

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5542902号
(P5542902)

(45) 発行日 平成26年7月9日(2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 Q 15/14 (2006.01) HO 1 Q 15/14 Z
 HO 1 Q 21/24 (2006.01) HO 1 Q 21/24
 HO 1 Q 9/16 (2006.01) HO 1 Q 9/16

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-260765 (P2012-260765)	(73) 特許権者	000232287
(22) 出願日	平成24年11月29日(2012.11.29)		日本電業工作株式会社
(65) 公開番号	特開2014-107782 (P2014-107782A)		東京都千代田区九段南4丁目7番15号
(43) 公開日	平成26年6月9日(2014.6.9)	(74) 代理人	100104880
審査請求日	平成24年11月29日(2012.11.29)		弁理士 古部 次郎
		(74) 代理人	100149113
			弁理士 加藤 謹矢
		(74) 代理人	100166981
			弁理士 砂田 岳彦
		(72) 発明者	平松 英伸
			東京都千代田区九段南4丁目7番15号
			日本電業工作株式会社内
		審査官	米倉 秀明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電体と、

前記導電体上に空気層を挟んでマトリクス状に配置される複数の正方形素子を有する E B G 構造体と、

前記 E B G 構造体上に配置される放射素子と、を備え、

前記放射素子の設計中心周波数の波長を λ とするとき、

前記導電体と前記 E B G 構造体との間隔 L_1 は、 $0.01 \lambda < L_1 < 0.15 \lambda$ であり、

前記 E B G 構造体における前記複数の正方形素子のそれぞれは、前記導電体及び当該複数の正方形素子における他の正方形素子のいずれにも直流的に接続されていないことを特徴とするアンテナ。

【請求項2】

前記放射素子は、直線偏波を送受信する並列に配置された一对のダイポール素子と、前記直線偏波と直交する直線偏波を送受信する並列に配列された他の一对のダイポール素子と、を備え、

前記一对のダイポール素子及び前記他の一对のダイポール素子は、当該一对のダイポール素子のそれぞれの中心を結ぶ線と当該他の一对のダイポール素子のそれぞれの中心を結ぶ線とが交差するように設けられてい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】

10

20

前記導電体と前記 E B G 構造体との間隔 L_1 は、 $0.025 \leq L_1 \leq 0.085$ λ を満足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。

【請求項 4】

前記導電体と前記 E B G 構造体との間隔 L_1 は、 $0.035 \leq L_1 \leq 0.07 \lambda$ を満足することを特徴とする請求項 3 に記載のアンテナ。

【請求項 5】

前記 E B G 構造体は、前記放射素子に対応する部分の正方形素子が取り除かれていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ。

【請求項 6】

前記放射素子は、無給電素子を有することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アンテナに係わり、特に、E B G (Electromagnetic Band Gap) 構造体を反射板として使用するアンテナに関する。

【背景技術】

【0002】

天井など、屋内で使用されるアンテナとしては、設置や景観上の観点から、平面構造で薄型であることが求められる。

20

メタマテリアル技術を用いた E B G 構造体を反射板として用いることにより、アンテナを低姿勢化することが可能である。

下記特許文献 1 には、E B G 反射板上に配置された 2 周波対応アンテナが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 94360 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

しかしながら、E B G 構造体は周波数依存性が高く狭帯域となるので、E B G 構造体を反射板として使用するアンテナは、周波数特性が狭帯域になるという問題点があった。

本発明は、前記従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、E B G 構造体を有する反射板を用いて、低姿勢かつ広帯域な周波数特性を有するアンテナを提供することにある。

本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

40

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、下記の通りである。

(1) アンテナは、導電体と、前記導電体上に空気層を挟んでマトリクス状に配置される複数の正方形素子を有する E B G 構造体と、前記 E B G 構造体上に配置される放射素子と、を備え、前記放射素子の設計中心周波数の波長を λ とするとき、前記導電体と前記 E B G 構造体との間隔 L_1 は、 $0.01 \leq L_1 \leq 0.15 \lambda$ 、好ましくは、 $0.025 \leq L_1 \leq 0.085 \lambda$ 、より好ましくは、 $0.035 \leq L_1 \leq 0.07 \lambda$ であり、前記 E B G 構造体における前記複数の正方形素子のそれぞれは、前記導電体及び当該複数の正方形素子における他の正方形素子のいずれにも直線的に接続されていない。

(2) (1) において、前記放射素子は、直線偏波を送受信する並列に配置された一対の

50

ダイポール素子と、直線偏波と直交する直線偏波を送受信する並列に配列された他の一対のダイポール素子と、を備え、前記一対のダイポール素子及び前記他の一対のダイポール素子は、当該一対のダイポール素子のそれぞれの中心を結ぶ線と当該他の一対のダイポール素子のそれぞれの中心を結ぶ線とが交差するように設けられている。

(3)(1)または(2)において、前記EBG構造体は、前記放射素子に対応する部分の正方形素子を取り除かれている。

(4)(1)ないし(3)のいずれかにおいて、前記放射素子は、無給電素子を有する。

【発明の効果】

【0006】

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記の通りである。 10

本発明によれば、EBG構造体を有する反射板を用いて、低姿勢かつ広帯域な周波数特性を有するアンテナを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本発明の実施例1のアンテナの概略構成を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施例1のアンテナの断面図である。

【図3】本発明の実施例1のアンテナのEBG構造体の平面図である。

【図4】本発明の実施例1のアンテナの放射素子の平面図である。

【図5】本発明の実施例1のアンテナの反射減衰量特性を示すグラフである。 20

【図6】本発明の実施例1のアンテナにおいて、放射素子とEBG構造体との間隔(図2の $L_2 - L_1$)を一定にして、反射板と放射素子との間隔(図2の L_2)を変化させたときに、反射減衰量が、 -10 dB となる比帯域幅の変化を示すグラフである。

【図7】本発明の実施例2のアンテナの放射素子の平面図である。

【図8】本発明の実施例2のアンテナの反射減衰量特性を示すグラフである。

【図9】本発明の実施例3のアンテナのEBG構造体の平面図である。

【図10】本発明の実施例3のアンテナの反射減衰量特性を示すグラフである。

【図11】本発明の実施例1のアンテナと比較するための、比較例のアンテナの反射減衰量特性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】 30

【0008】

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

なお、実施例を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。また、以下の実施例は、本発明の特許請求の範囲の解釈を限定するためのものではない。

[実施例1]

図1ないし図4は、本発明の実施例1のアンテナの一例を説明するための図である。

図2は、本実施例のアンテナの断面図、

図3は、本実施例のアンテナのEBG構造体3の平面図、

図4は、本実施例のアンテナの放射素子2の平面図である。 40

本実施例のアンテナは、金属板から成る反射板1と、反射板1上に配置されるEBG(Electromagnetic Band Gap)構造体3と、EBG構造体3上に配置される放射素子2とを有する。

図2に示すように、放射素子2は、垂直偏波用の一対のダイポールアンテナ21と、水平偏波用の一対のダイポールアンテナ22とで構成される。ここで、垂直偏波用の一対のダイポールアンテナ素子21と、水平偏波用の一対のダイポールアンテナ22は、誘電基板上にプリント配線技術で形成してもよく、あるいは、金属の棒、管などを使用してもよい。

なお、放射素子2として、例えば、垂直偏波用のパッチアンテナ、水平偏波用のパッチアンテナ、あるいは、偏波共用のパッチアンテナを使用することも可能である。 50

【 0 0 0 9 】

図3に示すように、EBG構造体3は、マトリクス状に配置される(7×7)個の正方形素子31を有する。ここで、EBG構造体3は、誘電基板上にプリント配線技術で形成してもよく、あるいは、金属の板などを使用してもよい。

なお、マトリクス状に配置される正方形素子31の数は、要求される指向特性によって増減することができる。

EBG構造体3は、核となる正方形素子31のインダクタンスと、隣接する正方形素子31との間でキャパシタンスを形成するため、固有のインピーダンス面を作り出す。そして、EBG構造体3の正方形素子31の大きさと間隔を適切に選ぶことにより適切なインピーダンス面を実現し、大きな効果を得ることができる。

本実施例において、アンテナの設計中心周波数 f_0 の自由空間波長を λ_0 とするとき、反射板1とEBG構造体3との間隔(図2のL1)は、 $0.05\lambda_0$ であり、反射板1と放射素子2との間隔(図2のL2)は、 $0.1\lambda_0$ である。

また、反射板1の一辺の長さ(図2のL3)は、 $1.52\lambda_0$ である。

また、EBG構造体3の正方形素子31の一辺の長さ(図3のL4)は、 $0.2\lambda_0$ であり、隣接する正方形素子31との間隔(図3のL5)は、 $0.02\lambda_0$ である。

さらに、放射素子2を構成する垂直偏波用の一對のダイポールアンテナ素子21および水平偏波用の一對のダイポールアンテナ22の幅(図4のL6)は、 $0.12\lambda_0$ 、垂直偏波用の一對のダイポールアンテナ素子21および水平偏波用の一對のダイポールアンテナ素子22の長さ(図4のL7)は、 $0.46\lambda_0$ 、垂直偏波用の一對のダイポールアンテナ素子21および水平偏波用の一對のダイポールアンテナ22の間隔(図4のL8)は、 $0.64\lambda_0$ である。

【 0 0 1 0 】

図5は、本実施例のアンテナの反射減衰量(リターンロス)特性を示すグラフである。

図5から分かるように、本実施例のアンテナにおいて、反射減衰量が、 -10 dB 以下となる周波数特性の比帯域幅(即ち、 $VSWR=2$ となる周波数特性の比帯域幅)は、 22.3% である。なお、図5のグラフでは、設計中心周波数 f_0 は、 1.9 GHz 、設計中心周波数 f_0 の自由空間波長 λ_0 は、 157.9 mm である。

また、周波数特性の比帯域幅は、 $(f_{\text{wide}} \times 100) / f_0$ で表される。ここで、 f_{wide} は、反射減衰量が、 -10 dB 以下となる周波数帯域である。

図11は、本実施例のアンテナと比較するための、比較例のアンテナの反射減衰量(リターンロス)特性を示すグラフである。

図11に示す比較例のアンテナは、反射板1とEBG構造体3との間隔(図2のL1)が、 $0.006\lambda_0$ である以外は、本実施例のアンテナと仕様が同じである。

図11から分かるように、比較例のアンテナにおいて、反射減衰量が、 -10 dB 以下となる周波数特性の比帯域幅(即ち、 $VSWR=2$ となる周波数特性の比帯域幅)は、 7.6% である。なお、図11のグラフでも、設計中心周波数 f_0 は、 1.9 GHz 、設計中心周波数 f_0 の自由空間波長 λ_0 は、 157.9 mm である。

【 0 0 1 1 】

このように、本実施例では、反射板1とEBG構造体3との間隔(図2のL1)を広げることにより、周波数特性を広げることができるので、本実施例によれば、低姿勢かつ広帯域な周波数特性を有するアンテナを提供することが可能となる。

図6は、本実施例のアンテナにおいて、放射素子2とEBG構造体3との間隔(図2のL2-L1)を一定($0.05\lambda_0$)にして、反射板1と放射素子2との間隔(図2のL2)を変化させたときに、反射減衰量が、 -10 dB となる比帯域幅の変化を示すグラフである。

図6に示すグラフから、本実施例のアンテナにおいて、広帯域な周波数特性を実現するためには、反射板1とEBG構造体3との間隔(図2のL1)は、 $0.01\lambda_0$ 、 $0.15\lambda_0$ 、好ましくは、 $0.025\lambda_0$ 、 $0.085\lambda_0$ 、より好ましくは、 $0.035\lambda_0$ 、 $0.07\lambda_0$ が望ましい。

【 0 0 1 2 】

[実施例 2]

図 7 は、本実施例のアンテナの放射素子 2 の平面図である。

本発明の実施例 2 のアンテナは、図 7 に示すように、放射素子 2 を構成する、垂直偏波用の一對のダイポールアンテナ 2 1 と、水平偏波用の一對のダイポールアンテナ 2 2 とが無給電素子 5 を有する点で、前述の実施例 1 のアンテナと相違する。

図 7 において、無給電素子 5 の幅 (図 7 の L 1 0) は、 $0.18 \lambda_0$ 、無給電素子 5 の長さ (図 7 の L 9) は、 $0.25 \lambda_0$ である。

図 8 は、本実施例のアンテナの反射減衰量 (リターンロス) 特性を示すグラフである。

図 8 から分かるように、本実施例のアンテナにおいて、反射減衰量が、 -10 dB 以下となる周波数特性の比帯域幅 (即ち、 $VSWR = 2$ となる周波数特性の比帯域幅) は、 58.2% である。なお、図 8 のグラフでは、設計中心周波数 f_0 は、 1.9 GHz 、設計中心周波数 f_0 の自由空間波長 λ_0 は、 157.9 mm である。

このように、前述の実施例 1 のアンテナにおいて、放射素子 2 を構成する、垂直偏波用の一對のダイポールアンテナ 2 1 と、水平偏波用の一對のダイポールアンテナ 2 2 に、無給電素子 5 を設けることにより、前述の実施例 1 のアンテナと比して、より広帯域な周波数特性を実現することが可能となる。

【 0 0 1 3 】

[実施例 3]

図 9 は、本発明の実施例 3 のアンテナの E B G 構造体の平面図である。

本発明の実施例 3 のアンテナは、図 9 に示すように、E B G 構造体 3 の中央の 9 (= 3×3) 個の正方形素子 3 1 を取り除いた点で、前述の実施例 2 のアンテナと相違する。

図 1 0 は、本発明の実施例 3 のアンテナの反射減衰量特性を示すグラフである。

図 1 0 から分かるように、本実施例のアンテナにおいて、反射減衰量が、 -10 dB 以下となる周波数特性の比帯域幅 (即ち、 $VSWR = 2$ となる周波数特性の比帯域幅) は、 52.8% である。なお、図 1 0 のグラフでは、設計中心周波数 f_0 は、 1.9 GHz 、設計中心周波数 f_0 の自由空間波長 λ_0 は、 157.9 mm である。

このように、前述の実施例 2 のアンテナにおいて、E B G 構造体 3 の中央の 9 (= 3×3) 個の正方形素子 3 1 を取り除くことにより、前述の実施例 2 のアンテナと比して、周波数特性の比帯域幅は若干狭くなるが、E B G 構造体 3 の中央の 9 (= 3×3) 個の正方形素子 3 1 を取り除いた箇所に、給電ラインを引き回すことができるので、本実施例では、前述の実施例 2 に比して、放射素子 2 を構成する、垂直偏波用の一對のダイポールアンテナ 2 1 と、水平偏波用の一對のダイポールアンテナ 2 2 に対する給電が容易となる。

なお、前述の実施例 1 のアンテナにおいても、E B G 構造体 3 の中央の 9 (= 3×3) 個の正方形素子 3 1 を取り除くことが可能である。

以上、本発明者によってなされた発明を、前記実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【 符号の説明 】

【 0 0 1 4 】

- 1 反射板
- 2 放射素子
- 3 E B G (Electromagnetic Band Gap) 構造体
- 5 無給電素子
- 2 1 垂直偏波用の一對のダイポールアンテナ
- 2 2 水平偏波用の一對のダイポールアンテナ
- 3 1 正方形素子

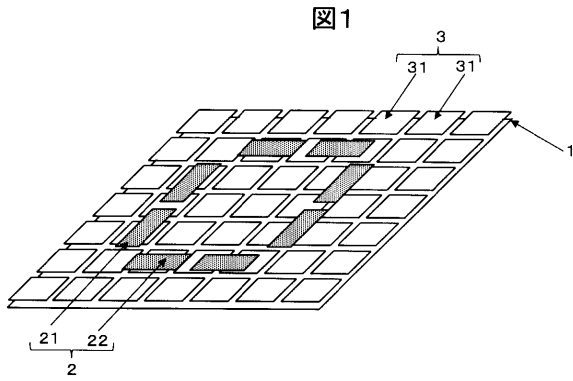
10

20

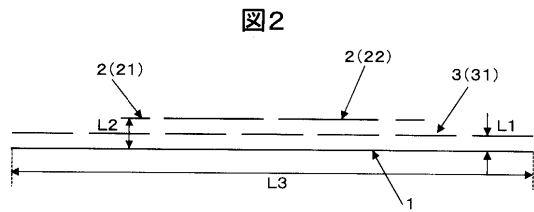
30

40

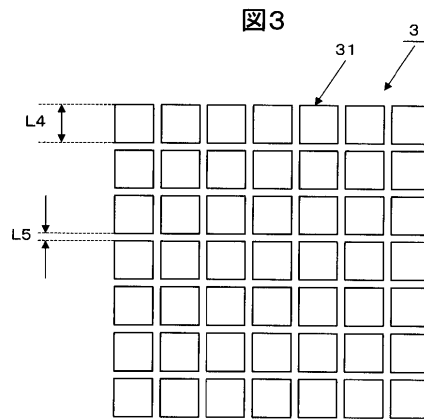
【 図 1 】



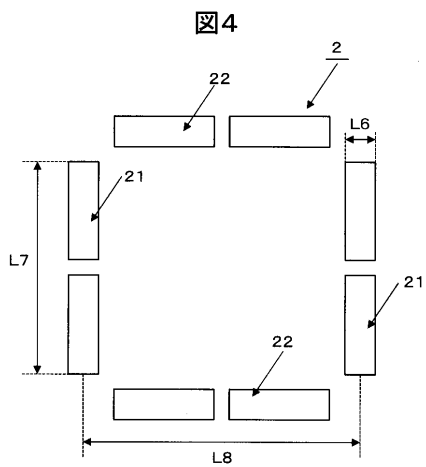
【 図 2 】



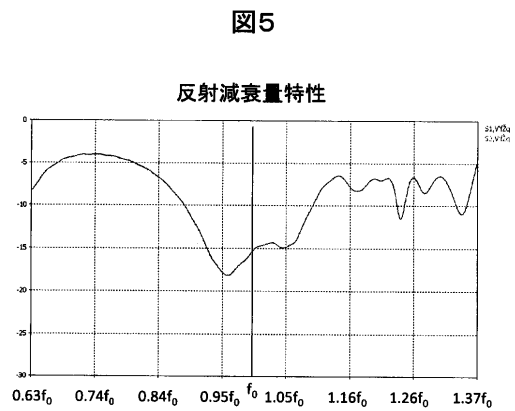
【 図 3 】



【 図 4 】

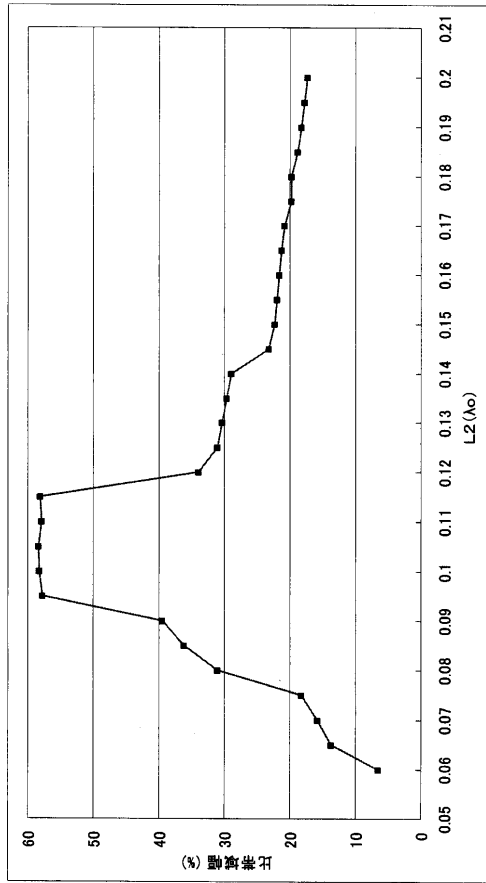


【 図 5 】



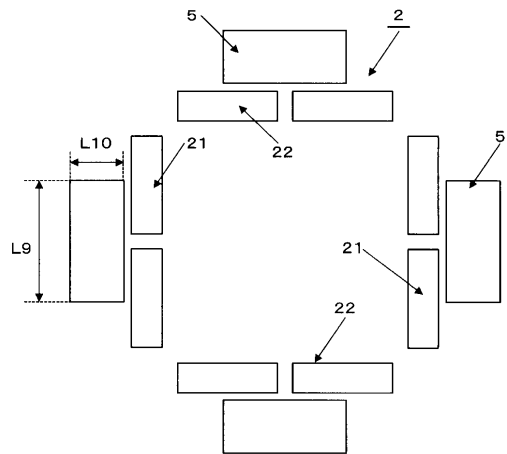
【 図 6 】

図6



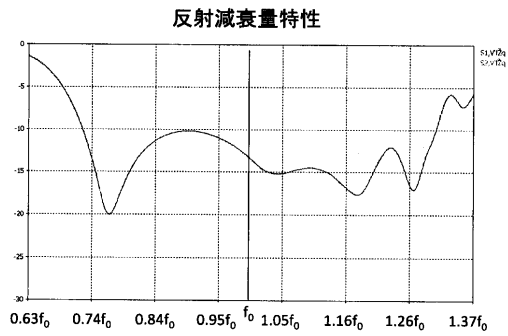
【 図 7 】

図7



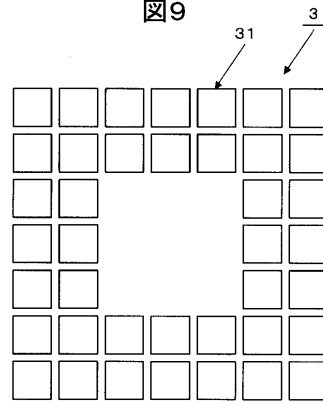
【 図 8 】

図8



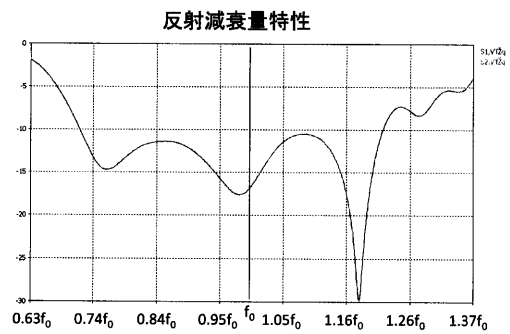
【 図 9 】

図9



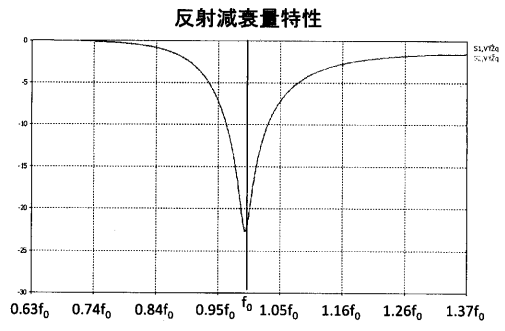
【 図 10 】

図10



【図 11】

図11



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-033324(JP,A)
特開2005-079794(JP,A)
特開平05-145326(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 15/14
H01Q 9/16
H01Q 21/24