

(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
2020年10月1日(01.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/195109 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 1/42 (2006.01) *H01Q 9/04* (2006.01)
H01Q 3/44 (2006.01) *H01Q 19/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/002866
- (22) 国際出願日: 2020年1月28日(28.01.2020)
- (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 2019-058816 2019年3月26日(26.03.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社 S O K E N (SOKEN, INC.)
[JP/JP]; 〒4700111 愛知県日進市米野木町南山500番地20 Aichi (JP). 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/

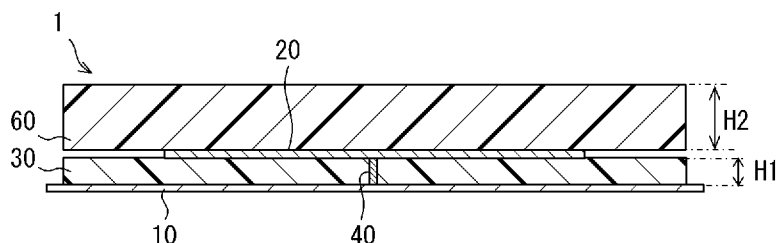
JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).

- (72) 発明者: 池田 正和 (IKEDA Masakazu);
〒4700111 愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社 S O K E N 内 Aichi (JP). 角谷 祐次 (KAKUYA Yuuji); 〒4700111 愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社 S O K E N 内 Aichi (JP). 三治 健一郎 (SANJI Kenichiro); 〒4700111 愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社 S O K E N 内 Aichi (JP). 岡部 信康 (OKABE Nobuyasu); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 泉 博之 (IZUMI Hiroyuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(54) Title: ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ装置

図2



(57) **Abstract:** This antenna device is provided with: a ground plate (10), which is a plate-shaped conductor member; an opposing conductor plate (20), which is a plate-shaped conductor member disposed with a prescribed spacing from the ground plate, and which is provided with a power feed point that is electrically connected to a power feed line; a short-circuiting portion (40) electrically connecting the opposing conductor plate and the ground plate; and a radio wave blocking body (60) for blocking propagation of an electric field, disposed above the opposing conductor plate and configured using a conductor or a dielectric. Parallel resonance occurs at a prescribed target frequency by employing an inductance provided by the short-circuiting portion, and electrostatic capacitance formed by the ground plate and the opposing conductor plate.

(57) 要約: アンテナ装置は、平板状の導体部材である地板(10)と、前記地板と所定の間隔をおいて設置された平板状の導体部材であって、給電線と電氣的に接続する給電点が設けられている対向導体板(20)と、前記対向導体板と前記地板とを電氣的に接続する短絡部(40)と、前記対向導体板の上側に配置されて、導体又は誘電体を用いて構成されている、電界の伝搬を遮断するための電波遮断体(60)とを備える。前記短絡部が備えるインダクタンスと、前記地板と前記対向導体板とが形成する静電容量とを用いて、所定の対象周波数で並列共振する。



(74) 代理人: 金 順 姫 (JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号
瀧定ビル6階 Aichi (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, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2019年3月26日に出願された日本特許出願番号2019-58816号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、平板構造を有するアンテナ装置に関するものである。

背景技術

[0003] 特許文献1に開示されているように、グラウンドとして機能する平板状の金属導体（以降、地板）と、当該地板に対向するように配置されるとともに任意の位置に給電点が設けられた平板状の金属導体（以降、対向導体板）と、地板と対向導体板とを電氣的に接続する短絡部と、を備えるアンテナ装置が提案されている。

[0004] この種のアンテナ装置では、地板と対向導体板との間に形成される静電容量と、短絡部が備えるインダクタンスとによって、その静電容量とインダクタンスに応じた周波数において並列共振を生じさせる。具体的には、対向導体板と地板がコンデンサとして作用し、短絡部に流れる電流により対向導体板と平板の間に垂直電界が発生する。当該垂直電界が短絡部から外周部に向かって垂直電界が伝搬していき、対向導体板の端部において空間に漏れ出ていくことで地板に垂直な電波の放射が得られる。以降では便宜上、地板と対向導体板との間に形成される静電容量と、短絡部が備えるインダクタンスの並列共振によって動作するアンテナ装置のことを0次共振アンテナと称する。

[0005] 地板と対向導体板との間に形成される静電容量は、対向導体板の面積や、地板と対向導体板との距離に応じて定まる。また、短絡部が備えるインダクタンスは、短絡部の径に応じて定まる。故に、例えば対向導体板の面積や短絡部の径を調整することで、当該アンテナ装置において送受信の対象とする

周波数（以降、対象周波数）を所望の周波数とすることができる。なお、特許文献1には、対向導体板及び短絡部を備えるパッチユニットを複数、周期的に配置する構成が開示されている。このように0次共振アンテナを周期配列した構成は、メタマテリアルアンテナとも称される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：米国特許第7911386号公報

発明の概要

[0007] 発明者らは0次共振アンテナの動作態様を検証したところ、対向導体板の縁部から放射された垂直電界が対向導体板の上側に回り込んでいることが分かった。垂直電界が対向導体板の上側に回り込んでいると、その分だけ、アンテナ水平方向へ伝搬していく垂直電界は低減する。つまり、アンテナ水平方向への利得が低減してしまう。また、その傾向は、対向導体板と地板との離隔を小さくするほど（つまりアンテナ装置を薄型化するほど）顕著となることも分かった。なお、ここでのアンテナ水平方向とは、対向導体板の中心からその縁部に向かう方向を指す。アンテナ水平方向は、アンテナ装置にとっての側方に相当する。

[0008] 本開示は、この事情に基づいて成されたものであり、その目的とするところは、地板と対向導体板との間に形成される静電容量と、短絡部が備えるインダクタンスの並列共振によって動作するアンテナ装置において、アンテナ水平方向における利得を維持／向上可能なアンテナ装置を提供することにある。

[0009] 本開示のある態様において、アンテナ装置は、平板状の導体部材である地板と、前記地板と所定の間隔をおいて設置された平板状の導体部材であって、給電線と電氣的に接続する給電点が設けられている対向導体板と、前記対向導体板と前記地板とを電氣的に接続する短絡部と、前記対向導体板の上側に配置されて、導体又は誘電体を用いて構成されている、電界の伝搬を遮断するための電波遮断体とを備える。前記短絡部が備えるインダクタンスと、

前記地板と前記対向導体板とが形成する静電容量とを用いて、所定の対象周波数で並列共振する。

- [0010] 上記の構成によれば、対向導体板の上側に電波の電波を遮断する電波遮断体が設けられているため、対向導体板の縁部から放射された垂直電界が対向導体板の上側に回り込むことを抑制する。つまり、垂直電界の放射方向をアンテナ水平方向に集中させることができる。その結果、アンテナ水平方向における利得を維持／向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
- [図1]アンテナ装置の構成を示す外観斜視図であり、
 - [図2]図1におけるⅠ－Ⅰ線でのアンテナ装置の断面図であり、
 - [図3]0次共振アンテナの基本的な構成（つまり比較構成）を示す図であり、
 - [図4]0次共振アンテナの動作原理を説明するための図であり、
 - [図5]比較構成での垂直電界の強度分布を示す図であり、
 - [図6]本実施形態の効果を説明するための図であり、
 - [図7]本実施形態のアンテナ装置と比較構成のアンテナ水平方向の利得を示す図であり、
 - [図8]上方遮断体の厚さと、材料と、利得との関係をシミュレーションした結果を示す図であり、
 - [図9]上方遮断体の変形例を示す図であり、
 - [図10]上方遮断体の変形例を示す図であり、
 - [図11]上方遮断体の変形例を示す図であり、
 - [図12]アンテナ装置が回路基板に実装された構成の一例を示す図であり、
 - [図13]図12に示すX－X線での断面を示す図であり、
 - [図14]ケースを備えるアンテナ装置1の構成を示す図であり、
 - [図15]ケースの変形例を示す図であり、
 - [図16]ケース内にシール材が充填されているアンテナ装置を示す図であり、

[図17]ケースの変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示の実施形態について図を用いて説明する。なお、以降において同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。また、構成の一部のみに言及している場合、他の部分については先に説明した実施形態の構成を適用することができる。

[0013] 図1は、本実施形態に係るアンテナ装置1の概略的な構成の一例を示す外観斜視図である。図2は、図1に示すⅠ－Ⅰ線におけるアンテナ装置1の断面図である。アンテナ装置1は、例えば、車両などの移動体に搭載されて用いられる。

[0014] このアンテナ装置1は、所定の対象周波数の電波を送受信するように構成されている。もちろん、他の態様としてアンテナ装置1は、送信と受信の何れか一方のみに利用されても良い。電波の送受信には可逆性があるため、或る周波数の電波を送信可能な構成は、当該周波数の電波を受信可能な構成でもある。

[0015] 対象周波数は、ここでは一例として2.4GHzとする。もちろん、対象周波数は適宜設計されれば良く、他の態様として例えば300MHzや、760MHz、850MHz、900MHz、1.17GHz、1.28GHz、1.55GHz、5.9GHz等としてもよい。アンテナ装置1は、対象周波数だけでなく、対象周波数を基準として定まる所定範囲内の周波数の電波もまた送受信可能である。例えばアンテナ装置1は、2400MHzから2480MHzまでの帯域（以降、2.4GHz帯）に属する周波数を送受信可能に構成されている。つまり、アンテナ装置1は、Bluetooth Low Energy（Bluetoothは登録商標）や、Wi-Fi（登録商標）、ZigBee（登録商標）等といった、近距離無線通信で使用される周波数帯の電波を送受信可能に構成されている。便宜上以降では、アンテナ装置1が送受信可能な周波数の帯域を、動作帯域とも記載する。

[0016] アンテナ装置1は、例えば同軸ケーブルを介して図示しない無線機と接続

されており、アンテナ装置 1 が受信した信号は逐次無線機に出力される。また、アンテナ装置 1 は無線機から入力される電気信号を電波に変換して空間に放射する。無線機は、アンテナ装置 1 が受信した信号を利用するとともに、当該アンテナ装置 1 に対して送信信号に応じた高周波電力を供給するものである。

[0017] なお、本実施形態ではアンテナ装置 1 と無線機とを同軸ケーブルで接続する場合を想定して説明するが、フィーダ線など、その他の通信ケーブルを用いて接続しても良い。また、アンテナ装置 1 と無線機とは、同軸ケーブルのほかに、整合回路やフィルタ回路などを介して接続される構成となっても良い。アンテナ装置 1 は、無線機と一体的に構成されていても良い。例えば、アンテナ装置 1 は、変復調回路等が実装されたプリント基板上に実現されていてもよい。

[0018] 以下、アンテナ装置 1 の具体的な構成について述べる。アンテナ装置 1 は、図 1 及び図 2 に示すように、地板 10、対向導体板 20、支持部 30、短絡部 40、給電線路 50、及び上方遮断体 60 を備える。便宜上以降では、地板 10 に対して対向導体板 20 が設けられている側を、アンテナ装置 1 にとっての上側として各部の説明を行う。対向導体板 20 から地板 10 に向かう方向がアンテナ装置 1 にとっての下方向に相当する。

[0019] 地板 10 は、銅などの導体を素材とする板状の導体部材である。ここでの板状には金属箔のような薄膜状も含まれる。つまり、地板 10 はプリント配線板等の樹脂製の板の表面にパターン形成されたものでもよい。地板 10 は、正形状に形成されている。地板 10 の 1 つの辺の長さは、例えば電氣的に対象周波数の電波の波長（以降、対象波長）の 1.1 倍に相当する値に設定されている。なお、電氣的な長さとは、フリンジング電界や、誘電体による波長短縮効果などを考慮した、実効的な長さである。この地板 10 は、同軸ケーブルの外部導体と電氣的に接続されて、アンテナ装置 1 におけるグラウンド電位（換言すれば接地電位）を提供する。

[0020] なお、地板 10 の大きさは適宜変更可能である。例えば地板 10 は、1 辺

が電氣的に1波長に相当する値に設定された正形状であってもよい。地板10は、アンテナ装置1を安定して動作させるために必要な大きさを備えていることが好ましい。他の態様として、地板10の1つの辺の長さは、電氣的に1波長よりも小さい値（例えば対象波長の $1/3$ ）に設定されていても良い。なお、真空中及び空气中における2.4GHzの電波の波長（つまり対象波長）は125mmである。

[0021] また、地板10を上側から見た形状（以降、平面形状）も適宜変更可能である。ここでは一例として地板10の平面形状を正形状とするが、他の態様として地板10の平面形状は、長形状であってもよいし、その他の多角形状であってもよい。また、円形（楕円を含む）状であってもよい。地板10は、直径が1波長の円よりも大きく形成されていることが好ましい。或る部材の平面形状とは、当該部材を上方から見た形状を指す。

[0022] 対向導体板20は、銅などの導体を素材とする板状の導体部材である。ここでの板状には、前述の通り、銅箔などの薄膜状も含まれる。対向導体板20は、支持部30を介し、地板10と対向するように配置されている。対向導体板20もまた地板10と同様にプリント配線板等の、樹脂製の板の表面にパターン形成されたものでもよい。また、ここでの平行とは完全な平行に限らない。数度から十度程度傾いていても良い。つまり概ね平行である状態（いわゆる略平行な状態）を含みうる。

[0023] 対向導体板20と地板10とは、互いに対向配置されることで、対向導体板20の面積や、対向導体板20と地板10との間隔に応じた静電容量を形成する。対向導体板20は、短絡部40が備えるインダクタンスと対象周波数において並列共振する静電容量を形成する大きさに形成されている。対向導体板20の面積は、所望の静電容量を提供するように（ひいては対象周波数で動作するように）適宜設計されればよい。例えば対向導体板20は、一辺が14mmの正形状に形成されている。もちろん、対向導体板20の一辺の長さは適宜変更可能であり、12.5mmや、15mm、20mm、25mmなどであっても良い。

[0024] なお、ここでは一例として対向導体板 20 の形状は正方形とするが、その他の構成として、対向導体板 20 の平面形状は、円形や、正八角形、正六角形などであってもよい。また、対向導体板 20 は、長方形や長楕円形などであってもよい。対向導体板 20 は、互いに直交する 2 つの直線のそれぞれを対称の軸として線対称な形状（以降、2 方向線対称形状）であることが好ましい。2 方向線対称形状とは、或る直線を対称の軸として線対称であって、かつ、その直線と直交する他の直線についても線対称な図形を指す。2 方向線対称形状とは、例えば、楕円形や、長方形、円形、正方形、正六角形、正八角形、ひし形などが該当する。また、対向導体板 20 は、円形や正方形、長方形、平行四辺形など、点対称な図形であることがより好ましい。

[0025] 対向導体板 20 にはスリットが設けられたり、角部を丸められたりしていても良い。例えば 1 対の対角部分に縮退分離素子としての切り欠き部が設けられていてもよい。対向導体板 20 の縁部は、部分的に又は全体的にミランダ形状に形成されていてもよい。2 方向線対称な形状には、2 方向線対称形状の縁部に凹凸が設けられている形状も含まれる。点対称な形状も同様である。

[0026] 支持部 30 は、地板 10 と対向導体板 20 とを、所定の間隔をおいて互いに対向するように配置するための部材である。支持部 30 は、樹脂などの誘電体を用いて実現されている。支持部 30 の材料としては、F l a m e R e t a r d a n t T y p e 4（いわゆる FR4）なども採用可能である。ここでは一例として支持部 30 は比誘電率 4.3 の FR4 を用いて実現されている。

[0027] 本実施形態では一例として支持部 30 は、1.5 mm の厚みを有する板状の部材として形成されている。支持部 30 が支持板に相当する。支持部 30 の厚さ H1 は、地板 10 と対向導体板 20 との間隔に相当する。支持部 30 の厚さ H1 を調整することで、対向導体板 20 と地板 10 との間隔を調整することができる。支持部 30 の厚さ H1 の具体的な値はシミュレーションや試験によって適宜決定されれば良い。もちろん、支持部 30 の厚さ H1 は、

2.0 mmや、3.0 mmなどであってもよい。なお、支持部30での波長は、誘電体の波長短縮効果によって60 mm程度となる。故に、厚さ1.5 mmという値は、電氣的に対象波長の40分の1に相当する。

[0028] なお、支持部30は前述の役割を果たせばよく、支持部30の形状は板状に限らない。支持部30は、地板10と対向導体板20とを所定の間隔において対向するように支持する複数の柱であってもよい。また、本実施形態において地板10と対向導体板20の間は、支持部30としての樹脂が充填された構成を採用するが、これに限らない。地板10と対向導体板20の間は、中空や真空となってもよい。さらに、以上で例示した構造が組み合わさっていてもよい。アンテナ装置1がプリント配線板を用いて実現される場合には、プリント配線板が備える複数の導体層を、地板10や、対向導体板20として利用するとともに、導体層を隔てる樹脂層を支持部30として利用してもよい。

[0029] 支持部30の厚さH1は、後述するように短絡部40の長さ（換言すれば短絡部40が提供するインダクタンス）を調整するパラメータとして機能する。また、間隔H1は、地板10と対向導体板20とが対向することによって形成する静電容量を調整するパラメータとしても機能する。

[0030] 短絡部40は、地板10と対向導体板20とを電氣的に接続する導電性の部材である。短絡部40は、導電性のピン（以降、ショートピン）を用いて実現されればよい。短絡部40としてのショートピンの径や長さを調整することによって、短絡部40が備えるインダクタンスを調整することができる。

[0031] なお、短絡部40は、一端が地板10と電氣的に接続され、他端が対向導体板20と電氣的に接続された線状の部材であればよい。アンテナ装置1がプリント配線板を基材として用いて実現される場合には、プリント配線板に設けられたビアを短絡部40として利用することができる。

[0032] 短絡部40は、対向導体板20の中心（以降、導体板中心）に位置するように設けられている。導体板中心は、対向導体板20の重心に相当する。本

実施形態では対向導体板 20 が正形状であるため、導体板中心とは、対向導体板 20 の 2 つの対角線の交点に相当する。なお、短絡部 40 の形成位置は、厳密に導体板中心と一致している必要はない。短絡部 40 は導体板中心から数 mm 程度ずれていてもよい。短絡部 40 は、対向導体板 20 の中央領域に形成されていれば良い。対向導体板 20 の中央領域とは、導体板中心から縁部までを 1 : 5 に内分する点を結ぶ線よりも内側の領域を指す。中央領域は、別の観点によれば、対向導体板 20 を 6 分の 1 程度に相似縮小した同心図形が重なる領域に相当する。

[0033] 給電線路 50 は、対向導体板 20 に給電するために、支持部 30 のパッチ側面に設けられたマイクロストリップ線路である。給電線路 50 の一端は、同軸ケーブルの内部導体と電氣的に接続されており、他端は、対向導体板 20 の縁部電氣的に接続している。給電線路 50 と対向導体板 20 との接続部分が対向導体板 20 にとっての給電点に相当する。同軸ケーブルを介して給電線路 50 に入力された電流は、対向導体板 20 に伝搬し、対向導体板 20 を励振させる。対向導体板 20 の縁部において、給電線路 50 と接続している点が給電点に相当する。

[0034] なお、本実施形態では対向導体板 20 への給電方式として、給電線路 50 を対向導体板 20 に直接接続させた直結給電方式を採用しているが、これに限らない。他の態様として、給電線路 50 と対向導体板 20 とを電磁結合させる給電方式を採用しても良い。直結給電方式は、導電性のピンやビアを用いて実現されても良い。給電点の位置はインピーダンスが整合する位置であればよい。給電点は、例えば対向導体板 20 の中央領域など、任意の位置に配置することができる。

[0035] 上方遮断体 60 は、対向導体板 20 の上側に配置された板状の誘電体である。本実施形態では一例として上方遮断体 60 の縦方向及び横方向の寸法（換言すれば平面形状）は、支持部 30 と同一に形成されている。上方遮断体 60 の厚さ H2 は、例えば 3 mm である。上方遮断体 60 は、対向導体板 20 の上面部を覆うように（換言すれば当接するように）対向導体板 20 上に

配置されている。

[0036] 当該上方遮断体60は、別途後述するように、対向導体板20の端部から発せられる垂直電界が対向導体板20の上側に回り込むことを抑制するための構成である。上方遮断体60は電波遮断体に相当する。ここでの遮断体とは、理想的には電波を反射する構成であるが、これに限らない。電波の伝搬を抑制（換言すれば阻害）する構成が、電波の伝搬を遮断する構成に相当する。上方遮断体60は、対向導体板20の縁部と当接し、かつ、所定の高さを有するように構成されていることが好ましい。

[0037] なお、上方遮断体60の材料としては、樹脂やガラス、セラミックスなど、多様な誘電体を採用可能である。例えば上方遮断体60は、比誘電率が50以上のセラミックを用いて実現されている。例えば上方遮断体60は、チタン酸バリウム（BaTiO₃）や、チタン酸ジルコン酸鉛などの強誘電体を用いて形成されている。なお、上方遮断体60は、チタン酸バリウム（BaTiO₂）や、酸化チタン（TiO₂）やジルコン酸カルシウム（CaZrO₃）などの常誘電体を用いて形成されていても良い。もちろん、上方遮断体60は、ポリカーボネートや、ABS樹脂などを用いて実現されていてもよい。上方遮断体60の材料としては、ウレタン樹脂や、エポキシ樹脂、シリコンなど、多様な樹脂材料を採用可能である。

[0038] 上方遮断体60は、誘電正接が高いと放射エネルギーが熱損失として失われる量が増大する。そのため、上方遮断体60は、誘電正接がより小さい材料を用いて実現されていることが好ましい。また、上方遮断体60は、誘電率が高いほど電界の回り込みを抑制するように作用する。換言すれば、上方遮断体60の誘電率が高いほど、アンテナ水平方向の利得向上効果は向上する。故に、上方遮断体60の材料としては、誘電率が高い誘電体を用いて実現されていることが好ましい。その他、別途変形例として後述するように上方遮断体60は金属（つまり導体）を用いて構成されていても良い。

[0039] ＜0次共振アンテナの動作原理について＞

次に、0次共振アンテナの従来構成（換言すれば基本的な構成）としての

アンテナ装置 1 X を導入し、0 次共振アンテナの動作原理について説明する。アンテナ装置 1 X は、本実施形態のアンテナ装置 1 にとっての比較構成に相当する。基本的な 0 次共振アンテナとしてのアンテナ装置 1 X は、図 3 に示すように、地板 1 0、対向導体板 2 0、支持部 3 0、短絡部 4 0、及び給電線路 5 0 を備える。つまり、比較構成としてのアンテナ装置 1 X は、本実施形態のアンテナ装置 1 から、上方遮断体 6 0 を除去した構成に相当する。

[0040] なお、ここでは基本的な 0 次共振アンテナの動作原理について述べるが、本実施形態のアンテナ装置 1（以降、提案構成とも記載する）も同様の原理にて作動する。つまり、アンテナ装置 1 X についての説明は概ねアンテナ装置 1 にも適用できる。また、比較構成が電波を送信（放射）する際の作動と、電波を受信する際の作動は、互いに可逆性を有する。そのため、ここでは電波を放射する際の作動についてのみ説明し、電波を受信する際の作動についての説明は省略する。

[0041] アンテナ装置 1 X として開示の 0 次共振アンテナは、概略的には、地板 1 0 と対向導体板 2 0 との間に形成される静電容量と、短絡部 4 0 が備えるインダクタンスの、LC 並列共振によって動作するアンテナである。具体的には次の通りである。アンテナ装置 1 X において、対向導体板 2 0 はその中央領域に設けられた短絡部 4 0 で地板 1 0 に短絡されており、かつ、対向導体板 2 0 の面積は、短絡部 4 0 が備えるインダクタンスと対象周波数において並列共振する静電容量を形成する面積となっている。このため、インダクタンスと静電容量との間のエネルギー交換によって並列共振が生じ、地板 1 0 と対向導体板 2 0 との間には、地板 1 0（及び対向導体板 2 0）に対して垂直な電界が発生する。この垂直電界は、短絡部 4 0 から対向導体板 2 0 の縁部に向かって伝搬していき、対向導体板 2 0 の縁部において、垂直電界は垂直偏波となって空間を伝搬していく。なお、ここでの垂直偏波とは、電界の振動方向が地板 1 0 や対向導体板 2 0 に対して垂直な電波を指す。

[0042] 垂直電界の伝搬方向は、図 4 に示すように短絡部 4 0 を中心として対称であるため、アンテナ水平面における全方位に対して同程度の利得を有する。

換言すれば、アンテナ装置 1 及びアンテナ装置 1 X は対象周波数において、対向導体板 20 の中央領域から縁部に向かう全方向（つまりアンテナ水平方向）に指向性を有する。特に、地板 10 が水平となるように配置されている場合、アンテナ装置 1 は水平方向に対して指向性を有する。なお、ここでのアンテナ水平面とは、地板 10 及び対向導体板 20 に平行な平面を指す。また、なお、ここでのアンテナ水平方向とは、対向導体板 20 の中心からその縁部に向かう方向を指す。アンテナ水平方向は、別の観点によれば、対向導体板 20 の中心を通る地板 10 への垂線に直交する方向を指す。アンテナ水平方向は、アンテナ装置にとっての横方向（換言すれば側方）に相当する。

[0043] なお、対向導体板 20 に流れる電流は、短絡部 40 を中心として対称となるため、或る横行に流れる電流が発するアンテナ高さ方向の電波は、逆向きに流れる電流が発する電波によって相殺される。故に、アンテナ高さ方向には電波を放射しない。

[0044] <アンテナ装置 1（主として上方遮断体の導入）の効果について>

次に、比較構成に対する本実施形態の効果／利点について説明する。発明者らが従来の 0 次共振アンテナとしての比較構成の動作態様を検証したところ、比較構成では、図 5 に示すように垂直電界が対向導体板 20 の上側に回り込み、アンテナ水平方向への電波の放射強度（つまり利得）が損なわれていることが分かった。また、上記の傾向は、地板 10 と対向導体板 20 との離隔 H1 を小さくするほど顕著となることもわかった。つまり、比較構成では地板 10 と対向導体板 20 との離隔 H1 を小さくするほどアンテナ水平方向への利得が低減してしまう。

[0045] このような課題に対し本実施形態の構成は、上方遮断体 60 として、対向導体板 20 の縁部を覆う誘電体を備える。上方遮断体 60 は、所定の誘電率を有する誘電体を用いて構成されているため、図 6 に示すように垂直電界が対向導体板 20 の上側に回り込むことを抑制することができる。また、その結果として、図 7 に示すように、アンテナ水平方向の利得を高めることができる。

[0046] なお、前述の通り、上方遮断体60の材料としては、セラミックのほか、樹脂や導体等を採用することができる。図8は上方遮断体60の材料、厚みH2、及びアンテナ水平方向の利得との3要素の関係を試験した結果を示す図である。図8に示すように上方遮断体60がセラミックを用いて構成されている場合、厚みH2を3mm程度に設定することにより、概ね2dB以上の利得を得ることができる。また、何れの材料においても厚みH2を大きくするほど、アンテナ水平方向における利得は、 $1/4$ 波長のモノポールアンテナの利得の理論値に近づいていく。なお、 $1/4$ 波長のモノポールアンテナの利得の理論値は5.16dBである。

[0047] また、上方遮断体60の材料として完全導体（つまり金属）やセラミックを用いた場合には、厚みH2を18mmに設定する事により、モノポールアンテナと近い利得が得られることがわかる。付言すれば、2.4GHzの空中での波長は125mmであるため、 $1/4$ 波長のモノポールアンテナの高さは31.3mm程度必要となる。対して、本開示の構成によれば、18mm程度の高さ（つまり $1/4$ 波長のモノポールアンテナの6割程度の高さ）で、 $1/4$ 波長のモノポールアンテナと同等の利得を得ることができる。つまり、本実施形態の構成によればアンテナ装置1の高さを抑制することができる。なお、厚みH2を18mmとした構成は、板状というよりもブロック状に近い。板状とブロック状の境界は曖昧であるため、ここでの板状にはブロック状も含まれるものとする。

[0048] 以上、本開示の実施形態を説明したが、本開示は上述の実施形態に限定されるものではなく、以降で述べる種々の変形例も本開示の技術的範囲に含まれ、さらに、下記以外にも要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することができる。例えば下記の種々の変形例は、技術的な矛盾が生じない範囲において適宜組み合わせて実施することができる。

[0049] [変形例1]

上方遮断体60は図9に示すように金属製（つまり導体）であっても良い。当該構成は、対向導体板20の端部に、導体を立設した構成に相当する。

導体は電波を反射するため、電波の回り込み（換言すれば伝搬）を誘電体よりも一層抑制する。故に、導体を用いて上方遮断体60を実現したほうが、誘電体を用いて上方遮断体60を実現した構成よりもアンテナ水平方向の利得を高めることができる。

[0050] また、上方遮断体60を導体とする構成によれば、上方遮断体60の垂直面に電流が流れる。上方遮断体60の垂直面に流れる電流は、垂直偏波をアンテナ水平方向に放射するように作用するため、前述した実施形態よりも一層アンテナ水平方向の利得を向上させることができる。

[0051] ただし、導体を用いて上方遮断体60を実現する構成は、セラミック等の誘電体を用いて上方遮断体60を実現した構成よりも寸法誤差等に対するロバスト性が劣る。例えば金属製の上方遮断体60が対向導体板20の外側にはみ出ると、対象周波数は大きく変化する。これは、金属製の上方遮断体60において対向導体板20からはみ出している部分が地板10との間に静電容量を形成するためである。例えば、地板10と対向導体板20との離隔が1.5mmであって、支持部30の比誘電率が4.3である構成において、上方遮断体60が対向導体板20の縁部から1mmはみ出ると、並列共振に寄与する静電容量が増大し、動作周波数が低周波側へ1GHz近くずれてしまう。より具体的には動作周波数が2.4GHzから1.5GHzへとずれてしまう。

[0052] これに対して、上方遮断体60が誘電体を用いた構成によれば、上方遮断体60が対向導体板20の外側に1mm程度はみ出たとしても、静電容量の増大量は無視できるレベルとなる。故に、セラミック等の誘電体を用いて上方遮断体60を実現した構成によれば、上方遮断体60の取り付け誤差や寸法誤差が、動作周波数に与える影響を抑制することができる。

[0053] ところで、金属製の上方遮断体60は、対向導体板20と一体的に形成されていても良い。また、上方遮断体60は対向導体板20と当接していることが好ましいが、他の態様としては、上方遮断体60は対向導体板20の上側に所定の間隔をおいて対向配置されていても良い。上方遮断体60は、対

向導体板 20 の縁部の上側であって、当該縁部との離隔が 10 分の 1 波長以下となるように配置されていることが好ましい。

[0054] また、上方遮断体 60 はその垂直面が、対向導体板 20 の縁部と接続する位置に形成されていることが好ましいが、他の態様としては、上方遮断体 60 はその垂直面が対向導体板 20 の縁部より所定量（例えば数ミリ程度）内側となる位置に形成されていても良い。つまり、上方遮断体 60 の平面形状は対向導体板 20 よりも小さく形成されていても良い。

[0055] [変形例 2]

上方遮断体 60 が導体である場合には、上方遮断体 60 は対向導体板 20 の縁部上側に形成されていればよい。上方遮断体 60 としての導体は、対向導体板 20 の中央領域の上方に形成されている必要はない。例えば、上方遮断体 60 としての導体は、図 10 に示すように、上側の面が開口している箱型に形成されていても良い。当該上方遮断体 60 は、対向導体板 20 の上面に配置される遮断体底部 61 と、対向導体板 20 の縁部に対して上側に直立する直立部 62 と、を備える構成に相当する。遮断体底部 61 は、対向導体板 20 と対向配置される構成に相当する。遮断体底部 61 は、対向導体板 20 と同一寸法に形成されていれば良い。なお、直立部 62 は対向導体板 20 に対して 15° 程度傾いていても良い。直立という表現には、真に直角な状態から 15° 程度傾いている態様も含まれる。

[0056] なお、金属製の上方遮断体 60 は、直立部 62 さえ備えていればよく、遮断体底部 61 は必須の要素ではない。図 10 に示す上方遮断体 60 から遮断体底部 61 を除去した構成は、上方遮断体 60 を対向導体板 20 の縁部に沿うように、所定の厚み H_2 （換言すれば高さ又は深さ）を有する枠型／筒状に形成した構成に相当する。また、金属製の上方遮断体 60 は、対向導体板 20 と一体的に形成されていてもよい。対向導体板 20 が遮断体底部 61 として兼用されてもよい。金属製の直立部 62 は、垂直電界の放射面積を拡張する役割を担う。

[0057] なお、変形例 2 として開示の構成は、上述した実施形態にも適用可能であ

る。例えば上方遮断体60としてのセラミック／樹脂は、図11に示すように、上側の面が開口している扁平な（換言すれば底が浅い）箱型に形成されていても良い。ただし、誘電体は金属ほど電波を遮断する材料ではない。そのため、誘電体を用いて構成されている直立部62は、電波の回り込みを十分に遮断することができる厚み及び高さを有することが好ましい。例えば直立部62としての誘電体は少なくとも2mm～5mm程度の厚みを有していることが好ましい。誘電体を用いて成る直立部62の具体的な厚み及び高さはシミュレーション等に基づいて適宜設計されれば良い。上方遮断体60は前述の役割を果たせればよく、上方遮断体60の形状は板状に限らない。上方遮断体60は、ブロック状を含む平板状であってもよいし、箱型であってもよいし、筒型であってもよい。

[0058] [変形例3]

地板10の或る方向における長さ（換言すれば幅）が1波長以下（特に0.7波長以下）になると、地板10の下方に電界が回り込んでしまい利得低下の原因となってくる。例えば図12に示すように地板10が長方形状であって、短辺の長さが電氣的に0.5波長である場合には、地板10の下方にも垂直電界が回り込み得る。そのような事情を鑑みると、地板10の或る方向における長さが1波長以下（特に0.7波長以下）に形成されている場合には、図13に示すように地板10の下側にも、電界の伝搬を遮断するための誘電体又は導体を下方遮断体70として付加されていることが好ましい。

[0059] 下方遮断体70は、上方遮断体60と同様に、電波の回り込みを抑制するための構成である。下方遮断体70は、地板10の下側面全域を覆うように形成されていることが好ましい。地板10の下側に下方遮断体70を設けた構成によれば、地板10の下側に垂直電界が回り込むことによってアンテナ水平方向の利得が損なわれる恐れを低減することができる。なお、下方遮断体70の材料や形状については、上方遮断体60の説明を援用することができる。

[0060] 下方遮断体70は地板10と当接していてもよいし、所定の間隔が存在す

るように対向配置されていても良い。以上では地板10が長方形である場合を例示したが、本変形例として開示の技術思想は、地板10が楕円形や円形、正多角形である場合にも適用できる。例えば地板10が楕円形である場合には、地板10の短軸の長さが1波長以下である場合には下方遮断体70が形成されていることが好ましい。地板10において対向導体板の中心と重なる点を通る種々の方向の長さのうち、最も長さが小さくなる方向の長さが1波長以下となる場合には、下方遮断体70が形成されていることが好ましい。

[0061] なお、図12に示す81、82は、変復調回路を実現するための電子部品を示している。対向導体板20や地板10、変復調回路等が実装されるプリント基板は、前述の支持部30に相当する。以降では、対向導体板20や地板10、変復調回路等が実装されているプリント基板のことを回路基板100と称する。回路基板100は、アンテナ装置1としての機能を提供するモジュールに相当する。

[0062] [変形例4]

アンテナ装置1は図14に示すように回路基板100を収容するケース90を備えていても良い。ケース90は例えば上下方向に分離可能に構成されているアッパーケースとロアケースとが組み合わさることで構成されている。ケース90は、例えばポリカーボネート（PC：polycarbonate）樹脂を用いて構成されている。なお、ケース90の材料としては、PC樹脂にアクリロニトリルブタジエンスチレン共重合体（いわゆるABS）を混ぜた合成樹脂や、ポリプロピレン（PP：polypropylene）など、多様な樹脂を採用できる。ケース90は、ケース底部91、ケース側壁部92、及びケース天板部93を備える。ケース底部91は、ケース90の底を提供する構成である。ケース底部91は、平板状に形成されている。ケース90内において回路基板100は、地板10がケース底部91と対向するように配置されている。ケース底部91と地板10との離隔は $\lambda/25$ 以下に設定されていることが好ましい。

- [0063] ケース側壁部 9 2 は、ケース 9 0 の側面を提供する構成であって、ケース底部 9 1 の縁部から上方に向かって立設されている。ケース側壁部 9 2 の高さは、例えば、ケース天板部 9 3 の内面と対向導体板 2 0 との離隔が $\lambda / 2.5$ 以下となるように設計されている。ケース天板部 9 3 は、ケース 9 0 の上面部を提供する構成である。本実施形態のケース天板部 9 3 は平板状に形成されている。なお、ケース天板部 9 3 の形状としては、その他、ドーム型など多様な形状を採用することができる。ケース天板部 9 3 は、内面が支持部 3 0 の上面（ひいては対向導体板 2 0）と対向するように構成されている。
- [0064] 上記構成のようにケース天板部 9 3 が対向導体板 2 0 の近くに存在する場合には、ケース天板部 9 3 が前述の上方遮断体 6 0 としても機能しうる。対向導体板 2 0 の近くとは、例えば対向導体板 2 0 からの距離が電氣的に対象波長の 2.5 分の 1 以下となる領域を指す。上記構成は、上方遮断体 6 0 としてケース天板部 9 3 を用いる構成に相当する。また、上記構成のように、ケース底部 9 1 が地板 1 0 の近くに存在する場合、ケース底部 9 1 が前述の下方遮断体 7 0 としても機能しうる。地板 1 0 の近くとは、例えば地板 1 0 からの距離が電氣的に対象波長の 2.5 分の 1 以下となる領域を指す。下方遮断体 7 0 は、ケース底部 9 1 を用いて実現されていても良い。
- [0065] なお、ケース 9 0 には、回路基板 1 0 0 の支持及び位置決めのための上側リブ 9 3 1 が形成されていてもよい。上側リブ 9 3 1 は、ケース天板部 9 3 の内面の所定位置から下方に向かって形成された凸状の構成である。上側リブ 9 3 1 はケース 9 0 と一体的に形成されている。上側リブ 9 3 1 は、ケース 9 0 内における支持部 3 0 の位置を規制する。上側リブ 9 3 1 は、図 1 5 に示すように対向導体板 2 0 の縁部と当接するように設けられていることが好ましい。上側リブ 9 3 1 が対向導体板 2 0 の縁部と当接するように配置されている構成によれば、上側リブ 9 3 1 が上方遮断体 6 0（具体的には直立部 6 2）としても機能する。そのため、上側リブ 9 3 1 を備えない構成に比べてアンテナ水平方向の利得を高めることができる。対向導体板 2 0 の縁部と当接するように形成されている上側リブ 9 3 1 が縁部当接部に相当する。

なお、上側リブ 931 において対向導体板 20 の縁部と接続する垂直面（つまり外側面）には、銅箔等の金属パターンが付与されていても良い。当該構成によれば、実質的に導体製の直立部 62 を付加した構成と同様の効果が得られる。

[0066] ケース底部 91 には、回路基板 100 の支持及び位置決めのための下側リブ 911 が形成されていても良い。下側リブ 911 は、ケース底部 91 の所定位置から上側に向かって一体的に形成された凸状の構成である。下側リブ 911 は、ケース 90 内における回路基板 100 の位置を規制する役割を担う。下側リブ 911 は、地板 10 とケース底部 91 との離隔が $\lambda/25$ 以下となるように形成されている。下側リブ 911 は、地板 10 の縁部と当接するように形成されていることが好ましい。当該構成によれば、下側リブ 911 が下方遮断体 70 としても機能する。そのため、下側リブ 911 が形成されていない構成に比べてアンテナ水平方向の利得を高めることができる。下側リブ 911 が下方支持部に相当する。なお、下側リブ 911 において地板 10 の縁部に接続する垂直面（つまり外側面）には、銅箔等の金属パターンが付与されていても良い。

[0067] [変形例 5]

対向導体板 20 等を含むアンテナ装置 1 は、図 12 にて例示したように、変復調回路等が実装されている回路基板 100 に一体的に形成されていても良い。当該回路基板 100 は防水性等の観点から、ケース 90 に収容されて使用される。

[0068] アンテナ装置 1 がケース 90 を備える場合、ケース 90 と回路基板 100 との間には図 16 にて符号のみ示すように、シリコン等のシール材 110 を充填することが好ましい。シール材 110 は封止材に相当する。なお、図 16 においては図の視認性を維持するために、シール材 110 のハッチングは省略している。図 17 も同様である。ケース 90 内にシール材 110 を充填した構成によれば、対向導体板 20 の上方に位置するシール材 110（図 16 の 110a で示す部分）が上方遮断体 60 として機能しうる。なお、対向

導体板 20 の上側にシール材 110 が充填されている場合も、ケース天板部 93 は、上方遮断体 60 の一部として機能しうる。上方遮断体 60 は、対向導体板 20 の上方に位置するシール材 110 とケース天板部 93 とが組み合わさることによって実現されても良い。また、ケース 90 内にシール材 110 を充填した構成によれば、防水性や防塵性、耐振動性も向上させる事ができる。このような構成は、別の観点によれば、シリコン等の防水目的のシール材 110 が上方遮断体 60 を兼ねる構成に相当する。

[0069] さらに、地板 10 の下方に位置するシール材 110（図 16 の 110 b で示す部分）は、変形例 3 にて言及している下方遮断体 70 として機能しうる。つまり、ケース 90 内にシール材 110 を充填した構成によれば、シール材 110 を上方遮断体 60 及び下方遮断体 70 として機能するため、防水性とアンテナ水平方向の利得向上の両方の効果を得ることができる。なお、シール材 110 a が充填されている場合にも、ケース底部 91 は、下方遮断体 70 の一部として機能しうる。ケース 90 内にシール材 110 を充填した構成は、地板 10 の下方に位置するシール材 110 とケース底部 91 の組み合わせによって下方遮断体 70 を実現した構成に相当する。

[0070] なお、シール材 110 としてはポリウレタンプレポリマーなど、ウレタン樹脂を採用することができる。もちろん、シール材 110 としては、その他、エポキシ樹脂やシリコン樹脂など多様な材料を採用することができる。当該変形例 5 として開示の構成は、変形例 4 と組み合わせて実施してもよい。具体的には、図 16 に示すアンテナ装置 1 のケース 90 は対向導体板 20 の縁部と当接するように形成された上側リブ 931 や下側リブ 911 を備えていても良い。

[0071] なお、一般的に回路基板 100 には、IC チップ等の電子部品 81、82 や、コネクタ等の立体構造物が存在する。また、通常、プリント板とケースの間には、それらの立体構造物がケース 90 と干渉しないように空間が設けられる。そのため、ケース天板部 93 の内側面と対向導体板 20 との間には離隔が生じうる。当然、ケース天板部 93 の内側面と対向導体板 20 との離

隔が大きくなるほど、ケース天板部 93 が上方遮断体 60 として機能しにくくなる。

[0072] 本変形例 5 として開示の構成は上記の課題に着眼して成されたものであって、ケース 90 の内部がシリコン等のシール材 110 で充填される事により、アンテナ水平方向の指向性を向上させることができる。なお、シール材としては、上方遮断体 60 の説明にて言及している通り、比誘電率が高く、かつ、誘電正接が小さいものが好ましい。例えば比誘電率が 2.0 以上であって、かつ、誘電正接が 0.03 以下であるものが好ましい。

[0073] なお、ケース 90 は、図 17 の (A) に示すようにケース底部 91 が省略されていても良い。また、ケース 90 は、図 17 の (B) に示すように、ケース天板部 93 が省略されていても良い。ケース 90 の上側又は下側の何れか一方が省略される場合（つまり開口部となる場合）、シール材 110 はアンテナ装置 1 が使用される環境の温度として想定される範囲（以降、使用温度範囲）において固形を維持する樹脂を用いて実現されていることが好ましい。使用温度範囲は例えば $-30^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ とすることができる。

[0074] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

- [請求項1] 平板状の導体部材である地板（10）と、
 前記地板と所定の間隔をおいて設置された平板状の導体部材であって、給電線と電氣的に接続する給電点が設けられている対向導体板（20）と、
 前記対向導体板と前記地板とを電氣的に接続する短絡部（40）と、
 、
 前記対向導体板の上側に配置されて、導体又は誘電体を用いて構成されている、電界の伝搬を遮断するための電波遮断体（60）と、を
 備え、
 前記短絡部が備えるインダクタンスと、前記地板と前記対向導体板とが形成する静電容量とを用いて、所定の対象周波数で並列共振するように構成されているアンテナ装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のアンテナ装置であって、
 前記対向導体板の縁部の上側にある前記電波遮断体と前記対向導体板の前記縁部との離隔が、前記対象周波数の波長の25分の1以下となるように配置されているアンテナ装置。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載のアンテナ装置であって、
 前記電波遮断体は、前記対向導体板の上側面の縁部と当接するように配置されているアンテナ装置。
- [請求項4] 請求項1から3の何れか1項に記載のアンテナ装置であって、
 前記電波遮断体は、前記対向導体板の縁部から上方に直立する直立部（62）を備えているアンテナ装置。
- [請求項5] 請求項1から4の何れか1項に記載のアンテナ装置であって、
 前記地板及び前記対向導体板は、樹脂材料を用いてなる支持板（30）の上に形成されており、
 前記支持板を収容する樹脂製のケース（90）をさらに備え、
 前記ケースは、前記対向導体板の上側に位置するケース天板部（9

3) を備え、

前記支持板と前記ケース天板部との離隔は、前記ケース天板部が前記電波遮断体として機能するように、前記対象周波数の波長の25分の1以下に設定されているアンテナ装置。

[請求項6]

請求項1から5の何れか1項に記載のアンテナ装置であって、

前記地板及び前記対向導体板は、樹脂材料を用いてなる支持板(30)の上に形成されており、

前記支持板を収容する樹脂製のケース(90)をさらに備え、

前記ケースは、前記対向導体板の上側に位置するケース天板部(93)を備え、

前記ケース天板部は、前記対向導体板の縁部と当接する縁部当接部(931)を備えるアンテナ装置。

[請求項7]

請求項5又は6に記載のアンテナ装置であって、

前記ケースは、前記地板と所定の離隔をおいて対向するケース底部(91)を備え、

前記ケース底部は、前記地板の縁部と当接する下方支持部(911)を備えるアンテナ装置。

[請求項8]

請求項5から7の何れか1項に記載のアンテナ装置であって、

前記支持板と前記ケースとの間には、封止材(110)として2.0以上の比誘電率を有する樹脂材料が充填されているアンテナ装置。

[請求項9]

請求項1から8の何れか1項に記載のアンテナ装置であって、

前記地板は、所定方向における幅が前記対象周波数の電波の1波長以下に設定されており、

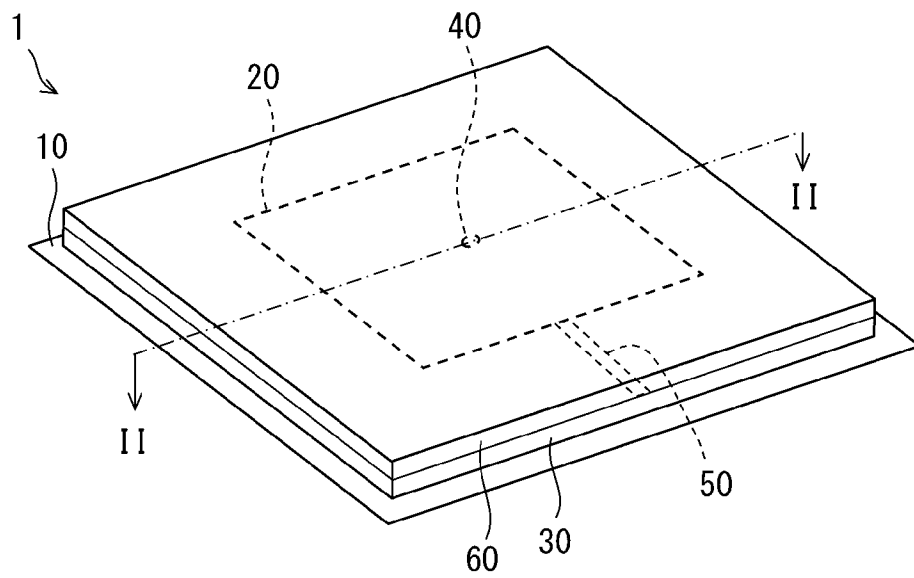
前記対向導体板の上側には前記電波遮断体としての上方遮断体が配置されているとともに、

前記地板の下側には、導体又は誘電体を用いて構成されている、電界の伝搬を遮断するための下方遮断体(70)が配置されているアンテナ装置。

- [請求項10] 請求項9に記載のアンテナ装置であって、
前記地板及び前記対向導体板は、樹脂材料を用いてなる支持板（30）の上に形成されており、
前記支持板を収容する樹脂製のケース（90）をさらに備え、
前記ケースは、前記地板と所定の離隔をおいて対向するケース底部（91）を備え、
前記支持板と前記ケース底部との離隔は、当該ケース底部が前記下方遮断体として機能するように、前記対象周波数の波長の25分の1以下に設定されているアンテナ装置。
- [請求項11] 請求項10に記載のアンテナ装置であって、
前記ケースは、前記ケース底部の縁部から上方に向かって立設されているケース側壁部（92）を備え、
前記ケース側壁部は、前記支持板の上面よりも高く形成されており、
前記ケース内には、前記支持板の上面を覆うように、封止材（110）として2.0以上の比誘電率を有する樹脂材料が充填されているアンテナ装置。

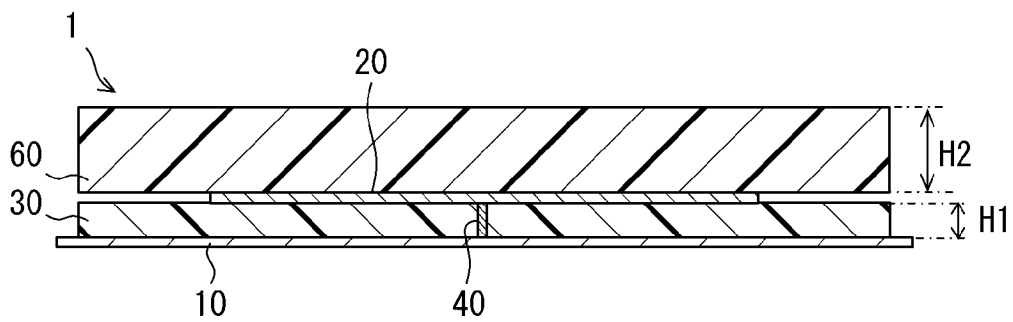
[図1]

図1



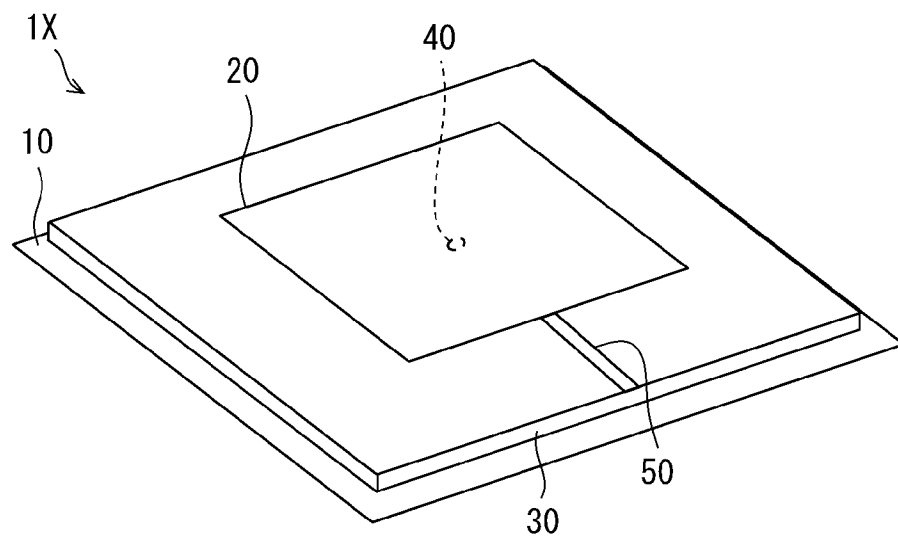
[図2]

図2



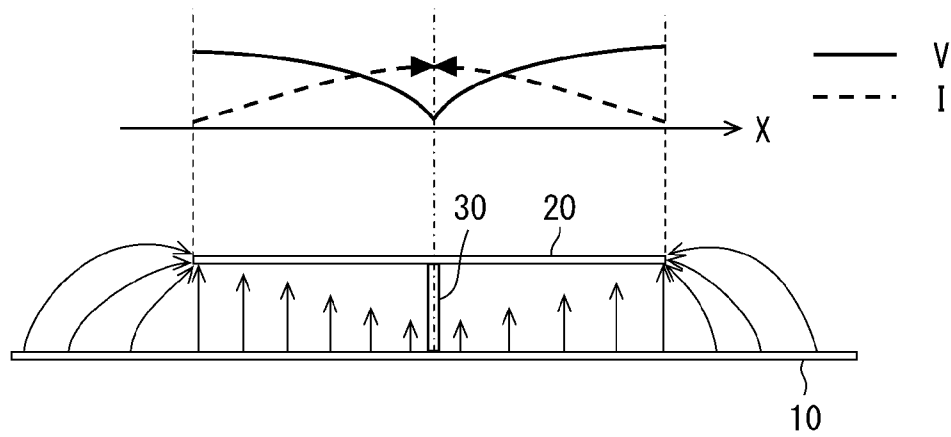
[図3]

図3



[図4]

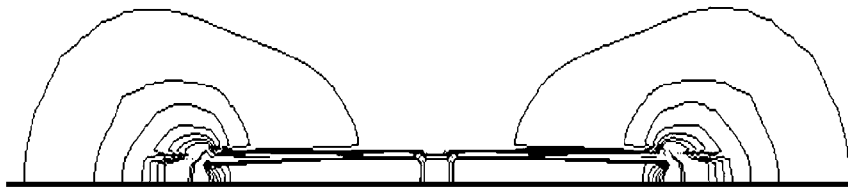
図4



電圧・電流・電界の分布

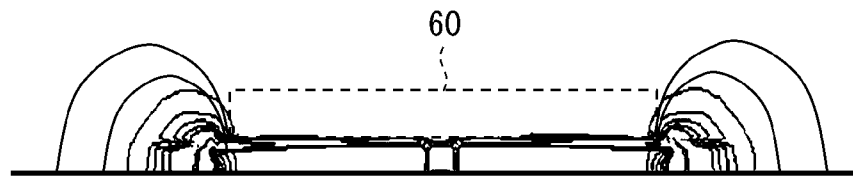
[図5]

図5



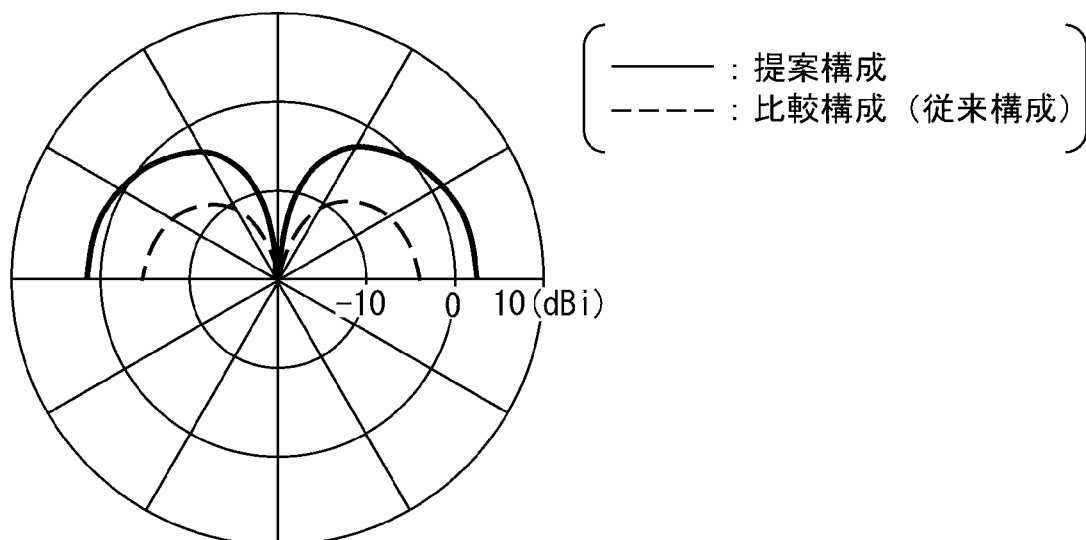
[図6]

図6



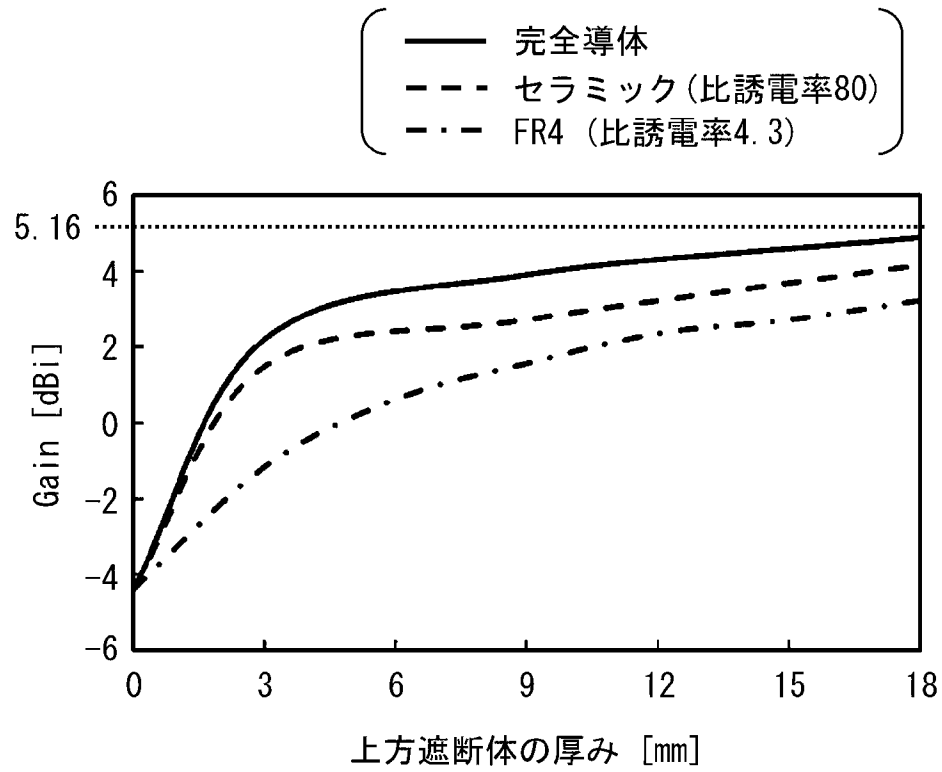
[図7]

図7



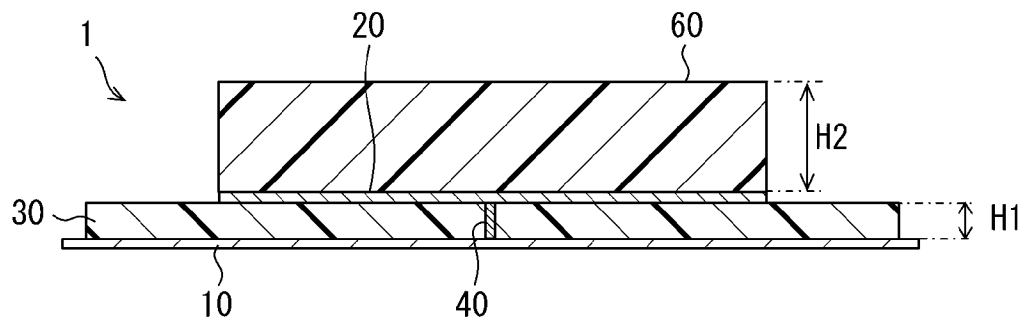
[図8]

図8



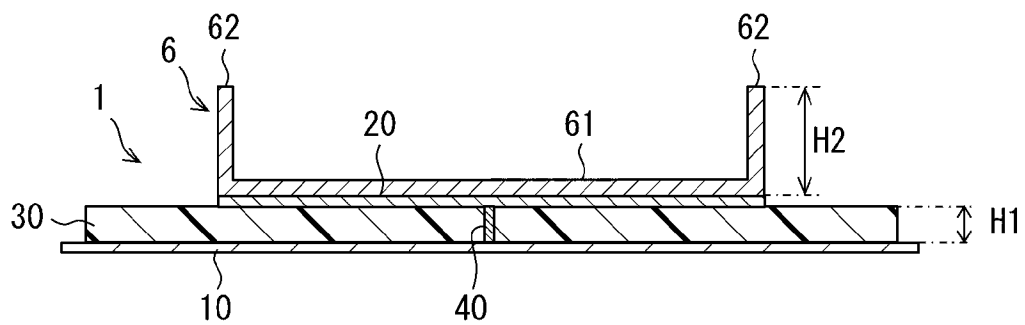
[図9]

図9



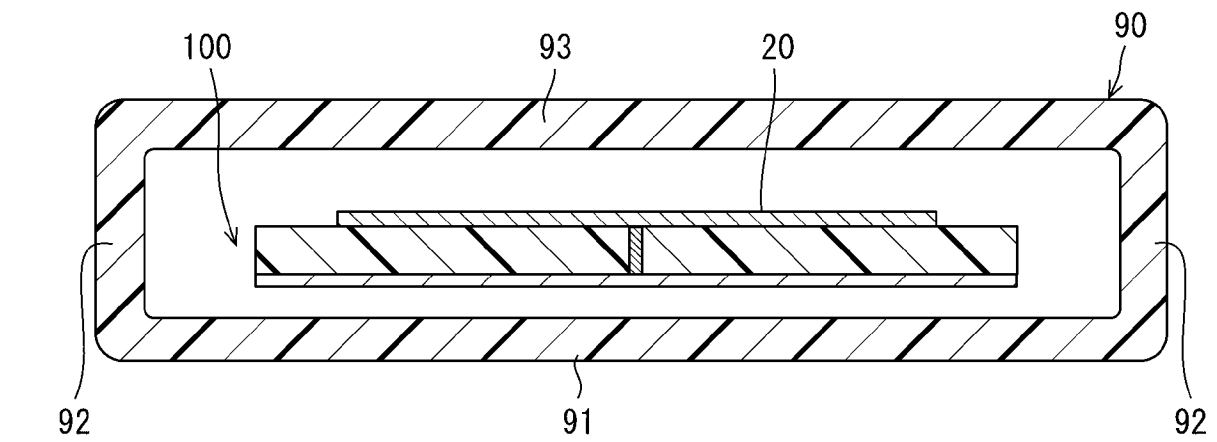
[図10]

図10



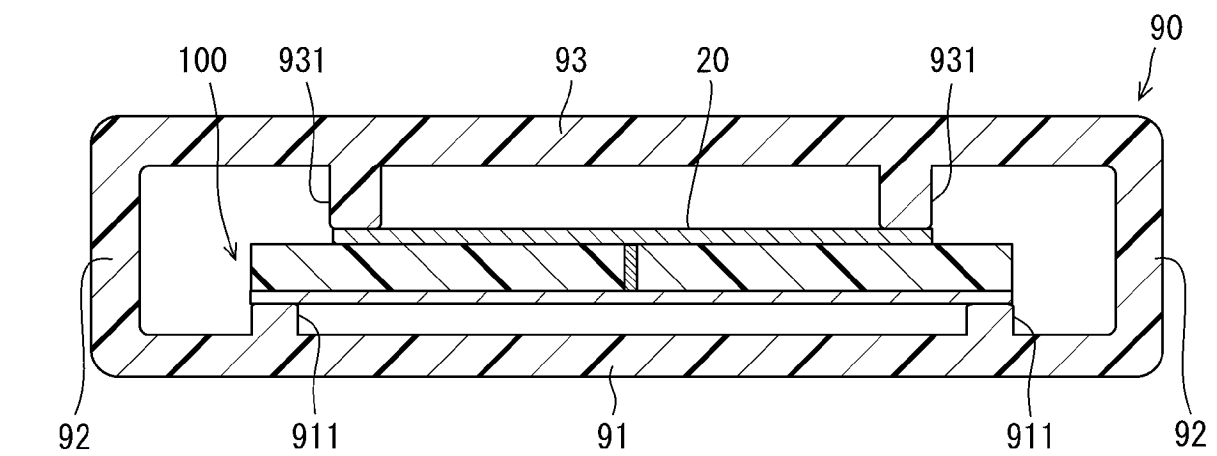
[図14]

図14



[図15]

図15



[図16]

図16

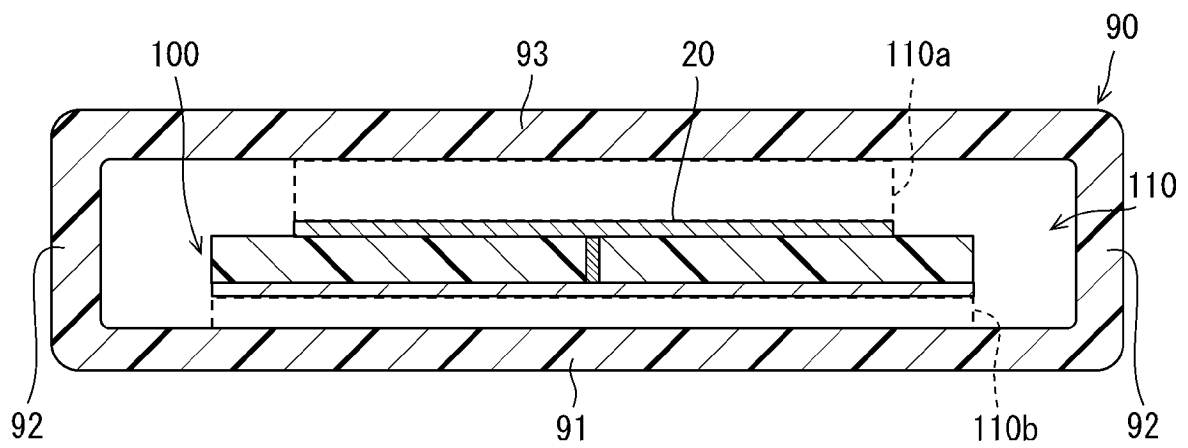
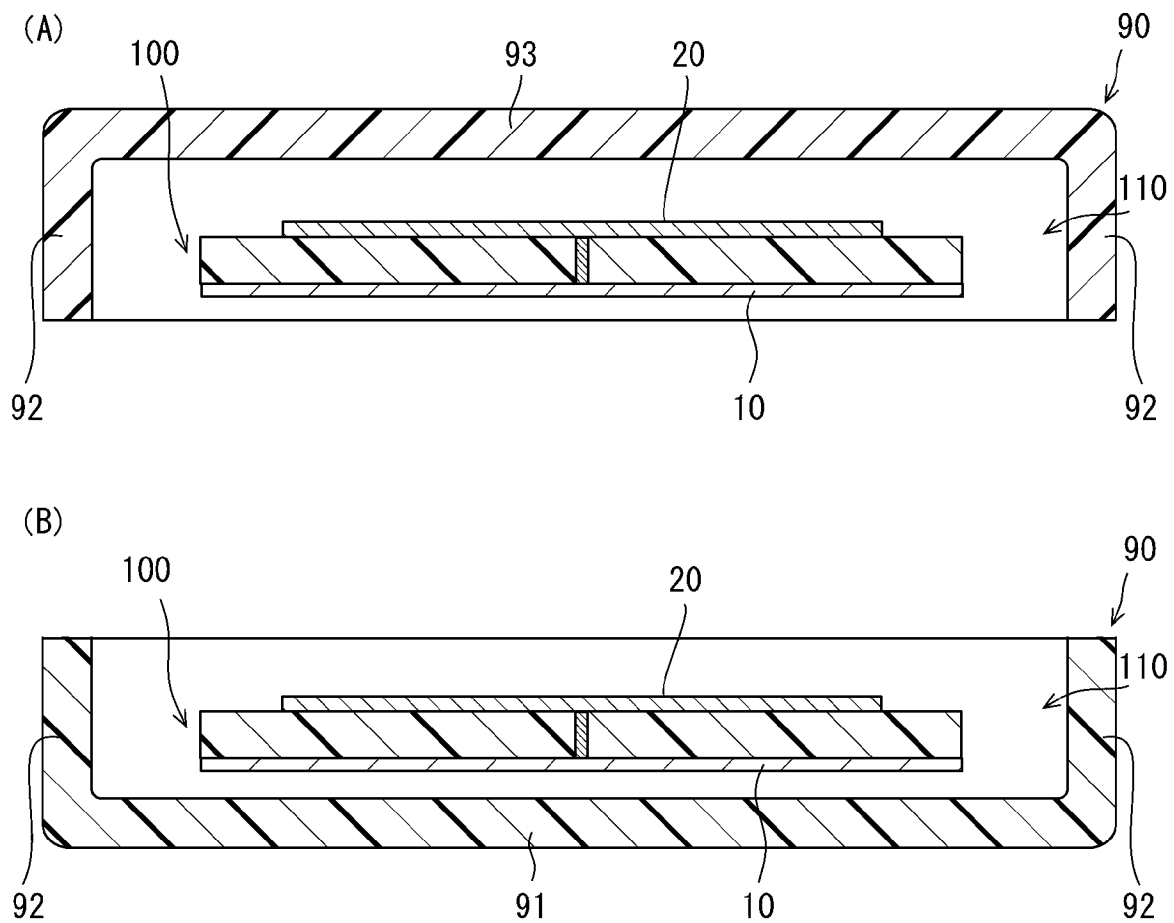


图17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/002866

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01Q1/42 (2006.01) i, H01Q3/44 (2006.01) i, H01Q9/04 (2006.01) i,
H01Q19/02 (2006.01) i

FI: H01Q9/04, H01Q19/02, H01Q3/44, H01Q1/42

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)

Int.Cl. H01Q1/42, H01Q3/44, H01Q9/04, H01Q19/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 Y A	JP 2018-61137 A (SOKEN INC.) 12.04.2018 (2018-04-12), paragraphs [0024]-[0046], [0066], [0067], fig. 1, 2, 7, 8	1-3, 5-7, 9-10 8 4, 11
Y	JP 2006-333403 A (HITACHI, LTD.) 07.12.2006 (2006-12-07), paragraphs [0020], [0021], fig. 3-5	8
A	JP 2015-122700 A (NATIONAL INSTITUTES OF NATURAL SCIENCES) 02.07.2015 (2015-07-02), paragraph [0019], fig. 1, 2	1-11



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
07.04.2020

Date of mailing of the international search report
14.04.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/002866

JP 2018-61137 A	12.04.2018	US 2019/0229411 A1 paragraphs [0026]-[0048], [0068], [0069], fig. 1, 2, 7, 8 WO 2018/066419 A1
JP 2006-333403 A	07.12.2006	US 2006/0267843 A1 paragraphs [0054]-[0057], fig. 3A-5B US 2008/0172860 A1 EP 1729366 A1 KR 10-2006-0124545 A CN 1873666 A
JP 2015-122700 A	02.07.2015	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01Q 1/42(2006.01)i; H01Q 3/44(2006.01)i; H01Q 9/04(2006.01)i; H01Q 19/02(2006.01)i FI: H01Q9/04; H01Q19/02; H01Q3/44; H01Q1/42														
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）） H01Q1/42; H01Q3/44; H01Q9/04; H01Q19/02														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020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 2018-61137 A（株式会社SOKEN）12.04.2018（2018-04-12） 段落[0024]-[0046], [0066]-[0067], 図1-2, 7-8	1-3, 5-7, 9-10												
Y		8												
A		4, 11												
Y	JP 2006-333403 A（株式会社日立製作所）07.12.2006（2006-12-07） 段落[0020]-[0021], 図3-5	8												
A	JP 2015-122700 A（大学共同利用機関法人自然科学研究機構）02.07.2015（2015-07-02） 段落[0019], 図1-2	1-11												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 07.04.2020	国際調査報告の発送日 14.04.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 鈴木 肇 5K 9847 電話番号 03-3581-1101 内線 3556													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/002866

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-61137	A	12.04.2018	US 2019/0229411 A1 段落[0026]-[0048], [0068]-[0069], 図1-2, 7-8 WO 2018/066419 A1	
JP	2006-333403	A	07.12.2006	US 2006/0267843 A1 段落[0054]-[0057], 図 3A-5B US 2008/0172860 A1 EP 1729366 A1 KR 10-2006-0124545 A CN 1873666 A	
JP	2015-122700	A	02.07.2015	(ファミリーなし)	