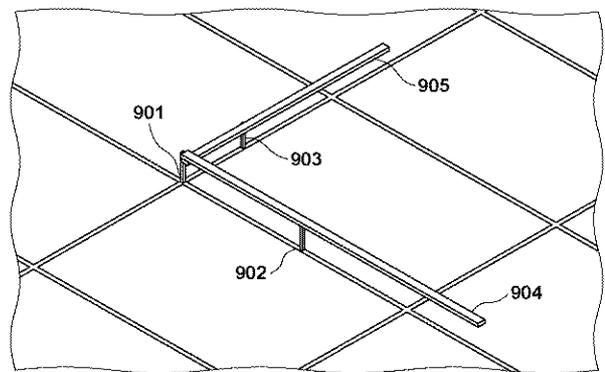
【図 2】



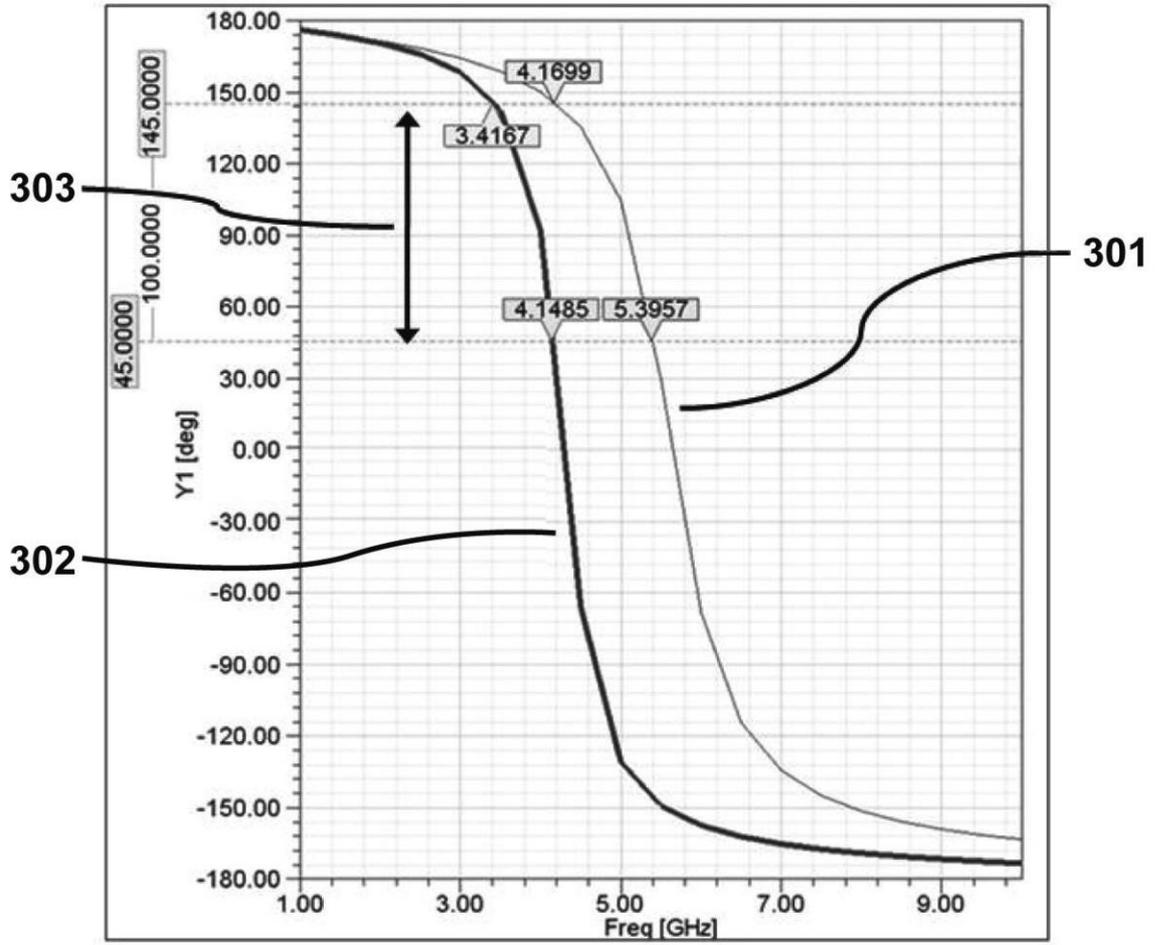
【図 8】



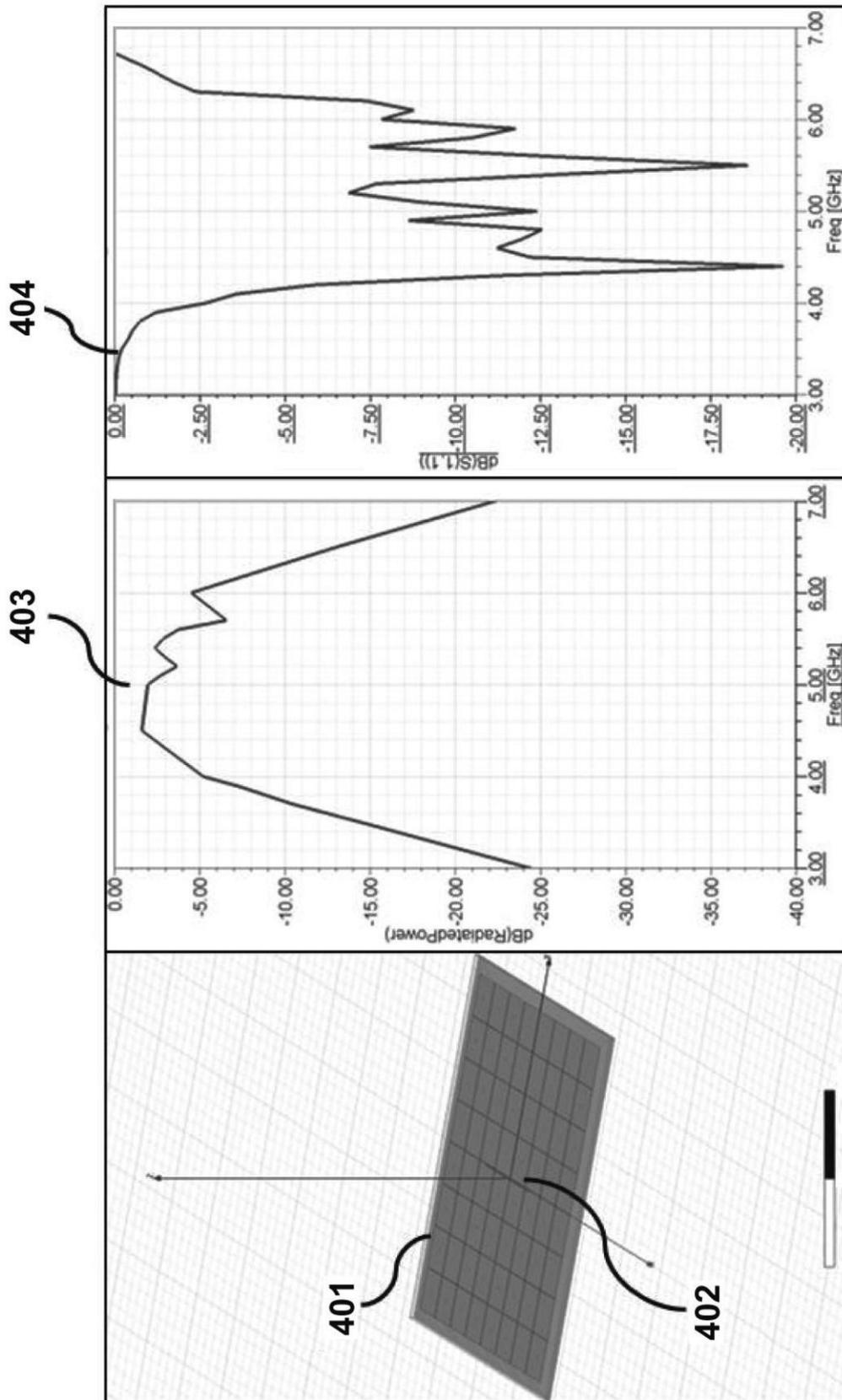
【図 9】



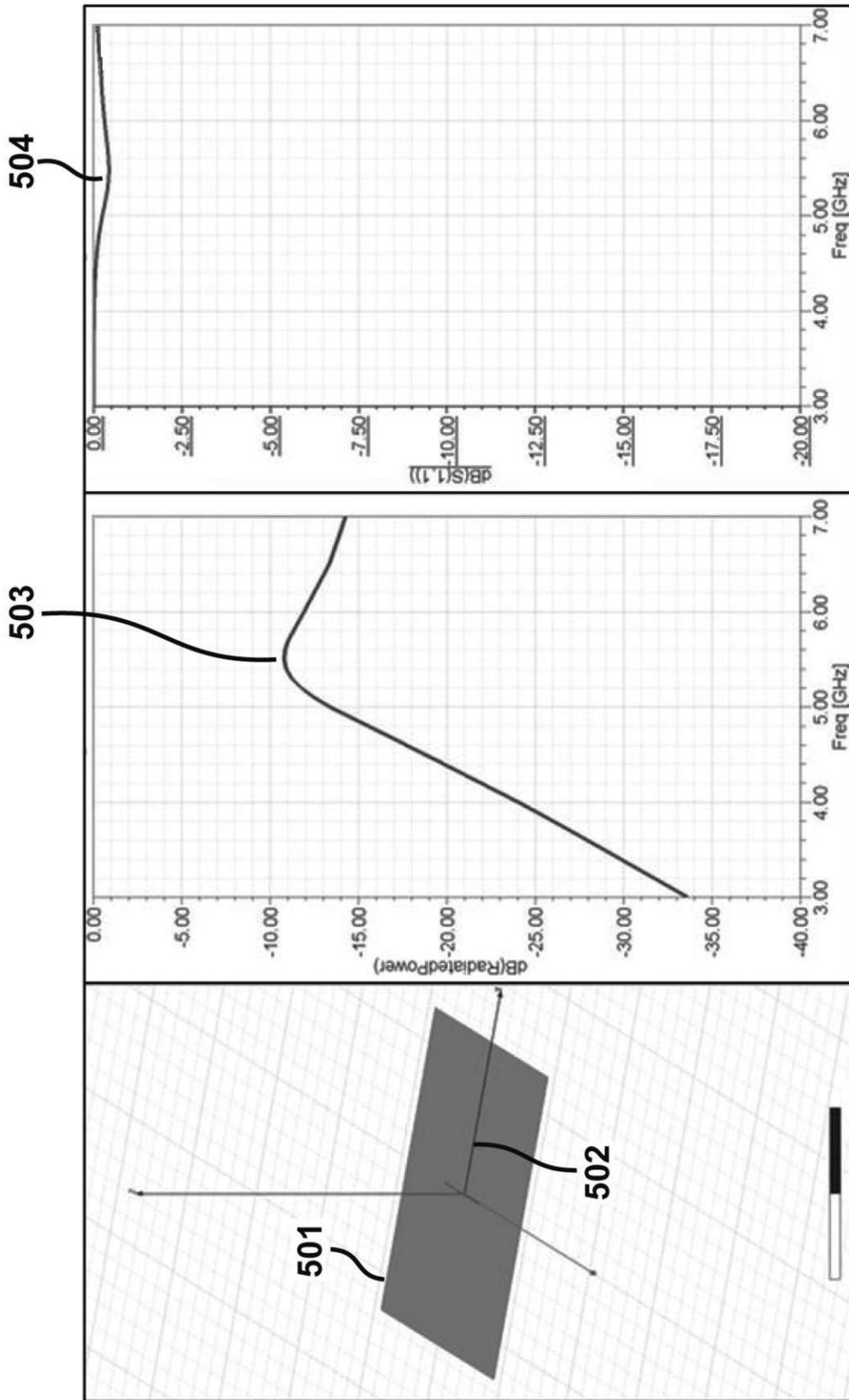
【 図 3 】



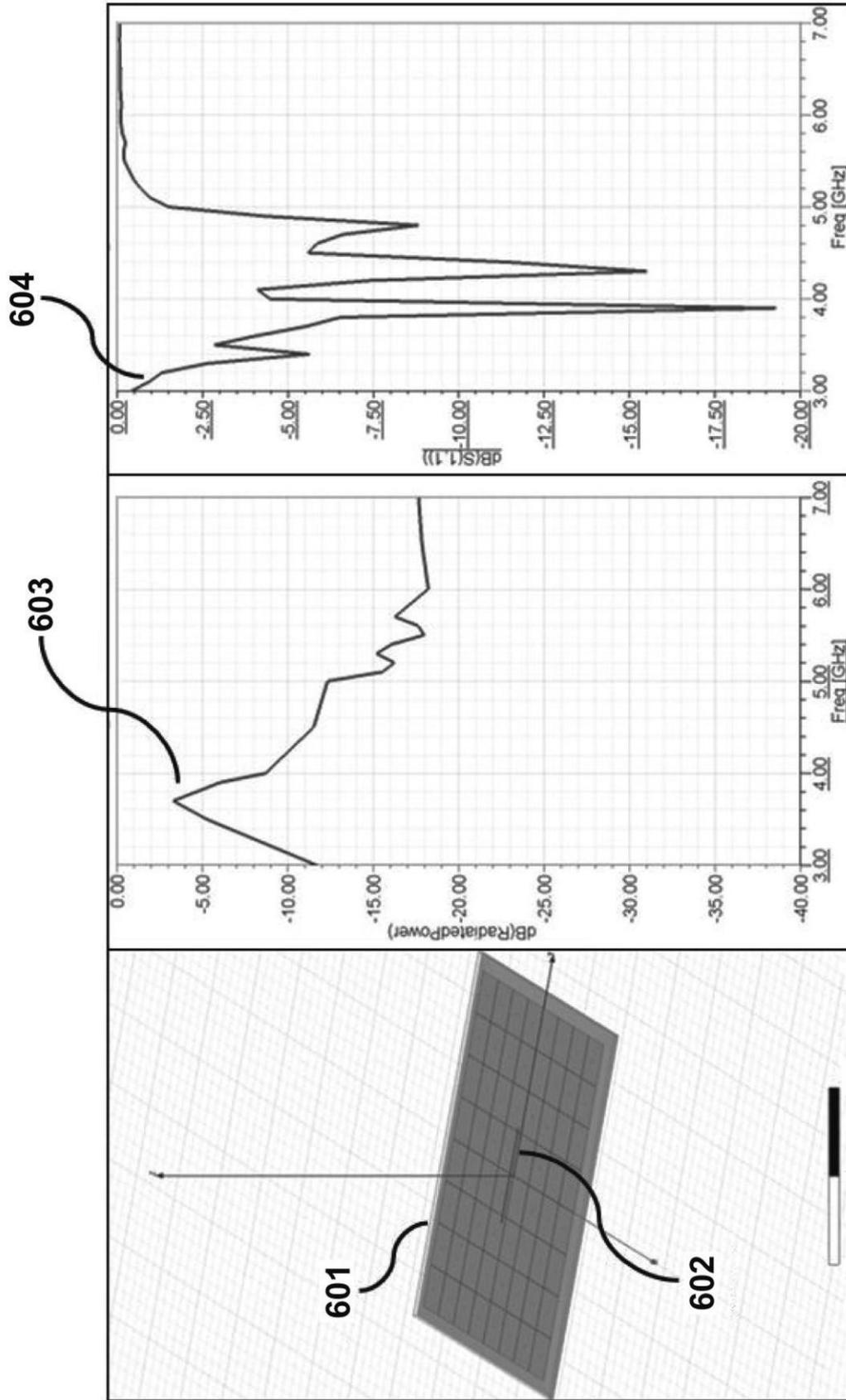
【 図 4 】



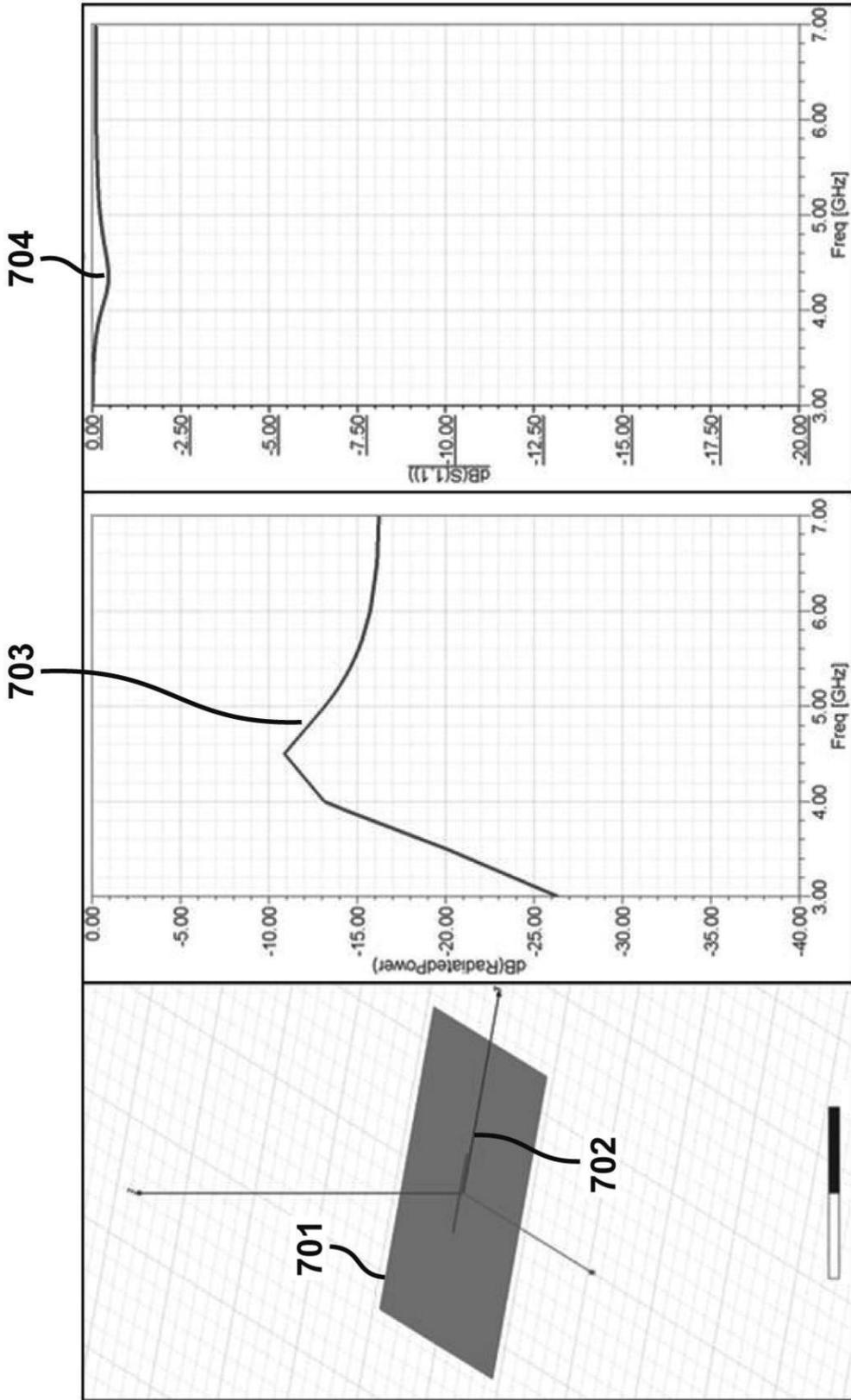
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
H 0 1 Q 9/42 (2006.01) H 0 1 Q 9/42

(72)発明者 高崎 厚志  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 行正 浩二  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 5J020 AA03 AA06 AA07 BA01 BA04 BA06 BC08 BC09 BD04 CA04  
DA06 DA08  
5J021 AA02 AA09 AA13 AB02 AB03 BA01 JA03 JA05 JA07

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第3区分

【発行日】平成29年4月13日(2017.4.13)

【公開番号】特開2015 185946(P2015 185946A)

【公開日】平成27年10月22日(2015.10.22)

【年通号数】公開・登録公報2015 065

【出願番号】特願2014 59076(P2014 59076)

【国際特許分類】

H 0 1 Q 19/10 (2006.01)

H 0 1 Q 15/22 (2006.01)

H 0 1 Q 21/30 (2006.01)

H 0 1 Q 21/24 (2006.01)

H 0 1 Q 9/16 (2006.01)

H 0 1 Q 9/42 (2006.01)

【 F I 】

H 0 1 Q 19/10

H 0 1 Q 15/22

H 0 1 Q 21/30

H 0 1 Q 21/24

H 0 1 Q 9/16

H 0 1 Q 9/42

【手続補正書】

【提出日】平成29年3月9日(2017.3.9)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

導体及び誘電体の多層構造から成るセルがマトリクス状に配置された構造体を有し、該構造体の上に配置された第1のアンテナ素子と第2のアンテナ素子を有するアンテナ装置であって、

前記セルは第1の方向と第2の方向に異なる周波数帯に対応した磁気壁効果を有し、

前記第1のアンテナ素子と前記第2のアンテナ素子は、それぞれ前記第1の方向と前記第2の方向に沿って、前記構造体に平行に配置されることを特徴とするアンテナ装置。

【請求項2】

前記第1のアンテナ素子は前記第1の方向に共振し、前記第2のアンテナ素子は前記第2の方向に共振することを特徴とする請求項1に記載のアンテナ装置。

【請求項3】

前記第1のアンテナ素子は、前記第1の方向の電磁波に対する反射位相が $180^\circ$ と異なる周波数帯域で共振し、

前記第2のアンテナ素子は、前記第2の方向の電磁波に対する反射位相が $180^\circ$ と異なる周波数帯域で共振することを特徴とする請求項1または2に記載のアンテナ装置。

【請求項4】

前記第1のアンテナ素子は、前記第1の方向の電磁波に対する反射位相が $45^\circ \sim 135^\circ$ となる周波数帯域で共振し、

前記第2のアンテナ素子は、前記第2の方向の電磁波に対する反射位相が $45^\circ \sim 135^\circ$ となる周波数帯域で共振し、

5°となる周波数帯域で共振することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

【請求項5】

前記第1のアンテナ素子は、前記構造体からの距離が、前記第1のアンテナ素子が共振する周波数の1/4波長よりも短い距離であるように配置され、

前記第2のアンテナ素子は、前記構造体からの距離が、前記第2のアンテナ素子が共振する周波数の1/4波長よりも短い距離であるように配置されることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

【請求項6】

前記第1のアンテナ素子と前記第2のアンテナ素子は、前記構造体からの距離が互いに異なるように配置されることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

【請求項7】

前記第1のアンテナ素子と前記第2のアンテナ素子は共振する方向が直交するように配置されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

【請求項8】

前記導体は長方形の形状であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

【請求項9】

前記第1のアンテナ素子と前記第2のアンテナ素子のそれぞれはダイポールアンテナであることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載のアンテナ装置。

【請求項10】

前記第1のアンテナ素子と前記第2のアンテナ素子は逆Fアンテナを形成することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載のアンテナ装置。