

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6769925号
(P6769925)

(45) 発行日 令和2年10月14日(2020.10.14)

(24) 登録日 令和2年9月28日(2020.9.28)

(51) Int.Cl. F I
H05K 3/46 (2006.01) H O 5 K 3/46 Z
H05K 9/00 (2006.01) H O 5 K 9/00 R

請求項の数 14 (全 32 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-101372 (P2017-101372) (22) 出願日 平成29年5月23日 (2017.5.23) (65) 公開番号 特開2018-11044 (P2018-11044A) (43) 公開日 平成30年1月18日 (2018.1.18) 審査請求日 令和1年7月25日 (2019.7.25) (31) 優先権主張番号 特願2016-131124 (P2016-131124) (32) 優先日 平成28年6月30日 (2016.6.30) (33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国 (JP)</p>	<p>(73) 特許権者 000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 (72) 発明者 内村 弘志 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 審査官 齊藤 健一</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁遮断構造、誘電体基板およびユニットセル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体基板と、
 該誘電体基板内の少なくとも1つの導体層と、を備え、
 該少なくとも1つの導体層が、
 4回対称性を持たない第1の種類の複数の第1のユニットセルと、
 該第1の種類の複数の第2のユニットセルと、を含み、
 該複数の第1のユニットセルおよび該複数の第2のユニットセルが、グリッドパターン
 に配置され、
 該複数の第1のユニットセルにおける各第1のユニットセルが、該複数の第2のユニッ
 トセルにおける各第2のユニットセルに対して、90度をなすように配向された、
 電磁遮断構造。

【請求項2】

請求項1に記載の電磁遮断構造であって、
 前記少なくとも1つの導体層が、
 第1導体層と、
 該第1導体層から前記誘電体基板の厚さ方向に離れている第2導体層と、を含み、
 該第1導体層が、前記複数の第1のユニットセルを含み、
 該第2導体層が、前記複数の第2のユニットセルを含む、
 電磁遮断構造。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電磁遮断構造であって、
前記少なくとも 1 つの導体層が、第 1 導体層を含み、
該第 1 導体層が、前記複数の第 1 のユニットセルおよび前記複数の第 2 のユニットセル
の両方を含む、
電磁遮断構造。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電磁遮断構造であって、
前記第 1 の種類の前記複数の第 1 および第 2 のユニットセルの各々が、メアンダライン
構造、点対称状 2 重渦巻構造、または線対称状 2 重渦巻構造のいずれかである、
電磁遮断構造。

10

【請求項 5】

請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電磁遮断構造であって、
4 回対称性を持つ第 2 の種類の複数の第 3 のユニットセルを有する第 3 導体層をさらに
備え、
該第 3 導体層の該複数の第 3 のユニットセルが、グリッドパターンに配置された、
電磁遮断構造。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の電磁遮断構造であって、
前記第 1 導体層の前記グリッドパターンと前記第 2 導体層の前記グリッドパターンとが
、前記第 1 導体層と前記第 2 導体層とが重なる領域において、前記第 2 導体層の 1 ユニッ
トセルの対角線の長さの 12% から 88% の距離である、
電磁遮断構造。
電磁遮断構造。

20

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載の電磁遮断構造であって、
前記第 2 の種類の複数の第 3 のユニットセルの各々が、パッチ構造、ループ構造、また
はループスロット構造のいずれかである、
電磁遮断構造。

【請求項 8】

少なくとも 1 つの接地導体層と、
少なくとも 1 つの導体層と、を備え、
該少なくとも 1 つの導体層が、
4 回対称性を持たない第 1 の種類の複数の第 1 のユニットセルと、
該第 1 の種類の複数の第 2 のユニットセルと、
を含み、
該複数の第 1 のユニットセルおよび該複数の第 2 のユニットセルが、グリッドパターン
に配置され、
該複数の第 1 のユニットセルにおける各第 1 のユニットセルが、該複数の第 2 のユニッ
トセルにおける各第 2 のユニットセルに対して、90度をなすように配向された、誘電体
基板。

30

40

【請求項 9】

請求項 8 に記載の誘電体基板であって、
前記第 1 の種類の前記複数の第 1 および第 2 のユニットセルの各々が、メアンダライン
構造、点対称状 2 重渦巻構造、または線対称状 2 重渦巻構造のいずれかである、
誘電体基板。

【請求項 10】

請求項 8 または 9 に記載の誘電体基板であって、
4 回対称性を持つ第 2 の種類の複数の第 3 のユニットセルを有する第 3 導体層をさらに
備え、

50

該第 3 導体層の該複数の第 3 のユニットセルが、グリッドパターンに配置された、誘電体基板。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載の誘電体基板であって、
前記少なくとも 1 つの導体層は、第 1 導体層を含み、
前記第 1 導体層の前記グリッドパターンと前記第 3 導体層の前記グリッドパターンとが、前記第 1 導体層と前記第 3 導体層とが重なる領域において、前記第 3 導体層の 1 ユニットセルの対角線の長さの 1 2 % から 8 8 % の距離である、
誘電体基板。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 または 1 1 に記載の誘電体基板であって、
前記第 2 の種類の複数の第 3 のユニットセルの各々が、パッチ構造、ループ構造、またはループスロット構造のいずれかである、
誘電体基板。

【請求項 1 3】

請求項 8 から 1 2 のいずれかに記載の誘電体基板であって、
前記少なくとも 1 つの導体層の頂面上に形成されたアンテナ素子をさらに備えた、
誘電体基板。

【請求項 1 4】

誘電材料の導電性トレースを含むユニットセルであって、
該導電性トレースが

第 1 の方向に曲折された、巻数が少なくとも 1 回の第 1 の渦巻線と、
第 1 の方向に曲折された、巻数が少なくとも 1 回の第 2 の渦巻線と、
該第 1 の渦巻線を該第 2 の渦巻線に連結する連結腕部と、

を含む、ユニットセル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は概して、電磁干渉遮断 / 遮蔽の分野に関し、特に、電磁 (E M) 遮断構造、 E M 遮断特性を有する誘電体基板、および E M 遮断特性を有するユニットセル構造に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、 I o T 市場が成長している。従来、ネットワークおよび / またはインターネット接続用に設計されていなかった、例えば家電機器、腕時計、車などの装置が、ますますネットワーク通信ハードウェアを備えて製造され、これらの装置をインターネットおよび / または他の種類のデータネットワークに接続できるようになっている。さらに、これらの装置の多くが、無線接続で接続される。非特許文献 1 は、電磁 (E M) 干渉を遮断するためのシステムを記載している。信号伝送に低電力を用いる装置は、信号伝送に高電力を利用する装置よりも E M 干渉が比例的に高くなるため、 E M 干渉によって一層大きな影響を受ける。 E M 干渉を低減すれば、信号伝送用の電力レベルに関係なく、ネットワークで接続された装置の範囲が広くなり、信号品質を高めることができる。

【0 0 0 3】

様々な E M 遮断装置および基板が、小型化に向けて提案されてきた。例えば、パッチ型ユニットセルの規則的なパターンを有する人工磁気導体 (A M C) のサイズを低減する試みがなされてきた。これらの装置においては、パッチ型ユニットセルは各々、共振器波長と等しいサイズを有する。非特許文献 1 は、ループ構造およびループスロット構造のパターンを有するフィルムを備える。非特許文献 1 におけるユニットセルのサイズは、 $\lambda / 4$ である。ここで λ は信号の波長である。

【0 0 0 4】

10

20

30

40

50

平面波が金属導体に入射すると、この波が反射され、反射波の位相が180度ずれる。これは、一般的に電気壁と呼ばれる。この金属導体がアンテナの近傍にある場合、アンテナから放射された電磁波と金属導体により反射された電磁波とが、弱め合う干渉によって、アンテナからの信号を有効に遮断する。この現象を回避するために、アンテナと金属導体との間の距離は、場合によっては $\lambda/4$ に設定される。しかし、このように距離を大きくすることにより、アンテナ基板が厚くなることになる。上記の現象に加えて、平面波が磁性体に入射した場合には、反射位相ずれは、180度ではなく0度となり得る。

【0005】

非特許文献2は、反射平面波の位相変移を、-90度から90度に制御することにより、EM干渉を遮断することができるメタ材料を記載している。この場合、基板上のアンテナ素子が相対的に接近させられたとしても、装置は特定の周波数帯域内でEM遮断特性を維持する。

10

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】村上他, "誘電体基板を用いた人工磁気導体の低姿勢設計と帯域特性" 信学論(B), Vol. J98-B No. 2, pp. 172-179

【非特許文献2】林他, "金属板装荷FSRにおける等価回路を用いた反射特性解析とAMC基板への適用" 信学論(B), Vol. J96-B No. 9, pp. 1010-1018

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本開示は、新たな構造体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】

【0008】

本開示の電磁遮断構造は、誘電体基板と、少なくとも1つの導体層と、を備える。少なくとも1つの導体層は、該誘電体基板内にある。該少なくとも1つの導体層は、複数の第1のユニットセルと、複数の第2のユニットセルと、を含む。第1のユニットセルは、4回対称性を持たない第1の種類である。第2のユニットセルは、該第1の種類である。該複数の第1のユニットセルおよび該複数の第2のユニットセルは、グリッドパターンに配置される。該複数の第1のユニットセルにおける各第1のユニットセルは、該複数の第2のユニットセルにおける各第2のユニットセルに対して、90度をなすように配向される。

30

【0009】

本開示の誘電体基板は、少なくとも1つの接地導体層と、少なくとも1つの導体層と、を備える。該少なくとも1つの導体層は、複数の第1のユニットセルと、複数の第2のユニットセルと、を含む。複数の第1のユニットセルは、4回対称性を持たない第1の種類である。複数の第2のユニットセルは、該第1の種類である。該複数の第1のユニットセルおよび該複数の第2のユニットセルが、グリッドパターンに配置される。該複数の第1のユニットセルにおける各第1のユニットセルが、該複数の第2のユニットセルにおける各第2のユニットセルに対して、90度をなすように配向される。

40

【0010】

本開示のユニットセルは、誘電材料の導電性トレースを含む。該導電性トレースは、第1の渦巻線と、第2の渦巻線と、連結腕部と、を含む。第1の渦巻線は、第1の方向に曲折される。第1の渦巻線は、巻数が少なくとも1回である。第2の渦巻線は、第1の方向に曲折される。第2の渦巻線は、巻数が少なくとも1回である。連結腕部は、該第1の渦巻線を該第2の渦巻線に連結する。

【発明の効果】

【0011】

50

本開示における電磁遮断構造、誘電体基板およびユニットセルによれば、金属導体による反射波の影響が少ない。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の斜視図である。

【図2】図2は、いくつかの実施形態に係るメアングライン構造を有するユニットセルの一例の平面図である。

【図3】図3は、いくつかの実施形態に係る図2の電磁遮断構造の一例の切断面線A - A'における断面図である。

【図4】図4は、いくつかの実施形態に係るメアングライン構造を有するユニットセルの一例の平面図である。

10

【図5】図5は、いくつかの実施形態に係る点対称状2重渦巻構造を有するユニットセルの一例の平面図である。

【図6】図6は、いくつかの実施形態に係る線対称状2重渦巻構造を有するユニットセルの一例の平面図である。

【図7】図7は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の斜視図である。

【図8】図8は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の斜視図である。

【図9】図9は、いくつかの実施形態に係るパッチ構造を有するユニットセルの一例の平面図である。

【図10】図10は、いくつかの実施形態に係るループ構造を有するユニットセルの一例の平面図である。

20

【図11】図11は、いくつかの実施形態に係るループスロット構造を有するユニットセルの一例の平面図である。

【図12】図12(a)は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の斜視図である。図12(b)は、いくつかの実施形態に係る図12(a)の導体層の平面図である。

【図13】図13は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の斜視図である。

【図14】図14は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の斜視図である。

【図15】図15は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の斜視図である。

【図16】図16(a)は、いくつかの実施形態に係るアンテナ電磁遮断構造を備えた電磁遮断構造の一例の平面図である。図16(b)は、いくつかの実施形態に係る図16(a)の電磁遮断構造の一例の切断面線B - B'における断面図である。

30

【図17】図17は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の平面図である。

【図18】図18(a)は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の平面図である。図18(b)は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の平面図である。

【図19】図19(a)は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の平面図である。図19(b)は、いくつかの実施形態に係る電磁遮断構造の一例の平面図である。

【図20】図20(a)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数のメアングラインユニットセルの一樣な層である、図1の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図20(b)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数のメアングラインユニットセルの一樣な層

40

【図21】図21(a)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数の点対称状2重渦巻構造ユニットセルの一樣な層である、図1の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図21(b)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数の点対称状2重渦巻構造ユニットセルの一樣な層である、図1の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図22】図22(a)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数のメアングラインユニットセルの一樣な層である、図8の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図22(b)は、いくつかの実施形態に

50

係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数のメアングラインユニットセルの一樣な層である、図8の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図23】図23(a)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数の点対称状2重渦巻ユニットセルの一樣な層である、図8の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図23(b)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数の点対称状2重渦巻ユニットセルの一樣な層である、図8の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図24】図24(a)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数の線対称状2重渦巻ユニットセルの一樣な層である、図8の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図24(b)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数の線対称状2重渦巻ユニットセルの一樣な層である、図8の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図25】図25(a)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数のメアングラインユニットセルの一樣な層であり、かつパッチ層がループ構造ユニットセルの一樣な層である、図8の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図25(b)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数のメアングラインユニットセルの一樣な層であり、かつパッチ層がループ構造ユニットセルの一樣な層である、図8の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図26】図26(a)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数のメアングラインユニットセルの一樣な層であり、かつパッチ層がループスロットユニットセルの一樣な層である、図8の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図26(b)は、いくつかの実施形態に係る、第1導体層と第2導体層とが各々、複数のメアングラインユニットセルの一樣な層であり、かつパッチ層がループスロットユニットセルの一樣な層である、図8の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図27】図27(a)は、いくつかの実施形態に係る、導体層が複数のメアングラインユニットセルの一樣な層である、図7の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図27(b)は、いくつかの実施形態に係る、導体層が複数のメアングラインユニットセルの一樣な層である、図7の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図28】図28(a)は、いくつかの実施形態に係る、導体層が複数の点対称状2重渦巻ユニットセルの一樣な層である、図7の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図28(b)は、いくつかの実施形態に係る、導体層が複数の点対称状2重渦巻ユニットセルの一樣な層である、図7の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図29】図29(a)は、いくつかの実施形態に係る、導体層が複数の線対称状2重渦巻ユニットセルの一樣な層である、図7の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図29(b)は、いくつかの実施形態に係る、導体層が複数の線対称状2重渦巻ユニットセルの一樣な層である、図7の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図30】図30(a)は、いくつかの実施形態に係る、導体層が複数のメアングラインユニットセルの一樣な層である、図17の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図30(b)は、いくつかの実施形態に係る、導体層が複数のメアングラインユニットセルの一樣な層である、図17の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図31】図31(a)は、いくつかの実施形態に係る、導体層が3×3のメアングラインユニットセルの一樣な層である、図7の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反

10

20

30

40

50

射強度のグラフである。図 3 1 (b) は、いくつかの実施形態に係る、導体層が 3×3 のメアンダラインユニットセルの様な層である、図 7 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図 3 2】図 3 2 (a) は、いくつかの実施形態に係る図 1 3 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図 3 2 (b) は、いくつかの実施形態に係る図 1 3 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図 3 3】図 3 3 (a) は、いくつかの実施形態に係る図 1 4 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図 3 3 (b) は、いくつかの実施形態に係る図 1 4 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図 3 4】図 3 4 (a) は、いくつかの実施形態に係る図 1 2 (a) の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図 3 4 (b) は、いくつかの実施形態に係る図 1 2 (a) の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

10

【図 3 5】図 3 5 (a) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層が複数の点対称状 2 重渦巻ユニットセルの様な層であり、かつ第 2 導体層が複数のパッチユニットセルの様な層である、図 1 2 (a) の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図 3 5 (b) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層が複数の点対称状 2 重渦巻ユニットセルの様な層であり、かつ第 2 導体層が複数のパッチユニットセルの様な層である、図 1 2 (a) の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

20

【図 3 6】図 3 6 (a) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層が複数の線対称状 2 重渦巻ユニットセルの様な層であり、かつ第 2 導体層が複数のパッチユニットセルの様な層である、図 1 2 (a) の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図 3 6 (b) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層が複数の線対称状 2 重渦巻ユニットセルの様な層であり、かつ第 2 導体層が複数のパッチユニットセルの様な層である、図 1 2 (a) の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図 3 7】図 3 7 (a) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層が複数のメアンダラインユニットセルの様な層であり、かつ第 2 導体層が複数のループユニットセルの様な層である、図 1 2 (a) の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図 3 7 (b) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層が複数のメアンダラインユニットセルの様な層であり、かつ第 2 導体層が複数のループユニットセルの様な層である、図 1 2 (a) の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

30

【図 3 8】図 3 8 (a) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層と第 2 導体層とが各々、複数のメアンダラインユニットセルの様な層であり、第 1 導体層が図 1 8 (a) に示すパターンを有し、第 2 導体層が図 1 8 (b) に示すパターンを有する、図 1 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図 3 8 (b) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層と第 2 導体層とが各々、複数のメアンダラインユニットセルの様な層であり、第 1 導体層が図 1 8 (a) に示すパターンを有し、第 2 導体層が図 1 8 (b) に示すパターンを有する、図 1 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

40

【図 3 9】図 3 9 は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層が複数のメアンダラインユニットセルの様な層であり、かつ第 2 導体層が複数のループユニットセルの様な層である、図 1 2 (a) の電磁遮断構造の一例における 1 ユニットセルの幅のパーセンテージとして表現したズレに対する中心周波数および等方性の周波数帯域のグラフである。

【図 4 0】図 4 0 (a) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層と第 2 導体層とが各々、複数の点対称状 2 重渦巻ユニットセルの様な層である、図 8 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図 4 0 (b) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層と第 2 導体層とが各々、複数の点対称状 2 重渦巻ユニットセルの様な

50

な層である、図 8 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【図 4 1】図 4 1 (a) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層と第 2 導体層とが各々、複数のメアンダラインユニットセルの様な層であり、かつ第 1 導体層が図 1 9 (b) に示すユニットセルパターンを有し、第 2 導体層が図 1 9 (a) に示すユニットセルパターンを有する、図 8 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図 4 1 (b) は、いくつかの実施形態に係る、第 1 導体層と第 2 導体層とが各々、複数のメアンダラインユニットセルの様な層であり、かつ第 1 導体層が図 1 9 (b) に示すユニットセルパターンを有し、第 2 導体層が図 1 9 (a) に示すユニットセルパターンを有する、図 8 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

10

【図 4 2】図 4 2 (a) は、いくつかの実施形態に係る図 1 5 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射強度のグラフである。図 4 2 (b) は、いくつかの実施形態に係る図 1 5 の電磁遮断構造の一例に関する周波数に対する反射位相のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本願のいくつかの実施形態に係る電磁遮断構造、誘電体基板、およびユニットセルについて、図面を参照して説明する。以下の説明において、上面等のように上面と下面とを区別しているが、これは便宜上であり、実際に基板等が使用される際の上下を限定するものではない。

20

【 0 0 1 4 】

本開示は、添付の図面を参照する以下の詳細な説明によって理解できる。特筆していないかぎり、様々な構造を等尺で描いておらず、例示の目的にのみ用いている。さらに、説明を明確にするために、様々な構造の寸法を拡大または縮小している場合がある。

【 0 0 1 5 】

本開示の実施形態は、電磁 (E M) 遮断構造の小型化を可能にすると同時に、異方性を低減または除去するために開発された。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、いくつかの実施形態に係る E M 遮断構造 1 0 0 の斜視図である。 E M 遮断構造 1 0 0 は、接地層 1 1 0 を備える。第 1 導体層 1 2 0 が、接地層 1 1 0 の頂面を覆う。第 2 導体層 1 3 0 が、第 1 導体層 1 2 0 と接地層 1 1 0 との間にある。第 1 導体層 1 2 0 は、4 回対称性を持たない複数のユニットセル 1 2 5 を含む。複数のユニットセル 1 2 5 は、接地層 1 1 0 からの距離が、他のすべてのユニットセル 1 2 5 と同じとなるように、二次元配列される。各ユニットセル 1 2 5 は、他のすべてのユニットセル 1 2 5 と同じ形状および同じ向きを有する。第 2 導体層 1 3 0 は、4 回対称性を持たない複数のユニットセル 1 3 5 を含む。複数のユニットセル 1 3 5 は、接地層 1 1 0 からの距離が、他のすべてのユニットセル 1 3 5 と同じとなるように、二次元配列される。各ユニットセル 1 3 5 は、他のすべてのユニットセル 1 3 5 と同じ形状および同じ向きを有する。複数のユニットセル 1 3 5 の向きは、複数のユニットセル 1 2 5 の向きに対して、接地層 1 1 0 の頂面と垂直な軸に関して 9 0 度回転されている。誘電材料が、接地層 1 1 0 と、第 1 導体層 1 2 0 と、第 2 導体層 1 3 0 との間の空間を充填している。いくつかの実施形態においては、この誘電材料は、実質的に均一な組成を有する単層材料である。いくつかの実施形態においては、この誘電材料は、少なくとも 2 つの異なる組成を含む多層材料である。ユニットセルの回転対称性は、4 回対称に限られない。ユニットセルの回転対称性は、ユニットセルが並ぶ格子形状に合わせて変更しうる。ユニットセルが矩形格子の場合は、2 回対称性を持たない。ユニットセルが六角格子の場合は、6 回対称性を持たない。

30

40

【 0 0 1 7 】

接地層 1 1 0 は導電材料であり、第 1 導体層 1 2 0 および第 2 導体層 1 3 0 を遮蔽する。接地層 1 1 0 は、少なくとも第 2 導体層 1 3 0 の外縁まで延びる外周を有する連続版である。接地層 1 1 0 は、接地電圧に電氣的に接続されている。いくつかの実施形態におい

50

ては、接地層 110 は、銅、アルミニウム、タングステン、または他の好適な導電材料などである。接地層 110 の厚さは、約 1 μm から約 1 mm の範囲である。接地層 110 の厚さが小さすぎると、接地層 110 が第 1 導体層 120 および第 2 導体層 130 を十分に遮蔽しないことがある。接地層 110 の厚さが大きすぎると、EM 遮断構造 100 のサイズが大きくなり、機能を大して向上させることなく、材料の無駄と生産コストの増大となることがある。

【0018】

第 1 導体層 120 は、EM 波の所定の帯域を遮断するように構成されている。第 1 導体層 120 は、単層に配列された複数のユニットセル 125 を含む。各ユニットセル 125 は、隣接する複数のユニットセル 125 から第 1 の距離分離間されている。複数のユニットセル 125 の形状、材料、間隔によって、第 1 導体層 120 で反射する EM 波の波長が決まる。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 125 は、正方形配列、矩形配列、またはその他の好適な配列分布である。いくつかの実施形態においては、第 1 導体層 120 における少なくとも 1 つの配列位置において、複数のユニットセル 125 が配置されていない。いくつかの実施形態においては、第 1 導体層 120 におけるこの少なくとも 1 つの配列位置には、パッチセルが配置されているか、あるいは空隙である。いくつかの実施形態においては、第 1 導体層 120 の面積は、接地層 110 の面積よりも小さい。いくつかの実施形態においては、第 1 導体層 120 の面積は、接地層 110 の面積に等しい。いくつかの実施形態においては、第 1 導体層 120 の外縁が、接地層 110 の頂面と平行な方向に、接地層 110 の外周から 1 ユニットセル 125 の幅半分までの距離分陥凹されている。

【0019】

第 1 導体層 120 の厚さは、約 1 μm から約 1 mm の範囲である。第 1 導体層 120 の厚さが小さすぎると、第 1 導体層 120 が十分な EM 遮断特性をもたらさないことがある。導体層 120 の厚さが大きすぎると、EM 遮断構造 100 のサイズが大きくなり、機能を大して向上させることなく、材料の無駄と生産コストの増大となることがある。

【0020】

各ユニットセル 125 は、そのユニットセル 125 を横断して延びる導電性トレース（本明細書では形状と称する）を有する。いくつかの実施形態においては、各ユニットセル 125 は、メアンダライン形状、線対称状 2 重渦巻形状、点对称状 2 重渦巻形状、アコーディオン形状、またはその他の好適な形状から選択された形状を有する。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 125 の形状の材料は、銅、アルミニウム、タングステン、またはその他の好適な導電材料などである。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 125 の形状の材料は、接地層 110 と同じ材料である。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 125 の形状の材料は、接地層 110 の材料とは異なる。

【0021】

第 2 導体層 130 は、EM 波の所定の帯域を遮断するように構成されている。第 2 導体層は、単層に配列された複数のユニットセル 135 を含む。各ユニットセル 135 は、隣接する複数のユニットセル 135 から第 2 の距離分離間されている。いくつかの実施形態においては、第 1 の距離は第 2 の距離に等しい。複数のユニットセル 135 の形状、材料、および間隔により、第 2 導体層 130 で反射する EM 波の波長が決まる。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 135 は、正方形配列、矩形配列、またはその他の好適な配列分布である。いくつかの実施形態においては、第 2 導体層 130 の面積は、接地層 110 の面積よりも小さい。いくつかの実施形態においては、第 2 導体層 130 の面積は、接地層 110 の面積に等しい。いくつかの実施形態においては、第 2 導体層 130 の外縁は、接地層 110 の頂面と平行な方向に、接地層 110 の外周から 1 ユニットセル 135 の幅半分までの距離分陥凹（または突出）している。

【0022】

第 2 導体層 130 の厚さは、約 1 μm から約 1 mm の範囲である。第 2 導体層 130 の

厚さが小さすぎると、十分なEM遮断特性をもたらさないことがある。導体130の厚さが大きすぎると、EM遮断構造100のサイズが大きくなり、機能を大して向上させることなく、材料の無駄と生産コストの増大となることがある。

【0023】

各ユニットセル135は、そのユニットセル135を横断して延びる導電性トレース（本明細書では形状と称する）を有する。いくつかの実施形態においては、各ユニットセル135は、メアングライン形状、線対称状2重渦巻形状、点对称状2重渦巻形状、アコーディオン形状、またはその他の好適な形状から選択された形状を有する。いくつかの実施形態においては、各ユニットセル135は、各ユニットセル125と同じ形状を有する。いくつかの実施形態においては、少なくとも1つのユニットセル135が、少なくとも1つのユニットセル125と異なる形状を有する。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル135の形状の材料は、銅、アルミニウム、タングステン、またはその他の好適な導電材料などである。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル135の形状の材料は、接地層110と第1導体層120の両方の材料と同じである。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル135の形状の材料は、接地層110または第1導体層120のいずれか一方の材料とは異なる。

10

【0024】

図2は、電磁遮断構造100の平面図である。接地層110は、図2では見えない。複数のユニットセル135に対する複数のユニットセル125のずれがもっとよく見えるように、第1導体層120の一部を切り欠いている。複数のユニットセル125は、対応する複数のユニットセル135と完全には重なっていない。むしろ、複数のユニットセル125が、複数のユニットセル135からずれている。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル135に対する複数のユニットセル125のずれの距離は、複数のユニットセル125と複数のユニットセル135とが完全に重なっていることを示すゼロから、1ユニットセル125の幅の2分の1までの範囲である。ずれ量がある範囲外であると、EM遮断特性が低減を示す。

20

【0025】

図3は、いくつかの実施形態に係るEM遮断構造100の図2の切断面線A-A'の位置における断面である。EM遮断構造100は任意で、第1導体層120と第2導体層130との間に、第3導体層140を備える。誘電材料50が、接地層110、第1導体層120、第2導体層130、および第3導体層140の間の空間を充填する。接地層110と第1導体層120との間の距離は、「h」である。電磁遮断構造100の頂面と第1導体層120との間の距離は、「d」である。第1導体層120と第3導体層140との間の距離は、「e」である。第2導体層130と第3導体層140との間の距離は、「f」である。いくつかの実施形態においては、距離dは、距離eと距離fの両方に等しい。いくつかの実施形態においては、距離dは、距離eまたは距離fの少なくともいずれか一方とは異なる。具体的な測定寸法は、例えば、 $h = 1.68 \text{ mm}$ 、 $d = 0.3 \text{ mm}$ 、および $e = f = 0.08 \text{ mm}$ である。

30

【0026】

図4は、いくつかの実施形態に係るメアングライン構造410を有するユニットセル400の上面図である。メアングライン構造410は、実質的に平行な脚部415と連結腕部420および430とを備え、各脚部は、その脚部の端部に設けられた少なくとも1つの連結腕部によって、隣接する脚部に連結されている。いくつかの実施形態においては、これらの脚部は互いに平行である。いくつかの実施形態においては、少なくとも1つの脚部が、別の脚部に対して傾斜されている。いくつかの実施形態においては、これらの連結腕部は互いに平行である。いくつかの実施形態においては、少なくとも1つの連結腕部が、別の連結腕部に対して傾斜されている。いくつかの実施形態においては、ある脚部とある連結腕部との内角「 θ 」は、実質的に90度である。いくつかの実施形態においては、この内角は、90度より大きい。いくつかの実施形態においては、この内角は、90度より小さい。いくつかの実施形態においては、ユニットセル400は、正方形、矩形、六角

40

50

形，またはその他の好適な形状である。距離「 m_1 」は、メアングライン構造410の最外部の脚部の間で測定された、このメアングライン構造410の第1辺の長さである。距離「 m_2 」は、このメアングライン構造410の最外部の1脚部の長さとして測定された、このメアングライン構造410の第2辺の長さである。いくつかの実施形態においては、 m_1 と m_2 とは同じである。いくつかの実施形態においては、 m_1 と m_2 とは異なる。距離「 g_1 」は、2つの隣接する脚部間の距離である。距離「 w 」は、このメアングライン構造410の少なくとも1つの脚部の幅である。いくつかの実施形態においては、 g_1 と w とは同じである。いくつかの実施形態においては、 g_1 と w とは異なる。このメアングライン構造410の外側を囲む破線は、ユニットセルの周を画定している。距離「 k_1 」は、ユニットセル400の第1辺の周長であり、変数「 k_2 」は、ユニットセル400の第2辺の周長である。いくつかの実施形態においては、 k_1 と k_2 とは同じである。いくつかの実施形態においては、 k_1 と k_2 とは異なる。距離「 g_2 」は、ユニットセル400の第1辺における周と、メアングライン構造410の第1辺における最外部の脚部の端部との間の距離である。距離「 g_3 」は、ユニットセル400の第2辺における周と、メアングライン構造410の第2辺における最外部の脚部との間に延びる。いくつかの実施形態においては、 g_2 と g_3 とは同じである。いくつかの実施形態においては、 g_2 と g_3 とは異なる。具体的な測定寸法は、例えば、 $k_1 = k_2 = 2.8\text{ mm}$ ， $m_1 = m_2 = 2.6\text{ mm}$ ， $w = 0.2\text{ mm}$ ， $g_1 = 0.2\text{ mm}$ ，および $g_2 = g_3 = 0.1\text{ mm}$ である。

【0027】

図5は、いくつかの実施形態に係る点対称状2重渦巻構造を有するユニットセル500の上面図である。点対称状2重渦巻構造は、第1の渦巻線510と、この第1の渦巻線に連結腕部530によって連結された第2の渦巻線520とを含む。第1の渦巻線510および第2の渦巻線520は、連結腕部530に対して異なる方向から連結している。いくつかの実施形態においては、渦巻線は、各々、1回旋回している。いくつかの実施形態においては、各渦巻線の旋回は、4回以上、または1回未満である。いくつかの実施形態においては、各渦巻線の巻数は同じである。いくつかの実施形態においては、各渦巻線の巻数は異なる。いくつかの実施形態においては、少なくとも1回の転回の内角「 θ 」は、実質的に90度であり、他の実施形態においては、90度よりも大きい。少なくとも1つの転回の内角は、いくつかの実施形態においては、90度より小さい。いくつかの実施形態においては、ユニットセル500は、正方形、矩形、六角形、またはその他の好適な形状である。寸法 k_1 ， k_2 ， m_1 ， m_2 ， g_1 ， g_2 ， g_3 は、ユニットセル400のものと実質的に同じユニットセル500の測定寸法属性を表す。具体的な測定寸法は、例えば、 $k_1 = k_2 = 2.8\text{ mm}$ ， $m_1 = m_2 = 2.6\text{ mm}$ ， $w = 0.2\text{ mm}$ ， $g_1 = 0.2\text{ mm}$ ， $g_2 = g_3 = 0.1\text{ mm}$ である。

【0028】

図6は、いくつかの実施形態に係る線対称状2重渦巻構造を有するユニットセル600の上面図である。線対称状2重渦巻構造は、第1の渦巻線610と、この第1の渦巻線610に連結腕部630によって連結された第2の渦巻線620とを含む。第1の渦巻線610および第2の渦巻線620は、連結腕部630に対して同じ方向から連結している。いくつかの実施形態においては、渦巻線は各々、1回旋回している。いくつかの実施形態においては、各渦巻線の旋回は、4回以上、または1回未満である。いくつかの実施形態においては、各渦巻線の巻数は同じである。いくつかの実施形態においては、各渦巻線の巻数は異なる。いくつかの実施形態においては、少なくとも1回の転回の内角「 θ 」は、実質的に90度であり、他の実施形態においては、90度よりも大きい。少なくとも1つの転回の内角は、いくつかの実施形態においては、90度より小さい。いくつかの実施形態においては、ユニットセル600は、正方形、矩形、またはその他の好適な形状である。寸法 k_1 ， k_2 ， m_1 ， m_2 ， g_1 ， g_2 ， g_3 は、ユニットセル400のものと実質的に同じユニットセル600の測定寸法属性を表す。第1の渦巻線610の2つの脚部間の距離は g_4 であり、第2の渦巻線620の2つの脚部間の距離は g_5 である。い

くつかの実施形態においては、 g_4 と g_5 とは同じであり、他の実施形態においては、 g_4 と g_5 とは異なる。具体的な測定寸法は、例えば、 $k_1 = k_2 = 2.8 \text{ mm}$ 、 $m_1 = m_2 = 2.6 \text{ mm}$ 、 $w = 0.2 \text{ mm}$ 、 $g_1 = 0.2 \text{ mm}$ 、 $g_2 = g_3 = 0.1 \text{ mm}$ 、および $g_4 = g_5 = 0.4 \text{ mm}$ である。

【0029】

図7は、いくつかの実施形態に係るEM遮断構造700の斜視図である。電磁遮断構造700は、接地層110を備える。導体層720は、接地層110の頂面を覆う。導体層720は、互い違いに配置された複数のユニットセル725と複数のユニットセル730を含む。複数のユニットセル725および複数のユニットセル730は、接地層110からの距離が、他のすべてのユニットセル725およびユニットセル730と同じとなるように、二次元配列される。各ユニットセル725は、他のすべてのユニットセル725と同じ形状および同じ向きを有する。各ユニットセル730は、他のすべてのユニットセル730と同じ形状および同じ向きを有する。少なくとも1つのユニットセル730が、隣接するユニットセル725に対して、実質的に90度時計回りまたは半時計回りに配向される。誘電材料が、接地層110と導体層720との間の空間を充填している。いくつかの実施形態においては、誘電材料は、実質的に均一な組成を有する単層材料である。いくつかの実施形態においては、誘電材料は、少なくとも2つの異なる組成を含む多層材料である。

【0030】

導体層720は、EM波の所定の帯域を遮断するように構成されている。第1導体層720は、単層に配列された複数のユニットセル725および複数のユニットセル730を備える。各ユニットセル725は、隣接する複数のユニットセル730または隣接する複数のユニットセル725から第1の距離分離間されている。複数のユニットセル725および複数のユニットセル730の形状、材料、および間隔により、導体層720で反射するEM波の波長が決まる。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル725および複数のユニットセル730は、正方形配列、矩形配列、またはその他の好適な配列分布である。いくつかの実施形態においては、導体層720における少なくとも1つの配列位置において、複数のユニットセル725および複数のユニットセル730が配置されていない。いくつかの実施形態においては、導体層720におけるこの少なくとも1つの配列位置には、パッチセルが配置されているか、あるいは空隙である。いくつかの実施形態においては、第1導体層720の面積は、接地層110の面積より小さい。いくつかの実施形態においては、第1導体層720の面積は、接地層110の面積に等しい。いくつかの実施形態においては、第1導体層720の外縁が、接地層110の頂面と平行な方向に、接地層110の外周から1ユニットセル725または1ユニットセル730の幅半分までの距離分陥凹されている。

【0031】

第1導体層720の厚さは、約 $1 \mu\text{m}$ から約 1 mm の範囲である。第1導体層720の厚さが小さすぎると、第1導体層720が十分な電磁遮断特性をもたらさないことがある。導体層720の厚さが大きすぎると、EM遮断構造700のサイズが大きくなり、機能を大して向上させることなく、材料の無駄と生産コストの増大となることがある。

【0032】

各ユニットセル725は、そのユニットセル725を横断して延びる導電性トレース(本明細書では形状と称する)を有する。いくつかの実施形態においては、各ユニットセル725は、メアンダライン形状、線対称状2重渦巻形状、点对称状2重渦巻形状、アコーディオン形状、またはその他の好適な形状から選択された形状を有する。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル725の形状の材料は、銅、アルミニウム、タングステン、またはその他の好適な導電材料などである。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル725の形状の材料は、接地層110と同じ材料である。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル725の形状の材料は、接地層110の材料とは異なる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

各ユニットセル 7 3 0 は、そのユニットセル 7 3 0 を横断して延びる導電性トレース（本明細書では形状と称する）を有する。いくつかの実施形態においては、各ユニットセル 7 3 0 は、メアンダライン形状，線対称状 2 重渦巻形状，点对称状 2 重渦巻形状，アコーディオン形状，またはその他の好適な形状から選択された形状を有する。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 7 3 0 の形状の材料は、銅，アルミニウム，タングステン，またはその他の好適な導電材料などである。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 7 3 0 の形状の材料は、接地層 1 1 0 と同じ材料である。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 7 3 0 の形状の材料は、接地層 1 1 0 の材料とは異なる。

10

【 0 0 3 4 】

図 8 は、いくつかの実施形態に係る E M 遮断構造 8 0 0 の斜視図である。E M 遮断構造 1 0 0 と比べて、E M 遮断構造 8 0 0 は、第 1 導体層 1 2 0 と第 2 導体層 1 3 0 との間にパッチ層 8 4 0 を備える。

【 0 0 3 5 】

パッチ層 8 4 0 は、電磁（E M）波の所定の帯域を遮断するように構成されている。パッチ層 8 4 0 は、単層に配列された複数のユニットセル 8 4 5 を含む。各ユニットセル 8 4 5 は、隣接する複数のユニットセル 8 4 5 から第 1 の距離分離間されている。複数のユニットセル 8 4 5 の形状、材料、および間隔により、パッチ層 8 4 0 で反射する E M 波の波長が決まる。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 8 4 5 は、正方形配列，矩形配列，またはその他の好適な配列分布である。いくつかの実施形態においては、パッチ層 8 4 0 における少なくとも 1 つの配列位置に、複数のユニットセル 8 4 5 が配置されていない。いくつかの実施形態においては、パッチ層 8 4 0 におけるこの少なくとも 1 つの配列位置には、パッチセルが配置されているか、あるいは空隙である。いくつかの実施形態においては、パッチ層 8 4 0 の面積は、接地層 1 1 0 の面積より小さい。いくつかの実施形態においては、パッチ層 8 4 0 の面積は、接地層 1 1 0 の面積に等しい。いくつかの実施形態においては、パッチ層 8 4 0 の外縁が、接地層 1 1 0 の頂面と平行な方向に、接地層 1 1 0 の外周から 1 ユニットセル 8 4 5 の幅半分までの距離分陥凹されている。

20

【 0 0 3 6 】

パッチ層 8 4 0 の厚さは、約 1 μ m から約 1 mm の範囲である。パッチ層 8 4 0 の厚さが小さすぎると、パッチ層 8 4 0 が十分な電磁遮断特性をもたらさないことがある。パッチ層 8 4 0 の厚さが大きすぎると、E M 遮断構造 8 0 0 のサイズが大きくなり、機能を大して向上させることなく、材料の無駄と生産コストの増大となることがある。

30

【 0 0 3 7 】

各ユニットセル 8 4 5 は、そのユニットセル 8 4 5 を横断して延びる導電性トレース（本明細書では形状と称する）を有する。いくつかの実施形態においては、各ユニットセル 8 4 5 は、パッチ形状，ループ形状，ループスロット形状，またはその他の好適な形状から選択された形状を有する。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 8 4 5 の形状の材料は、銅，アルミニウム，タングステン，またはその他の好適な導電材料などである。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 8 4 5 の形状の材料は、接地層 1 1 0、第 1 導体層 1 2 0、および第 2 導体層 1 3 0 と同じ材料である。いくつかの実施形態においては、複数のユニットセル 8 4 5 の形状の材料は、接地層 1 1 0、第 1 導体層 1 2 0、および第 2 導体層 1 3 0 の少なくとも 1 つの材料とは異なる。

40

【 0 0 3 8 】

図 9 は、いくつかの実施形態に係るパッチ構造 9 1 0 を有するユニットセル 9 0 0 である。いくつかの実施形態においては、このパッチ構造は、実質的に正方形の導電材料のパッチを含む。

【 0 0 3 9 】

いくつかの実施形態においては、ユニットセル 9 0 0 は、正方形，矩形，六角形，また

50

はその他の好適な形状である。距離「 m_1 」は、パッチ構造 9 1 0 の第 1 辺の長さである。寸法 k_1 , k_2 , m_1 , m_2 , g_1 , および g_2 は、ユニットセル 4 0 0 のものと実質的に同じユニットセル 9 0 0 の測定寸法属性を表す。具体的な測定寸法は、例えば、 $k_1 = k_2 = 2.8 \text{ mm}$, $m_1 = m_2 = 2.6 \text{ mm}$, および $g_1 = g_2 = 0.1 \text{ mm}$ である。
【 0 0 4 0 】

図 1 0 は、いくつかの実施形態に係るループ構造 1 0 1 0 を有するユニットセル 1 0 0 0 である。このループ構造は、ユニットセル 1 0 0 0 の周に追従する導電材料のトレースを含む。寸法 k_1 , k_2 , m_1 , m_2 , g_1 , および g_2 は、ユニットセル 4 0 0 のものと実質的に同じユニットセル 1 0 0 0 の測定寸法属性を表す。具体的な測定寸法は、例えば、 $k_1 = k_2 = 2.8 \text{ mm}$, $m_1 = m_2 = 2.6 \text{ mm}$, $w = 0.2 \text{ mm}$, および $g_1 = g_2 = 0.1 \text{ mm}$ である。

10

【 0 0 4 1 】

いくつかの実施形態においては、ユニットセル 1 0 0 0 は、正方形、矩形、六角形、またはその他の好適な形状である。距離「 n_1 」は、ループ構造 1 0 1 0 の第 1 辺におけるループの内縁からループ構造 1 0 1 0 の第 2 辺におけるループの内縁までの空隙部にわたって延びる。距離「 n_2 」は、ループ構造 1 0 1 0 の第 3 辺におけるループの内縁から、ループ構造 1 0 1 0 の第 4 辺におけるループの内縁までの空隙部を縦断し、距離 n_1 に垂直な方向に延びる。いくつかの実施形態においては、 n_1 と n_2 とは同じである。いくつかの実施形態においては、 n_1 と n_2 とは異なる。

【 0 0 4 2 】

20

図 1 1 は、いくつかの実施形態に係るループスロット構造 1 1 1 0 を有するユニットセル 1 1 0 0 である。いくつかの実施形態においては、このループスロット構造は、導電材料 1 1 5 0 のパッチを囲繞する導電材料 1 1 2 5 のループを含み、当該パッチと当該ループとの間には空隙部がある。いくつかの実施形態においては、ユニットセル 1 1 0 0 は、正方形、矩形、またはその他の好適な形状である。寸法 k_1 , k_2 , w , m_1 , m_2 , g_1 , および g_2 は、ユニットセル 4 0 0 のものと実質的に同じ測定寸法属性を表す。具体的な測定寸法は、例えば、 $k_1 = k_2 = 2.8 \text{ mm}$, $w = 0.2 \text{ mm}$, $m_1 = m_2 = 2.6 \text{ mm}$ および $g_1 = g_2 = 0.1 \text{ mm}$ である。

【 0 0 4 3 】

図 1 2 (a) は、いくつかの実施形態に係る EM 遮断構造 1 2 0 0 の斜視図である。EM 遮断構造 7 0 0 と比べて、EM 遮断構造 1 2 0 0 は、パッチ層 1 2 3 0 を含む。パッチ層 1 2 3 0 は、複数のユニットセル 1 2 3 5 を含む。パッチ層 1 2 3 0 は、パッチ層 8 4 0 に類似している。複数のユニットセル 1 2 3 5 を、ユニットセル 9 0 0 , 1 0 0 0 および 1 1 0 0 から選択することが可能である。簡潔にするために、これらの素子の説明をここでは繰り返さない。導体層 7 2 0 の複数のユニットセル 7 2 5 および複数のユニットセル 7 3 0 は、これらのユニットセル 7 2 5 およびユニットセル 7 3 0 のそれぞれの隅部が、パッチ層 1 2 3 0 の各ユニットセル 1 2 3 5 の中央部と重なるように、ずれて重ねられている。この重なりを表す破線を図 1 2 (b) に示す。

30

【 0 0 4 4 】

図 1 2 (b) は、EM 遮断構造 1 2 0 0 の平面図である。破線「A」は、第 1 導体層 7 2 0 が第 2 導体層 1 2 3 0 に重なる領域を示す。

40

【 0 0 4 5 】

図 1 3 は、いくつかの実施形態に係る EM 遮断構造 1 3 0 0 の斜視図である。EM 遮断構造 1 3 0 0 は、EM 遮断構造 7 0 0 に類似している。ユニットセル 1 3 2 5 は、ユニットセル 7 2 5 に類似しており、ユニットセル 1 3 3 0 は、ユニットセル 7 3 0 に類似している。簡潔にするために、これらのユニットセルの説明をここでは繰り返さない。EM 遮断構造 7 0 0 と比べて、EM 遮断構造 1 3 0 0 は、ユニットセル 1 3 2 5 またはユニットセル 1 3 3 0 の代わりに、空隙 1 3 3 5 を含む。いくつかの実施形態においては、2 以上のユニットセル 1 3 2 0 またはユニットセル 1 3 3 0 が、空隙 1 3 3 5 に置き換えられている。

50

【 0 0 4 6 】

図 1 4 は、いくつかの実施形態に係る E M 遮断構造 1 4 0 0 の斜視図である。E M 遮断構造 1 4 0 0 は、E M 遮断構造 7 0 0 に類似している。ユニットセル 1 3 2 5 は、ユニットセル 7 2 5 に類似しており、ユニットセル 1 3 3 0 は、ユニットセル 7 3 0 に類似している。簡潔にするために、これらのユニットセルの説明をここでは繰り返さない。E M 遮断構造 7 0 0 と比べて、E M 遮断構造 1 4 0 0 は、ユニットセル 1 3 2 5 またはユニットセル 1 3 3 0 の代わりに、空隙 1 4 3 5 を含む。いくつかの実施形態においては、2 以上のユニットセル 1 3 2 5 またはユニットセル 1 3 3 0 が、空隙 1 4 3 5 に置き換えられている。

【 0 0 4 7 】

図 1 5 は、接地層 1 1 0 と第 2 導体層 1 3 0 との間にさらなる第 3 導体層 1 5 2 0 がある、図 1 の例示的実施形態の斜視図である。

【 0 0 4 8 】

図 1 6 (a) は、基板 1 6 0 0 の表面にアンテナ素子 1 6 2 5 およびアンテナ素子 1 6 3 0 を備えた図 7 の例示的実施形態の平面図である。いくつかの実施形態においては、アンテナ素子 1 6 2 5 は、ユニットセル 4 0 0 に類似したメアングライン状の部分を含む。いくつかの実施形態においては、アンテナ素子 1 6 3 0 は、ユニットセル 4 0 0 に類似したメアングライン状の部分を含む。いくつかの実施形態においては、アンテナ素子 1 6 2 5 およびアンテナ素子 1 6 3 0 は、同一の共振周波数を有し、他の実施形態においては、アンテナ素子 1 6 2 5 およびアンテナ素子 1 6 3 0 は、異なる共振周波数を有する。アンテナ素子 1 6 2 5 およびアンテナ素子 1 6 3 0 のいずれか、または両方の共振周波数は、例えば、5 . 2 7 G H z である。いくつかの実施形態においては、アンテナ素子 1 6 2 5 は、5 . 2 7 G H z よりも高い共振周波数を有し、他の実施形態においては、アンテナ素子 1 6 2 5 は、5 . 2 7 G H z よりも低い共振周波数を有する。いくつかの実施形態においては、基板 1 6 0 0 は、アンテナ素子 1 6 2 5 またはアンテナ素子 1 6 3 0 のいずれか一方を備える。いくつかの実施形態においては、基板 1 6 0 0 は、アンテナ素子 1 6 2 5 およびアンテナ素子 1 6 3 0 の両方を備える。基板 1 6 0 0 のいくつかの実施形態は、3 以上のアンテナ素子を収容する。いくつかの実施形態においては、アンテナ素子 1 6 2 5 および / またはアンテナ素子 1 6 3 0 は、直線偏波されており、他の実施形態においては、アンテナ素子 1 6 2 5 および / またはアンテナ素子 1 6 3 0 は、円偏波されている。

【 0 0 4 9 】

図 1 6 (b) は、図 1 6 (a) の切断面線 B - B ' における基板 1 6 0 0 の断面である。寸法 h および d は、E M 遮断構造 1 0 0 のものと実質的に同じ基板 1 6 0 0 の測定寸法属性を表す。具体的な測定寸法は、例えば、h = 1 . 6 8 m m および d = 0 . 3 m m である。

【 0 0 5 0 】

図 1 7 は、少なくとも 1 実施形態に係る導体層 1 7 2 0 の平面図である。導体層 1 7 2 0 は、導体層 7 2 0 に類似している。導体層 7 2 0 と比べて、導体層 1 7 2 0 は、複数のユニットセル 7 2 5 および複数のユニットセル 7 3 0 が異なるパターンを有する。導体層 1 7 2 0 は、4 つの縦方向の列を含む。第 1 (最左) 列において、3 つのユニットセル 7 2 5 が、隣接するユニットセル 7 3 0 の縦方向上側に順次配置される。第 2 (最左列に隣接する) 列は、4 つのユニットセル 7 3 0 を含む。第 3 列は、3 つの順次配置されたユニットセル 7 2 5 に隣接して、縦方向に配置された 1 つのユニットセル 7 3 0 を含む。第 4 列は、第 2 列と実質的に同様に順次配置された 4 つのユニットセル 7 3 0 を含む。いくつかの実施形態においては、導体層 1 7 2 0 は、5 以上または 4 未満の列を含む。当業者であれば、複数のユニットセル 7 2 5 および複数のユニットセル 7 3 0 のパターンのさらなる変形例も、本説明の範囲内であることを認識するであろう。

【 0 0 5 1 】

図 1 8 (a) は、少なくとも 1 実施形態に係る導体層 1 8 2 0 の複数のユニットセル 7 2 5 および複数のユニットセル 7 3 0 のパターンの平面図である。導体層 1 8 2 0 は、導

10

20

30

40

50

体層 720 に類似している。導体層 720 と比べて、導体層 1820 は、複数のユニットセル 725 および複数のユニットセル 730 が異なるパターンを有する。導体層 1820 は、縦方向に 2 列を備える。第 1 (最左) 列においては、1 つのユニットセル 730 が、隣接するユニットセル 725 の縦方向上側に連続して配置されている。第 2 (最左列に隣接する) 列は、2 つのユニットセル 730 を含む。いくつかの実施形態においては、導体層 1820 は、3 以上または 2 未満の列を含む。当業者であれば、複数のユニットセル 725 および複数のユニットセル 730 のパターンのさらなる変形例も、本説明の範囲内であることを認識するであろう。

【0052】

図 18 (b) は、少なくとも 1 実施形態に係る導体層 1830 の複数のユニットセル 725 および複数のユニットセル 730 のパターンの平面図である。導体層 1830 は、導体層 720 に類似している。導体層 720 と比べて、導体層 1830 は、複数のユニットセル 725 および複数のユニットセル 730 が異なるパターンを有する。導体層 1830 は、縦方向に 3 列を備える。第 1 (最左) 列において、3 つのユニットセル 725 が、縦方向に順次配置されている。第 2 (最左列に隣接する) 列において、1 つのユニットセル 725 が、2 つのユニットセル 730 の間に隣接して配置されている。第 3 列は、3 つの順次配置されたユニットセル 725 を含む。いくつかの実施形態においては、導体層 1830 は、4 以上または 3 未満の列を備える。当業者であれば、複数のユニットセル 725 および複数のユニットセル 730 のパターンのさらなる変形例も、本説明の範囲内であることを認識するであろう。

【0053】

図 19 (a) は、少なくとも 1 実施形態に係る導体層 1920 の平面図である。導体層 1920 は、導体層 720 に類似している。導体層 720 と比べて、導体層 1920 は、複数のユニットセル 725 および複数のユニットセル 730 が異なるパターンを有する。導体層 1920 は、縦方向に 3 列を備える。第 1 (最左) 列において、3 つのユニットセル 725 が順次配置されている。第 2 (最左列に隣接する) 列は、2 つの連続したユニットセル 730 に隣接する縦方向に配置された 1 つのユニットセル 725 を含む。第 3 列は、3 つの順次配置されたユニットセル 730 を含む。いくつかの実施形態においては、導体層 1920 は、4 以上または 3 未満の列を備える。当業者であれば、複数のユニットセル 725 および複数のユニットセル 730 のパターンのさらなる変形例も、本説明の範囲内であることを認識するであろう。

【0054】

図 19 (b) は、少なくとも 1 実施形態に係る導体層 1930 の平面図である。導体層 1930 は、導体層 720 に類似している。導体層 720 と比べて、導体層 1930 は、複数のユニットセル 725 および複数のユニットセル 730 が異なるパターンを有する。導体層 1930 は、縦方向に 3 列を備える。第 1 (最左) 列において、1 つのユニットセル 730 に隣接して、2 つのユニットセル 725 が縦方向に順次配置されている。第 2 (最左列に隣接した) 列は、第 1 列のユニットセル 725 およびユニットセル 730 と同一の構成を有する。第 3 列は、3 つの順次配置されたユニットセル 730 を含む。いくつかの実施形態においては、導体層 1930 は、4 以上または 3 未満の列を備える。当業者であれば、複数のユニットセル 725 および複数のユニットセル 730 のパターンのさらなる変形例も、本説明の範囲内であることを認識するであろう。

【0055】

図 20 (a) および図 20 (b) は、第 1 導体層および第 2 導体層が複数のメアングラインユニットセルで構成される、電磁遮断構造 100 の例示の実施形態の EM 遮断特性のグラフである。グラフにおける実線曲線 S_{11}^x および破線曲線 S_{11}^y の重複の度合いは、信号異方性の度合いに関する。サフィックスの x および y は、入射する平面波の電界の方向を示す。従って、重複がより大きい区域は、信号異方性が少ないことを示す。誘電材料 50 の比誘電率は 4.7 であり、誘電正接は 0.02 であり、各導体層は、厚さ 18 μm の銅により製造されている。有限要素法によりシミュレーションを行った。平面波が

10

20

30

40

50

+z方向、例えば第1導体層120に垂直な方向から入射すると仮定して、反射波を算出した。周期境界条件を用いてシミュレーションを実施した。図20(a)は、周波数の関数としてのEM遮断構造100の反射強度のグラフ2000であり、図20(b)は、周波数の関数としての電磁遮断構造100の反射位相のグラフ2000'である。グラフ2000'において、 S_{11}^x 上の点 m_1 、 m_2 および m_3 は、それぞれ90度、0度、-90度の反射位相に相当する。これらの結果から、電磁遮断構造100のEM遮断効果は、およそ2.87GHzから3.02GHzにおいて見られ、約150MHzのEM遮断帯域幅(すなわち、2.87GHzと3.02GHzとの差)があることを示している。

【0056】

図21(a)および図21(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ2100および2100'は、複数のユニットセル125および135がユニットセル500に類似したEM遮断構造100と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ2100および2100'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0057】

図22(a)および図22(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ2200および2200'は、複数のユニットセル125、135、および1525がユニットセル400に類似したEM遮断構造1500と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ2200および2200'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0058】

図23(a)および図23(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ2300および2300'は、複数のユニットセル125および1525がユニットセル500に類似し、複数のユニットセル135がユニットセル900に類似したEM遮断構造1500と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ2300および2300'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0059】

図24(a)および図24(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ2400および2400'は、複数のユニットセル125および1525がユニットセル600に類似し、複数のユニットセル135がユニットセル900に類似したEM遮断構造1500と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ2400および2400'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0060】

図25(a)および図25(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ2500および2500'は、複数のユニットセル125および1525がユニットセル400に類似し、複数のユニットセル135がユニットセル1000に類似したEM遮断構造1500と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ2500および2500'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0061】

図26(a)および図26(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ2600および2600'は、複数のユニットセル125および1525がユニットセル400に類似し、複数のユニットセル135がユニットセル1100に類似したEM遮断構造1500と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ2600および2600'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0062】

10

20

30

40

50

図27(a)および図27(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ2700および2700'は、複数のユニットセル725および730がユニットセル400に類似したEM遮断構造700と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ2700および2700'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0063】

図28(a)および図28(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ2800および2800'は、複数のユニットセル725および730がユニットセル500に類似したEM遮断構造700と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ2800および2800'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

10

【0064】

図29(a)および図29(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ2900および2900'は、複数のユニットセル725および730がユニットセル600に類似したEM遮断構造700と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ2900および2900'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0065】

図30(a)および図30(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ3000および3000'は、複数のユニットセル725および730がユニットセル400に類似したEM遮断構造1700と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ3000および3000'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

20

【0066】

図31(a)および図31(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ3100および3100'は、複数のユニットセル725および730がユニットセル400に類似し、層720が4つのユニットセル725および5つのユニットセル730を含む3×3層である、EM遮断構造700と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ3100および3100'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

30

【0067】

図32(a)および図32(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ3200および3200'は、複数のユニットセル1325および1330がユニットセル400に類似したEM遮断構造1300と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ3200および3200'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0068】

図33(a)および図33(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ3300および3300'は、複数のユニットセル1325および1330がユニットセル400に類似し、空隙1435がユニットセル900に類似したEM遮断構造1400と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ3300および3300'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

40

【0069】

図34(a)および図34(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ3400および3400'は、複数のユニットセル725および730がユニットセル400に類似し、複数のユニットセル1235がユニットセル900に類似したEM遮断構造1200と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ3400および3400'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0070】

50

図35(a)および図35(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ3500および3500'は、複数のユニットセル725および730がユニットセル500に類似し、複数のユニットセル1235がユニットセル900に類似したEM遮断構造1200と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ3500および3500'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0071】

図36(a)および図36(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ3600および3600'は、複数のユニットセル725および730がユニットセル600に類似し、複数のユニットセル1235がユニットセル900に類似したEM遮断構造1200と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ3600および3600'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

10

【0072】

図37(a)および図37(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ3700および3700'は、複数のユニットセル725および730がユニットセル400に類似し、複数のユニットセル1235がユニットセル1000に類似したEM遮断構造1200と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ3700および3700'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

20

【0073】

図38(a)および図38(b)はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ3800および3800'は、複数のユニットセル725および735が、図18(a)の導体層1820に示すパターンと同様に配置されたユニットセル400に類似し、パッチ層1230の複数のユニットセル1235が、図18(b)の導体層1830に示すパターンと同様に配置された複数のメアングラインユニットセル400であるEM遮断構造1200と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ3800および3800'は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【0074】

図39は、第1導体層720とパッチ層1230とのズレ%の関数として、中心周波数と等方性を示す帯域幅を表現したグラフである。中心周波数は、 S_{11} の強度の最小値とした。ズレ%は、ユニットセル1235等の複数のパッチセルに対して、ユニットセル725およびユニットセル730等の複数のユニットセルがずれている量によって決まり、複数のユニットセルの幅のパーセンテージとして表現される。グラフ3900は、複数のユニットセル725および730がユニットセル400に類似し、複数のユニットセル1235がユニットセル900に類似したEM遮断構造1200と同様の構造を有するEM遮断構造に基づいて取得した。グラフ3900は、上記の有限要素法を用いて取得した。グラフ右側のy軸は、単位がメガヘルツ(MHz)の観察された等方性の帯域の周波数を示す。このデータをさらに表1(以下)に数値的に表している。表1において、EM遮断効果は、約11%のズレ(ズレ%欄における11.43)において顕著になりはじめるのが分かる。これは、1ユニットセルの対角線の距離の12%から88%のズレに対応している。したがって、EM遮断効果は、12%から88%のズレの間で観察される。

30

40

【0075】

【表 1】

shift amount (%)	x-direction frequency (GHz)			y-direction frequency (GHz)			isotropic band (MHz)	result
	-90°	0°	-90°	-90°	0°	-90°		
50.00	2.9977	3.0942	3.1786	2.9977	3.0943	3.1786	181	○
35.71	3.1002	3.2022	3.2900	3.1017	3.2042	3.2928	188	○
28.57	3.2290	3.3372	3.4283	3.2149	3.3203	3.4283	199	○
21.43	3.4684	3.5829	3.6699	3.4753	3.5918	3.6801	212	○
14.29	3.7647	3.8604	3.9074	3.7855	3.8879	3.9408	122	○
13.57	3.8061	3.8982	3.9376	3.8301	3.9293	3.9753	108	○
12.86	3.8526	3.9407	3.9700	3.8750	3.9692	4.0060	95	○
12.14	3.9038	3.9845	4.0030	3.9269	4.0133	4.0384	76	○
11.43	3.9584	4.0332	4.0385	3.9842	4.0616	4.0708	54	○
10.71	-	-	-	-	-	-	-	×
7.14	-	-	-	-	-	-	-	×
0.0	-	-	-	-	-	-	-	×

10

【 0 0 7 6 】

図 4 0 (a) および図 4 0 (b) はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ 4 0 0 0 および 4 0 0 0 ' は、複数のユニットセル 1 2 5 および 1 3 5 がユニットセル 4 0 0 に類似し、複数のユニットセル 8 4 5 がユニットセル 9 0 0 に類似した E M 遮断構造 8 0 0 と同様の構造を有する E M 遮断構造に基づいて取得した。グラフ 4 0 0 0 および 4 0 0 0 ' は、上記の有限要素法を用いて取得した。

【 0 0 7 7 】

図 4 1 (a) および図 4 1 (b) はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ 4 1 0 0 および 4 1 0 0 ' は、複数のユニットセル 1 2 5 が、図 1 9 (a) に類似した構成のユニットセル 4 0 0 に類似し、ユニットセル 4 0 0 に類似した複数のユニットセル 1 3 5 が、図 1 9 (b) と同様の構成であり、複数のユニットセル 8 4 5 が、2 × 2 構成の複数のユニットセル 9 0 0 に類似した E M 遮断構造 8 0 0 と同様の構造を有する E M 遮断構造に基づいて取得した。グラフ 4 1 0 0 および 4 1 0 0 ' は、上記の有限要素法を用いて取得した。

20

【 0 0 7 8 】

図 4 2 (a) および図 4 2 (b) はそれぞれ、周波数に対する反射強度および周波数に対する反射位相のグラフである。グラフ 4 2 0 0 および 4 2 0 0 ' は、複数のユニットセル 1 2 5 , 1 3 5 , および 1 5 2 5 がユニットセル 4 0 0 に類似した E M 遮断構造 1 5 0 0 と同様の構造を有する E M 遮断構造に基づいて取得した。グラフ 4 2 0 0 および 4 2 0 0 ' は、上記の有限要素法を用いて取得した。

30

【 0 0 7 9 】

表 2 (以下) は、層 1 3 0 に対する層 1 2 0 および層 1 5 2 0 の複数のユニットセルの重なりのずれである様々なズレパーセンテージ (「ズレ % 」) を 1 ユニットセルの幅のパーセンテージ (%) として表現した図 1 5 の例示的实施形態に対して実施した、図 2 0 (a) および図 2 0 (b) に用いたのと同じ有限要素法を用いたシミュレーションから取得されたデータを示している。

【 0 0 8 0 】

40

【表 2】

shift amount (%)	x-direction frequency (GHz)			y-direction frequency (GHz)			dynamic band (MHz)	result
	+90°	0°	-90°	+90°	0°	-90°		
50.0	2.873	2.949	3.016	2.852	2.924	2.987	114	○
48.2	2.866	2.941	3.008	2.842	2.913	2.975	109	○
46.8	2.853	2.927	2.992	2.833	2.903	2.963	110	○
42.9	2.837	2.909	2.972	2.815	2.882	2.941	104	○
35.7	2.960	3.038	3.106	2.940	3.013	3.076	116	○
28.6	3.007	3.082	3.146	2.991	3.061	3.119	112	○
21.4	3.254	3.333	3.397	3.234	3.307	3.363	109	○
14.3	3.433	3.498	3.544	3.340	3.457	3.494	61	△
10.7	3.606	3.655	3.682	3.575	3.612	3.626	20	△
7.1	—	—	—	—	—	—	—	×
0.0	—	—	—	—	—	—	—	×

10

【符号の説明】

【 0 0 8 1 】

- 1 0 0 . . . E M 遮断構造
- 1 1 0 . . . 接地層
- 1 2 0 . . . 第 1 導体層
- 1 2 5 . . . ユニットセル
- 1 3 0 . . . 第 2 導体層
- 1 3 5 . . . ユニットセル
- 1 4 0 . . . 第 3 導体層
- 4 0 0 . . . ユニットセル
- 4 1 0 . . . メアンダライン構造
- 4 1 5 . . . 脚部
- 4 2 0、4 3 0 . . . 連結腕部
- 5 0 0 . . . ユニットセル
- 5 1 0 . . . 第 1 の渦巻線
- 5 2 0 . . . 第 2 の渦巻線
- 5 3 0 . . . 連結腕部
- 6 0 0 . . . ユニットセル
- 6 1 0 . . . 第 1 の渦巻線
- 6 2 0 . . . 第 2 の渦巻線
- 6 3 0 . . . 連結腕部
- 7 0 0 . . . E M 遮断構造
- 7 2 0 . . . 導体層
- 7 2 5、7 3 0 . . . ユニットセル
- 8 0 0 . . . E M 遮断構造
- 8 4 0 . . . パッチ層
- 8 4 5、9 0 0 . . . ユニットセル
- 9 1 0 . . . パッチ構造
- 1 0 0 0 . . . ユニットセル
- 1 0 1 0 . . . ループ構造
- 1 1 0 0 . . . ユニットセル
- 1 1 1 0 . . . ループスロット構造
- 1 1 2 5、1 1 5 0 . . . 導電材料
- 1 2 0 0 . . . E M 遮断構造
- 1 2 3 0 . . . パッチ層
- 1 2 3 5 . . . ユニットセル
- 1 3 0 0 . . . E M 遮断構造
- 1 3 2 0、1 3 2 5、1 3 3 0 . . . ユニットセル

20

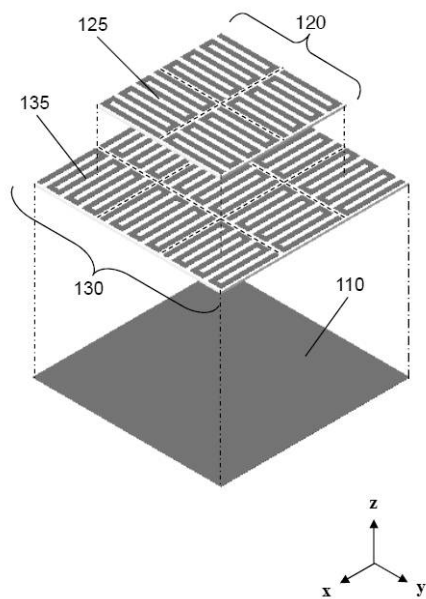
30

40

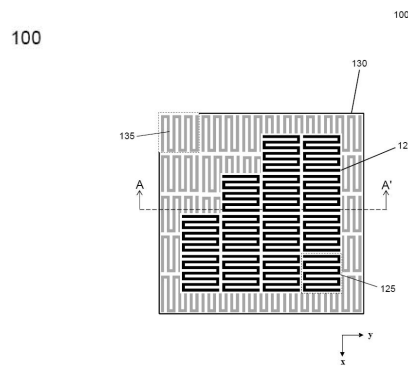
50

- 1 3 3 5 . . . 空隙
- 1 4 0 0 . . . E M 遮断構造
- 1 4 3 5 . . . 空隙
- 1 5 0 0 . . . E M 遮断構造
- 1 5 2 0 . . . 第 3 導体層
- 1 5 2 5 . . . ユニットセル
- 1 6 0 0 . . . 基板
- 1 6 2 5、1 6 3 0 . . . アンテナ素子
- 1 7 2 0、1 8 2 0、1 8 3 0、1 9 2 0、1 9 3 0 . . . 導体層

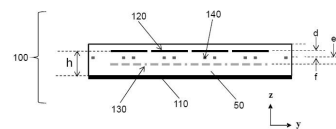
【 図 1 】



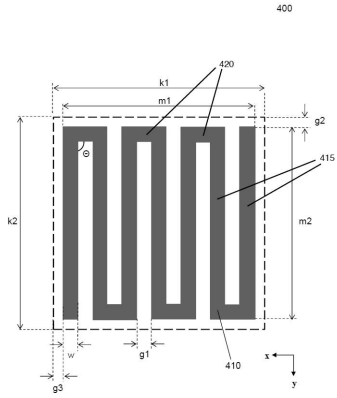
【 図 2 】



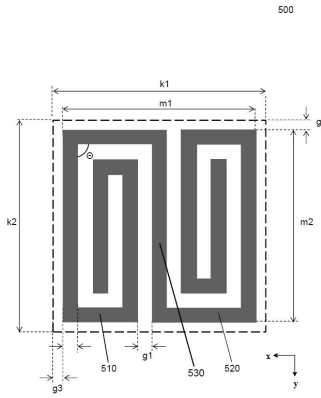
【 図 3 】



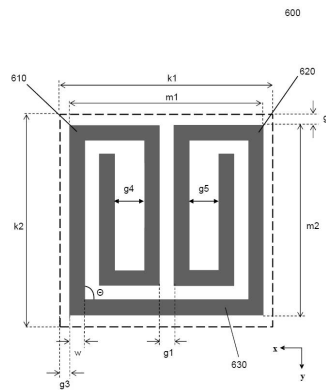
【 図 4 】



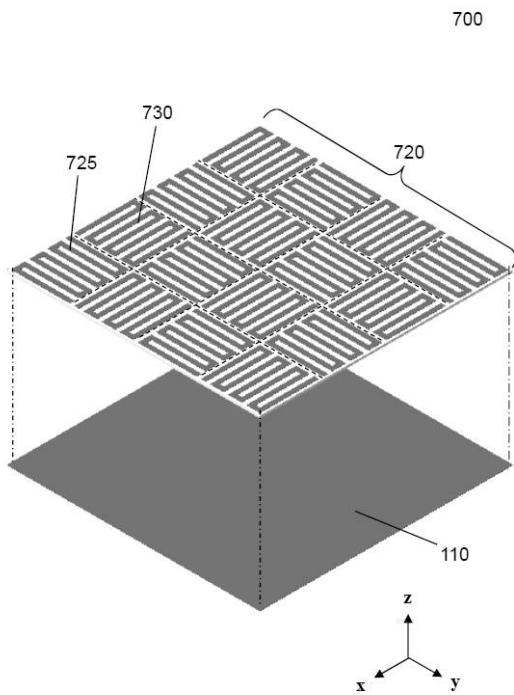
【 図 5 】



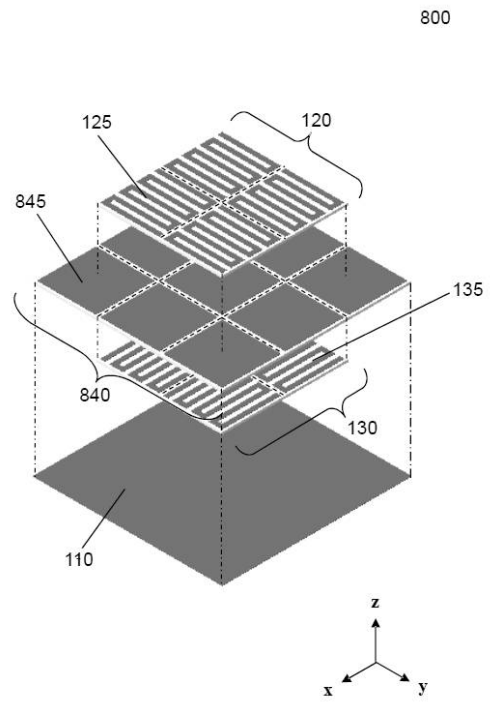
【 図 6 】



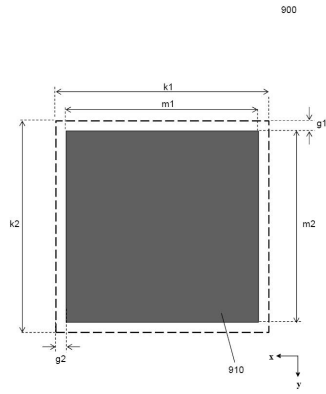
【 図 7 】



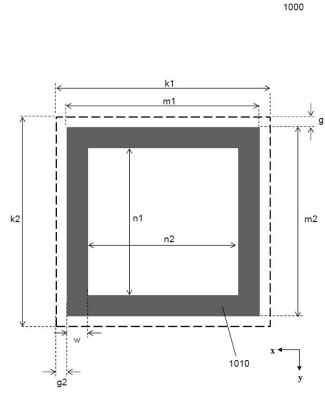
【 図 8 】



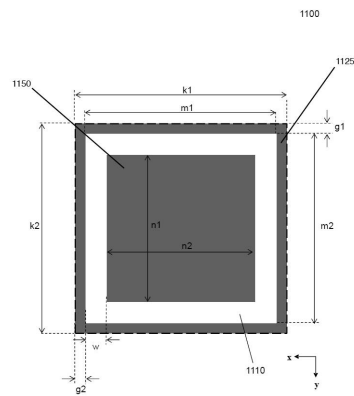
【図 9】



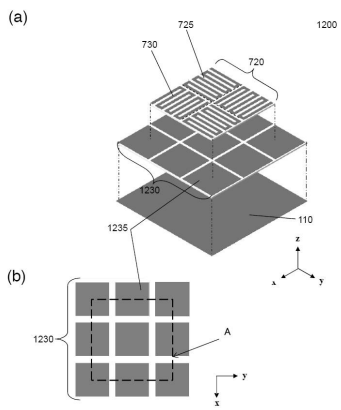
【図 10】



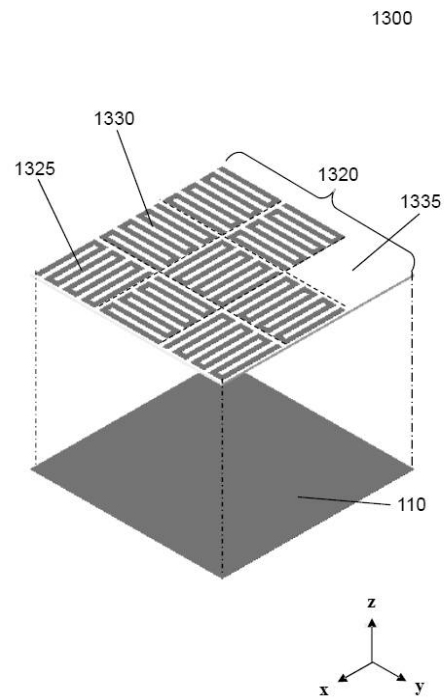
【図 11】



【図 12】

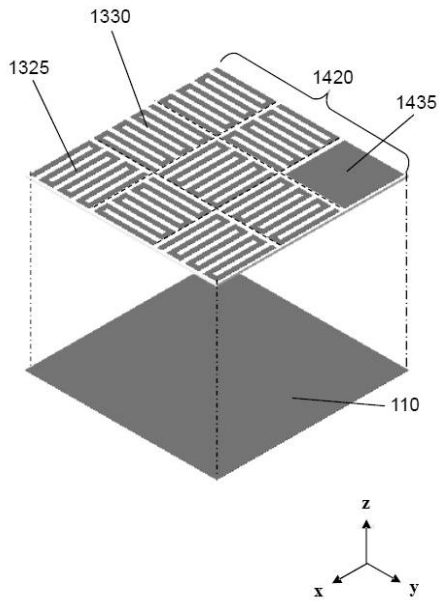


【図 13】



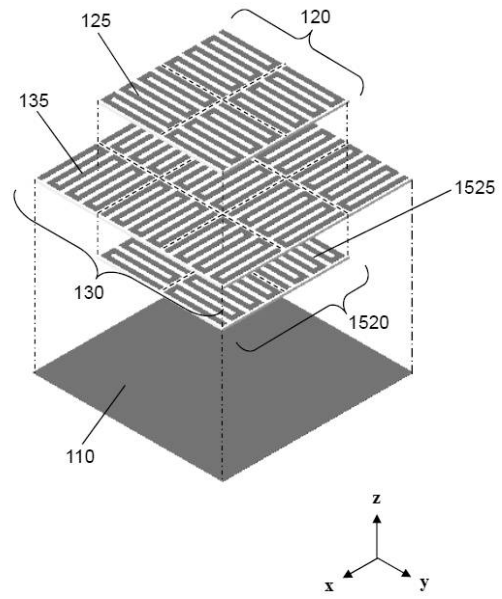
【 図 1 4 】

1400

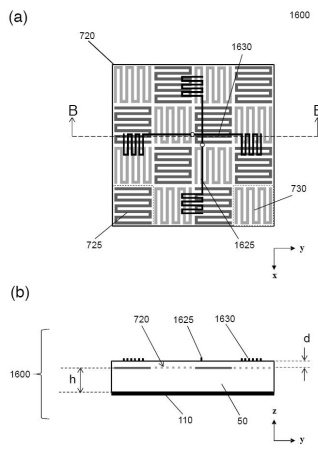


【 図 1 5 】

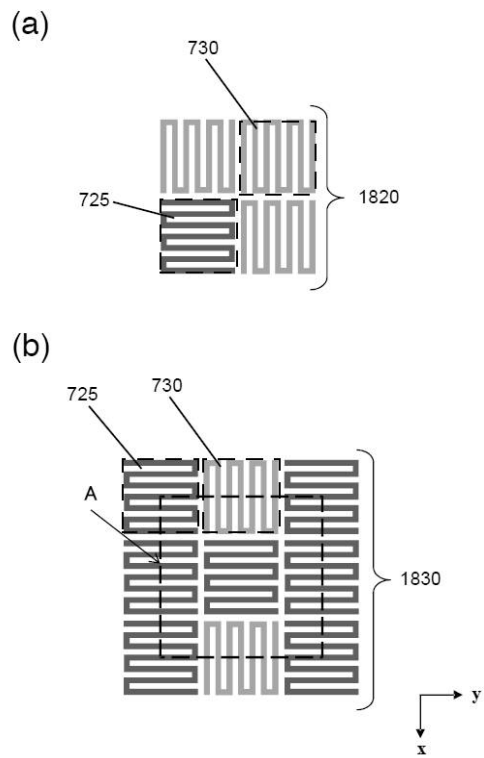
1500



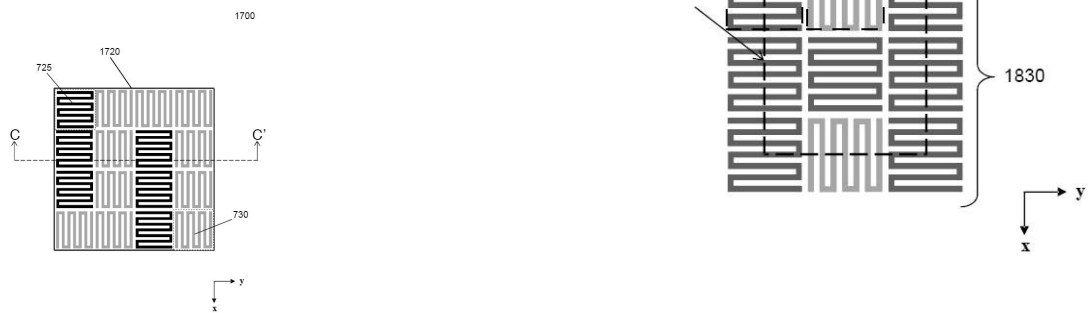
【 図 1 6 】



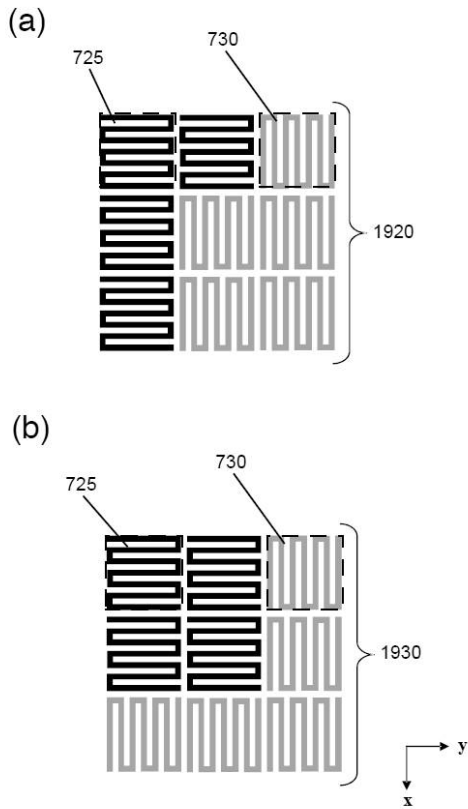
【 図 1 8 】



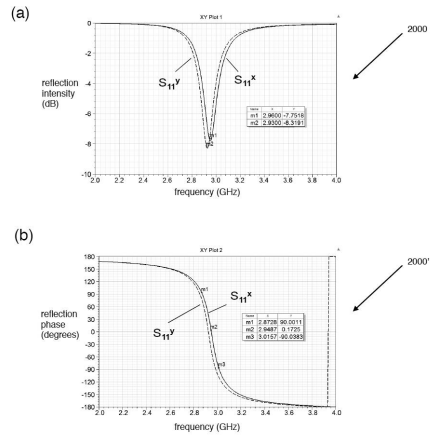
【 図 1 7 】



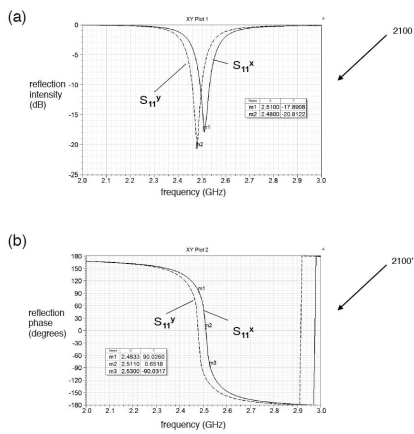
【 図 19 】



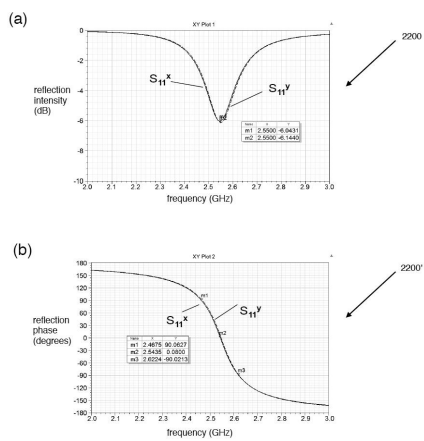
【 図 20 】



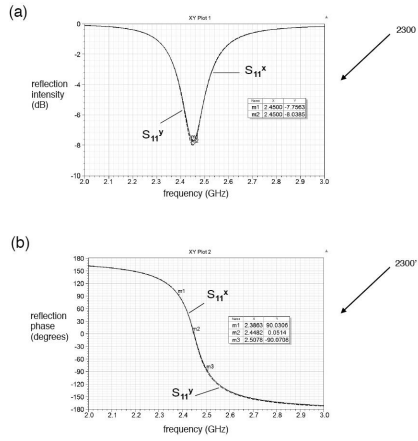
【 図 21 】



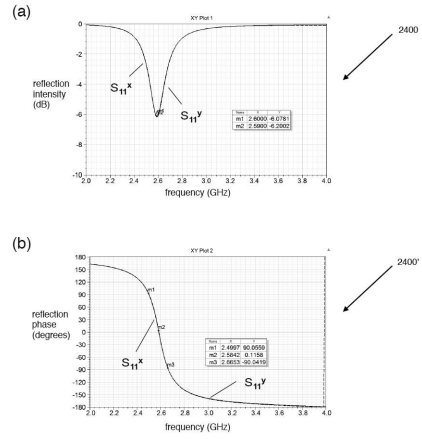
【 図 22 】



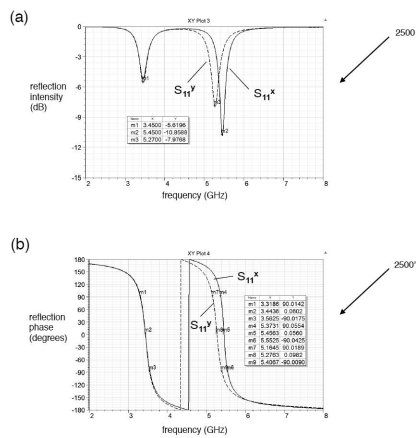
【 2 3 】



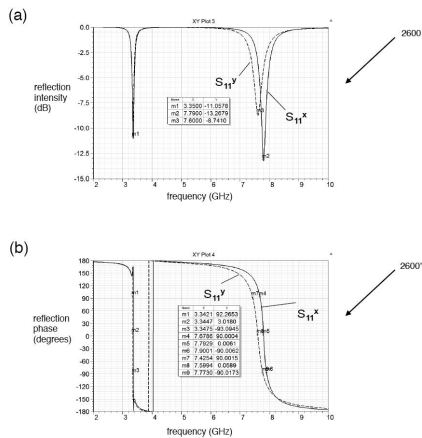
【 2 4 】



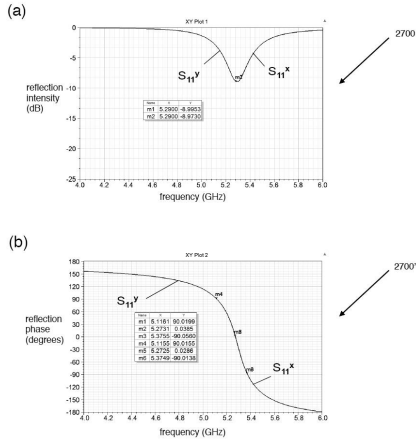
【 2 5 】



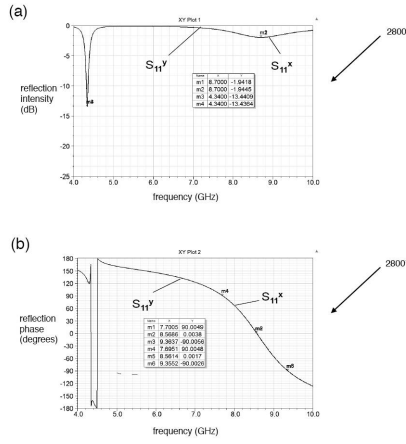
【 2 6 】



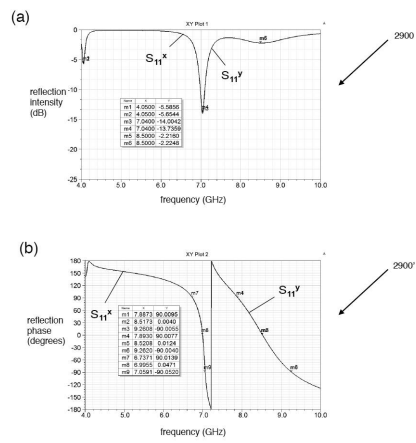
【 図 27 】



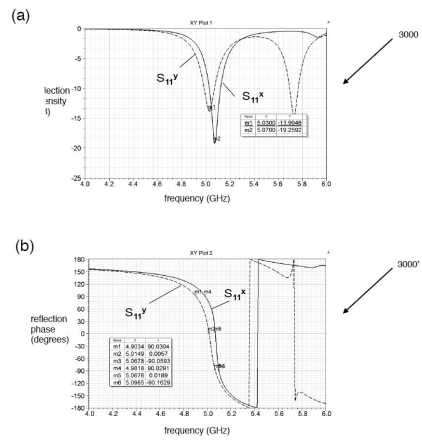
【 図 28 】



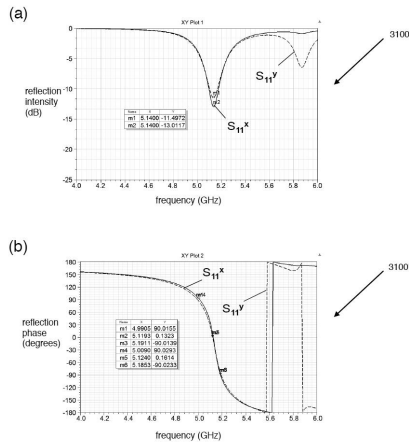
【 図 29 】



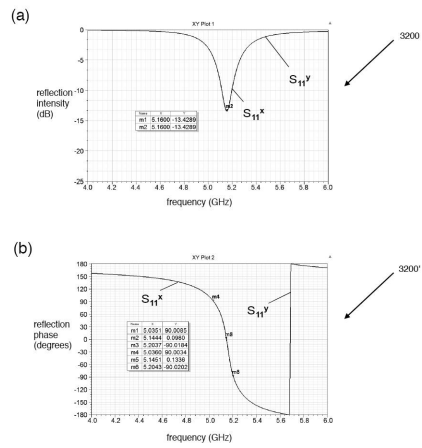
【 図 30 】



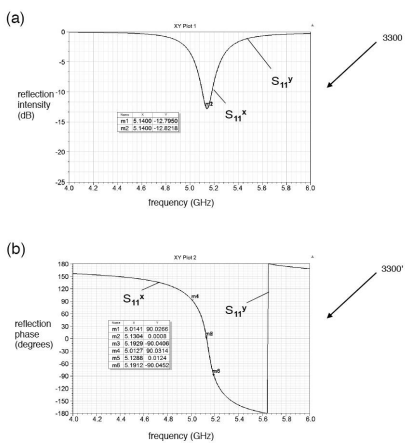
【 図 3 1 】



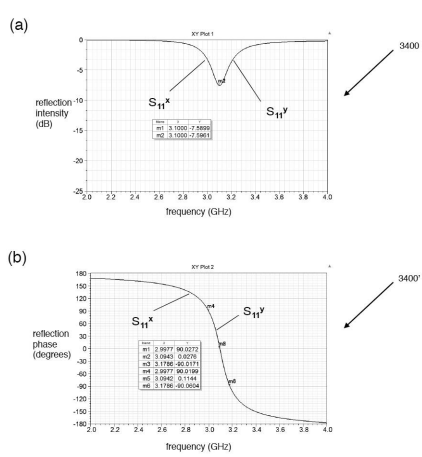
【 図 3 2 】



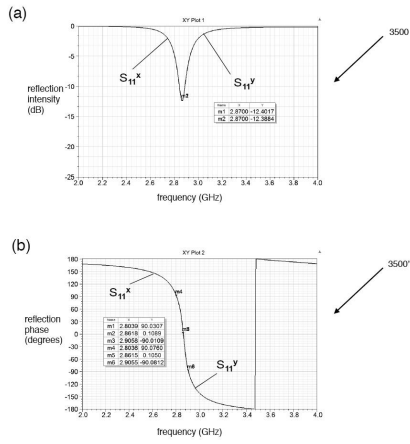
【 図 3 3 】



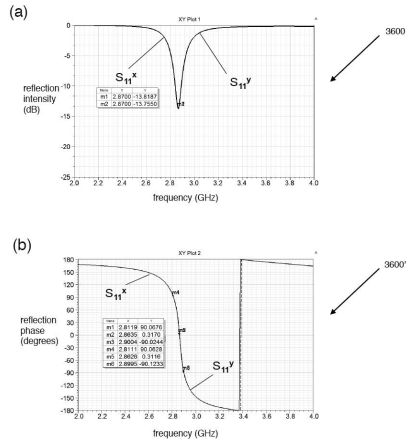
【 図 3 4 】



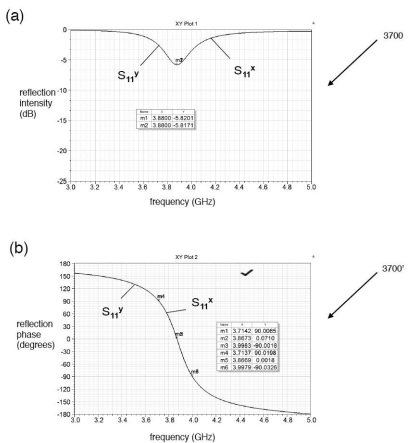
【 3 5 】



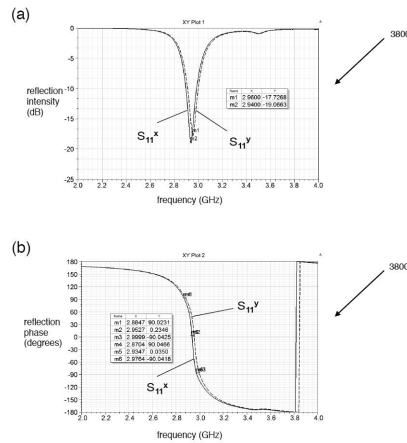
【 3 6 】



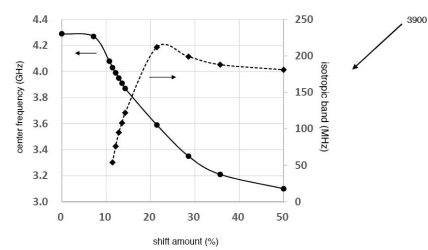
【 3 7 】



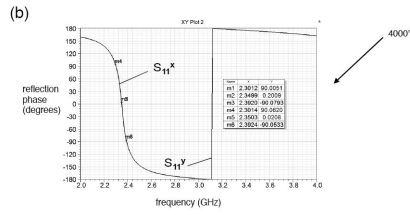
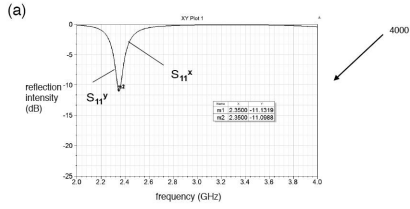
【 3 8 】



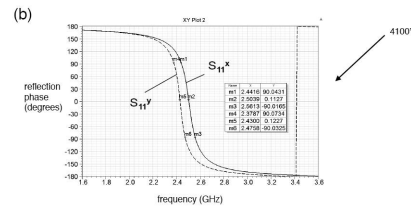
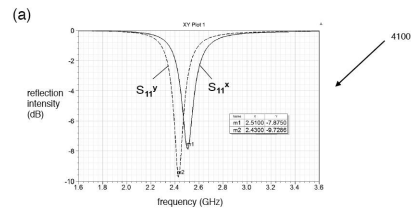
【 3 9 】



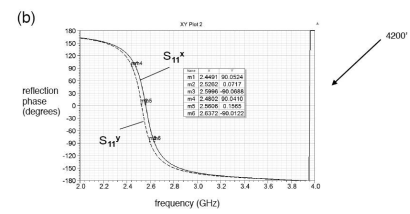
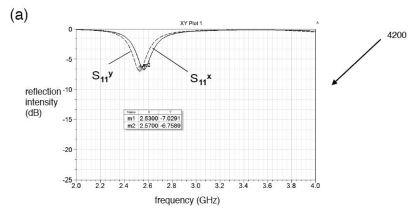
【 4 0 】



【 4 1 】



【 4 2 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2003/0142036(US,A1)
米国特許出願公開第2003/0137457(US,A1)
国際公開第2011/070763(WO,A1)
国際公開第2012/042717(WO,A1)
特開2014-233053(JP,A)
特開2016-143749(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0163823(US,A1)
国際公開第2010/125784(WO,A1)
米国特許出願公開第2014/0153200(US,A1)
特開2010-10183(JP,A)
特開2015-142223(JP,A)
特開2015-41876(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

- H01P1/00-3/08
H01Q17/00
H05K1/00-3/46, 9/00