

(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
2015 年 12 月 30 日(30.12.2015)



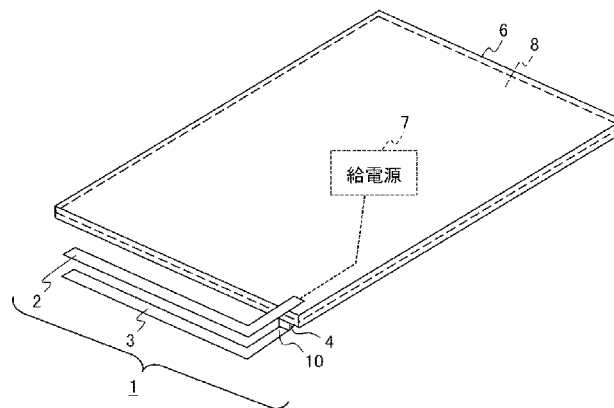
(10) 国際公開番号

WO 2015/198549 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 9/42 (2006.01) H01Q 9/14 (2006.01)
H01Q 1/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/002929
- (22) 国際出願日: 2015 年 6 月 11 日(11.06.2015)
- (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 2014-131195 2014 年 6 月 26 日(26.06.2014) JP
- (71) 出願人: NEC プラットフォームズ株式会社
(NEC PLATFORMS, LTD.) [JP/JP]; 〒2138511 神奈川県川崎市高津区北見方二丁目 6 番 1 号
Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 三浦 健(MIURA, Ken); 〒2138511 神奈川県川崎市高津区北見方二丁目 6 番 1 号 NEC プラットフォームズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 下坂 直樹(SHIMOSAKA, Naoki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気株式会社内 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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))

(54) Title: ANTENNA DEVICE, WIRELESS COMMUNICATION DEVICE, AND BAND ADJUSTMENT METHOD

(54) 発明の名称: アンテナ装置、無線通信装置および帯域調整方法



7 Power supply

(57) Abstract: In order to provide an antenna technology capable of easily achieving, with a simple structure, a wide frequency band in which wireless communication can be performed, an antenna device (1) is provided with a feed antenna element (2), and a parasitic antenna element (3). The feed antenna element (2) is provided on a circuit board (6), and is electrically connected to a power supply (7) that is provided on the circuit board (6). The parasitic antenna element (3) is electrically connected to the feed antenna element (2). The parasitic antenna element (3) has a grounding portion (10). The grounding portion (10) is electrically connected to a ground layer (8) via an inductive element (4), said ground layer (8) being formed on the circuit board (6) and having a reference potential.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/198549 A1



簡単な構造でもって無線通信可能な周波数帯域の広帯域化を容易に実現可能なアンテナの技術を提供するために、アンテナ装置 1 は、給電アンテナ素子 2 と、無給電アンテナ素子 3 とを備えている。給電アンテナ素子 2 は、回路基板 6 に設けられ、当該回路基板 6 に備えられている給電源 7 に電氣的に接続する。無給電アンテナ素子 3 は、給電アンテナ素子 2 と電氣的に接続する。無給電アンテナ素子 3 は接地部位 10 を有する。接地部位 10 は、誘導性を示す誘導性素子 4 を介して、回路基板 6 に形成されている基準電位を持つグラウンド層 8 に電氣的に接続されている。

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置、無線通信装置および帯域調整方法 技術分野

[0001] 本発明は、無線通信を行う通信装置に備えられるアンテナの技術に関する。

背景技術

[0002] 携帯型電話機や可搬タイプのルータなどのモバイル通信装置においては、近年、装置の小型化が進んでおり、これに伴って、当該装置に内蔵されるアンテナも小型化が進んでいる。この小型化に起因して、アンテナは、良好に通信を行う通信性能を得ることが難しくなっている。すなわち、アンテナは、無線通信を行う周波数として設定されている設定周波数を持つ電波を送受信するためには、その設定周波数を持つ電波の波長に応じた電氣的な長さ（電気長）を持つ必要が有る。しかしながら、アンテナを小型化すると、当該アンテナがその必要な電気長を得ることが難しくなってくる。特に、小型化が進むと、アンテナは、波長が長くなる低い周波数帯域の電波を良好に通信することが難しくなってくる。このようなことから、アンテナには、通信性能を保ちつつ小型化を図ることが難しいという問題がある。

[0003] 特許文献１（国際公開第２００５／０２９６３８号）には、第一回路基板に給電アンテナが設けられ、第二回路基板に無給電アンテナが設けられている構成が表されている。また、この特許文献１には、無給電アンテナがコイルを介してＧＮＤ（Ground）部に接続されている構成が表されている。

[0004] 特許文献２（国際公開第２００９／１４７８８５号）には、給電素子と無給電素子を備えているマルチバンドアンテナにおいて、給電素子と無給電素子には、それぞれ、ＬＣ共振回路が介設されている構成が表されている。

[0005] 特許文献３（特開２０１１－１１９９４９号公報）には、無線ＬＡＮ（Local Area Network）カードを構成する回路基板の表裏の一方側の面に給電アンテナ素子が形成され、回路基板の他方側の面に無給電アンテナ素子が形成さ

れている構成が表されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2005／029638号

特許文献2：国際公開第2009／147885号

特許文献3：特開2011－119949号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] アンテナの通信性能を保ちつつアンテナの小型化を図るために様々な技術が提案されている。しかしながら、それら提案されている技術には、例えば、アンテナ素子の形状が複雑になるという問題や、アンテナが送受信する電波の周波数の調整が難しいという問題などの様々な問題がある。

[0008] 本発明は上記課題を解決するために考え出された。すなわち、本発明の主な目的は、簡単な構造でもって無線通信可能な周波数帯域の広帯域化を容易に実現可能なアンテナの技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するために、本発明のアンテナ装置は、
無線通信する信号を供給する給電源に電氣的に接続する給電アンテナ素子と、

当該給電アンテナ素子と電氣的に接続する無給電アンテナ素子とを備え、

前記給電アンテナ素子は、前記給電源を備えた回路基板に設けられ、

前記無給電アンテナ素子は、接地部位を有し、当該接地部位は、誘導性を示す誘導性素子を介して、前記回路基板に形成されている基準電位を持つグラウンド層に電氣的に接続されている。

[0010] また、本発明の無線通信装置は、

本発明のアンテナ装置と

無線通信する信号を供給する前記給電源と、

当該給電源を備える前記回路基板と
を備えている。

[0011] さらに、本発明の帯域調整方法は、

無線通信する信号を供給する給電源に電氣的に接続する給電アンテナ素子
と電氣的に接続する無給電アンテナ素子を、前記給電アンテナ素子が設けら
れている回路基板と共通の回路基板に設け、

前記無給電アンテナ素子における接続部位を、誘導性を示す誘導性素子を
介して、前記回路基板に形成されている基準電位を持つグラウンド層に電氣
的に接続し、前記誘導性素子の誘導リアクタンスを調整することによって、
前記給電アンテナ素子および前記無給電アンテナ素子による無線通信の周波
数帯域の帯域幅を調整する。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、装置を大型化することなく、簡単な構造でもって無線通
信可能な周波数帯域の広帯域化を容易に実現できるアンテナを提供できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明に係る第1実施形態のアンテナ装置の構成を説明する図である。

[図2]図1のアンテナ装置を備えた無線通信装置を簡略化して表すブロック図
である。

[図3]本発明に係る第2実施形態のアンテナ装置の構成を説明する図である。

[図4]図3に表されているアンテナ装置におけるインピーダンス特性の実験結
果を表すスミスチャートである。

[図5]図3に表されているアンテナ装置におけるリターンロス特性の実験結果
を表すグラフである。

[図6]図3に表されているアンテナ装置における放射効率特性の実験結果を表
すグラフである。

[図7]比較例のアンテナ装置の構成を説明する図である。

[図8]図7に表されているアンテナ装置におけるインピーダンス特性の実験結
果を表すスミスチャートである。

[図9]図7に表されているアンテナ装置におけるリターンロス特性の実験結果を表すグラフである。

[図10]図7に表されているアンテナ装置における放射効率特性の実験結果を表すグラフである。

[図11]図3に表されているアンテナ装置において、周波数704 MHzを持つ信号が供給された場合の電流分布を説明する図である。

[図12]図3に表されているアンテナ装置において、周波数960 MHzを持つ信号が供給された場合の電流分布を説明する図である。

[図13]1.5 GHz帯と2.6 GHz帯の無線通信に適用するように構成した場合における第2実施形態のアンテナ装置のインピーダンス特性の一例を表すスミスチャートである。

[図14]1.5 GHz帯と2.6 GHz帯の無線通信に適用するように構成した場合において第2実施形態のアンテナ装置におけるリターンロス特性の実験結果を表すグラフである。

[図15]1.5 GHz帯と2.6 GHz帯の無線通信に適用するように構成した場合において第2実施形態のアンテナ装置における放射効率特性の実験結果を表すグラフである。

[図16]比較例2のアンテナ装置におけるインピーダンス特性の実験結果を表すスミスチャートである。

[図17]比較例2のアンテナ装置におけるリターンロス特性の実験結果を表すグラフである。

[図18]比較例2のアンテナ装置における放射効率特性の実験結果を表すグラフである。

[図19]本発明に係る第3実施形態のアンテナ装置におけるインピーダンス特性の実験結果を表すスミスチャートである。

[図20]第3実施形態のアンテナ装置におけるリターンロス特性の実験結果を表すグラフである。

[図21]第3実施形態のアンテナ装置における放射効率特性の実験結果を表す

グラフである。

[図22]その他の実施形態のアンテナ装置の構成を説明する図である。

[図23]図 2 2 に表されているアンテナ装置のインピーダンス特性の実験結果を表すスミスチャートである。

[図24]図 2 2 に表されているアンテナ装置のリターンロス特性の実験結果を表すグラフである。

[図25]図 2 2 に表されているアンテナ装置の放射効率特性の実験結果を表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下に、本発明に係る実施形態を図面を参照しながら説明する。

[0015] <第 1 実施形態>

図 1 は、本発明に係る第 1 実施形態のアンテナ装置を説明する図である。この第 1 実施形態のアンテナ装置 1 は、図 1 では、無線通信装置を構成する回路基板 6 に設けられた状態で表されている。当該第 1 実施形態のアンテナ装置 1 は、給電アンテナ素子 2 と、無給電アンテナ素子 3 とを備えている。これら給電アンテナ素子 2 および無給電アンテナ素子 3 は、無線通信装置の回路基板 6 に搭載（接続）される素子である。給電アンテナ素子 2 は、回路基板 6 に形成されている給電源 7 に電氣的に接続され、当該給電源 7 から無線通信する信号が供給される。無給電アンテナ素子 3 は、給電源 7 と直接には接続せず、給電アンテナ素子 2 と電氣的に接続することによって、給電アンテナ素子 2 から信号が供給される。無給電アンテナ素子 3 は、接地部位 10 を有する。当該接地部位 10 は、誘導性を示す誘導性素子 4 を介して、回路基板 6 に備えられているグラウンド層 8 に電氣的に接続されている。

[0016] この第 1 実施形態のアンテナ装置 1 は、無給電アンテナ素子 3 の接地部位 10 が誘導性素子 4 に接続されていることにより、次のような効果を得ることができる。すなわち、この第 1 実施形態のアンテナ装置 1 は、無給電アンテナ素子 3 の物理的な長さを変化させることなく、誘電性素子 4 の誘導性によって、無給電アンテナ素子 3 の電氣的な長さ（電気長）を長くすることが

できる。つまり、アンテナ装置 1 は、誘電性素子 4 の誘導性によって、無給電アンテナ素子 3 の共振周波数を下げる方向に調整することができる。このため、アンテナ装置 1 は、給電アンテナ素子 2 と無給電アンテナ素子 3 による無線通信の周波数帯域を周波数の低い方に拡大すること、つまり、周波数帯域の広帯域化を図ることが容易にできる。

[0017] さらに、この第 1 実施形態では、誘導性素子 4 は無給電アンテナ素子 3 の接地部位 10 に接続する位置に設けられている。このため、誘導性素子 4 は、無給電アンテナ素子 3 の例えば中央部や開放端側に介設される場合に比べて、小さい回路定数（誘導リアクタンス）でもって無給電アンテナ素子 3 の電気長を長くすることができる。換言すれば、無給電アンテナ素子 3 の例えば中央部に誘導性素子 4 が介設されている場合には、接地部位 10 に誘導性素子 4 が接続されている場合に比べて、誘導性素子 4 の回路定数を大きくしなければ、無給電アンテナ素子 3 は同様な電気長が得られない。誘導性素子 4 の回路定数が大きくなると、誘導性素子 4 が持つ抵抗成分が大きくなり、これにより、誘導性素子 4 は、アンテナ特性が劣化するという問題を招いてしまう。また、誘導性素子 4 は、回路定数が大きくなると、無給電アンテナ素子 3 における誘導性素子 4 の介設位置が開放端に見えてしまうという不都合を招いてしまう。この第 1 実施形態のアンテナ装置 1 は、誘導性素子 4 を無給電アンテナ素子 3 の接地部位 10 に接続することによって、そのような問題の発生を防止しつつ、無給電アンテナ素子 3 の電気長を長くできる。

[0018] よって、この第 1 実施形態のアンテナ装置 1 は、大型化することなく、簡単な構造でもって無線通信可能な周波数帯域の広帯域化を容易に実現できるという効果を得ることができる。さらに、第 1 実施形態のアンテナ装置 1 は、誘導性素子 4 の誘導性を調整することによって、小型化を図ることもできる。

[0019] この第 1 実施形態のアンテナ装置 1 は、図 2 に表されているように、給電源 7 を備えた回路基板 6 と共に、無線通信装置 12 を構成することができる。この無線通信装置 12 は、アンテナ装置 1 を備えることにより、当該アン

テナ装置 1 の小型化に伴って、小型化を図ることが容易となる。

[0020] <第 2 実施形態>

以下に、本発明に係る第 2 実施形態を説明する。

[0021] 図 3 は、第 2 実施形態のアンテナ装置の構成を説明する図である。この第 2 実施形態のアンテナ装置 20 は、無線通信装置（例えば携帯型電話機や可搬タイプのルータ）の回路基板 23 に搭載（接続）され無線通信装置を構成するアンテナ装置である。当該アンテナ装置 20 は、給電アンテナ素子 21 と、無給電アンテナ素子 22 とを備えている。

[0022] 給電アンテナ素子 21 は、回路基板 23 に形成されている給電源 26 に電氣的に接続されるアンテナ素子であり、給電源 26 から無線通信する信号が供給される。この第 2 実施形態では、給電アンテナ素子 21 は、回路基板 23 の基板面に形成された導体パターンにより構成されている。この第 2 実施形態では、給電アンテナ素子（導体パターン）21 が形成される回路基板 23 の部位は非グラウンド領域である。すなわち、回路基板 23 は複数の層が積層形成されている多層基板であり、当該回路基板 23 は基準電位を持つグラウンド層 24 を有している。この第 2 実施形態では、回路基板 23 の端縁側には、グラウンド層 24 が形成されていない非グラウンド領域 25 がある。この非グラウンド領域 25 の基板面に、給電アンテナ素子 21 として機能する導体パターンが形成されている。この導体パターンは、L 字形状となっている。なお、導体パターン（給電アンテナ素子 21）の形状は L 字形状に限定されず、L 字形状以外の形状（例えばミアンダ形状など）であってもよいが、ここでは、形状の複雑化を避けるために単純な形状となっている。

[0023] 給電アンテナ素子 21 における、給電源 26 に接続する給電側の端部から開放端までの長さは、次のような長さに設定されている。つまり、給電アンテナ素子 21 は、アンテナ装置 20 が無線通信する設定された電波の周波数帯域の周波数でもって共振できる電氣的な長さ（電気長）を持つことができるように、その長さが設定されている。

[0024] 無給電アンテナ素子 22 は、給電アンテナ素子 21 と電氣的に接続するこ

とによって、給電アンテナ素子 2 1 から無線通信する信号が供給される構成を備えている。つまり、無給電アンテナ素子 2 2 は、回路基板 2 3 の厚み方向に給電アンテナ素子 2 1 と間隔を介して配置されている。この第 2 実施形態では、誘電体基板 2 7 が、回路基板 2 3 の非グラウンド領域 2 5 に間隔を介して並設されている。無給電アンテナ素子 2 2 として機能する導体パターンは、その誘電体基板 2 7 の基板面（図 3 では裏面）に給電アンテナ素子 2 1 と向き合うように形成されている。この無給電アンテナ素子（導体パターン） 2 2 は、給電アンテナ素子 2 1 と同一又は略同一の形状および大きさを備えている。

[0025] 無給電アンテナ素子 2 2 の一端側（換言すれば、給電アンテナ素子 2 1 の給電側の端部と向き合う部分）は接地部位 2 8 として機能する。この無給電アンテナ素子 2 2 の接地部位 2 8 は、回路基板 2 3 に形成されているコイル 3 0 に接続されており、当該コイル 3 0 を介してグラウンド層 2 4 に電氣的に接続されている。コイル 3 0 は、誘導性を示す誘導性素子であり、仕様等によりアンテナ装置 2 0 に対して要求されているアンテナ特性を満たすことができるように調整された回路定数（インダクタンス）を持つ。

[0026] つまり、無給電アンテナ素子 2 2 は、給電アンテナ素子 2 1 と物理的に同様な長さを有するが、コイル 3 0 に接続することにより、給電アンテナ素子 2 1 よりも長い電気長（電氣的な長さ）を持つことができる。このため、無給電アンテナ素子 2 2 は、給電アンテナ素子 2 1 よりも低い共振周波数を持つことになり、アンテナ装置 2 0 が無線通信する電波の周波数帯域の広帯域化を図ることができる。すなわち、コイル 3 0 のインダクタンスを調整することにより、アンテナ装置 2 0 の無線通信の周波数帯域幅を可変調整することができる。また、コイル 3 0 のインダクタンスを調整することにより、アンテナ装置 2 0 におけるそれ以外のアンテナ特性（例えば、リターンロス特性や放射効率特性）をも可変調整することができる。このようなことから、アンテナ装置 2 0 が要求されるアンテナ特性を持つことができるように、コイル 3 0 のインダクタンスは設定される。

[0027] この第2実施形態のアンテナ装置20は上記のように構成されている。これにより、第2実施形態のアンテナ装置20は次のような効果を得ることができる。すなわち、この第2実施形態のアンテナ装置20は、大型化することなく、簡単な構造でもって無線通信する周波数帯域の広帯域化を容易に実現できるという効果を得ることができる。このことを本発明者は実験により確認している。その実験では、700MHz帯と800MHz帯の電波を送受信することを想定したアンテナ装置20が作製された。そして、そのアンテナ装置20の給電アンテナ素子21における給電端部（給電源26に接続している端部）から給電アンテナ素子21および無給電アンテナ素子22を見た場合のインピーダンス（入力インピーダンス）がシミュレーションにより求められている。また、アンテナ装置20におけるリターンロス特性および放射効率特性もシミュレーションにより求められている。さらに、このアンテナ装置20と比較する比較例のアンテナ装置についても、上記同様に、入力インピーダンスとリターンロス特性と放射効率特性がシミュレーションにより求められている。その比較例のアンテナ装置は、図7に表されているように、アンテナ装置20から、コイル30を含む無給電アンテナ素子22が省略され、それ以外はアンテナ装置20と同様な構成を備えている。

[0028] この実験では、第2実施形態のアンテナ装置20（比較例のアンテナ装置32）が搭載される回路基板23の長辺方向の長さLaは97.5mmであり、回路基板23の短辺方向の長さLbは54mmである。さらに、回路基板23における非グラウンド領域25の長さLcは10.5mmである。さらにまた、給電アンテナ素子21と無給電アンテナ素子22との間隔は4mmである。この実験では、コイル30のインダクタンスは、24nH（ナノヘンリー）である。

[0029] 図4は、第2実施形態のアンテナ装置20におけるインピーダンス特性を表すスミスチャートである。換言すれば、図4は、第2実施形態のアンテナ装置20における給電アンテナ素子21の給電端部での入力インピーダンスが、給電源26から給電アンテナ素子21に供給される信号の周波数の変化

によってどのように変化するかを実線Zにより表している。図4において、実線Zの一端側Aは、給電源26からの信号の周波数が500MHz（メガヘルツ）である場合の入力インピーダンスを表している。この一端側Aから実線Zに沿って他端側Bに向かうに従って信号の周波数は高くなり、実線Zの他端側Bは給電源26からの信号の周波数が1200MHzである場合の入力インピーダンスを表している。

[0030] 図5は、第2実施形態のアンテナ装置20におけるリターンロス特性を表すグラフである。換言すれば、図5は、第2実施形態のアンテナ装置20におけるリターンロス特性が、給電源26から給電アンテナ素子21に供給される信号の周波数の変化によってどのように変化するかを実線Rにより表すグラフである。さらに、図6は、第2実施形態のアンテナ装置20における放射効率特性を表すグラフである。換言すれば、図6は、第2実施形態のアンテナ装置20における放射効率特性が、給電源26から給電アンテナ素子21に供給される信号の周波数の変化によってどのように変化するかを実線Hにより表すグラフである。

[0031] 図8は、比較例のアンテナ装置32におけるインピーダンス特性を実線Zにより表すスミスチャートである。図8においても、図4と同様に、実線Zの一端側Aは、給電源26からの信号の周波数が500MHzである場合の入力インピーダンスを表している。この一端側Aから実線Zに沿って他端側Bに向かうに従って信号の周波数は高くなり、実線Zの他端側Bは給電源26からの信号の周波数が1200MHzである場合の入力インピーダンスを表している。

[0032] 図9は、比較例のアンテナ装置32におけるリターンロス特性を実線Mにより表すグラフである。この図9においては、第2実施形態のアンテナ装置20におけるリターンロス特性が鎖線Rにより表されている。図10は、比較例のアンテナ装置32における放射効率特性を実線Nにより表すグラフである。この図10においては、第2実施形態のアンテナ装置20における放射効率特性が鎖線Hにより表されている。

[0033] これらの実験結果にも表されているように、第2実施形態のアンテナ装置20は、比較例のアンテナ装置32に比べて、インピーダンス特性も、リターンロス特性も、放射効率特性も向上している。例えば、放射効率は、0 dBに近い方が好ましい。図6と図10のグラフの比較により、第2実施形態のアンテナ装置20の放射効率は、比較例のアンテナ装置32と比べて、全体的に向上していることが確認される。また、リターンロスは、値が小さい方が好ましい。図5と図9のグラフの比較により、第2実施形態のアンテナ装置20のリターンロスは、比較例のアンテナ装置32と比べて、全体的に向上していることが確認される。このように、第2実施形態のアンテナ装置20は、比較例のアンテナ装置32と比べて、放射効率等のアンテナ特性が向上していることにより、電波の送受信状況を改善でき、かつ、その電波を送受信する周波数帯域の広帯域化を図ることができる。

[0034] このような第2実施形態のアンテナ装置20における電波の送受信における周波数帯域の広帯域化は次のような理由によるものと考えられている。図11は、第2実施形態のアンテナ装置20における給電アンテナ素子21に給電源26から周波数704 MHzの信号（電流）が供給された場合における給電アンテナ素子21と無給電アンテナ素子22の電流分布を模式的に表す図である。図12は、第2実施形態のアンテナ装置20における給電アンテナ素子21に給電源26から周波数960 MHzの信号（電流）が供給された場合における給電アンテナ素子21と無給電アンテナ素子22の電流分布を模式的に表す図である。図11および図12において、電流分布は色の濃淡によって表されており、色が濃くなるに従って電流分布が密になっている。

[0035] この第2実施形態では、給電アンテナ素子21と無給電アンテナ素子22は、同一又は略同一の物理的な長さを備えているが、無給電アンテナ素子22の接地部位28はコイル30に接続されている。これにより、無給電アンテナ素子22は給電アンテナ素子21よりも長い電気長を持つため、給電アンテナ素子21よりも低い共振周波数を持つ。このため、給電アンテナ素子21と無給電アンテナ素子22の電流分布には、通電している信号の周波数

によって、相違が見られる。すなわち、図 12 に表されているように、信号の周波数が 960 MHz である場合には、無給電アンテナ素子 22 よりも給電アンテナ素子 21 に電流が流れている。これに対し、図 11 に表されているように、信号の周波数が 960 MHz よりも低い 704 MHz である場合には、無給電アンテナ素子 22 には給電アンテナ素子 21 よりも電流が多く流れる。これにより、無給電アンテナ素子 22 によって、700 MHz～800 MHz の周波数帯における低い側のアンテナ特性が向上していると考えられる。

[0036] この第 2 実施形態のアンテナ装置 20 は、前記の如く、給電アンテナ素子 21 と無給電アンテナ素子 22 が同一又は略同一の形状を備えているので、無線通信にとっての電氣的に良好な接続状態が得られやすい。この構成も、アンテナ特性の向上に寄与している。

[0037] さらに、この第 2 実施形態では、コイル 30 は、無給電アンテナ素子 22 の接地部位 28 に接続されている。この構成は、無給電アンテナ素子 22 の例えば中央部や開放端側にコイルを介設する場合に比べて、次のような優れた効果を得ることができる。すなわち、無給電アンテナ素子 22 の接地部位側は、例えば中央部と比べて、電流密度が密であるために、コイル 30 が無給電アンテナ素子 22 の電氣的な特性に与える影響が大きい。このため、コイル 30 は、その回路定数（インダクタンス）が大きくなるとも、無給電アンテナ素子 22 に、要求の電氣的な特性を持たせることができる。これに対して、無給電アンテナ素子 22 の中央部や開放端にコイルを介設する場合には、接地部位 28 にコイル 30 を接続する場合に比べて、コイル 30 が大きな回路定数を持たなければ、無給電アンテナ素子 22 は、同じ電気長を持つことができない。回路定数の大きなコイルは、当該コイルが持つ抵抗成分の大きさも大きくなることから、アンテナ特性が劣化するという問題を招く虞がある。また、回路定数の大きなコイルは、無給電アンテナ素子 22 に流れる信号の周波数によって、そのコイルが介設されている部分が開放端に見えてしまうという不具合を招く虞がある。

[0038] この第 2 実施形態では、コイル 30 は、無給電アンテナ素子 22 の接地部

位 28 に接続されていることから、上記のような問題を招くことなく、アンテナ装置 20 のアンテナ特性の向上に寄与することができる。

[0039] なお、この第 2 実施形態では、アンテナ装置 20 が 700 MHz～800 MHz の周波数帯に適用する例を述べているが、この第 2 実施形態のアンテナ装置 20 は、他の周波数帯にも適用可能である。例えば、無線通信に設定された周波数帯の電波を送受信できるように、給電アンテナ素子 21 および無給電アンテナ素子 22 の長さおよび間隔を調整することにより、アンテナ装置 20 は、設定の周波数帯の通信に適用することが可能である。

[0040] 図 13 は、1.5 GHz～2.6 GHz の周波数帯に適用するように給電アンテナ素子 21 および無給電アンテナ素子 22 の長さ、間隔およびコイル 30 の回路定数が調整されたアンテナ装置 20 におけるインピーダンス特性の実験結果を実線 Z により表すスミスチャートである。この図 13 においては、実線 Z の一端側 A は、給電源 26 からの信号の周波数が 500 MHz（メガヘルツ）である場合の入力インピーダンスを表している。この一端側 A から実線 Z に沿って他端側 B に向かうに従って信号の周波数は高くなり、実線 Z の他端側 B は給電源 26 からの信号の周波数が 3 GHz である場合の入力インピーダンスを表している。

[0041] なお、1.5 GHz～2.6 GHz の周波数帯に適用するアンテナ装置 20 におけるコイル 30 のインダクタンスは、例えば 6.8 nH である。また、給電アンテナ素子 21 と無給電アンテナ素子 22 との間隔は、2.5 mm である。

[0042] 図 14 は、1.5 GHz～2.6 GHz の周波数帯に適用するアンテナ装置 20 におけるリターンロス特性の実験結果を実線 R により表すグラフである。

図 15 は、1.5 GHz～2.6 GHz の周波数帯に適用するアンテナ装置 20 における放射効率特性の実験結果を実線 H により表すグラフである。

[0043] 図 16～図 18 に、その 1.5 GHz～2.6 GHz の周波数帯に適用するアンテナ装置 20 と比較する比較例 2 としてのアンテナ装置のアンテナ特性が表されている。その比較例 2 のアンテナ装置は、1.5 GHz～2.6 GHz の

周波数帯に適用するアンテナ装置 20 から無給電アンテナ素子 22 およびコイル 30 を省略したアンテナ装置である。

[0044] つまり、図 16 は、比較例 2 のアンテナ装置におけるインピーダンス特性の実験結果を実線 Z により表すスミスチャートである。この図 16 においても、図 13 と同様に、実線 Z の一端側 A は、給電源 26 からの信号の周波数が 500 MHz である場合の入力インピーダンスを表している。この一端側 A から実線 Z に沿って他端側 B に向かうに従って信号の周波数は高くなり、実線 Z の他端側 B は給電源 26 からの信号の周波数が 3 GHz である場合の入力インピーダンスを表している。図 17 は、比較例 2 のアンテナ装置におけるリターンロス特性の実験結果を実線 M により表すグラフである。図 18 は、比較例 2 のアンテナ装置における放射効率特性の実験結果を実線 N により表すグラフである。

[0045] 図 16 ～図 18 に表される比較例 2 のアンテナ装置のアンテナ特性に比べて、第 2 実施形態のアンテナ装置 20 は、図 13 ～図 15 に表されているように、放射効率等のアンテナ特性を向上できる。

[0046] <第 3 実施形態>

以下に、本発明に係る第 3 実施形態を説明する。なお、この第 3 実施形態の説明において、第 2 実施形態と同一名称部分には同一符号を付し、その共通部分の構成の重複説明は省略する。

[0047] この第 3 実施形態では、給電アンテナ素子 21 は、回路基板 23 の表裏の一方側の基板面に形成され、無給電アンテナ素子 22 は、回路基板 23 の他方側の基板面に形成されている。第 3 実施形態のアンテナ装置 20 におけるそれ以外の構成は第 2 実施形態のアンテナ装置 20 と同様である。

[0048] この第 3 実施形態のアンテナ装置 20 は、第 2 実施形態と同様な効果を得ることができる。図 19 は、第 3 実施形態のアンテナ装置 20 におけるインピーダンス特性の実験結果を実線 Z により表すスミスチャートである。この図 19 のスミスチャートにおいても、図 13 のスミスチャートと同様に、実線 Z の一端側 A は、給電源 26 からの信号の周波数が 500 MHz である場合

の入力インピーダンスを表している。この一端側Aから実線Zに沿って他端側Bに向かうに従って信号の周波数は高くなり、実線Zの他端側Bは給電源26からの信号の周波数が3 GHzである場合の入力インピーダンスを表している。図20は、第3実施形態のアンテナ装置におけるリターンロス特性の実験結果を実線Rにより表すグラフである。この図20において、鎖線Mは、図17に表されている比較例2のアンテナ装置におけるリターンロス特性を表している。図21は、第3実施形態のアンテナ装置の実験による放射効率特性を実線Hにより表すグラフである。この図21において、鎖線Nは、図18に表されている比較例2のアンテナ装置における放射効率特性を表している。なお、図19～図21の結果が得られる実験では、回路基板23の大きさは、第2実施形態で述べた実験での大きさと同じである。また、コイル30のインダクタンスは、5.6 nHである。

[0049] これらの実験結果にも表されているように、第3実施形態のアンテナ装置20は、第2実施形態と同様に、放射効率等のアンテナ特性を向上できる。

[0050] また、誘電体基板27を省略できるので、第3実施形態のアンテナ装置20は、第2実施形態のアンテナ装置20よりも構造の簡略化を図ることができる。

[0051] <その他の実施形態>

なお、この発明は第1～第3の実施形態に限定されず、様々な実施の形態を採り得る。例えば、第2や第3の実施形態では、給電アンテナ素子21と無給電アンテナ素子22は、回路基板23の厚み方向に間隔を介して並設されている。これに対し、図22に表されるように、給電アンテナ素子21と無給電アンテナ素子22は、回路基板23の同一基板面に間隔を介して並設されていてもよい。この構成においても、第2や第3の実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0052] 図23は、図22に表されるアンテナ装置20におけるインピーダンス特性の実験結果を実線Zにより表すスミスチャートである。この図23のスミスチャートにおいても、図13や図19のスミスチャートと同様に、実線Z

の一端側Aは、給電源26からの信号の周波数が500MHzである場合の入力インピーダンスを表している。この一端側Aから実線Zに沿って他端側Bに向かうに従って信号の周波数は高くなり、実線Zの他端側Bは給電源26からの信号の周波数が3GHzである場合の入力インピーダンスを表している。

[0053] 図24は、図22に表されるアンテナ装置におけるリターンロス特性の実験結果を実線Rにより表すグラフである。この図24において、鎖線Mは、図17に表されている比較例2のアンテナ装置におけるリターンロス特性の実験結果を表している。図25は、図22に表されるアンテナ装置における放射効率特性の実験結果を実線Hにより表すグラフである。この図25において、鎖線Nは、図18に表されている比較例2のアンテナ装置における放射効率特性の実験結果を表している。

[0054] なお、図23～図25の結果が得られる実験では、回路基板23の大きさは、第2や第3の実施形態で述べた実験での大きさと同じである。また、コイル30のインダクタンスは5.6nHである。これらの実験結果にも表されているように、図22のアンテナ装置20も、第2や第3の実施形態と同様に、アンテナ特性を向上できる。

[0055] 以上、上記した実施形態を模範的な例として本発明を説明した。しかしながら、本発明は、上記した実施形態には限定されない。即ち、本発明は、本発明のスコープ内において、当業者が理解し得る様々な態様を適用することができる。

[0056] この出願は、2014年6月26日に提出された日本出願特願2014-131195を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0057] 1, 20 アンテナ装置
2, 21 給電アンテナ素子
3, 22 無給電アンテナ素子

- 4 誘導性素子
- 6, 23 回路基板
- 7, 26 給電源
- 8, 24 グラウンド層
- 12 無線通信装置
- 30 コイル

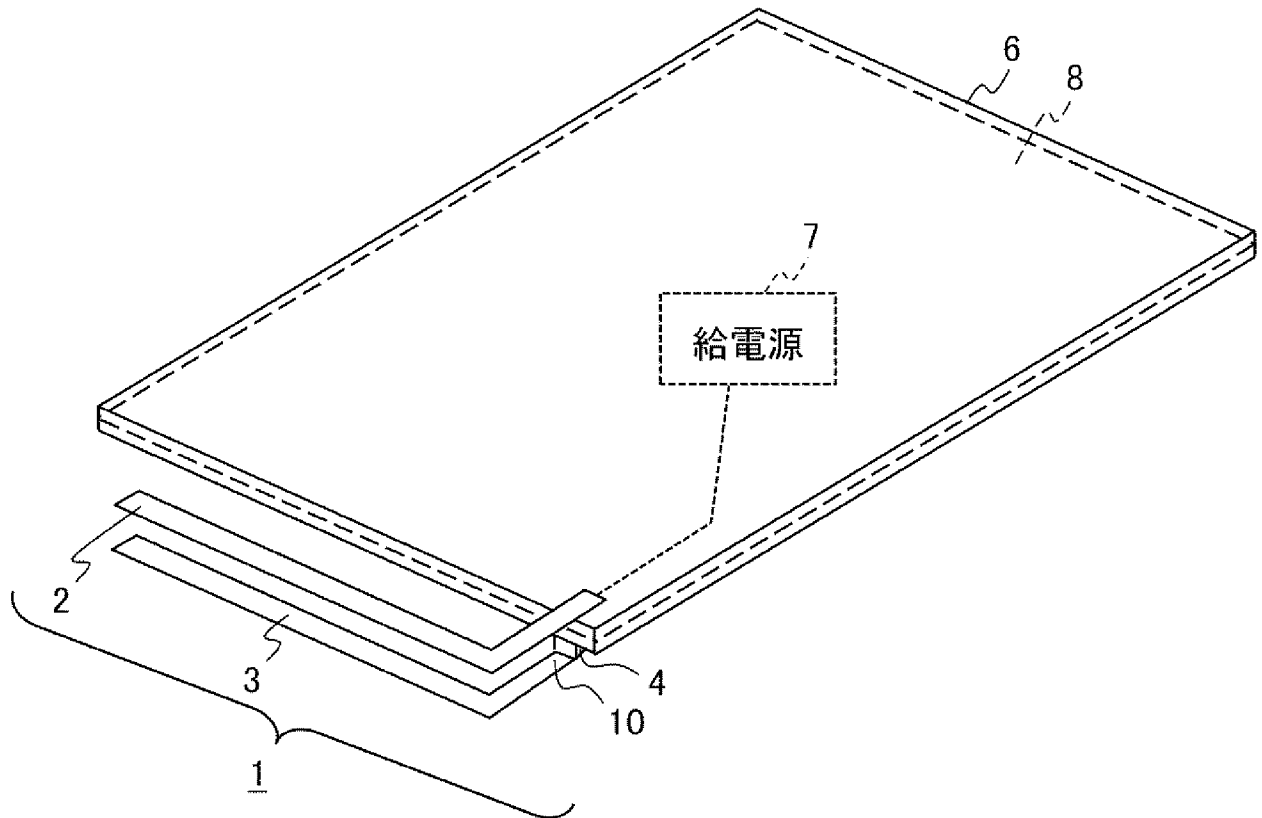
請求の範囲

- [請求項1] 無線通信する信号を供給する給電源に電氣的に接続する給電アンテナ素子と、
当該給電アンテナ素子と電氣的に接続する無給電アンテナ素子とを備え、
前記給電アンテナ素子は、前記給電源を備えた回路基板に設けられ、
前記無給電アンテナ素子は、接地部位を有し、当該接地部位は、誘導性を示す誘導性素子を介して、前記回路基板に形成されている基準電位を持つグラウンド層に電氣的に接続されているアンテナ装置。
- [請求項2] 前記給電アンテナ素子と前記無給電アンテナ素子は、前記回路基板の厚み方向に間隔を介して並設されている請求項1に記載のアンテナ装置。
- [請求項3] 前記給電アンテナ素子と前記無給電アンテナ素子は、前記回路基板の基板面に沿う方向に間隔を介して並設されている請求項1に記載のアンテナ装置。
- [請求項4] 前記給電アンテナ素子と前記無給電アンテナ素子は同一形状あるいは略同一形状である請求項1又は請求項2又は請求項3に記載のアンテナ装置。
- [請求項5] 前記誘導性素子は、前記無給電アンテナ素子の共振周波数を前記給電アンテナ素子の共振周波数よりも低くする方向に調整し前記無給電アンテナ素子および前記給電アンテナ素子による無線通信の周波数帯域を広帯域化する回路定数を持つ請求項1乃至請求項4の何れか一つに記載のアンテナ装置。
- [請求項6] 請求項1乃至請求項5の何れか一つに記載のアンテナ装置と、
無線通信する信号を供給する前記給電源と、
当該給電源を備える前記回路基板とを備えている無線通信装置。

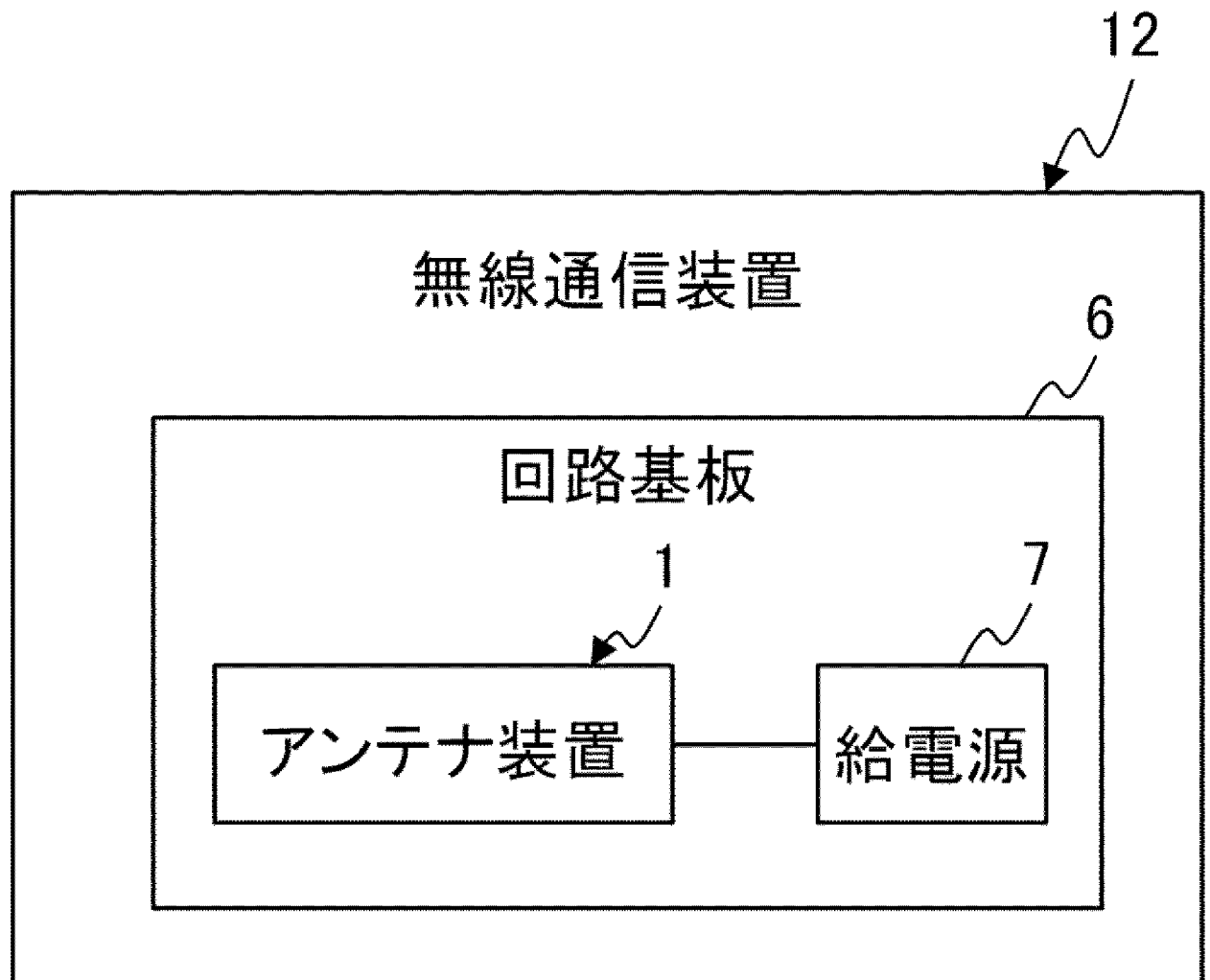
[請求項7] 無線通信する信号を供給する給電源に電氣的に接続する給電アンテナ素子と電氣的に接続する無給電アンテナ素子を、前記給電アンテナ素子が設けられている回路基板と共通の回路基板に設け、

前記無給電アンテナ素子における接続部位を、誘導性を示す誘導性素子を介して、前記回路基板に形成されている基準電位を持つグラウンド層に電氣的に接続し、前記誘導性素子の誘導リアクタンスを調整することによって、前記給電アンテナ素子および前記無給電アンテナ素子による無線通信の周波数帯域の帯域幅を調整する帯域調整方法。

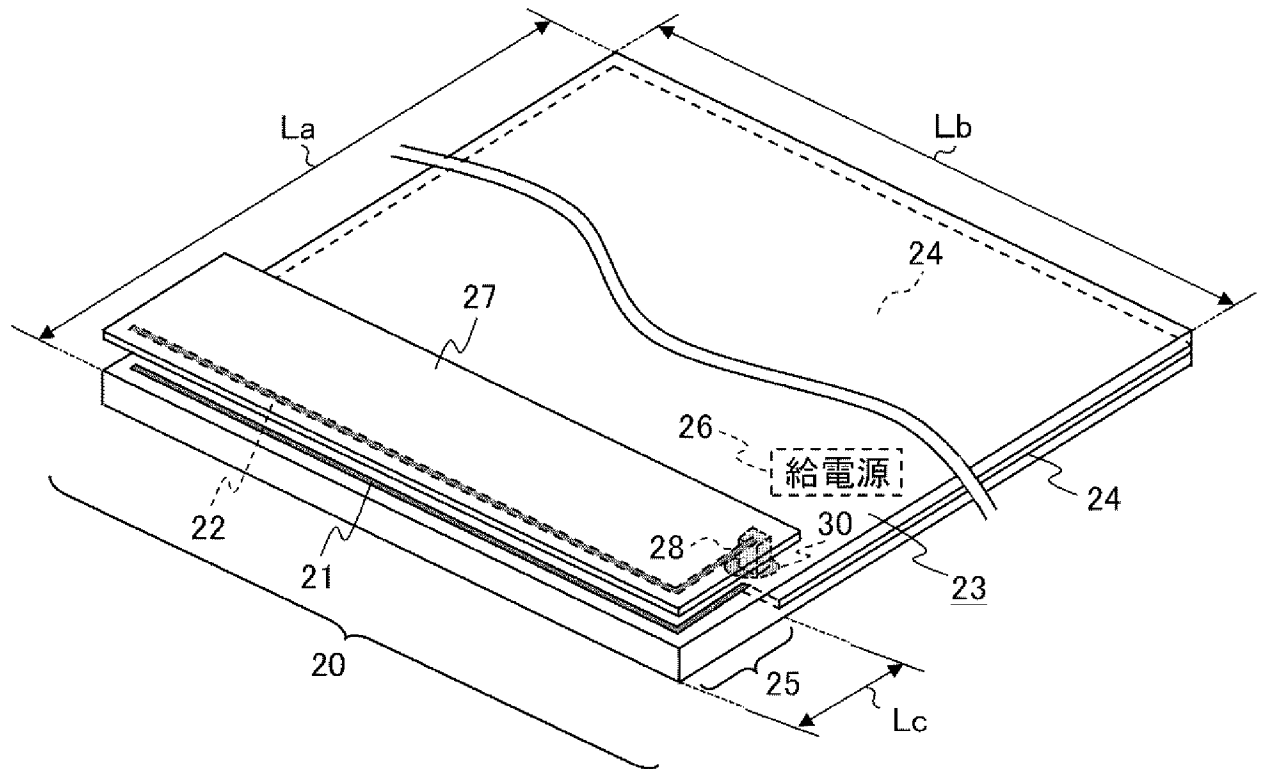
[図1]



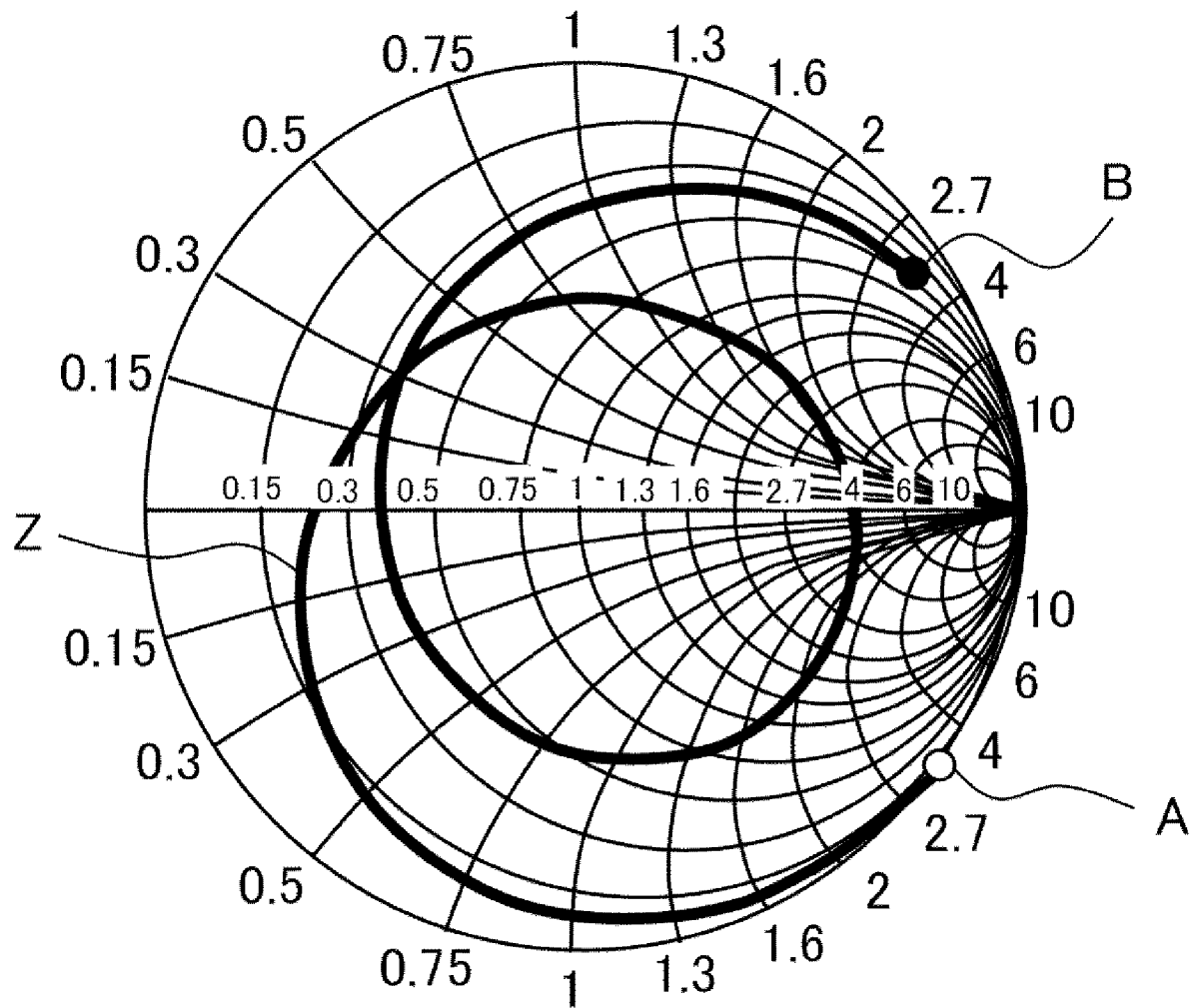
[図2]



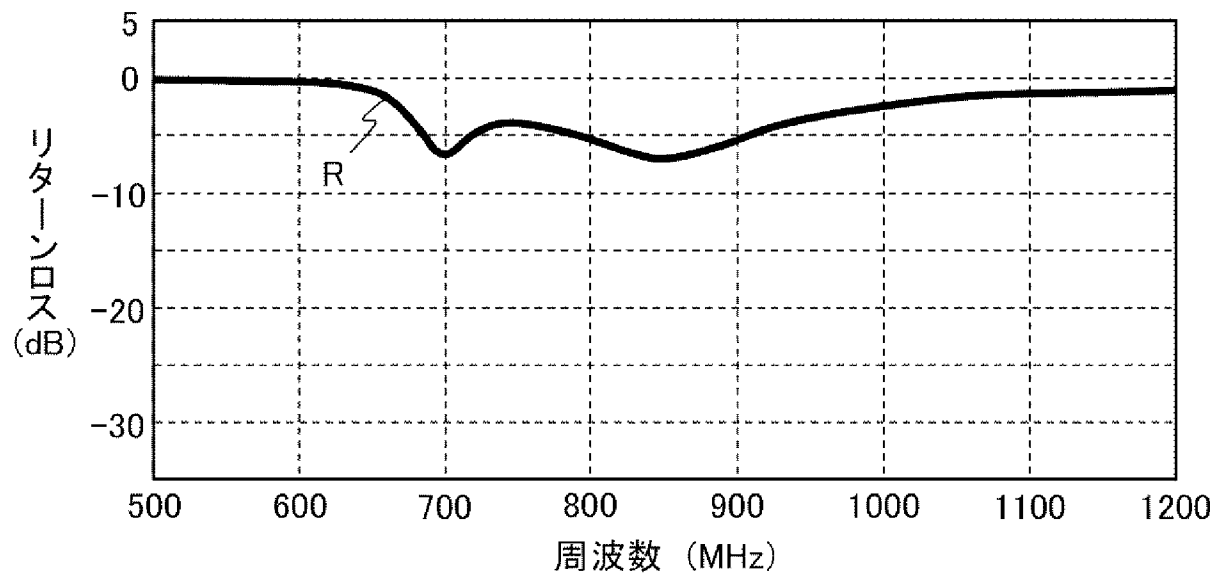
[図3]



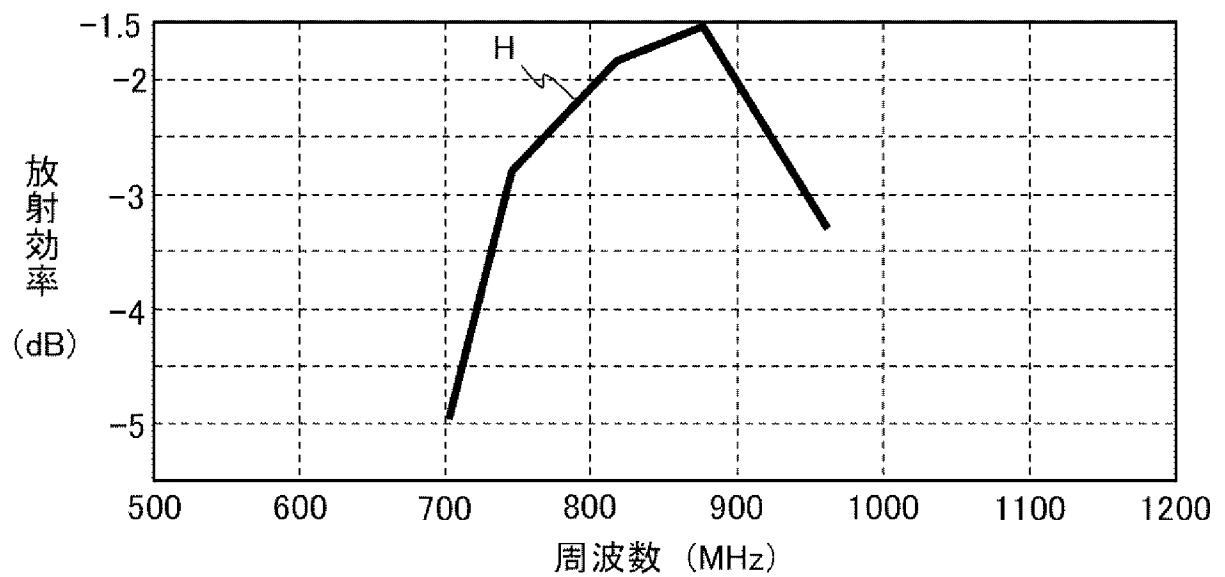
[図4]



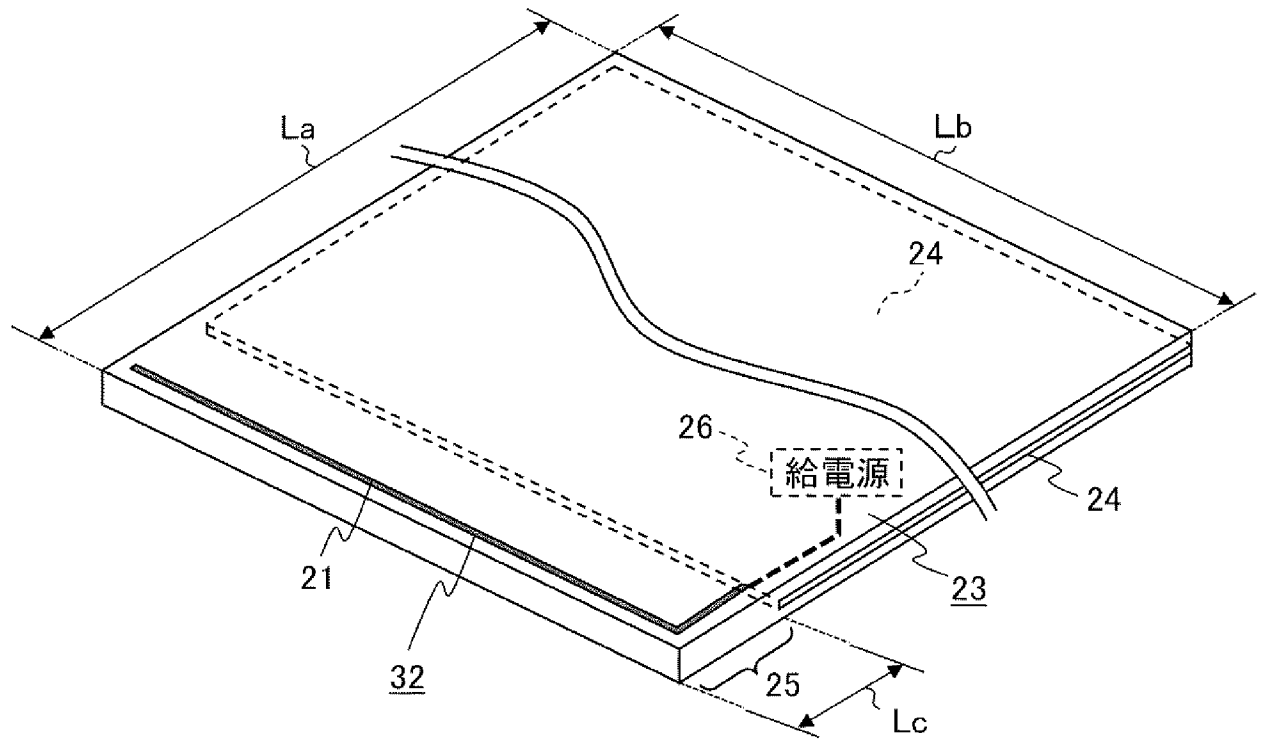
[図5]



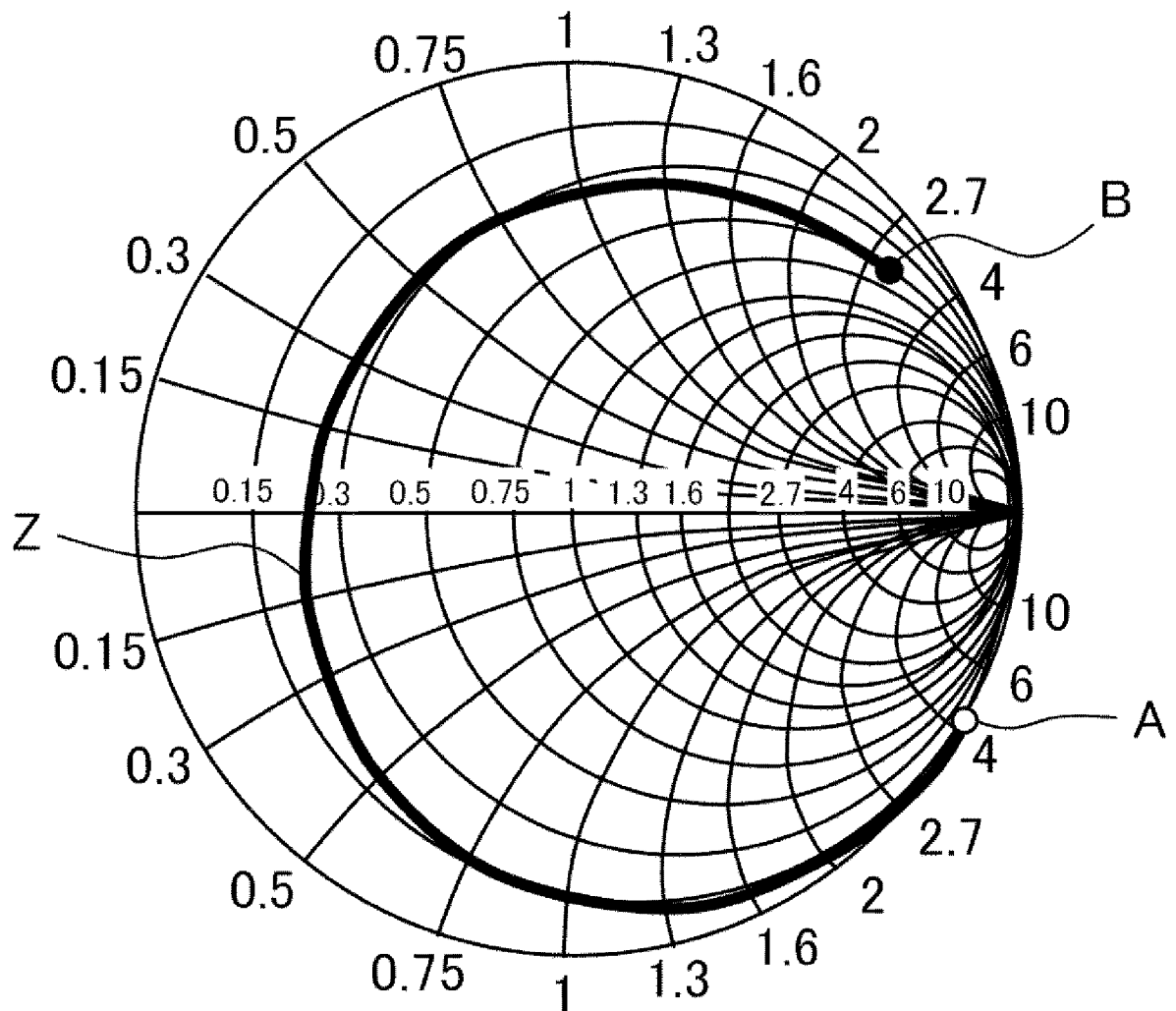
[図6]



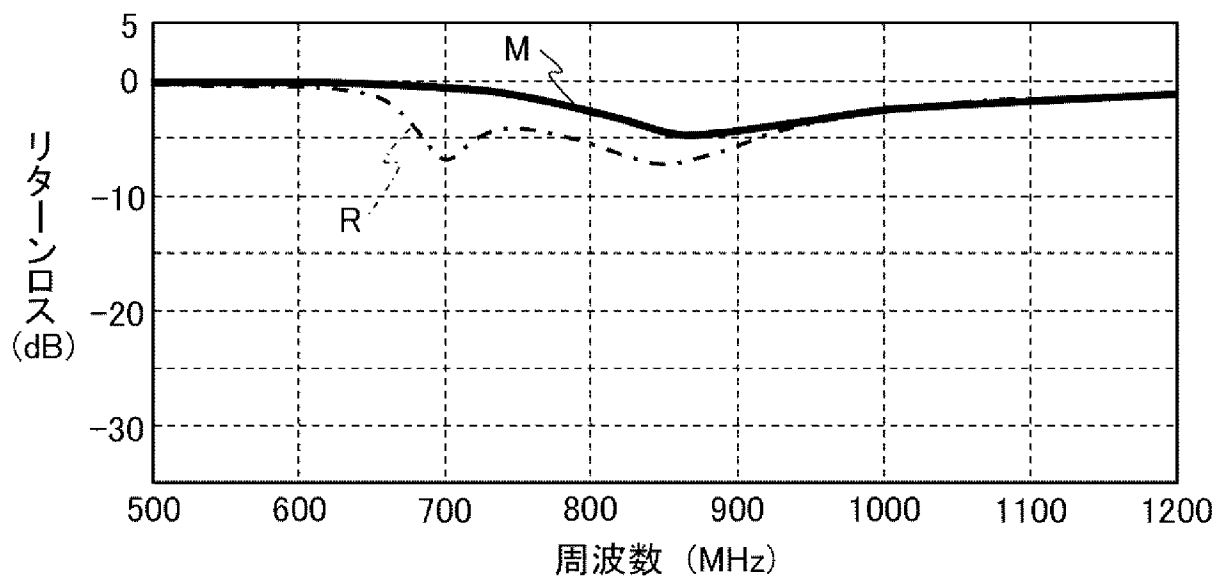
[図7]



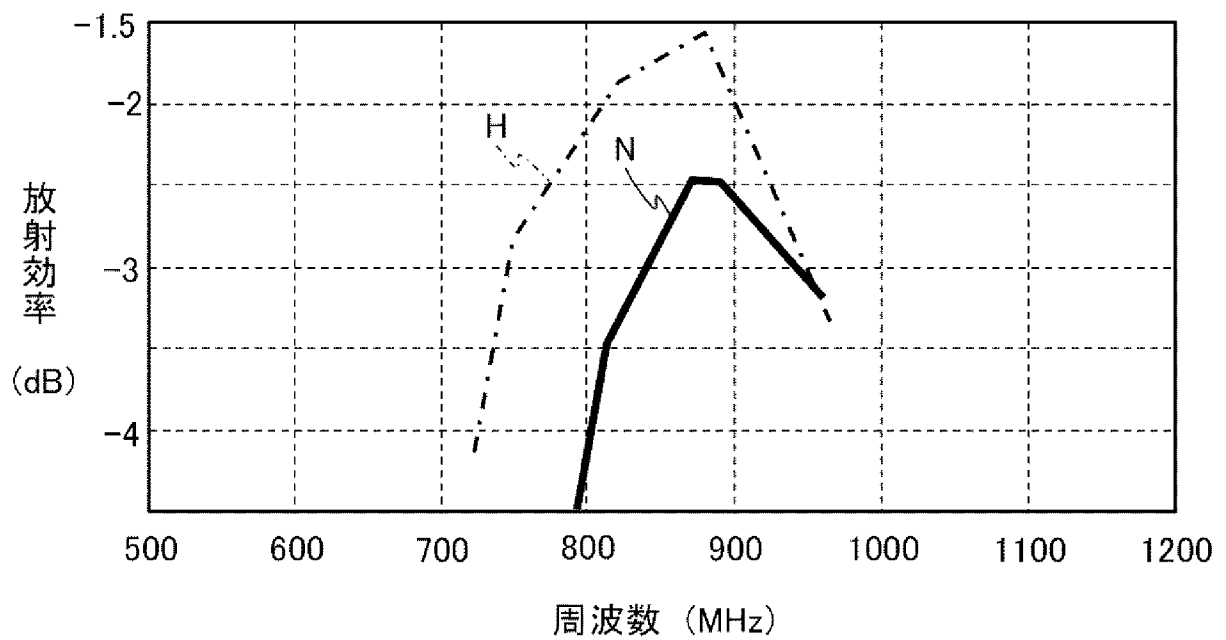
[図8]



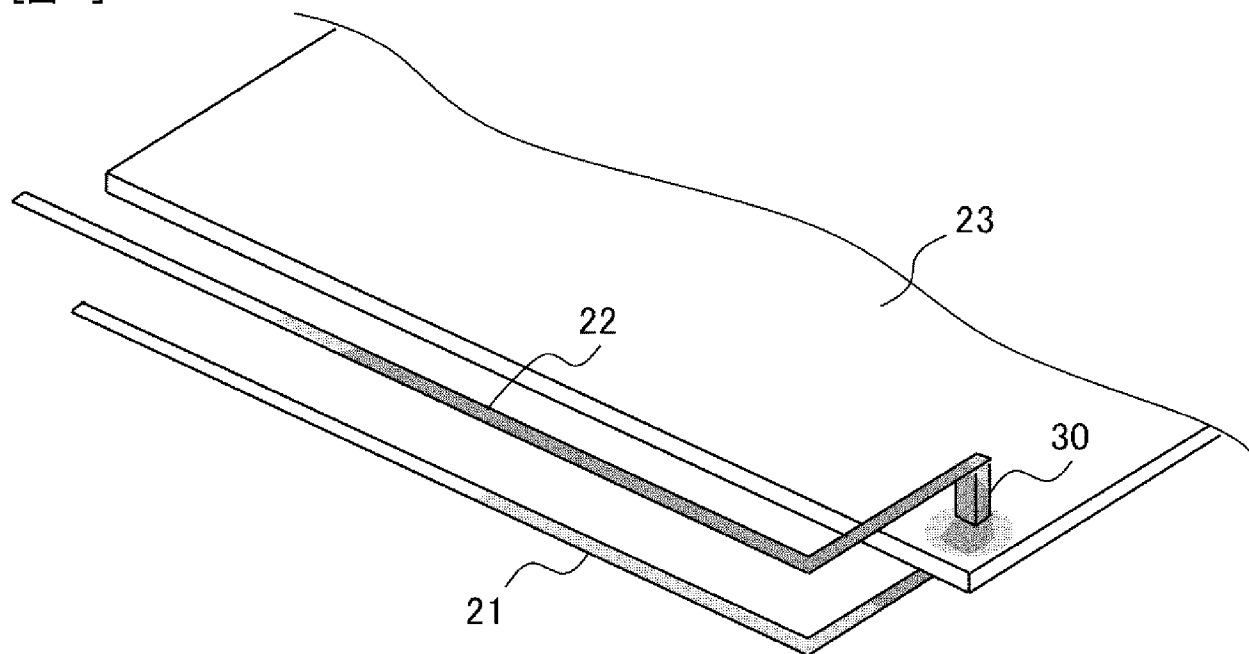
[図9]



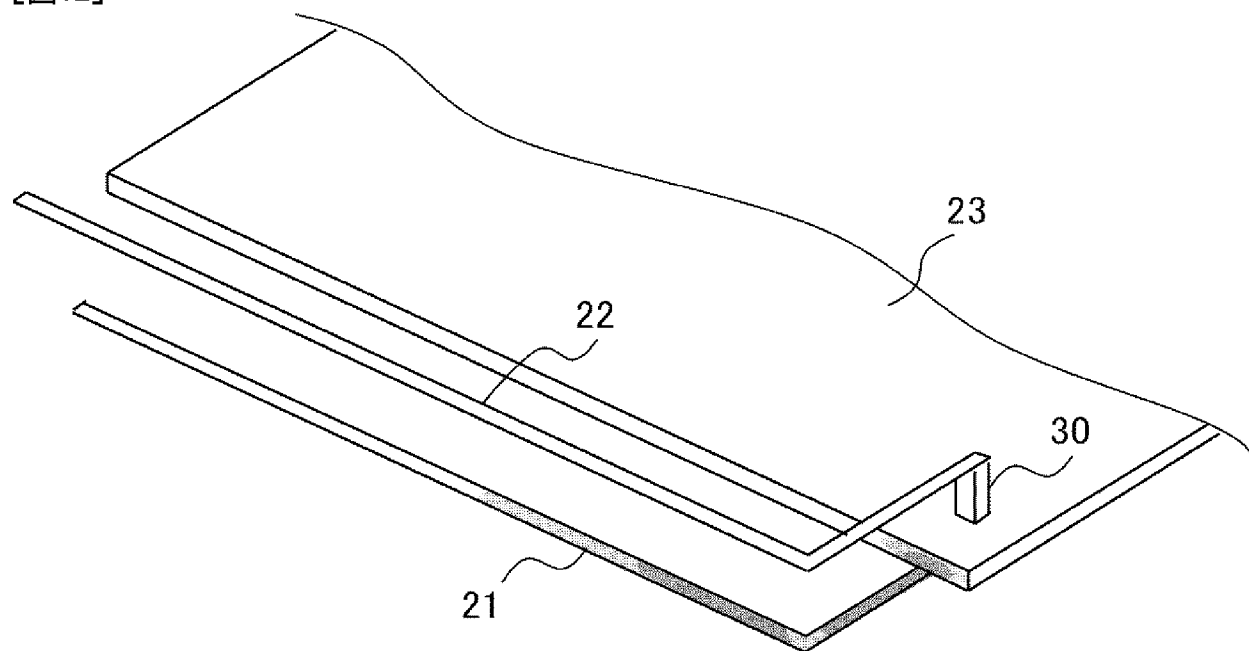
[図10]



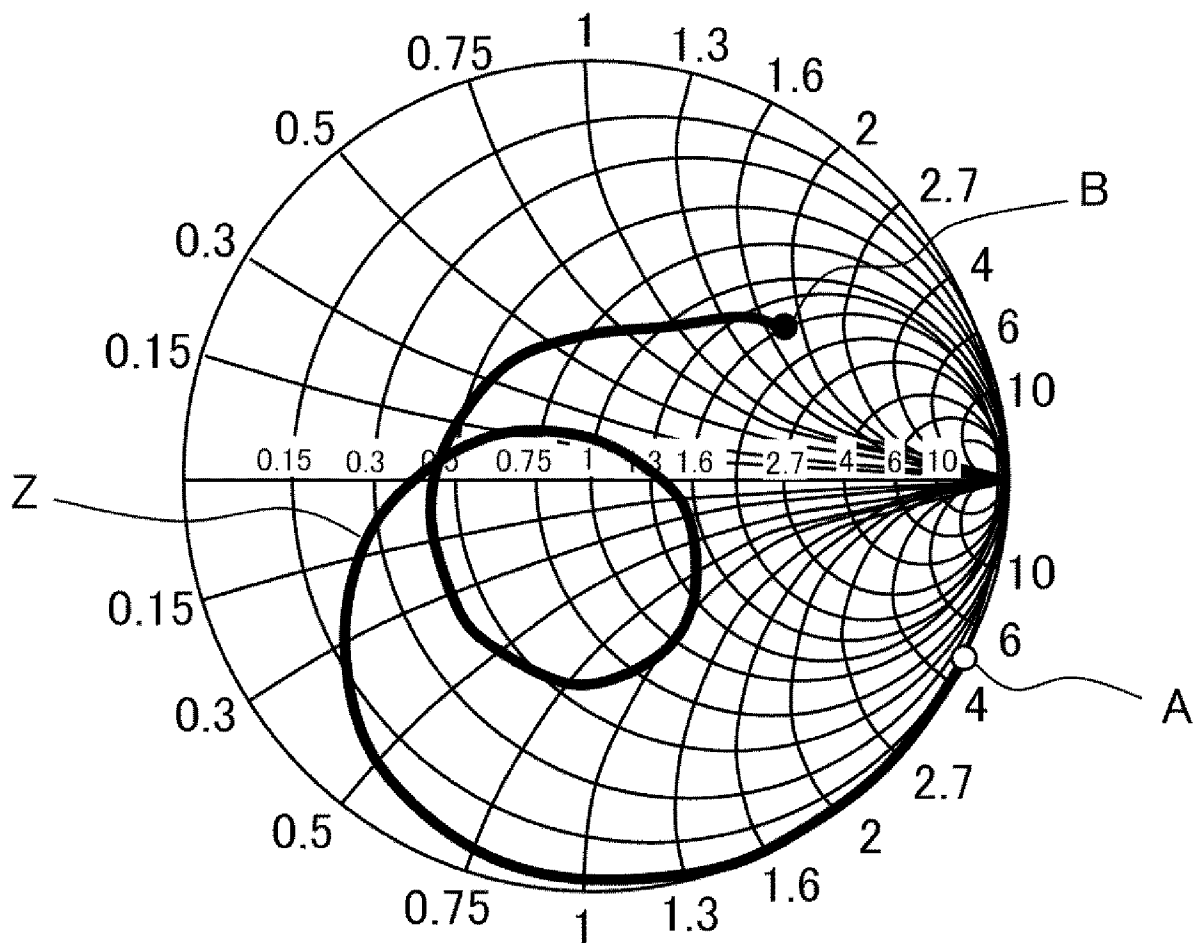
[図11]



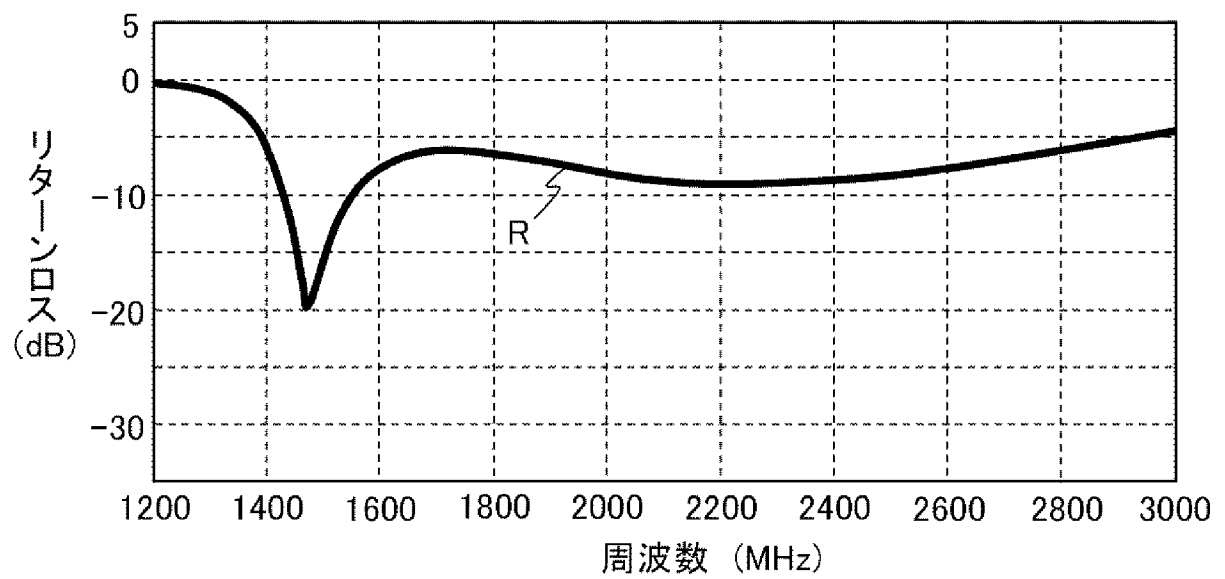
[図12]



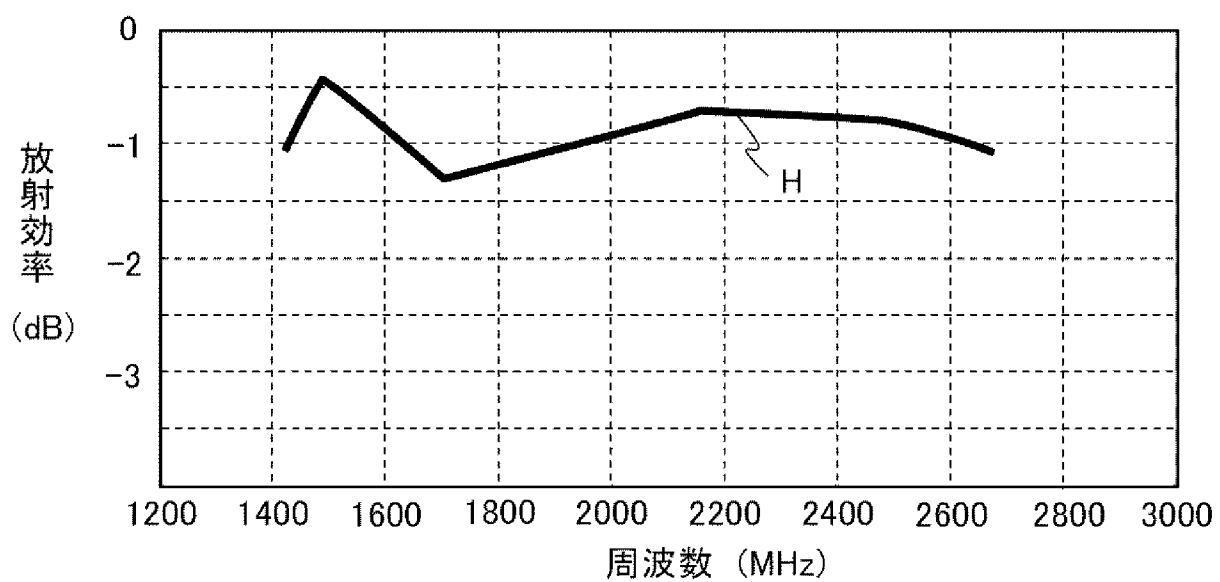
[図13]



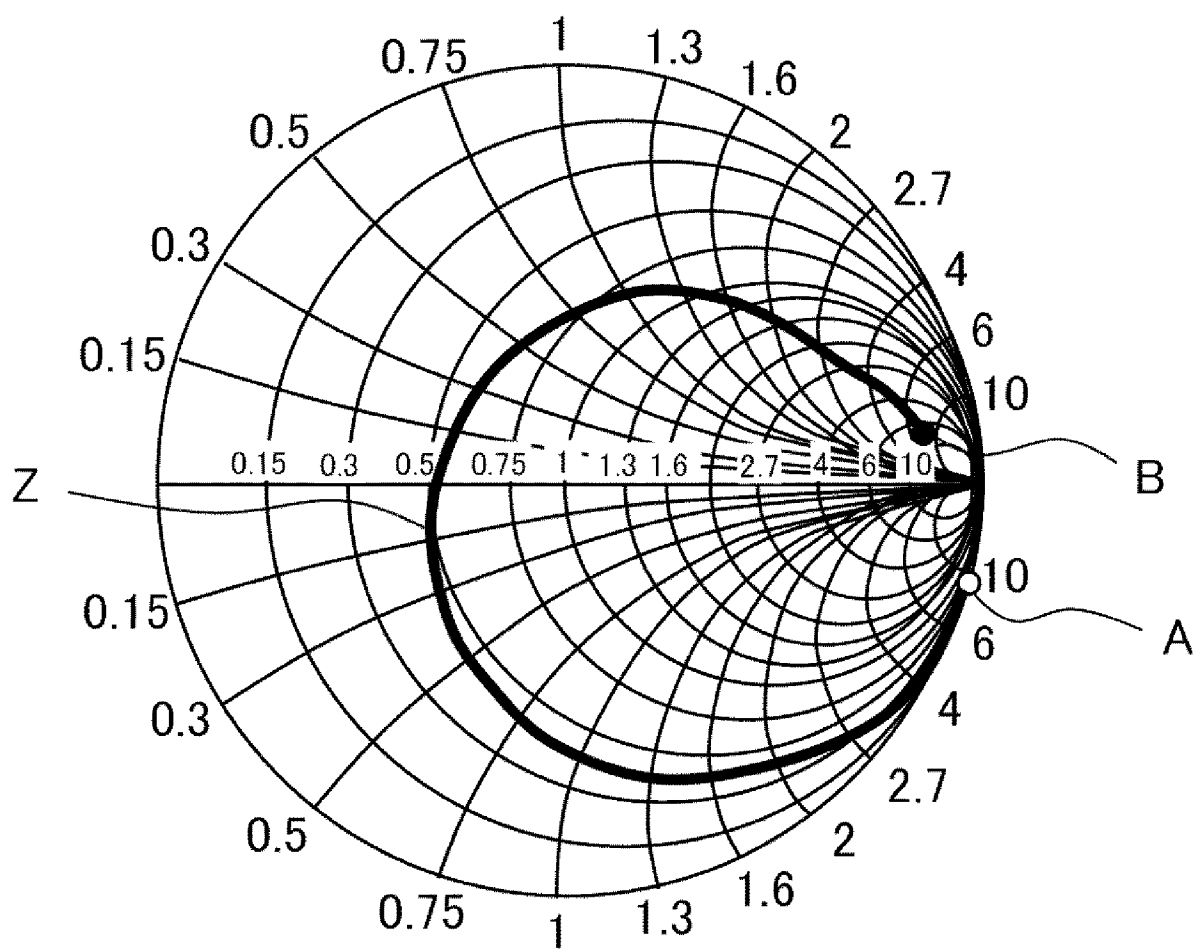
[図14]



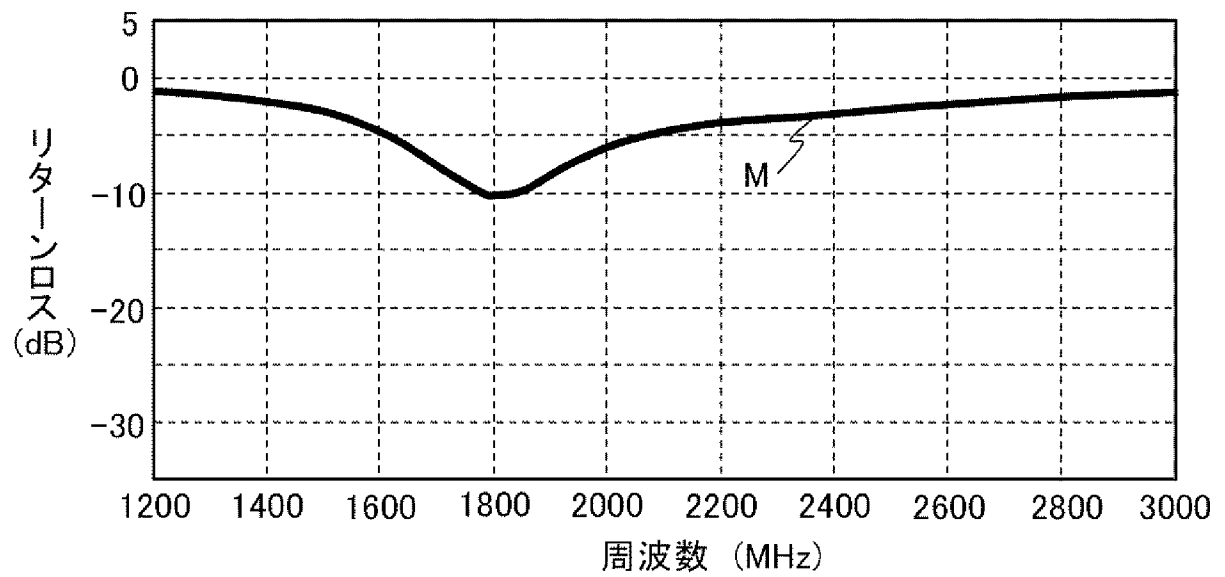
[図15]



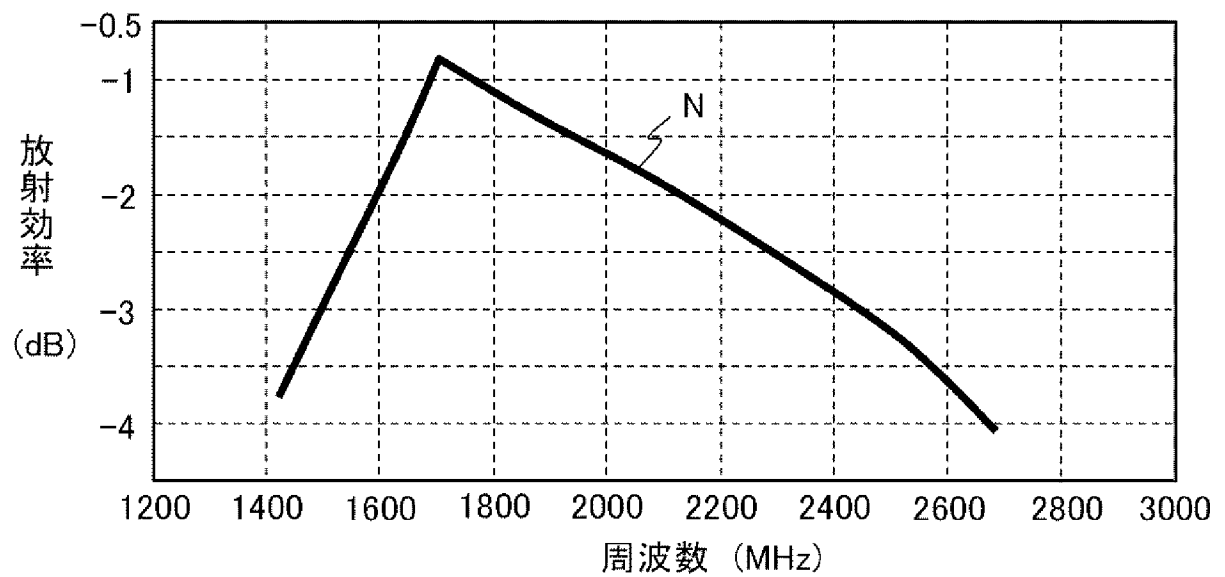
[図16]



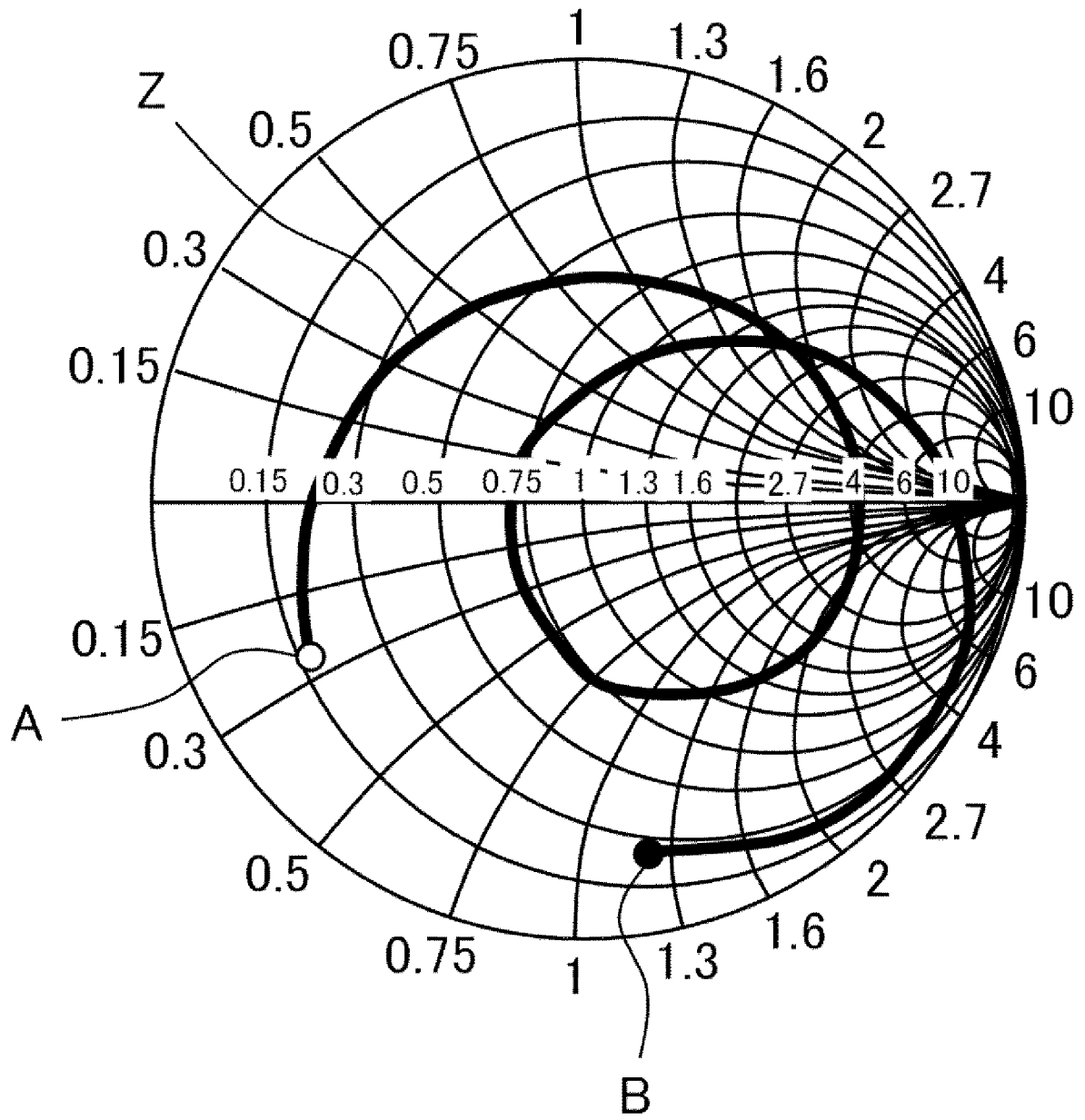
[図17]



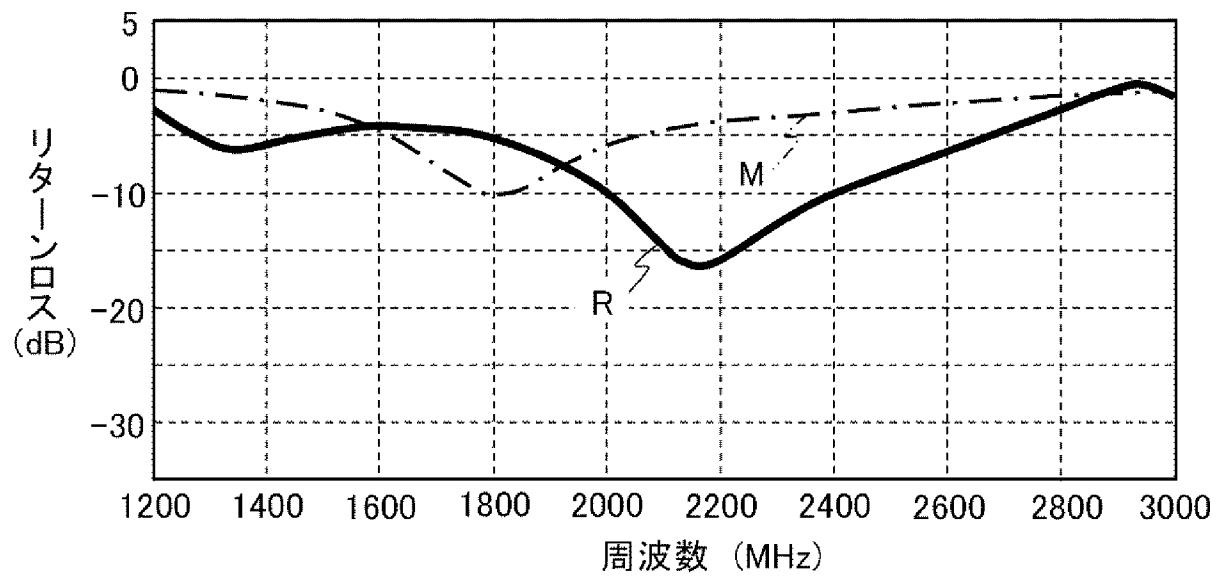
[図18]



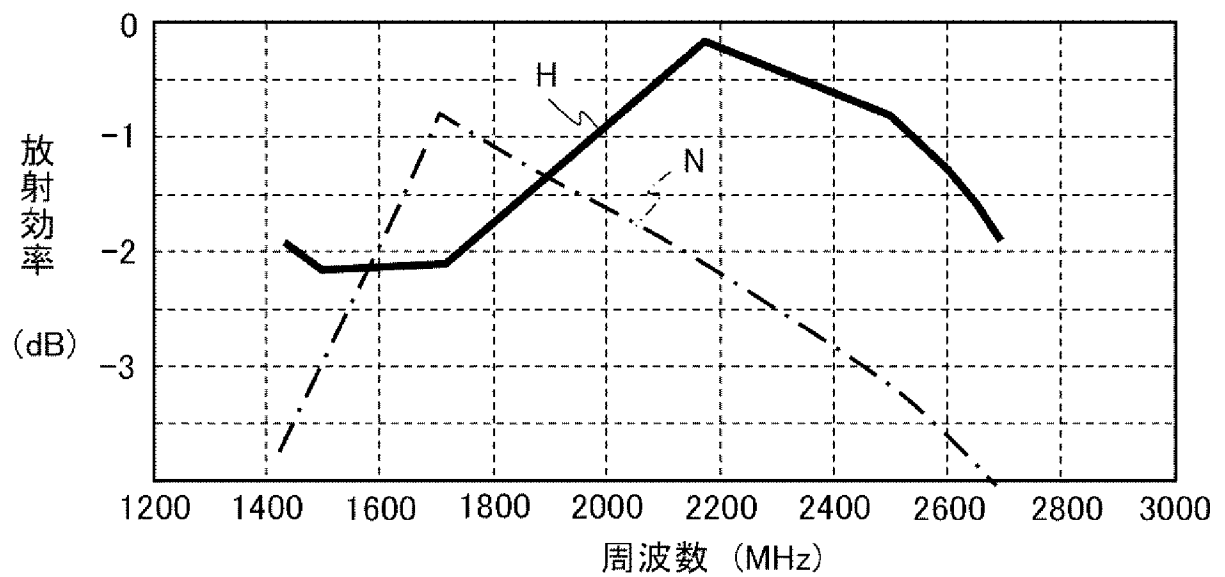
[図19]



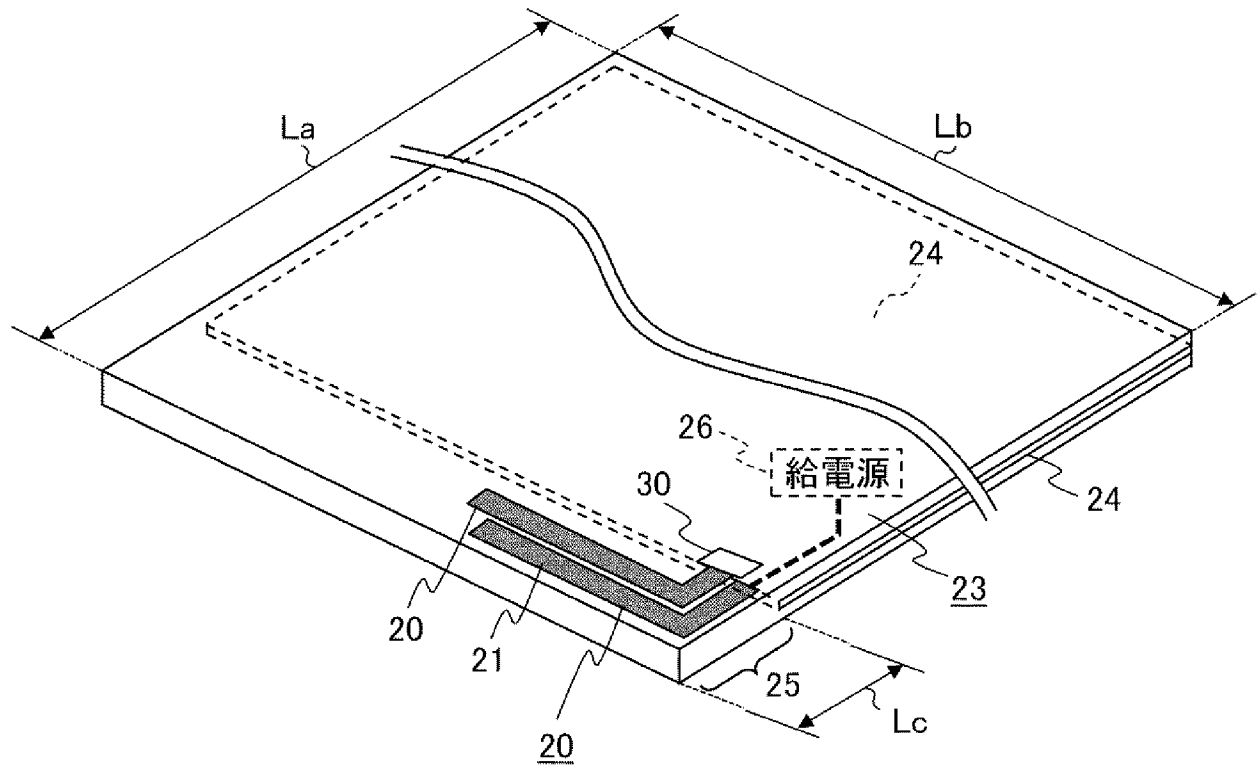
[図20]



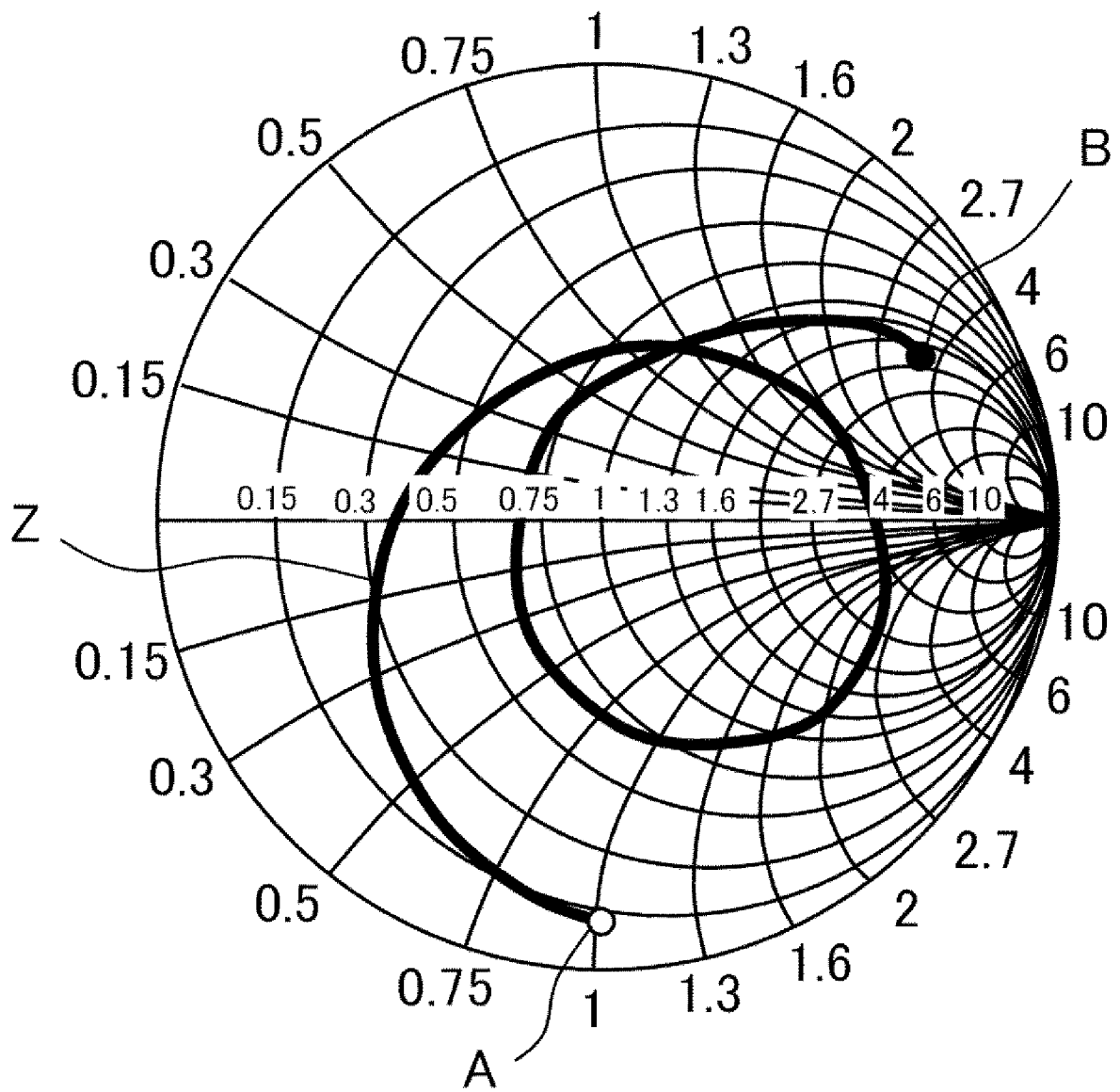
[図21]



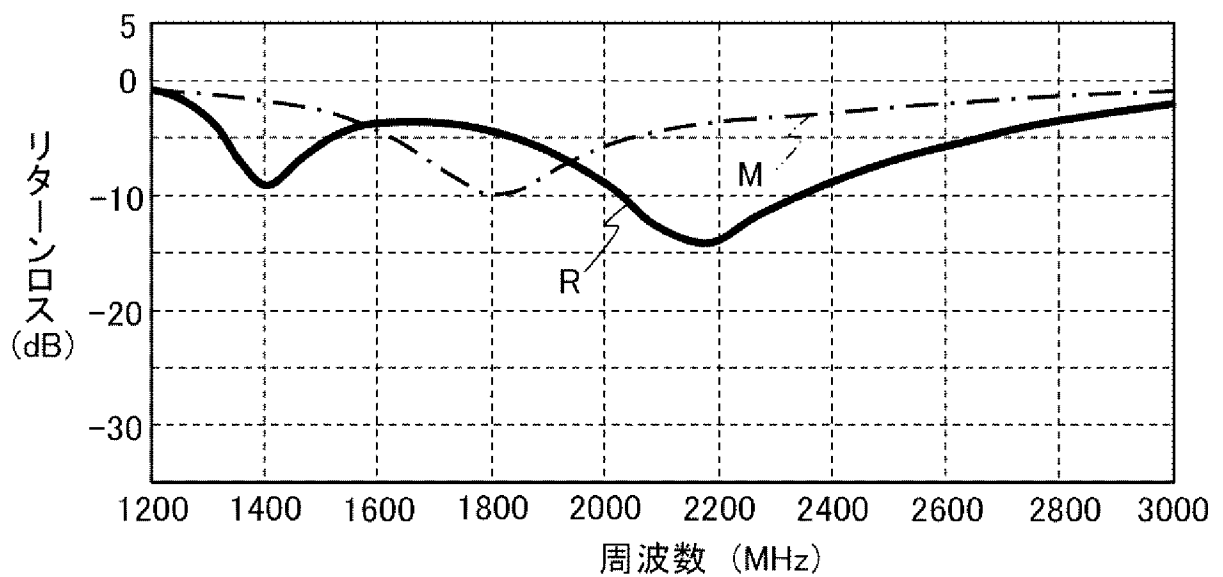
[図22]



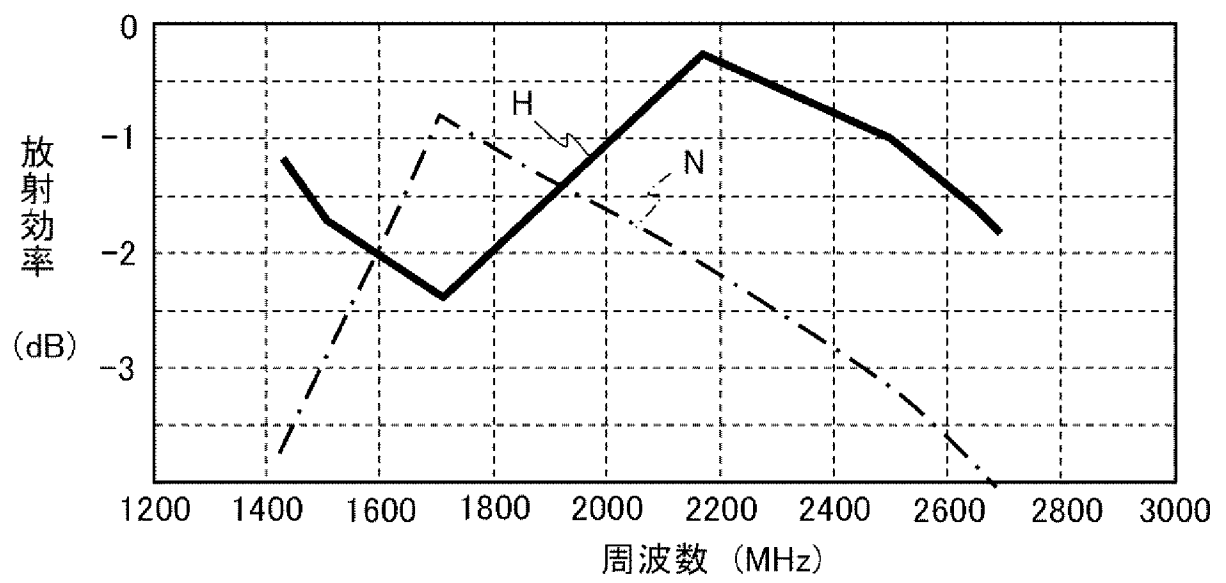
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/002929

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q9/42(2006.01)i, H01Q1/24(2006.01)i, H01Q9/14(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)

H01Q9/42, H01Q1/24, H01Q9/14

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	JP 2012-209752 A (Fujitsu Component Ltd.), 25 October 2012 (25.10.2012), paragraphs [0032] to [0034], [0036], [0048]; fig. 11 & US 2012/0249386 A1	1-7
X	JP 2008-172672 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 July 2008 (24.07.2008), claim 4; paragraphs [0021], [0025]; fig. 2 & US 2008/0169984 A1 & US 7528783 B2 & CN 101227020 A	1, 7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "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)
 "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

"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
 "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
 "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
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 August 2015 (19.08.15)

Date of mailing of the international search report
01 September 2015 (01.09.15)

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/JP2015/002929

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-017352 A (Toshiba Corp.), 24 January 2008 (24.01.2008), paragraphs [0038] to [0040]; fig. 20, 21 & JP 4146478 B2 & US 2008/0007468 A1 & US 7825861 B2	1, 7
X	JP 2008-278219 A (Toshiba Corp.), 13 November 2008 (13.11.2008), paragraphs [0014] to [0020]; fig. 1, 2 & US 2008/0266190 A1 & US 7675469 B2	1, 7
X	JP 2013-211657 A (Toshiba Corp.), 10 October 2013 (10.10.2013), paragraphs [0011] to [0014], [0019]; fig. 2(a), 3(a) & JP 5414827 B2 & US 2013/0257661 A1 & US 9054413 B2	1, 7
A	US 2010/0164812 A1 (PREM K. GANESHAN; VIJAY L. ASRANI; MICHAEL K. SIMCOE), 01 July 2010 (01.07.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	WO 2011/101851 A1 (GALTRONICS CORPORATION LTD.), 25 August 2011 (25.08.2011), entire text; all drawings & KR 10-2012-0138758 A & US 2013/0002510 A1 & CN 102763398 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01Q9/42(2006.01)i, H01Q1/24(2006.01)i, H01Q9/14(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（I P C））

Int.Cl. H01Q9/42, H01Q1/24, H01Q9/14

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2012-209752 A（富士通コンポーネント株式会社）2012.10.25, 段落 0032-0034, 0036, 0048, 図 11 & US 2012/0249386 A1	1 - 7
X	JP 2008-172672 A（松下電器産業株式会社）2008.07.24, 請求項 4, 段落 0021, 0025, 図 2 & US 2008/0169984 A1 & US 7528783 B2 & CN 101227020 A	1, 7
X	JP 2008-017352 A（株式会社東芝）2008.01.24, 段落 0038-0040, 図 20, 21 & JP 4146478 B2 & US 2008/0007468 A1 & US 7825861 B2	1, 7

☒ 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

1 9 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

佐藤 当秀

5 K

3 7 8 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6

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
X	JP 2008-278219 A (株式会社東芝) 2008. 11. 13, 段落 0014-0020, 図 1, 2 & US 2008/0266190 A1 & US 7675469 B2	1, 7
X	JP 2013-211657 A (株式会社東芝) 2013. 10. 10, 段落 0011-0014, 0019, 図 2(a), 3(a) & JP 5414827 B2 & US 2013/0257661 A1 & US 9054413 B2	1, 7
A	US 2010/0164812 A1 (PREM K. GANESHAN; VIJAY L. ASRANI; MICHAEL K. SIMCOE) 2010. 07. 01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 7
A	WO 2011/101851 A1 (GALTRONICS CORPORATION LTD.) 2011. 08. 25, 全文, 全図 & KR 10-2012-0138758 A & US 2013/0002510 A1 & CN 102763398 A	1 - 7