

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5773071号  
(P5773071)

(45) 発行日 平成27年9月2日(2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月10日(2015.7.10)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 Q 19/10	(2006.01)	HO 1 Q	19/10
HO 1 Q 13/10	(2006.01)	HO 1 Q	13/10
HO 1 Q 21/26	(2006.01)	HO 1 Q	21/26

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-509069 (P2014-509069)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成25年2月7日(2013.2.7)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/052859		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02013/150817	(74) 代理人	100105887
(87) 国際公開日	平成25年10月10日(2013.10.10)		弁理士 来山 幹雄
審査請求日	平成26年6月27日(2014.6.27)	(74) 代理人	100145023
(31) 優先権主張番号	特願2012-83677 (P2012-83677)		弁理士 川本 学
(32) 優先日	平成24年4月2日(2012.4.2)	(72) 発明者	尾仲 健吾
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	田中 宏弥
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
		審査官	佐藤 当秀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アンテナ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体板、及び前記誘電体板の両面に形成された導電膜を含む基板と、  
前記基板の両面の前記導電膜に形成され、前記基板の第1の縁の一部分から内側に向かう第1の切り込みと、  
前記第1の切り込みの外周線上の第1の点において、前記導電膜に接続された第1の放射電極と、  
前記第1の縁から前記基板の内側に向かって、前記第1の点よりも遠い位置に配置され、前記導電膜に電氣的に接続され、前記第1の点の方を向く導電性の第1の反射板とを有し、  
前記導電膜は、  
前記第1の切り込みから、前記第1の縁に沿って相互に反対向きに伸びる第1の導電部分と、  
前記第1の縁から見て、前記第1の導電部分よりも内奥部に配置された第2の導電部分と  
を含み、前記第1の導電部分と前記第2の導電部分との間に間隙が設けられており、  
前記第1の反射板は、前記第2の導電部分に電氣的に短絡されているアンテナ装置。

【請求項2】

前記第1の反射板は、前記基板に対して垂直な姿勢で、前記基板に取り付けられている請求項1に記載のアンテナ装置。

10

20

## 【請求項 3】

誘電体板、及び前記誘電体板の両面に形成された導電膜を含む基板と、  
前記基板の両面の前記導電膜に形成され、前記基板の第 1 の縁の一部分から内側に向かう第 1 の切り込みと、

前記第 1 の切り込みの外周線上の第 1 の点において、前記導電膜に接続された第 1 の放射電極と、

前記第 1 の縁から前記基板の内側に向かって、前記第 1 の点よりも遠い位置に配置され、前記導電膜に電氣的に接続され、前記第 1 の点の方を向く導電性の第 1 の反射板と、

前記第 1 の縁から前記基板の内側に向かって、前記第 1 の反射板よりも遠い領域の、前記基板に配置された高周波回路と、

前記第 1 の反射板が配置された仮想平面と交差し、かつ前記第 1 の反射板とは電氣的に絶縁されており、前記第 1 の放射電極を前記高周波回路に接続する第 1 の伝送線路とを有するアンテナ装置。

10

## 【請求項 4】

前記第 1 の反射板は、前記基板の両面に配置されている請求項 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】

前記基板を基準として、前記第 1 の反射板の高さは、前記基板の両面で異なる請求項 4 に記載のアンテナ装置。

## 【請求項 6】

前記基板は、多角形の平面形状を有し、  
前記第 1 の縁は、前記多角形の 1 つの辺に対応し、  
さらに、  
前記多角形の他の辺に対応する前記基板の少なくとも 1 つの第 2 の縁の一部分から内側に向かって、前記導電膜に形成された第 2 の切り込みと、

20

前記第 2 の切り込みの外周線上の第 2 の点において前記導電膜に接続された第 2 の放射電極と、

前記第 2 の縁から見て、前記第 2 の点よりも遠い位置に配置され、前記導電膜に電氣的に接続され、前記第 2 の点の方を向く導電性の第 2 の反射板と  
を有する請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、誘電体板系形成した導電膜に切り込みを設けたアンテナ装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 に、加工コスト及びアンテナ重量を低減することができるアンテナ装置が開示されている。このアンテナ装置は、反射板の中央部の前方に配置されたダイポールアンテナを含む。反射板は、両側部に折り返し部を備えている。

40

## 【0003】

特許文献 2 に、水平放射ビーム幅を広範囲に可変設定可能なアンテナ装置が開示されている。このアンテナ装置は、地導体板の上に、誘電体層及び放射素子が積層された構造を有する。さらに、地導体板の下面の両側部に、地導体板から所定距離に設けられたリフレクタを備えている。

## 【0004】

特許文献 3 に、無指向性に近い放射パターンを持つアンテナ装置が開示されている。このアンテナ装置においては、第 1 の導体板の給電点に内蔵アンテナが取り付けられている。内蔵アンテナが配置される面とは異なる側の第 1 の導体板上に、第 2 の導体板が設けられている。第 2 の導体板は、1 つの辺（接地辺）において第 1 の導体板に接地される。

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開2010-245892号公報

【特許文献2】特開2003-115715号公報

【特許文献3】特開2007-81712号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

本発明の目的は、小型化に適し、指向性を高めることが可能なアンテナ装置を提供することである。 10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明の一観点によると、  
誘電体板、及び前記誘電体板の両面に形成された導電膜を含む基板と、  
前記基板の両面の前記導電膜に形成され、前記基板の第1の縁の一部分から内側に向かう第1の切り込みと、  
前記第1の切り込みの外周線上の第1の点において、前記導電膜に接続された第1の放射電極と、  
前記第1の縁から前記基板の内側に向かって、前記第1の点よりも遠い位置に配置され、前記導電膜に電氣的に接続され、前記第1の点の方を向く導電性の第1の反射板とを有し、 20

前記導電膜は、  
前記第1の切り込みから、前記第1の縁に沿って相互に反対向きに伸びる第1の導電部分と、  
前記第1の縁から見て、前記第1の導電部分よりも内奥部に配置された第2の導電部分と

を含み、前記第1の導電部分と前記第2の導電部分との間に間隙が設けられており、  
前記第1の反射板は、前記第2の導電部分に電氣的に短絡されているアンテナ装置が提供される。 30

第1の反射板が、第1の縁近傍から放射される電磁波の指向性を高める。導電膜を、第1の導電部分と第2の導電部分とに分離すると、放射強度の前後比(F/B比)が高まる。

## 【0009】

前記第1の反射板を、前記基板に対して垂直な姿勢で、前記基板に取り付けてもよい。  
さらに、前記第1の縁から前記基板の内側に向かって、前記第1の反射板よりも遠い領域の、前記基板に高周波回路を配置してもよい。このとき、前記第1の放射電極は、第1の伝送線路により前記高周波回路に接続される。第1の伝送線路は、前記第1の反射板が配置された仮想平面を交差し、かつ前記第1の反射板とは電氣的に絶縁されている。 40

前記第1の反射板は、前記基板の両面に配置してもよい。前記基板を基準として、前記第1の反射板の高さは、前記基板の両面で異なる構成としてもよい。これにより、指向性を、基板の面内方向から厚さ方向に傾けることができる。

## 【0010】

前記基板は、多角形の平面形状を有する構成としてもよい。前記第1の縁は、前記多角形の1つの辺に対応する。さらに、前記多角形の他の辺に対応する前記基板の少なくとも1つの第2の縁の一部分から内側に向かって、前記導電膜に形成された第2の切り込みと、前記第2の切り込みの外周線上の第2の点において、前記導電膜に接続された第2の放射電極と、前記第2の縁から見て、前記第2の点よりも遠い位置に配置され、前記導電膜に電氣的に接続され、前記第2の点の方を向く導電性の第2の反射板とを設けてもよい。 50

これにより、基板の面内方向の複数の方位において、放射電界強度が高まる。

【発明の効果】

【0011】

第1の反射板を設けることにより、放射強度の指向性を高めることができる。基板を、第1の導電部分と第2の導電部分とに分離することにより、放射強度の前後比を高めることができる。第1の反射板を基板の両面に配置し、基板の両面で異なる高さとする事により、指向性を、基板の面内から厚さ方向に傾けることができる。基板を多角形とし、導電膜の各辺に対応する位置に切り込み等を設けることにより、複数の方位において、放射電界強度を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0012】

【図1】図1Aは、実施例1によるアンテナ装置の斜視図であり、図1Bは、実施例1によるアンテナ装置の部分断面図である。

【図2】図2A及び図2Bは、それぞれ実施例1によるアンテナ装置の部分平面図及び部分底面図である。

【図3】図3A及び図3Bは、それぞれ実施例2によるアンテナ装置の部分平面図及び部分底面図である。

【図4】図4は、実施例2によるアンテナ装置の放射電極、切り込み部、及びその近傍の斜視図である。

【図5】図5A及び図5Bは、それぞれ図3Aの一点鎖線5A-5A及び5B-5Bにおける断面図である。

20

【図6】図6は、実施例2の変形例によるアンテナ装置の断面図である。

【図7】図7Aは、シミュレーション対象のアンテナ装置の平面図であり、図7Bは、基板の両面の導電膜と反射板との寸法の定義を説明するための図であり、図7Cは、 $xy$ 面内における指向特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図8】図8Aは、シミュレーション対象のアンテナ装置の断面図であり、図8Bは、 $zx$ 面内における指向特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図9】図9A及び図9Bは、シミュレーション対象となるアンテナ装置の平面図であり、図9Cは、 $xy$ 面内における指向特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図10】図10A及び図10Bは、実施例3によるアンテナ装置の平面図であり、図10Cは、 $S$ パラメータのシミュレーション結果を示すグラフである。

30

【図11】図11A及び図11Bは、それぞれ図10A及び図10Bに示したアンテナ装置の指向特性のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図12】図12A及び図12Bは、それぞれ実施例3によるアンテナ装置の適用例を示す正面図及び平面図である。

【図13】図13A～図13Dは、放射素子部分の構成例を示す等価回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図1Aに、実施例1によるアンテナ装置の概略斜視図を示す。ほぼ正方形の基板20の1つの縁21の一部分、例えば中央部分に切り込み23が設けられている。基板20は、後述するように、誘電体板と、その両面に形成された導電膜とを含む。切り込み23は、導電膜に形成される。切り込みは、導電膜にのみ形成してもよいし、誘電体板と導電膜との両方に形成してもよい。縁21に平行な方向を $y$ 方向、基板20の中心から縁21に向かう方向を $x$ 方向、基板20に垂直な方向を $z$ 方向とする $xyz$ 直交座標系を定義する。

40

【0014】

切り込み23は、縁21から基板20の内側( $x$ 軸の負の方向)に向かう。放射電極24が、切り込み23の外周線上の第1の点25において、基板20の導電膜に接続されている。切り込み23の一方の側( $y$ 軸の正の側)の導電膜と、他方の側( $y$ 軸の負の側)の導電膜との間に電位差が与えられる。一例として、同軸ケーブルの外部導体と中心導体

50

とが、それぞれ切り込み23の相互に反対側の縁に接続される。中心導体が接続される第1の点25を接地点(ショート点)という。外部導体が接続された位置からショート点25までの露出した中心導体が、放射電極24に相当する。放射電極24は、放射電極の一部を構成する。露出した中心導体の、ショート点25とは反対側の端部を給電点28という。x方向の正の方向を「前方」といい、負の方向を「後方」ということとする。

#### 【0015】

縁21から基板20の内側(x軸の負の方向)に向かって、切り込み23の先端(縁21から基板20の内側に向かって、最も深い点)よりも遠い位置に反射板26が配置されている。反射板26は、基板20の導電膜に電氣的に接続されており、ショート点25の方(x軸の正の方向)を向く姿勢で、基板20に固定されている。例えば、反射板26は、縁21に平行で、かつ基板20に対して垂直(yz面に平行)である。このアンテナ装置は、xy面内に関して、前方の放射強度が最大になる指向特性を有する。

10

#### 【0016】

さらに、縁21から基板20の内側に向かって、反射板26より遠い位置に、高周波回路30が搭載されている。高周波回路30は、放射電極24に高周波電力を供給する。

#### 【0017】

図1Aでは、反射板26が基板20の両面に配置された例を示しているが、一方の面のみ反射板26を配置してもよい。また、図1Aでは、縁21から基板20の内側に向かって切り込み23の先端よりも遠い位置に、反射板26を配置したが、反射板26を配置する位置は、ショート点25より遠い位置であればよい。

20

#### 【0018】

図1Bに、基板20及び反射板26の断面図を示す。基板20は、誘電体板20A、上側導電膜20B、下側導電膜20C、及び貫通ビア20Dを含む。上側導電膜20B及び下側導電膜20Cは、それぞれ誘電体板20Aの上面及び下面に配置されている。貫通ビア20Dは、誘電体板20Aに形成された貫通孔内に配置され、上側導電膜20Bと下側導電膜20Cとを電氣的に接続する。誘電体板20A、上側導電膜20B、下側導電膜20C、及び貫通ビア20Dは、アンテナ装置の動作周波数帯域において、1枚の導体板と考えることができる。なお、切り込み23(図1A)の箇所においては、上側導電膜20B及び下側導電膜20Cに切り込みが設けられており、誘電体板20Aには切り込みは形成されていない。切り込み23の部分に誘電体板20Aが残されているが、電氣的には、1枚の導体板に切り込み23が形成されている構造と等価である。

30

#### 【0019】

上側及び下側の反射板26は、銅板等の金属板で形成されており、1つの縁がL字状に折り曲げられている。折り曲げ箇所より先端の部分が、ボルトとナット等の締結具27により、基板20に固定されている。締結具27による取り付けに代えて、はんだ等により反射板26を上側導電膜20B及び下側導電膜20Cに固定してもよい。また、反射板26として、金属板に代えて、誘電体板の表面に金属箔を形成した基板を用いてもよい。金属箔として、例えば厚さ1 $\mu\text{m}$ ~2 $\mu\text{m}$ の銅箔を用いることができる。

#### 【0020】

図2Aに、切り込み23が形成された部分、縁21、及びその周囲の平面図を示す。上側導電膜20Bに、切り込み23が形成されている。上側導電膜20Bの上に、例えば送受信可能な高周波回路30が搭載されている。高周波回路30と切り込み23との間に反射板26が配置されている。切り込み23の内側に配置された放射電極24が、伝送線路37を介して高周波回路30に接続されている。伝送線路37は、反射板26と交差する。また、放射電極24は、切り込み23内に配置された容量性リアクタンス素子31を介して、ショート点25に接続されている。容量性リアクタンス素子31は、切り込み23の実効的な深さを深くする効果を持つ。

40

#### 【0021】

さらに、放射電極24は、ショート点25とは反対側の、切り込み23の側面に短絡されている。この短絡により、インピーダンス整合を図ることができる。

50

## 【 0 0 2 2 】

図 2 B に、切り込み 2 3 が形成された部分、縁 2 1、及びその周囲の底面図を示す。下側導電膜 2 0 C に、切り込み 2 3 が形成されている。上側導電膜 2 0 B に形成された切り込み 2 3 と、下側導電膜 2 0 C に形成された切り込み 2 3 とは、x y 面の面内方向に関して重なる。切り込み 2 3 の内側には、誘電体板 2 0 A (図 1 B) が残る。切り込み 2 3 の最も深い部分よりやや後方に、下側の反射板 2 6 が固定されている。

## 【 0 0 2 3 】

図 3 A 及び図 3 B に、それぞれ実施例 2 によるアンテナ装置の部分平面図及び部分底面図を示す。以下、実施例 1 との相違点について説明し、同一の構成については説明を省略する。図 3 A 及び図 3 B は、それぞれ実施例 1 の図 2 A 及び図 2 B に対応する部分を示している。

10

## 【 0 0 2 4 】

図 3 A に示すように、実施例 2 においては、上側導電膜 2 0 B が、分離帯 (間隙) 3 4 により第 1 の導電部分 3 2 と第 2 の導電部分 3 3 とに分離されている。第 1 の導電部分 3 2 は、切り込み 2 3 から、縁 2 1 に沿って相互に反対向き (y 方向の正及び負の向き) に伸びる。第 2 の導電部分 3 3 は、縁 2 1 から見て、第 1 の導電部分 3 2 より内奥部に配置されている。分離帯 3 4 は、縁 2 1 に対して平行に伸びる部分と、その両端から縁 2 1 に向かって直角に伸びる部分とで構成される。縁 2 1 に平行に伸びる部分は、切り込み 2 3 と反射板 2 6 との間に配置されている。反射板 2 6 は、第 2 の導電部分 3 3 に、電氣的に短絡される。

20

## 【 0 0 2 5 】

切り込み 2 3 の内側に配置された放射電極 2 4 が、伝送線路 3 7 を介して高周波回路 3 0 に接続されている。伝送線路 3 7 は、第 1 の導電部分 3 2 及び分離帯 3 4 と交差した後、反射板 2 6 と交差して高周波回路 3 0 に向かう。伝送線路 3 7 と第 1 の導電部分 3 2 との交差箇所において、両者は相互に絶縁されている。伝送線路 3 7 は、第 2 の導電部分 3 3 が配置された領域内に進入する。伝送線路 3 7 が配置された領域には、伝送線路 3 7 と第 2 の導電部分 3 3 との絶縁を確保するために、伝送線路 3 7 よりも広いスリットが形成されている。伝送線路 3 7 は、このスリット内に配置される。伝送線路 3 7 と放射電極 2 4 との相互接続点が給電点 2 8 となる。

## 【 0 0 2 6 】

図 3 B に示すように、下側導電膜 2 0 C にも分離帯 3 4 が形成されている。分離帯 3 4 により、下側導電膜 2 0 C が、第 1 の導電部分 3 2 と第 2 の導電部分 3 3 とに分離されている。ただし、伝送線路 3 7 (図 3 A) と分離帯 3 4 との交差箇所に対応する領域の底面に、グランド膜 3 5 が配置されている。グランド膜 3 5 は、誘電体板 2 0 A (図 1 B) の底面に形成された第 1 の導電部分 3 2 と第 2 の導電部分 3 3 とを接続する。底面側の反射板 2 6 も、第 2 の導電部分 3 3 に、電氣的に短絡される。

30

## 【 0 0 2 7 】

図 4 に、放射電極 2 4、伝送線路 3 7 及びその近傍の斜視図を示す。図 4 においては、図 1 B に示した誘電体板 2 0 A、上側導電膜 2 0 B、下側導電膜 2 0 C、及び貫通ビア 2 0 D を、1 枚の導電板として表している。伝送線路 3 7 及びグランド膜 3 5 は、誘電体板 2 0 A (図 1 B) に設けられた貫通ビア 2 0 D (図 1 B) で相互に接続されない。このため、図 4 において、上側導電膜 2 0 B (図 1 B) と下側導電膜 2 0 C (図 1 B) とを区別して表している。伝送線路 3 7 は上側導電膜 2 0 B の一部で構成され、グランド膜 3 5 は、下側導電膜 2 0 C の一部で構成される。なお、図 4 では、反射板 2 6 の表示を省略している。

40

## 【 0 0 2 8 】

切り込み 2 3 内の領域に配置された放射電極 2 4 が、給電点 2 8 において、伝送線路 3 7 に連続する。伝送線路 3 7 は、分離帯 3 4 と交差して、第 2 の導電部分 3 3 が配置された領域まで伸びる。伝送線路 3 7 と分離帯 3 4 との交差箇所に、グランド膜 3 5 が配置されている。グランド膜 3 5 と伝送線路 3 7 とは、マイクロストリップラインを構成する。

50

第2の導電部分33が配置された領域においては、誘電体板20Aの底面に形成された下側導電膜20Cと伝送線路37とが、マイクロストリップラインを構成する。放射電極24と、マイクロストリップライン構造の伝送線路37との境界点が給電点28となる。

【0029】

図5A及び図5Bに、それぞれ図3Aの一点鎖線5A-5A、5B-5Bにおける断面図を示す。誘電体板20Aの上面に、上側導電膜20Bが配置され、底面に下側導電膜20Cが配置されている。上側導電膜20Bによって、放射電極24、伝送線路37及び第2の導電部分33が形成され、下側導電膜20Cによってグランド膜35及び第2の導電部分33が形成される。

【0030】

伝送線路37と反射板26との交差箇所において、両者が接触しないように、反射板26に切り込み36が設けられている。

【0031】

図6に、実施例2の変形例によるアンテナ装置の部分断面図を示す。図6に示した断面図は、図5Aに示した断面図に対応する。以下、図5Aに示した構造との相違点について説明する。

【0032】

図6に示した変形例においては、誘電体板20Aに多層配線基板が用いられる。誘電体板20A内に、伝送線路37の一部31Aが埋め込まれている。埋め込まれた部分31Aは、反射板26と交差する箇所、及び第2の導電部分33と重なる領域に配置される。上側導電膜20Bで形成された伝送線路37と内層の部分37Aとは、導電ビア37Bにより接続される。反射板26との交差箇所、伝送線路37が誘電体板20Aの内部に配置されるため、伝送線路37と反射板26との絶縁が確保される。第2の導電部分33が配置された領域においては、伝送線路の内層の部分37Aが、上側導電膜20Bと下側導電膜20Cとで挟まれた構造を有する。

【0033】

図1A、図5B等では、反射板26の平面形状をほぼ長方形としたが、他の形状でもよい。また、反射板26は、基板20に対して、必ずしも垂直にする必要はない。基板20に対して反射板26を斜めに配置してもよい。また、反射板26の大きさは、前後比の有意な改善が見られる大きさであればよい。

【0034】

次に、図7A～図9Cを参照して、上記実施例1及び実施例2の効果について説明する。アンテナ装置の各部の寸法を変えて、指向特性をシミュレーションによって算出した。

【0035】

図7A及び図7Bに、それぞれシミュレーションで採用した実施例2によるアンテナ装置の平面図及び部分断面図を示す。基板20の平面形状は、一辺の長さL1が70mmの正方形であり、厚さは1mmである。第1の導電部分32のy方向及びx方向の寸法L2、L3は、それぞれ50mm及び5mmである。分離帯34の幅Wは2.5mmである。放射電極24(図3A)の幅は0.5mmであり、グランド膜35(図3B)の幅は1.1mmである。上側の反射板26の高さをT1とし、下側の反射板26の高さをT2とする。第1の導電部分32のy方向の寸法L2は、動作波長の1/2に設定することが好ましい。

【0036】

図7Cに、指向特性のシミュレーション結果を示す。中心点が-25dBiに相当し、最外周線が5dBiに相当する。x方向の負の向き(後方)の方位角を0°とし、y方向の正の向きの方位角を90°とした。前方の方位角が180°になる。図7Cにおいて、細い破線a、細い実線b、太い破線cは、それぞれ(T1, T2) = (10mm, 10mm)、(15mm, 5mm)、(10mm, 0mm)の場合のシミュレーション結果を示す。太い実線dは、反射板26を配置しない場合のシミュレーション結果を示す。

【0037】

10

20

30

40

50

反射板 26 を設けると、後方（方位角  $0^\circ$ ）への放射が抑制され、かつ前方（方位角  $180^\circ$ ）への放射が強くなるのがわかる。具体的には、 $(T1, T2) = (10\text{ mm}, 10\text{ mm})$ 、 $(15\text{ mm}, 5\text{ mm})$ 、 $(10\text{ mm}, 0\text{ mm})$  の場合の前後比（F/B比）が、それぞれ  $10.5\text{ dB}$ 、 $10.0\text{ dB}$ 、 $8.6\text{ dB}$  であった。これに対し、反射板 26 を設けない場合の前後比は  $6.9\text{ dB}$  であった。このように、反射板 26 を設けることにより、前方への指向性を高めることができる。

【0038】

また、図 2 A 及び図 2 B に示した実施例 1 のように、分離帯 34 を設けない場合でも、反射板 26 を配置することにより指向性が高まることが確認された。

【0039】

図 7 A ~ 図 7 C では、 $x$   $y$  面内に関する指向特性について説明した。次に、 $z$   $x$  面内に関する指向特性について説明する。

【0040】

図 8 A に示すように、 $x$  方向の負の向きを  $0^\circ$  とし、 $z$  方向の正の向きを  $90^\circ$  とする。図 8 B に、指向特性のシミュレーション結果を示す。中心点が  $-5\text{ dBi}$  に相当し、最外周線が  $5\text{ dBi}$  に相当する。図 8 B において、細い破線 a、細い実線 b、太い破線 c は、それぞれ  $(T1, T2) = (10\text{ mm}, 10\text{ mm})$ 、 $(15\text{ mm}, 5\text{ mm})$ 、 $(10\text{ mm}, 0\text{ mm})$  の場合のシミュレーション結果を示す。太い実線 d は、反射板 26 を配置しない場合のシミュレーション結果を示す。上下の反射板 26 の高さが同一である場合（細い破線 a）、及び反射板 26 を配置しない場合（太い実線 d）には、角度  $180^\circ$  の方向で放射強度が最大となる。上側の反射板 26 を下側の反射板 26 より高くした場合（細い実線 b）、及び上側にのみ反射板 26 を配置した場合（太い破線 c）には、放射強度が最大になる方向が、角度  $180^\circ$  の方向から角度  $270^\circ$  の方向（ $z$  軸の負の方向）にずれる。

【0041】

このように、上下の反射板 26 の高さを異ならせることにより、放射強度が最大となる方向を、 $x$  軸の正の方向から上下方向（ $z$  方向）に傾けることができる。上下の反射板 26 の高さを調節することにより、 $x$  軸の正の方向から、放射強度が最大となる方向までの傾き角を変化させることができる。

【0042】

次に、図 9 A ~ 図 9 C を参照して、分離帯 34（図 3 A）を設けることの効果について説明する。図 9 A は、分離帯 34 を設けた実施例 2 によるアンテナ装置の概略平面図を示し、図 9 B は、分離帯を設けていない実施例 1 によるアンテナ装置の概略平面図を示す。

【0043】

図 9 C に、図 9 A 及び図 9 B に示したアンテナ装置の指向特性のシミュレーション結果を示す。中心点が  $-25\text{ dBi}$  に相当し、最外周線が  $5\text{ dBi}$  に相当する。方位の定義は、図 7 C に示した方位の定義と同一である。実線 9 A 及び破線 9 B は、それぞれ図 9 A 及び図 9 B に示したアンテナ装置のシミュレーション結果を示す。上側の反射板 26 の高さ  $T1$  及び下側の反射板 26 の高さ  $T2$  を、共に  $10\text{ mm}$  とした。

【0044】

分離帯 34 を形成すると、後方（ $x$  軸の負の方向）への放射強度が低下し、前方（ $x$  軸の正の方向）への放射強度が増大することがわかる。具体的には、分離帯 34 を形成したアンテナ装置（図 9 A）の前後比が  $10.5\text{ dB}$  であるのに対し、分離帯を形成していないアンテナ装置（図 9 B）の前後比は、 $4.3\text{ dB}$  である。このように、分離帯 34 を設けることにより、前後比を高めることができる。

【0045】

さらに、分離帯 34 を設けると、高周波回路 30（図 3 A）から第 1 の導電部分 32 への雑音の進入を抑制することができる。

次に、図 10 A ~ 図 12 B を参照して、実施例 3 によるアンテナ装置について説明する。以下、実施例 1 及び実施例 2 との相違点について説明し、同一の構成については説明を

10

20

30

40

50

省略する。

【 0 0 4 6 】

実施例 1 及び実施例 2 では、図 1 A 等に示したように、四角形の基板 2 0 の 1 つの縁にのみ、切り込み 2 3、放射電極 2 4、反射板 2 6 等を含む放射素子が配置されていた。実施例 3 では、4 つの縁に対応して、それぞれ実施例 1 による放射素子と同一構成の放射素子 4 0 が配置されている。図 1 0 A に示したアンテナ装置には、分離帯 3 4 (図 3 A) が設けられておらず、図 1 0 B に示したアンテナ装置の複数の放射素子 4 0 に、それぞれ分離帯 3 4 が設けられている。

【 0 0 4 7 】

図 1 0 C に、図 1 0 A 及び図 1 0 B に示したアンテナ装置の S パラメータのシミュレーション結果を示す。横軸は周波数を単位「GHz」で表し、縦軸は S パラメータを単位「dB」で表す。図中の破線 1 0 A は、図 1 0 A に示したアンテナ装置の S 1 1、S 2 1 パラメータを示し、実線 1 0 B は、図 1 0 B に示したアンテナ装置の S 1 1、S 2 1 パラメータを示す。1 つの放射素子 4 0 へ給電すると、それに隣接する放射素子 4 0 から、ある程度の反射がある。S 2 1 パラメータは、この入射電力に対する反射電力の比を意味する。

10

【 0 0 4 8 】

図 1 0 A に示したアンテナ装置の S 2 1 パラメータの最大値が - 1 5 dB であるのに対し、図 1 0 B に示したアンテナ装置の S 2 1 パラメータの最大値は - 1 8 dB である。このシミュレーション結果からわかるように、各放射素子 4 0 に分離帯 3 4 を設けることにより、放射素子 4 0 間の分離性を高めることができる。分離帯 3 4 により、放射素子 4 0 内に生じる電流分布が、隣接する放射素子 4 0 内の電流分布に影響しにくくなるためである。

20

【 0 0 4 9 】

図 1 0 A 及び図 1 0 B では、基板 2 0 の平面形状を四角形としたが、四角形以外の多角形としてもよい。例えば、三角形、五角形等の多角形としてもよい。

【 0 0 5 0 】

図 1 1 A 及び図 1 1 B に、それぞれ図 1 0 A 及び図 1 0 B に示したアンテナ装置の指向特性のシミュレーション結果を示す。中心点が - 2 5 d B i に相当し、最外周線が 5 d B i に相当する。図 1 1 A 及び図 1 1 B の太い実線 I 1、細かい実線 I 2、太い破線 I 3、及び細かい破線 I 4 は、それぞれ方位角 9 0 °、0 °、2 7 0 °、1 8 0 ° の方向を向く放射素子 4 0 の放射特性を示す。図 1 0 A 及び図 1 0 B に示したアンテナ装置のいずれも、放射強度の強い方向が、異なる 4 方向を向く。

30

【 0 0 5 1 】

1 つの放射素子 4 0 に着目すると、図 1 0 A 及び図 1 0 B に示した放射素子 4 0 の前後比は、それぞれ 7 dB 及び 1 2 dB である。放射素子 4 0 の各々の前後比を大きくすることにより、4 方向の電界強度を分離して探索することができる。

【 0 0 5 2 】

図 1 2 A 及び図 1 2 B を参照して、実施例 3 によるアンテナ装置の適用例について説明する。

40

【 0 0 5 3 】

図 1 2 A に示すように、実施例 3 によるアンテナ装置 5 1 が建築物の天井 5 0 に取り付けられている。アンテナ装置 5 1 の基板 2 0 (図 1 0 A、図 1 0 B) は、ほぼ水平である。鉛直方向に関して、放射強度が最大になる方向が水平方向より下向きになるように、上側及び下側の反射板 2 6 (図 8 A) の高さが調節されている。

【 0 0 5 4 】

図 1 2 B に、アンテナ装置 5 1 の平面的な配置図を示す。天井に、複数のアンテナ装置 5 1 が取り付けられている。各アンテナ装置 5 1 の放射素子 4 0 (図 1 0 A、図 1 0 B) によって、電界強度が測定される。各放射素子 4 0 で受信された電界強度に基づいて、電波の発信源の位置を絞り込むことができる。床の上で移動する人に発振器を携帯させてお

50

くことにより、人の位置を絞り込むことができる。

【 0 0 5 5 】

鉛直方向に関して、放射強度が最大になる方向を水平方向より下向きにしておくことにより、床の上を移動する人が携帯する発振器からの電波を効率的に受信することができる。

【 0 0 5 6 】

次に、図 1 3 A ~ 図 1 3 D を参照して、ショート点 2 5、給電点 2 8、放射電極 2 4 の種々の構成例について説明する。

【 0 0 5 7 】

図 1 3 A に示した給電回路は、図 2 A に示した実施例 1 によるアンテナ装置で用いられている給電回路と等価である。切り込み 2 3 の先端の一部に給電点 2 8 が位置する。給電点 2 8 から伸びる放射電極 2 4 がショート点 2 5 に接続されている。放射電極 2 4 に、容量性リアクタンス素子 3 1 が挿入されている。さらに、放射電極 2 4 は、ショート点 2 5 とは反対側の、切り込み 2 3 の縁に、整合用ショート部 6 0 ( 図 1 3 A ) を介して短絡されている。図 1 3 B に示したように、整合用ショート部 6 0 を設けない構成としてもよい。

10

【 0 0 5 8 】

図 1 3 C に示すように、切り込み 2 3 の一方の縁に給電点 2 8 を配置し、それとは反対側の縁にショート点 2 5 を設けてもよい。給電点 2 8 からショート点 2 5 まで放射電極 2 4 が伸びる。ショート点 2 5 及び給電点 2 8 は、切り込み 2 3 の開放端の近傍に位置する。図 1 3 D に示すように、ショート点 2 5 及び給電点 2 8 の位置を、切り込み 2 3 の開放端よりも内側にずらしてもよい。このとき、開放端の両側の縁の間に、容量性リアクタンス素子 3 1 を挿入してもよい。

20

【 0 0 5 9 】

以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

2 0 基板

2 0 A 誘電体板

2 0 B 上側導電膜

2 0 C 下側導電膜

2 0 D 貫通ビア

2 1 縁

2 3 切り込み

2 4 放射電極

2 5 接地点 ( ショート点 )

2 6 反射板

2 7 締結具

2 8 給電点

2 9 容量性リアクタンス素子

3 0 高周波回路素子

3 1 伝送線路 ( マイクロストリップライン )

3 7 A 内層の伝送線路

3 7 B 導電ビア

3 2 第 1 の導電部分

3 3 第 2 の導電部分

3 4 分離帯 ( 間隙 )

3 5 グランド膜

3 6 切り込み

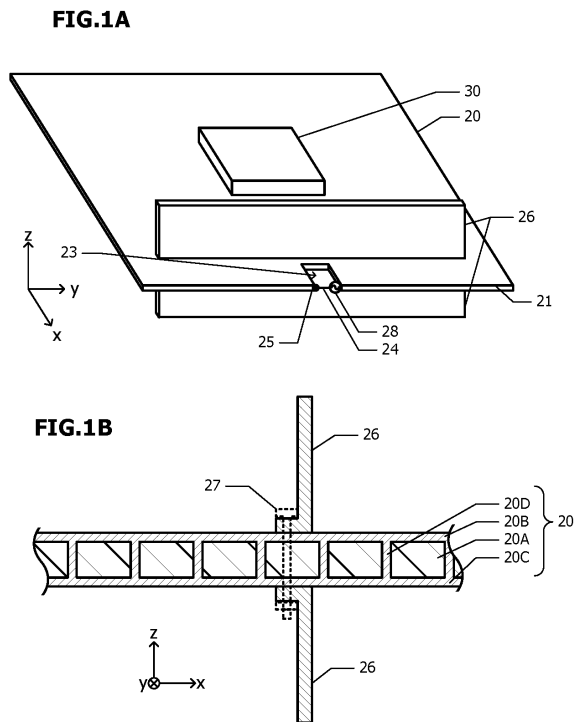
30

40

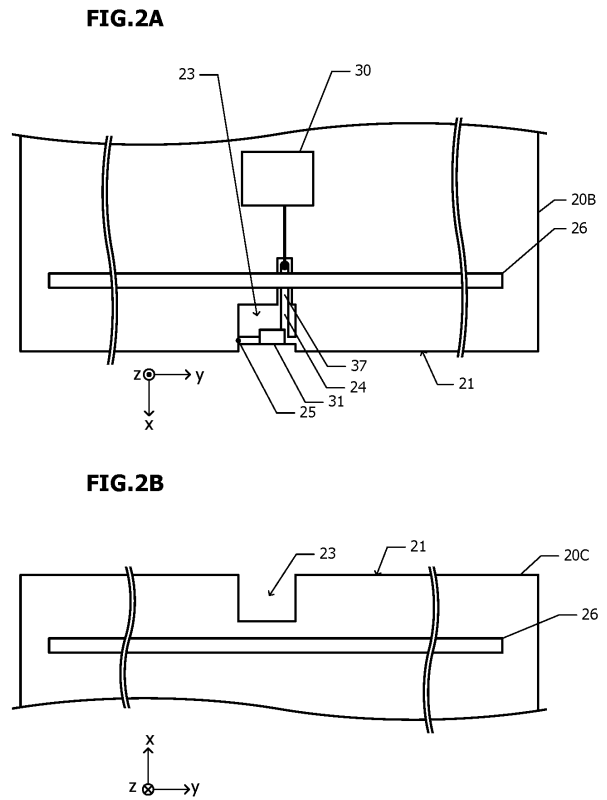
50

- 4 0 放射素子
- 5 0 天井
- 5 1 アンテナ装置
- 6 0 整合用ショート部

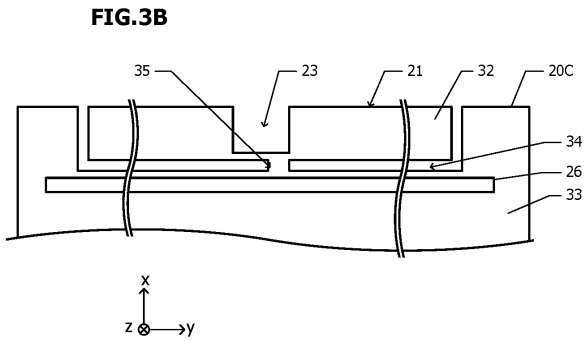
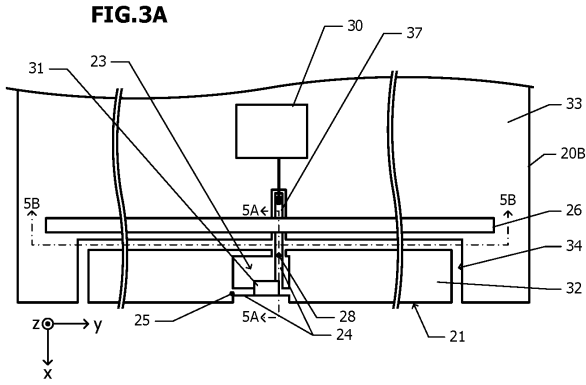
【図1】



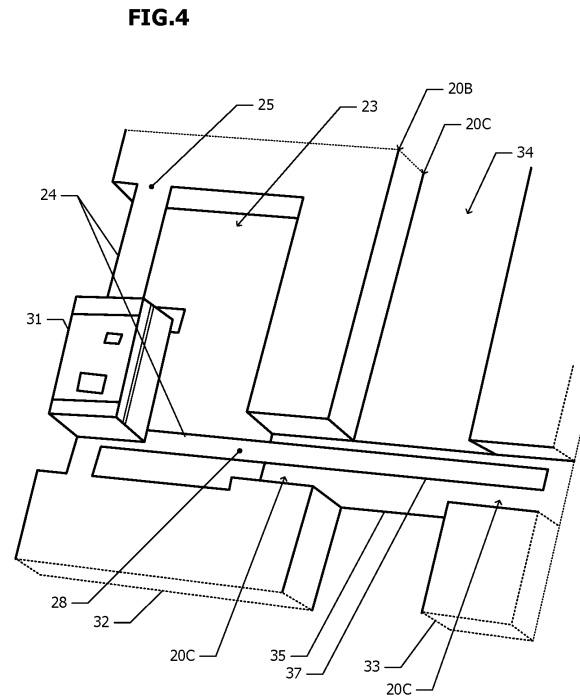
【図2】



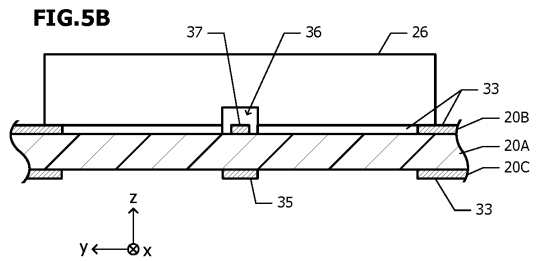
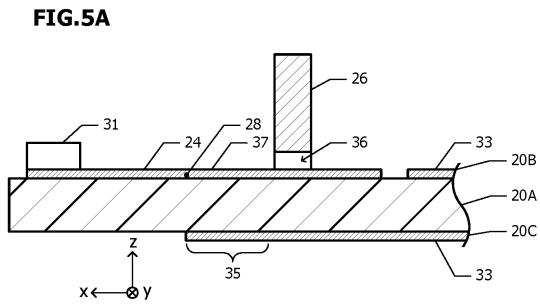
【 図 3 】



【 図 4 】

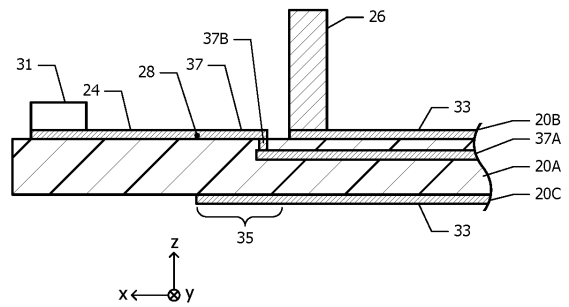


【 図 5 】

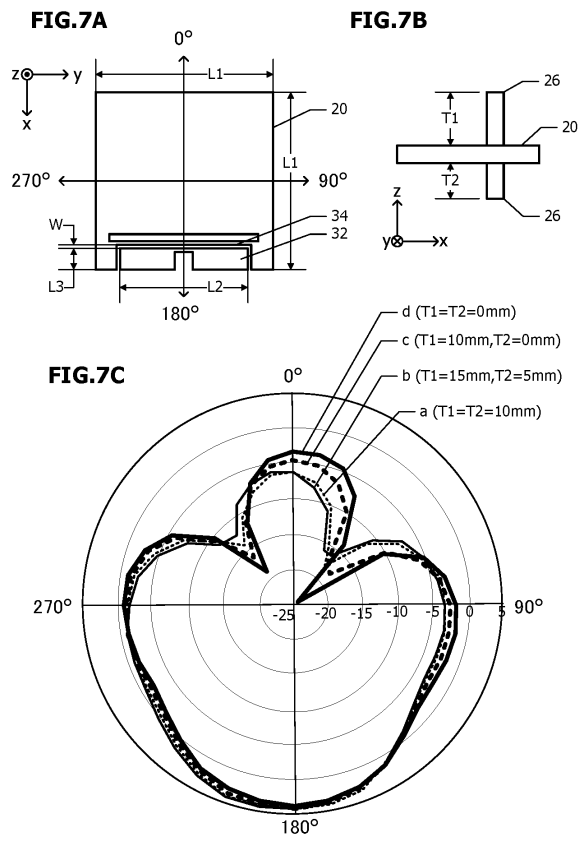


【 図 6 】

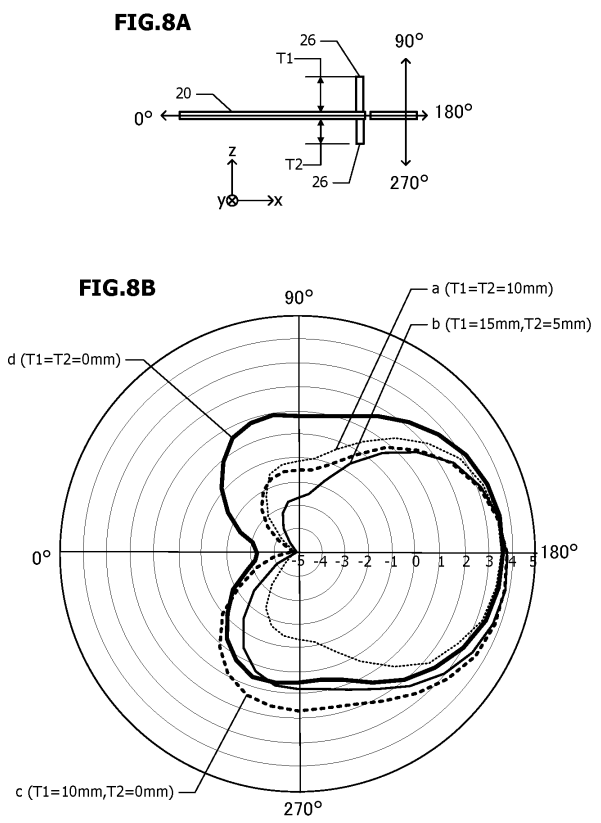
**FIG.6**



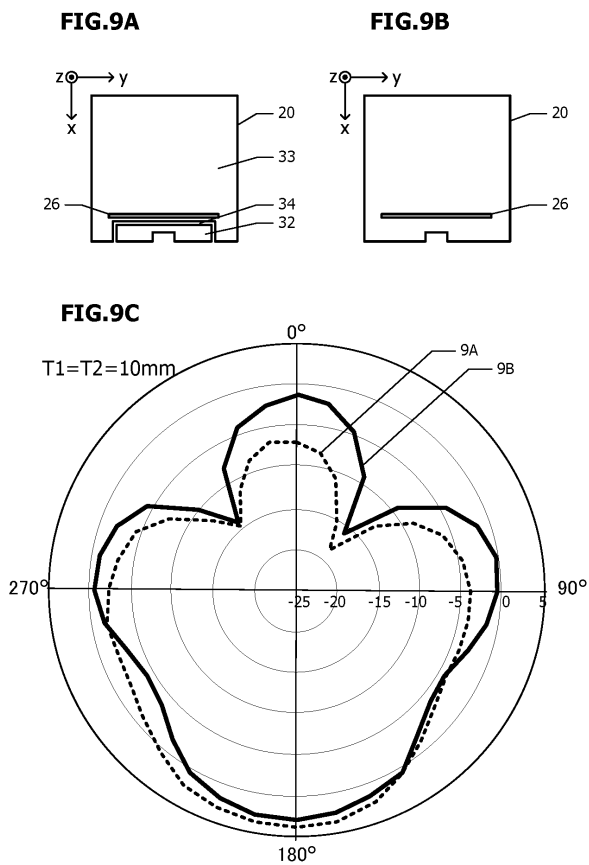
【 図 7 】



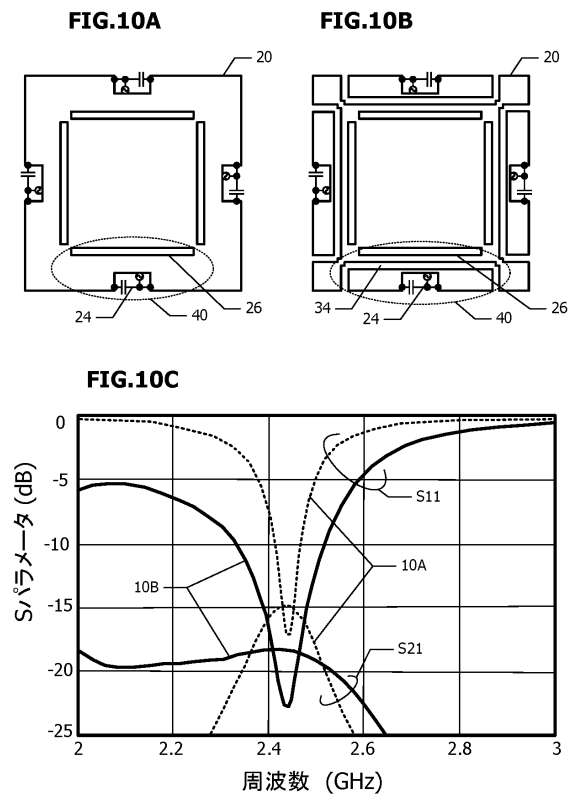
【 図 8 】



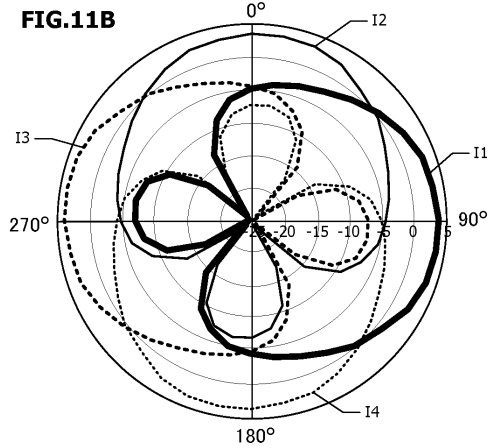
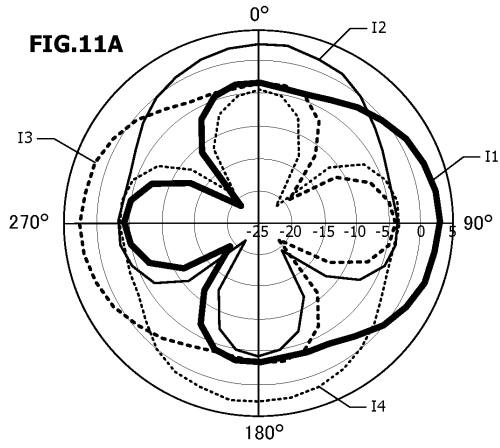
【 図 9 】



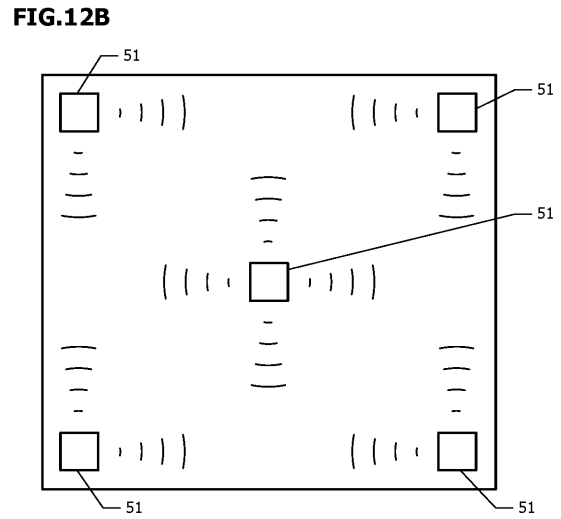
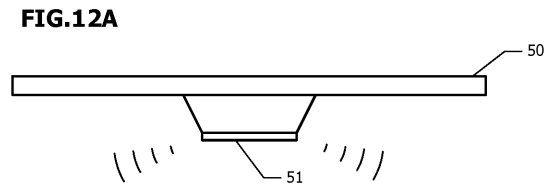
【 図 10 】



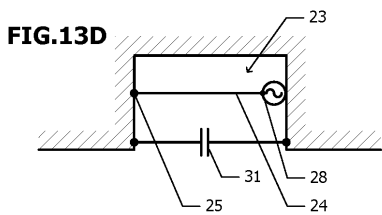
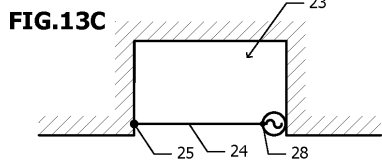
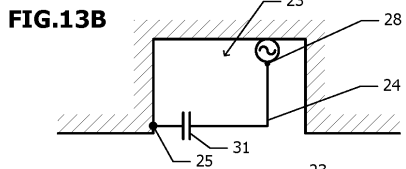
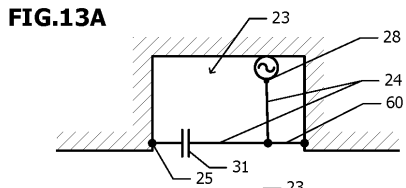
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平10-150319(JP,A)  
特開2001-320225(JP,A)  
特開2004-336328(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01Q 13/10  
H01Q 19/10  
H01Q 21/26