

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年10月19日(19.10.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/179676 A1

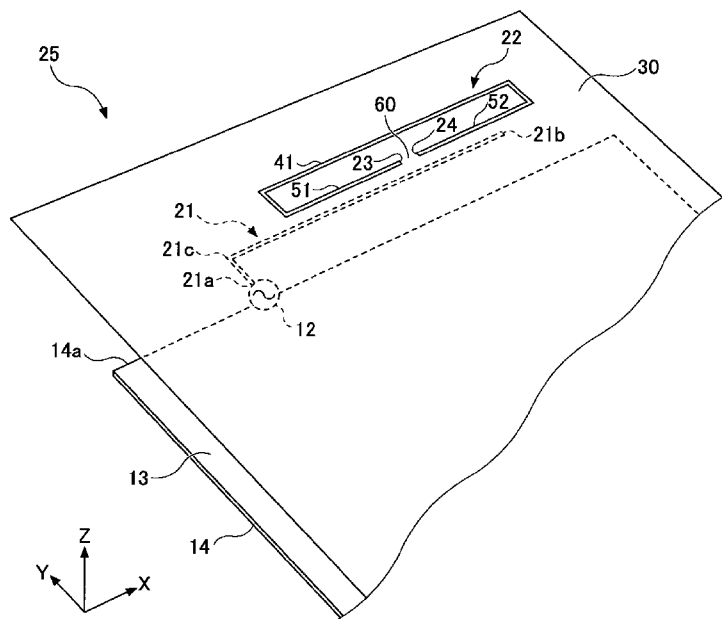
- (51) 国際特許分類:
H01Q 9/30 (2006.01) H01Q 9/04 (2006.01)
H01Q 1/24 (2006.01) H01Q 19/26 (2006.01)
H01Q 1/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/015201
- (22) 国際出願日: 2017年4月13日(13.04.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-081706 2016年4月15日(15.04.2016) JP
- (71) 出願人: 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 園田 龍太 (SONODA, Ryuta); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 佐山 稔貴 (SAYAMA, Toshiaki); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 井川 耕司 (IKAWA, Koji); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: ANTENNA

(54) 発明の名称: アンテナ

[図1]



(57) Abstract: Provided is an antenna that is equipped with a ground plane, a first resonator connected to a power feeding point having the ground plane as a reference, and a second resonator to which power is fed by the first resonator via electromagnetic field coupling in a non-contacting state. The second resonator includes a first conductor part and a second conductor part capacitively coupled to the first conductor part via a gap. The dielectric loss tangent of the base part on which the second resonator is formed is greater than 0 but does not exceed 0.01.

(57) 要約: グランドプレーンと、前記グランドプレーンを基準とする給電点に接続された第1の共振器と、前記第1の共振器によって電磁界結合で非接触に給電される第2の共振器とを備え、前記第2の共振器は、第1の導体部と、前記第1の導体部にギャップを介して容量結合する第2の導体部とを有し、前記第2の共振器が形成された基材部の誘電正接は、0よりも大きく0.01以下である、アンテナ。

WO 2017/179676 A1

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： アンテナ

技術分野

[0001] 本発明は、アンテナに関する。

背景技術

[0002] 従来、グラウンドプレーンと、前記グラウンドプレーンを基準とする給電点に接続された第1の共振器と、前記第1の共振器によって電磁界結合で非接触に給電される第2の共振器とを備える、アンテナが知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第5686221号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 第2の共振器が、第1の導体部と、第1の導体部にギャップを介して容量結合する第2の導体部とを有する形態では、共振周波数を固定した場合、当該ギャップを狭めることで当該ギャップを挟む容量結合部の容量は増えるので、アンテナの小型化が可能である。しかしながら、当該ギャップを狭めるほど、アンテナの放射効率が低下する場合がある。

[0005] そこで、本発明の一態様は、小型化と放射効率の向上との両立が可能な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

[0006] 上記目的を達成するため、本発明の一態様によれば、
グラウンドプレーンと、
前記グラウンドプレーンを基準とする給電点に接続された第1の共振器と、
前記第1の共振器によって電磁界結合で非接触に給電される第2の共振器とを備え、
前記第2の共振器は、第1の導体部と、前記第1の導体部にギャップを介

して容量結合する第2の導体部とを有し、

前記第2の共振器が形成された基材部の誘電正接は、 0 よりも大きく 0.01 以下である、アンテナが提供される。

発明の効果

[0007] 本案によれば、前記第2の共振器が形成された基材部の誘電正接は、 0 よりも大きく 0.01 以下であるので、当該ギャップを狭めても、放射効率を向上させることができる。したがって、アンテナの小型化と放射効率の向上とを両立させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]アンテナのシミュレーションモデルの構成の一例を示す斜視図である。
[図2]容量結合部の面配置構成の一例を基材部の平面視で示す図である。
[図3]容量結合部の面配置構成の他の一例を基材部の平面視で示す図である。
[図4]容量結合部の面配置構成の他の一例を基材部の平面視で示す図である。
[図5]容量結合部の積層配置構成の一例を示す図である。
[図6]容量結合部の積層配置構成の一例を示す図である。
[図7]容量結合部の積層配置構成の一例を示す図である。
[図8]容量結合部の積層配置構成の一例を示す図である。
[図9]アンテナのシミュレーション時の構成の一例を平面視で示す図である。
[図10]アンテナのシミュレーション時の積層構成の一例を示す図である。
[図11]放射素子及び給電素子のシミュレーション時の構成の一例を示す図である。
[図12]容量結合部のギャップ長と共振周波数との関係の一例を示す図である。
。
[図13]誘電正接と放射効率との関係の一例を示す図である。
[図14]実際の電子機器の試作品に搭載したアンテナの構成の一例を模式的に示す断面図である。
[図15]図14に示されるアンテナにおいて、放射素子の周辺部を模式的に示す断面図である。

[図16]図 1 5 に示される部分を、フィルムに対して導体ストリップ側からの視点で示す平面図である。

[図17]図 1 4 に示されるアンテナを平面視で示す図である。

[図18]図 1 7 に示されるアンテナの放射素子及び導体ストリップを平面視で示す図である。

[図19]図 1 7 に示されるアンテナの給電素子を平面視で示す図である。

[図20]各材料の比誘電率及び誘電正接を示す図である。

[図21]フィルムの材料の違いによるトータル効率を実測した結果の一例を示す図である。

[図22]フィルムの材料の違いによる反射係数を実測した結果の一例を示す図である。

[図23]図 9 ~ 1 1 に示すアンテナの構成において、給電素子と放射素子との間の距離と放射効率との関係をシミュレーション上で計算した結果の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

[0010] 図 1 は、一実施形態に係るアンテナ 2 5 のシミュレーションモデルの構成の一例を示す斜視図である。アンテナ 2 5 は、電子機器に搭載される。電子機器は、アンテナ 2 5 を用いて無線通信を行う。

[0011] アンテナ 2 5 が搭載される電子機器とは、例えば、無線通信モジュール、据え置き型のテレビやパソコン等の表示機器自体、表示機器に搭載される装置、移動体自体、又は移動体に搭載される装置である。移動体の具体例として、携帯可能な携帯端末装置、自動車等の車両、ロボットなどが挙げられる。携帯端末装置の具体例として、携帯電話、スマートフォン、コンピュータ、ゲーム機、テレビ、音楽や映像のプレーヤー、ウェアラブルデバイスなどが挙げられる。ウェアラブルデバイスの具体的な形態として、リストウォッチ型、ペンダント型、メガネ型などが挙げられる。

[0012] アンテナ 2 5 は、例えば、ブルートゥース（登録商標）等の無線通信規格

、IEEE 802.11ac等の無線LAN (Local Area Network) 規格に対応する。アンテナ25は、グラウンド14を利用する伝送線路の終端12に接続される。

[0013] 伝送線路の具体例として、マイクロストリップライン、ストリップライン、グラウンドプレーン付きコプレーナウェーブガイド（信号線の形成される導体面とは反対側の表面にグラウンドプレーンが配置されたコプレーナウェーブガイド）、コプレーナストリップラインなどが挙げられる。

[0014] アンテナ25は、グラウンド14と、給電素子21と、放射素子22とを備える。

[0015] グラウンド14は、グラウンドプレーンの一例である。グラウンド外縁14aは、グラウンド14の直線的な外縁の一例である。グラウンド14は、例えば、XY平面に平行な基板13に形成されたグラウンドパターンである。

[0016] 基板13は、誘電体を主成分とする部材である。基板13の具体例として、FR4 (Flame Retardant Type4) 基板が挙げられる。基板13は、可撓性を有するフレキシブル基板でもよい。基板13は、第1の基板表面と、第1の基板表面とは反対側の第2の基板表面とを有する。例えば、第1の基板表面には、電子回路が実装され、第2の基板表面には、グラウンド14が形成されている。なお、グラウンド14は、第1の基板表面に形成されていても、基板13の内部に形成されていてもよい。

[0017] 基板13に実装される電子回路は、例えば、アンテナ25を介して信号を受信する受信機能と、アンテナ25を介して信号を送信する送信機能との少なくとも一方の機能を含む集積回路である。電子回路は、例えば、ICチップによって実現される。

[0018] 給電素子21は、グラウンドプレーンを基準とする給電点に接続された第1の共振器の一例である。給電素子21は、伝送線路の終端12に接続されている。終端12は、グラウンド14をグラウンド基準とする給電点の一例である。

[0019] 給電素子21は、基板13に配置されてもよいし、基板13以外の箇所に

配置されてもよい。給電素子 2 1 が基板 1 3 に配置されている場合、給電素子 2 1 は、例えば、基板 1 3 の第 1 の基板表面に形成された導体パターンである。

[0020] 給電素子 2 1 は、グラウンド 1 4 から離れる方向に延伸し、グラウンド 1 4 をグラウンド基準とする給電点（終端 1 2）に接続されている。給電素子 2 1 は、放射素子 2 2 に対して非接触で高周波的に結合して給電可能な線状導体である。図面には、グラウンド外縁 1 4 a に対して直角な方向に延在する直線状導体と、グラウンド外縁 1 4 a に並走して延在する直線状導体とによって、L 字状に形成された給電素子 2 1 が例示されている。図示の場合、給電素子 2 1 は、終端 1 2 を起点に端部 2 1 a から延伸してから曲折部 2 1 c で折れ曲がり、先端部 2 1 b まで延伸する。先端部 2 1 b は、他の導体が接続されていない開放端である。図面には、L 字状の給電素子 2 1 が例示されているが、給電素子 2 1 の形状は、直線状、メアンダ状、ループ状などの他の形状でもよい。

[0021] 放射素子 2 2 は、第 1 の共振器に近接する第 2 の共振器の一例である。放射素子 2 2 は、例えば、給電素子 2 1 から離れて配置され、給電素子 2 1 が共振することにより放射導体として機能する。放射素子 2 2 は、例えば、給電素子 2 1 と電磁界結合することにより非接触に給電されて放射導体として機能する。電磁界結合とは、電磁波による非接触結合を意味する。

[0022] 放射素子 2 2 は、グラウンド外縁 1 4 a に沿うように延伸する導体部分を有する。図面には、導体部分として、導体エレメント 4 1, 5 1, 5 2 が示されている。導体部分は、グラウンド外縁 1 4 a から離れて位置する。放射素子 2 2 がグラウンド外縁 1 4 a に沿った導体部分を有することによって、例えば、アンテナ 2 5 の指向性を容易に調整することが可能となる。

[0023] 給電素子 2 1 と放射素子 2 2 は、例えば、互いに電磁界結合可能な距離で離れて配置されている。放射素子 2 2 は、給電素子 2 1 から給電を受ける給電部を有している。図面には、給電部として、第 1 の導体エレメント 4 1 が示されている。放射素子 2 2 は、給電部で給電素子 2 1 を介して電磁界結合

によって非接触で給電される。このように給電されることによって、放射素子 22 は、アンテナ 25 の放射導体として機能する。

[0024] 放射素子 22 は、給電素子 21 によって電磁界結合で非接触に給電されることにより、半波長ダイポールアンテナと同様の共振電流（一方の先端部 23 と他方の先端部 24 との間を定在波状に分布する電流）が放射素子 22 上に流れる。すなわち、放射素子 22 は、給電素子 21 によって電磁界結合で非接触に給電されることにより、ダイポールアンテナとして機能する。

[0025] 放射素子 22 は、第 1 の導体エレメント 41 と、第 2 の導体エレメント 51 と、第 3 の導体エレメント 52 とを有する。第 2 の導体エレメント 51 は、第 1 の導体部の一例である。第 3 の導体エレメント 52 は、第 2 の導体部の一例である。

[0026] 第 1 の導体エレメント 41 は、第 2 の導体エレメント 51 に接続される一端と、第 3 の導体エレメント 52 に接続される他端とを有する。第 2 の導体エレメント 51 は、第 1 の導体エレメント 41 に対して当該一端で折り返されて延在し、第 3 の導体エレメント 52 は、第 1 の導体エレメント 41 に対して当該他端で折り返されて延在する。

[0027] 第 2 の導体エレメント 51 の第 1 の先端部 23 と、第 3 の導体エレメント 52 の第 2 の先端部 24 とは、ギャップ 60 を介して離れている。つまり、放射素子 22 の形状は、ギャップ 60 で開放する開ループであり、放射素子 22 は、ギャップ 60 を有する開ループ共振アンテナである。第 2 の導体エレメント 51 が有する第 1 の先端部 23 は、放射素子 22 の一方の先端部であり、第 3 の導体エレメント 52 が有する第 2 の先端部 24 は、放射素子 22 の他方の先端部である。

[0028] 本実施形態では、第 2 の導体エレメント 51 と第 3 の導体エレメント 52 とは、ギャップ 60 を介して容量的に結合する。図 1 の場合、第 1 の先端部 23 と第 2 の先端部 24 とがギャップ 60 を介して容量的に結合する。つまり、放射素子 22 は、第 1 の先端部 23 と第 2 の先端部 24 とでギャップ 60 を挟んだ容量結合部を有する。

- [0029] 第1の先端部23と第2の先端部24とは、第2の導体エレメント51と第3の導体エレメント52のそれぞれの長手方向で対向する。ギャップ60は、当該長手方向で第1の先端部23と第2の先端部24との間に形成されている。
- [0030] 放射素子22は、誘電性の基材部30に設けられている。基材部30は、例えば、平面部を有する基板である。放射素子22の一部又は全部は、基材部30の表面に設けられてもよいし、基材部30の内部に設けられてもよい。
- [0031] 放射素子22の共振周波数を固定した場合、ギャップ60のギャップ長が短いほど、第2の導体エレメント51と第3の導体エレメント52とでギャップ60を挟んだ容量結合部の容量は増えるので、放射素子22の小型化が可能である。放射素子22の小型化によりアンテナ25の小型化が可能である。ギャップ60は、直線で形成されているが、楕状のインターデジタル構造で形成されてもよい。
- [0032] しかしながら、放射素子22の容量結合部のギャップ長が短くなると、アンテナ25の放射効率 η が劣化する。放射効率 η は、アンテナ25への供給電力に対する放射電力の比率を表す。放射効率 η の劣化は、放射素子22が形成された基材部30の誘電正接 ($\tan \delta$) に起因する。
- [0033] そこで、本実施形態では、基材部30の誘電正接 ($\tan \delta$) は、0よりも大きく0.01以下に設定されている。これにより、放射素子22の共振周波数を固定した場合、ギャップ60を狭くしても、 $\tan \delta$ が0.01よりも大きな場合と比較して放射効率 η を向上させることができる。したがって、アンテナ25の小型化と放射効率 η の向上が両立する。
- [0034] また、アンテナ25が送信又は受信する電波の波長を λ としたとき、給電素子21と放射素子22との最短距離は、0よりも大きく0.117 $\times\lambda$ 以下であることが、アンテナ25の小型化と放射効率 η の向上とを両立させる点で好ましい。より好ましくは、0.07 $\times\lambda$ 以下であり、さらに好ましくは、0.04 $\times\lambda$ 以下である。

[0035] 図2は、容量結合部の面配置構成の一例を基材部30の平面視で示す図であり、基材部30の第1の表面33の法線方向からの視点で示す。第1の表面33の法線方向は、Z軸（図1参照）に平行な方向である。放射素子22及びギャップ60は、第1の表面33上に位置する。第1の先端部23と第2の先端部24とは、第2の導体エレメント51と第3の導体エレメント52のそれぞれのエレメント幅方向で対向する。ギャップ60は、当該エレメント幅方向で第1の先端部23と第2の先端部24との間に形成されている。

[0036] 図3は、容量結合部の面配置構成の他の一例を基材部30の平面視で示す図であり、基材部30の第1の表面33の法線方向からの視点で示す。放射素子22及びギャップ60は、第1の表面33上に位置する。第1の先端部23と第2の先端部24とは、第2の導体エレメント51と第3の導体エレメント52のそれぞれの長手方向で対向する。ギャップ60は、当該長手方向で第1の先端部23と第2の先端部24との間に形成されている。第1の先端部23は、第2の導体エレメント51の長手方向に対して直角に曲がり、第2の先端部24は、第3の導体エレメント52の長手方向に対して直角に曲がる。

[0037] 図4は、容量結合部の面配置構成の他の一例を基材部30の平面視で示す図であり、基材部30の第1の表面33の法線方向からの視点で示す。放射素子22及びギャップ60は、第1の表面33上に位置する。アンテナ25は、第1の表面33上に位置する第4の導体エレメント26を備える。第4の導体エレメント26は、第3の導体部の一例である。第4の導体エレメント26は、第2の導体エレメント51及び第3の導体エレメント52にギャップ60を介して容量結合する。

[0038] 第1の先端部23と第2の先端部24とは、第2の導体エレメント51と第3の導体エレメント52のそれぞれの長手方向で対向し、第1のギャップ60を介して容量的に結合する。第1のギャップ60は、当該長手方向で第1の先端部23と第2の先端部24との間に形成されている。

- [0039] 第2の導体エレメント51の第1の先端部23と第4の導体エレメント26の一方の先端部とは、第2の導体エレメント51と第4の導体エレメント26のそれぞれのエレメント幅方向で対向し、第2のギャップ60を介して容量的に結合する。第2のギャップ60は、当該エレメント幅方向で第1の先端部23と当該一方の先端部との間に形成されている。
- [0040] 第3の導体エレメント52の第2の先端部24と第4の導体エレメント26の他方の先端部とは、第3の導体エレメント52と第4の導体エレメント26のそれぞれのエレメント幅方向で対向し、第3のギャップ60を介して容量的に結合する。第3のギャップ60は、当該エレメント幅方向で第2の先端部24と当該他方の先端部との間に形成されている。
- [0041] 図2～図4の構成によれば、第1の先端部23及び第2の先端部24が、0.01以下の誘電正接を有する基材部30の第1の表面33に接しているため、ギャップ60のギャップ長を短縮した長さに対する放射効率 η の向上度合いが増す。
- [0042] 図5～8は、容量結合部の積層配置構成の一例を示す図である。各図の(a)は、積層方向に平行な断面の一例を示す図である。各図の(b)は、基材部30の第1の表面33側の構成の一例を示す図である。各図の(c)は、基材部30の第2の表面34側の構成の一例を示す図である。第2の表面34は、第1の表面33とは反対側の表面である。
- [0043] 図5において、第2の導体エレメント51、第3の導体エレメント52及びギャップ60は、第1の表面33上に位置する。第1の導体エレメント41は、第2の表面34上に位置する。第1の先端部23と第2の先端部24とは、第2の導体エレメント51と第3の導体エレメント52のそれぞれの長手方向で対向する。ギャップ60は、当該長手方向で第1の先端部23と第2の先端部24との間に形成されている。
- [0044] 第1の導体エレメント41は、第2の導体エレメント51の第1の外側端部に第1のビア31を介して接続された一端と、第3の導体エレメント52の第2の外側端部に第2のビア32を介して接続された他端とを有する。第

1のビア31及び第2のビア32は、基材部30を貫通する。

[0045] 図5の構成によれば、第1の先端部23及び第2の先端部24が、0.01以下の誘電正接を有する基材部30の第1の表面33に接しているため、ギャップ60のギャップ長を短縮した長さに対する放射効率 η の向上度合いが増す。

[0046] 図6において、第3の導体エレメント52は、第1の表面33上に位置する。第2の導体エレメント51及びギャップ60は、基材部30の内部に位置する。第1の導体エレメント41は、第2の表面34上に位置する。第1の先端部23と第2の先端部24とは、第2の導体エレメント51と第3の導体エレメント52のそれぞれのエレメント幅方向で対向する。ギャップ60は、当該エレメント幅方向で第1の先端部23と第2の先端部24との間に形成されている。

[0047] 図7において、第1の先端部23は、第2の導体エレメント51の長手方向に対して直角に曲がり、第2の先端部24は、第3の導体エレメント52の長手方向に対して直角に曲がる。ギャップ60は、基材部30の第1の表面33上に位置する部分と、基材部30の内部に位置する部分とを有する。

[0048] 図8において、第4の導体エレメント26は、第2の導体エレメント51及び第3の導体エレメント52にギャップ60を介して容量結合する。図4の場合と同様に、3箇所のギャップ60が形成されている。各ギャップ60は、基材部30の内部に位置する。

[0049] 図6～図8の構成によれば、ギャップ60が基材部30の内部（誘電正接は0.01以下）に位置するので、ギャップ60のギャップ長を短縮した長さに対する放射効率 η の向上度合いが増す。

[0050] 図9は、アンテナ25のシミュレーション時の構成の一例を平面視で示す図である。図10は、アンテナ25のシミュレーション時の積層構成の一例を示す図である。給電素子21及びグランド14は、給電素子層16に配置され、放射素子22及び基材部30は、放射素子層15に配置されている。図11は、放射素子22及び給電素子21のシミュレーション時の構成の一

例を示す図である。

[0051] 図9～図11において、本シミュレーション時の各部の寸法は、単位をmとすると、

L11 : 40

L12 : 60

L13 : 20

L14 : 2

L15 : 14

L16 : 15.5

L17 : 2.5

L18 : 1.9

L19 : 1.7

L20 : 2.9

とする。

[0052] 図12は、基材部30の誘電正接(= $\tan \delta$)の違いによる、容量結合部のギャップ長と共振周波数との関係の一例を示す図である。横軸のgapは、第1の先端部23と第2の先端部24との間のギャップ60のギャップ長を表す。縦軸の共振周波数は、アンテナ25の共振周波数を表す。図12に示されるように、誘電正接を0.0001から0.1まで変化させても、同一ギャップ長であれば、共振周波数はほとんど変化しない。

[0053] 図13は、ギャップ60のギャップ長の違いによる、誘電正接と放射効率 η との関係の一例を示す図である。図13は、ギャップ長gapが0.05mm, 0.1mm, 0.5mm, 1mmの4つの場合を示す。

[0054] ギャップ長が0.05mmと0.1mmの場合において、プロットされていない箇所は、アンテナ25がアンテナとして機能しない領域を示す。

[0055] 図13に示されるように、基材部30の誘電正接($\tan \delta$)は、0よりも大きく0.01以下であると、ギャップ60を狭くしても、 $\tan \delta$ が0.01よりも大きな場合と比較して放射効率 η が向上する。したがって、ア

ンテナ 25 の小型化と放射効率 η の向上が両立している。

[0056] 図 14 は、実際の電子機器の試作品に搭載したアンテナ 25 の構成の一例を模式的に示す断面図である。グラウンド 114 は、グラウンド 14 の一具体例であり、給電素子 121 は、給電素子 21 の一具体例であり、放射素子 122 は、放射素子 22 の一具体例である。基板 113 は、基板 13 の一具体例である FR4 基板である。終端 112 は、終端 12 (給電点) の一具体例である。フィルム 130 は、誘電正接が 0 よりも大きく 0.01 以下の基材部 30 の一具体例である。

[0057] 放射素子 122 は、フィルム 130 を介してガラス板 118 の内側表面に取り付けられている。ガラス板 118 は、電子機器の裏蓋である。基板 113 は、電子機器の金属製の筐体 117 に、少なくとも一つの取り付け部 119 によって取り付けられている。グラウンド 114 は、少なくとも一つの接続部 120 を介して、筐体 117 に接地されている。

[0058] 図 15 は、図 14 に示されるアンテナ 25 において、放射素子 122 の周辺部を模式的に示す断面図である。放射素子 122 は、ギャップ 60 を有する開ループ共振アンテナである。導体ストリップ 126 は、上述の第 4 の導体エレメント 26 の一具体例である。図 14 では、導体ストリップ 126 の図示が省略されている。導体ストリップ 126 は、ギャップ 60 を形成する両側の導体エレメントに容量結合するように、フィルム 130 を介してギャップ 60 に対向して配置されている。すなわち、開ループ共振アンテナ (放射素子 122) は、フィルム 130 に対し垂直方向に導体ストリップ 126 と容量結合できる構造を有している。このような形態により、開ループのギャップ部分 (ギャップ 60) がガラス板 118 に直接的に面していないため、ガラス板 118 の誘電正接に起因する放射効率の低下を抑制することができる。導体ストリップ 126 は、ガラス板 118 の内側表面とフィルム 130 との間に設けられていて、ガラス板 118 の内側表面とフィルム 130 の両方に接触している。

[0059] 放射素子 122 は、フィルム 130 よりも誘電正接が低いガラス板 118

の影響を抑えるため、ガラス板 118 との距離が離れるように、フィルム 130 に対してガラス板 118 とは反対側に位置している。

[0060] 図 16 は、図 15 に示される部分を、フィルム 130 に対して導体ストリップ 126 側からの視点で示す平面図である。図 16 では、ガラス板 118 の図示は省略されている。導体ストリップ 126 の両端部は、ギャップ 60 を形成する両側の導体エレメントにフィルム 130 を介して対向している。

[0061] 図 17 は、図 14 に示されるアンテナ 25 を平面視で示す図である。図 18 は、図 17 に示されるアンテナ 25 の放射素子 122 及び導体ストリップ 126 を平面視で示す図である。図 19 は、図 17 に示されるアンテナ 25 の給電素子 121 を平面視で示す図である。

[0062] 図 20 は、各材料の比誘電率及び誘電正接 ($\tan \delta$) を示す図である。図 21 は、フィルム 130 の材料の違いによるトータル効率を実測した結果の一例を示す図である。図 22 は、フィルム 130 の材料の違いによる反射係数 S_{11} を実測した結果の一例を示す図である。トータル効率は、放射効率 η と反射係数 S_{11} との積を表す。つまり、トータル効率は、アンテナ 25 のリターンロスが加味された放射効率を表す。

[0063] 図 22 に示されているように、誘電正接が 0.01 以下の材料 B, C をフィルム 130 に使用した場合、所望の共振周波数で良好なインピーダンスマッチングが得られている。また、図 21 に示されているように、トータル効率については、誘電正接が 0.008 の材料 B が材料 A よりも優れており、誘電正接が 0.001 の材料 C が材料 B よりも優れている。

[0064] なお、図 21, 22 においてトータル効率及び反射係数を測定した時に
いて、図 14 ~ 19 に示された各部の寸法は、単位を mm とすると、

L24 : 2.3

L25 : 3.9

L39 : 1

L40 : 1.5

L30 : 1.3

L 3 1 : 1 . 3
L 3 5 : 1 . 2
L 3 6 : 2
L 3 7 : 0 . 4
L 3 8 : 0 . 4
L 3 3 : 1 4 . 4
L 3 4 : 1 3 . 6
L 4 1 : 1 0 . 5
L 4 2 : 5 9 . 5
L 4 3 : 1 8 . 5
L 4 4 : 1
L 4 5 : 1
L 4 6 : 0 . 5
L 4 7 : 6 0
L 4 8 : 3 . 5

である。また、フィルム130の厚さは、50 μ mである。

[0065] 図23は、図9～11に示すアンテナ25の構成において、給電素子21と放射素子22との間の距離と放射効率との関係をシミュレーション上で計算した結果の一例を示す図である。図23は、 $\tan \delta$ が0.01の場合を示す。横軸は、給電素子21と放射素子22との間の最短距離Dを示す。縦軸は、放射効率 η を表す。gapは、第1の先端部23と第2の先端部24との間のギャップ60のギャップ長を表す。 λ は、アンテナ25が送信又は受信する電波の波長を表す。

[0066] 図23に示されるように、最短距離Dが $0.117 \times \lambda$ であれば、ギャップ長が1mmであるとき、放射効率 η は50%以上になる。ギャップ長が0.5mm又は0.1mmであるとき、放射効率 η は50%未満であるが、 $\tan \delta$ を0.01よりも小さな値に変更することによって、放射効率 η を50%以上にすることができる。

- [0067] また、最短距離Dが $0.07 \times \lambda$ 以下であれば、「 $\tan \delta = 0.01$ 且つギャップ長 $= 0.5 \text{ mm}$ 」であっても、放射効率 η を50%以上にすることができる。また、最短距離Dが $0.04 \times \lambda$ 以下であれば、「 $\tan \delta = 0.01$ 且つギャップ長 $= 0.1 \text{ mm}$ 」であっても、放射効率 η を50%以上にすることができる。
- [0068] なお、図23において、シミュレーション時の各部の寸法は、図9～図11を測定したときの上述の値と同じである。
- [0069] 以上、アンテナを実施形態により説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。他の実施形態の一部又は全部との組み合わせや置換などの種々の変形及び改良が、本発明の範囲内で可能である。
- [0070] 本国際出願は、2016年4月15日に出願した日本国特許出願第2016-081706号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願第2016-081706号の全内容を本国際出願に援用する。

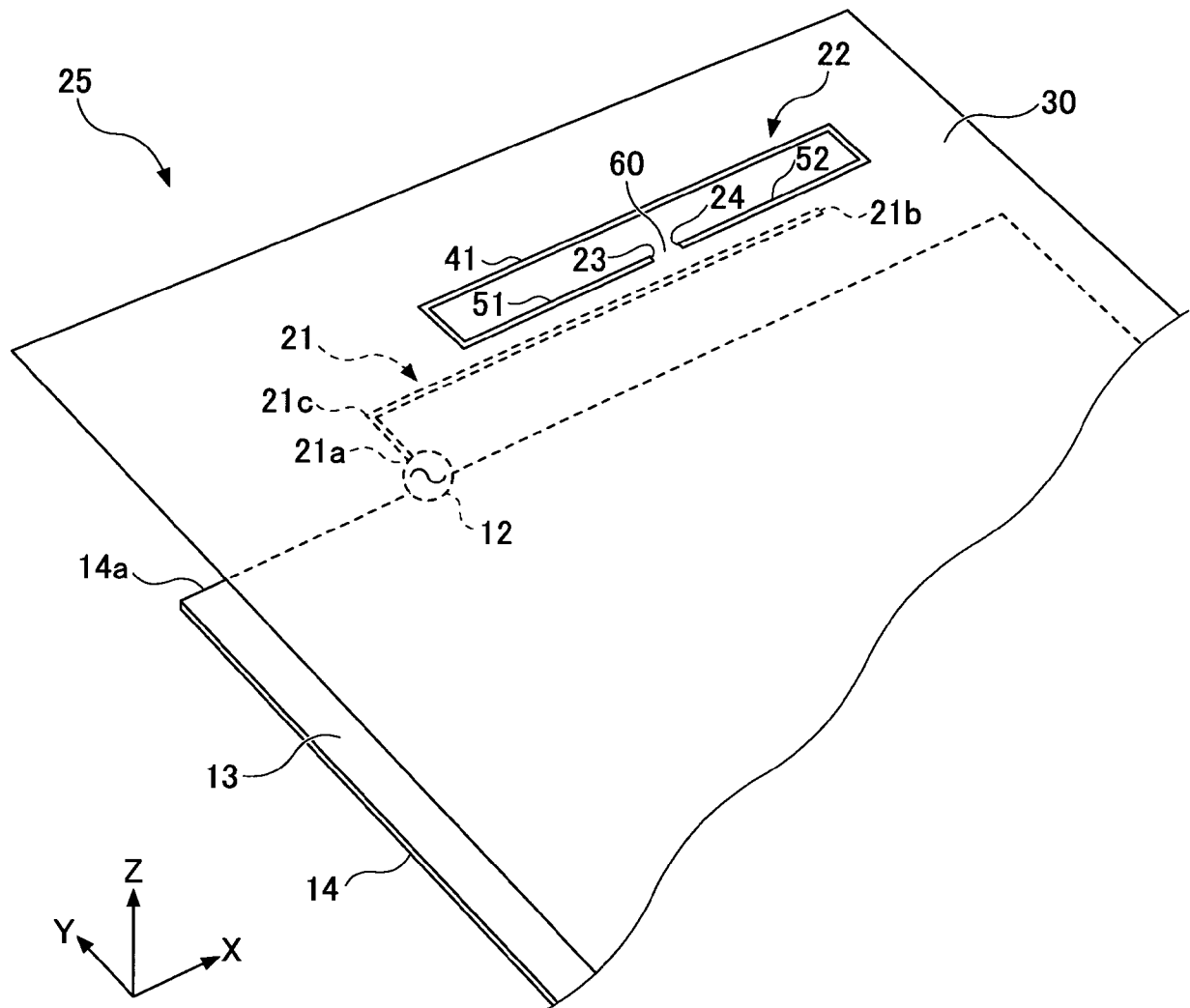
符号の説明

- [0071] 12 終端
14 グランド
21 給電素子
22 放射素子
23 第1の先端部
24 第2の先端部
25 アンテナ
26 第4の導体エレメント
30 基材部
41 第1の導体エレメント
51 第2の導体エレメント
52 第3の導体エレメント
60 ギャップ

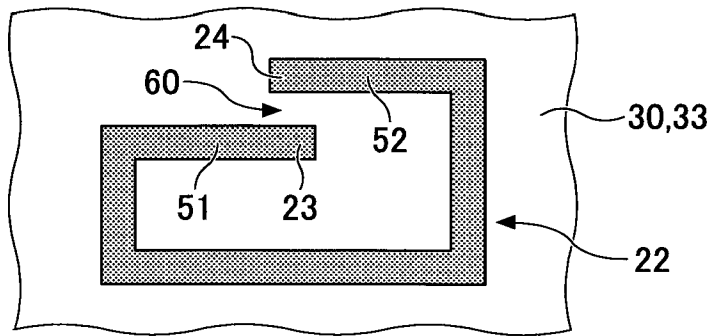
請求の範囲

- [請求項1] グランドプレーンと、
 前記グランドプレーンを基準とする給電点に接続された第1の共振器と、
 前記第1の共振器によって電磁界結合で非接触に給電される第2の共振器とを備え、
 前記第2の共振器は、第1の導体部と、前記第1の導体部にギャップを介して容量結合する第2の導体部とを有し、
 前記第2の共振器が形成された基材部の誘電正接は、0よりも大きく0.01以下である、アンテナ。
- [請求項2] 前記第2の共振器が送信又は受信する電波の波長を λ としたとき、
 前記第1の共振器と前記第2の共振器との最短距離は、0よりも大きく $0.117 \times \lambda$ 以下である、請求項1に記載のアンテナ。
- [請求項3] 前記第2の共振器の形状は、開ループであり、
 前記第1の導体部は、前記第2の共振器の一方の先端部を有し、前記第2の導体部は、前記第2の共振器の他方の先端部を有する、請求項1又は2に記載のアンテナ。
- [請求項4] 前記ギャップは、前記基材部の表面上に位置する、請求項1から3のいずれか一項に記載のアンテナ。
- [請求項5] 前記ギャップは、前記基材部の内部に位置する、請求項1から3のいずれか一項に記載のアンテナ。
- [請求項6] 前記基材部の表面上に位置する第3の導体部を備え、
 前記第3の導体部は、前記第1の導体部及び前記第2の導体部にギャップを介して容量結合する、請求項1から5のいずれか一項に記載のアンテナ。

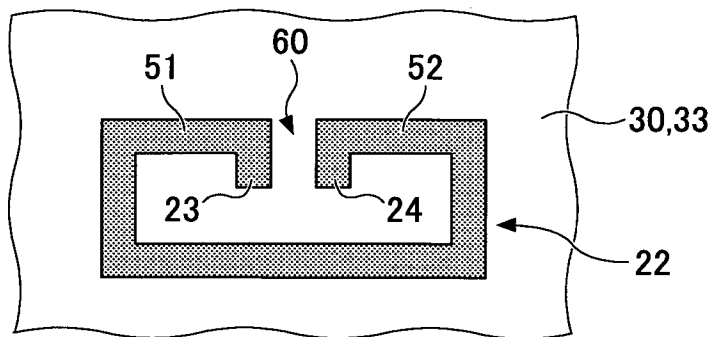
[図1]



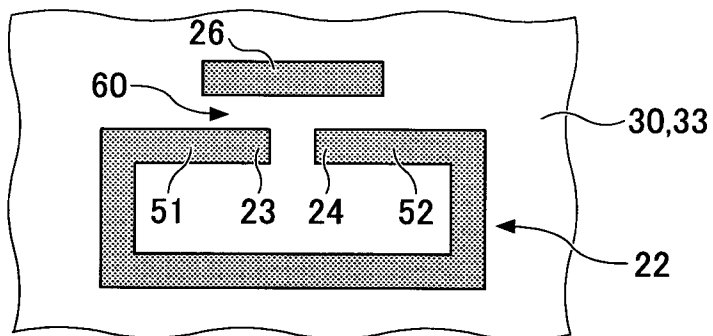
[図2]



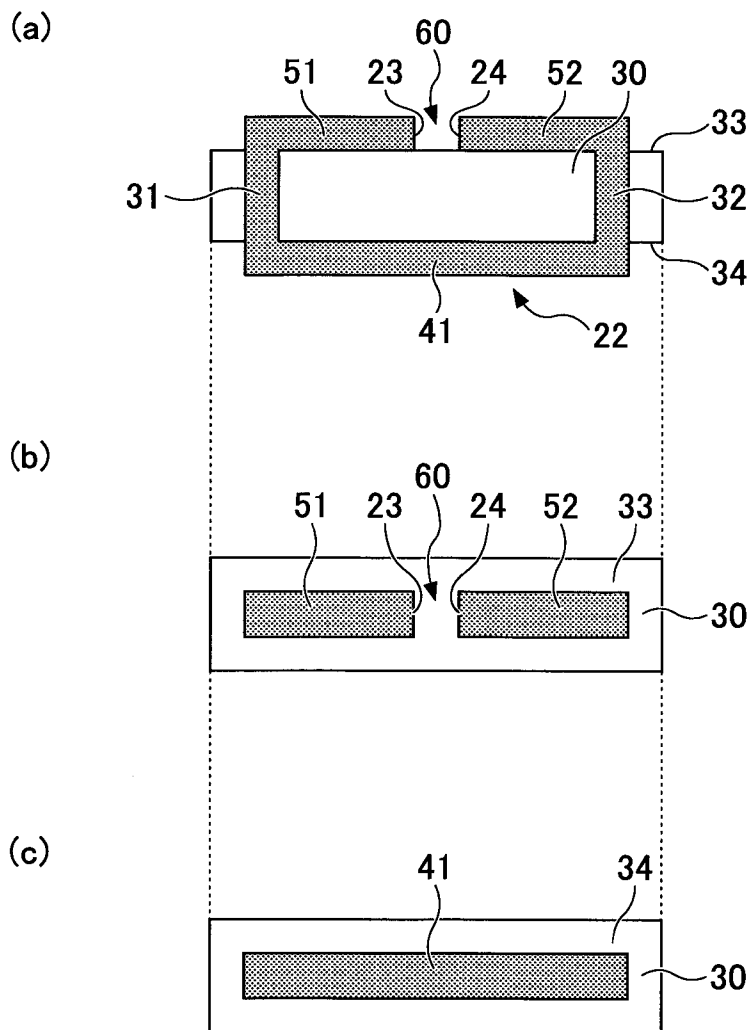
[図3]



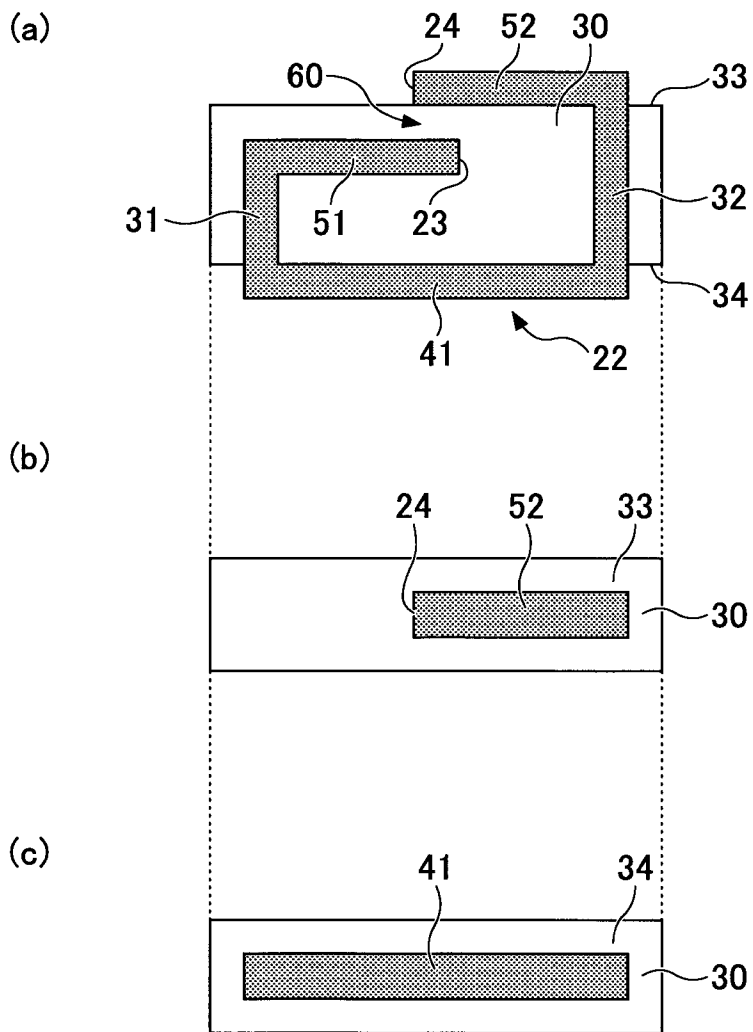
[図4]



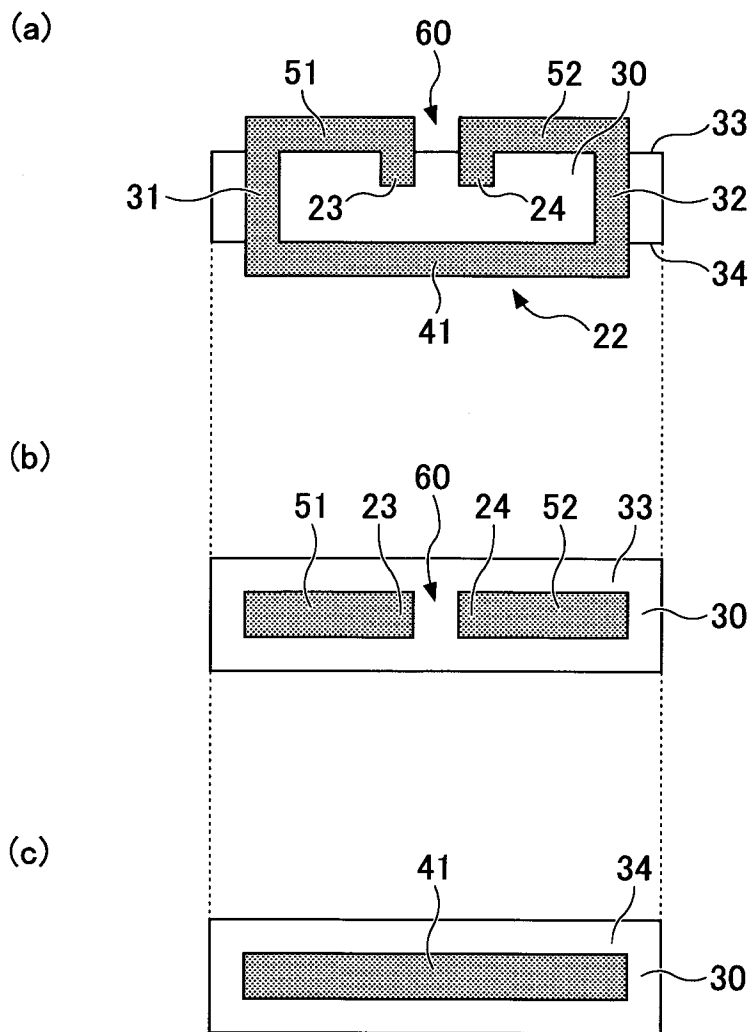
[図5]



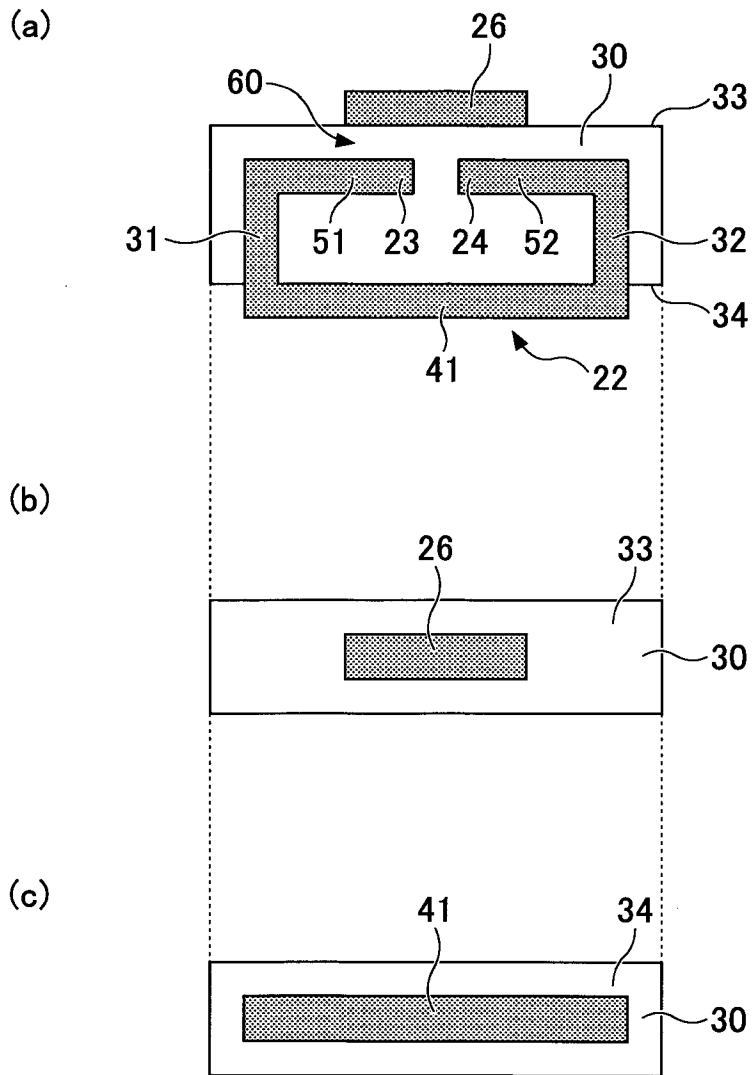
[図6]



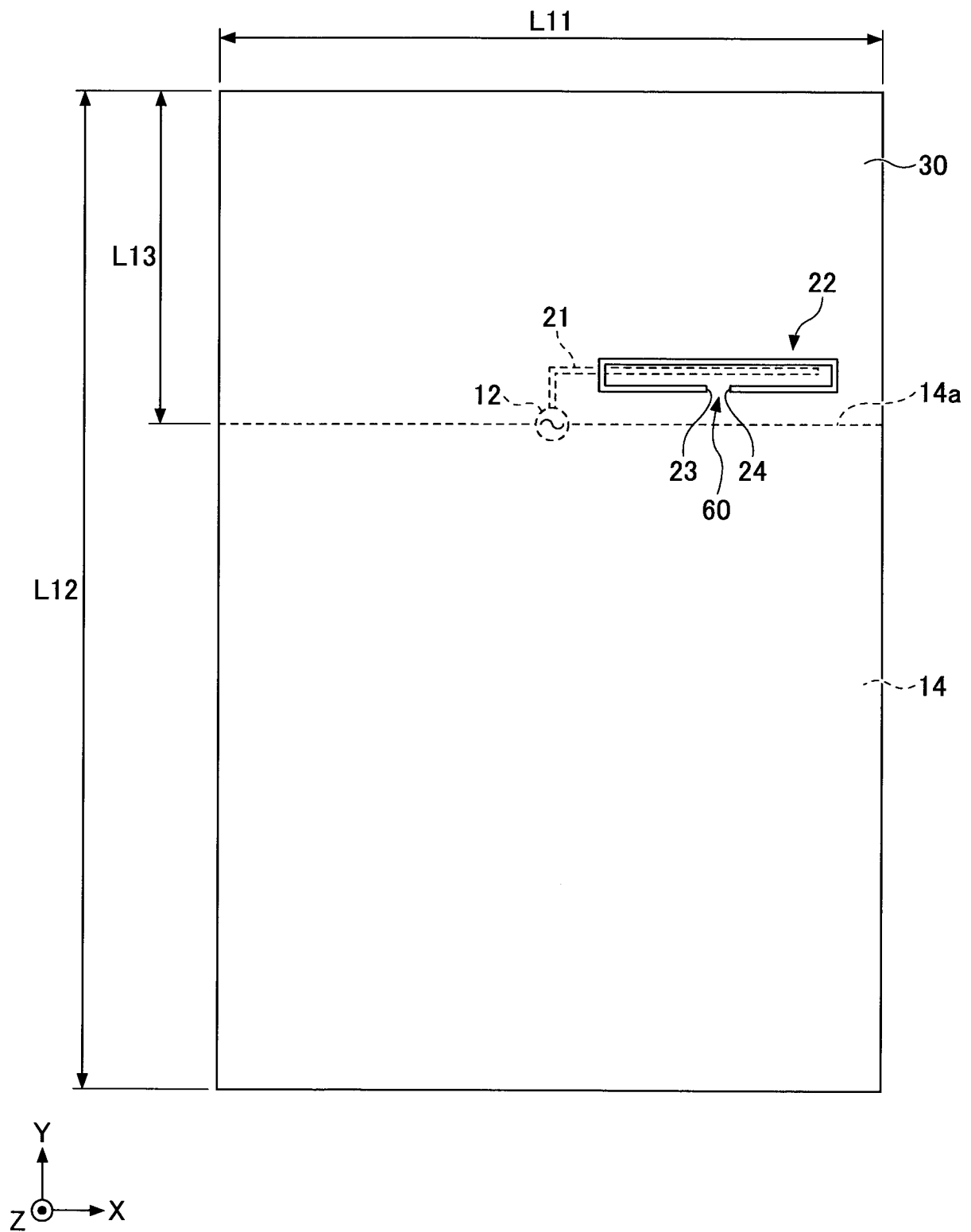
[図7]



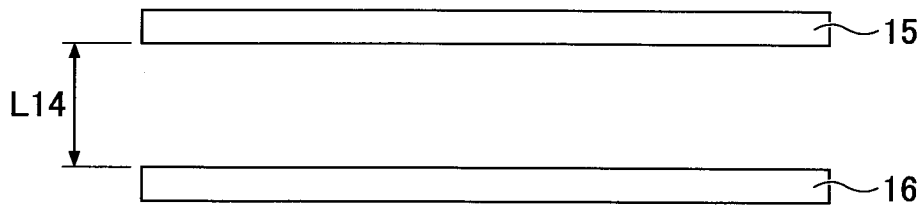
[図8]



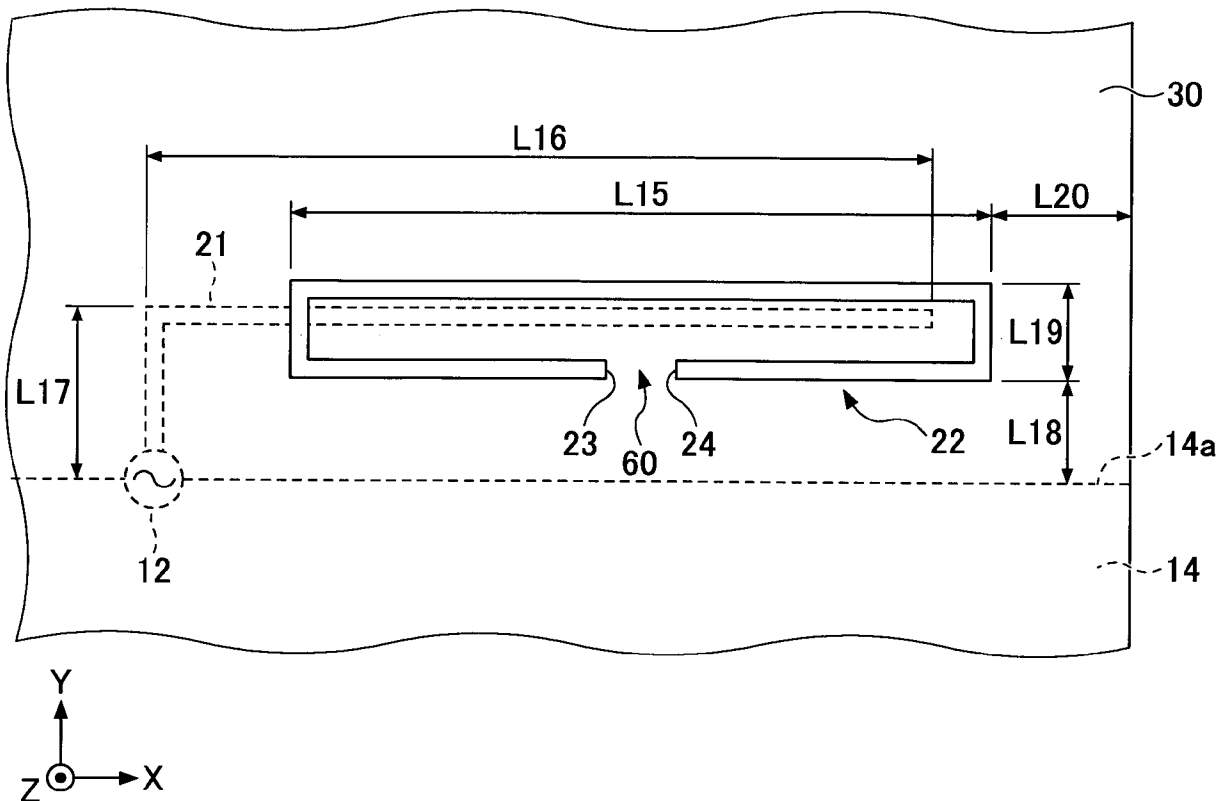
[図9]



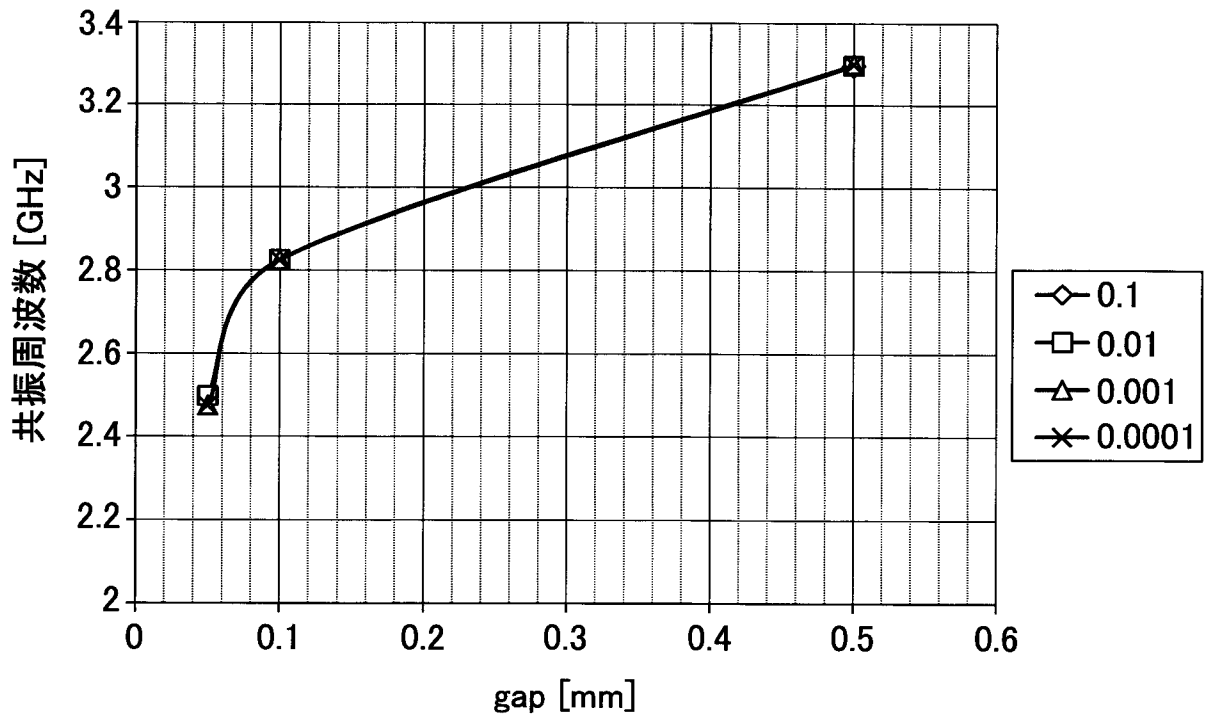
[図10]



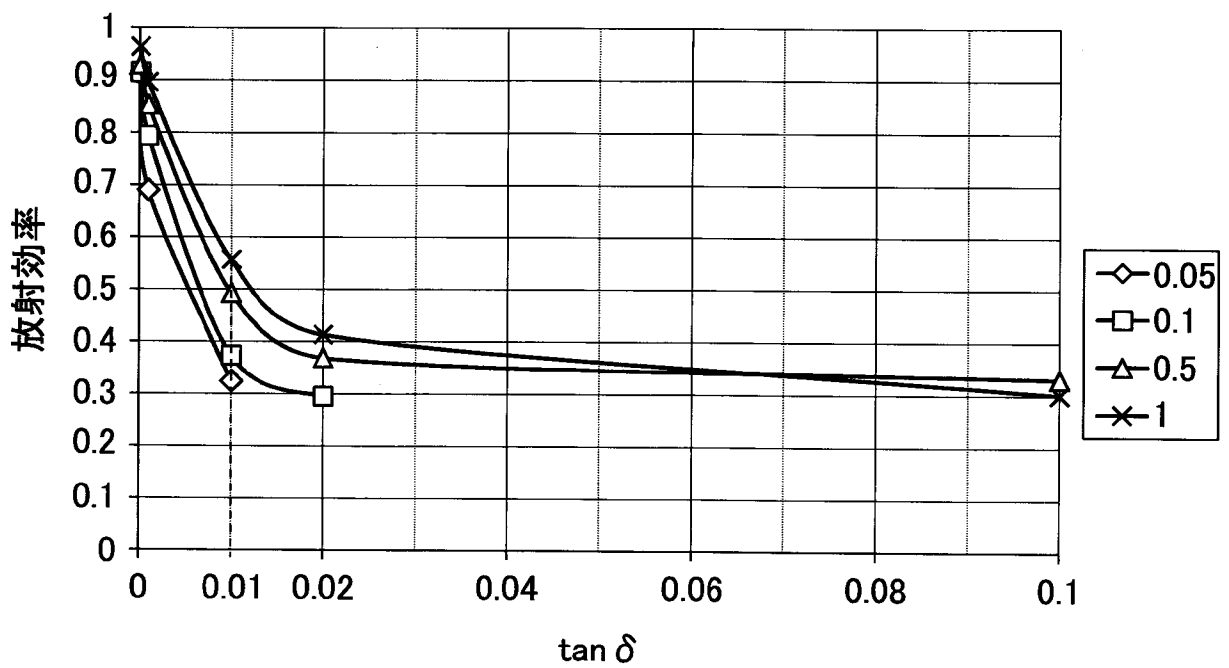
[図11]



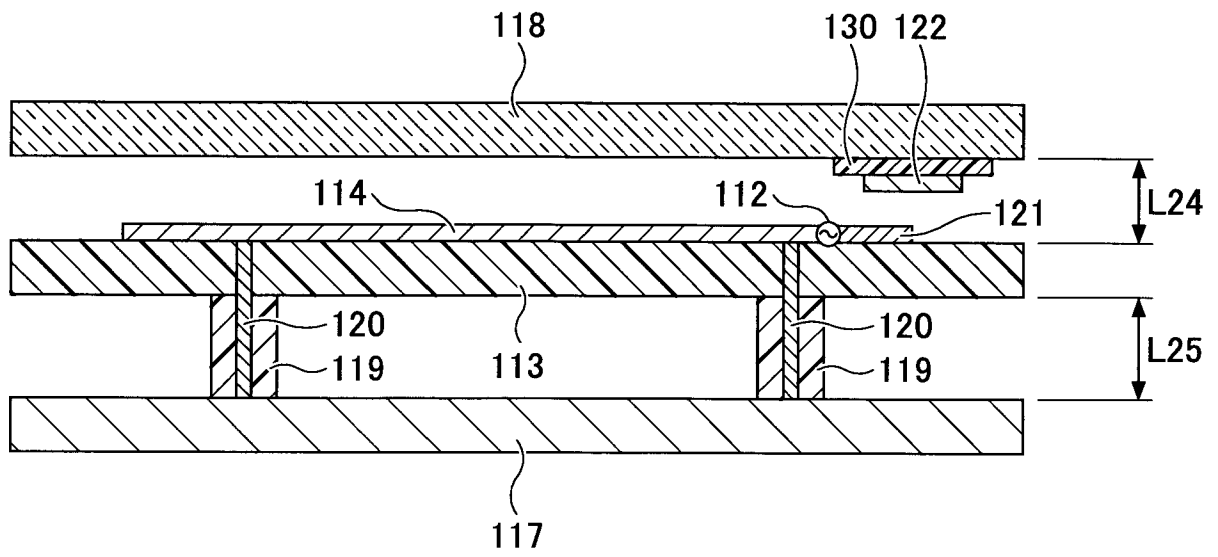
[図12]



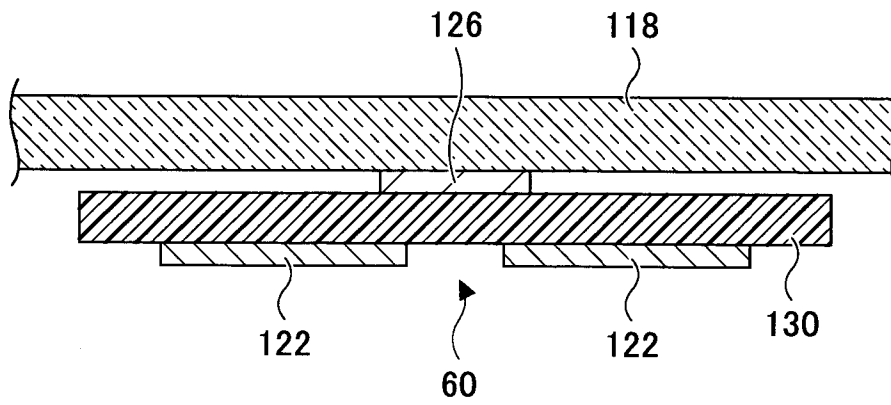
[図13]



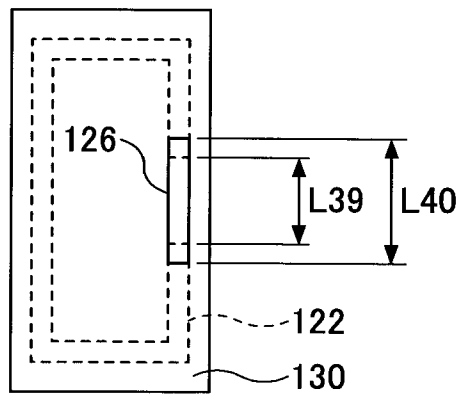
[図14]



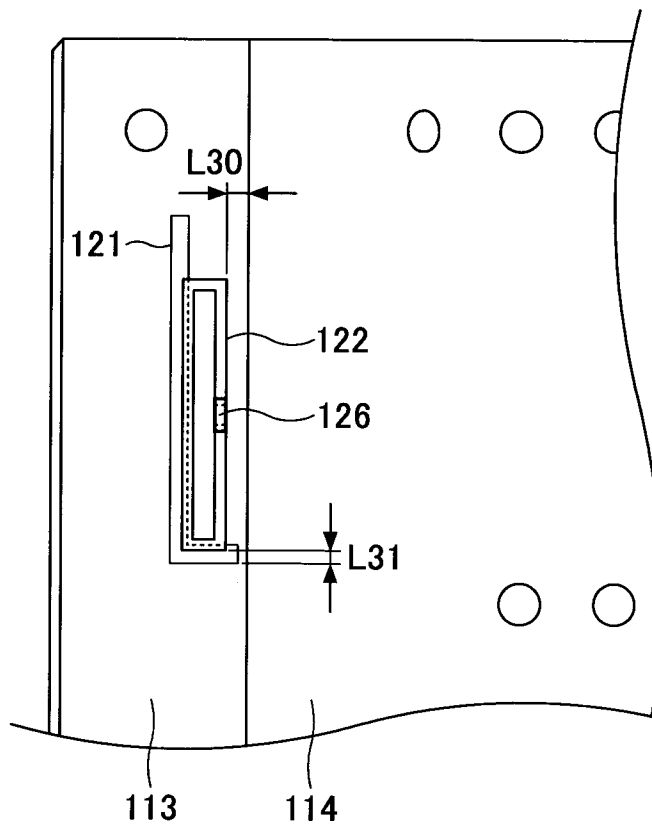
[図15]



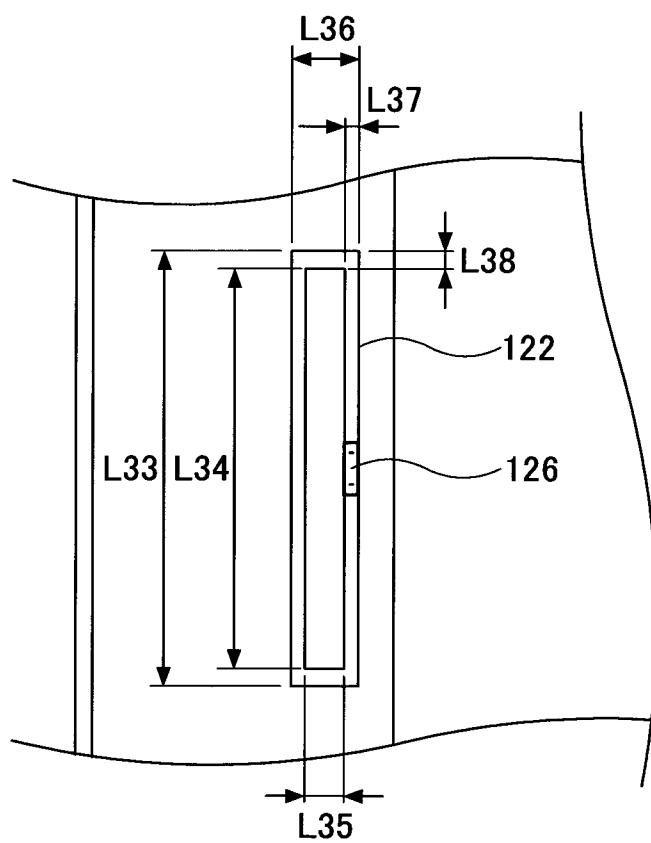
[図16]



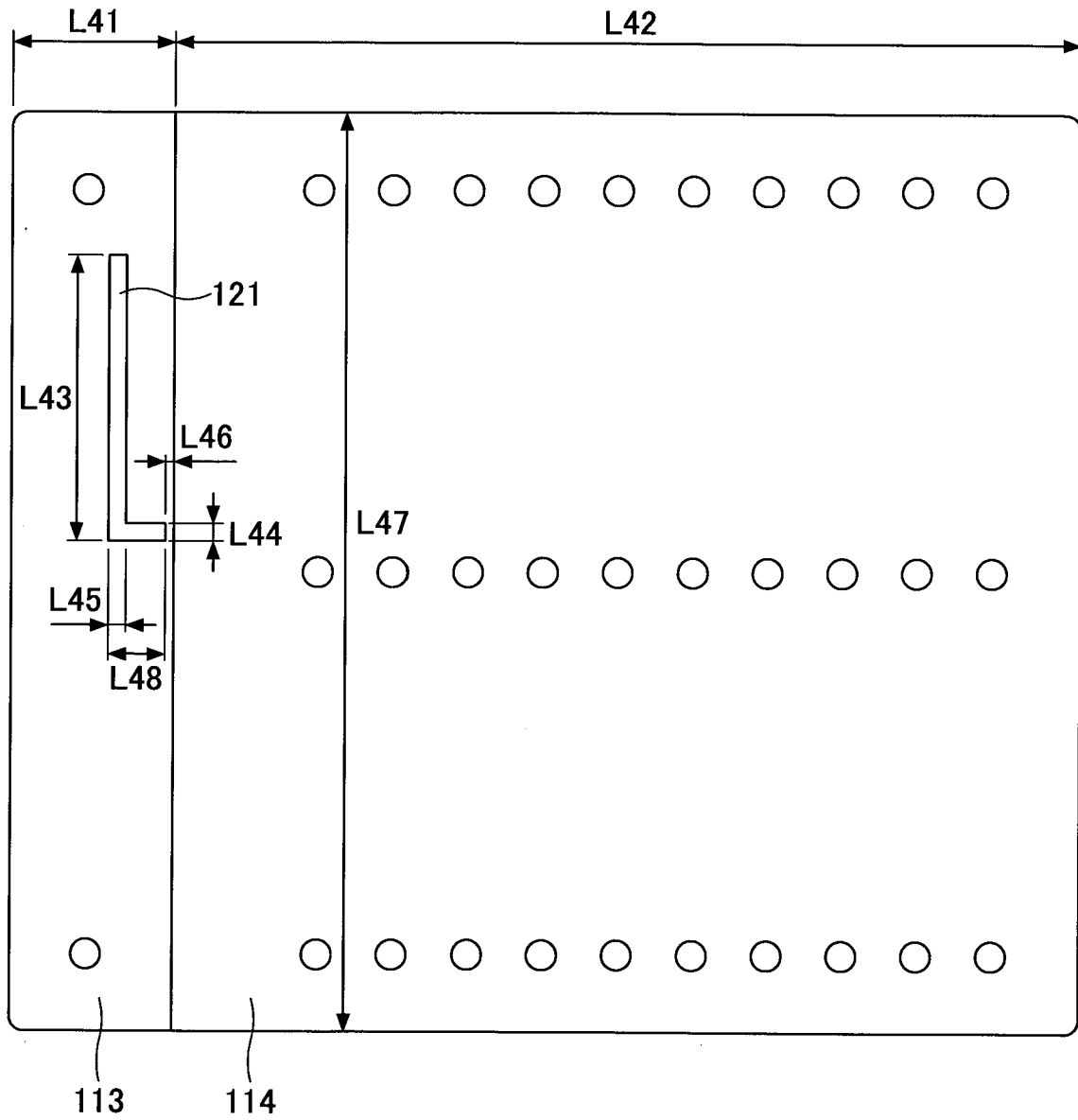
[図17]



[図18]



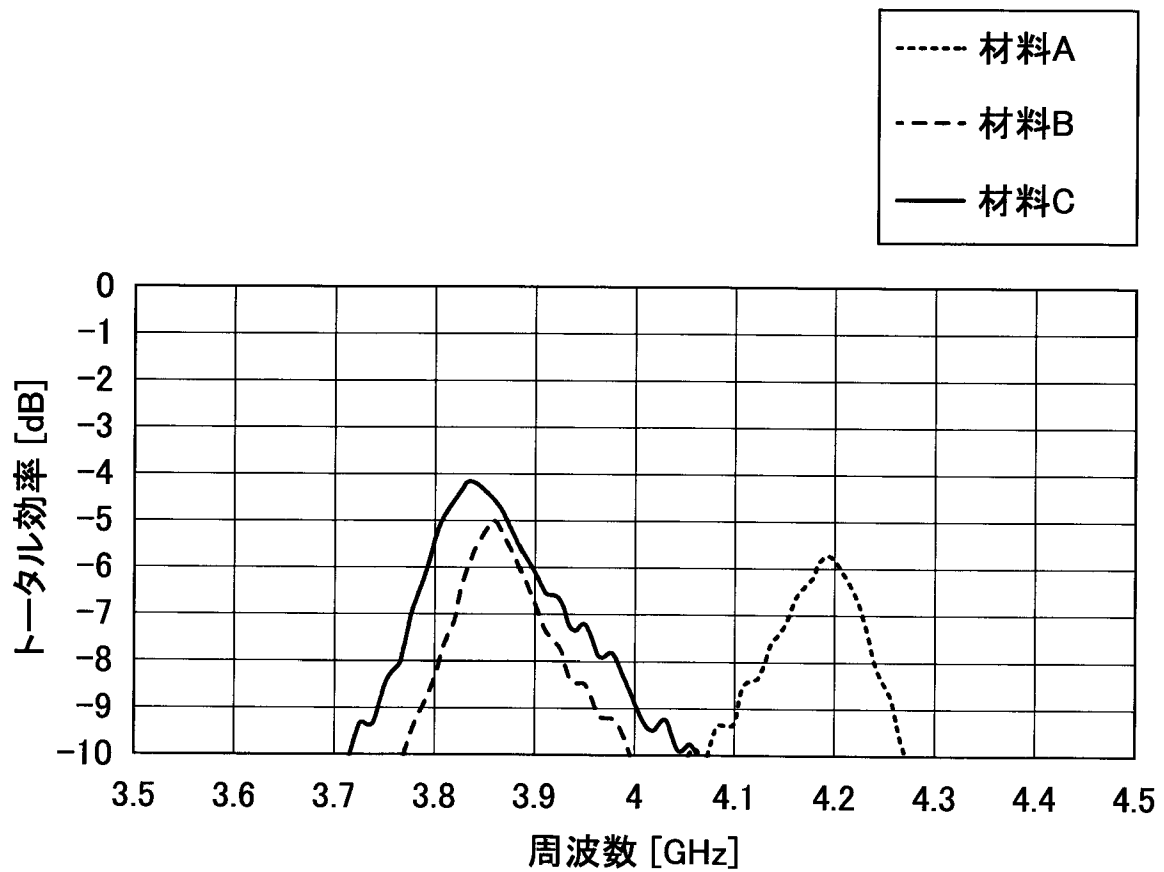
[図19]



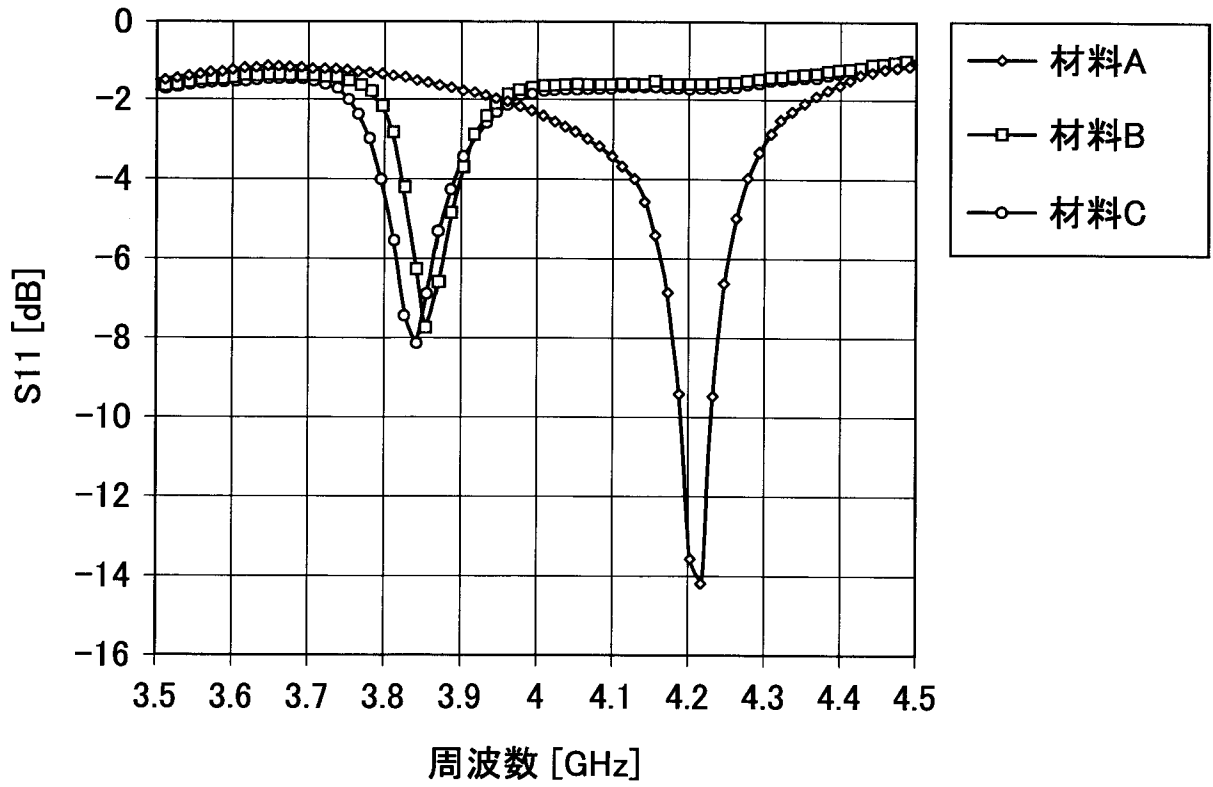
[図20]

フィルムの材料	比誘電率	$\tan \delta$
材料A	3.4	0.034
材料B	3.0	0.008
材料C	2.2	0.001

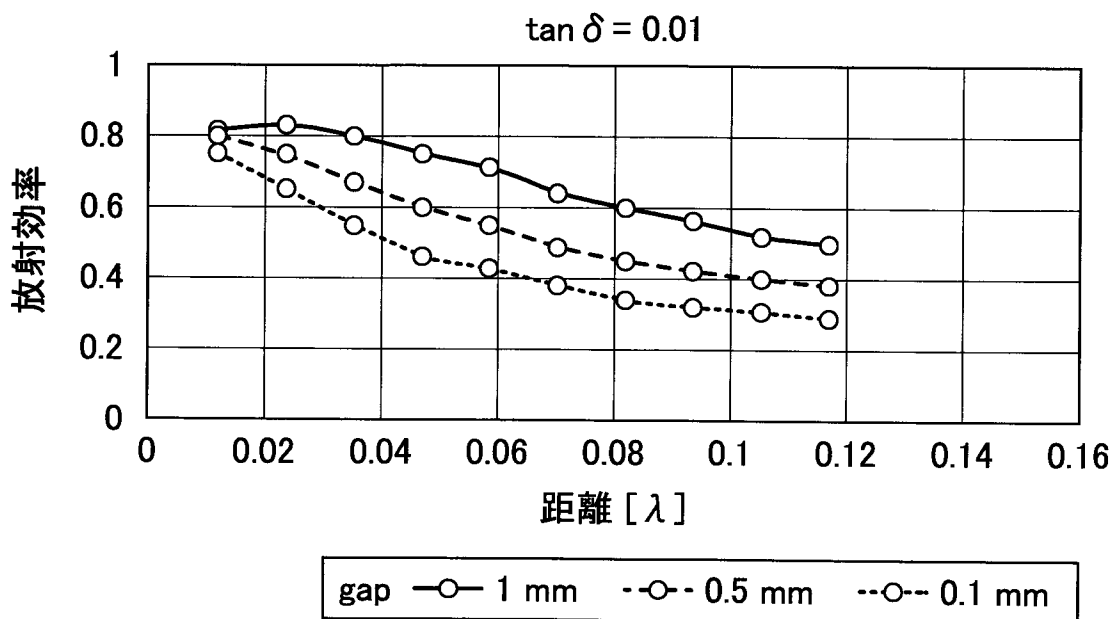
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/015201

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01Q9/30(2006.01)i, H01Q1/24(2006.01)i, H01Q1/38(2006.01)i, H01Q9/04(2006.01)i, H01Q19/26(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01Q9/30, H01Q1/24, H01Q1/38, H01Q9/04, H01Q19/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2017</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2017</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2017</i>

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2015-220738 A (Nippon Soken, Inc.), 07 December 2015 (07.12.2015), paragraphs [0020] to [0039], [0051]; fig. 1, 9 (Family: none)	1-4 5-6
A	JP 2014-187720 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 02 October 2014 (02.10.2014), & US 2015/0130669 A1 & WO 2014/013840 A1 & EP 2876727 A1 & CN 104508907 A	1-6
A	JP 2014-103660 A (Nippon Soken, Inc.), 05 June 2014 (05.06.2014), & US 2015/0270614 A1 & WO 2014/064927 A1	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 23 June 2017 (23.06.17)	Date of mailing of the international search report 04 July 2017 (04.07.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015201

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-103630 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 26 May 2011 (26.05.2011), & US 2011/0109525 A1	1-6
P,X	WO 2016/148274 A1 (NEC Corp.), 22 September 2016 (22.09.2016), paragraphs [0012] to [0029]; fig. 5 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01Q9/30(2006.01)i, H01Q1/24(2006.01)i, H01Q1/38(2006.01)i, H01Q9/04(2006.01)i, H01Q19/26(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01Q9/30, H01Q1/24, H01Q1/38, H01Q9/04, H01Q19/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2015-220738 A (株式会社日本自動車部品総合研究所)	1-4
A	2015.12.07, [0020]-[0039], [0051], 図1, 9 (ファミリーなし)	5-6
A	JP 2014-187720 A (旭硝子株式会社) 2014.10.02, & US 2015/0130669 A1 & WO 2014/013840 A1 & EP 2876727 A1 & CN 104508907 A	1-6
A	JP 2014-103660 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2014.06.05, & US 2015/0270614 A1 & WO 2014/064927 A1	1-6

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.06.2017

国際調査報告の発送日

04.07.2017

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

米倉 秀明

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

5K

4684

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-103630 A (三星電子株式会社) 2011. 05. 26, & US 2011/0109525 A1	1-6
P, X	WO 2016/148274 A1 (日本電気株式会社) 2016. 09. 22, [0012]-[0029], 図5 (ファミリーなし)	1-6