

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6678617号  
(P6678617)

(45) 発行日 令和2年4月8日(2020.4.8)

(24) 登録日 令和2年3月19日(2020.3.19)

(51) Int.Cl.	F 1
HO 1 Q 21/24	(2006.01)
HO 1 Q 9/04	(2006.01)
HO 1 Q 1/38	(2006.01)
HO 1 Q 9/42	(2006.01)
	HO 1 Q 21/24
	HO 1 Q 9/04
	HO 1 Q 1/38
	HO 1 Q 9/42

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2017-64781 (P2017-64781)
(22) 出願日	平成29年3月29日 (2017.3.29)
(65) 公開番号	特開2018-170561 (P2018-170561A)
(43) 公開日	平成30年11月1日 (2018.11.1)
審査請求日	平成30年10月12日 (2018.10.12)

(73) 特許権者	502152126 学校法人智香寺学園 埼玉県深谷市普済寺 1690番地
(73) 特許権者	510233828 羽石 操 埼玉県さいたま市浦和区上木崎7-26-3
(73) 特許権者	313006647 セイコーソリューションズ株式会社 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(74) 代理人	100098655 弁理士 川井 隆
(74) 代理人	100091225 弁理士 仲野 均

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】円偏波アンテナ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

地導体板と、

少なくとも 1 の開放端を有する第 1 線状アンテナと、

少なくとも 1 の開放端を有し、当該開放端側と前記第 1 線状アンテナの開放端側とが所定間隔で、前記第 1 線状アンテナとほぼ直交状態に配設され、円偏波を実現する周波数において、前記第 1 線状アンテナとの位相差が実質  $\pi/2$  となる第 2 線状アンテナと、

前記第 1 線状アンテナの前記開放端側、及び前記第 2 線状アンテナの前記開放端側のそれぞれと、所定間隔をもつて対向配置されることで、前記第 1 線状アンテナ及び前記第 2 線状アンテナに電磁的に接続される E M 給電部と、

前記 E M 給電部と電気的に接続され、前記 E M 給電部を介して前記第 1 線状アンテナ及び前記第 2 線状アンテナに給電する給電ラインと、を具備し、

前記第 1 線状アンテナと前記第 2 線状アンテナは、前記地導体板の外縁に沿って前記地導体板の外側に配設されている、  
ことを特徴とする円偏波アンテナ。

## 【請求項 2】

前記 E M 給電部は、前記地導体板の外縁に沿って前記地導体板の外側に配設されている、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の円偏波アンテナ。

## 【請求項 3】

前記 E M 給電部は、直線状に形成されている、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の円偏波アンテナ。

【請求項 4】

前記第 1 線状アンテナは、逆 F アンテナ、逆 L アンテナ、及び、ダイポールアンテナのうちの何れか 1 のアンテナであり、

前記第 2 線状アンテナは、逆 F アンテナ、逆 L アンテナ、及び、ダイポールアンテナのうちの何れか 1 のアンテナであり、

前記逆 F アンテナは、前記地導体板の端面とほぼ平行に配設され、開放端側が前記 E M 給電部と対向配置されるアンテナ主部と、前記アンテナ主部の前記開放端側の反対側端部と前記地導体板とを短絡する第 1 短絡部と、前記アンテナ主部の前記第 1 短絡部よりも開放側において、前記アンテナ主部と前記地導体板とを短絡する第 2 短絡部とを有し、

前記逆 L アンテナは、前記地導体板の端面とほぼ平行に配設され、前記開放端側が前記 E M 給電部と対向配置されるアンテナ主部と、前記アンテナ主部の前記開放端側の反対側端部と前記地導体板とを短絡する第 1 短絡部とを有する、

ことを特徴とする請求項 1 、請求項 2 、又は請求項 3 に記載の円偏波アンテナ。

【請求項 5】

前記第 2 線状アンテナは、前記第 1 線状アンテナとは異なる種類のアンテナである、  
ことを特徴とする請求項 4 に記載の円偏波アンテナ。

【請求項 6】

前記 E M 給電部は、前記第 1 線状アンテナの前記開放端側端部の側面、及び前記第 2 線状アンテナの前記開放端側端部の側面と所定間隔をおいて対向配置されている、  
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちのいずれか 1 の請求項 に記載の円偏波アンテナ。

【請求項 7】

前記第 1 線状アンテナの前記開放端側の端部と、前記第 2 線状アンテナの開放端側の端部とは、互いに同一線上に、又は互いに平行に配置されている、  
ことを特徴とする請求項 6 に記載の円偏波アンテナ。

【請求項 8】

前記地導体板は、中央領域が切り取られている、  
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のうちのいずれか 1 の請求項 に記載の円偏波アンテナ。

【請求項 9】

当該円偏波アンテナにおける円偏波の共振周波数  $f$  に対し、前記第 1 線状アンテナの共振周波数  $f_1$  と前記第 2 線状アンテナの共振周波数  $f_2$  の差  $f_1 - f_2$  が、 $0.07f \sim 0.13f$  である、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のうちのいずれか 1 の請求項 に記載の円偏波アンテナ。

【請求項 10】

前記円偏波の共振周波数  $f$  が  $f = 2.44 \text{ GHz}$  で、前記第 1 線状アンテナの共振周波数  $f_1$  が  $f_1 = 2.31 \text{ GHz}$  、前記第 2 線状アンテナの共振周波数  $f_2$  が  $f_2 = 2.55 \text{ GHz}$  である、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のうちのいずれか 1 の請求項 に記載の円偏波アンテナ。

【請求項 11】

高比誘電体基板を備え、

前記第 1 線状アンテナと前記第 2 線状アンテナは、前記高比誘電体基板上に形成されている、

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 10 のうちのいずれか 1 の請求項 に記載の円偏波アンテナ。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

前記第1線状アンテナ、前記第2線状アンテナ、及び前記EM給電部のそれぞれは、互いにビア接続された複数層で形成されている、  
ことを特徴とする請求項1から請求項1\_1のうちのいずれか1の請求項に記載の円偏波アンテナ。

【請求項13】

前記第1線状アンテナ及び前記第2線状アンテナは、アンテナエレメント部分の形状が、直線形状、ミアンダ形状、ヘリカル形状、又は、先端折れ曲げ形状、である、  
ことを特徴とする請求項1から請求項1\_2のうちのいずれか1の請求項に記載の円偏波アンテナ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、円偏波アンテナに係り、2つのアンテナを用いた円偏波アンテナに関する。

【背景技術】

【0002】

GPS衛星やBS放送などの各種通信方式において、円偏波による通信が広く行われてお  
り、その通信には円偏波アンテナが使用される。

従来の円偏波アンテナとしては、縮退分離法を用いたマイクロストリップアンテナがあ  
る。この円偏波アンテナは、正方形のマイクロストリップアンテナの2つの角の一部を切  
り取った形状のアンテナであり、特許文献1の図10に示されている。

20

また、2点給電方式による円偏波アンテナとして、正方形のマイクロストリップアンテ  
ナの直交する2辺に対し、別々に給電することで円偏波とするアンテナがある。この方式  
では、方形または円形マイクロストリップアンテナを空間的に直交する2つの給電点で位  
相差が $\pi/2$ となるように給電するものである。

【0003】

しかし、マイクロストリップアンテナを使用する場合には、アンテナ一辺のサイズが  
 $g/2$ であると共にアンテナよりも大きな誘電体基板が必要になるため、全体として大サ  
イズになってしまいという問題がある。ここで $g$ は、誘電体基板内の波長である。

一方、2点給電方式の円偏波アンテナでは、2点で給電するための二分配回路などの外  
部回路が必要であり、給電系が複雑になるという問題がある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-286854号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、より容易に製造可能で小型化された円偏波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】

40

【0006】

(1)請求項1に記載の発明では、地導体板と、少なくとも1の開放端を有する第1線状  
アンテナと、少なくとも1の開放端を有し、当該開放端側と前記第1線状アンテナの開放  
端側とが所定間隔で、前記第1線状アンテナとほぼ直交状態に配設され、円偏波を実現す  
る周波数において、前記第1線状アンテナとの位相差が実質 $\pi/2$ となる第2線状アンテ  
ナと、前記第1線状アンテナの前記開放端側、及び前記第2線状アンテナの前記開放端側  
のそれぞれと、所定間隔をおいて対向配置されることで、前記第1線状アンテナ及び前記  
第2線状アンテナに電磁的に接続されるEM給電部と、前記EM給電部と電気的に接続さ  
れ、前記EM給電部を介して前記第1線状アンテナ及び前記第2線状アンテナに給電する  
給電ラインと、を具備し、前記第1線状アンテナと前記第2線状アンテナは、前記地導体

50

板の外縁に沿って前記地導体板の外側に配設されている、ことを特徴とする円偏波アンテナを提供する。

(2) 請求項2に記載の発明では、前記EM給電部は、前記地導体板の外縁に沿って前記地導体板の外側に配設されている、ことを特徴とする請求項1に記載の円偏波アンテナを提供する。

(3) 請求項3に記載の発明では、前記EM給電部は、直線状に形成されている、ことを特徴とする請求項1に記載の円偏波アンテナを提供する。

(4) 請求項4に記載の発明では、前記第1線状アンテナは、逆Fアンテナ、逆Lアンテナ、及び、ダイポールアンテナのうちの何れか1のアンテナであり、前記第2線状アンテナは、逆Fアンテナ、逆Lアンテナ、及び、ダイポールアンテナのうちの何れか1のアンテナであり、前記逆Fアンテナは、前記地導体板の端面とほぼ平行に配設され、開放端側が前記EM給電部と対向配置されるアンテナ主部と、前記アンテナ主部の前記開放端側の反対側端部と前記地導体板とを短絡する第1短絡部と、前記アンテナ主部の前記第1短絡部よりも開放側において、前記アンテナ主部と前記地導体板とを短絡する第2短絡部とを有し、前記逆Lアンテナは、前記地導体板の端面とほぼ平行に配設され、前記開放端側が前記EM給電部と対向配置されるアンテナ主部と、前記アンテナ主部の前記開放端側の反対側端部と前記地導体板とを短絡する第1短絡部とを有する、ことを特徴とする請求項1、請求項2、又は請求項3に記載の円偏波アンテナを提供する。

(5) 請求項5に記載の発明では、前記第2線状アンテナは、前記第1線状アンテナとは異なる種類のアンテナである、ことを特徴とする請求項4に記載の円偏波アンテナを提供する。

(6) 請求項6に記載の発明では、前記EM給電部は、前記第1線状アンテナの前記開放端側端部の側面、及び前記第2線状アンテナの前記開放端側端部の側面と所定間隔を置いて対向配置されている、ことを特徴とする請求項1から請求項5のうちのいずれか1の請求項に記載の円偏波アンテナを提供する。

(7) 請求項7に記載の発明では、前記第1線状アンテナの前記開放端側の端部と、前記第2線状アンテナの開放端側の端部とは、互いに同一線上に、又は互いに平行に配置されている、ことを特徴とする請求項6に記載の円偏波アンテナを提供する。

(8) 請求項8に記載の発明では、前記地導体板は、中央領域が切り取られている、ことを特徴とする請求項1から請求項7のうちのいずれか1の請求項に記載の円偏波アンテナを提供する。

(9) 請求項9に記載の発明では、当該円偏波アンテナにおける円偏波の共振周波数fに対し、前記第1線状アンテナの共振周波数f1と前記第2線状アンテナの共振周波数f2の差が、0.07f~0.13fである、ことを特徴とする請求項1から請求項8のうちのいずれか1の請求項に記載の円偏波アンテナを提供する。

(10) 請求項10に記載の発明では、前記円偏波の共振周波数fがf=2.44GHzで、前記第1線状アンテナの共振周波数f1がf1=2.31GHz、前記第2線状アンテナの共振周波数f2がf2=2.55GHzである、ことを特徴とする請求項1から請求項9のうちのいずれか1の請求項に記載の円偏波アンテナを提供する。

(11) 請求項11に記載の発明では、高比誘電体基板を備え、前記第1線状アンテナと前記第2線状アンテナは、前記高比誘電体基板上に形成されている、ことを特徴とする請求項1から請求項10のうちのいずれか1の請求項に記載の円偏波アンテナを提供する。

(12) 請求項12に記載の発明では、前記第1線状アンテナ、前記第2線状アンテナ、及び前記EM給電部のそれぞれは、互いにビア接続された複数層で形成されている、ことを特徴とする請求項1から請求項11のうちのいずれか1の請求項に記載の円偏波アンテナを提供する。

(13) 請求項13に記載の発明では、前記第1線状アンテナ及び前記第2線状アンテナは、アンテナエレメント部分の形状が、直線形状、ミアンダ形状、ヘリカル形状、又は、先端折れ曲げ形状、である、ことを特徴とする請求項1から請求項12のうちのいずれか1の請求項に記載の円偏波アンテナを提供する。

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

## 【0007】

本発明によれば、第1線状アンテナの開放端部と第2線状アンテナの開放端部のそれと、所定間隔をおいて対向配置されるEM給電部による1点給電とすることで、容易に製造可能となる。

また、第1及び第2線状アンテナを用いることで小型化することが可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0008】

【図1】円偏波アンテナの構成図である。

【図2】円偏波アンテナのリターンロス特性を表した説明図である。

10

【図3】円偏波アンテナのAR特性と指向性特性を表した説明図である。

【図4】円偏波アンテナの面電流密度の分布状態を表した説明図である。

【図5】円偏波アンテナの面電流密度の分布状態を他の位相について表した説明図である。

【図6】円偏波アンテナの配置と偏波の入れ替えについて表した説明図である。

【図7】円偏波アンテナの変形例の構成を表した説明図である。

【図8】円偏波アンテナの他の変形例の構成を表した説明図である。

【図9】円偏波アンテナにおける、給電部分の形状を変更した変形例についての説明図である。

【図10】円偏波アンテナの他の変形例の構成を表した説明図である。

20

## 【発明を実施するための形態】

## 【0009】

以下、本発明の円偏波アンテナにおける好適な実施の形態について、図1から図10を参照して詳細に説明する。

## (1) 実施形態の概要

本実施形態の円偏波アンテナでは、ダイポールアンテナ、逆Fアンテナ、逆Lアンテナの何れかからなる、第1線状アンテナと第2線状アンテナとを使用し、両線状アンテナの開放端側を所定距離離て直交配置する。第1線状アンテナと第2線状アンテナとは、円偏波を実現する周波数において、位相差が実質  $\pi/2$  となるように調整されている。

そして、第1線状アンテナと第2線状アンテナの両開放端側のそれと、所定間隔をおいてEM給電部を対向配置し、このEM給電部に給電ラインを電気的に接続する。

30

このように、本実施形態の円偏波アンテナによれば、2つの直交する線状アンテナの両開放端側から、電磁的な1点給電を実現することで、容易に製造可能で小型化された円偏波アンテナが得られる。

ここで、アンテナの直交配置は、直交状態に配置することで、この直交状態の配置は、厳密な意味での直角にかぎられず、実用のアンテナとしての良好な使用目安である軸比3dB以下が実現できる程度の角度の幅を含むものとする。

## 【0010】

具体的には、矩形形状の地導体板10の直交する2辺の一方の辺側に角側を開放端とする逆Fアンテナ20(第1線状アンテナ)と、他方の辺側にダイポールアンテナ30(第2線状アンテナ)を配設し、両開放端側に給電部40のEM給電部41を対向配置させる。

40

逆Fアンテナ20の開放端側の反対側は、第1短絡部22、第2短絡部23により地導体板10に短絡接続されている。

ダイポールアンテナ30は、地導体板10に短絡接続されることはないが、全長の中央部での電圧がゼロであることから、この中央部で地導体板10に接続することは可能である。

## 【0011】

円偏波アンテナ1は、その共振周波数をf0とした場合に、逆Fアンテナ20の共振周波数f1とダイポールアンテナ30の共振周波数f2の差(=f2-f1)の絶対値が

50

、 $0.07f \sim 0.13f$  の範囲、例えば  $= 0.1$  とすることで、 $f_0$  において位相差がほぼ  $\pi/2$  となるように形成される。ここで、ほぼ  $\pi/2$  の位相差とは、 $\pi/2$  を含み、実用のアンテナとしての良好な使用目安である軸比 3 dB 以下が実現できる程度の位相差の幅を含むものとする。

例えば、円偏波の共振周波数  $f_0$  を  $f_0 = 2.44\text{ GHz}$  とした場合、逆 F アンテナ 20 の共振周波数  $f_1$  が  $f_1 = 2.31\text{ GHz}$ 、ダイポールアンテナ 30 の共振周波数  $f_2$  が  $f_2 = 2.55\text{ GHz}$  とすることで、好適な円偏波アンテナが形成される。

#### 【0012】

##### (2) 実施形態の詳細

図 1 は円偏波アンテナにおける実施形態の構成を表した斜視図である。

10

図 1 に示すように円偏波アンテナ 1 は、地導体板 10 と、逆 F アンテナ 20 ( $\pi/4$  型アンテナ) と、ダイポールアンテナ 30 ( $\pi/2$  型アンテナ) と、更に、給電部 40 を備えている。

逆 F アンテナ 20 は第 1 線状アンテナとして機能し、ダイポールアンテナ 30 は第 2 線状アンテナとして機能している。

地導体板 10 は、矩形形状の板金により形成されている。地導体板 10 のサイズは、 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm}$  である。

#### 【0013】

逆 F アンテナ 20 は、地導体板 10 の辺 11 とほぼ平行に配設されたアンテナ主部 21 と、このアンテナ主部 21 の端部側と地導体板 10 とを接続する第 1 短絡部 22 と第 2 短絡部 23 の 2 つの短絡部を備えている。第 1 短絡部 22 は、アンテナ主部 21 の端部と地導体板 10 の端部とを接続し、第 2 短絡部 23 は、第 1 短絡部 22 よりも開放端側でほぼ平行にアンテナ主部 21 と地導体板 10 とを接続している。

20

逆 F アンテナ 20 は、全体として線幅 1 mm に形成され、アンテナ主部 21 の長さが 32 mm、第 1 短絡部 22 と第 2 短絡部 23 の長さが 4 mm (図面では、アンテナ主部 21 の幅を加えて 5 mm と表示) である。

第 1 短絡部 22 に対して、第 2 短絡部 23 は 9 mm の間隔を開けて配設されている。

本実施形態の逆 F アンテナ 20 は、地導体板 10 と同一材料により一体形成されているが、別々に形成され両者を接続するようにしてもよく、また別材料で形成するようにしてもよい。

30

#### 【0014】

ダイポールアンテナ 30 は、地導体板 10 の辺 11 と直交する他の一边 12 とほぼ平行に配設されたアンテナ主部 31 と、このアンテナ主部 31 から、辺 11 方向に向けて延設された屈曲部 32 を備えている。なお、屈曲部 32 は後述の給電部 40 と対向する開放端側として機能している。

ダイポールアンテナ 30 は、全体として線幅 1 mm に形成され、アンテナ主部 31 の長さが 45 mm に、屈曲部 32 の長さが 7 mm に形成されている。アンテナ主部 31 と地導体板 10 の辺 12 との間隔は 5 mm である。

屈曲部 32 の開放端と、逆 F アンテナ 20 におけるアンテナ主部 21 の開放端とは、両者が接触しないように所定間隔を開けて配置されており、本実施形態では、7 mm の間隔 (図示しない) が開けられている。

40

なお、屈曲部 32 は、給電部 40 と対向させるために屈曲しているが、後述のように給電部 40 側が屈曲している場合には不要であり、その分アンテナ主部 31 を長く形成する (図 9 (a) 参照)。

#### 【0015】

給電部 40 は、地導体板 10 の辺 11 と平行に、逆 F アンテナ 20 の開放端側とダイポールアンテナ 30 の開放端側 (屈曲部 32) と所定間隔を開けて対向配置された E M 給電部 41 と、この E M 給電部 41 と一端側が電気的に接続される給電ライン 42 を備えている。給電ライン 42 の他端側は、地導体板 10 側に延び、その端部に給電ポイント P 1 を有している。

50

給電部 4 0 は、全体を通して線幅 1 mm に形成され、EM 給電部 4 1 の長さは 17 mm ( 図示せず ) に形成され、両端側の約 5 mm ( 図示せず ) の給電領域、又は、その近傍の値を有する給電領域が、それぞれ逆 F アンテナ 2 0 とダイポールアンテナ 3 0 の開放端側と、0.5 mm の間隔を開けて対向している。

#### 【 0 0 1 6 】

なお、一般の逆 F アンテナは、モノポールアンテナを途中で折り曲げて低姿勢化した逆 L アンテナのインピーダンス整合をとりやすくするために、給電点の外側付近に短絡部を設けたものである。そして、給電点は地導体板に接続されない。

これに対して本実施形態の逆 F アンテナ 2 0 では、アンテナ主部 2 1 の開放端側に對向配置された給電部 4 0 で電磁的に結合 ( EM 結合 ) すると共に、給電点に対応する第 2 短絡部 2 3 が地導体板 1 0 に接続されている。

しかし、本実施形態では EM 給電部 4 1 から逆 F アンテナ 2 0 に電磁給電 ( EM 給電 ) されることで、アンテナ主部 2 1 を介して第 2 短絡部 2 3 にも電流が流れることで、第 2 短絡部 2 3 が一般の給電点と同様に作用し、全体として通常の逆 F アンテナと同様に機能している。

この点、後述する図 8 や図 10 ( b ) で使用する逆 L アンテナについても同様である。

#### 【 0 0 1 7 】

以上のように構成された円偏波アンテナについてのシミュレーションを行った結果について説明する。

すなわち、逆 F 型アンテナ 2 0 ( 1/4 型 ) と、ダイポールアンテナ 3 0 ( 1/2 型 ) を板金上に直交に配置し、EM 結合による 1 点給電した結果、容易に製造可能な円偏波アンテナとすることことができ、また高利得 ( 約 3 dBc ) 、高効率 ( 90 % 弱 ) 、良好な角度幅、を確保する円偏波を発生させることができた。

#### 【 0 0 1 8 】

図 2 は、円偏波アンテナ 1 のリターンロス特性を表した説明図である。

なお、以下に説明する円偏波アンテナ 1 の特性については、図 1 に示したように、地導体板 1 0 の辺 1 1 と辺 1 2 の長さ方向をそれぞれ Y 軸、X 軸とし、地導体板 1 0 と直交する方向を Z 軸方向として説明する。

図 2 に示されるように、円偏波アンテナ 1 の共振周波数  $f_0$  ( M02 ) = 2.440 GHz に対して、逆 F アンテナ 2 0 の共振周波数が  $f_1$  ( M01 ) = 2.310 GHz 、ダイポールアンテナ 3 0 の共振周波数が  $f_2$  ( M03 ) = 2.550 GHz である。

このように、2 つの線状アンテナの共振周波数の差 ( =  $f_2 - f_1$  ) は、円偏波アンテナ 1 の共振周波数  $f_0$  の 7 % ~ 13 % の範囲に形成され、好ましくは約 10 % に形成される。

そして、本実施形態の円偏波アンテナ 1 では、逆 F アンテナ 2 0 とダイポールアンテナ 3 0 の共振周波数の差 によって、  $f_0$  において実質 1/2 の位相差を持つことで、円偏波発生条件の 1 つが満たされている。

#### 【 0 0 1 9 】

図 3 は、円偏波アンテナ 1 の軸比 ( AR ) 特性と指向性特性を表した説明図である。

図 3 は、共振周波数 2.44 GHz における、Z - X 面 ( = 0 ° ) について、( a ) が軸比特性を、( b ) が指向性特性を表している。

図 3 ( a ) において、斜線領域で示したように、本実施形態の円偏波アンテナ 1 では、良好な円偏波の目安である 3 dB 以下の周波数が、136.9 度 ~ 205.6 度 ( BW = 68.8 度 ) と、333.7 度 ~ 43.3 度 ( BW = 69.6 度 ) であり、良好な角度幅が得られていることがわかる。

#### 【 0 0 2 0 】

なお、図 3 ( a ) の軸比特性では示していないが、Z - X 面 ( = 0 ° ) において、AR 3 dB となる角度幅が 30 ° 以上となる周波数範囲は、2.38 ~ 2.47 GHz ( 比帯域幅 = 約 3.7 % ) となっている。

#### 【 0 0 2 1 】

10

20

30

40

50

一方、図3(b)に示した指向性特性によれば、点線で囲った領域A、Bで示されるように、 $\pm Z$ 方向(地導体板10に垂直な方向)に最大放射方向を持ち、その方向にE成分とE成分で利得差がほとんど存在しない。これにより、本実施形態の円偏波アンテナ1は円偏波発生条件の1を満たしていることが示されている。

また、図3(b)に示したように、本実施形態の円偏波アンテナ1では、放射効率=89.3%と高効率が確保されている。

#### 【0022】

図4、図5は、円偏波アンテナ1の面電流密度(2.44GHz)の分布状態を表した説明図である。

図4(a)、(b)が円偏波アンテナ1の $t=0$ と $t=T/4$ における面電流密度を表し、図5(c)、(d)が $t=T/2$ と $t=3T/4$ における面電流密度を表したもので、それぞれの位相が90度ずれた状態を表している。ここでTは周期を示す。

なお、図4、5では、図面の画像精度の関係でほぼ白黒状態になっているが、白に近づくほど面電流密度が高い状態を表している。

図4(a)に示されるように、 $t=0$ では、逆Fアンテナ20の面電流密度が高く、ダイポールアンテナ30の面電流密度が低い。

$t=T/4$ では、図4(b)に示されるように、逆Fアンテナ20の面電流密度が低く、ダイポールアンテナ30の面電流密度が高い。

さらに $t=T/2$ では、図5(c)に示されるように、逆Fアンテナ20の面電流密度が高く、ダイポールアンテナ30の面電流密度が低い。

さらに $t=3T/4$ では、図5(d)に示されるように、逆Fアンテナ20の面電流密度が低く、ダイポールアンテナ30の面電流密度が高い。

このように、円偏波アンテナ1では、逆Fアンテナ20とダイポールアンテナ30とが、 $\pi/2$ の位相差を持つことで、円偏波が発生していることが示される。

#### 【0023】

また、図4(a)～図5(d)で示した時間において、地導体板10に発生している面電流密度をみると、図示していない他の時間を含めたいずれの時間においても、地導体板10のエッジ(外周辺近傍)に高周波電流が乗るだけである。

即ち、本実施形態の円偏波アンテナ1によれば、地導体板10の中央部分に高周波電流が乗ることはない。

従って、地導体板10の一辺の長さをLとした場合、中央の $L/2$ 若しくは $3L/5$ 四方の範囲、又はその近傍領域の範囲を切り取ることが可能である。これにより、円偏波アンテナ1の重量を軽くすることが可能である。

また、地導体板10の当該中央領域に高周波電流が乗らないことから、当該領域内に電子回路等を配設することも可能である。上述のように中央領域を切り取って、切り取り領域内に電子回路等を配設することも可能である。

#### 【0024】

以上説明したように、本実施形態の円偏波アンテナ1によれば、地導体板10の直交する2辺11、12のそれぞれに対向させて、ほぼ $\pi/2$ の位相差を有するように形成された逆Fアンテナ20とダイポールアンテナ30を実質直交するように配設する。

そして、逆Fアンテナ20の開放端側とダイポールアンテナ30の開放端側のそれぞれに共通の給電部40のEM給電部41を対向配置することで、両アンテナ20、30に対して電磁的な給電を1点で行う。

このように本実施形態の円偏波アンテナ1では、EM給電による1点給電方式を採用することで、容易に製造可能となる。

また、第1及び第2線状アンテナとして、逆Fアンテナ20とダイポールアンテナ30を使用することで、従来のパッチアンテナを使用した円偏波アンテナにくらべて小型化することができる。

#### 【0025】

図6は、円偏波アンテナ1の配置と偏波の入れ替えについて表した説明図である。

10

20

30

40

50

なお、図10(a)を除き、図6以下の図面では、各アンテナの形状や配置状態を説明するものなので、簡略化して表している。

図6(a)は、図1で説明した円偏波アンテナ1と同じで、基準となる円偏波アンテナ1を表している。

この基準に対し、図6(b)、(c)に示すように、基準配置した円偏波アンテナ1に対して裏表を反対にすることで、円偏波の旋回方向を逆にすることができる。図6(b)は、左右対称に配置(縦中心軸線に対して裏表を反転)した場合で、図6(c)は上下対称に配置(横中心軸線に対して裏表を反転)した場合である。

このように本実施形態の円偏波アンテナ1によれば、円偏波の旋回方向(右旋/左旋)を容易に変更することができる。

10

#### 【0026】

次に、円偏波アンテナ1における変形例について説明する。

図7は、円偏波アンテナ1の変形例の構成を表したものである。

図7(a)は、図1で説明した円偏波アンテナ1の2組みを、点対称(反対側)に配置したものである。

すなわち、1つの地導体板10に対し、逆Fアンテナ20aとダイポールアンテナ30aと給電部40aからなる第1円偏波アンテナ1aと、逆Fアンテナ20bとダイポールアンテナ30bと給電部40bからなる第2円偏波アンテナ1bの2組を点対称に配置したものである。

この変形例によれば、両円偏波アンテナ1a、1bの共振周波数(例えば、2.44GHz)を共通、かつ同相で給電することで、実施形態で説明した円偏波アンテナ1に比べて利得を向上させることができる。

20

一方、第1円偏波アンテナ1aと第2円偏波アンテナ1bを、それぞれ異なる周波数帯のアンテナとすることで、2周波共用の円偏波アンテナを提供することができる。例えば、第1円偏波アンテナ1aを2.44GHz帯とし、第2円偏波アンテナ1bを5.2GHz帯とする。

#### 【0027】

なお、2組の円偏波アンテナを図7(b)に示したように配置した場合には、円偏波の旋回方向が逆向きになり相殺されてしまうため、採用できない配置であるが、2つの組をスイッチングなどで異なるタイミングで給電を行えば、旋回方向(右旋/左旋)を容易に変更することができる。また、2組の円偏波アンテナの共振周波数が十分に離れている場合には、異なる2つの周波数の逆旋偏波を形成することができる。

30

#### 【0028】

図8は、他種類のアンテナを組み合わせた各変形例を表したものである。

第1線状アンテナと第2線状アンテナとしては、それぞれ逆Fアンテナ、逆Lアンテナ、ダイポールアンテナの何れかを選択することが可能であり、その選択可能な組み合わせを図8で表している。なお図面では、逆Fアンテナと逆Lアンテナを簡略して逆F、逆Lと表記し、ダイポールアンテナをダイポールと簡略して表記している。

図8(a)～(c)は、第1の線状アンテナ、第2の線状アンテナとして、共に/4型のアンテナを配置したものである。

40

図8(a)は、開放端側が地導体板10の同一の角側に来るよう、2つの逆Fアンテナを配置した、逆F+逆F型の円偏波アンテナである。

一方の逆Fアンテナについては、図1で説明したダイポールアンテナ30の屈曲部32と同様に、EM給電部41と対向するよう開放端側を屈曲形成している。このEM給電部41に対向させるために一方のアンテナの開放端側を屈曲形成することについては図8(b)～(e)も同様である。

#### 【0029】

図8(b)は、実施形態のダイポールアンテナ30に変えて逆Lアンテナを配置した、逆F+逆L型の円偏波アンテナの例である。この例においても、給電部40側を開放端側として屈曲形成し、反対側に短絡部を設けている。

50

図 8 ( c ) は、実施形態の逆 F アンテナ 2 0 と、ダイポールアンテナ 3 0 の両者を、共に逆 L アンテナに変えて配置した、逆 L + 逆 L 型の円偏波アンテナである。

図 8 ( a ) ~ ( c ) 共に、両アンテナの短絡部のそれぞれが、地導体板 1 0 に対して対角線上に位置するように配置されている。

#### 【 0 0 3 0 】

図 8 ( d ) は、実施形態の逆 F アンテナ 2 0 に変えて逆 L アンテナを配置した、逆 L + ダイポール型の円偏波アンテナの例である。この変形例では、実施形態と同様に / 4 型と / 2 型のアンテナを使用している。

#### 【 0 0 3 1 】

なお、図 8 ( a ) ~ ( d ) で説明した各変形例にかかる円偏波アンテナでは、いずれも / 4 型のアンテナ（逆 F アンテナ、逆 L アンテナ）を使用しているため、地導体板 1 0 が必要になる。

そして、実施形態の円偏波アンテナ 1 に対して図 4、図 5 で説明したと同様に、図 8 ( a ) ~ ( d ) の各変形例における地導体板 1 0 の中央部にも高周波電流が乗ることはない。従って、これらの変形例においても、地導体板 1 0 の中央部を切り取ったり、電子回路を配設したりすることができる。

#### 【 0 0 3 2 】

図 8 ( e ) は、実施形態の逆 F アンテナ 2 0 に変えて、ダイポールアンテナを配置した、ダイポール + ダイポール型の円偏波アンテナの例である。

この変形例によれば、共に / 2 型のアンテナであるため、地導体板 1 0 が不要になり、軽量の円偏波アンテナとすることが可能である。

#### 【 0 0 3 3 】

以上、図 8 ( a ) ~ ( e ) に示した各変形例の円偏波アンテナについて説明したが、その配置を図 6 で説明したように変更することで円偏波の旋回方向を選択することができる。

また、図 7 とその変形（多周波）で説明したように、第 1 円偏波アンテナ 1 a 、第 2 円偏波アンテナ 1 b の、いずれも図 8 ( a ) ~ ( e ) のうちの任意の 1 つを選択することも可能である。

#### 【 0 0 3 4 】

図 9 は、円偏波アンテナ 1 における、給電部分の形状を変更した変形例についての説明図である。

図 1 で説明した実施形態の円偏波アンテナ 1 では、逆 F アンテナ 2 0 のアンテナ主部 2 1 と、ダイポールアンテナ 3 0 の屈曲部 3 2 とが、ほぼ同一直線上に配置されることで、直線状の E M 給電部 4 1 を両アンテナの開放端側に対向配置する場合について説明した。

図 9 ( a ) では、ダイポールアンテナ 3 0 c ( 第 2 線状アンテナ ) の開放端側を屈曲せずに、直線形状のアンテナ主部 3 1 c だけで構成し、その代わりに E M 給電部 4 1 c を屈曲させることで、ダイポールアンテナ 3 0 c の開放端に対向配置したものである。

図 9 ( b ) では、逆 F アンテナ 2 0 のアンテナ主部 2 1 と、ダイポールアンテナ 3 0 d の屈曲部 3 2 とを同一線上に配置せずに、所定間隔を開けて平行に配置すると共に、当該所定間隔の内に E M 給電部 4 1 d を配置したものである。これにより、図 9 の例では、E M 給電部 4 1 の地導体板 1 0 と対向する側を内側、反対側を外側とした場合に、逆 F アンテナ 2 0 のアンテナ主部 2 1 は E M 給電部 4 1 d の外側と対向し、ダイポールアンテナ 3 0 d の屈曲部は E M 給電部 4 1 d の内側と対向することになる。

なお、図 9 ( a ) 、 ( b ) に示した、両アンテナ（第 1 線状アンテナと第 2 線状アンテナ）の開放端側の形状及び E M 給電部の形状と配置については、図 7 、図 8 で説明した各変形例、及び、この後に説明する変形例についても同様に適用が可能である。

#### 【 0 0 3 5 】

図 1 0 は、円偏波アンテナ 1 の他の変形例の構成を表した説明図である。

図 1 0 ( a ) は、逆 F アンテナ 2 0 、ダイポールアンテナ 3 0 、給電部 4 0 を立体構造にした円偏波アンテナの変形例である。

10

20

30

40

50

図10(a)に示すように、地導体板10と接続されている逆Fアンテナ20eの第1短絡部22eと第2短絡部23eを地導体板10に対して直角に折り曲げることで、Z-Y平面上に形成している。

ダイポールアンテナ30eについては、上述したように電圧がゼロである長さ方向の中央部分を短絡部33eで接続し、当該短絡部33eを地導体板10に対して直角に折り曲げることで、Z-X平面上に形成している。

また、逆Fアンテナ20eとダイポールアンテナ30eを直角方向に折り曲げたことに対応して、給電部40eについても同様に、地導体板10に対して直交するように給電ライン42eを立体構造とし、Z-Y平面上に形成している。

なお、ダイポールアンテナ30eの屈曲部32eについては、立体構造にしたことに伴い、図1で説明した実施形態に比べて長さが短くなっている。この屈曲部32eを短くしたことに対応して、ダイポールアンテナ30eのEM給電部41eとの対向する長さが短くならないようにするため、EM給電部41eのダイポールアンテナ30e側の端部43eを辺12(図1参照)方向に屈曲させている。

この図10(a)に示した変形例によれば、円偏波アンテナ全体の配設面積を小さくすることができる。

#### 【0036】

一方、図10(b)の変形例では、図1で説明した円偏波アンテナの逆Fアンテナ20とダイポールアンテナ30の更に外側に、第2の円偏波アンテナとして、逆Lアンテナ50とダイポールアンテナ60を配設したものである。

図10(b)に示すように、逆Lアンテナ50は、逆Fアンテナ20の第2短絡部23の延長線上に、短絡部(一般的の逆Lアンテナにおける給電ライン部分)を形成する。

なお、給電部40については、2組の円偏波アンテナに共通して電磁給電するようにしている。

この変形例によれば、多周波の円偏波アンテナを提供することができる。

#### 【0037】

以上本実施形態の円偏波アンテナ1とその変形例について説明したが、更に各種の変形をすることが可能である。

例えば、説明した各円偏波アンテナを、ガラスエポキシ樹脂等の比誘電率が高い基板上に形成するようにしてもよい。これにより、同一サイズを基準にした場合の波長が短縮することを利用し、同一波長(同一共振周波数)で小型化した円偏波アンテナを提供することが可能になる。

#### 【0038】

また、説明した実施形態及び変形例では、いずれも単層の円偏波アンテナについて説明したが、ガラスエポキシ樹脂等の高比誘電率基板の上に説明した実施形態、変形例の各円偏波アンテナを配設した組を1層のアンテナ層とした場合に、当該アンテナ層を多層化(例えば2層、4層、8層)するようにしてもよい。

この場合、各層の偏波共用アンテナにおける、地導体板10、逆Fアンテナ20、ダイポールアンテナ30、及び、給電部40の各部については、相互にピア接続する。但し、給電部40の給電ライン42については、1層とし、何れか1の層のEM給電部41に接続する構成としてもよい。

なお、多層化する場合、最下層の高比誘電率基板を省略することで、アンテナをn層、高比誘電率基板をn-1層とすることで、多層化した円偏波アンテナの両外側面にアンテナ層がくるように配置してもよい。

#### 【0039】

また、説明した実施形態、変形例では、いずれも開放端を除き直線状態のアンテナエレメント形状について説明したが、直線形状には限られない。

例えば、ミアンダ形状やヘリカル形状、更に端部屈曲形状(先端折れ曲げ形状)とすることも可能である。

#### 【符号の説明】

10

20

30

40

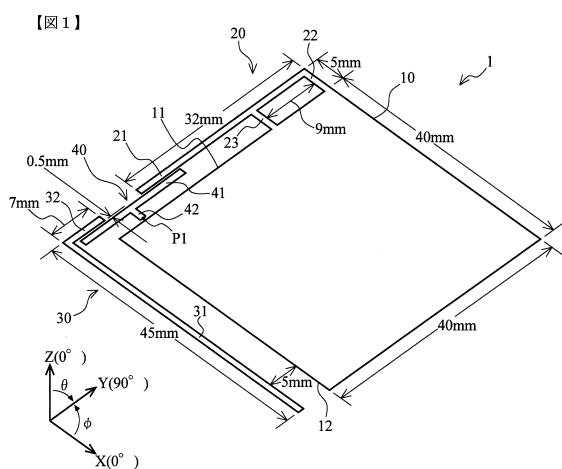
50

【 0 0 4 0 】

- 1 円偏波アンテナ
  - 1 0 地導体板
  - 1 1、1 2 辺
  - 2 0 逆Fアンテナ
  - 2 1 アンテナ主部
  - 2 2 第1短絡部
  - 2 3 第2短絡部
  - 3 0 ダイポールアンテナ
  - 3 1 アンテナ主部
  - 3 2 屈曲部
  - 4 0 給電部
  - 4 1 E M給電部
  - 4 2 給電ライン

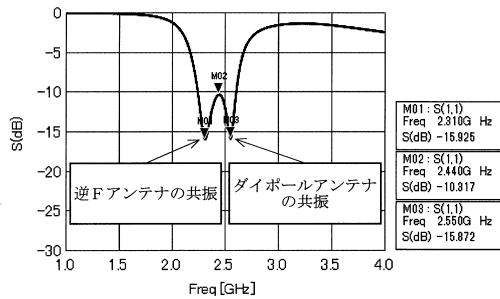
10

( 1 )



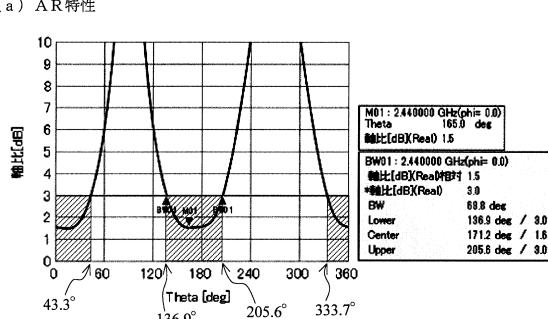
( 义 2 )

【図2】

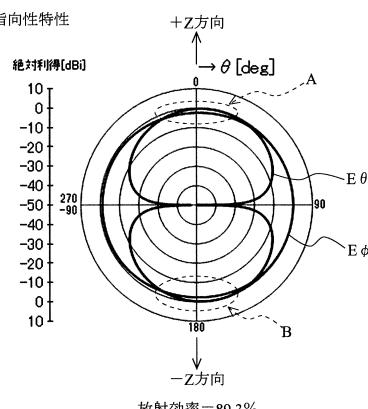


( 3 )

【図3】

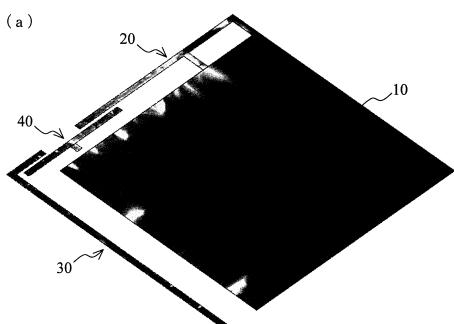


### (b) 指向性特性

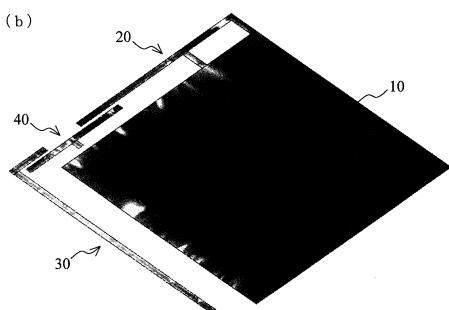


【図4】

【図4】



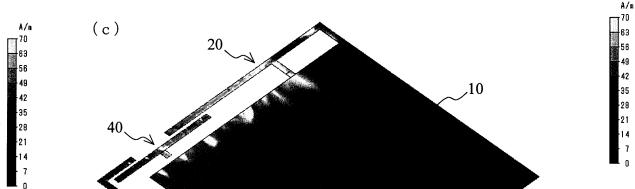
t=0



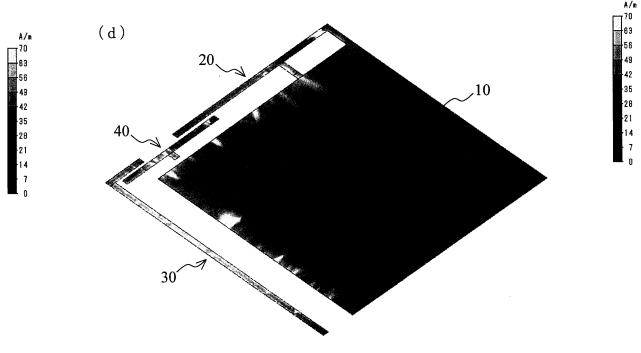
t=T/4

【図5】

【図5】



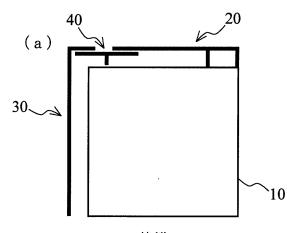
t=T/2



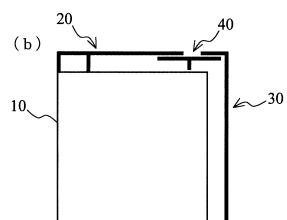
t=3T/4

【図6】

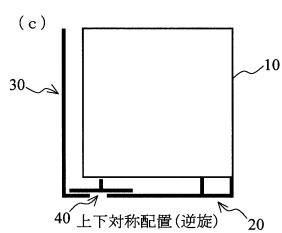
【図6】



基準



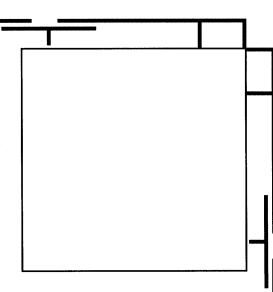
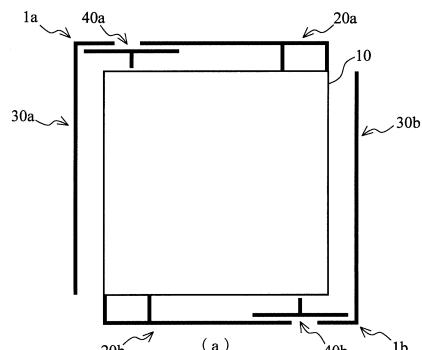
左右対称配置(逆旋)



上下対称配置(逆旋)

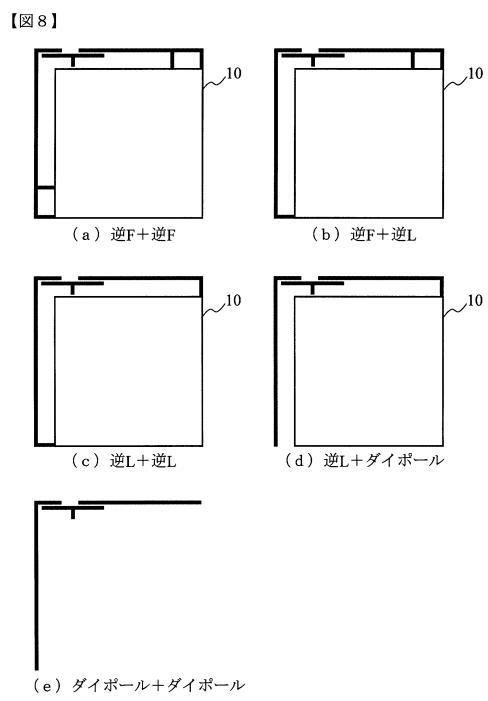
【図7】

【図7】

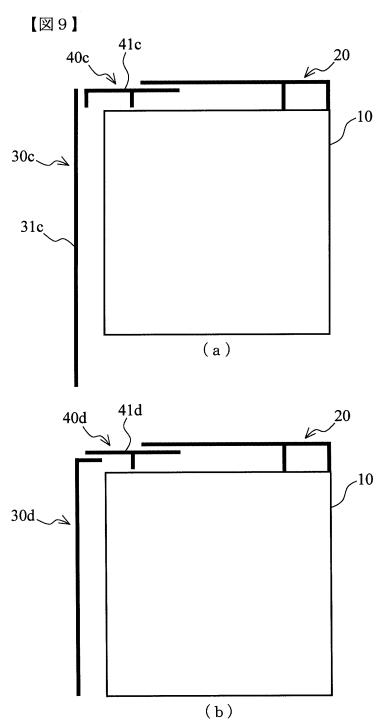


(b)

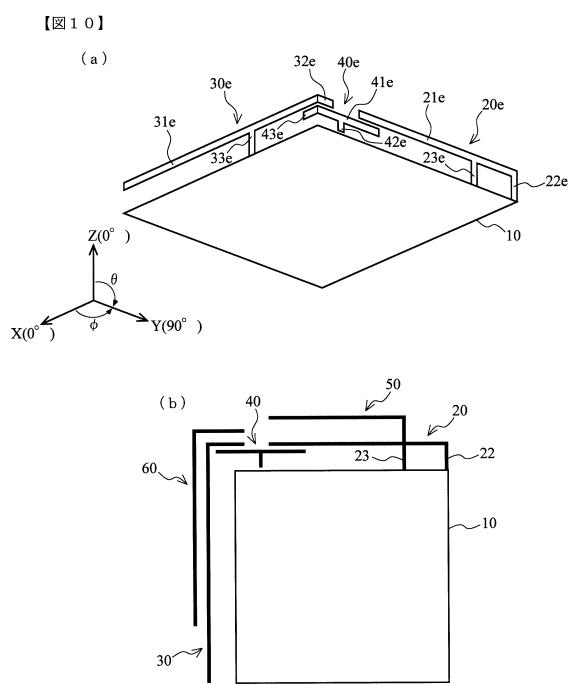
【図 8】



【図 9】



【図 10】



---

フロントページの続き

(72)発明者 松井 章典

埼玉県深谷市普済寺1690 学校法人智香寺学園埼玉工業大学内

(72)発明者 羽石 操

埼玉県さいたま市浦和区上木崎7-26-3

(72)発明者 蘇武 昌弘

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーソリューションズ株式会社内

(72)発明者 米井 欣行

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーソリューションズ株式会社内

(72)発明者 中尾 亘孝

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーソリューションズ株式会社内

審査官 久々宇 篤志

(56)参考文献 特開2001-119232 (JP, A)

特開2011-082951 (JP, A)

特開2009-076960 (JP, A)

特開2007-159064 (JP, A)

特開平11-239020 (JP, A)

国際公開第2007/083574 (WO, A1)

特開平09-055621 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 21/24

H01Q 1/38

H01Q 9/04, 9/42