

(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
2022年3月31日(31.03.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/064682 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 9/04 (2006.01) H01Q 13/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/036583

(22) 国際出願日: 2020年9月28日(28.09.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:坂本 寛明 (SAKAMOTO, Hiroaki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). ▲柳▼ 崇 (YANAGI, Takashi); 〒1008310 東京都千代田

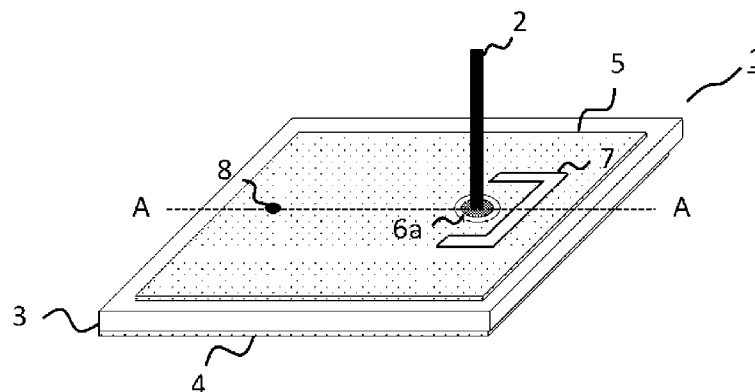
区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 西岡 泰弘(NISHIOKA, Yasuhiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:村上 加奈子, 外(MURAKAMI, Kanako et al.); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社 知的財産センター内 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, 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,

(54) Title: COMPOSITE ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称: 複合アンテナ装置



(57) Abstract: When configuring a composite antenna device, it is contemplated that different antenna systems do not interfere with each other, and in an antenna in which a monopole antenna and a microstrip antenna that is a planer antenna are combined, no electric field is generated between conductors in the planar center of the microstrip antenna, and thus the monopole antenna is disposed by allowing a coaxial line to pass therethrough. In the present disclosure, a composite antenna device is obtained which comprises a resonance part, and thus reduces a leakage current from an outer conductor of the coaxial line even when the coaxial line is disposed outside the planar center of the microstrip antenna.

(57) 要約: 複合アンテナ装置を構成する際は、異なるアンテナシステムが相互干渉を及ぼさないよう考慮し、平面アンテナであるマイクロストリップアンテナとモノポールアンテナを複合したアンテナでは、マイクロストリップアンテナの平面中央では導体間に電界が生じないため、ここに同軸線路を貫通させてモノポールアンテナを配置する。本開示では、共振部を設けることによりマイクロストリップアンテナの平面中央以外に同軸線路を配置した場合にも、同軸線路の外導体からの漏洩電流を低減する複合アンテナ装置を得るものである。

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：複合アンテナ装置

技術分野

[0001] この発明は、複合アンテナ装置に関する。

背景技術

[0002] IOT (Internet Of Things) の普及により、これまで以上にモノがネットワークを通じてサーバやクラウドに接続されることが増えた。そのため通信で用いられるアンテナには小型化だけでなく、多機能化のために複数の通信システムを小さなアンテナに一体化することが要求される。

複合アンテナ装置を構成する際は、異なるアンテナシステムが相互干渉を及ぼさないよう考慮する必要がある。例えば、平面アンテナであるマイクロストリップアンテナとモノポールアンテナを複合したアンテナでは、マイクロストリップアンテナの平面中央では導体間で電界が小さくなるため、ここに同軸線路を貫通させてモノポールアンテナを配置する。このように構成することで、マイクロストリップアンテナの放射特性にほとんど影響を与えることなくアンテナの複合化が可能となる。

特許文献1に開示されたアンテナ装置では、4つの素子アンテナから成る円偏波アンテナの根元に形成された多層基板の内層にマイクロストリップアンテナを挿入することで円偏波アンテナとマイクロストリップアンテナの放射パターンを重ね合わせて、アンテナ後方に放射する交差偏波を抑圧している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2019／064470号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このようなアンテナ装置では、4つの素子アンテナに電力を供給する目的で内層にマイクロストリップアンテナを形成した多層基板内部を貫通するスルーホールが基板中央付近にあるため、マイクロストリップアンテナの平面中央に給電用の同軸線路を配置することができない。しかし、マイクロストリップアンテナの平面中央以外の位置に同軸線路を貫通させて配置すると、外導体によりマイクロストリップアンテナの導体間が短絡し電流が漏洩してしまう。これによりマイクロストリップアンテナ内部の電界分布に影響を与え、放射特性が変化してしまうという問題があった。

[0005] 本開示は、上記の問題を解決するためになされたものであり、マイクロストリップアンテナの平面中央以外に同軸線路を配置した場合に、同軸線路の外導体からの漏洩電流を低減する複合アンテナ装置を得るものである。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示に係る複合アンテナは、誘電体基板、誘電体基板の一方の面に配置された地導体、誘電体基板の他方の面に配置された放射部を有するマイクロストリップアンテナと、誘電体基板において放射部が配置される面上に配置されるサブアンテナと、地導体と放射部とを導通する外導体、外導体に囲まれサブアンテナと導通する内導体とを有する同軸線路とを備え、放射部は、マイクロストリップアンテナに給電される高周波信号が共振する共振部を有するものである。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、マイクロストリップアンテナを構成する放射部はマイクロストリップアンテナに給電される高周波信号が共振する共振部を有するので、マイクロストリップアンテナの平面中央以外に同軸線路を配置した場合にも同軸線路の外導体からの漏洩電流を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1に係る複合アンテナ装置の斜視図である。

[図2]実施の形態1に係る複合アンテナ装置の上面図である。

[図3]実施の形態1に係る複合アンテナ装置の下面図である。

[図4]図1のA－A断面における断面図である。

[図5]実施の形態1に係る複合アンテナ装置の共振部の穴の例を示す上面図である。

[図6]実施の形態1に係る複合アンテナ装置の共振部の穴の例を示す上面図である。

[図7]実施の形態1に係る複合アンテナ装置のマイクロストリップアンテナが複数の給電点を有する場合の斜視図である。

[図8]実施の形態1に係る複合アンテナ装置のマイクロストリップアンテナが複数の給電点を有する場合の上面図である。

[図9]実施の形態2に係る複合アンテナ装置の共振部のスリットの例を示す上面図である。

[図10]実施の形態2に係る複合アンテナ装置の共振部のスリットの例を示す上面図である。

[図11]実施の形態3に係る複合アンテナ装置の斜視図である。

[図12]実施の形態3に係る複合アンテナ装置の上面図である。

[図13]実施の形態3に係る複合アンテナ装置の下面図である。

[図14]図11のB－B断面における断面図である。

[図15]実施の形態4に係る複合アンテナ装置の斜視図である。

[図16]実施の形態4に係る複合アンテナ装置の上面図である。

[図17]実施の形態4に係る複合アンテナ装置の放射部の下面図である。

[図18]図15のC－C断面における断面図である。

[図19]実施の形態4の複合アンテナ装置の素子アンテナに逆Fアンテナを用いた場合の斜視図である。

[図20]実施の形態4の複合アンテナ装置の素子アンテナに折り返しアンテナを用いた場合の斜視図である。

[図21]実施の形態4の複合アンテナ装置の素子アンテナに折り返しモノポールアンテナ、さらに無給電アンテナを用いた場合の斜視図である。

[図22]コプレーナ線路とGND付コプレーナ線路の特性インピーダンスが5

0 [Ω] となる時の誘電体基板の厚さ (t) と線幅 (W) の関係を表した図である。

[図23]実施の形態4の複合アンテナのマイクロストリップアンテナの第一の放射素子に切り欠きを設けた場合の放射部の下面図である。

[図24]実施の形態のマイクロストリップアンテナの放射素子上に無給電素子を1つ配置した斜視図である。

[図25]実施の形態のマイクロストリップアンテナの放射素子上に無給電素子を4つ配置した斜視図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態1.

以下、実施の形態1に係る複合アンテナ装置について説明する。

図1は、本実施の形態1に係る複合アンテナ装置の斜視図であり、図に示すように複合アンテナ装置は、第一の誘電体基板3、第一の誘電体基板3の一方の面に配置された地導体4、第一の誘電体基板3の他方の面に配置された放射部としての放射素子5とを有し、共振周波数 f_1 のマイクロストリップアンテナ1と、マイクロストリップアンテナ1の第一の誘電体基板3の放射素子5が配置される面上に設置されるサブアンテナとしての共振周波数 f_2 のモノポールアンテナ2とを備えている。

また、図2から図4に示すように、この複合アンテナ装置は、マイクロストリップアンテナ1の地導体4と放射素子5とを導通する外導体6b、前記外導体6bに囲まれモノポールアンテナ2と導通する内導体6aとを有する同軸線路6とを備えている。

そして、この複合アンテナ装置における放射素子5は、マイクロストリップアンテナ1の共振周波数 f_1 で共振する共振部7を有している。この共振部7は図1～2に示すように、放射素子5に設けられたコの字状の穴で構成されており、この穴の全長はマイクロストリップアンテナ1の共振周波数 f_1 に対応した波長の $1/2$ の長さとなっている。

[0010] より詳細に説明すると、第一の誘電体基板3は、正方形の平面形状である

。地導体 4 は、第一の誘電体基板 3 の一方の面に配置される導体板で、一辺はマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 に対応する波長の約 $1/2$ 以上の長さの正方形である。放射素子 5 は、第一の誘電体基板 3 の他方の面に配置される導体板で、一辺がマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 に対応する波長の約 $1/2$ の長さの正方形であり、地導体 4 側から第一の誘電体基板 3 を貫通した導体 8 と導通している。図 2 に示すように、放射素子 5 には、コの字状の穴である共振部 7 が設けられている。共振部 7 の穴は、コの字を一直線に伸ばした際の全長がマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 に対応する波長の $1/2$ の長さを有する。また、図 3 に示すように、地導体 4 と導体 8 の間には空間的なギャップを設けられ、ギャップ間には導体 8 からマイクロストリップアンテナに周波数 f_1 の高周波信号を供給するための給電点 9 が設けられている。

[0011] モノポールアンテナ 2 は、マイクロストリップアンテナ 1 の放射素子 5 が配置される側の第一の誘電体基板 3 上に配置され、共振周波数 f_2 に対応する波長の約 $1/4$ の長さを有する。モノポールアンテナ 2 には、同軸線路 6 を経由して周波数 f_2 の高周波信号が供給される。図 2 に示すように、同軸線路 6 は放射素子 5 に形成された共振部 7 の中央近傍に配置される。ここで共振部 7 の中央とは、共振部 7 の穴を一直線に伸ばした全長に対して半分の位置、すなわち、端からマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 に対応する波長の $1/4$ の長さの位置を指す。同軸線路 6 の内導体 6 a はモノポールアンテナ 2 と導通し、外導体 6 b はマイクロストリップアンテナ 1 の地導体 4 と放射素子 5 とを導通する。外導体 6 b は、図 3 に示すように、内導体 6 a を 360 度囲むようにして地導体 4 と放射素子 5 とを導通させても良いが、内導体 6 a を囲むようにすれば外導体 6 b がアルファベットの「C」のような形状でも良い。マイクロストリップアンテナ 1 の給電点 9 と同様に同軸線路 6 の内導体 6 a と地導体 4 の間には空間的なギャップが存在し、ギャップ間にはモノポールアンテナ 2 に周波数 f_2 の高周波信号を供給するための給電点 10 を有する。

[0012] 次に、本実施の形態 1 に係る複合アンテナ装置の動作について説明する。本実施の形態では、複合アンテナ装置が送信アンテナとして動作する場合について説明するが、複合アンテナ装置は受信アンテナとして動作するものであっても良い。

マイクロストリップアンテナ 1 は、給電点 9 から周波数 f_1 の高周波信号が供給されると電磁波が放射される。モノポールアンテナ 2 は、給電点 10 から周波数 f_2 の高周波信号が供給されると電磁波を放射する。

この時、マイクロストリップアンテナ 1 の共振部 7 にて、マイクロストリップアンテナ 1 に供給した周波数 f_1 の高周波信号が共振する。このため、共振部 7 の端部付近では放射素子 5 の表面を流れる電流が大きくなり、共振部 7 の中央に近づくにつれて電流が小さくなる電流分布が得られる。このように、マイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 において放射素子 5 の表面に形成された共振部 7 の端部に電流を集中させることで、同軸線路 6 の外導体 6b を流れる漏洩電流を小さくすることができる。なお、同軸線路 6 は共振部 7 の中央に近ければ近いほど、同軸線路 6 の外導体 6b を流れる不要な漏洩電流を低減することができる。

[0013] 以上のように、本実施の形態 1 に係る複合アンテナ装置によれば、マイクロストリップアンテナ 1 を構成する放射素子 5 にマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 で共振する共振部 7 として全長がマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 に対応する波長の $1/2$ の長さの穴を設けたので、マイクロストリップアンテナ 1 の平面中央以外に同軸線路 6 を配置した場合にも同軸線路 6 の外導体 6b からの漏洩電流を低減することができる。これにより、マイクロストリップアンテナ 1 の性能を劣化させることなく、モノポールアンテナ 2 のようなサブアンテナの設置自由度を改善したアンテナの複合化が可能となる。

[0014] なお、共振部 7 の穴の全長はマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 に対応する長さの $1/2$ の長さに限らず、マイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 に対応する波長の $n/2$ 倍（ n は自然数）であればよい。

。その場合、全長に対して共振周波数 f_1 に対応する波長の $(2n' - 1) / 4$ 倍 (n' は自然数) の長さの位置に電流が小さくなる電流分布となるため、この付近に同軸線路 6 を配置すると高い効果が得られる。また、共振部 7 の穴の全長は厳密に波長の $n / 2$ 倍でなくとも、マイクロストリップアンテナ 1 に供給する高周波信号 f_1 が共振部 7 にて共振する長さであればよい。共振部 7 の穴の形状もコの字状に限られるものではなく、例えば図 5 に示されるように渦を巻く形状でも良い。また、穴の個数も 1 つに限定されるものではなく、図 6 に示されるように 2 つあっても良い。

[0015] また、マイクロストリップアンテナ 1 の給電点 9 と放射素子 5 をつなぐ導体 8 は 1 つに限らず複数設けても良い。図 7 は、本実施の形態 1 に係る複合アンテナ装置のマイクロストリップアンテナ 1 が複数の給電点 10 を有する場合の斜視図である。図 8 は本実施の形態 1 に係る複合アンテナ装置のマイクロストリップアンテナ 1 が複数の給電点を有する場合の下面図である。導体 8 a、8 b、8 c、8 d は、地導体 4 の方向から第一の誘電体基板 3 を貫通して放射素子 5 に導通している。図 8 に示すように、地導体 4 と導体 8 a、8 b、8 c、8 d の間には空間的なギャップが存在し、ギャップ間にはマイクロストリップアンテナに周波数 f_1 の高周波信号を供給するための給電点 10 a、10 b、10 c、10 d を有している。

例えば、マイクロストリップアンテナの給電点 10 a に位相が 0 度、マイクロストリップアンテナの給電点 10 b に位相が 270 度、マイクロストリップアンテナの給電点 10 c に位相が 180 度、マイクロストリップアンテナの給電点 10 d に位相が 90 度のように互いに位相が 90 度ずつ異なり、振幅が等しい高周波信号を与えれば、地導体 4 から放射素子 5 を見た方向に右旋円偏波 (RHCP: Right-Handed Circularly Polarized wave) が放射され、放射素子 5 から地導体 4 を見た方向に左旋円偏波 (LHCP: Left-Handed Circularly Polarized wave) が放射されるため、マイクロストリップアンテナ 1 を円偏波アンテナとしても動作させることができる。

[0016] 実施の形態 2.

次に、実施の形態 2 に係る複合アンテナについて説明する。実施の形態 1 では、放射素子 5 の共振部 7 は穴であったが、実施の形態 2 では放射素子 5 の共振部 7 が放射素子 5 の端から切込みを入れるスリットである場合について説明する。その他の構成は実施の形態 1 と同様である。

[0017] 図 9 は、実施の形態 2 に係る複合アンテナ装置の上面図である。図 9 に示すように放射素子 5 には、放射素子 5 の端部から 2 つの直線状のスリットを共振部 7 として設けられている。スリットは、全長がマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 に対応する波長の約 $1/4$ の長さである。

次に、本実施の形態 2 に係る複合アンテナ装置の動作について説明する。マイクロストリップアンテナ 1 は、マイクロストリップアンテナ 1 の給電点 10 から供給された高周波信号が導体 8 を経由して放射素子 5 に与えられると電磁波が空間に放射される。この時、スリットである共振部 7 はマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 で共振し、スリットにおいてマイクロストリップアンテナ 1 の平面中央側の端 7a では電流が大きくなり、マイクロストリップアンテナ 1 の平面端部側の端 7b では電流が弱くなる。従って、スリットの平面端部側 7b 近傍では電流が小さいため、そこに近ければ近いほど同軸線路 6 の外導体 6b に流れる不要な漏洩電流を低減することができる。なお、同軸線路 6 は共振部 7 の平面端部側の端 7b に近ければ近いほど、同軸線路 6 の外導体 6b を流れる不要な漏洩電流を低減することができる。

[0018] 以上のように、本実施の形態 2 に係る複合アンテナ装置によれば、マイクロストリップアンテナ 1 を構成する放射素子 5 にマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 で共振する共振部 7 として全長がマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数に対応する波長の $1/4$ の長さのスリットを設けたので、マイクロストリップアンテナ 1 の平面中央以外に同軸線路 6 を配置した場合にも同軸線路 6 の外導体 6b からの漏洩電流を低減することができる。これにより、マイクロストリップアンテナ 1 の性能を劣化させることなく

、モノポールアンテナ 2 のようなサブアンテナの設置自由度を改善したアンテナの複合化が可能となる。

[0019] なお、共振部 7 のスリットの全長はマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数に対応する波長の $1/4$ の長さに限らず、マイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数に対応する波長の $1/4 + (2n' - 1)/2$ 倍 (n' は自然数) であればよい。この場合、共振部 7 のスリットのマイクロストリップアンテナ 1 の平面中央側の端 7 a から波長の $(2n - 1)/4$ 倍の位置において電流が弱くなるため、この付近に同軸線路 6 を配置すると高い効果が得られる。また、スリットの全長は厳密に波長の $(2n - 1)/4$ 倍でなくともマイクロストリップアンテナ 1 に供給する高周波信号 f_1 が共振する長さであればよい。共振部 7 のスリットの形状も直線状に限定されるものではなく、例えば図 10 に示されるように L 字形状でも良い。また、スリットの数 は 1 つでも 2 つ以上でも良い。

[0020] 実施の形態 3.

次に、実施の形態 3 に係る複合アンテナについて説明する。実施の形態 1 では、地導体 4 及び第一の誘電体基板 3 を貫通した同軸線路 6 の真上にモノポールアンテナ 2 を配置したが、実施の形態 2 では同軸線路 6 の真上以外にモノポールアンテナ 2 を配置する場合について説明する。その他は実施の形態 1 と同様である。

図 11 は、本実施の形態 3 に係る複合アンテナ装置の斜視図であり、図 12 は図 11 の上面図、図 13 は図 11 の下面図、図 14 は図 11 の B-B 断面における断面図である。

[0021] 図 11 に示すように、同軸線路 6 の内導体 6 a は、地導体 4 及び第一の誘電体基板 3 を貫通後、第一の誘電体基板 3 の放射素子 5 が配置される側の面上でモノポールアンテナ 2 まで導通させて延長する延長部 6 c を有する。延長部 6 c は、導体であり、第一の誘電体基板 3 上に配置される。図 12 に示すように、放射素子 5 は延長部 6 c と接触しないよう空間的なギャップが設けられている。

[0022] 以上のように、実施の形態3に係る複合アンテナ装置は第一の誘電体基板3の放射素子5が配置される側の面上で同軸線路6の内導体6aとモノポールアンテナ2とを導通させて延長する延長部6cを有するので、マイクロストリップアンテナ1の放射素子5が配置される側の面上にモノポールアンテナ2を配置する際の自由度が増える。特に中央に配置することによりモノポールアンテナ2の地板に該当する放射素子5が水平方向に対して対照的な構造となるため、水平面内において概ね無指向となるモノポールアンテナ2を得ることができる。

[0023] 実施の形態4.

次に、実施の形態4に係る複合アンテナについて説明する。実施の形態1ではマイクロストリップアンテナ1とモノポールアンテナ2から構成される複合アンテナについて説明したが、実施の形態4では特許文献1のような円偏波アンテナの交差偏波のバックローブ放射を抑圧するアンテナ装置を用いる場合について説明する。

図15は、本実施の形態4に係る複合アンテナ装置の斜視図であり、図16は図15の上面図、図17は図16の下面図、図18は図15のC-C断面における断面図である。複合アンテナは、マイクロストリップアンテナ1と、マイクロストリップアンテナ1上に設けられた4つの素子アンテナ11とモノポールアンテナ2から構成される。

[0024] マイクロストリップアンテナ1は、第一の誘電体基板3、地導体4、放射部から構成される。放射部は多層構造となっており、第二の誘電体基板5a、第二の誘電体基板5aの一方の面に配置された第一の放射素子5b、第二の誘電体基板5aの他方の面に配置された第二の放射素子5cを有する。第二の誘電体基板5aは、正方形の平面形状である。第一の放射素子5bと第二の放射素子5cは導体板で、一辺がマイクロストリップアンテナ1の共振周波数 f_1 の約 $1/2$ 波長の長さの正方形である。第一の放射素子5bと第二の放射素子5cは第二の誘電体基板5aを貫通して複数のスルーホール13で導通されるように構成されている。スルーホール13はマイクロストリ

ップアンテナ 1 に供給する高周波信号の周波数 f_1 の波長に対して十分短い間隔で形成することで、第二の誘電体基板 5 a、第一の放射素子 5 b、第二の放射素子 5 c から構成される放射部を一枚の金属板のように見えるようにしている。

[0025] マイクロストリップアンテナ 1 の平面中央には、第一の誘電体基板 3、地導体 4、第一の放射素子 5 b、第二の誘電体基板 5 a、第二の放射素子 5 c を貫通する中央同軸線路 1 4 が配置される。図 1 8 に示すように、中央同軸線路 1 4 には、マイクロストリップアンテナ 1 に周波数 f_1 の高周波電力を供給するための給電点 1 8 が設けられている。中央同軸線路 1 4 の外導体 1 4 b は複数の導体にて内導体 1 4 a を囲み、地導体 4、第一の放射素子 5 b、第二の放射素子 5 c と導通している。第二の放射素子 5 c 側の内導体 1 4 a の一端は、図 1 6 にて点線で囲まれるインタフェース回路 1 5 と接続される。インタフェース回路 1 5 は、180 度ハイブリッド 1 6 及び 90 度ハイブリッド 1 7 a、1 7 b を備え、第二の放射素子 5 c 上にエッチングでパターン形成されている。なお、図 1 6 及び図 1 8 にて素子アンテナ 1 1 a ~ 1 1 d は省略されている。

[0026] マイクロストリップアンテナ 1 の放射面側の上面には、素子アンテナ 1 1 a、1 1 b、1 1 c、1 1 d とモノポールアンテナ 2 が配置される。

素子アンテナ 1 1 a ~ 1 1 d は、円偏波を送受信可能な L 字状のアンテナである。これらの素子アンテナ 1 1 a ~ 1 1 d の全長は、素子アンテナ 1 1 a ~ 1 1 d の共振周波数 f_1 の $1/4$ 波長程度の長さである。素子アンテナ 1 1 a ~ 1 1 d と、マイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数を合わせることで、素子アンテナ 1 1 a ~ 1 1 d から発生する電磁波が、マイクロストリップアンテナ 1 と電磁結合し、マイクロストリップアンテナ 1 から電磁波が放射される。この時、空間に放射される電磁波は、電流源となる素子アンテナ 1 1 a ~ 1 1 d からの放射と、磁流源となるマイクロストリップアンテナ 1 からの放射の重ね合わせとなり、マイクロストリップアンテナ 1 に励振される電力の振幅と位相を適切に調整することでアンテナ背面に放射され

る交差偏波（不要波）が打ち消しあう関係性が得られる。

素子アンテナ 11a～11d は、第二の放射素子 5c 上に給電点 12a、12b、12c、12d を有するが、物理的な構成要素として形成されるわけではない。なお、素子アンテナ 11a～11d の数は 4 つに限られず、円偏波放射が可能であればいくつでも良い。

[0027] ここで、素子アンテナ 11a～11d が送信アンテナとして用いられる場合の動作について説明する。なお、素子アンテナ 11a～11d が受信アンテナとして用いられる場合の動作とは可逆的である。

ここでは、説明の便宜上、中央同軸線路 14 からインタフェース回路 15 に出力される信号の位相が 0 度であるものとする。

インタフェース回路 15 の 180 度ハイブリッド 16 は、中央同軸線路 14 から出力された位相が 0 度の信号を、位相が 180 度異なる 2 つの信号に分配して、位相が 0 度の信号を 90 度ハイブリッド 17a に出力し、位相が 180 度の信号を 90 度ハイブリッド 17b に出力する。

90 度ハイブリッド 17a は、180 度ハイブリッド 16 から出力された位相が 0 度の信号を、位相が 90 度異なる 2 つの信号に分配して、位相が 0 度の信号を素子アンテナ 11a の給電点 12a に出力し、位相が 90 度の信号を素子アンテナ 11d の給電点 12d に出力する。

90 度ハイブリッド 17b は、180 度ハイブリッド 16 から出力された位相が 180 度の信号を、位相が 90 度異なる 2 つの信号に分配して、位相が 180 度の信号を素子アンテナ 11c の給電点 12c に出力し、位相が 270 度の信号を素子アンテナ 11b の給電点 12b に出力する。

これにより、素子アンテナ 11a～11d には、互いに位相が 90 度ずつ異なる信号が与えられ、信号が素子アンテナ 11a～11d を伝わる際に生じる共振現象によって、信号に対応する電磁波が空間に放射される。

この場合、素子アンテナ 11a～11d を伝わる信号の位相が、互いに 90 度ずつ異なっているため、右旋円偏波が地導体 4 から第二の放射素子 5c を見た方向に放射される。

また、90度ハイブリッド17a、17bから出力される位相を反対にすることで左旋円偏波を地導体4から第二の放射素子5cを見た方向に放射することも可能である。

[0028] 次に実施の形態4に係る複合アンテナ装置の動作について説明する。

マイクロストリップアンテナ1及びモノポールアンテナ2に高周波信号が給電されると、穴である共振部7にてマイクロストリップアンテナ1に供給した周波数 f_1 の高周波信号が共振する。このため、第一の放射素子5bと第二の放射素子5cからなる放射部の表面の表面を流れる電流が大きくなり、共振部7の中央に近づくにつれて電流が小さくなる電流分布が得られる。このように、マイクロストリップアンテナ1の共振周波数 f_1 において放射部の表面に形成された共振部7の端部に電流を集中させることで、同軸線路6の外導体6bを流れる漏洩電流を小さくすることができる。

[0029] 以上のように、実施の形態4に係る複合アンテナ装置は、放射部の平面に中央同軸線路14やインタフェース回路15が設けられたことにより同軸線路6を中央に配置できない場合に有用である。

[0030] なお、実施の形態4では素子アンテナ11a～11dはL字状のものを用いたが、他の形状のアンテナでも良い。図19は、本実施の形態4の複合アンテナ装置の素子アンテナ11a～11dに逆Fアンテナを用いた場合の斜視図である。図20は、本実施の形態4の複合アンテナ装置の素子アンテナ11a～11dに折り返しアンテナを用いた場合の斜視図である。

図21は、本実施の形態4の複合アンテナ装置の素子アンテナ11a～11dに折り返しアンテナを用い、さらに無給電アンテナ19a～19dを用いた場合の斜視図である。無給電アンテナ19a～19dを設けることで素子アンテナである折り返しアンテナ11a～11dとの電磁結合により、第3の周波数となる f_3 で共振が発生して円偏波特性を得ることができる。

[0031] また、実施の形態4では第二の放射素子5cのみに共振部7を設けたが、第一の誘電体基板3の厚さが薄い場合には、穴である共振部7が第二の放射素子5cだけでなく第一の放射素子5bと電磁結合するため、所望の動作が

得られない場合がある。その場合には、第一の誘電体基板 3 の厚さを厚くするか、もしくは第一の誘電体基板 3 の厚さが薄いまま、第一の放射素子 5 b と第二の放射素子 5 c の両方に同一形状の共振部 7 を設けることが望ましい。第一の放射素子と第二の放射素子の両方に設ける穴の共振部 7 は対面するように形成することで最も効果が得られる。

[0032] 第一の誘電体基板 3 の厚さを決定するための一例として、コプレーナ線路 (C P W) と G N D 付きコプレーナ線路 (G C P W) の特性インピーダンスが 50 [Ω] となる時の各線路の誘電体基板の厚さ (t) と線幅 (W) の関係について示す。

図 22 は、コプレーナ線路と G N D 付コプレーナ線路の特性インピーダンスが 50 [Ω] となる時の誘電体基板の厚さ (t) と線幅 (W) の関係を表した図である。ここでは、周波数を 1.5 [GHz]、ギャップ幅 G を 0.3 [mm]、銅箔の厚さを 18 [μ m] としている。

誘電体基板の厚さを厚くするにつれて、誘電体基板の背面に地導体が付与されていない C P W と、誘電体基板の背面に地導体が付与されている G C P W の曲線が互いに近づく。これは、誘電体基板を厚くすることで信号線から誘電体基板の背面にある地導体に形成される電界が徐々に弱くなり、地導体の影響を受けにくくなっていることを意味する。このような場合には、2つの曲線が収束し始めることから、誘電体基板の厚さを最低でも 2 mm 程度にすれば共振部 7 は所望の効果が得られると考えられる。

[0033] 実施の形態 4 に限らず、マイクロストリップアンテナ 1 は多層構造にして、第 3 の周波数となる f_3 で共振させても良いが、その場合には第 3 の周波数 f_3 で共振する全長を有する共振部 7 を新たに設ける必要がある。

また、マイクロストリップアンテナ 1 を大型化することなく、共振周波数を低くするために図 23 に示すように第一の放射素子 5 b と第二の放射素子 5 c の各辺上に切り欠きを設けても良い。各辺に設ける切欠き量は均一にすることで軸比特性を劣化させることなく、共振周波数を低域にシフトさせることができる。

[0034] また、 マイクロストリップアンテナ 1 の放射素子 3 上にモノポールアンテナ用の無給電素子 20 a を配置させても良い。図 24 は、本実施の形態のマイクロストリップアンテナ 1 の放射素子 3 上にモノポールアンテナ用の無給電素子 20 a を 1 つ配置した斜視図である。図 25 は、本実施の形態のマイクロストリップアンテナの放射素子 5 上にモノポールアンテナ用の無給電素子 20 a ~ 20 d を 4 つ配置した斜視図である。図 24 と図 25 において素子アンテナ 19 a ~ 19 d は省略され、図示されていない。

無給電素子 20 a ~ 20 d の長さは、モノポールアンテナ 2 の共振周波数 f_2 に対応する波長の $1/4$ 程度の長さとする事でモノポールアンテナ 2 とモノポールアンテナ用の無給電素子 20 a ~ 20 d が結合するため、指向性の制御やインピーダンスの広帯域化が可能となる。

[0035] なお、全ての実施の形態において、共振部 7 はマイクロストリップアンテナ 1 の共振周波数 f_1 で共振させるものであれば穴とスリットどちらを用いてもよい。

また、マイクロストリップアンテナ 1 に供給する高周波信号の周波数 f_1 とモノポールアンテナ 2 に供給する高周波信号の周波数 f_2 は同じでも良いし、異なっても良い。同じ周波数とする場合は、各アンテナが低相関であることが望ましい。

また、上述した実施の形態では矩形状のマイクロストリップアンテナを用いて説明したが、マイクロストリップアンテナの平面形状は円形などマイクロストリップアンテナとして動作するものであればどのような形状でも良い。

また、サブアンテナにモノポールアンテナを用いて説明したが、サブアンテナはアンテナであれば逆 L 字アンテナやヘリカルアンテナなどでも良い。

符号の説明

- [0036] 1. マイクロストリップアンテナ
2. モノポールアンテナ
3. 第一の誘電体基板

- 4. 地導体
- 5. 放射素子
 - 5 a. 第二の誘電体基板
 - 5 b. 第一の放射素子
 - 5 c. 第二の放射素子
- 6. 同軸線路
 - 6 a. 同軸線路の内導体
 - 6 b. 同軸線路の外導体
 - 6 c. 延長部
- 7. 共振部
 - 7 a. マイクロストリップアンテナの平面中央側の共振部端部
 - 7 b. マイクロストリップアンテナの平面端部側の共振部端部
- 8. 8 a. 8 b. 8 c. 8 d. 導体
- 9. 10. 12. 18. 給電点
- 11 a. 11 b. 11 c. 11 d. 素子アンテナ
- 13. スルーホール
- 14. 中央同軸線路
 - 14 a. 中央同軸線路の内導体
 - 14 b. 中央同軸線路の外導体
- 15. インタフェース回路
- 16. 180度ハイブリッド
- 17. 90度ハイブリッド
- 19 a. 19 b. 19 c. 19 d. 無給電アンテナ
- 20 a. 20 b. 20 c. 20 d. 無給電素子

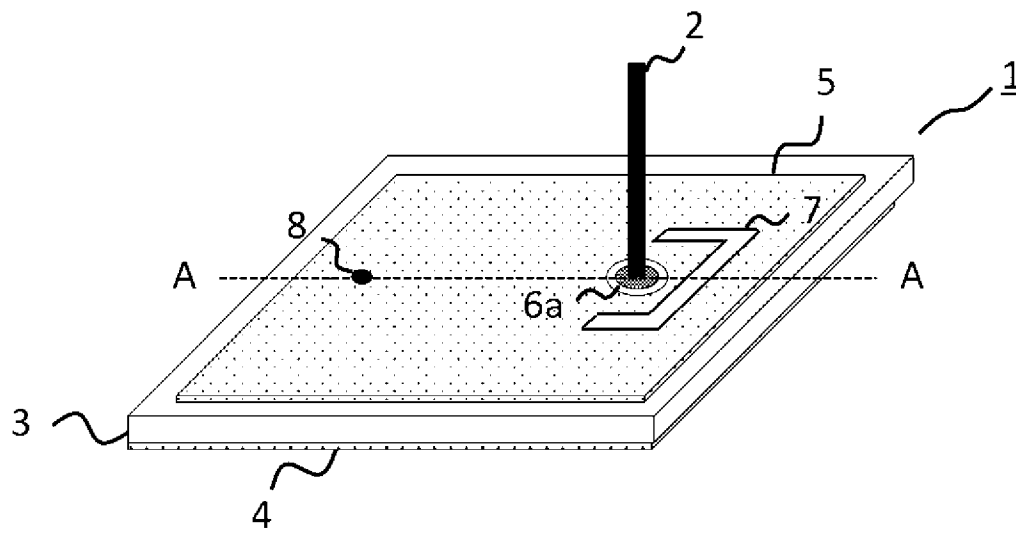
請求の範囲

- [請求項1] 誘電体基板、第一の誘電体基板の一方の面に配置された地導体、前記第一の誘電体基板の他方の面に配置された放射部を有するマイクロストリップアンテナと、
- 前記第一の誘電体基板において前記放射部が配置される面上に配置されるサブアンテナと、
- 前記地導体と前記放射部とを導通する外導体、前記外導体に囲まれ前記サブアンテナと導通する内導体とを有する同軸線路とを備え、
- 前記放射部は、前記マイクロストリップアンテナの共振周波数にて共振する共振部を有することを特徴とする複合アンテナ装置。
- [請求項2] 前記マイクロストリップアンテナの前記放射部は、放射素子であることを特徴とする請求項1に記載の複合アンテナ装置。
- [請求項3] 前記マイクロストリップアンテナの前記放射部は、
- 第二の誘電体基板、前記第二の誘電体基板の一方の面に配置された第一の放射素子、前記第二の誘電体基板の他方の面に配置された第二の放射素子を有し、
- 前記第一の放射素子と前記第二の放射素子は複数のスルーホールで導通されることを特徴とする請求項1に記載の複合アンテナ装置。
- [請求項4] 前記放射部が有する共振部は、
- 前記第一の放射素子と前記第二の放射素子との少なくともどちらか一方、または、両方に設けられていることを特徴とする請求項3に記載の複合アンテナ装置。
- [請求項5] 前記マイクロストリップアンテナの前記放射部が有する前記共振部は、前記マイクロストリップアンテナの共振周波数に対応する波長の $n/2$ 倍（ n は自然数）の全長を有する穴であることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の複合アンテナ装置。
- [請求項6] 前記マイクロストリップアンテナの前記放射部が有する前記共振部は、前記マイクロストリップアンテナの共振周波数に対応する波長の

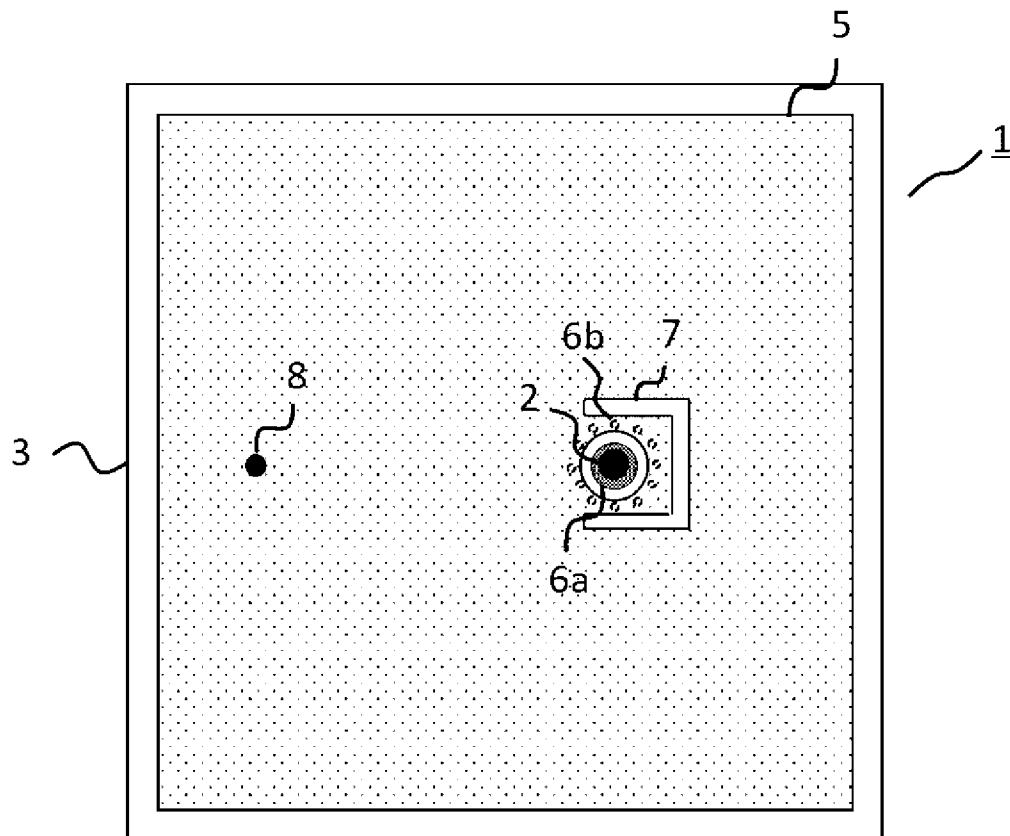
($2n - 1$) / 4 倍 (n は自然数) の全長を有するスリットであることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の複合アンテナ装置。

[請求項7] 前記複合アンテナ装置は、前記第一の誘電体基板の前記他方の面上で前記内導体と前記サブアンテナとを導通させて延長する延長部を有することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の複合アンテナ装置。

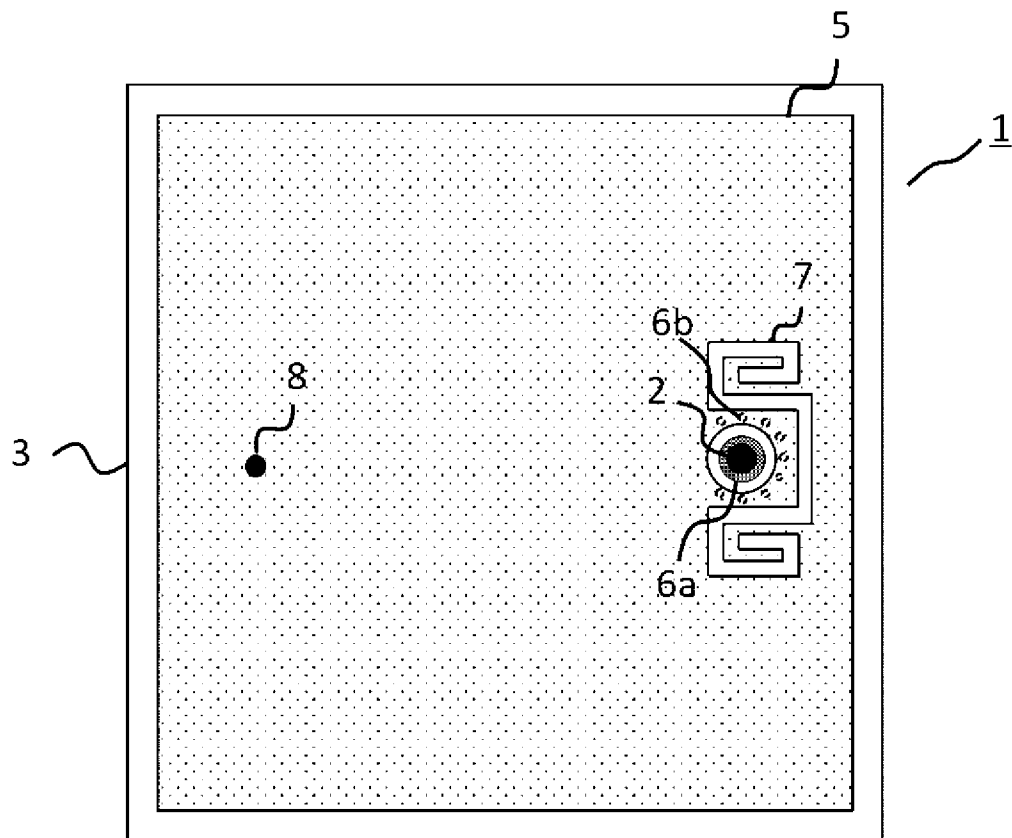
[図1]



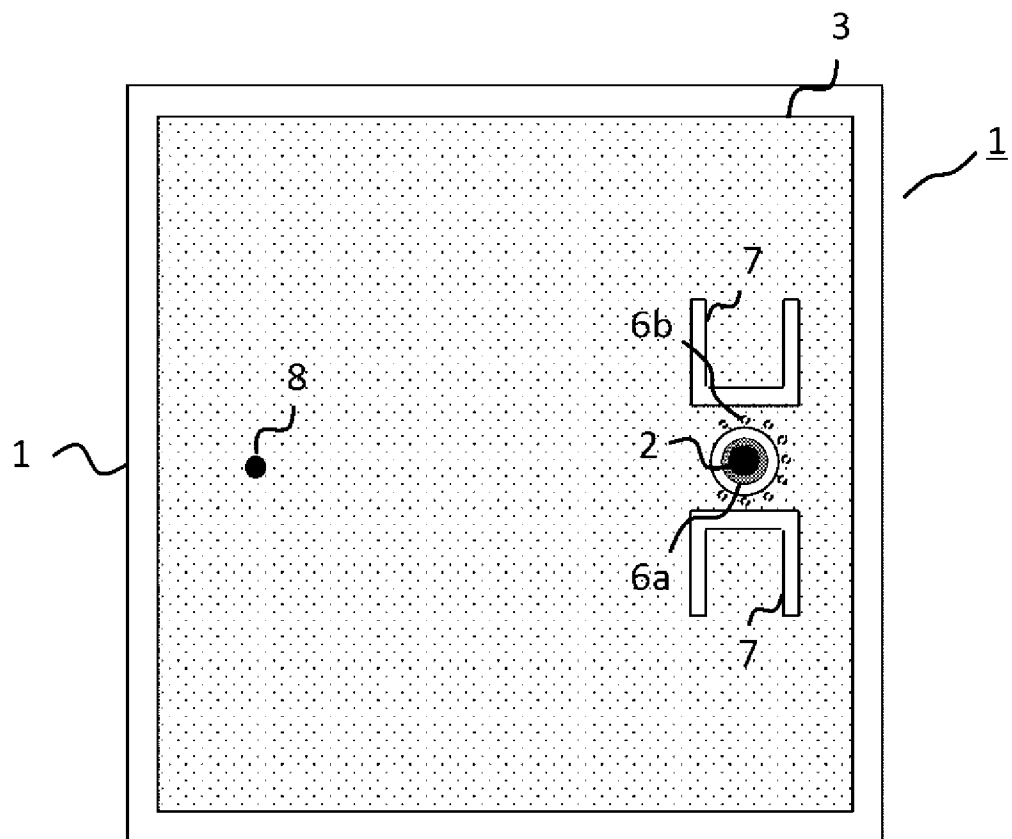
[図2]



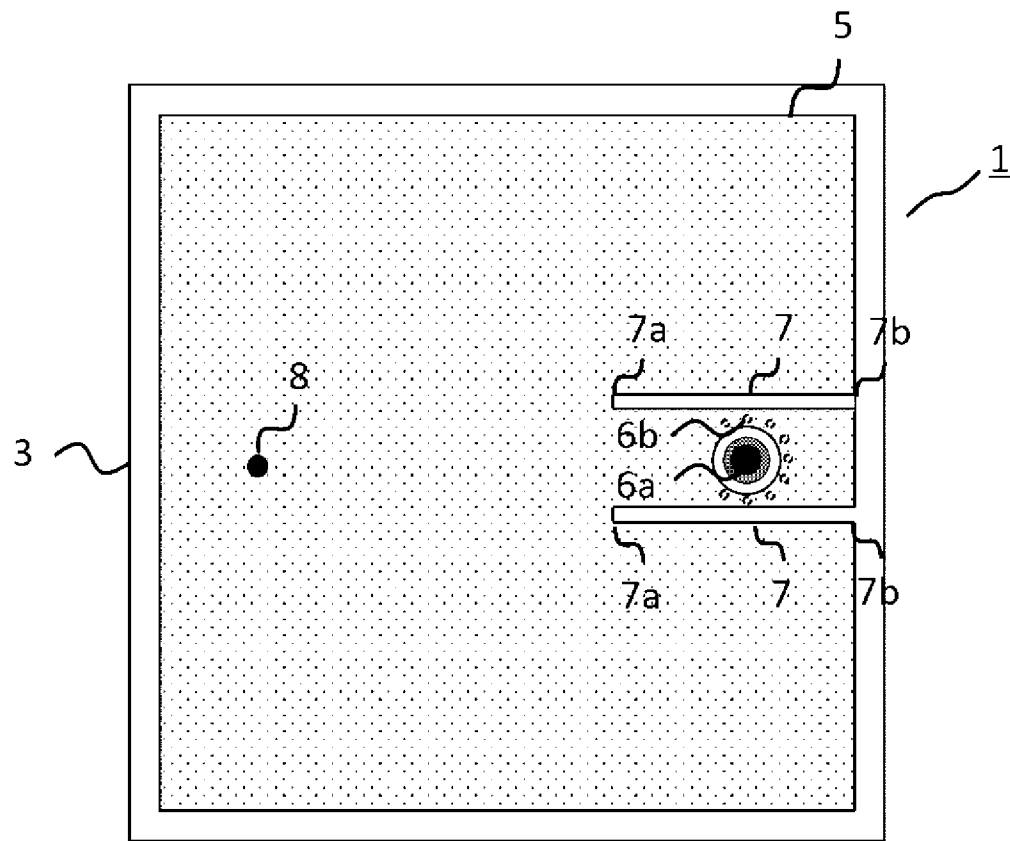
[図5]



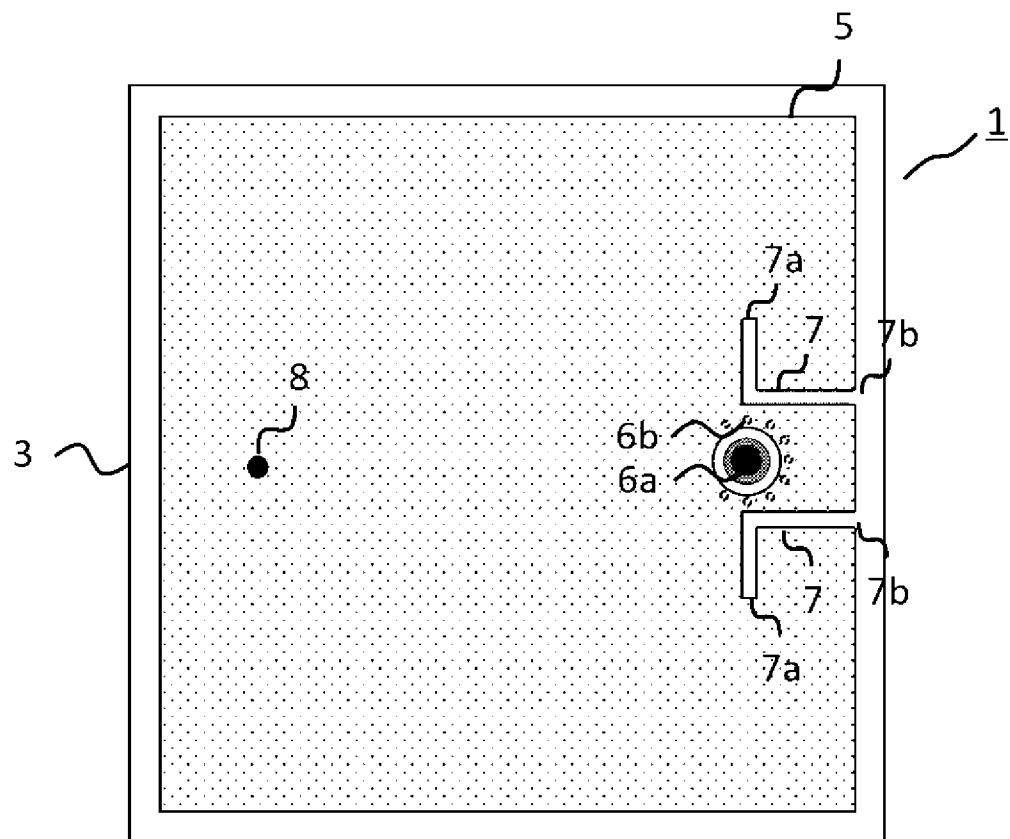
[図6]



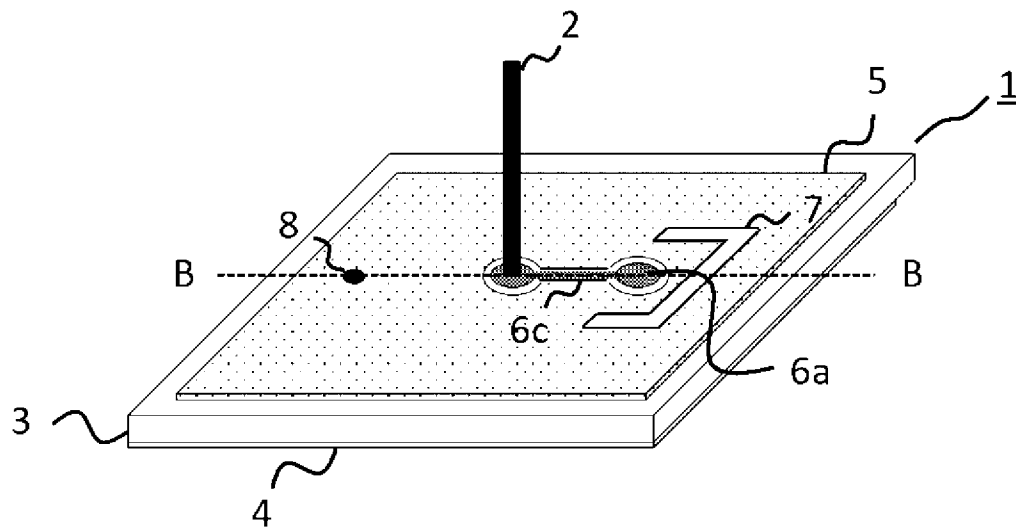
[図9]



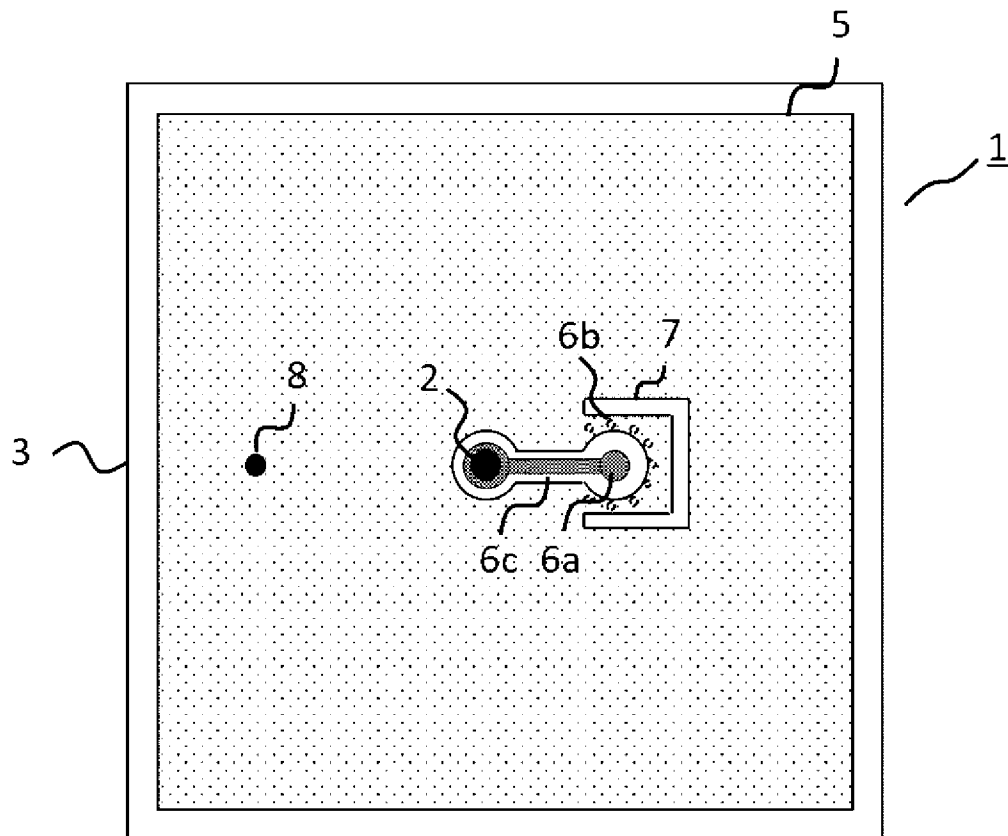
[図10]



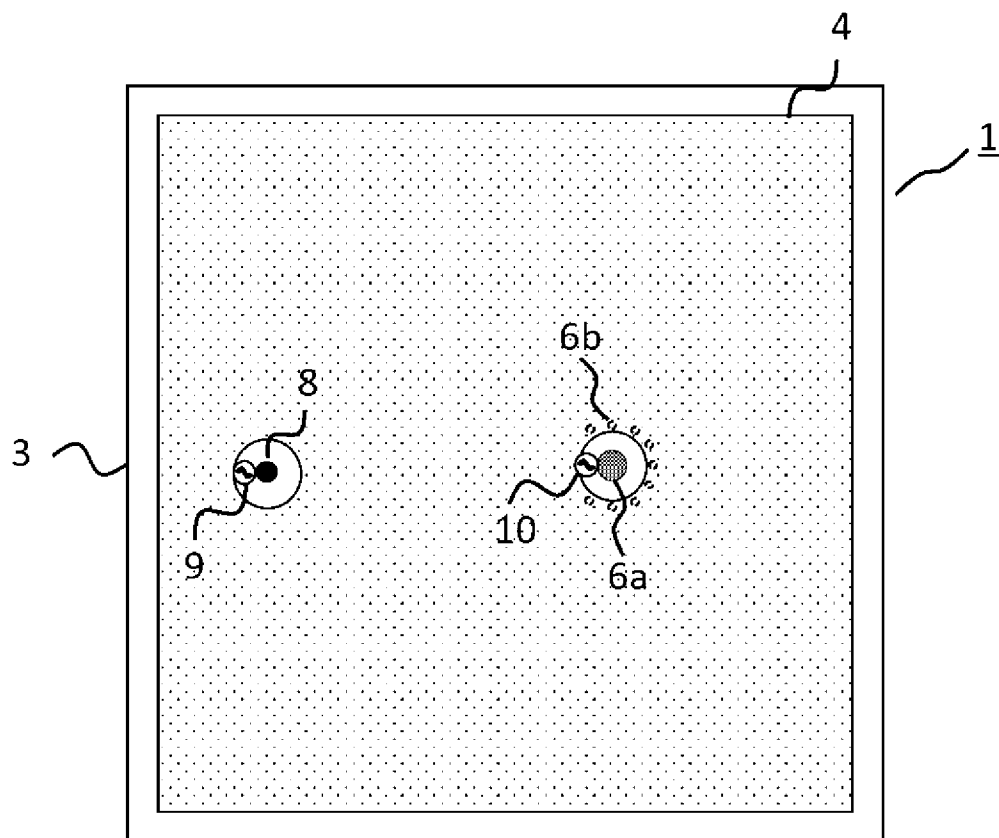
[図11]



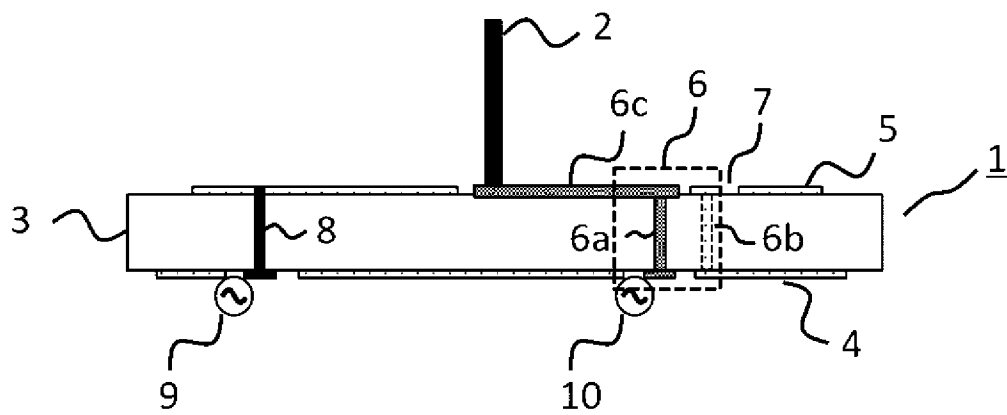
[図12]



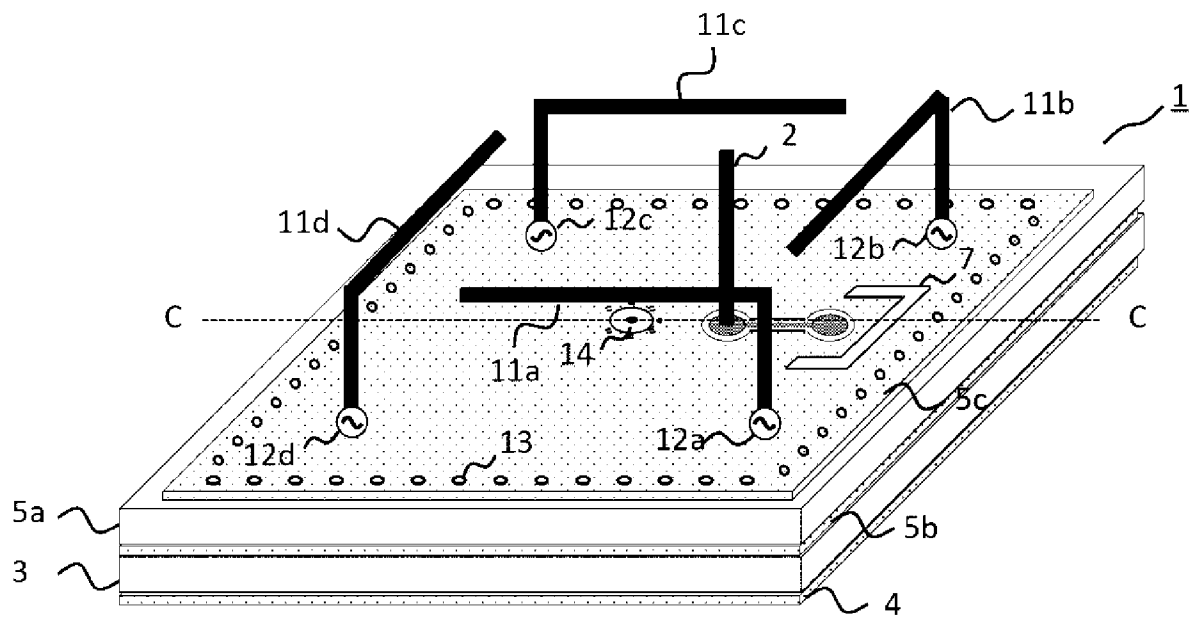
[図13]



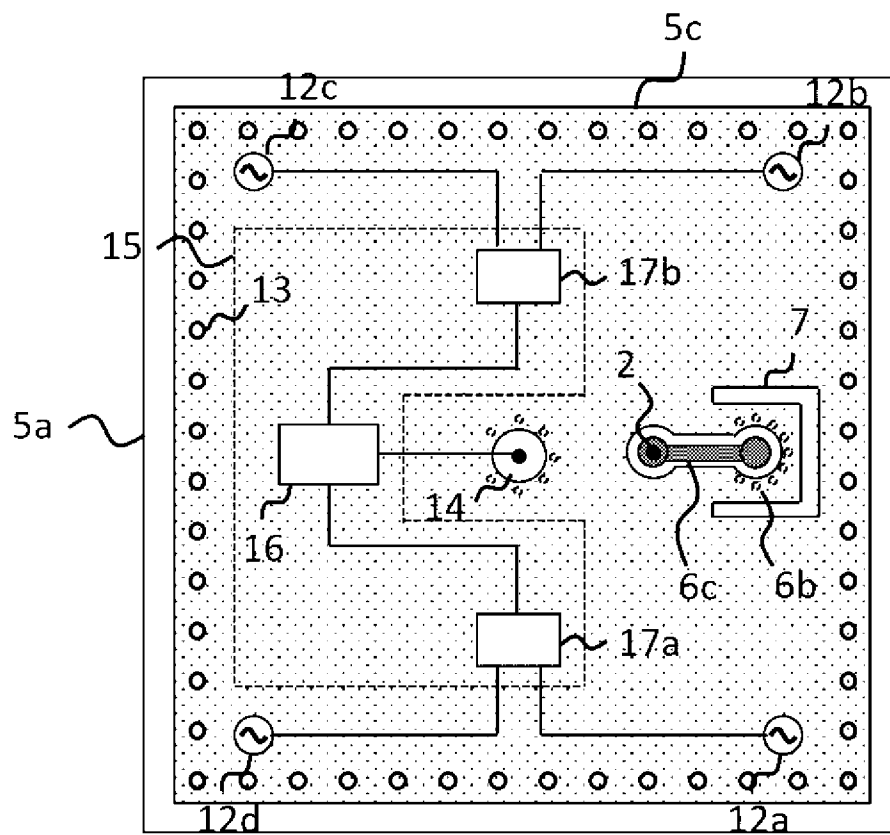
[図14]



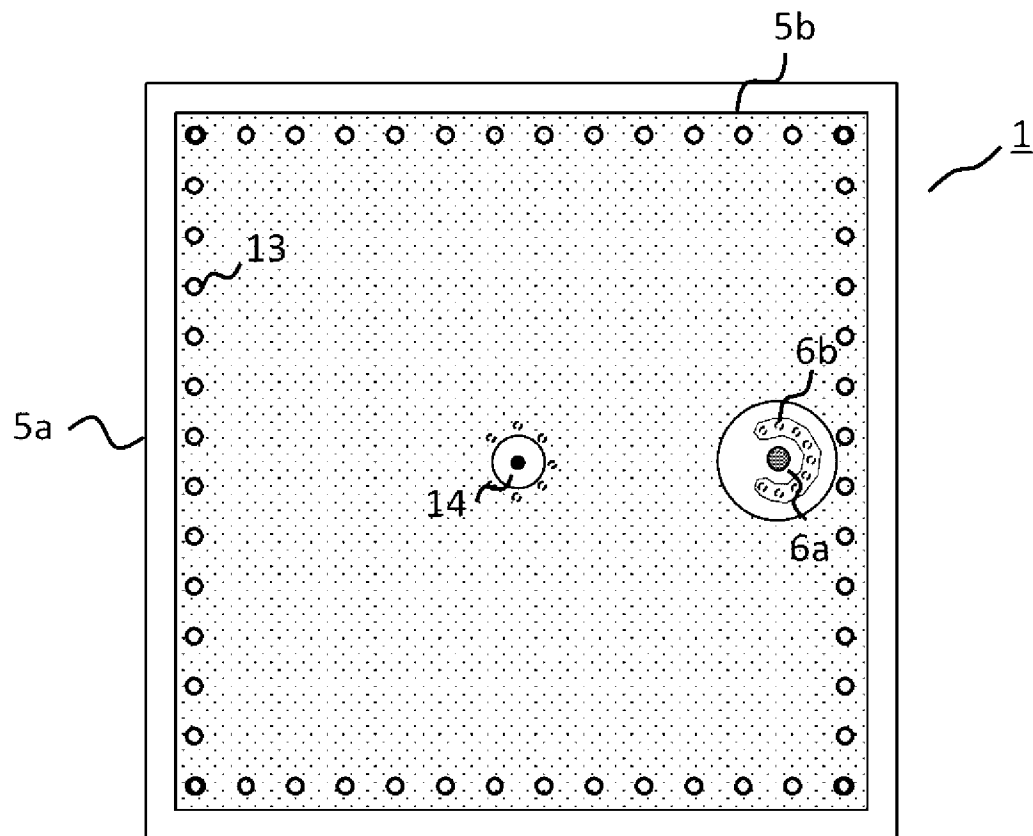
[図15]



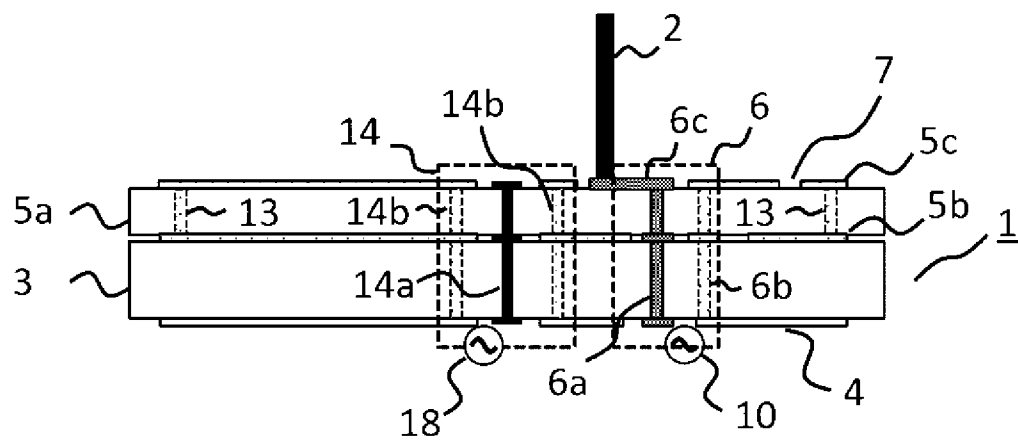
[図16]



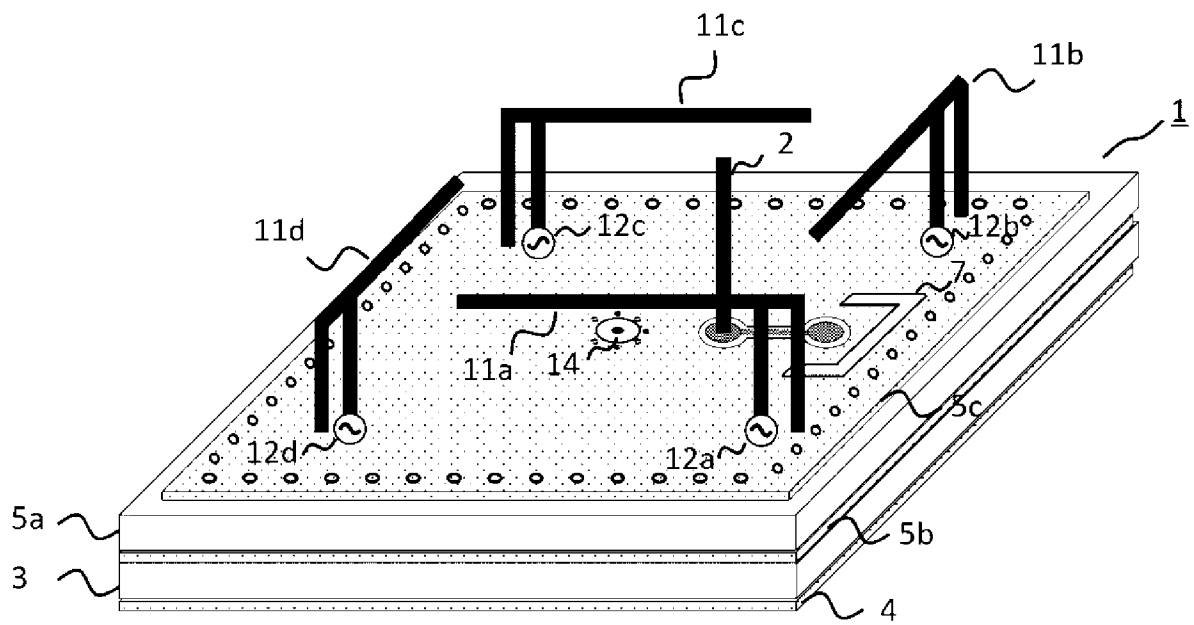
[図17]



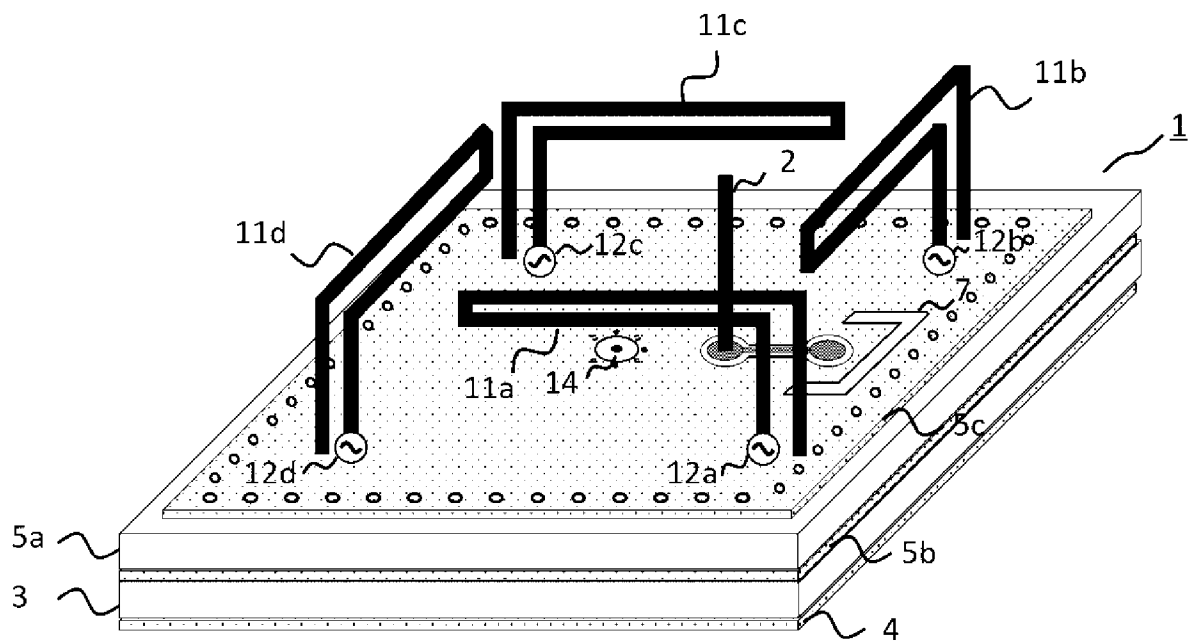
[図18]



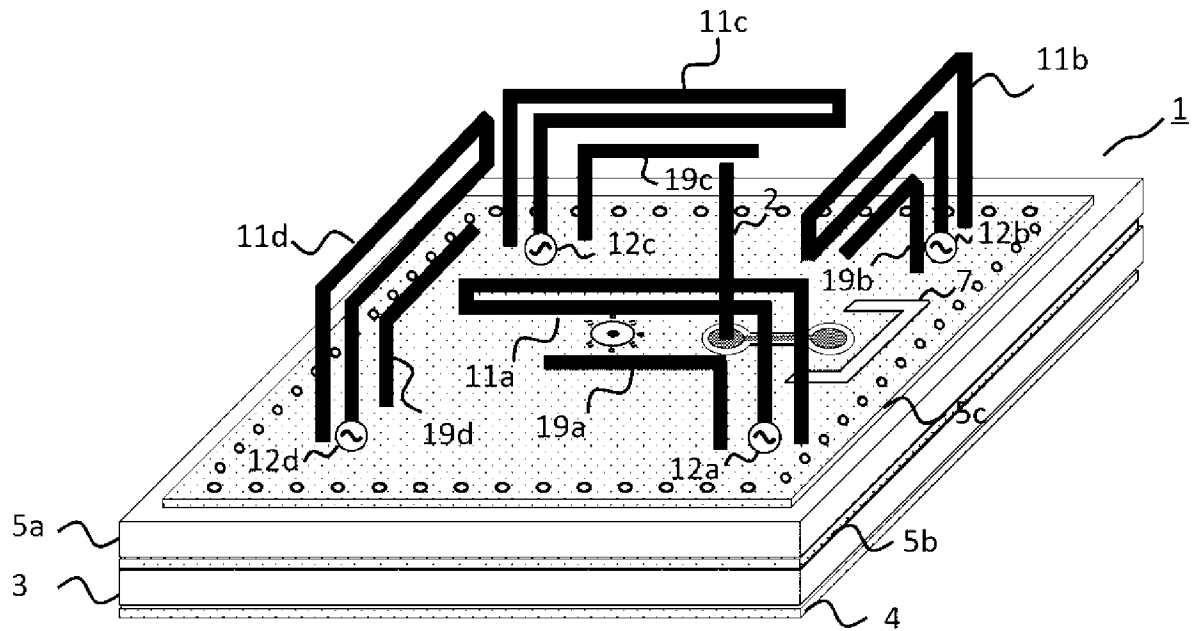
[図19]



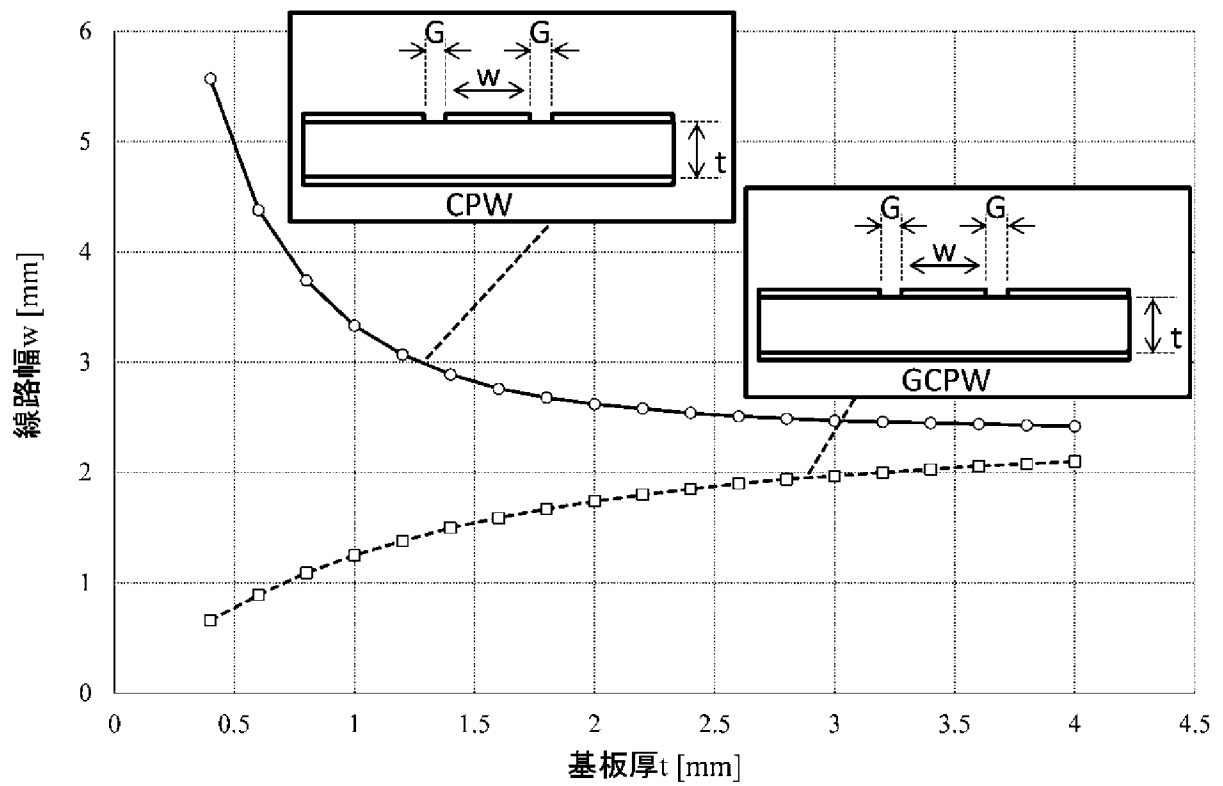
[図20]



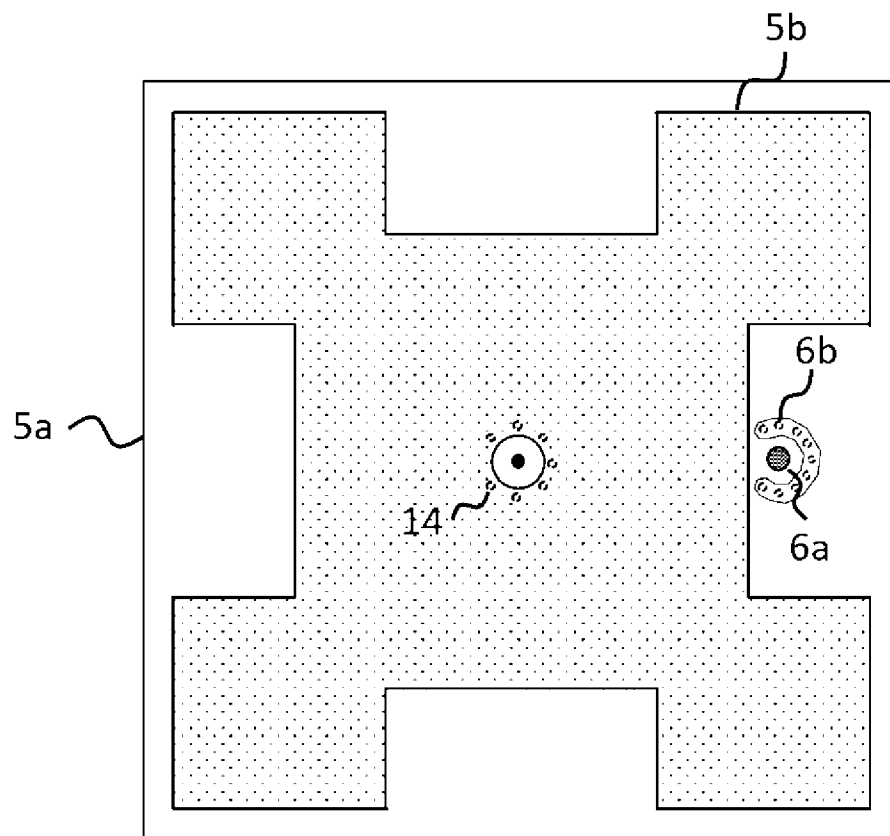
[図21]



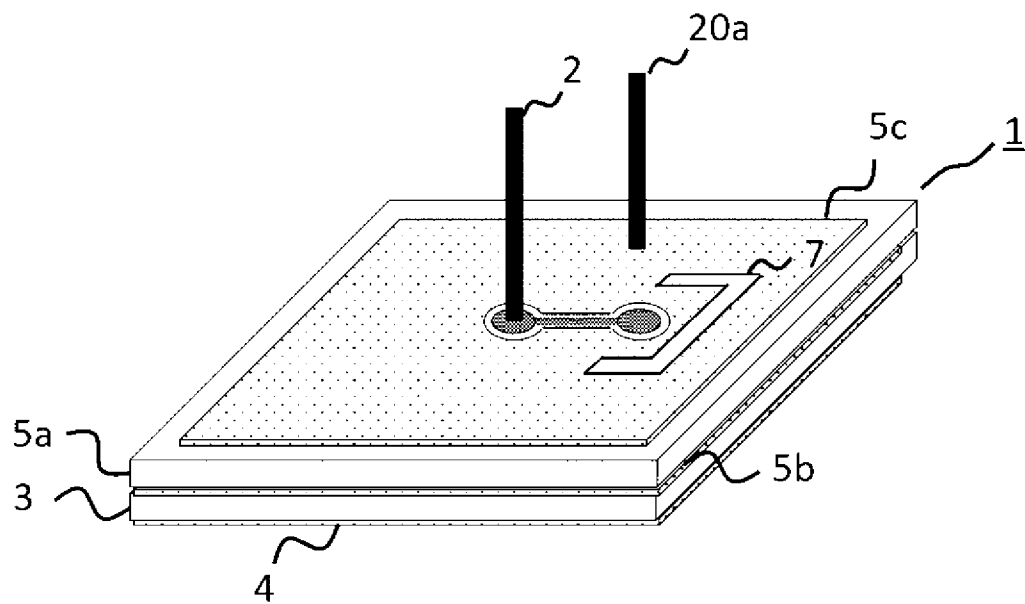
[図22]



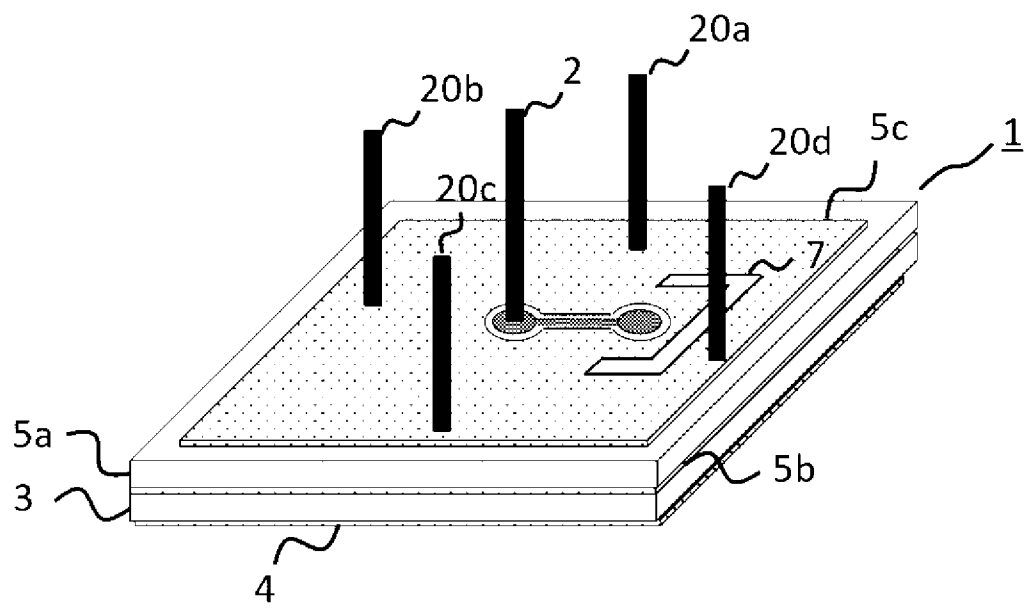
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/036583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 9/04 (2006.01) i; H01Q 13/08 (2006.01) i

FI: H01Q13/08; H01Q9/04

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)

H01Q9/04; H01Q13/08

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.
A	JP 2004-48369 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 12 February 2004 (2004-02-12)	1-7
A	JP 7-288418 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 31 October 1995 (1995-10-31)	1-7
A	JP 2004-531152 A (CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS)) 07 October 2004 (2004-10-07)	1-7
A	JP 2020-31395 A (KYOTO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 27 February 2020 (2020-02-27)	1-7
A	JP 2001-94337 A (YOKOWO CO., LTD.) 06 April 2001 (2001-04-06)	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

"I" 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
16 November 2020 (16.11.2020)

Date of mailing of the international search report
24 November 2020 (24.11.2020)

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/JP2020/036583

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2004-48369 A	12 Feb. 2004	(Family: none)	
JP 7-288418 A	31 Oct. 1995	(Family: none)	
JP 2004-531152 A	07 Oct. 2004	US 2004/0164916 A1 WO 2002/103843 A1	
JP 2020-31395 A	27 Feb. 2020	(Family: none)	
JP 2001-94337 A	06 Apr. 2001	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01Q 9/04(2006.01)i; H01Q 13/08(2006.01)i FI: H01Q13/08; H01Q9/04		
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）） H01Q9/04; H01Q13/08		
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 1971-2020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
A	JP 2004-48369 A（アルプス電気株式会社）12.02.2004（2004-02-12）	1-7
A	JP 7-288418 A（三菱電機株式会社）31.10.1995（1995-10-31）	1-7
A	JP 2004-531152 A（サントル ナショナル ドウ ラ ルシエルシュ シアンティフィー ク（セーエヌエールエス））07.10.2004（2004-10-07）	1-7
A	JP 2020-31395 A（国立大学法人京都工芸繊維大学）27.02.2020（2020-02-27）	1-7
A	JP 2001-94337 A（株式会社ヨコオ）06.04.2001（2001-04-06）	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 “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 16.11.2020		国際調査報告の発送日 24.11.2020
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） 福田 正悟 5K 3861 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/JP2020/036583

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2004-48369	A	12.02.2004	(ファミリーなし)	
JP	7-288418	A	31.10.1995	(ファミリーなし)	
JP	2004-531152	A	07.10.2004	US 2004/0164916 A1	
				WO 2002/103843 A1	
JP	2020-31395	A	27.02.2020	(ファミリーなし)	
JP	2001-94337	A	06.04.2001	(ファミリーなし)	