

(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2月27日(27.02.2020)



(10) 国際公開番号

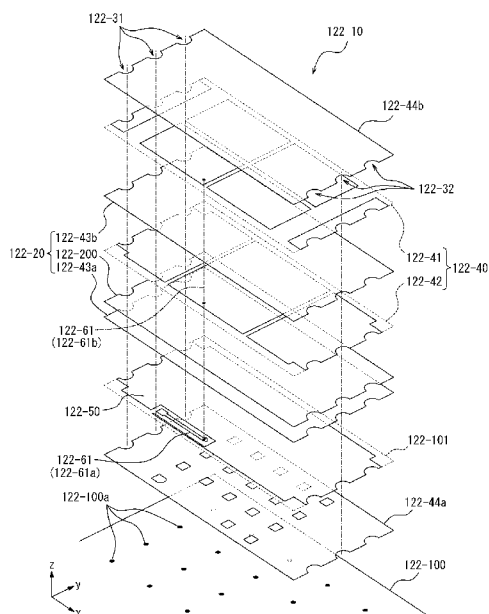
WO 2020/040231 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 1/36 (2006.01) *H01Q 23/00* (2006.01)
H01Q 1/24 (2006.01) *H05K 1/16* (2006.01)
H01Q 1/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/032718
- (22) 国際出願日: 2019年8月21日(21.08.2019)
- (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 2018-157865 2018年8月24日(24.08.2018) JP
- (71) 出願人: 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 平松 信樹 (HIRAMATSU Nobuki); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 内村 弘志 (UCHIMURA Hiroshi); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 猫塚 光 (NEKOZUKA Hikaru); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (JP).

(54) Title: STRUCTURE, ANTENNA, WIRELESS COMMUNICATION MODULE, AND WIRELESS COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 構造体、アンテナ、無線通信モジュールおよび無線通信機器

[図122]



(57) Abstract: This structure includes: a base body that has a first surface and a second surface which are parallel to a first plane, a third surface and a fourth surface which are parallel to a second plane orthogonal to the first plane, and a fifth surface and a sixth surface which are parallel to a third plane orthogonal to the first and second planes; a first conductor that spreads along the third surface and extends along the second direction; a second conductor that spreads along the fourth surface and extends along the second direction; a third conductor that spreads along the first surface and that is configured to capacitively connect the first and second conductors; and a fourth conductor that is configured to be electrically connected to the first and second conductors, wherein the first to third conductors are at least partially exposed to an external space.

(57) 要約: 構造体は、第1平面に平行な第1の面および第2の面と、第1平面と直交する第2平面に平行な第3の面および第4の面と、第1平面および第2平面と直交する第3平面に平行な第5の面および第6の面と、を有する基体と、第3の面に沿って広がり、第2方向に沿って延びる第1導体と、第4の面に沿って広がり、第2方向に沿って延びる第2導体と、第1の面に沿って広がり、第1導体および第2導体を容量的に接続するように構成された第3導体と、第1導体および第2導体に電氣的に接続されるように構成された第4導体と、を含み、第1導体、第2導体および第3導体は、少なくとも一部が外部空間に露出する。



WO 2020/040231 A1

(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, 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：

構造体、アンテナ、無線通信モジュールおよび無線通信機器

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2018年8月24日に日本国に特許出願された特願2018-157865の優先権を主張するものであり、この先の出願の開示全体をここに参照のために取り込む。

技術分野

[0002] 本開示は、所定の周波数で共振する構造体、アンテナ、無線通信モジュールおよび無線通信機器に関する。

背景技術

[0003] アンテナから放射された電磁波は、金属導体で反射される。金属導体で反射された電磁波は、 180° の位相ずれが生じる。反射された電磁波は、アンテナから放射された電磁波と合成される。アンテナから放射された電磁波は、位相のずれのある電磁波との合成によって、振幅が小さくなる場合がある。結果、アンテナから放射される電磁波の振幅は、小さくなる。アンテナと金属導体との距離を、放射する電磁波の波長 λ の $1/4$ とすることで、反射波による影響を低減している。

[0004] これに対して、人工的な磁気壁によって、反射波による影響を低減する技術が提案されている。この技術は例えば非特許文献1、2に記載されている。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：村上他，“誘電体基板を用いた人工磁気導体の低姿勢設計と帯域特性” 信学論（B），Vol. J98-B No. 2, pp. 172-179

非特許文献2：村上他，“AMC反射板付ダイポールアンテナのための反射板

の最適構成” 信学論 (B), Vol. J98-B No. 11, pp. 1212-1220

発明の概要

[0006] 本開示における一実施形態の構造体は、第1平面に平行な第1の面および第2の面と、前記第1平面と直交する第2平面に平行な第3の面および第4の面と、前記第1平面および前記第2平面と直交する第3平面に平行な第5の面および第6の面と、を有する基体と、前記第3の面に沿って広がり、第2方向に沿って延びる第1導体と、前記第4の面に沿って広がり、前記第2方向に沿って延びる第2導体と、前記第1の面に沿って広がり、前記第1導体および前記第2導体を容量的に接続するように構成された第3導体と、前記第1導体および前記第2導体に電氣的に接続されるように構成された第4導体と、を含み、前記第1導体、前記第2導体および前記第3導体は、少なくとも一部が外部空間に露出する。

[0007] 本開示における一実施形態のアンテナは、上記の構造体と、給電線と、を有する。給電線は、第3導体に接続される。

[0008] 本開示における一実施形態の無線通信モジュールは、上記のアンテナと、RFモジュールと、を有する。RFモジュールは、アンテナに電氣的に接続される。

[0009] 本開示における一実施形態の無線通信機器は、上記の無線通信モジュールと、バッテリーと、を含む。バッテリーは、無線通信モジュールに電力を供給する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、共振器の一実施形態を示す斜視図である。

[図2]図2は、図1に示した共振器の平面視した図である。

[図3A]図3Aは、図1に示した共振器の断面図である。

[図3B]図3Bは、図1に示した共振器の断面図である。

[図4]図4は、図1に示した共振器の断面図である。

[図5]図5は、図1に示した共振器の単位構造体を示す概念図である。

- [図6]図6は、共振器の一実施形態を示す斜視図である。
- [図7]図7は、図6に示した共振器の平面視した図である。
- [図8A]図8Aは、図6に示した共振器の断面図である。
- [図8B]図8Bは、図6に示した共振器の断面図である。
- [図9]図9は、図6に示した共振器の断面図である。
- [図10]図10は、共振器の一実施形態を示す斜視図である。
- [図11]図11は、図10に示した共振器の平面視した図である。
- [図12A]図12Aは、図10に示した共振器の断面図である。
- [図12B]図12Bは、図10に示した共振器の断面図である。
- [図13]図13は、図10に示した共振器の断面図である。
- [図14]図14は、共振器の一実施形態を示す斜視図である。
- [図15]図15は、図14に示した共振器の平面視した図である。
- [図16A]図16Aは、図14に示した共振器の断面図である。
- [図16B]図16Bは、図14に示した共振器の断面図である。
- [図17]図17は、図14に示した共振器の断面図である。
- [図18]図18は、共振器の一実施形態を示す平面視した図である。
- [図19A]図19Aは、図18に示した共振器の断面図である。
- [図19B]図19Bは、図18に示した共振器の断面図である。
- [図20]図20は、共振器の一実施形態を示す断面図である。
- [図21]図21は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図22A]図22Aは、共振器の一実施形態を示す断面図である。
- [図22B]図22Bは、共振器の一実施形態を示す断面図である。
- [図22C]図22Cは、共振器の一実施形態を示す断面図である。
- [図23]図23は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図24]図24は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図25]図25は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図26]図26は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図27]図27は、共振器の一実施形態を平面視した図である。

- [図28]図28は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図29A]図29Aは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図29B]図29Bは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図30]図30は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図31A]図31Aは、共振器の一例を示す概略図である。
- [図31B]図31Bは、共振器の一例を示す概略図である。
- [図31C]図31Cは、共振器の一例を示す概略図である。
- [図31D]図31Dは、共振器の一例を示す概略図である。
- [図32A]図32Aは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図32B]図32Bは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図32C]図32Cは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図32D]図32Dは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図33A]図33Aは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図33B]図33Bは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図33C]図33Cは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図33D]図33Dは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図34A]図34Aは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図34B]図34Bは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図34C]図34Cは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図34D]図34Dは、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図35]図35は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図36A]図36Aは、図35に示した共振器の断面図である。
- [図36B]図36Bは、図35に示した共振器の断面図である。
- [図37]図37は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図38]図38は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図39]図39は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図40]図40は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図41]図41は、共振器の一実施形態を平面視した図である。

- [図42]図42は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図43]図43は、図42に示した共振器の断面図である。
- [図44]図44は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図45]図45は、図44に示した共振器の断面図である。
- [図46]図46は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図47]図47は、図46に示した共振器の断面図である。
- [図48]図48は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図49]図49は、図48に示した共振器の断面図である。
- [図50]図50は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図51]図51は、図50に示した共振器の断面図である。
- [図52]図52は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図53]図53は、図52に示した共振器の断面図である。
- [図54]図54は、共振器の一実施形態を示す断面図である。
- [図55]図55は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図56A]図56Aは、図55に示した共振器の断面図である。
- [図56B]図56Bは、図55に示した共振器の断面図である。
- [図57]図57は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図58]図58は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図59]図59は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図60]図60は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図61]図61は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図62]図62は、共振器の一実施形態を平面視した図である。
- [図63]図63は、共振器の一実施形態を示す平面視図である。
- [図64]図64は、共振器の一実施形態を示す断面図である。
- [図65]図65は、アンテナの一実施形態を平面視した図である。
- [図66]図66は、図65に示したアンテナの断面図である。
- [図67]図67は、アンテナの一実施形態を平面視した図である。
- [図68]図68は、図67に示したアンテナの断面図である。

- [図69]図69は、アンテナの一実施形態を平面視した図である。
- [図70]図70は、図69に示したアンテナの断面図である。
- [図71]図71は、アンテナの一実施形態を示す断面図である。
- [図72]図72は、アンテナの一実施形態を平面視した図である。
- [図73]図73は、図72に示したアンテナの断面図である。
- [図74]図74は、アンテナの一実施形態を平面視した図である。
- [図75]図75は、図74に示したアンテナの断面図である。
- [図76]図76は、アンテナの一実施形態を平面視した図である。
- [図77A]図77Aは、図76に示したアンテナの断面図である。
- [図77B]図77Bは、図76に示したアンテナの断面図である。
- [図78]図78は、アンテナの一実施形態を平面視した図である。
- [図79]図79は、アンテナの一実施形態を平面視した図である。
- [図80]図80は、図79に示したアンテナの断面図である。
- [図81]図81は、無線通信モジュールの一実施形態を示すブロック図である。
- 。
- [図82]図82は、無線通信モジュールの一実施形態を示す部分断面斜視図である。
- [図83]図83は、無線通信モジュールの一実施形態を示す部分断面図である。
- 。
- [図84]図84は、無線通信モジュールの一実施形態を示す部分断面図である。
- 。
- [図85]図85は、無線通信機器の一実施形態を示すブロック図である。
- [図86]図86は、無線通信機器の一実施形態を示す平面視図である。
- [図87]図87は、無線通信機器の一実施形態を示す断面図である。
- [図88]図88は、無線通信機器の一実施形態を示す平面視図である。
- [図89]図89は、第3アンテナの一実施形態を示す断面図である。
- [図90]図90は、無線通信機器の一実施形態を示す平面視図である。
- [図91]図91は、無線通信機器の一実施形態を示す断面図である。

- [図92]図92は、無線通信機器の一実施形態を示す断面図である。
- [図93]図93は、無線通信機器の概略回路を示す図である。
- [図94]図94は、無線通信機器の概略回路を示す図である。
- [図95]図95は、無線通信機器の一実施形態を示す平面視図である。
- [図96]図96は、無線通信機器の一実施形態を示す斜視図である。
- [図97A]図97Aは、図96に示した無線通信機器の側面図である。
- [図97B]図97Bは、図97Aに示した無線通信機器の断面図である。
- [図98]図98は、無線通信機器の一実施形態を示す斜視図である。
- [図99]図99は、図98に示した無線通信機器の断面図である。
- [図100]図100は、無線通信機器の一実施形態を示す斜視図である。
- [図101]図101は、共振器の一実施形態を示す断面図である。
- [図102]図102は、共振器の一実施形態を示す平面視図である。
- [図103]図103は、共振器の一実施形態を示す平面視図である。
- [図104]図104は、図103に示した共振器の断面図である。
- [図105]図105は、共振器の一実施形態を示す平面視図である。
- [図106]図106は、共振器の一実施形態を示す平面視図である。
- [図107]図107は、図106に示した共振器の断面図である。
- [図108]図108は、無線通信モジュールの一実施形態を示す平面視図である。
- 。
- [図109]図109は、無線通信モジュールの一実施形態を示す平面視図である。
- 。
- [図110]図110は、図109に示した無線通信モジュールの断面図である。
- [図111]図111は、無線通信モジュールの一実施形態を示す平面視図である。
- 。
- [図112]図112は、無線通信モジュールの一実施形態を示す平面視図である。
- 。
- [図113]図113は、図112に示した無線通信モジュールの断面図である。
- [図114]図114は、無線通信モジュールの一実施形態を示す断面図である。

[図115]図 1 1 5 は、共振器の一実施形態を示す断面図である。

[図116]図 1 1 6 は、共振構造体の一実施形態を示す断面図である。

[図117]図 1 1 7 は、共振構造体の一実施形態を示す断面図である。

[図118]図 1 1 8 は、シミュレーションで採用した第 1 アンテナの導体形状を示す斜視図である。

[図119]図 1 1 9 は、表 1 に示す結果に対応するグラフである。

[図120]図 1 2 0 は、表 2 に示す結果に対応するグラフである。

[図121]図 1 2 1 は、表 3 に示す結果に対応するグラフである。

[図122]図 1 2 2 は、基板に実装される共振器の階層構造を説明する斜視図である。

[図123]図 1 2 3 は、図 1 2 2 の共振器を平面視した図である。

[図124]図 1 2 4 は、図 1 2 2 の共振器の斜視図である。

[図125]図 1 2 5 は、図 1 2 4 の領域 A 0 の拡大図である。

[図126]図 1 2 6 は、図 1 2 2 の共振器の斜視図である。

[図127]図 1 2 7 は、図 1 2 2 の共振器における別の給電線の位置例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、所定の周波数で共振する新たな構造体、アンテナ、無線通信モジュールおよび無線通信機器を開示する。本開示における構造体、アンテナ、無線通信モジュールおよび無線通信機器によれば、金属導体による反射波の影響が少ない。

[0012] 本開示の複数の実施形態を以下に説明する。図 1 から図 1 2 7 に示す構成要素において、既に図示した構成要素に対応する構成要素には、既に図示した構成要素の引用符号を共通符号とし、その共通符号の前に接頭語として図番号を付した符号を付する。共振構造は、共振器を含みうる。共振構造は、共振器と他の部材とを含み、複合的に実現されうる。以下、図 1 から図 6 4 に示す構成要素を特に区別しない場合、当該構成要素は、共通符号を用いて説明する。図 1 から図 6 4 に示す共振器 1 0 は、基体 2 0、対導体 3 0、第

3 導体 4 0、および第 4 導体 5 0 を含む。基体 2 0 は、対導体 3 0、第 3 導体 4 0、および第 4 導体 5 0 と接している。共振器 1 0 は、対導体 3 0、第 3 導体 4 0、および第 4 導体 5 0 が共振器として機能するように構成されている。共振器 1 0 は、複数の共振周波数で共振しうる。共振器 1 0 の共振周波数のうち、1 つの共振周波数を第 1 の周波数 f_1 とする。第 1 の周波数 f_1 の波長は、 λ_1 である。共振器 1 0 は、少なくとも 1 つの共振周波数のうちの少なくとも 1 つを動作周波数としうる。共振器 1 0 は、第 1 の周波数 f_1 を動作周波数としている。

[0013] 基体 2 0 は、セラミック材料、および樹脂材料のいずれかを組成として含みうる。セラミック材料は、酸化アルミニウム質焼結体、窒化アルミニウム質焼結体、ムライト質焼結体、ガラスセラミック焼結体、ガラス母材中に結晶成分を析出させた結晶化ガラス、および雲母もしくはチタン酸アルミニウム等の微結晶焼結体を含む。樹脂材料は、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、および液晶ポリマー等の未硬化物を硬化させたものを含む。

[0014] 対導体 3 0、第 3 導体 4 0、および第 4 導体 5 0 は、金属材料、金属材料の合金、金属ペーストの硬化物、および導電性高分子のいずれかを組成として含みうる。対導体 3 0、第 3 導体 4 0、および第 4 導体 5 0 は、全てが同じ材料であってよい。対導体 3 0、第 3 導体 4 0、および第 4 導体 5 0 は、全てが異なる材料であってよい。対導体 3 0、第 3 導体 4 0、および第 4 導体 5 0 は、いずれかの組合せが同じ材料であってよい。金属材料は、銅、銀、パラジウム、金、白金、アルミニウム、クロム、ニッケル、カドミウム鉛、セレン、マンガン、錫、バナジウム、リチウム、コバルト、およびチタン等を含む。合金は、複数の金属材料を含む。金属ペースト剤は、金属材料の粉末を有機溶剤、およびバインダとともに混練したものを含む。バインダは、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂を含む。導電性ポリマーは、ポリチオフェン系ポリマー、ポリアセチレン系ポリマー、ポリアニリン系ポリマー、ポリピロ

ール系ポリマー等を含む。

[0015] 共振器10は、2つの対導体30を有する。対導体30は、複数の導電体を含む。対導体30は、第1導体31および第2導体32を含む。対導体30は、3以上の導電体を含みうる。対導体30の各導体は、他の導体と第1方向において離れている。対導体30の各導体において、1つの導体は、他の導体と対となりうる。対導体30の各導体は、対となる導体の間にある共振器から電気壁として観えうる。第1導体31は、第2導体32と第1方向において離れて位置する。各導体31、32は、第1方向と交わる第2平面に沿って広がっている。

[0016] 本開示では、第1方向 (first axis) をx方向として示す。本開示では、第3方向 (third axis) をy方向として示す。本開示では、第2方向 (second axis) をz方向として示す。本開示では、第1平面 (first plane) を、xy面として示す。本開示では、第2平面 (second plane) を、yz面として示す。本開示では、第3平面 (third plane) を、zx面として示す。これら平面は、座標空間 (coordinate space) における平面 (plane) であって、特定の面 (plate) および特定の面 (surface) を示すものではない。本開示では、xy平面における面積 (surface integral) を第1面積という場合がある。本開示では、yz平面における面積を第2面積という場合がある。本開示では、zx平面における面積を第3面積という場合がある。面積 (surface integral) は、平方メートル (square meter) などの単位で数えられる。本開示では、x方向における長さを単に“長さ”という場合がある。本開示では、y方向における長さを単に“幅”という場合がある。本開示では、z方向における長さを単に“高さ”という場合がある。

[0017] 一例において、各導体31、32は、x方向において、基体20の両端部に位置する。各導体31、32は、一部が基体20の外に面しうる。各導体31、32は、基体20の内に一部が位置し、基体20の外に他の一部が位置しうる。各導体31、32は、基体20の中に位置しうる。

[0018] 第3導体40は、共振器として機能するように構成されている。第3導体

40は、ライン型、パッチ型、およびスロット型の共振器の少なくとも1つの型を含みうる。一例において、第3導体40は、基体20の上に位置する。一例において、第3導体40は、z方向において、基体20の端に位置する。一例において、第3導体40は、基体20の中に位置しうる。第3導体40は、基体20の内に一部が位置し、基体20の外に他の一部が位置しうる。第3導体40は、一部の面が基体20の外に面しうる。

[0019] 第3導体40は、少なくとも1つの導電体を含む。第3導体40は、複数の導電体を含みうる。第3導体40が複数の導電体を含む場合、第3導体40は、第3導体群と呼びうる。第3導体40は、少なくとも1つの導体層を含む。第3導体40は、1つの導体層に少なくとも1つの導電体を含む。第3導体40は、複数の導体層を含みうる。例えば、第3導体40は、3層以上の導体層を含みうる。第3導体40は、複数の導体層の各々に、少なくとも1つの導電体を含む。第3導体40は、xy平面に広がる。xy平面はx方向を含む。第3導体40の各導体層は、xy平面に沿って広がる。

[0020] 複数の実施形態の一例において、第3導体40は、第1導体層41および第2導体層42を含む。第1導体層41は、xy平面に沿って広がる。第1導体層41は、基体20の上に位置しうる。第2導体層42は、xy平面に沿って広がる。第2導体層42は、第1導体層41と容量的に結合しうる。第2導体層42は、第1導体層41と電氣的に接続されうる。容量結合する2つの導体層は、y方向に対向しうる。容量結合する2つの導体層は、x方向に対向しうる。容量結合する2つの導体層は、第1平面内において対向しうる。第1平面内において対向する2つの導体層は、1つの導体層に2つの導電体があると言い換えうる。第2導体層42は、少なくとも一部が第1導体層41とz方向に重なって位置しうる。第2導体層42は、基体20の中に位置しうる。

[0021] 第4導体50は、第3導体40と離れて位置する。第4導体50は、対導体30の各導体31、32に電氣的に接続されるように構成されている。第4導体50は、第1導体31および第2導体32に電氣的に接続されるよう

に構成されている。第4導体50は、第3導体40に沿って広がる。第4導体50は、第1平面に沿って広がっている。第4導体50は、第1導体31から第2導体32に渡っている。第4導体50は、基体20の上に位置する。第4導体50は、基体20の中に位置する。第4導体50は、基体20の内に一部が位置し、基体20の外に他の一部が位置する。第4導体50は、一部の面が基体20の外に面する。

[0022] 複数の実施形態の一例において、第4導体50は、共振器10におけるグラウンド導体として機能する。第4導体50は、共振器10の電位基準となりうる。第4導体50は、共振器10を備える機器のグラウンドに接続される。

[0023] 複数の実施形態の一例において、共振器10は、第4導体50と、基準電位層51とを備える。基準電位層51は、z方向において、第4導体50と離れて位置する。基準電位層51は、第4導体50と電氣的に絶縁される。基準電位層51は、共振器10の電位基準となりうる。基準電位層51は、共振器10を備える機器のグラウンドに電氣的に接続される。第4導体50は、共振器10を備える機器のグラウンドと電氣的に離れる。基準電位層51は、第3導体40または第4導体50のいずれかとz方向において対向する。

[0024] 複数の実施形態の一例において、基準電位層51は、第4導体50を介して第3導体40と対向する。第4導体50は、第3導体40と基準電位層51との間に位置する。基準電位層51と第4導体50との間隔は、第3導体40と第4導体50との間隔に比べて狭い。

[0025] 基準電位層51を備える共振器10において、第4導体50は、1または複数の導電体を含みうる。基準電位層51を備える共振器10において、第4導体50は1または複数の導電体を含み、且つ第3導体40は対導体30に接続される1つの導電体としうる。基準電位層51を備える共振器10において、第3導体40および第4導体50のそれぞれは、少なくとも1つの共振器を備える。

- [0026] 基準電位層 5 1 を備える共振器 1 0 において、第 4 導体 5 0 は、複数の導体層を含みうる。例えば、第 4 導体 5 0 は、第 3 導体層 5 2 および第 4 導体層 5 3 を含みうる。第 3 導体層 5 2 は、第 4 導体層 5 3 と容量的に結合しうる。第 3 導体層 5 2 は、第 1 導体層 4 1 と電氣的に接続されうる。容量結合する 2 つの導体層は、 y 方向に対向しうる。容量結合する 2 つの導体層は、 x 方向に対向しうる。容量結合する 2 つの導体層は、 x y 平面内において対向しうる。
- [0027] z 方向において対向して容量結合する 2 つの導体層の距離は、当該導体群と基準電位層 5 1 との距離に比べて短い。例えば、第 1 導体層 4 1 と第 2 導体層 4 2 との距離は、第 3 導体 4 0 と基準電位層 5 1 との距離に比べて短い。例えば、第 3 導体層 5 2 と第 4 導体層 5 3 との距離は、第 4 導体 5 0 と基準電位層 5 1 との距離に比べて短い。
- [0028] 第 1 導体 3 1 および第 2 導体 3 2 の各々は、1 または複数の導電体を含みうる。第 1 導体 3 1 および第 2 導体 3 2 の各々は、1 つの導電体としうる。第 1 導体 3 1 および第 2 導体 3 2 の各々は、複数の導電体を含みうる。第 1 導体 3 1 および第 2 導体 3 2 の各々は、少なくとも 1 つの第 5 導体層 3 0 1 と、複数の第 5 導体 3 0 2 とを含みうる。対導体 3 0 は、少なくとも 1 つの第 5 導体層 3 0 1 と、複数の第 5 導体 3 0 2 とを含む。
- [0029] 第 5 導体層 3 0 1 は、 y 方向に広がっている。第 5 導体層 3 0 1 は、 x y 平面に沿って広がる。第 5 導体層 3 0 1 は、層状の導電体である。第 5 導体層 3 0 1 は、基体 2 0 の上に位置しうる。第 5 導体層 3 0 1 は、基体 2 0 の中に位置しうる。複数の第 5 導体層 3 0 1 は、 z 方向において互いに離れている。複数の第 5 導体層 3 0 1 は、 z 方向に並んでいる。複数の第 5 導体層 3 0 1 は、 z 方向において一部が重なっている。第 5 導体層 3 0 1 は、複数の第 5 導体 3 0 2 を電氣的に接続するように構成されている。第 5 導体層 3 0 1 は、複数の第 5 導体 3 0 2 を接続する接続導体となる。第 5 導体層 3 0 1 は、第 3 導体 4 0 のいずれかの導体層と電氣的に接続しうる。一実施形態において、第 5 導体層 3 0 1 は、第 2 導体層 4 2 と電氣的に接続するように

構成されている。第5導体層301は、第2導体層42と一体化しうる。一実施形態において、第5導体層301は、第4導体50と電氣的に接続しうる。第5導体層301は、第4導体50と一体化しうる。

[0030] 各第5導体302は、z方向に広がっている。複数の第5導体302は、y方向において互いに離れている。第5導体302の間の距離は、 λ_1 の $1/2$ 波長以下である。電氣的に接続された第5導体302の間の距離が $\lambda_1/2$ 以下であると、第1導体31および第2導体32の各々は、第5導体302の間から共振周波数帯の電磁波が漏れるのを低減できる。対導体30は、共振周波数帯の電磁波の漏れが小さいので、単位構造体から電気壁として見える。複数の第5導体302の少なくとも一部は、第4導体50に電氣的に接続されている。一実施形態において、複数の第5導体302の一部は、第4導体50と第5導体層301とを電氣的に接続しうる。一実施形態において、複数の第5導体302は、第5導体層301を介して第4導体50に電氣的に接続しうる。複数の第5導体302の一部は、1つの第5導体層301と他の第5導体層301とを電氣的に接続しうる。第5導体302は、ビア導体、およびスルーホール導体を採用しうる。

[0031] 共振器10は、共振器として機能する第3導体40を含む。第3導体40は、人工磁気壁 (AMC ; Artificial Magnetic Conductor) として機能しうる。人工磁気壁は、反応性インピーダンス面 (RIS ; Reactive Impedance Surface) とも言う。

[0032] 共振器10は、x方向において対向する2つの対導体30の間に、共振器として機能する第3導体40を含む。2つの対導体30は、第3導体40からyz平面に広がる電気壁 (Electric Conductor) と見える。共振器10は、y方向の端が電氣的に解放されている。共振器10は、y方向の両端のzx平面が高インピーダンスとなる。共振器10のy方向の両端のzx平面は、第3導体40から磁気壁 (Magnetic Conductor) と見える。共振器10は、2つの電気壁および2つの高インピーダンス面 (磁気壁) で囲まれることで、第3導体40の共振器がz方向に人工磁気壁特性 (Artificial Magnetic

Conductor Character) を有する。2つの電気壁および2つの高インピーダンス面で囲まれることで、第3導体40の共振器は、有限の数で人工磁気壁特性を有する。

- [0033] 「人工磁気壁特性」は、動作周波数における入射波と反射波との位相差が0度となる。共振器10では、第1の周波数 f_1 における入射波と反射波との位相差が0度となる。「人工磁気壁特性」では、動作周波数帯において、入射波と反射波との位相差が -90 度 \sim $+90$ 度となる。動作周波数帯とは、第2の周波数 f_2 および第3の周波数 f_3 の間の周波数帯である。第2の周波数 f_2 とは、入射波と反射波との間の位相差が $+90$ 度である周波数である。第3の周波数 f_3 とは、入射波と反射波との間の位相差が -90 度である周波数である。第2および第3の周波数に基づいて決定される動作周波数帯の幅は、例えば、動作周波数が約2.5GHzである場合に、100MHz以上であってよい。動作周波数帯の幅は、例えば、動作周波数が約400MHzである場合に、5MHz以上であってよい。
- [0034] 共振器10の動作周波数は、第3導体40の各々の共振器の共振周波数と異なりうる。共振器10の動作周波数は、基体20、対導体30、第3導体40、および第4導体50の長さ、大きさ、形状、材料などで変化しうる。
- [0035] 複数の実施形態の一例において、第3導体40は、少なくとも1つの単位共振器40Xを含みうる。第3導体40は、1つの単位共振器40Xを含みうる。第3導体40は、複数の単位共振器40Xを含みうる。単位共振器40Xは、第4導体50とz方向に重なって位置する。単位共振器40Xは、第4導体50と対向している。単位共振器40Xは、周波数選択表面(FSS; Frequency Selective Surface)として機能しうる。複数の単位共振器40Xは、xy平面に沿って並ぶ。複数の単位共振器40Xは、xy平面で規則的に並びうる。単位共振器40Xは、正方格子(square grid)、斜交格子(oblique grid)、長方格子(rectangular grid)、および六方格子(hexagonal grid)で並びうる。
- [0036] 第3導体40は、z方向に並ぶ、複数の導体層を含みうる。第3導体40

の複数の導体層は、各々が少なくとも1つ分の単位共振器を含む。例えば、第3導体40は、第1導体層41および第2導体層42を含む。

[0037] 第1導体層41は、少なくとも1つ分の第1単位共振器41Xを含む。第1導体層41は、1つの第1単位共振器41Xを含みうる。第1導体層41は、1つの第1単位共振器41Xが複数に分かれた第1部分共振器41Yを複数含みうる。複数の第1部分共振器41Yは、隣接する単位構造体10Xによって、少なくとも1つ分の第1単位共振器41Xとなりうる。複数の第1部分共振器41Yは、第1導体層41の端部に位置する。第1単位共振器41Xおよび第1部分共振器41Yは、第3導体と呼びうる。

[0038] 第2導体層42は、少なくとも1つ分の第2単位共振器42Xを含む。第2導体層42は、1つの第2単位共振器42Xを含みうる。第2導体層42は、1つの第2単位共振器42Xが複数に分かれた第2部分共振器42Yを複数含みうる。複数の第2部分共振器42Yは、隣接する単位構造体10Xによって、少なくとも1つ分の第2単位共振器42Xとなりうる。複数の第2部分共振器42Yは、第2導体層42の端部に位置する。第2単位共振器42Xおよび第2部分共振器42Yは、第3導体と呼びうる。

[0039] 第2単位共振器42Xおよび第2部分共振器42Yの少なくとも一部は、第1単位共振器41Xおよび第1部分共振器41Yとz方向に重なって位置する。第3導体40は、各層の単位共振器および部分共振器の少なくとも一部がz方向に重なって1つの単位共振器40Xとなっている。単位共振器40Xは、各層において、少なくとも1つ分の単位共振器を含む。

[0040] 第1単位共振器41Xがライン型またはパッチ型の共振器を含む場合、第1導体層41は、少なくとも1つの第1単位導体411を有する。第1単位導体411は、第1単位共振器41Xまたは第1部分共振器41Yとして機能しうる。第1導体層41は、xy方向においてn行m列で並ぶ複数の第1単位導体411を有する。nおよびmは、互いに独立した1以上の自然数である。図1～9等を示す一例において、第1導体層41は、2行3列の格子状に並ぶ6つの第1単位導体411を有する。第1単位導体411は、正方

格子、斜交格子、長方格子、および六方格子で並びうる。第1部分共振器41Yに相当する第1単位導体411は、第1導体層41の x - y 平面における端部に位置する。

[0041] 第1単位共振器41Xがスロット型の共振器である場合、第1導体層41は、少なくとも1つの導体層が x - y 方向に広がる。第1導体層41は、少なくとも1つの第1単位スロット412を有する。第1単位スロット412は、第1単位共振器41Xまたは第1部分共振器41Yとして機能しうる。第1導体層41は、 x - y 方向において n 行 m 列で並ぶ複数の第1単位スロット412を含みうる。 n および m は、互いに独立した1以上の自然数である。図6～9等に示す一例において、第1導体層41は、2行3列の格子状に並ぶ6つの第1単位スロット412を有する。第1単位スロット412は、正方格子、斜交格子、長方格子、および六方格子で並びうる。第1部分共振器41Yに相当する第1単位スロット412は、第1導体層41の x - y 平面における端部に位置する。

[0042] 第2単位共振器42Xがライン型またはパッチ型の共振器である場合、第2導体層42は、少なくとも1つの第2単位導体421を含む。第2導体層42は、 x - y 方向において並ぶ複数の第2単位導体421を含みうる。第2単位導体421は、正方格子、斜交格子、長方格子、および六方格子で並びうる。第2単位導体421は、第2単位共振器42Xまたは第2部分共振器42Yとして機能しうる。第2部分共振器42Yに相当する第2単位導体421は、第2導体層42の x - y 平面における端部に位置する。

[0043] 第2単位導体421は、 z 方向において、少なくとも一部が第1単位共振器41Xおよび第1部分共振器41Yの少なくとも一方と重なっている。第2単位導体421は、複数の第1単位共振器41Xと重なりうる。第2単位導体421は、複数の第1部分共振器41Yと重なりうる。第2単位導体421は、1つの第1単位共振器41Xと、4つの第1部分共振器41Yとに重なりうる。第2単位導体421は、1つの第1単位共振器41Xのみと重なりうる。第2単位導体421の重心は、1つの第1単位共振器41Xと重

なりうる。第2単位導体421の重心は、複数の第1単位共振器41Xおよび第1部分共振器41Yの間に位置しうる。第2単位導体421の重心は、x方向またはy方向に並ぶ2つの第1単位共振器41Xの間に位置しうる。

[0044] 第2単位導体421は、少なくとも一部が2つの第1単位導体411と重なりうる。第2単位導体421は、1つの第1単位導体411のみと重なりうる。第2単位導体421の重心は、2つの第1単位導体411の間に位置しうる。第2単位導体421の重心は、1つの第1単位導体411と重なりうる。第2単位導体421は、少なくとも一部が第1単位スロット412と重なりうる。第2単位導体421は、1つの第1単位スロット412のみと重なりうる。第2単位導体421の重心は、x方向またはy方向に並ぶ2つの第1単位スロット412の間に位置しうる。第2単位導体421の重心は、1つの第1単位スロット412に重なりうる。

[0045] 第2単位共振器42Xがスロット型の共振器である場合、第2導体層42は、少なくとも1つの導体層がx-y平面に沿って広がる。第2導体層42は、少なくとも1つの第2単位スロット422を有する。第2単位スロット422は、第2単位共振器42Xまたは第1部分共振器42Yとして機能しうる。第2導体層42は、x-y平面において並ぶ複数の第2単位スロット422を含みうる。第2単位スロット422は、正方格子、斜交格子、長方格子、および六方格子で並びうる。第2部分共振器42Yに相当する第2単位スロット422は、第2導体層42のx-y平面における端部に位置する。

[0046] 第2単位スロット422は、y方向において、少なくとも一部が第1単位共振器41Xおよび第1部分共振器41Yの少なくとも一方と重なっている。第2単位スロット422は、複数の第1単位共振器41Xと重なりうる。第2単位スロット422は、複数の第1部分共振器41Yと重なりうる。第2単位スロット422は、1つの第1単位共振器41Xと、4つの第1部分共振器41Yとに重なりうる。第2単位スロット422は、1つの第1単位共振器41Xのみと重なりうる。第2単位スロット422の重心は、1つの第1単位共振器41Xと重なりうる。第2単位スロット422の重心は、複

数の第1単位共振器41Xの間に位置しうる。第2単位スロット422の重心は、x方向またはy方向に並ぶ2つの第1単位共振器41Xおよび第1部分共振器41Yの間に位置しうる。

[0047] 第2単位スロット422は、少なくとも一部が2つの第1単位導体411と重なりうる。第2単位スロット422は、1つの第1単位導体411のみと重なりうる。第2単位スロット422の重心は、2つの第1単位導体411の間に位置しうる。第2単位スロット422の重心は、1つの第1単位導体411と重なりうる。第2単位スロット422は、少なくとも一部が第1単位スロット412と重なりうる。第2単位スロット422は、1つの第1単位スロット412のみと重なりうる。第2単位スロット422の重心は、x方向またはy方向に並ぶ2つの第1単位スロット412の間に位置しうる。第2単位スロット422の中心は、1つの第1単位スロット412に重なりうる。

[0048] 単位共振器40Xは、少なくとも1つ分の第1単位共振器41Xと、少なくとも1つ分の第2単位共振器42Xとを含む。単位共振器40Xは、1つの第1単位共振器41Xを含みうる。単位共振器40Xは、複数の第1単位共振器41Xを含みうる。単位共振器40Xは、1つの第1部分共振器41Yを含みうる。単位共振器40Xは、複数の第1部分共振器41Yを含みうる。単位共振器40Xは、第1単位共振器41Xのうちの一部を含みうる。単位共振器40Xは、部分的な第1単位共振器41Xを1または複数含みうる。単位共振器40Xは、1または複数の部分的な第1単位共振器41X、および1または複数の第1部分共振器41Yから複数の部分的な共振器を含む。単位共振器40Xが含む複数の部分的な共振器は、少なくとも1つ分に相当する第1単位共振器41Xに合わさる。単位共振器40Xは、第1単位共振器41Xを含まず、複数の第1部分共振器41Yを含みうる。単位共振器40Xは、例えば、4つの第1部分共振器41Yを含みうる。単位共振器40Xは、部分的な第1単位共振器41Xのみを複数含みうる。単位共振器40Xは、1または複数の部分的な第1単位共振器41X、および1または

複数の第1部分共振器41Yを含みうる。単位共振器40Xは、例えば、2つの部分的な第1単位共振器41X、および2つの第1部分共振器41Yを含みうる。単位共振器40Xは、x方向における両端のそれぞれにおける、含まれる第1導体層41の鏡像が略同一となりうる。単位共振器40Xは、z方向に延びる中心線に対して、含まれる第1導体層41が略対称になりうる。

[0049] 単位共振器40Xは、1つの第2単位共振器42Xを含みうる。単位共振器40Xは、複数の第2単位共振器42Xを含みうる。単位共振器40Xは、1つの第2部分共振器42Yを含みうる。単位共振器40Xは、複数の第2部分共振器42Yを含みうる。単位共振器40Xは、第2単位共振器42Xのうちの一部を含みうる。単位共振器40Xは、部分的な第2単位共振器42Xを1または複数含みうる。単位共振器40Xは、1または複数の部分的な第2単位共振器42X、および1または複数の第2部分共振器42Yから複数の部分的な共振器を含む。単位共振器40Xが含む複数の部分的な共振器は、少なくとも1つ分に相当する第2単位共振器42Xに合わさる。単位共振器40Xは、第2単位共振器42Xを含まず、複数の第2部分共振器42Yを含みうる。単位共振器40Xは、例えば、4つの第2部分共振器42Yを含みうる。単位共振器40Xは、部分的な第2単位共振器42Xのみを複数含みうる。単位共振器40Xは、1または複数の部分的な第2単位共振器42X、および1または複数の第2部分共振器42Yを含みうる。単位共振器40Xは、例えば、2つの部分的な第2単位共振器42X、および2つの第2部分共振器42Yを含みうる。単位共振器40Xは、x方向における両端のそれぞれにおける、含まれる第2導体層42の鏡像が略同一となりうる。単位共振器40Xは、y方向に延びる中心線に対して、含まれる第2導体層42が略対称になりうる。

[0050] 複数の実施形態の一例において、単位共振器40Xは、1つの第1単位共振器41Xと、複数の部分的な第2単位共振器42Xとを含む。例えば、単位共振器40Xは、1つの第1単位共振器41Xと、4つの第2単位共振器

4 2 Xの半分とを含む。当該単位共振器 4 0 Xは、1つ分の第1単位共振器 4 1 Xと、2つ分の第2単位共振器 4 2 Xとを含む。単位共振器 4 0 Xが含む構成は、この例に限られない。

[0051] 共振器 1 0は、少なくとも1つの単位構造体 1 0 Xを含みうる。共振器 1 0は、複数の単位構造体 1 0 Xを含みうる。複数の単位構造体 1 0 Xは、 x y 平面に並びうる。複数の単位構造体 1 0 Xは、正方格子、斜交格子、長方格子、および六方格子で並びうる。単位構造体 1 0 Xは、正方格子 (square grid)、斜交格子 (oblique grid)、長方格子 (rectangular grid)、および六方格子 (hexagonal grid) のいずれかの繰り返し単位を含む。単位構造体 1 0 Xは、 x y 平面に沿って無限に並ぶことで、人工磁気壁 (AMC) として機能しうる。

[0052] 単位構造体 1 0 Xは、基体 2 0の少なくとも一部と、第3導体 4 0の少なくとも一部と、第4導体 5 0の少なくとも一部とを含みうる。単位構造体 1 0 Xが含む基体 2 0、第3導体 4 0、第4導体 5 0の部位は、 z 方向において重なる。単位構造体 1 0 Xは、単位共振器 4 0 Xと、当該単位共振器 4 0 Xと z 方向に重なる基体 2 0の一部と、当該単位共振器 4 0 Xと z 方向に重なる第4導体 5 0とを含む。共振器 1 0は、例えば、2行3列で並ぶ6つの単位構造体 1 0 Xを含みうる。

[0053] 共振器 1 0は、 x 方向において対向する2つの対導体 3 0の間に、少なくとも1つの単位構造体 1 0 Xを有しうる。2つの対導体 3 0は、単位構造体 1 0 Xから y z 平面に広がる電気壁と観える。単位構造体 1 0 Xは、 y 方向の端が解放されている。単位構造体 1 0 Xは、 y 方向の両端の z x 平面が高インピーダンスとなる。単位構造体 1 0 Xは、 y 方向の両端の z x 平面が磁気壁と観える。単位構造体 1 0 Xは、繰り返して並ぶ際に、 z 方向に対して線対称としうる。単位構造体 1 0 Xは、2つの電気壁および2つの高インピーダンス面 (磁気壁) で囲まれることで、 z 方向に人工磁気壁特性を有する。2つの電気壁および2つの高インピーダンス面 (磁気壁) で囲まれることで、単位構造体 1 0 Xは、有限の数で人工磁気壁特性を有する。

- [0054] 共振器10の動作周波数は、第1単位共振器41Xの動作周波数と異なりうる。共振器10の動作周波数は、第2単位共振器42Xの動作周波数と異なりうる。共振器10の動作周波数は、単位共振器40Xを構成する第1単位共振器41Xおよび第2単位共振器42Xの結合などによって変化しうる。
- [0055] 第3導体40は、第1導体層41と第2導体層42とを含みうる。第1導体層41は、少なくとも1つの第1単位導体411を含む。第1単位導体411は、第1接続導体413と、第1浮遊導体414とを含む。第1接続導体413は、対導体30のいずれかと接続している。第1浮遊導体414は、対導体30と接続していない。第2導体層42は、少なくとも1つの第2単位導体421を含む。第2単位導体421は、第2接続導体423と、第2浮遊導体424とを含む。第2接続導体423は、対導体30のいずれかと接続している。第2浮遊導体424は、対導体30と接続していない。第3導体40は、第1単位導体411および第2単位導体421を含みうる。
- [0056] 第1接続導体413は、第1浮遊導体414よりx方向に沿った長さを長くしうる。第1接続導体413は、第1浮遊導体414よりx方向に沿った長さを短くしうる。第1接続導体413は、第1浮遊導体414に比べてx方向に沿った長さを半分としうる。第2接続導体423は、第2浮遊導体424よりx方向に沿った長さを長くしうる。第2接続導体423は、第2浮遊導体424よりx方向に沿った長さを短くしうる。第2接続導体423は、第2浮遊導体424に比べてx方向に沿った長さを半分としうる。
- [0057] 第3導体40は、共振器10が共振する際に、第1導体31と第2導体32との間の電流路となる電流路401を含みうる。電流路401は、第1導体31と、第2導体32とに接続されうる。電流路401は、第1導体31と第2導体32との間に、静電容量を有する。電流路401の静電容量は、第1導体31と第2導体32との間に、電氣的に直列に接続されうる。電流路401は、第1導体31と第2導体32との間で導電体が離隔している。電流路401は、第1導体31に接続される導電体と、第2導体32に接続

される導電体とを含みうる。

[0058] 複数の実施形態において、電流路401において、第1単位導体411と第2単位導体421とは、z方向において一部が対向している。電流路401において、第1単位導体411と第2単位導体421とは、容量結合するように構成されている。第1単位導体411は、x方向における端部に容量成分を有する。第1単位導体411は、z方向において第2単位導体421と対向するy方向における端部において容量成分を有しうる。第1単位導体411は、z方向において第2単位導体421と対向するx方向における端部、且つy方向における端部において容量成分を有しうる。第2単位導体421は、x方向における端部に容量成分を有する。第2単位導体421は、z方向において第1単位導体411と対向するy方向における端部において容量成分を有しうる。第2単位導体421は、z方向において第1単位導体411と対向するx方向における端部、且つy方向における端部において容量成分を有しうる。

[0059] 共振器10は、電流路401における容量結合を大きくすることで共振周波数を低くすることができる。所望の動作周波数を実現する際に、共振器10は、電流路401の静電容量結合を大きくすることで、x方向に沿った長さを短くすることができる。第3導体40は、第1単位導体411と第2単位導体421とが基体20の積層方向に対向して容量結合するように構成されている。第3導体40は、第1単位導体411と第2単位導体421との間の静電容量を対向する面積によって調整できる。

[0060] 複数の実施形態において、第1単位導体411のy方向に沿った長さは、第2単位導体421のy方向に沿った長さとは異なる。共振器10は、第1単位導体411と第2単位導体421との相対的な位置が理想的な位置からxy平面に沿ってずれた場合に、第3方向に沿った長さが第1単位導体411と第2単位導体421とで異なることで、静電容量の大きさの変化を小さくすることができる。

[0061] 複数の実施形態において、電流路401は、第1導体31および第2導体

3 2 と空間的に離れ、第 1 導体 3 1 および第 2 導体 3 2 と容量的に結合している、1 つの導電体からなる。

[0062] 複数の実施形態において、電流路 4 0 1 は、第 1 導体層 4 1 と、第 2 導体層 4 2 とを含む。当該電流路 4 0 1 は、少なくとも 1 つの第 1 単位導体 4 1 1 と、少なくとも 1 つの第 2 単位導体 4 2 1 とを含む。当該電流路 4 0 1 は、2 つの第 1 接続導体 4 1 3、2 つの第 2 接続導体 4 2 3、ならびに 1 つの第 1 接続導体 4 1 3 および 1 つの第 2 接続導体 4 2 3 のいずれかを含む。当該電流路 4 0 1 は、第 1 単位導体 4 1 1 と、第 2 単位導体 4 2 1 とが第 1 方向に沿って交互に並びうる。

[0063] 複数の実施形態において、電流路 4 0 1 は、第 1 接続導体 4 1 3 と、第 2 接続導体 4 2 3 とを含む。当該電流路 4 0 1 は、少なくとも 1 つの第 1 接続導体 4 1 3 と、少なくとも 1 つの第 2 接続導体 4 2 3 とを含む。当該電流路 4 0 1 において、第 3 導体 4 0 は、第 1 接続導体 4 1 3 と第 2 接続導体 4 2 3 との間に静電容量を有する。実施形態の一例において、第 1 接続導体 4 1 3 は、第 2 接続導体 4 2 3 と対向し、静電容量を有しうる。実施形態の一例において、第 1 接続導体 4 1 3 は、第 2 接続導体 4 2 3 と他の導電体を介して容量的に接続されうる。

[0064] 複数の実施形態において、電流路 4 0 1 は、第 1 接続導体 4 1 3 と、第 2 浮遊導体 4 2 4 とを含む。当該電流路 4 0 1 は、2 つの第 1 接続導体 4 1 3 を含む。当該電流路 4 0 1 において、第 3 導体 4 0 は、2 つの第 1 接続導体 4 1 3 の間に静電容量を有する。実施形態の一例において、2 つの第 1 接続導体 4 1 3 は、少なくとも 1 つの第 2 浮遊導体 4 2 4 を介して容量的に接続されうる。実施形態の一例において、2 つの第 1 接続導体 4 1 3 は、少なくとも 1 つの第 1 浮遊導体 4 1 4 と、複数の第 2 浮遊導体 4 2 4 とを介して容量的に接続されうる。

[0065] 複数の実施形態において、電流路 4 0 1 は、第 1 浮遊導体 4 1 4 と、第 2 接続導体 4 2 3 とを含む。当該電流路 4 0 1 は、2 つの第 2 接続導体 4 2 3 を含む。当該電流路 4 0 1 において、第 3 導体 4 0 は、2 つの第 2 接続導体

4 2 3 の間に静電容量を有する。実施形態の一例において、2つの第2 接続導体 4 2 3 は、少なくとも1つの第1 浮遊導体 4 1 4 を介して容量的に接続されうる。実施形態の一例において、2つの第2 接続導体 4 2 3 は、複数の第1 浮遊導体 4 1 4 と、少なくとも1つの第2 浮遊導体 4 2 4 と、を介して容量的に接続されうる。

[0066] 複数の実施形態において、第1 接続導体 4 1 3 および第2 接続導体 4 2 3 の各々は、共振周波数における波長 λ の4分の1の長さとしうる。第1 接続導体 4 1 3 および第2 接続導体 4 2 3 の各々は、それぞれが波長 λ の2分の1の長さの共振器として機能しうる。第1 接続導体 4 1 3 および第2 接続導体 4 2 3 の各々は、それぞれの共振器が容量結合することで奇モードと偶モードとで発振しうる。共振器 1 0 は、容量結合後の偶モードにおける共振周波数を動作周波数としうる。

[0067] 電流路 4 0 1 は、第1 導体 3 1 に複数箇所接続されうる。電流路 4 0 1 は、第2 導体 3 2 に複数箇所接続されうる。電流路 4 0 1 は、第1 導体 3 1 から第2 導体 3 2 までを独立して電導する複数の電導路を含みうる。

[0068] 第1 接続導体 4 1 3 と容量結合する第2 浮遊導体 4 2 4 において、当該容量結合している側の第2 浮遊導体 4 2 4 の端は、対導体 3 0 との距離に比べて第1 接続導体 4 1 3 との距離が短い。第2 接続導体 4 2 3 と容量結合する第1 浮遊導体 4 1 4 において、当該容量結合している側の第1 浮遊導体 4 1 4 の端は、対導体 3 0 との距離に比べて第2 接続導体 4 2 3 との距離が短い。

[0069] 複数の実施形態の共振器 1 0 において、第3 導体 4 0 の導体層は、y 方向における長さが各々で異なりうる。第3 導体 4 0 の導体層は、z 方向において他の導体層と容量的に結合するように構成されている。共振器 1 0 は、導体層の y 方向における長さが異なると、導体層が y 方向にずれても静電容量の変化が小さくなる。共振器 1 0 は、導体層の y 方向における長さが異なることで、導体層の y 方向に対するズレの許容範囲を広げることができる。

[0070] 複数の実施形態の共振器 1 0 において、第3 導体 4 0 は、導体層間の容量

的な結合による静電容量を有する。当該静電容量を有する容量部位は、 y 方向に複数並びうる。 y 方向に複数並ぶ容量部位は、電磁氣的に並列の関係となりうる。共振器10は、電氣的に並列に並ぶ複数の容量部位を有することで、個々の容量誤差を相互に補完することができる。

[0071] 共振器10が共振状態にあるとき、対導体30、第3導体40、第4導体50に流れる電流は、ループする。共振器10が共振状態にあるとき、共振器10には、交流電流が流れている。共振器10において、第3導体40を流れる電流を第1電流とし、第4導体50を流れる電流を第2電流とする。共振器10が共振状態にあるとき、第1電流は、 x 方向において第2電流と異なる方向に流れうる。例えば、第1電流が $+x$ 方向に流れるとき、第2電流は $-x$ 方向に流れうる。また、例えば、第1電流が $-x$ 方向に流れるとき、第2電流は $+x$ 方向に流れうる。つまり、共振器10が共振状態にあるとき、ループ電流は、 $+x$ 方向および $-x$ 方向に交互に流れうる。共振器10は、磁界を作るループ電流が反転を繰り返すことで、電磁波を放射するように構成されている。

[0072] 複数の実施形態において、第3導体40は、第1導体層41と、第2導体層42とを含む。第3導体40は、第1導体層41と第2導体層42とが容量的に結合しているため、共振状態で大域的に電流が1つの方向に流れているように見える。複数の実施形態において、各導体を流れる電流は、 y 方向の端部において密度が大きい。

[0073] 共振器10は、対導体30を介して第1電流および第2電流がループするように構成されている。共振器10は、第1導体31、第2導体32、第3導体40、および第4導体50が共振回路となる。共振器10の共振周波数は、単位共振器の共振周波数となる。共振器10が1つの単位共振器を含む場合、または、共振器10が単位共振器の一部を含む場合、共振器10の共振周波数は、基体20、対導体30、第3導体40、および第4導体50、ならびに共振器10の周囲との電磁的な結合によって変わりうる。例えば、共振器10は、第3導体40の周期性が乏しい場合、全体が1つの単位共振

器、または全体が1つの単位共振器の一部となる。例えば、共振器10の共振周波数は、第1導体31および第2導体32のz方向の長さ、第3導体40および第4導体50のx方向の長さ、第3導体40および第4導体50の静電容量によって変わりうる。例えば、第1単位導体411と第2単位導体421の間の容量が大きい共振器10は、第1導体31および第2導体32のz方向の長さ、ならびに第3導体40および第4導体50のx方向の長さを短くしつつ、共振周波数の低周波数化が可能となる。

[0074] 複数の実施形態において、共振器10は、z方向において第1導体層41が電磁波の実効的な放射面となる。複数の実施形態において、共振器10は、第1導体層41の第1面積が他の導体層の第1面積より大きい。当該共振器10は、第1導体層41の第1面積を大きくすることで、電磁波の放射を大きくすることができる。

[0075] 複数の実施形態において、共振器10は、z方向において第1導体層41が電磁波の実効的な放射面となる。当該共振器10は、第1導体層41の第1面積を大きくすることで、電磁波の放射を大きくすることができる。これと合わせて、共振器10は、複数の単位共振器を含んでも共振周波数が変化しない。この特性を利用することで、共振器10は、1つの単位共振器が共振する場合と比べて、第1導体層41の第1面積を大きくすることが容易である。

[0076] 複数の実施形態において、共振器10は、1または複数のインピーダンス素子45を含みうる。インピーダンス素子45は、複数の端子間にインピーダンス値を有する。インピーダンス素子45は、共振器10の共振周波数を変化させるように構成されている。インピーダンス素子45は、抵抗器 (Resistor)、キャパシタ (Capacitor)、およびインダクタ (Inductor) を含みうる。インピーダンス素子45は、インピーダンス値を変更可能な可変素子を含みうる。可変素子は、電気信号によってインピーダンス値を変更しうる。可変素子は、物理機構によってインピーダンス値を変更しうる。

[0077] インピーダンス素子45は、x方向において並ぶ、第3導体40の2つの

単位導体に接続されうる。インピーダンス素子45は、x方向において並ぶ、2つの第1単位導体411に接続されうる。インピーダンス素子45は、x方向において並ぶ、第1接続導体413と第1浮遊導体414とに接続されうる。インピーダンス素子45は、第1導体31と、第1浮遊導体414とに接続されうる。インピーダンス素子45は、y方向における中央部において、第3導体40の単位導体に接続されうる。インピーダンス素子45は、2つの第1単位導体411のy方向における中央部に接続されうる。

[0078] インピーダンス素子45は、xy平面内でx方向に並ぶ2つの導電体の間に、電氣的に直列に接続されうる。インピーダンス素子45は、x方向において並ぶ、2つの第1単位導体411の間に電氣的に直列に接続されうる。インピーダンス素子45は、x方向において並ぶ、第1接続導体413と第1浮遊導体414との間に電氣的に直列に接続されうる。インピーダンス素子45は、第1導体31と、第1浮遊導体414との間に電氣的に直列に接続されうる。

[0079] インピーダンス素子45は、z方向に重なって静電容量を持つ、2つの第1単位導体411および第2単位導体421に対して、電氣的に並列に接続されうる。インピーダンス素子45は、z方向に重なって静電容量を持つ、第2接続導体423および第1浮遊導体414に対して、電氣的に並列に接続されうる。

[0080] 共振器10は、インピーダンス素子45としてキャパシタを追加することで、共振周波数を低くできる。共振器10は、インピーダンス素子45としてインダクタを追加することで共振周波数を高くできる。共振器10は、異なるインピーダンス値のインピーダンス素子45を含みうる。共振器10は、インピーダンス素子45として異なる電気容量のキャパシタを含みうる。共振器10は、インピーダンス素子45として異なるインダクタンスのインダクタを含みうる。共振器10は、異なるインピーダンス値のインピーダンス素子45を追加することで、共振周波数の調整範囲が大きくなる。共振器10は、インピーダンス素子45としてキャパシタおよびインダクタを同時

に含みうる。共振器 10 は、インピーダンス素子 45 としてキャパシタおよびインダクタを同時に追加することで、共振周波数の調整範囲が大きくなる。共振器 10 は、インピーダンス素子 45 を備えることによって、全体が 1 つの単位共振器、または全体が 1 つの単位共振器の一部となりうる。

[0081] 複数の実施形態において、共振器 10 は、1 または複数の導体部品 46 を含みうる。導体部品 46 は、内部に導体を含む機能部品である。機能部品は、プロセッサ、メモリ、およびセンサを含みうる。導体部品 46 は、y 方向において共振器 10 と並ぶ。導体部品 46 は、グラウンド端子が第 4 導体 50 と電氣的に接続されうる。導体部品 46 は、グラウンド端子が第 4 導体 50 と電氣的に接続する構成に限られず、共振器 10 と電氣的に独立しうる。共振器 10 は、y 方向において導体部品 46 が隣り合うことで、共振周波数が高くなる。共振器 10 は、y 方向において複数の導体部品 46 が隣り合うことで、共振周波数がより高くなる。共振器 10 は、導体部品 46 の z 方向に沿った長さが長くなるほど、共振周波数が大きくなる。導体部品 46 は、z 方向に沿った長さが共振器 10 より高くなると、単位長さの増加量当たりの共振周波数の変化量が小さくなる。

[0082] 複数の実施形態において、共振器 10 は、1 または複数の誘電体部品 47 を含みうる。誘電体部品 47 は、z 方向において第 3 導体 40 と対向する。誘電体部品 47 は、第 3 導体 40 と対向する部位の少なくとも一部において、電導体を含まず、かつ大気より誘電率の大きい物体である。共振器 10 は、z 方向において誘電体部品 47 が対向することで、共振周波数が低くなる。共振器 10 は、誘電体部品 47 との z 方向に沿った距離が短くなるほど、共振周波数が低くなる。共振器 10 は、第 3 導体 40 と誘電体部品 47 とが対向する面積が大きくなるほど、共振周波数が低くなる。

[0083] 図 1 ~ 5 は、複数の実施形態の一例である共振器 10 を示す図である。図 1 は、共振器 10 の概略図である。図 2 は、z 方向から x y 平面を平面視した図である。図 3 A は、図 2 に示した ||| a - ||| a 線に沿った断面図である。図 3 B は、図 2 に示した ||| b - ||| b 線に沿った断面図であ

る。図4は、図3Aおよび図3Bに示した $|V-V|$ 線に沿った断面図である。図5は、複数の実施形態の一例である単位構造体10Xを示す概念図である。

[0084] 図1～5に示した共振器10において、第1導体層41は、第1単位共振器41Xとしてパッチ型の共振器を含む。第2導体層42は、第2単位共振器42Xとしてパッチ型の共振器を含む。単位共振器40Xは、1つの第1単位共振器41Xと、4つの第2部分共振器42Yとを含む。単位構造体10Xは、単位共振器40Xと、単位共振器40Xとz方向に重なる基体20の一部および第4導体50の一部とを含む。

[0085] 図6～9は、複数の実施形態の一例である共振器6-10を示す図である。図6は、共振器6-10の概略図である。図7は、z方向からxy平面を平面視した図である。図8Aは、図7に示した $V|||a-V|||a$ 線に沿った断面図である。図8Bは、図7に示した $V|||b-V|||b$ 線に沿った断面図である。図9は、図8Aおよび図8Bに示した $|X-X|$ 線に沿った断面図である。

[0086] 共振器6-10において、第1導体層6-41は、第1単位共振器6-41Xとしてスロット型の共振器を含む。第2導体層6-42は、第2単位共振器6-42Xとしてスロット型の共振器を含む。単位共振器6-40Xは、1つの第1単位共振器6-41Xと、4つの第2部分共振器6-42Yとを含む。単位構造体6-10Xは、単位共振器6-40Xと、単位共振器6-40Xとz方向に重なる基体6-20の一部および第4導体6-50の一部とを含む。

[0087] 図10～13は、複数の実施形態の一例である共振器10-10を示す図である。図10は、共振器10-10の概略図である。図11は、z方向からxy平面を平面視した図である。図12Aは、図11に示した $X|||a-X|||a$ 線に沿った断面図である。図12Bは、図11に示した $X|||b-X|||b$ 線に沿った断面図である。図13は、図12Aおよび図12Bに示した $X|||a-X|||a$ 線に沿った断面図である。

[0088] 共振器 10-10 において、第 1 導体層 10-41 は、第 1 単位共振器 10-41X としてパッチ型の共振器を含む。第 2 導体層 10-42 は、第 2 単位共振器 10-42X としてスロット型の共振器を含む。単位共振器 10-40X は、1 つの第 1 単位共振器 10-41X と、4 つの第 2 部分共振器 10-42Y とを含む。単位構造体 10-10X は、単位共振器 10-40X と、単位共振器 10-40X と z 方向に重なる基体 10-20 の一部および第 4 導体 10-50 の一部とを含む。

[0089] 図 14~17 は、複数の実施形態の一例である共振器 14-10 を示す図である。図 14 は、共振器 14-10 の概略図である。図 15 は、z 方向から xy 平面を平面視した図である。図 16A は、図 15 に示した XV | a - XV | a 線に沿った断面図である。図 16B は、図 15 に示した XV | b - XV | b 線に沿った断面図である。図 17 は、図 16A および図 16B に示した XV | | - XV | | 線に沿った断面図である。

[0090] 共振器 14-10 において、第 1 導体層 14-41 は、第 1 単位共振器 14-41X としてスロット型の共振器を含む。第 2 導体層 14-42 は、第 2 単位共振器 14-42X としてパッチ型の共振器を含む。単位共振器 14-40X は、1 つの第 1 単位共振器 14-41X と、4 つの第 2 部分共振器 14-42Y とを含む。単位構造体 14-10X は、単位共振器 14-40X と、単位共振器 14-40X と z 方向に重なる基体 14-20 の一部および第 4 導体 14-50 の一部とを含む。

[0091] 図 1~17 に示した共振器 10 は一例である。共振器 10 の構成は、図 1~17 に示した構成に限定されない。図 18 は、他の構成の対導体 18-30 を含む共振器 18-10 を示す図である。図 19A は、図 18 に示した X | X a - X | X a 線に沿った断面図である。図 19B は、図 18 に示した X | X b - X | X b 線に沿った断面図である。

[0092] 図 1~19 に示した基体 20 は一例である。基体 20 の構成は、図 1~19 に示した構成に限定されない。基体 20-20 は、図 20 に示したように、内部に空洞 20a を含みうる。z 方向において、空洞 20a は、第 3 導体

20-40と第4導体20-50との間に位置する。空洞20aの誘電率は、基体20-20の誘電率に比べて低い。基体20-20は、空洞20aを有することで、第3導体20-40と第4導体20-50との電磁気的な距離を短くできる。

[0093] 基体21-20は、図21に示したように、複数の部材を含みうる。基体21-20は、第1基体21-21、第2基体21-22、および接続体21-23を含みうる。第1基体21-21および第2基体21-22は、接続体21-23を介して機械的に接続されうる。接続体21-23は、内部に第6導体303を含みうる。第6導体303は、第4導体21-301または第5導体21-302と電氣的に接続されるように構成されている。第6導体303は、第4導体21-301および第5導体21-302と合わせて第1導体21-31または第2導体21-32となる。

[0094] 図1~21に示した対導体30は一例である。対導体30の構成は、図1~21に示した構成に限定されない。図22A~228は、他の構成の対導体30を含む共振器10を示す図である。図22A~22Cは、図19Aに相当する断面図である。図22Aに示すように、第5導体層22A-301の数は、適宜変更しうる。図22Bに示すように、第5導体層22B-301は、基体22B-20の上に位置しなくてよい。図22Cに示すように、第5導体層22C-301は、基体22C-20の中に位置しなくてよい。

[0095] 図23は、図18に相当する平面図である。図23に示すように、共振器23-10は、第5導体23-302を単位共振器23-40Xの境界から離しうる。図24は、図18に相当する平面図である。図24に示すように、第1導体24-31および第2導体24-32は、対となる第1導体24-31側または第2導体24-32側に出る凸部を有しうる。このような共振器10は、例えば、凹部を有する基体20に金属ペーストを塗布して硬化することで形成しうる。図18~23に示した例では、凹部が円形をしている。凹部の形状は、円形に限られず、角が丸い多角形、および楕円であってよい。

[0096] 図25は、図18に相当する平面図である。図25に示すように、基体25-20は、凹部を有する。図25に示すように、第1導体25-31および第2導体25-32は、x方向における外面から内側に窪む凹部を有している。図25に示すように、第1導体25-31および第2導体25-32は、基体25-20の表面に沿って広がっている。このような共振器25-10は、例えば、凹部を有する基体25-20に微細な金属材料を吹き付けることで形成する。

[0097] 図26は、図18に相当する平面図である。図26に示すように、基体26-20は、凹部を有する。図26に示すように、第1導体26-31および第2導体26-32は、x方向における外面から内側に窪む凹部を有している。図26に示すように、第1導体26-31および第2導体26-32は、基体26-20の凹部に沿って広がっている。このような共振器26-10は、例えば、スルーホール導体のならびに沿ってマザー基板を分割することで製造する。かかる第1導体26-31および第2導体26-32は、端面スルーホールなどと称する。

[0098] 図27は、図18に相当する平面図である。図27に示すように、基体27-20は、凹部を有する。図27に示すように、第1導体27-31および第2導体27-32は、x方向における外面から内側に窪む凹部を有している。このような共振器27-10は、例えば、スルーホール導体のならびに沿ってマザー基板を分割することで製造する。かかる第1導体27-31および第2導体27-32は、端面スルーホールなどと称する。図24~27に示した例では、凹部が半円形をしている。凹部の形状は、半円形に限られず、角が丸い多角形の一部、および楕円の弧の一部であってよい。例えば、楕円の長軸方向に沿った一部を利用することで、端面スルーホールは、少ない数でyz平面の面積を大きくすることができる。

[0099] 図28は、図18に相当する平面図である。図28に示すように、第1導体28-31および第2導体28-32は、x方向における長さが、基体28-20に比べて短くてよい。第1導体28-31および第2導体28-3

2の構成はこれらに限られない。図28に示した例では、対導体のx方向における長さが異なるが、同じとしうる。対導体30は、一方または両方のx方向における長さが第3導体40に比べて短くてよい。x方向における長さが基体20に比べて短い対導体30は、図18～図27に示した構造としうる。x方向における長さが第3導体40に比べて短い対導体30は、図18～図27に示した構造としうる。対導体30は、互いに異なる構成と成りうる。例えば、一方の対導体30は、第5導体層301および第5導体302を含み、他方の対導体30は、端面スルーホールであってよい。

[0100] 図1～28に示した第3導体40は一例である。第3導体40の構成は、図1～28に示した構成に限定されない。単位共振器40X、第1単位共振器41X、および第2単位共振器42Xは、方形に限られない。単位共振器40X、第1単位共振器41X、および第2単位共振器42Xは、単位共振器40X等と称しうる。例えば、単位共振器40X等は、図29Aに示すように、三角形であってよく、図29Bに示すように六角形であってよい。単位共振器30-40X等の各辺は、図30に示すように、x方向およびy方向と異なる方向に延びうる。第3導体30-40は、第2導体層30-42が基体30-20の上に位置し、第1導体層30-41が基体30-20の中に位置しうる。第3導体30-40は、第2導体層30-42が第1導体層30-41より第4導体30-50から遠くに位置しうる。

[0101] 図1～30に示した第3導体40は一例である。第3導体40の構成は、図1～30に示した構成に限定されない。第3導体40を含む共振器は、ライン型の共振器401であってよい。図31Aに示したのは、ミアンダライン型の共振器401である。図31Bに示したのは、スパイラル型の共振器31B-401である。第3導体40の含む共振器は、スロット型の共振器402であってよい。スロット型の共振器402は、1つまたは複数の第7導体403を開口内に有しうる。開口内の第7導体403は、一端が解放され、他端が開口を規定する導体に電氣的に接続されるように構成されている。図31Cに示した単位スロットは、5つの第7導体403が開口内に位置

する。単位スロットは、第7導体403によってミアンダラインに相当する形となる。図31Dに示した単位スロットは、1つの第7導体31D-403が開口内に位置する。単位スロットは、第7導体31D-403によってスパイラルに相当する形となる。

[0102] 図1～31に示した共振器10の構成は一例である。共振器10の構成は、図1～31に示した構成に限定されない。例えば、共振器10の対導体30は、3以上含むうる。例えば、1つの対導体30は、2つの対導体30とx方向において対向しうる。当該2つの対導体30は、当該対導体30との距離が異なる。例えば、共振器10は、二対の対導体30を含むうる。二対の対導体30は、各対の距離、および各対の長さが異なりうる。共振器10は、5以上の第1導体を含むうる。共振器10の単位構造体10Xは、y方向において、他の単位構造体10Xと並びうる。共振器10の単位構造体10Xは、x方向において、対導体30を介さずに他の単位構造体10Xと並びうる。図32A～34Dは、共振器10の例を示す図である。図32A～34Dに示す共振器10では、単位構造体10Xの単位共振器40Xを正方形で示すが、これに限られない。

[0103] 図1～34に示した共振器10の構成は一例である。共振器10の構成は、図1～34に示した構成に限定されない。図35は、z方向からxy平面を平面視した図である。図36Aは、図35に示したXXXV|a-XXXV|a線に沿った断面図である。図36Bは、図35に示したXXXV|b-XXXV|b線に沿った断面図である。

[0104] 共振器35-10において、第1導体層35-41は、第1単位共振器35-41Xとしてパッチ型の共振器の半分を含む。第2導体層35-42は、第2単位共振器35-42Xとしてパッチ型の共振器の半分を含む。単位共振器35-40Xは、1つの第1部分共振器35-41Yと、1つの第2部分共振器35-42Yとを含む。単位構造体35-10Xは、単位共振器35-40Xと、単位共振器35-40Xとz方向に重なる基体35-20の一部および第4導体35-50の一部とを含む。共振器35-10は、3

つの単位共振器 35-40X が x 方向に並んでいる。3つの単位共振器 35-40X に含まれる第1単位導体 35-411 および第2単位導体 35-421 は、1つの電流路 35-401 となっている。

[0105] 図37は、図35に示した共振器 35-10の他の例を示す。図37に示した共振器 37-10は、共振器 35-10と比較してx方向に長い。共振器 10の寸法は、共振器 37-10に限定されず、適宜変更しうる。共振器 37-10において、第1接続導体 37-413は、x方向の長さが第1浮遊導体 37-414と異なる。共振器 37-10において、第1接続導体 37-413は、x方向の長さが第1浮遊導体 37-414より短い。図38は、共振器 35-10の他の例を示す。図38に示した共振器 38-10は、第3導体 38-40のx方向の長さが異なる。共振器 38-10において、第1接続導体 38-413は、x方向の長さが第1浮遊導体 38-414より長い。

[0106] 図39は、共振器 10の他の例を示す。図39は、図37に示した共振器 37-10の他の例を示す。複数の実施形態において、共振器 10は、x方向に並ぶ複数の第1単位導体 411 および第2単位導体 421 が容量的に結合するように構成されている。共振器 10は、一方から他方に電流が流れない、2つの電流路 401 が y 方向に並びうる。

[0107] 図40は、共振器 10の他の例を示す。図40は、図39に示した共振器 39-10の他の例を示す。複数の実施形態において、共振器 10は、第1導体 31に接続される導電体の数と、第2導体 32に接続される導電体の数とが異なりうる。図40の共振器 40-10において、1つの第1接続導体 40-413は、2つの第2浮遊導体 40-424と容量的に結合するように構成されている。図40の共振器 40-10において、2つの第2接続導体 40-423は、1つの第1浮遊導体 40-414と容量的に結合するように構成されている。複数の実施形態において、第1単位導体 411の数は、当該第1単位導体 411に容量結合する第2単位導体 421の数と異なりうる。

[0108] 図41は、図39に示した共振器39-10の他の例を示す。複数の実施形態において、第1単位導体411は、x方向における第1端部において容量結合する第2単位導体421の数と、x方向における第2端部において容量結合する第2単位導体421の数が異なりうる。図41の共振器41-10において、1つの第2浮遊導体41-424は、x方向における第1端部に2つの第1接続導体41-413が容量結合し、第2端部に3つの第2浮遊導体41-424が容量結合するように構成されている。複数の実施形態において、y方向に並ぶ複数の導電体は、y方向における長さが異なりうる。図41の共振器41-10において、y方向に並ぶ3つの第1浮遊導体41-414は、y方向における長さが異なる。

[0109] 図42は、共振器10の他の例を示す。図43は、図42に示したXLII-LII-XLIII線に沿った断面図である。図42、43に示した共振器42-10において、第1導体層42-41は、第1単位共振器42-41Xとしてパッチ型の共振器の半分を含む。第2導体層42-42は、第2単位共振器42-42Xとしてパッチ型の共振器の半分を含む。単位共振器42-40Xは、1つの第1部分共振器42-41Yと、1つの第2部分共振器42-42Yとを含む。単位構造体42-10Xは、単位共振器42-40Xと、単位共振器42-40Xとz方向に重なる基体42-20の一部および第4導体42-50の一部とを含む。図42に示した共振器42-10は、1つの単位共振器42-40Xがx方向に延びている。

[0110] 図44は、共振器10の他の例を示す。図45は、図44に示したXLV-XLV線に沿った断面図である。図44、45に示した共振器44-10において、第3導体44-40は、第1接続導体44-413のみを含む。第1接続導体44-413は、xy平面において第1導体44-31と対向する。第1接続導体44-413は、第1導体44-31と容量的に結合するように構成されている。

[0111] 図46は、共振器10の他の例を示す。図47は、図46に示したXLVI-LVI線に沿った断面図である。図46、47に示した共振器4

6-10において、第3導体46-40は、第1導体層46-41および第2導体層46-42を有する。第1導体層46-41は、1つの第1浮遊導体46-414を有する。第2導体層46-42は、2つの第2接続導体46-423を有する。当該第1導体層46-41は、 xy 平面において対導体46-30と対向する。2つの第2接続導体46-423は、1つの第1浮遊導体46-414と z 方向に重なっている。1つの第1浮遊導体46-414は、2つの第2接続導体46-423と容量的に結合するように構成されている。

[0112] 図48は、共振器10の他の例を示す。図49は、図48に示した $XLIX-LIX$ 線に沿った断面図である。図48、49に示した共振器48-10において、第3導体40は、第1浮遊導体48-414のみを含む。第1浮遊導体48-414は、 xy 平面において対導体48-30と対向する。第1浮遊導体48-413は、対導体48-30と容量的に結合するように構成されている。

[0113] 図50は、共振器10の他の例を示す。図51は、図50に示した $LIL-LIL$ 線に沿った断面図である。図50、51に示した共振器50-10は、図42、43に示した共振器42-10と第4導体50の構成が異なる。共振器50-10は、第4導体50-50と、基準電位層51とを備える。基準電位層51は、共振器50-10を備える機器のグラウンドに電氣的に接続されるように構成されている。基準電位層51は、第4導体50-50を介して第3導体50-40と対向している。第4導体50-50は、第3導体50-40と基準電位層51との間に位置する。基準電位層51と第4導体50-50との間隔は、第3導体40と第4導体50との間隔に比べて狭い。

[0114] 図52は、共振器10の他の例を示す。図53は、図52に示した $LIL-LIL-LIL-LIL$ 線に沿った断面図である。共振器52-10は、第4導体52-50と、基準電位層52-51とを備える。基準電位層52-51は、共振器52-10を備える機器のグラウンドに電氣的に接続されるように構成

されている。第4導体52-50は、共振器を備える。第4導体52-50は、第3導体層52および第4導体層53を含む。第3導体層52および第4導体層53は、容量結合するように構成されている。第3導体層52および第4導体層53は、z方向に対向する。第3導体層52および第4導体層53の距離は、第4導体層53と基準電位層52-51との距離に比べて短い。第3導体層52および第4導体層53の距離は、第4導体52-50と基準電位層52-51との距離に比べて短い。第3導体52-40は、1つの導体層となっている。

[0115] 図54は、図53に示した共振器53-10の他の例を示す。図54の共振器54-10は、第3導体54-40と、第4導体54-50と、基準電位層54-51とを備える。第3導体54-40は、第1導体層54-41および第2導体層54-42を含む。第1導体層54-41は、第1接続導体54-413を含む。第2導体層54-42は、第2接続導体54-423を含む。第1接続導体54-413は、第2接続導体54-423と容量的に結合される。基準電位層54-51は、共振器54-10を備える機器のグラウンドに電氣的に接続されるように構成されている。第4導体54-50は、第3導体層54-52および第4導体層54-53を含む。第3導体層54-52および第4導体層54-53は、容量結合するように構成されている。第3導体層54-52および第4導体層54-53は、z方向に対向する。第3導体層54-52および第4導体層54-53の距離は、第4導体層54-53と基準電位層54-51との距離に比べて短い。第3導体層54-52および第4導体層54-53の距離は、第4導体54-50と基準電位層54-51との距離に比べて短い。

[0116] 図55は、共振器10の他の例を示す。図56Aは、図55に示したLV1a-LV1a線に沿った断面図である。図56Bは、図55に示したLV1b-LV1b線に沿った断面図である。図55に示した共振器55-10において、第1導体層55-41は、4つの第1浮遊導体55-414を有する。第1導体層55-41は、第1接続導体55-413を有していない

。共振器 55-10 において、第 2 導体層 55-42 は、6 つの第 2 接続導体 55-423 と、3 つの第 2 浮遊導体 55-424 とを有する。2 つの第 2 接続導体 55-423 の各々は、2 つの第 1 浮遊導体 55-414 と容量的に結合するように構成されている。1 つの第 2 浮遊導体 55-424 は、4 つの第 1 浮遊導体 55-414 と容量的に結合するように構成されている。2 つの第 2 浮遊導体 55-424 は、2 つの第 1 浮遊導体 55-414 と容量的に結合するように構成されている。

[0117] 図 57 は、図 55 に示した共振器 55-10 の他の例を示す図である。図 57 の共振器 57-10 は、第 2 導体層 57-42 の大きさが共振器 55-10 の第 2 導体層 55-42 の大きさと異なる。図 57 に示した共振器 57-10 は、第 2 浮遊導体 57-424 の x 方向に沿った長さが第 2 接続導体 57-423 の x 方向に沿った長さより短い。

[0118] 図 58 は、図 55 に示した共振器 55-10 の他の例を示す図である。図 58 の共振器 58-10 は、第 2 導体層 58-42 の大きさが共振器 55-10 の第 2 導体層 55-42 の大きさと異なる。共振器 58-10 において、複数の第 2 単位導体 58-421 の各々は、第 1 面積が異なる。図 58 に示した共振器 58-10 において、複数の第 2 単位導体 58-421 の各々は、x 方向における長さが異なる。図 58 に示した共振器 58-10 において、複数の第 2 単位導体 58-421 の各々は、y 方向における長さが異なる。図 58 において、複数の第 2 単位導体 58-421 は、第 1 面積、長さ、および幅が互いに異なるがこれに限られない。図 58 において、複数の第 2 単位導体 58-421 は、第 1 面積、長さ、および幅の一部が互いに異なりうる。複数の第 2 単位導体 58-421 は、第 1 面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに一致しうる。複数の第 2 単位導体 58-421 は、第 1 面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに異なりうる。複数の第 2 単位導体 58-421 は、第 1 面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに一致しうる。複数の第 2 単位導体 58-421 の一部は、第 1 面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに一致しうる。

- [0119] 図58に示した共振器58-10において、y方向に並ぶ複数の第2接続導体58-423は、第1面積が互いに異なる。図58に示した共振器58-10において、y方向に並ぶ複数の第2接続導体58-423は、x方向における長さが互いに異なる。図58に示した共振器58-10において、y方向に並ぶ複数の第2接続導体58-423は、y方向における長さが互いに異なる。図58において、複数の第2接続導体58-423は、第1面積、長さ、および幅が互いに異なるがこれに限られない。図58において、複数の第2接続導体58-423は、第1面積、長さ、および幅の一部が互いに異なりうる。複数の第2接続導体58-423は、第1面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに一致しうる。複数の第2接続導体58-423は、第1面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに異なりうる。複数の第2接続導体58-423は、第1面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに一致しうる。複数の第2接続導体58-423の一部は、第1面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに一致しうる。
- [0120] 共振器58-10において、y方向に並ぶ複数の第2浮遊導体58-424は、第1面積が互いに異なる。共振器58-10において、y方向に並ぶ複数の第2浮遊導体58-424は、x方向における長さが互いに異なる。共振器58-10において、y方向に並ぶ複数の第2浮遊導体58-424は、y方向における長さが互いに異なる。複数の第2浮遊導体58-424は、第1面積、長さ、および幅が互いに異なるがこれに限られない。複数の第2浮遊導体58-424は、第1面積、長さ、および幅の一部が互いに異なりうる。複数の第2浮遊導体58-424は、第1面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに一致しうる。複数の第2浮遊導体58-424は、第1面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに異なりうる。複数の第2浮遊導体58-424は、第1面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに一致しうる。複数の第2浮遊導体58-424の一部は、第1面積、長さ、および幅の一部または全てが互いに一致しうる。
- [0121] 図59は、図57に示した共振器57-10の他の例を示す図である。図

59の共振器59-10は、第1単位導体59-411のy方向における間隔が共振器57-10の第1単位導体57-411のy方向における間隔と異なる。共振器59-10は、x方向における第1単位導体59-411の間隔に比べて、y方向における第1単位導体59-411の間隔が小さい。共振器59-10は、対導体59-30が電気壁として機能しうするため、電流がx方向に流れうる。当該共振器59-10において、第3導体59-40をy方向に流れる電流は、無視しうる。第1単位導体59-411のy方向の間隔は、第1単位導体59-411のx方向における間隔に比べて短くしうる。第1単位導体59-411のy方向の間隔を短くすることで、第1単位導体59-411の面積が大きくなりうる。

[0122] 図60~62は、共振器10の他の例を示す図である。これらの共振器10は、インピーダンス素子45を有する。インピーダンス素子45が接続する単位導体は、図60~62に示した例に限られない。図60~62に示したインピーダンス素子45は、一部を省略しうる。インピーダンス素子45は、キャパシタンス特性を取りうる。インピーダンス素子45は、インダクタンス特性を取りうる。インピーダンス素子45は、機械的または電氣的な可変素子でありうる。インピーダンス素子45は、1つの層にある異なる2つの導体を接続しうる。

[0123] 図63は、共振器10の他の例を示す平面視図である。共振器63-10は、導体部品46を有している。導体部品46を有する共振器63-10は、この構造に限られない。共振器10は、y方向における一方側に複数の導体部品46を有しうる。共振器10は、y方向における両側に1または複数の導体部品46を有しうる。

[0124] 図64は、共振器10の他の例を示す断面図である。共振器64-10は、誘電体部品47を有している。共振器64-10は、z方向において、第3導体64-40に誘電体部品47が重なっている。誘電体部品47を有する共振器64-10は、この構造に限られない。共振器10は、第3導体40の一部のみに誘電体部品47が重なりうる。

- [0125] アンテナは、電磁波を放射する機能、および電磁波を受信する機能の少なくとも一方を有する。本開示のアンテナは、第1アンテナ60および第2アンテナ70を含むが、これらに限られない。
- [0126] 第1アンテナ60は、基体20、対導体30、第3導体40、第4導体50、第1給電線61を備える。一例において、第1アンテナ60は、基体20の上に第3基体24を有する。第3基体24は、基体20と異なる組成としうる。第3基体24は、第3導体40の上に位置しうる。図65～78は、複数の実施形態の一例である第1アンテナ60を示す図である。
- [0127] 第1給電線61は、人工磁気壁として周期的に並ぶ共振器の少なくとも1つに給電するように構成されている。複数の共振器に給電する場合、第1アンテナ60は、複数の第1給電線を有しうる。第1給電線61は、人工磁気壁として周期的に並ぶ共振器のいずれかに電磁氣的に接続されうる。第1給電線61は、人工磁気壁として周期的に並ぶ共振器から電気壁として観える一对の導体のいずれかに電磁氣的に接続されうる。
- [0128] 第1給電線61は、第1導体31、第2導体32、および第3導体40の少なくとも1つに給電するように構成されている。第1導体31、第2導体32、および第3導体40の複数の部分に給電する場合、第1アンテナ60は、複数の第1給電線を有しうる。第1給電線61は、第1導体31、第2導体32、および第3導体40のいずれかに電磁氣的に接続されうる。第1アンテナ60が第4導体50の他に基準電位層51を備える場合、第1給電線61は、第1導体31、第2導体32、第3導体40、および第4導体50のいずれかに電磁氣的に接続されうる。第1給電線61は、対導体30のうち、第5導体層301および第5導体302のいずれかに電氣的に接続されうる。第1給電線61の一部は、第5導体層301と一体としうる。
- [0129] 第1給電線61は、第3導体40に電磁氣的に接続されうる。例えば、第1給電線61は、第1単位共振器41Xの1つに電磁氣的に接続されうる。例えば、第1給電線61は、第2単位共振器42Xの1つに電磁氣的に接続されうる。第1給電線61は、第3導体40の単位導体に対して、x方向に

おける中央と異なる点で電磁氣的に接続されうる。第1給電線61は、一実施形態において、第3導体40に含まれる少なくとも1つの共振器に電力を供給するように構成されている。第1給電線61は、一実施形態において、第3導体40に含まれる少なくとも1つの共振器からの電力を外部に給電するように構成されている。第1給電線61は、少なくとも一部が基体20の中に位置しうる。第1給電線61は、基体20の2つのzx面、2つのyz面、および2つのxy面のいずれかから外部に臨みうる。

[0130] 第1給電線61は、z方向の順方向および逆方向から第3導体40に対して接しうる。第4導体50は、第1給電線61の周囲で省略しうる。第1給電線61は、第4導体50の開口を通じて、第3導体40に電磁氣的に接続しうる。第1導体層41は、第1給電線61の周囲で省略しうる。第1給電線61は、第1導体層41の開口を通じて、第2導体層42に接続しうる。第1給電線61は、xy平面に沿って第3導体40に対して接しうる。対導体30は、第1給電線61の周囲で省略しうる。第1給電線61は、対導体30の開口を通じて、第3導体40に接続しうる。第1給電線61は、第3導体40の単位導体に対して、当該単位導体の中心部から離れて接続されうる。

[0131] 図65は、第1アンテナ60をz方向からxy平面を平面視した図である。図66は、図65に示したLX|V-LX|V線に沿った断面図である。図65、66に示した第1アンテナ60は、第3導体65-40の上に第3基体65-24を有する。第3基体65-24は、第1導体層65-41の上に開口を有する。第1給電線61は、第3基体65-24の開口を介して第1導体層65-41に電氣的に接続されうる。

[0132] 図67は、第1アンテナ60をz方向からxy平面を平面視した図である。図68は、図67に示したLXV|||LXV|||線に沿った断面図である。図67、68に示した第1アンテナ67-60において、第1給電線67-61の一部は、基体67-20の上に位置する。第1給電線67-61は、xy平面内にて第3導体67-40と接続しうる。第1給電線67

− 6 1 は、 $x y$ 平面内にて第 1 導体層 6 7 − 4 1 と接続しうる。一実施形態において、第 1 給電線 6 1 は、第 2 導体層 4 2 と $x y$ 平面に接続しうる。

[0133] 図 6 9 は、第 1 アンテナ 6 0 を z 方向から $x y$ 平面を平面視した図である。図 7 0 は、図 6 9 に示した $L X X - L X X$ 線に沿った断面図である。図 6 9, 7 0 に示した第 1 アンテナ 6 0 において、第 1 給電線 6 9 − 6 1 は、基体 6 9 − 2 0 の中に位置する。第 1 給電線 6 9 − 6 1 は、 z 方向における逆方向から第 3 導体 6 9 − 4 0 に接続しうる。第 4 導体 6 9 − 5 0 は、開口を有しうる。第 4 導体 6 9 − 5 0 は、第 3 導体 6 9 − 4 0 と z 方向において重なる位置に開口を有しうる。第 1 給電線 6 9 − 6 1 は、開口を介して基体 2 0 の外部に臨みうる。

[0134] 図 7 1 は、第 1 アンテナ 6 0 を x 方向から $y z$ 面を見た断面図である。対導体 7 1 − 3 0 は、開口を有しうる。第 1 給電線 7 1 − 6 1 は、開口を介して基体 7 1 − 2 0 の外部に臨みうる。

[0135] 第 1 アンテナ 6 0 が放射する電磁波は、第 1 平面において、 y 方向の偏波成分より x 方向の偏波成分が大きい。 x 方向の偏波成分は、 z 方向から金属板が第 4 導体 5 0 に近づいた際に、水平偏波成分より減衰が小さい。第 1 アンテナ 6 0 は、外部から金属板が近づいた際の放射効率を維持しうる。

[0136] 図 7 2 は、第 1 アンテナ 6 0 の他の例を示す。図 7 3 は、図 7 2 に示した $L X X | | | - L X X | | |$ 線に沿った断面図である。図 7 4 は、第 1 アンテナ 6 0 の他の例を示す。図 7 5 は、図 7 4 に示した $L X X V - L X X V$ 線に沿った断面図である。図 7 6 は、第 1 アンテナ 6 0 の他の例を示す。図 7 7 A は、図 7 6 に示した $L X X V | | a - L X X V | | a$ 線に沿った断面図である。図 7 7 B は、図 7 6 に示した $L X X V | | b - L X X V | | b$ 線に沿った断面図である。図 7 8 は、第 1 アンテナ 6 0 の他の例を示す。図 7 8 に示した第 1 アンテナ 7 8 − 6 0 は、インピーダンス素子 7 8 − 4 5 を有している。

[0137] 第 1 アンテナ 6 0 は、インピーダンス素子 4 5 によって、動作周波数を変更することができる。第 1 アンテナ 6 0 は、第 1 給電線 6 1 に接続される第

1 給電導体 4 1 5 と、第 1 給電線 6 1 に接続されない第 1 単位導体 4 1 1 とを含む。インピーダンス整合は、第 1 給電導体 4 1 5 と他の導電体とにインピーダンス素子 4 5 が接続されると変化する。第 1 アンテナ 6 0 は、インピーダンス素子 4 5 によって第 1 給電導体 4 1 5 と他の導電体とを接続することで、インピーダンスの整合を調整できる。第 1 アンテナ 6 0 において、インピーダンス素子 4 5 は、インピーダンス整合を調整するために、第 1 給電導体 4 1 5 と他の導電体との間に挿入されうる。第 1 アンテナ 6 0 において、インピーダンス素子 4 5 は、動作周波数を調整するために、第 1 給電線 6 1 に接続されない 2 つの第 1 単位導体 4 1 1 の間に挿入されうる。第 1 アンテナ 6 0 において、インピーダンス素子 4 5 は、動作周波数を調整するために、第 1 給電線 6 1 に接続されない第 1 単位導体 4 1 1 と、対導体 3 0 の何れかとの間に挿入されうる。

[0138] 第 2 アンテナ 7 0 は、基体 2 0、対導体 3 0、第 3 導体 4 0、第 4 導体 5 0、第 2 給電層 7 1、および第 2 給電線 7 2 を備える。一例において、第 3 導体 4 0 は、基体 2 0 の中に位置する。一例において、第 2 アンテナ 7 0 は、基体 2 0 の上に第 3 基体 2 4 を有する。第 3 基体 2 4 は、基体 2 0 と異なる組成としうる。第 3 基体 2 4 は、第 3 導体 4 0 の上に位置しうる。第 3 基体 2 4 は、第 2 給電層 7 1 の上に位置しうる。

[0139] 第 2 給電層 7 1 は、第 3 導体 4 0 の上方に間を空けて位置する。第 2 給電層 7 1 と第 3 導体 4 0 との間に、基体 2 0、または第 3 基体 2 4 が位置しうる。第 2 給電層 7 1 は、ライン型、パッチ型、およびスロット型の共振器を含む。第 2 給電層 7 1 は、アンテナ素子と云いうる。一例において、第 2 給電層 7 1 は、第 3 導体 4 0 と電磁氣的に結合しうる。第 2 給電層 7 1 の共振周波数は、第 3 導体 4 0 との電磁氣的な結合によって、単独の共振周波数から変化する。一例において、第 2 給電層 7 1 は、第 2 給電線 7 2 からの電力の伝送を受けて、第 3 導体 4 0 と共に共振するように構成されている。一例において、第 2 給電層 7 1 は、第 2 給電線 7 2 からの電力の伝送を受けて、第 3 導体 4 0 と共に共振するように構成されている。

- [0140] 第2給電線72は、第2給電層71に電氣的に接続されるように構成されている。一実施形態において、第2給電線72は、第2給電層71に電力を伝送するように構成されている。一実施形態において、第2給電線72は、第2給電層71からの電力を外部に伝送するように構成されている。
- [0141] 図79は、第2アンテナ70をz方向からxy平面を平面視した図である。図80は、図79に示したLXXX-LXXX線に沿った断面図である。図79、80に示した第2アンテナ70において、第3導体79-40は、基体79-20の中に位置する。第2給電層71は、基体79-20の上に位置する。第2給電層71は、単位構造体79-10Xとz方向に重なって位置する。第2給電線72は、基体79-20の上に位置する。第2給電線72は、xy平面において第2給電層71に電磁氣的に接続されうる。
- [0142] 本開示の無線通信モジュールは、複数の実施形態の一例として無線通信モジュール80を含む。図81は、無線通信モジュール80のブロック構造図である。図82は、無線通信モジュール80の概略構成図である。無線通信モジュール80は、第1アンテナ60、回路基板81、RFモジュール82を備える。無線通信モジュール80は、第1アンテナ60に代えて第2アンテナ70を備えうる。
- [0143] 第1アンテナ60は、回路基板81の上に位置する。第1アンテナ60の第1給電線61は、回路基板81を介してRFモジュール82に電磁氣的に接続されるように構成されている。第1アンテナ60の第4導体50は、回路基板81のグラウンド導体811に電磁氣的に接続されるように構成されている。
- [0144] グラウンド導体811は、xy平面に広がりうる。グラウンド導体811は、xy平面において第4導体50より面積が広い。グラウンド導体811は、y方向において第4導体50より長い。グラウンド導体811は、x方向において第4導体50より長い。第1アンテナ60は、y方向において、グラウンド導体811の中心よりも端側に位置しうる。第1アンテナ60の中心は、xy平面においてグラウンド導体811の中心と異なりうる。第1

アンテナ60の中心は、第1導体31および第2導体32の中心と異なりうる。第1給電線61が第3導体40に接続される点は、 x - y 平面におけるグラウンド導体811の中心と異なりうる。

[0145] 第1アンテナ60は、対導体30を介して第1電流および第2電流がループするように構成されている。第1アンテナ60は、グラウンド導体811の中心より y 方向における端側に位置することで、グラウンド導体811を流れる第2電流が非対象になる。グラウンド導体811を流れる第2電流が非対象になると、第1アンテナ60およびグラウンド導体811を含むアンテナ構造体は、放射波の x 方向の偏波成分が大きくなる。放射波の x 方向の偏波成分が大きくなることで、放射波は、総合放射効率が向上しうる。

[0146] RFモジュール82は、第1アンテナ60に供給する電力を制御しうる。RFモジュール82は、ベースバンド信号を変調し、第1アンテナ60に供給するように構成されている。RFモジュール82は、第1アンテナ60で受信された電気信号をベースバンド信号に変調しうる。

[0147] 第1アンテナ60は、回路基板81側の導体によって共振周波数の変化が小さい。無線通信モジュール80は、第1アンテナ60を有することで、外部環境から受ける影響を低減しうる。

[0148] 第1アンテナ60は、回路基板81と一体構成としうる。第1アンテナ60と回路基板81とが一体構成の場合、第4導体50とグラウンド導体811とが一体構成となる。

[0149] 図83は、無線通信モジュール80の他の例を示す部分断面図である。図83に示した無線通信モジュール83-80は、導体部品83-46を有する。導体部品83-46は、回路基板83-81のグラウンド導体83-811の上に位置する。導体部品83-46は、第1アンテナ83-60と y 方向において並んでいる。導体部品83-46は、1つに限られず、複数がグラウンド導体83-811の上に位置しうる。

[0150] 図84は、無線通信モジュール80の他の例を示す部分断面図である。図84に示した無線通信モジュール84-80は、誘電体部品84-47を有

する。誘電体部品 84-47 は、回路基板 84-81 のグラウンド導体 84-811 の上に位置する。導体部品 84-46 は、第 1 アンテナ 84-60 と y 方向において並んでいる。

[0151] 本開示の無線通信機器は、複数の実施形態の一例として無線通信機器 90 を含む。図 85 は、無線通信機器 90 のブロック構造図である。図 86 は、無線通信機器 90 の平面視図である。図 86 に示した無線通信機器 90 は、構成の一部を省略している。図 87 は、無線通信機器 90 の断面図である。図 87 に示した無線通信機器 90 は、構成の一部を省略している。無線通信機器 90 は、無線通信モジュール 80、電池 91、センサ 92、メモリ 93、コントローラ 94、第 1 筐体 95、および第 2 筐体 96 を備える。無線通信機器 90 の無線通信モジュール 80 は、第 1 アンテナ 60 を有しているが、第 2 アンテナ 70 を有しうる。図 88 は、無線通信機器 90 の他の実施形態の 1 つである。無線通信機器 88-90 の有する第 1 アンテナ 88-60 は、基準電位層 88-51 を有しうる。

[0152] 電池 91 は、無線通信モジュール 80 に電力を供給するように構成されている。電池 91 は、センサ 92、メモリ 93、およびコントローラ 94 の少なくとも 1 つに電力を供給しうる。電池 91 は、1 次電池および二次電池の少なくとも一方を含みうる。電池 91 のマイナス極は、回路基板 81 のグラウンド端子に電氣的に接続される。電池 91 のマイナス極は、第 1 アンテナ 60 の第 4 導体 50 に電氣的に接続される。

[0153] センサ 92 は、例えば、速度センサ、振動センサ、加速度センサ、ジャイロセンサ、回転角センサ、角速度センサ、地磁気センサ、マグネットセンサ、温度センサ、湿度センサ、気圧センサ、光センサ、照度センサ、UV センサ、ガスセンサ、ガス濃度センサ、雰囲気センサ、レベルセンサ、匂いセンサ、圧力センサ、空気圧センサ、接点センサ、風力センサ、赤外線センサ、人感センサ、変位量センサ、画像センサ、重量センサ、煙センサ、漏液センサ、バイタルセンサ、バッテリー残量センサ、超音波センサまたは GPS (Global Positioning System) 信号の受信装置等を含んでよい。

- [0154] メモリ 93 は、例えば半導体メモリ等を含みうる。メモリ 93 は、コントローラ 94 のワークメモリとして機能しうる。メモリ 93 は、コントローラ 94 に含まれうる。メモリ 93 は、例えば、無線通信機器 90 の各機能を実現する処理内容を記述したプログラム、および無線通信機器 90 における処理に用いられる情報等を記憶する。
- [0155] コントローラ 94 は、例えばプロセッサを含みうる。コントローラ 94 は、1 以上のプロセッサを含んでよい。プロセッサは、特定のプログラムを読み込ませて特定の機能を実行する汎用のプロセッサ、および特定の処理に特化した専用のプロセッサを含んでよい。専用のプロセッサは、特定用途向け IC を含んでよい。特定用途向け IC は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) ともいう。プロセッサは、プログラマブルロジックデバイスを含んでよい。プログラマブルロジックデバイスは、PLD (Programmable Logic Device) ともいう。PLD は、FPGA (Field-Programmable Gate Array) を含んでよい。コントローラ 94 は、1 つまたは複数のプロセッサが協働する SoC (System-on-a-Chip)、および SiP (System In a Package) のいずれかであってよい。コントローラ 94 は、メモリ 93 に、各種情報、または無線通信機器 90 の各構成部を動作させるためのプログラム等を格納してよい。
- [0156] コントローラ 94 は、無線通信機器 90 から送信する送信信号を生成するように構成されている。コントローラ 94 は、例えば、センサ 92 から測定データを取得してよい。コントローラ 94 は、測定データに応じた送信信号を生成してよい。コントローラ 94 は、無線通信モジュール 80 の RF モジュール 82 にベースバンド信号を送信しうる。
- [0157] 第 1 筐体 95 および第 2 筐体 96 は、無線通信機器 90 の他のデバイスを保護するように構成されている。第 1 筐体 95 は、 x y 平面に広がりうる。第 1 筐体 95 は、他のデバイスを支えるように構成されている。第 1 筐体 95 は、無線通信モジュール 80 を支持しうる。無線通信モジュール 80 は、第 1 筐体 95 の上面 95 A の上に位置する。第 1 筐体 95 は、電池 91 を支

持しうる。電池 91 は、第 1 筐体 95 の上面 95 A の上に位置する。複数の実施形態の一例において、第 1 筐体 95 の上面 95 A の上には、無線通信モジュール 80 と、電池 91 とが x 方向に沿って並んでいる。電池 91 は、第 3 導体 40 との間に第 1 導体 31 が位置する。電池 91 は、第 3 導体 40 から観て対導体 30 の向こう側に位置する。

[0158] 第 2 筐体 96 は、他のデバイスを覆いうる。第 2 筐体 96 は、第 1 アンテナ 60 の z 方向側に位置する下面 96 A を含む。下面 96 A は、x y 平面に沿って広がる。下面 96 A は、平坦に限られず、凹凸を含みうる。第 2 筐体 96 は、第 8 導体 961 を有しうる。第 8 導体 961 は、第 2 筐体 96 の内部、外側および内側の少なくとも一方に位置する。第 8 導体 961 は、第 2 筐体 96 の上面および側面の少なくとも一方に位置する。

[0159] 第 8 導体 961 は、第 1 アンテナ 60 と対向する。第 8 導体 961 の第 1 部位 9611 は、z 方向において、第 1 アンテナ 60 と対向する。第 8 導体 961 は、第 1 部位 9611 の他に、x 方向において第 1 アンテナ 60 と対向する第 2 部位、および y 方向において第 1 アンテナと対向する第 3 部位の少なくとも一方を含みうる。第 8 導体 961 は、一部が電池 91 と対向している。

[0160] 第 8 導体 961 は、x 方向において第 1 導体 31 より外側に延びる第 1 延部 9612 を含みうる。第 8 導体 961 は、x 方向において第 2 導体 32 より外側に延びる第 2 延部 9613 を含みうる。第 1 延部 9612 は、第 1 部位 9611 と電氣的に接続しうる。第 2 延部 9613 は、第 1 部位 9611 と電氣的に接続しうる。第 8 導体 961 の第 1 延部 9612 は、z 方向において、電池 91 と対向している。第 8 導体 961 は、電池 91 と容量的に結合しうる。第 8 導体 961 は、電池 91 との間がキャパシタンスとなりうる。

[0161] 第 8 導体 961 は、第 1 アンテナ 60 の第 3 導体 40 と離隔されている。第 8 導体 961 は、第 1 アンテナ 60 の各導体と電氣的に接続されていない。第 8 導体 961 は、第 1 アンテナ 60 と離隔しうる。第 8 導体 961 は、

第1アンテナ60のいずれかの導体と電磁氣的に結合しうる。第8導体961の第1部位9611は、第1アンテナ60と電磁氣的に結合しうる。第1部位9611は、z方向から平面視したときに、第3導体40と重なりうる。第1部位9611は、第3導体40と重なることで、電磁氣的な結合による伝播が大きくなりうる。第8導体961は、第3導体40との電磁氣的な結合が相互インダクタンスとなりうる。

[0162] 第8導体961は、x方向に沿って広がっている。第8導体961は、xy平面に沿って広がっている。第8導体961の長さは、第1アンテナ60のx方向に沿った長さより長い。第8導体961のx方向に沿った長さは、第1アンテナ60のx方向に沿った長さより長い。第8導体961の長さは、無線通信機器90の動作波長 λ の $1/2$ より長くしうる。第8導体961は、y方向に沿って延びる部位を含みうる。第8導体961は、xy平面内で曲がりうる。第8導体961は、z方向に沿って延びる部位を含みうる。第8導体961は、xy平面からyz平面またはzx平面に曲がりうる。

[0163] 第8導体961を備える無線通信機器90は、第1アンテナ60および第8導体961が電磁的に結合して第3アンテナ97として機能しうる。第3アンテナ97の動作周波数 f_0 は、第1アンテナ60単独の共振周波数と異なってよい。第3アンテナ97の動作周波数 f_0 は、第8導体961単独の共振周波数より第1アンテナ60の共振周波数に近くてよい。第3アンテナ97の動作周波数 f_0 は、第1アンテナ60の共振周波数帯内にありうる。第3アンテナ97の動作周波数 f_0 は、第8導体961単独の共振周波数帯外にありうる。図89は、第3アンテナ97の他の実施形態である。第8導体89-961は、第1アンテナ89-60と一体的に構成されうる。図89は、無線通信機器90の一部の構成を省略している。図89の例において、第2筐体89-96は第8導体961を備えなくてよい。

[0164] 無線通信機器90において、第8導体961は、第3導体40に対して容量的に結合するように構成されている。第8導体961は、第4導体50に対して電磁氣的に結合するように構成されている。第3アンテナ97は、空

中において、第8導体の第1延部9612および第2延部9613を含むことにより、第1アンテナ60に比べて利得が向上する。

[0165] 図90は、無線通信機器90の他の例を示す平面視図である。図90に示した無線通信機器90-90は、導体部品90-46を有する。導体部品90-46は、回路基板90-81のグラウンド導体90-811の上に位置する。導体部品90-46は、第1アンテナ90-60とy方向において並んでいる。導体部品90-46は、1つに限られず、複数がグラウンド導体90-811の上に位置しうる。

[0166] 図91は、無線通信機器90の他の例を示す断面図である。図91に示した無線通信機器91-90は、誘電体部品91-47を有する。誘電体部品91-47は、回路基板91-81のグラウンド導体91-811の上に位置する。誘電体部品91-47は、第1アンテナ91-60とy方向において並んでいる。図91に示すように、第2筐体91-96は、一部が誘電体部品91-47として機能しうる。無線通信機器91-90は、第2筐体91-96を誘電体部品91-47としうる。

[0167] 無線通信機器90は、種々の物体の上に位置しうる。無線通信機器90は、電導体99の上に位置しうる。図92は、無線通信機器92-90の一実施形態を示す平面視図である。電導体92-99は、電気を伝える導体である。電導体92-99の材料は、金属、ハイドープの半導体、電導プラスチック、イオンを含む液体を含みうる。電導体92-99は、表面上に電気を伝えない不導体層を含みうる。電気を伝える部位と不導体層とは、共通の元素を含みうる。例えば、アルミニウムを含む電導体92-99は、表面にアルミ酸化物の不導体層を含みうる。電気を伝える部位と不導体層とは、異なる元素を含みうる。

[0168] 電導体99の形状は、平板に限られず、箱形などの立体形状を含みうる。電導体99がなす立体形状は、直方体、円柱を含む。当該立体形状は、一部が窪んだ形状、一部が貫通した形状、一部が突出した形状を含みうる。例えば、電導体99は、円環（トーラス）型としうる。電導体99は、内部に空

洞を有しうる。電導体 99 は、内部に空間を有する箱を含みうる。電導体 99 は、内部に空間を有する円筒物を含む。電導体 99 は、内部に空間を有する管を含む。電導体 99 は、パイプ (pipe)、チューブ (tube)、およびホース (hose) を含みうる。

[0169] 電導体 99 は、無線通信機器 90 を載せうる上面 99A を含む。上面 99A は、電導体 99 の全面に亘って広がりうる。上面 99A は、電導体 99 の一部としうる。上面 99A は、無線通信機器 90 より面積を広くしうる。無線通信機器 90 は、電導体 99 の上面 99A 上に置かれうる。上面 99A は、無線通信機器 90 より面積を狭くしうる。無線通信機器 90 は、電導体 99 の上面 99A 上に一部が置かれうる。無線通信機器 90 は、電導体 99 の上面 99A 上に種々の向きで置かれうる。無線通信機器 90 の向きは、任意としうる。無線通信機器 90 は、電導体 99 の上面 99A 上に固定具によって適宜固定されうる。固定具は、両面テープおよび接着剤などのように面で固定するものを含む。固定具は、ネジおよび釘などのように点で固定するものを含む。

[0170] 電導体 99 の上面 99A は、j 方向に沿って延びる部位を含みうる。j 方向に沿って延びる部位は、k 方向に沿った長さに比べて j 方向に沿った長さが長い。j 方向と k 方向とは、直交している。j 方向は、電導体 99 が長く延びる方向である。k 方向は、電導体 99 が j 方向に比べて長さが短い方向である。

[0171] 無線通信機器 90 は、電導体 99 の上面 99A 上に置かれる。第 1 アンテナ 60 は、電導体 99 と電磁氣的に結合することで、電導体 99 に電流を誘起するように構成されている。電導体 99 は、誘起された電流によって電磁波を放射するように構成されている。電導体 99 は、無線通信機器 90 が置かれることでアンテナの一部として機能するように構成されている。無線通信機器 90 は、電導体 99 によって伝搬方向が変わりうる。

[0172] 無線通信機器 90 は、x 方向が j 方向に沿うように、上面 99A 上に置かれうる。第 1 導体 31 および第 2 導体 32 が並ぶ x 方向と揃うように、無線

通信機器 90 は、電導体 99 の上面 99 A 上に置かれうる。無線通信機器 90 が電導体 99 の上に位置するとき、第 1 アンテナ 60 は、電導体 99 と電磁氣的に結合しうる。第 1 アンテナ 60 の第 4 導体 50 は、 x 方向に沿った第 2 電流が生じるように構成されている。第 1 アンテナ 60 と電磁氣的に結合する電導体 99 は、第 2 電流によって電流が誘導されるように構成されている。第 1 アンテナ 60 の x 方向と電導体 99 の j 方向とが揃うと、電導体 99 は、 j 方向に沿って流れる電流が大きくなる。第 1 アンテナ 60 の x 方向と電導体 99 の j 方向とが揃うと、電導体 99 は、誘導電流による放射が大きくなる。 j 方向に対する x 方向の角度は、45 度以下としうる。

[0173] 無線通信機器 90 のグラウンド導体 811 は、電導体 99 と離れている。無線通信機器 90 は、上面 99 A の長辺に沿った方向が、第 1 導体 31 および第 2 導体 32 が並ぶ x 方向と揃うように、上面 99 A 上に置かれうる。上面 99 A は、方形状の面の他に、菱形、円形を含みうる。電導体 99 は、菱形状の面を含みうる。この菱形状の面は、無線通信機器 90 を載せる上面 99 A としうる。無線通信機器 90 は、上面 99 A の長対角線に沿った方向が、第 1 導体 31 および第 2 導体 32 が並ぶ x 方向と揃うように、上面 99 A 上に置かれうる。上面 99 A は、平坦に限られない。上面 99 A は、凹凸を含みうる。上面 99 A は、曲面を含みうる。曲面は、線織面 (ruled surface) を含む。曲面は、柱面を含む。

[0174] 電導体 99 は、 $x y$ 平面に広がる。電導体 99 は、 y 方向に沿った長さ比べて x 方向に沿った長さを長くしうる。電導体 99 は、 y 方向に沿った長さを第 3 アンテナ 97 の動作周波数 f_c における波長 λ_c の 2 分の 1 より短くしうる。無線通信機器 90 は、電導体 99 の上に位置しうる。電導体 99 は、 z 方向において第 4 導体 50 と離れて位置する。電導体 99 は、 x 方向に沿った長さが第 4 導体 50 に比べて長い。電導体 99 は、 $x y$ 平面における面積が第 4 導体 50 より広い。電導体 99 は、 z 方向においてグラウンド導体 811 と離れて位置する。電導体 99 は、 x 方向に沿った長さがグラウンド導体 811 に比べて長い。電導体 99 は、 $x y$ 平面における面積がグラウ

ンド導体 811 より広い。

- [0175] 無線通信機器 90 は、電導体 99 が長く延びる方向に、第 1 導体 31 および第 2 導体 32 が並ぶ x 方向が揃う向きで、電導体 99 の上に置かれうる。言い換えると、無線通信機器 90 は、x y 平面において第 1 アンテナ 60 の電流が流れる方向と、電導体 99 が長く延びる方向とが揃う向きで、電導体 99 の上に置かれうる。
- [0176] 第 1 アンテナ 60 は、回路基板 81 側の導体によって共振周波数の変化が小さい。無線通信機器 90 は、第 1 アンテナ 60 を有することで、外部環境から受ける影響を低減しうる。
- [0177] 無線通信機器 90 において、グラウンド導体 811 は、電導体 99 と容量的に結合するように構成されている。無線通信機器 90 は、電導体 99 のうち第 3 アンテナ 97 より外に広がる部位を含むことにより、第 1 アンテナ 60 に比べて利得が向上する。
- [0178] 無線通信機器 90 は、 n を整数とするとき、電導体 99 の先端から $(2n - 1) \times \lambda / 4$ (動作波長 λ の 4 分の 1 の奇数倍) の位置に取り付けられうる。この位置に置かれると、電導体 99 には、電流の定在波が誘起される。電導体 99 は、誘起された定在波によって電磁波の放射源となる。無線通信機器 90 は、かかる設置によって、通信性能が向上する。
- [0179] 無線通信機器 90 は、空中での共振回路と、電導体 99 上での共振回路とが異なりうる。図 93 は、空中でなす共振構造の概略回路である。図 94 は、電導体 99 上でなす共振構造の概略回路である。L3 は共振器 10 のインダクタンスであり、L8 は第 8 導体 961 のインダクタンスであり、L9 は電導体 99 のインダクタンスであり、M は L3 と L8 の相互インダクタンスである。C3 は第 3 導体 40 のキャパシタンスであり、C4 は第 4 導体 50 のキャパシタンスであり、C8 は第 8 導体 961 のキャパシタンスであり、C8B は第 8 導体 961 と電池 91 とのキャパシタンスであり、C9 は電導体 99 とグラウンド導体 811 とキャパシタンスである。R3 は共振器 10 の放射抵抗であり、R8 は、第 8 導体 961 の放射抵抗である。共振器 10

の動作周波数は、第8導体の共振周波数より低い。無線通信機器90は、空中において、グラウンド導体811がシャーシグラウンドとして機能するように構成されている。無線通信機器90は、第4導体50が電導体99と容量的に結合するように構成されている。電導体99上において無線通信機器90は、電導体99が実質的なシャーシグラウンドとして機能するように構成されている。

[0180] 複数の実施形態において、無線通信機器90は、第8導体961を有する。この第8導体961は、第1アンテナ60と電磁氣的に結合し、かつ第4導体50と容量的に結合するように構成されている。無線通信機器90は、容量的な結合によるキャパシタンスC8Bを大きくすることで、空中から電導体99上へ置かれたときに動作周波数を高くすることができる。無線通信機器90は、電磁氣的な結合による相互インダクタンスMを大きくすることで、空中から電導体99上へ置かれたときに動作周波数を低くすることができる。無線通信機器90は、キャパシタンスC8Bと相互インダクタンスMのバランスを変えることで、空中から電導体99上へ置かれたときの動作周波数の変化を調整できる。無線通信機器90は、キャパシタンスC8Bと相互インダクタンスMのバランスを変えることで、空中から電導体99上へ置かれたときの動作周波数の変化を小さくできる。

[0181] 無線通信機器90は、第3導体40と電磁氣的に結合し、第4導体50と容量的に結合する第8導体961を有する。かかる第8導体961を有することで、無線通信機器90は、空中から電導体99上へ置かれたときの動作周波数の変化を調整できる。かかる第8導体961を有することで、無線通信機器90は、空中から電導体99上へ置かれたときの動作周波数の変化を小さくできる。

[0182] 第8導体961を含まない無線通信機器90も同様に、空中においては、グラウンド導体811がシャーシグラウンドとして機能するように構成されている。第8導体961を含まない無線通信機器90も同様に、電導体99上においては、電導体99が実質的なシャーシグラウンドとして機能するよ

うに構成されている。共振器10を含む共振構造は、シャーシグラウンドが変わっても発振可能である。基準電位層51を備える共振器10および基準電位層51を備えない共振器10が発振可能であることと対応する。

[0183] 図95は、無線通信機器90の一実施形態を示す平面視図である。電導体95-99は、貫通孔99hを含みうる。貫通孔99hは、p方向に沿って延びる部位を含みうる。貫通孔99hは、q方向に沿った長さに比べてp方向に沿った長さが長い。p方向とq方向とは、直交している。p方向は、電導体95-99が長く延びる方向である。q方向は、電導体99がp方向に比べて長さが短い方向である。r方向は、p方向およびq方向に直交する方向である。

[0184] 無線通信機器90は、x方向がp方向に沿うように、電導体99の貫通孔99h近くに置かれうる。第1導体31および第2導体32が並ぶx方向と揃うように、無線通信機器90は、電導体99の貫通孔99h近くに置かれうる。無線通信機器90が電導体99の上に位置するとき、第1アンテナ60は、電導体99と電磁氣的に結合しうる。第1アンテナ60の第4導体50は、x方向に沿った第2電流が生じるように構成されている。第1アンテナ60と電磁氣的に結合する電導体99は、第2電流によって、p方向に沿った電流が誘導されるように構成されている。誘起電流は、貫通孔99hに沿って周囲に流れうる。電導体99は、貫通孔99hをスロットとして電磁波が放射されるように構成されている。貫通孔99hをスロットとする電磁波は、無線通信機器90を載せた第1面の対となる第2面側に放射される。

[0185] 第1アンテナ60のx方向と電導体99のp方向とが揃うと、電導体99は、p方向に沿って流れる電流が大きくなる。第1アンテナ60のx方向と電導体99のp方向とが揃うと、電導体99の貫通孔99hは、誘導電流による放射が大きくなる。p方向に対するx方向の角度は、45度以下としうる。貫通孔99hは、p方向に沿った長さが動作周波数における動作波長と等しいと電磁波の放射が大きくなる。貫通孔99hは、p方向に沿った長さ

が、動作波長を λ とし、 n を整数としたとき、 $(n \times \lambda) / 2$ とすることで、貫通孔がスロットアンテナとして機能する。放射する電磁波は、貫通孔に誘起される定在波によって、放射が大きくなる。無線通信機器90は、貫通孔の p 方向の端から $(m \times \lambda) / 2$ の位置に位置しうる。ここで、 m は、0以上且つ n 以下の整数である。無線通信機器90は、貫通孔から $\lambda / 4$ より近い位置に位置しうる。

[0186] 図96は、無線通信機器96-90の一実施形態を示す斜視図である。図97Aは、図96に示した斜視図の側面図である。図97Bは、図97Aに示したXCV||b-XCV||b線に沿った断面図である。無線通信機器96-90は、円筒状の電導体96-99の内面の上に位置する。電導体96-99は、 r 方向に延びる貫通孔96-99hを有する。無線通信機器96-90は、貫通孔96-99hの近くに、 r 方向と x 方向とが揃っている。

[0187] 図98は、無線通信機器98-90の一実施形態を示す斜視図である。図99は、図98に示した斜視図の無線通信機器98-90近傍での断面図である。無線通信機器98-90は、角筒状の電導体98-99の内面の上に位置する。電導体98-99は、 r 方向に延びる貫通孔98-99hを有する。無線通信機器98-90は、貫通孔98-99hの近くに、 r 方向と x 方向とが揃っている。

[0188] 図100は、無線通信機器100-90の一実施形態を示す斜視図である。無線通信機器100-90は、直方体の電導体100-99の内面の上に位置する。電導体100-99は、 r 方向に延びる貫通孔100-99hを有する。無線通信機器100-90は、貫通孔100-99hの近くに、 r 方向と x 方向とが揃っている。

[0189] 電導体99の上に載せて利用する共振器10は、第4導体50の少なくとも一部を省略しうる。共振器10は、基体20と、対導体30とを含む。図101は、第4導体50を含まない共振器101-10の一例である。図102は、共振器10を紙面奥が $+z$ 方向となるように平面視した図である。

図103は、共振器103-10を電導体103-99に載せて共振構造とした一例である。図104は、図103に示したC|V-C|V線に沿った断面図である。共振器103-10は、電導体103-99の上に、取付部材103-98を介して付される。第4導体50を含まない共振器10は、図101から104に示したものに限られない。第4導体50を含まない共振器10は、共振器18-10から第4導体18-50を除いたものに限られない。第4導体50を含まない共振器10は、図1から図64などに例示した共振器10から、第4導体50を除くことで実現しうる。

[0190] 基体20は、空洞20aを含みうる。図105は、基体105-20が空洞105-20aを有する共振器105-10の一例である。図105は、共振器105-10を紙面奥が+z方向となるように平面視した図である。図106は、空洞106-20aを有する共振器106-10を電導体106-99に載せて共振構造とした一例である。図107は、図106に示したCV||-CV||線に沿った断面図である。z方向において、空洞106-20aは、第3導体106-40と電導体106-99との間に位置する。空洞106-20a中の誘電率は、基体106-20の誘電率に比べて低い。基体106-20は、空洞20aを有することで、第3導体106-40と電導体106-99との電磁氣的な距離を短くできる。空洞20aを有する共振器10は、図105から107に示したものに限られない。空洞20aを有する共振器10は、図19Bに示した共振器から第4導体を除き、基体20が空洞20aを有する構造である。空洞20aを有する共振器10は、図1から図64などに例示した共振器10から第4導体50を除き、基体20が空洞20aを有することで実現しうる。

[0191] 基体20は、空洞20aを含みうる。図108は、基体108-20が空洞108-20aを有する無線通信モジュール108-80の一例である。図108は、無線通信モジュール108-80を紙面奥が+z方向となるように平面視した図である。図109は、空洞109-20aを有する無線通信モジュール109-80を電導体109-99に載せて共振構造とした一

例である。図110は、図109に示したCX-CX線に沿った断面図である。無線通信モジュール80は、空洞20a中に電子デバイスを収容しうる。電子デバイスは、プロセッサ、センサを含む。電子デバイスは、RFモジュール82を含む。無線通信モジュール80は、空洞20a中にRFモジュール82を収容しうる。RFモジュール82は、空洞20a中に位置しうる。RFモジュール82は、第1給電線61を介して第3導体40に接続されている。基体20は、RFモジュールの基準電位を電導体99側に導く第9導体62を含みうる。

[0192] 無線通信モジュール80は、第4導体50の一部を省略しうる。空洞20aは、第4導体50が省略された部位から外部に望みうる。図111は、第4導体50の一部が省略された無線通信モジュール111-80の一例である。図111は、共振器10を紙面奥が+z方向となるように平面視した図である。図112は、空洞112-20aを有する無線通信モジュール112-80を電導体112-99に載せて共振構造とした一例である。図113は、図112に示したCX|||-CX|||線に沿った断面図である。

[0193] 無線通信モジュール80は、空洞20a中に第4基体25を有しうる。第4基体25は、樹脂材料を組成として含みうる。樹脂材料は、エポキシ樹脂、ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、および液晶ポリマー等の未硬化物を硬化させたものを含む。図114は、空洞114-20a中に第4基体114-25を有する構造の一例である。

[0194] 取付部材98は、基材の両面に粘性体を有するもの、硬化または半硬化する有機材料、ハンダ材料、付勢手段を含む。基材の両面に粘性体を有するものは、例えば両面テープと呼ばれうる。硬化または半硬化する有機材料は、例えば接着剤と呼ばれうる。付勢手段は、ネジ、バンドなどを含む。取付部材98は、導電性のもの、非導電性のものを含む。導電性の取付部材98は、それ自体が導電性を有する材料、および導電性を有する材料を多く含有するものが含まれる。

- [0195] 取付部材 98 が非導電性の場合、共振器 10 の対導体 30 は、電導体 99 と容量的に結合するように構成されている。この場合、共振器 10 は、対導体 30 および第 3 導体 40、ならびに電導体 99 が共振回路となる。この場合、共振器 10 の単位構造体は、基体 20 と、第 3 導体 40 と、取付部材 98 と、電導体 99 を含みうる。
- [0196] 取付部材 98 が導電性の場合、共振器 10 の対導体 30 は、取付部材 98 を介して導通するように構成されている。取付部材 98 は、電導体 99 に付されることで、抵抗値が減少する。この場合、図 115 に示したように対導体 115-30 が x 方向において外部に面していると、電導体 115-99 を介した対導体 115-30 間の抵抗値が減少する。この場合、共振器 115-10 は、対導体 115-30 および第 3 導体 115-40、ならびに取付部材 115-98 が共振回路となる。この場合、共振器 115-10 の単位構造体は、基体 115-20 と、第 3 導体 115-40 と、取付部材 115-98 とを含みうる。
- [0197] 取付部材 98 が付勢手段の場合、共振器 10 は、第 3 導体 40 側から押され、電導体 99 に当接している。この場合、一例において、共振器 10 の対導体 30 は、電導体 99 と接触して導通するように構成されている。この場合、一例において、共振器 10 の対導体 30 は、電導体 99 と容量的に結合するように構成されている。この場合、共振器 10 は、対導体 30 および第 3 導体 40、ならびに電導体 99 が共振回路となる。この場合、共振器 10 の単位構造体は、基体 20 と、第 3 導体 40 と、電導体 99 を含みうる。
- [0198] 一般的にアンテナは、電導体または誘電体が近づくと、共振周波数が変化する。共振周波数が大きく変化すると、アンテナは、動作周波数での動作利得が変化する。空中で利用されたり、電導体または誘電体に近づけて利用されたりするアンテナは、共振周波数の変化による動作利得の変化を小さくすることが好ましい。
- [0199] 共振器 10 は、第 3 導体 40 および第 4 導体 50 の y 方向における長さが異なりうる。ここで、第 3 導体 40 の y 方向における長さは、複数の単位導

体が y 方向に沿って並ぶ場合、 y 方向において両端に位置する 2 つの単位導体の、外側の端の間の距離である。

[0200] 図 116 に示すように、第 4 導体 116-50 の長さは、第 3 導体 40 の長さに比べて長くしうる。第 4 導体 116-50 は、第 3 導体 40 の y 方向における端部から外側に延びる第 1 延部 50 a および第 2 延部 50 b を含む。第 1 延部 50 a および第 2 延部 50 b は、 z 方向の平面視において、第 3 導体 40 の外側に位置する。基体 116-20 は、 y 方向における第 3 導体 40 の端まで拡がりうる。基体 116-20 は、 y 方向における第 4 導体 116-50 の端まで拡がりうる。基体 116-20 は、 y 方向における第 3 導体 40 の端と第 4 導体 116-50 の端との間まで拡がりうる。

[0201] 共振器 116-10 は、第 4 導体 116-50 の長さが第 3 導体 40 の長さに比べて長いと、第 4 導体 116-50 の外側に電導体が近づいたときの共振周波数の変化が小さくなる。共振器 116-10 は、動作波長を λ_1 とするとき、第 4 導体 116-50 の長さが第 3 導体 40 の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数帯での共振周波数の変化が小さくなる。共振器 116-10 は、動作波長を λ_1 とするとき、第 4 導体 116-50 の長さが第 3 導体 40 の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。共振器 116-10 は、第 1 延部 50 a および第 2 延部 50 b の y 方向に沿った長さの合計が第 3 導体 40 の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。第 1 延部 50 a および第 2 延部 50 b の y 方向に沿った長さの合計は、第 4 導体 116-50 の長さとの差に対応する。

[0202] 共振器 116-10 は、逆 z 方向に平面視した際に、 y 方向において第 4 導体 116-50 が第 3 導体 40 より両側に拡がっている。共振器 116-10 は、 y 方向において第 4 導体 116-50 が第 3 導体 40 より両側に拡がっていると、第 4 導体 116-50 の外側に電導体が近づいたときの共振周波数の変化が小さくなる。共振器 116-10 は、動作波長を λ_1 とするとき、第 4 導体 116-50 が第 3 導体 40 の外側に $0.025\lambda_1$ 以上拡がっ

ていると、動作周波数帯での共振周波数の変化が小さくなる。共振器 116-10 は、動作波長を λ_1 とするとき、第 4 導体 116-50 が第 3 導体 40 の外側に $0.025\lambda_1$ 以上広がっていると、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。共振器 116-10 は、第 1 延部 50a および第 2 延部 50b の各々の y 方向に沿った長さが $0.025\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。

[0203] 共振器 116-10 は、動作波長を λ_1 とするとき、第 4 導体 116-50 が第 3 導体 40 の外側に $0.025\lambda_1$ 以上広がり、第 4 導体 116-50 の長さが第 3 導体 40 の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数帯での共振周波数の変化が小さくなる。共振器 116-10 は、動作波長を λ_1 とするとき、第 4 導体 116-50 が第 3 導体 40 の外側に $0.025\lambda_1$ 以上広がり、第 4 導体 116-50 の長さが第 3 導体 40 の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数帯での動作利得の変化が小さくなる。共振器 116-10 は、第 1 延部 50a および第 2 延部 50b の y 方向に沿った長さの合計が第 3 導体 40 の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長く、第 1 延部 50a および第 2 延部 50b の各々の y 方向に沿った長さが $0.025\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。

[0204] 第 1 アンテナ 116-60 は、第 4 導体 116-50 の長さを第 3 導体 40 の長さに比べて長くしうる。第 1 アンテナ 116-60 は、第 4 導体 116-50 の長さが第 3 導体 40 の長さに比べて長いと、第 4 導体 116-50 の外側に電導体が近づいたときの共振周波数の変化が小さくなる。第 1 アンテナ 116-60 は、動作波長を λ_1 とするとき、第 4 導体 116-50 の長さを第 3 導体 40 の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長くすると、動作周波数帯での共振周波数の変化が小さくなる。第 1 アンテナ 116-60 は、動作波長を λ_1 とするとき、第 4 導体 116-50 の長さを第 3 導体 40 の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長くすると、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。第 1 アンテナ 116-60 は、第 1 延部 50a および第 2 延部 50b の y 方向に沿った長さの合計が第 3 導体 40 の長さに比べて 0.0

75 λ_1 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。第1延部50aおよび第2延部50bのy方向に沿った長さの合計は、第4導体116-50の長さとの差に対応する。

[0205] 第1アンテナ116-60は、逆z方向に平面視した際に、y方向において第4導体116-50が第3導体40より両側に広がっている。第1アンテナ116-60は、y方向において第4導体116-50が第3導体40より両側に広がっていると、第4導体116-50の外側に電導体が近づいたときの共振周波数の変化が小さくなる。第1アンテナ116-60は、動作波長を λ_1 とするとき、第4導体116-50が第3導体40の外側に0.025 λ_1 以上広がっていると、動作周波数帯での共振周波数の変化が小さくなる。第1アンテナ116-60は、動作波長を λ_1 とするとき、第4導体116-50が第3導体40の外側に0.025 λ_1 以上広がっていると、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。第1アンテナ116-60は、第1延部50aおよび第2延部50bの各々のy方向に沿った長さが0.025 λ_1 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。

[0206] 第1アンテナ60は、動作波長を λ_1 とするとき、第4導体116-50が第3導体40の外側に0.025 λ_1 以上広がり、第4導体116-50の長さが第3導体40の長さに対して0.075 λ_1 以上長いと、共振周波数の変化が小さくなる。第1アンテナ116-60は、動作波長を λ_1 とするとき、第4導体116-50が第3導体40の外側に0.025 λ_1 以上広がり、第4導体116-50の長さが第3導体40の長さに対して0.075 λ_1 以上長いと、動作周波数帯での動作利得の変化が小さくなる。第1アンテナ60は、動作波長を λ_1 とするとき、第4導体116-50が第3導体40の外側に0.025 λ_1 以上広がり、第4導体116-50の長さが第3導体40の長さに対して0.075 λ_1 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。第1アンテナ116-60は、第1延部50aおよび第2延部50bのy方向に沿った長さの合計が第3導体40の長さに対して0.075 λ_1 以上長く、第1延部50aおよび第2延部50bの各々のy方向に沿

った長さが $0.025\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。

[0207] 図117に示すように、無線通信モジュール117-80は、第1アンテナ117-60が回路基板117-81のグラウンド導体117-811上に位置する。第1アンテナ117-60の第4導体117-50は、グラウンド導体117-811と電氣的に接続している。グラウンド導体117-811の長さは、第3導体40の長さに比べて長くしうる。グラウンド導体117-811は、共振器117-10のy方向における端部から外側に延びる第3延部811aおよび第4延部811bを含む。第3延部811aおよび第4延部811bは、z方向の平面視において、第3導体40の外側に位置する。無線通信モジュール117-80は、第1アンテナ117-60、およびグラウンド導体117-811のy方向における長さが異なりうる。無線通信モジュール117-80は、第1アンテナ117-60の第3導体40、およびグラウンド導体117-811のy方向における長さが異なりうる。

[0208] 無線通信モジュール117-80は、グラウンド導体117-811の長さを第3導体40の長さに比べて長くしうる。無線通信モジュール117-80は、グラウンド導体117-811の長さが第3導体40の長さに比べて長いと、グラウンド導体117-811の外側に電導体が近づいたときの共振周波数の変化が小さくなる。無線通信モジュール117-80は、動作波長を λ_1 とするとき、グラウンド導体117-811の長さが第3導体40の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数帯での動作利得の変化が小さくなる。無線通信モジュール117-80は、動作波長を λ_1 とするとき、グラウンド導体117-811の長さが第3導体40の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。無線通信モジュール117-80は、第3延部811aおよび第4延部811bのy方向に沿った長さの合計が第3導体40の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。第3延部

811 a および第4延部811 bのy方向に沿った長さの合計は、グラウンド導体117-811の長さとの差に対応する。

[0209] 無線通信モジュール117-80は、逆z方向に平面視した際に、y方向においてグラウンド導体117-811が第3導体40より両側に広がっている。無線通信モジュール117-80は、y方向においてグラウンド導体117-811が第3導体40より両側に広がっていると、グラウンド導体117-811の外側に電導体が近づいたときの共振周波数の変化が小さくなる。無線通信モジュール117-80は、動作波長を λ_1 とするとき、グラウンド導体117-811が第3導体40の外側に $0.025\lambda_1$ 以上広がっていると、動作周波数帯での動作利得の変化が小さくなる。無線通信モジュール117-80は、動作波長を λ_1 とするとき、グラウンド導体117-811が第3導体40の外側に $0.025\lambda_1$ 以上広がっていると、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。無線通信モジュール117-80は、第3延部811 a および第4延部811 bの各々のy方向に沿った長さが $0.025\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。

[0210] 無線通信モジュール117-80は、動作波長を λ_1 とするとき、グラウンド導体117-811が第3導体40の外側に $0.025\lambda_1$ 以上広がり、グラウンド導体117-811の長さが第3導体40の長さに対して $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数帯での共振周波数の変化が小さくなる。無線通信モジュール117-80は、動作波長を λ_1 とするとき、グラウンド導体117-811が第3導体40の外側に $0.025\lambda_1$ 以上広がり、グラウンド導体117-811の長さが第3導体40の長さに対して $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数帯での動作利得の変化が小さくなる。無線通信モジュール117-80は、動作波長を λ_1 とするとき、グラウンド導体117-811が第3導体40の外側に $0.025\lambda_1$ 以上広がり、グラウンド導体117-811の長さが第3導体40の長さに対して $0.075\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。無線通信モジュール117-80は、第3延部811 a および第4延部811 bのy方向に沿った長さの

合計が第3導体40の長さに比べて $0.075\lambda_1$ 以上長く、第3延部811aおよび第4延部811bの各々のy方向に沿った長さが $0.025\lambda_1$ 以上長いと、動作周波数 f_1 での動作利得の変化が小さくなる。

[0211] シミュレーションにより、第1アンテナの動作周波数帯での共振周波数の変化を調べた。シミュレーションのモデルとして、第1面の上にグラウンド導体を有する回路基板の第1面上に第1アンテナを置いた共振構造体を採用した。図118に以下のシミュレーションで採用した第1アンテナの導体形状の斜視図を示す。第1アンテナは、x方向の長さを13.6 [mm]とし、y方向の長さを7 [mm]とし、z方向の長さを1.5 [mm]とした。当該共振構造体の自由空間中の共振周波数と、100 [ミリメートル角 (m^2)]の金属板の上に置いた際の共振周波数との差を調べた。

[0212] 第1シミュレーションのモデルでは、グラウンド導体の中心に第1アンテナを置き、グラウンド導体のy方向の長さを順次変更しつつ、自由空間中と金属板上とでの共振周波数の差を比較した。第1シミュレーションのモデルでは、グラウンド導体のx方向の長さを $0.13\lambda_s$ に固定した。グラウンド導体のy方向の長さで自由空間中の共振周波数が変わるものの、当該共振構造体の動作周波数帯の共振周波数は2.5 [ギガヘルツ (GHz)]前後となった。2.5 [GHz]における波長を λ_s とする。第1シミュレーションの結果を表1に示す。

[0213]

[表1]

[mm]	[GHz]
9	0.041
11	0.028
13	0.018
15	0.011
17	0.010
19	0.009
21	0.010
23	0.006
25	0.006
30	0.008
60	0.007

[0214] 表1に示す結果に対応するグラフを図119に示す。図119は、グラウンド導体と第1アンテナとの長さの差を横軸に示し、自由空間中と金属板上との共振周波数の差を縦軸に示した。図119から、共振周波数の変化を $y = a_1 x + b_1$ で表される第1線形領域と、 $y = c_1$ で表される第2線形領域と仮定した。次に、表1に示した結果から最小自乗法によって、 a_1 、 b_1 、 c_1 を算出した。算出した結果、 $a_1 = -0.600$ 、 $b_1 = 0.052$ 、 $c_1 = 0.008$ を得た。第1線形領域と第2線形領域との交点は、 $0.0733 \lambda_s$ となった。以上のことから、第1アンテナに比べてグラウンド導体の長さが $0.0733 \lambda_s$ より長いと、共振周波数の変化が小さくなることが分かった。

[0215] 第2シミュレーションのモデルでは、y方向におけるグラウンド導体の端から第1アンテナの位置する場所を順次変更しつつ、自由空間中と金属板上との共振周波数の差を比較した。第2シミュレーションのモデルでは、グラウンド導体のy方向の長さを25 [mm] に固定した。グラウンド導体上での位置によって共振周波数が変わるものの、当該共振構造体の動作周波数帯の共振周波数は、2.5 [GHz] 前後とした。2.5 [GHz] にお

る波長を λ_s とする。第2シミュレーションの結果を表2に示す。

[0216] [表2]

[λ]	[GHz]
0.004	0.033
0.013	0.019
0.021	0.013
0.029	0.012
0.038	0.010
0.046	0.008
0.054	0.010
0.071	0.006

[0217] 表2に示す結果に対応するグラフを図120に示す。図120は、グラウンド導体の端からの第1アンテナの位置を横軸に示し、自由空間中と金属板とでの共振周波数の差を縦軸に示した。図120から、共振周波数の変化を $y = a_2 x + b_2$ で表される第1線形領域と、 $y = c_2$ で表される第2線形領域とを仮定した。次に最小自乗法により a_2 、 b_2 、 c_2 を算出した。算出した結果、 $a_2 = -1.200$ 、 $b_2 = 0.034$ 、 $c_2 = 0.009$ を得た。第1線形領域と第2線形領域との交点は、 $0.0227\lambda_s$ となった。以上のことから、第1アンテナがグラウンド導体の端から $0.0227\lambda_s$ より内側に位置していると、共振周波数の変化が小さくなることが分かった。

[0218] 第3シミュレーションのモデルでは、 y 方向におけるグラウンド導体の端から第1アンテナの位置する場所を順次変更しつつ、自由空間中と金属板上とでの共振周波数の差を比較した。第3シミュレーションのモデルでは、グラウンド導体の y 方向の長さを15 [mm]に固定した。第3シミュレーションのモデルでは、 y 方向において共振器の外側に拵がっているグラウンド導体の長さの合計を $0.075\lambda_s$ とした。第3シミュレーションは、第2シミュレーションよりグラウンド導体が短く、共振周波数の変動が生じやすい。グラウンド導体上での位置によって共振周波数が変わるものの、当該共振構造体の動作周波数帯の共振周波数は、2.5 [GHz]前後とした。2

． 5 [GHz] における波長を λ_s とする。第 2 シミュレーションの結果を表 3 に示す。

[0219] [表3]

[λ]	[GHz]
0.004	0.032
0.014	0.023
0.025	0.014
0.035	0.014
0.041	0.014

[0220] 表 3 に示す結果に対応するグラフを図 1 2 1 に示す。図 1 2 1 は、グラウンド導体の端からの第 1 アンテナの位置を横軸に示し、自由空間中と金属板とでの共振周波数の差を縦軸に示した。図 1 2 1 から、共振周波数の変化を $y = a_3 x + b_3$ で表される第 1 線形領域と、 $y = c_3$ で表される第 2 線形領域とを仮定した。次に最小自乗法により a_3 、 b_3 、 c_3 を算出した。算出した結果、 $a_3 = -0.878$ 、 $b_3 = 0.036$ 、 $c_3 = 0.014$ を得た。第 1 線形領域と第 2 線形領域との交点は、 $0.0247 \lambda_s$ となった。以上のことから、第 1 アンテナがグラウンド導体の端から $0.0247 \lambda_s$ より内側に位置していると、共振周波数の変化が小さくなることが分かった。

[0221] 第 2 シミュレーションより条件が厳しい第 3 シミュレーションの結果から、第 1 アンテナは、グラウンド導体の端から $0.025 \lambda_s$ より内側に位置していると、共振周波数の変化が小さくなることが分かった。

[0222] 第 1 シミュレーション、第 2 シミュレーション、および第 3 シミュレーションでは、グラウンド導体の y 方向に沿った長さを第 3 導体の y 方向に沿った長さより長くしている。共振器 10 は、第 4 導体の y 方向に沿った長さを第 3 導体の y 方向に沿った長さより長くしても、共振器に第 4 導体側から導体を近づけた際の共振周波数の変化を小さくすることができる。第 4 導体の y 方向に沿った長さが第 3 導体の y 方向に沿った長さより長い場合、グラウンド導体および回路基板を省略しても、共振器は、共振周波数の変化を小さくすることができる。

- [0223] 共振器10は、実装基板100に実装されて共振する構造体（共振構造体）を構成する。共振構造体は、第3導体40に接続される給電線（第1給電線61）を有する場合に、アンテナとして機能しうる。実装基板100は、アンテナに電氣的に接続されるRFモジュールを実装しうる。実装基板100がRFモジュールを実装する場合に、アンテナとRFモジュールとを有する通信モジュールが実現されうる。実装基板100は、通信モジュールに電力を供給するバッテリーを実装しうる。実装基板100がバッテリーを実装する場合に、通信モジュールとバッテリーを有する無線通信機器が実現されうる。
- [0224] 図122は、実装基板122-100に実装される一実施形態の共振器122-10の階層構造を説明する斜視図である。共振器122-10は、積層順に、第1レジスト層122-44a、金属層122-101、第1プリプレグ層122-43a、コア層122-200、第2導体層122-42、第2プリプレグ層122-43b、第1導体層122-41および第2レジスト層122-44bを含む。共振器122-10は、第1レジスト層122-44aの複数の貫通孔を介して外部に露出した金属層122-101の一部の領域（後述する第1領域を含む）が、ハンダ等によって実装基板122-100に接続される。
- [0225] 図122に示すように、実装基板122-100は、金属層122-101と離隔して対向する。実装基板122-100は、共振器122-10が実装される面である表面、表面と反対側の裏面、表面から裏面までの複数の貫通孔（第2貫通孔122-100a）を有する。上記のように、複数の貫通孔を介して外部に露出した金属層122-101は、実装基板122-100にハンダを介して電氣的に接続されうる。ここで、共振器122-10の貫通孔と第2貫通孔122-100aとが重なると、ハンダが第2貫通孔122-100aに流入して量が減少する。部分的にハンダの量が減少した場所が存在すると、応力に対して弱い部分が生じて、接着力が低下しうる。したがって、実装強度を低下させないために、共振器122-10は、複数の貫通孔が実装基板122-100の複数の第2貫通孔122-100aの

いずれにも重ならないように実装されることが好ましい。

- [0226] 共振器 122-10 はスルーホール導体を有する。図 122 に示すように、共振器 122-10 の第 1 導体 122-31 および第 2 導体 122-32 は、第 1 方向（x 方向）における中央に向かって凹む凹部を有する半円形の端面スルーホールを有する。つまり、第 1 導体 122-31 および第 2 導体 122-32 は凹部に沿って広がる。
- [0227] 第 1 レジスト層 122-44a および第 2 レジスト層 122-44b は、誘電体であるレジスト（resist）の層である。第 1 レジスト層 122-44a は、上記のように複数の貫通孔を有する。第 2 レジスト層 122-44b は、貫通孔を有していない。レジストとしては、例えばエポキシ系樹脂、ポリイミド、BCB（ベンゾシクロブテン）、アクリル系樹脂等を使用しうる。複数の貫通孔の詳細については後述する。第 2 レジスト層 122-44b は、貫通孔を有しうる。当該貫通孔は、例えば、インピーダンス素子 45 と第 1 導体層 122-41 との電氣的な接続に利用される。
- [0228] 金属層 122-101 は、導体層であって、第 4 導体 122-50 および第 1 給電線 122-61 を含む。第 4 導体 122-50 は、共振器 122-10 におけるグラウンド導体として機能する。第 1 給電線 122-61 は、後述する第 3 導体 122-40 に給電する。第 1 給電線 122-61 は、第 1 方向（x 方向）に沿って延びる第 1 構成部 122-61a と、第 2 方向（z 方向）に沿って延びる第 2 構成部 122-61b と、を含む。金属層 122-101 は、第 1 給電線 122-61 の第 1 構成部 122-61a を含む。第 1 給電線 122-61 の第 1 構成部 122-61a は、実装基板 122-100 と離隔して対向する。第 1 給電線 122-61 の第 1 構成部 122-61a は、ハンダを介している部位を除いて実装基板 122-100 との間には隙（エアーギャップ）を有するため、電力損失を小さくできる。
- [0229] 第 1 プリプレグ層 122-43a、コア層 122-200 および第 2 プリプレグ層 122-43b は、それぞれ誘電体の層であって、基体 122-20 を構成する。第 1 プリプレグ層 122-43a、コア層 122-200 および第 2 プリプレグ層 122-43b は、それぞれ誘電体の層であって、基体 122-20 を構成する。

よび第2プリプレグ層122-43bは、樹脂材（樹脂材料）および繊維体を組成として含む。繊維体は、例えばガラスクロスと、ガラスクロスの表面に設けられた被覆部で構成される。ガラスクロスは、例えばガラス繊維からなる織布または不織布である。ガラス繊維は、例えばEガラス、Dガラス、Sガラス、NEガラス、Lガラス、Tガラス、およびクォーツガラスの少なくとも一つのガラス材料を含有する。図122の例において、第1プリプレグ層122-43aおよび第2プリプレグ層122-43bの樹脂材および繊維体の組成は同じである。ここで、第1プリプレグ層122-43aおよび第2プリプレグ層122-43bをまとめて第1誘電体層という。コア層122-200は、樹脂材および繊維体の少なくとも一方の組成が第1誘電体層と異なる。例えば、コア層122-200は、第1誘電体層の繊維体よりも径の大きい繊維体を含んでよい。

[0230] 第1導体層122-41および第2導体層122-42は、第3導体122-40が含む導体層である。第2導体層122-42は、第1導体層122-41と容量的に結合する。

[0231] 図123は、図122の共振器122-10を平面視した図である。図123は、第1レジスト層122-44aおよび金属層122-101を示す。第1レジスト層122-44aは透明性を有し、第1レジスト層122-44aを透過して金属層122-101が示される。第1レジスト層122-44aは、金属層122-101の実装基板122-100と対向する面のほぼ全体を覆っている。しかし、図123に示すように、第1レジスト層122-44aは貫通孔122-120aを有する。金属層122-101のうちの第4導体122-50は、第1レジスト層122-44aが有する複数の貫通孔122-120aを介して外部に露出する第1領域122-111を複数含む。第1レジスト層122-44aは、第1給電線122-61用の貫通孔122-120bを有する。金属層122-101のうちの第1給電線122-61は、一つの貫通孔122-120bを介して外部に露出する領域を含む。第1レジスト層122-44aは、端面スルーホール

第4導体122-50における端部である第2領域122-112を覆わない。つまり、第1レジスト層122-44aは、第1導体122-31および第2導体122-32における第2領域122-112を除いて、第1導体122-31および第2導体122-32の上に延在している。第4導体122-50は、複数の第1領域122-111で外部に露出するだけでなく、第2領域122-112でも外部に露出する。第1領域122-111および第2領域122-112は、第1平面(x-y面)に沿って並んでいる。第2領域122-112にレジストがかかっていないことによって、複数の第1領域122-111だけでなく、第2領域122-112が実装基板122-100にハンダ付けされうる。そのため、共振器122-10の実装時のハンダの接着度が向上する。

[0232] 図123に示すように、第1方向において、貫通孔122-120aおよび第1給電線122-61用の貫通孔122-120bよりも、端面スルーホール122-61の断面が外側に存在する。そのため、第1給電線122-61は、第2領域122-112よりも第1方向において内側で実装基板122-100にハンダ付けされる。例えば共振器122-10の第1方向における両端部分でz軸方向に力が加わる場合に、内側にある貫通孔122-120bの部分において、応力の強さが両端部分よりも軽減される。よって、共振器122-10の実装の信頼性が向上する。貫通孔122-120aの位置がより内側となるように、第1方向において、隣接する貫通孔122-120aの間の距離L1よりも、端面スルーホール122-61の断面と貫通孔122-120aとの距離L2が大きくなるように設定することが好ましい。

[0233] 第1レジスト層122-44aにおいて、第1給電線122-61用の貫通孔122-120bの領域は、貫通孔122-120aより大きいことが好ましい。貫通孔122-120bが大きいほど、第1給電線122-61を覆うレジストが少なくなるため、誘電損失を小さくすることができる。

[0234] 図124は、図122の共振器122-10の斜視図である。共振器122-10は、第1平面(x-y面)に平行な第1の面および第2の面と、第1

平面と直交する第2平面（ yz 面）に平行な第3の面および第4の面と、第1平面および第2平面と直交する第3平面（ zx 面）に平行な第5の面および第6の面と、を有する基体122-20を含む。図124は、基体122-20の第2の面に沿って広がる、第1レジスト層122-44aおよび金属層122-101を示す。図123と同様に、第1レジスト層122-44aを透過して金属層122-101が示されている。また、図124は、第4の面に沿って広がり、第2方向（ z 方向）に沿って延びる第2導体122-32を示す。ここで、第3の面に沿って広がり、第2方向に沿って延びる第1導体122-31は、第2導体122-32と同じ構成を有する。第1導体122-31および第2導体122-32は、第2方向に沿って延びる部位である第3領域122-113を有する。第3領域122-113は、外部空間に露出する。第3領域122-113は、第2領域122-112から連続した領域である。第2領域122-112および第3領域122-113は、第1導体122-31および第2導体122-32における端面スルーホールを構成する。ここで、第2領域122-112および第3領域122-113は、第3方向（ y 方向）に沿って並ぶ複数（例えば1つの面に3つ）の領域を含む。

[0235] 第3領域122-113は、第2方向を軸とする曲面を有する。したがって、端面スルーホールは、少ない数で yz 平面の面積を大きくすることができる。ここで、実装基板122-100に実装されうるRFモジュールは、例えばRF信号を増幅するパワーアンプを含む。一般にパワーアンプは大きな熱を発生する。共振器122-10は、グラウンド導体である第4導体122-50を介してパワーアンプ等から伝導した熱を、表面積が大きい端面スルーホールから効率的に放出することが可能である。

[0236] ここで、端面スルーホールの形成においてドリルが用いられる場合に、第3領域122-113の表面は粗い。換言すると、第3領域122-113の第2方向を軸とする曲面は、第2方向に平行な基準線に対して一定ではなく、基準線に対する距離が異なる。第3領域122-113の表面が粗いこ

とは、端面スルーホールの表面積を広げることになるため、一層効率的な放熱が可能になる。

[0237] 上記のように、基体122-20は、第1導体122-31、第2導体122-32、第3導体122-40および第4導体122-50を支持する誘電体である。図124に示すように、誘電体は、第2方向に沿って延び、第1方向における中央に向かって凹む凹部を有する。端面スルーホールの第3領域122-113は、凹部に沿って広がる。ここで、端面スルーホールは、例えばドリル等を用いて形成された円形のスルーホール導体を第3方向のならびに沿って切断することで製造されうる。基体122-20の一部は第3の面および第4の面において外部空間に露出する。

[0238] ここで、図125は、図124の領域A0の拡大図である。図125に示すように、誘電体は、例えば一部が第1導体または第2導体（具体的には第3領域122-113）に接する繊維体122-20Xを含む。第3領域122-113のうち繊維体122-20Xに接する部分では、繊維体122-20Xの凹凸によって導体部分の表面に凹凸が生じる。第3領域122-113のうち繊維体122-20Xに接する部分では、周囲の部位に比べて突出した部位122-113aが生じうる。第3領域122-113のうち繊維体122-20Xに接する部分では、周囲の部位に比べて窪んだ部位が生じうる。誘電体は、例えば複数の樹脂層（第1樹脂材122-20Yおよび第2樹脂材122-43Y）を含む。誘電体は、複数の樹脂層の境界において周囲に比べて大きく窪む部位を含む。ここで、ドリル等を用いてスルーホール導体を形成する際に、第3領域122-113のうち複数の樹脂層の境界に接する部分では、樹脂層の境界の窪みに沿って導体部分が延びて、周囲の部位に比べて表面積が大きくなった部位122-113bが生じうる。また、形成された円形のスルーホール導体を切断する場合に、第3領域122-113の導体の一部が切断方向（例えばy軸正方向）に沿って延びて、スルーホール導体の空間内に突出した部位122-113cが生じうる。上記の部位122-113a、122-113bおよび122-113cが生

じることによって、端面スルーホール の表面積がさらに広がる。そのため、さらに効率的な放熱が可能になる。

[0239] 図126は、図122の共振器122-10の斜視図である。図126は、基体122-20の第1の面に沿って広がる、第2レジスト層122-44bおよび第1導体層122-41を示す。第2レジスト層122-44bは透明性を有し、第2レジスト層122-44bを透過して第1導体層122-41が示される。第2レジスト層122-44bは、第1導体層122-41のz軸正方向側の面のほぼ全体を覆っている。しかし、第2レジスト層122-44bは、端面スルーホール の第1導体層122-41における断面を含む領域122-114および122-115を覆わない。つまり、第2レジスト層122-44bは、領域122-114および122-115を除いて、第1導体122-31および第2導体122-32に延在している。ここで、領域122-114および122-115は、第3導体122-40の一部であって、共振器122-10が実装基板100に実装された場合にも外部空間に露出している。また、領域122-114および122-115は、第3領域122-113（第1導体122-31および第2導体122-32の外部空間に露出した領域）から連続した領域であって、グラウンド導体に接続されている。つまり、第1導体122-31、第2導体122-32および第3導体122-40は、少なくとも一部が外部空間に露出する。共振器122-10は、様々な面（上記の第1面、第3面および第4面）にグラウンド導体の露出部分を有し、例えば人体からの静電気または部品の帯電電荷に対する避雷針として機能させることが可能である。特に、共振器122-10は、図126に示すように、第1の面と第3の面が交わる角部および第1の面と第4の面が交わる角部において外部空間に露出する導体部分を有する。人が接触しやすい角部にグラウンド導体の露出部分を有するため、人体からの静電気がグラウンド導体に流れやすい。ここで、共振器122-10の第5の面および第6の面は、第1方向（x方向）において第1導体122-31および第2導体122-32の間に位置する領域

において、第3導体122-40が外部空間に露出しない。つまり、共振器122-10は、第5の面および第6の面に端面スルーホール等の導体を有していない。上記のように、共振器10のy方向の両端のzx平面（第5の面および第6の面）は、第3導体40から磁気壁と見える。共振器122-10では、第5の面および第6の面には導体がないため、磁界が妨げられない。そのため、共振器122-10ではアンテナの特性が向上しうる。

[0240] ここで、第3導体40は複数の単位導体を含む。図126の例では、単位導体を構成する複数の第1浮遊導体122-414が示されている。複数の第1浮遊導体122-414は、ギャップ122-131および122-132を互いの間に挟んでいる。つまり、単位導体は第1方向に沿って対向している。また、単位導体は第3方向に沿って対向している。ギャップ122-131は、第3方向に沿った隙間であって、共振器122-10の第1方向における中心部分に設けられる。ギャップ122-131が存在することによって、共振器122-10の柔軟性が増して、第1方向に対する応力を緩和することが可能になる。また、ギャップ122-132は、第1方向に沿った隙間であって、共振器122-10の第3方向における中心部分に設けられる。ギャップ122-132が存在することによって、共振器122-10の柔軟性が増して、第3方向に対する応力を緩和することが可能になる。

[0241] ここで、第1給電線122-61の第1構成部122-61a（以下単に第1構成部122-61aともいう）は、第4導体122-50の第3方向における両端より内側に位置する。図123の例では、第1構成部122-61aは、第3方向における中心と異なる位置において第1方向に沿って延びる。具体的には、第1給電線122-61の第1構成部122-61aは、第3方向における端部（複数の貫通孔の位置のうち第3方向の端部）に位置する。ここで、共振器122-10が共振している場合に、第4導体122-50の端部（周辺部）に集中して電流が流れる。図123の例において、第1方向に沿って延びる第1構成部122-61aは、第4導体122-

50の電流が集中して流れる部分の近くに存在する。共振時に第4導体122-50を流れる電流は、第1構成部122-61aに沿って（すなわち、第1構成部122-61aの近くを、第1構成部122-61aが延びる第1方向に）流れる。第1構成部122-61aが延びる第1方向は、電気壁の対向方向である。第1構成部122-61aは、第1方向に沿って延びているので、電流の流れへの影響が小さい。ここで、第4導体122-50は、第1構成部122-61aが存在することによって、y軸負方向側の端部の形状とy軸正方向側の端部の形状とが異なる。そのため、第4導体122-50の端部の沿って流れる電流の経路が、y軸の負方向側と正方向側とで異なる。このような、電流の経路の違い（非対称性）が存在することによって、電流の経路が対称的である場合に比べてアンテナの帯域幅が広がる。

[0242] 図127は、図122の共振器122-10における別の第1給電線122-61の位置例を示す図である。図127に示すように、第1給電線122-61は第1領域122-111に囲まれていてよい。換言すると、共振器122-10は、第3導体122-40に接続されて、第1領域122-111で囲まれた領域において第1レジスト層122-44aから露出する第1給電線122-61を有してよい。このとき、第1給電線122-61は、第1方向および第3方向において、より内側で実装基板122-100にハンダ付けされる。そのため、第1給電線122-61がハンダ付けされた部分において、応力の強さがさらに軽減されるため、実装に関する信頼性が一層高まる。

[0243] 本開示に係る構成は、以上説明してきた実施形態にのみ限定されるものではなく、幾多の変形または変更が可能である。例えば、各構成部等に含まれる機能等は論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の構成部等を1つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。

[0244] 本開示において、既に図示した構成要素は、先に図示した際の引用符号を共通符号としている。後に図示する構成要素は、共通符号の前に接頭語として図番号を付して、当該構成要素の符号としている。各構成要素は、接頭語

として図番号を付した場合であっても、共通符号を同じくする他の構成要素と同じ構成を含みうる。各構成要素は、共通符号を同じくする他の構成要素に記載の構成を論理的に矛盾しない限りにおいて採用しうる。各構成要素は、共通符号を同じくする2つ以上の構成要素の各々の一部又は全部を1つに組み合わせることが可能である。本開示において、共通符号の前に接頭語として付された接頭語は、削除してよい。本開示において、共通符号の前に接頭語として付された接頭語は、任意の番号に変更しうる。本開示において、共通符号の前に接頭語として付された接頭語は、共通符号を同じくする他の構成要素と同じ番号に、論理的に矛盾限りにおいて変更しうる。

[0245] 本開示に係る構成を説明する図は、模式的なものである。図面上の寸法比率等は、現実のものと必ずしも一致しない。

[0246] 本開示において「第1」、「第2」、「第3」等の記載は、当該構成を区別するための識別子の一例である。本開示における「第1」および「第2」等の記載で区別された構成は、当該構成における番号を交換することができる。例えば、第1の周波数は、第2の周波数と識別子である「第1」と「第2」とを交換することができる。識別子の交換は同時に行われる。識別子の交換後も当該構成は区別される。識別子は削除してよい。識別子を削除した構成は、符号で区別される。例えば、第1導体31は、導体31としうる。本開示における「第1」および「第2」等の識別子の記載のみに基づいて、当該構成の順序の解釈、小さい番号の識別子が存在することの根拠、および大きい番号の識別子が存在することの根拠に利用してはならない。本開示には、第2導体層42が第2単位スロット422を有するが、第1導体層41が第1単位スロットを有さない構成が含まれる。

符号の説明

- [0247] 10 共振器 (Resonator)
10X 単位構造体 (Unit structure)
20 基体 (Base)
20a 空洞 (Cavity)

- 2 1 第1基体 (First Base)
- 2 2 第2基体 (Second Base)
- 2 3 接続体 (Connector)
- 2 4 第3基体 (Third Base)
- 2 5 第4基体 (Forth Base)
- 3 0 対導体 (Pair conductors)
 - 3 0 1 第5導体層 (Fifth conductive layer)
 - 3 0 2 第5導体 (Fifth conductor)
 - 3 0 3 第6導体 (Sixth conductor)
- 3 1 第1導体 (First conductor)
- 3 2 第2導体 (Second conductor)
- 4 0 第3導体群 (Third conductor group)
 - 4 0 1 第1共振器 (First resonator)
 - 4 0 2 スロット (Slot)
 - 4 0 3 第7導体 (Seventh conductor)
 - 4 0 X 単位共振器 (Unit resonator)
 - 4 0 I 電流路 (Current path)
- 4 1 第1導体層 (First conductive layer)
 - 4 1 1 第1単位導体 (First unit conductor)
 - 4 1 2 第1単位スロット (First unit slot)
 - 4 1 3 第1接続導体 (First connecting conductor)
 - 4 1 4 第1浮遊導体 (First floating conductor)
 - 4 1 5 第1給電導体 (First feeding conductor)
 - 4 1 X 第1単位共振器 (First unit resonator)
 - 4 1 Y 第1部分共振器 (First divisional resonator)
- 4 2 第2導体層 (Second conductive layer)
 - 4 2 1 第2単位導体 (Second unit conductor)
 - 4 2 2 第2単位スロット (Second unit slot)

- 4 2 3 第1接続導体 (Second connecting conductor)
- 4 2 4 第1浮遊導体 (Second floating conductor)
- 4 2 X 第2単位共振器 (Second unit resonator)
- 4 2 Y 第2部分共振器 (Second divisional resonator)
- 4 5 インピーダンス素子 (Impedance element)
- 4 6 導体部品 (Conductive component)
- 4 7 誘電体部品 (Dielectric component)
- 5 0 第4導体 (Fourth conductor)
- 5 1 基準電位層 (Reference potential layer)
- 5 2 第3導体層 (Third conductive layer)
- 5 3 第4導体層 (Fourth conductive layer)
- 6 0 第1アンテナ (First antenna)
- 6 1 第1給電線 (First feeding line)
- 6 1 a 第1構成部 (First component)
- 6 1 b 第2構成部 (Second component)
- 6 2 第9導体 (Ninth conductor)
- 7 0 第2アンテナ (Second antenna)
- 7 1 第2給電層 (Second feeding layer)
- 7 2 第2給電線 (Second feeding line)
- 8 0 無線通信モジュール (Wireless communication module)
- 8 1 回路基板 (Circuit board)
- 8 1 1 グラウンド導体 (Ground conductor)
- 8 1 1 a 第3延部 (Third wider part)
- 8 1 1 b 第4延部 (Fourth wider part)
- 8 2 R F モジュール (RF module)
- 9 0 無線通信機器 (Wireless communication device)
- 9 1 電池 (Battery)
- 9 2 センサ (Sensor)

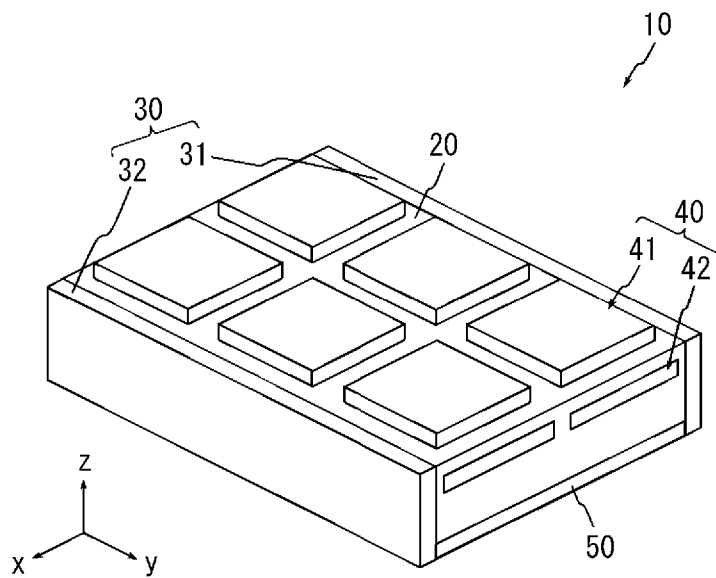
- 93 メモリ (Memory)
- 94 コントローラ (Controller)
- 95 第1筐体 (First case)
 - 95A 上面 (Upper surface)
- 96 第2筐体 (Second case)
 - 96A 下面 (Under surface)
- 961 第8導体 (Eighth conductor)
 - 9611 第1部位 (First body)
 - 9612 第1延部 (First extra-body)
 - 9613 第2延部 (Second extra-body)
- 97 第3アンテナ (Third antenna)
- 98 取付部材 (Attach member)
- 99 電導体 (Electrical conductive body)
 - 99A 上面 (Upper surface)
 - 99h 貫通孔 (Through hole)
- f。 第3アンテナの動作周波数 (Operating frequency of the third antenna)
- λ 。 第3アンテナの動作波長 (Operating wavelength of the third antenna)

請求の範囲

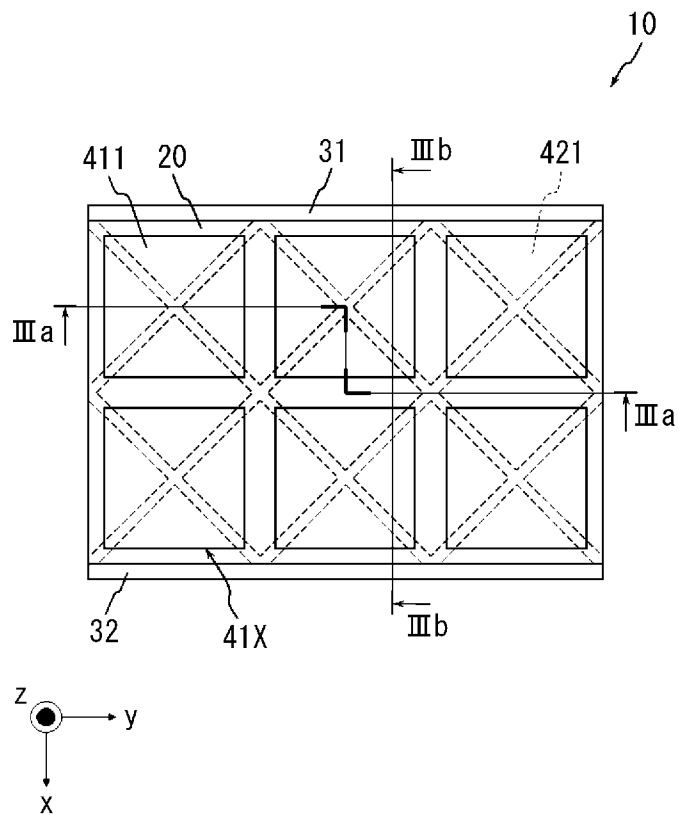
- [請求項1] 第1平面に平行な第1の面および第2の面と、前記第1平面と直交する第2平面に平行な第3の面および第4の面と、前記第1平面および前記第2平面と直交する第3平面に平行な第5の面および第6の面と、を有する基体と、
前記第3の面に沿って広がり、第2方向に沿って延びる第1導体と、
前記第4の面に沿って広がり、前記第2方向に沿って延びる第2導体と、
前記第1の面に沿って広がり、前記第1導体および前記第2導体を容量的に接続するように構成された第3導体と、
前記第1導体および前記第2導体に電氣的に接続されるように構成された第4導体と、を含み、
前記第1導体、前記第2導体および前記第3導体は、少なくとも一部が外部空間に露出する、構造体。
- [請求項2] 前記第5の面および前記第6の面は、第1方向において前記第1導体および前記第2導体の間に位置する領域において、第3導体が外部空間に露出しない、請求項1に記載の構造体。
- [請求項3] 前記第1導体、前記第2導体、および前記第3導体は、前記第1の面と前記第3の面が交わる角部および前記第1の面と前記第4の面が交わる角部において、外部空間に露出する、請求項1または2に記載の構造体。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか一項に記載の構造体と、
前記第3導体に接続される給電線と、を有する、アンテナ。
- [請求項5] 請求項4に記載のアンテナと、
前記アンテナに電氣的に接続されるRFモジュールと、を有する、無線通信モジュール。
- [請求項6] 請求項5に記載の無線通信モジュールと、

前記無線通信モジュールに電力を供給するように構成されたバッテリーと、を有する、無線通信機器。

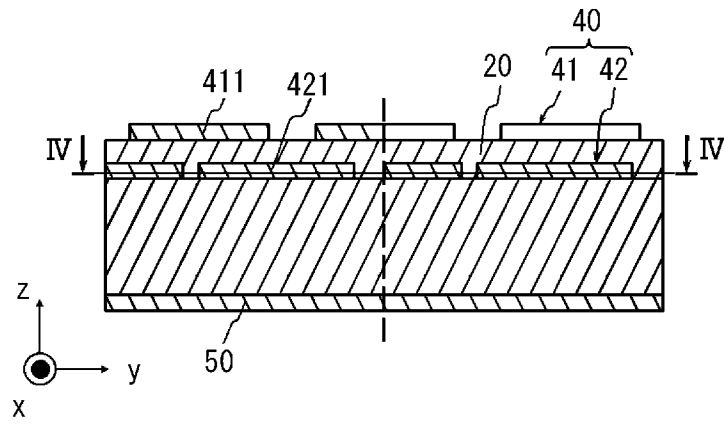
[図1]



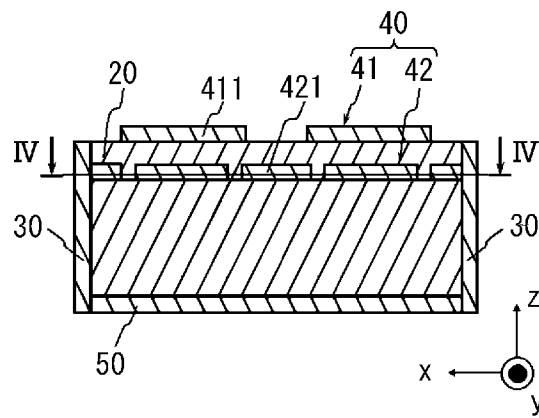
[図2]



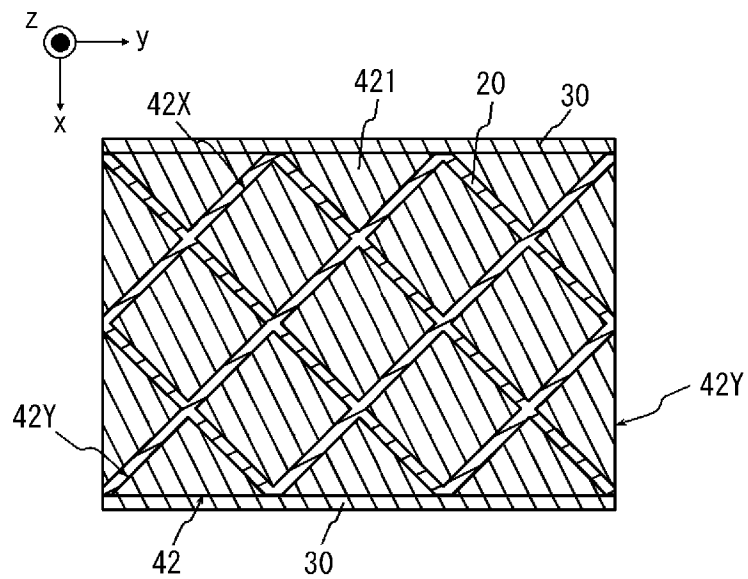
[図3A]



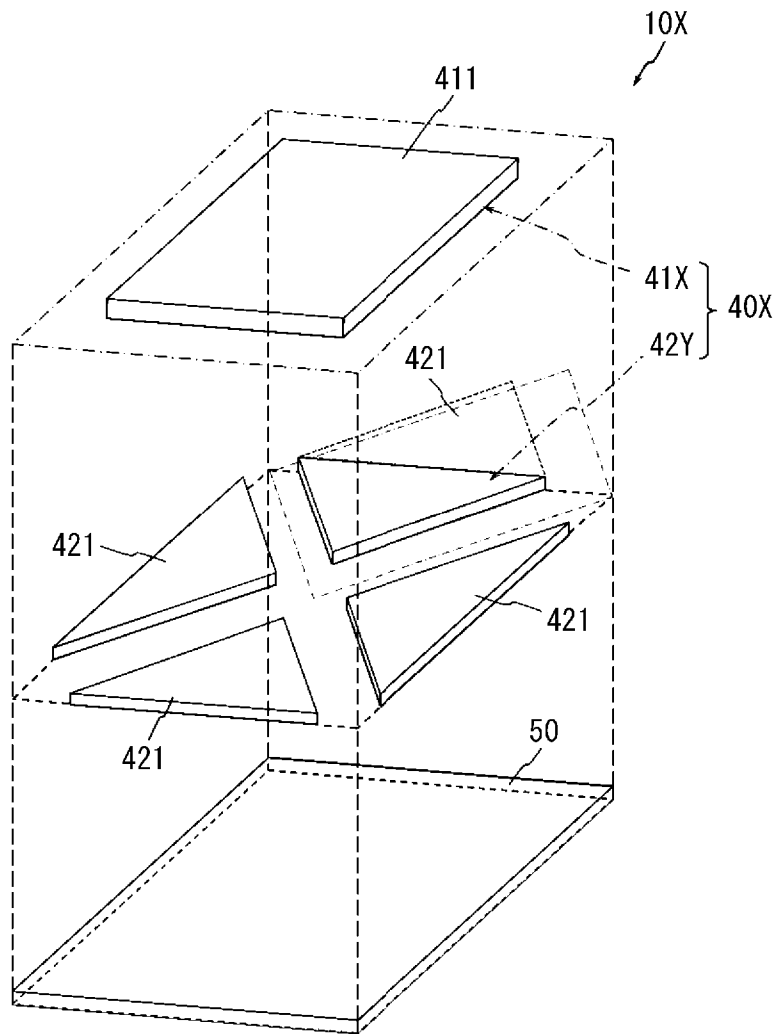
[図3B]



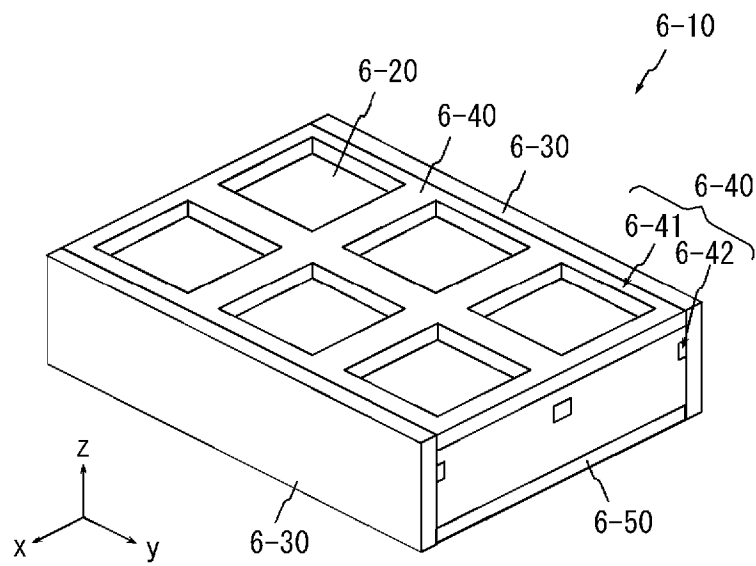
[図4]



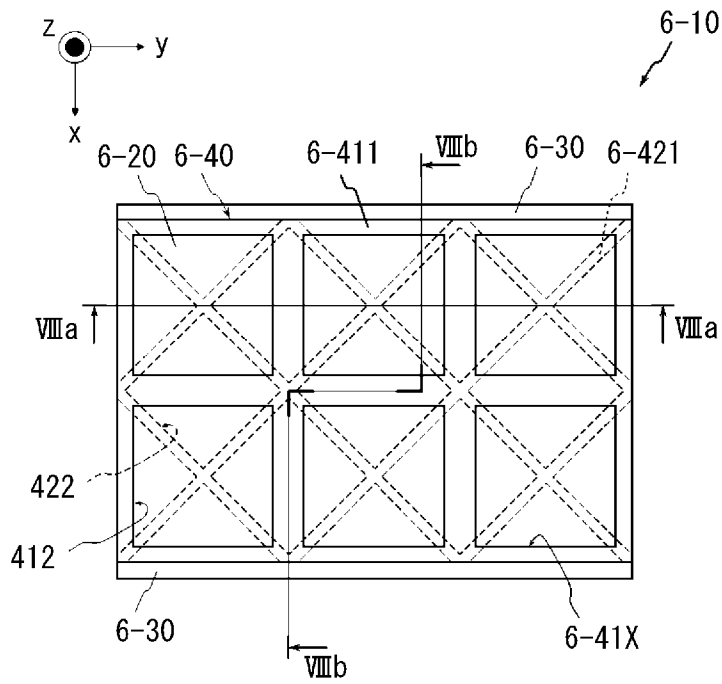
[図5]



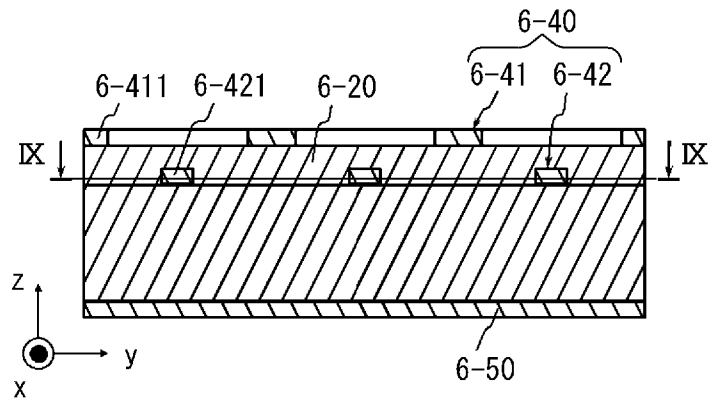
[図6]



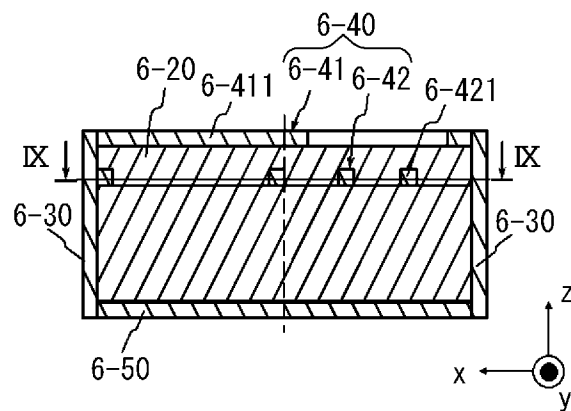
[図7]



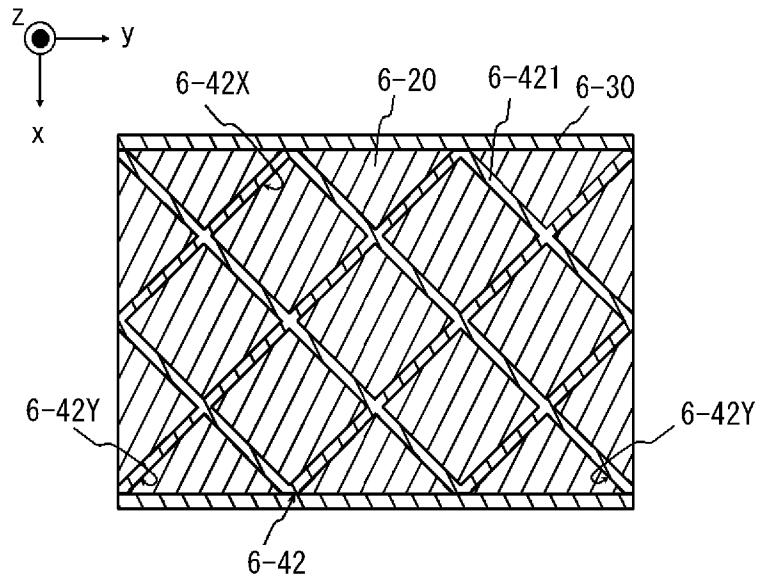
[図8A]



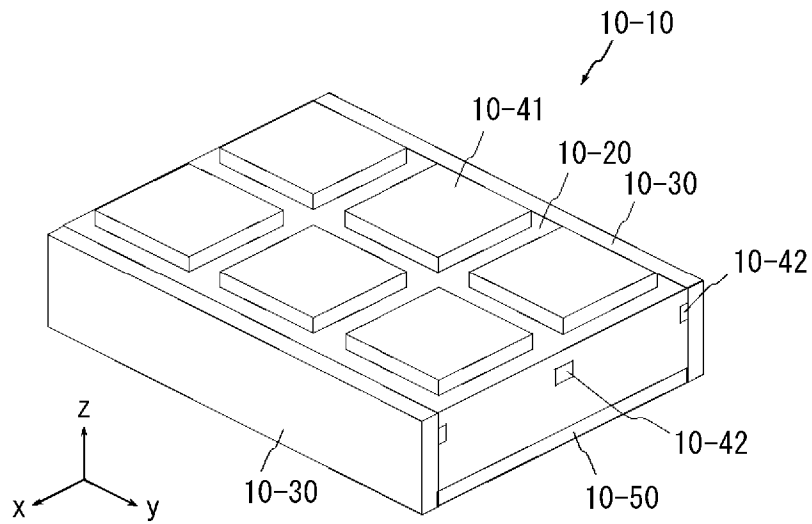
[図8B]



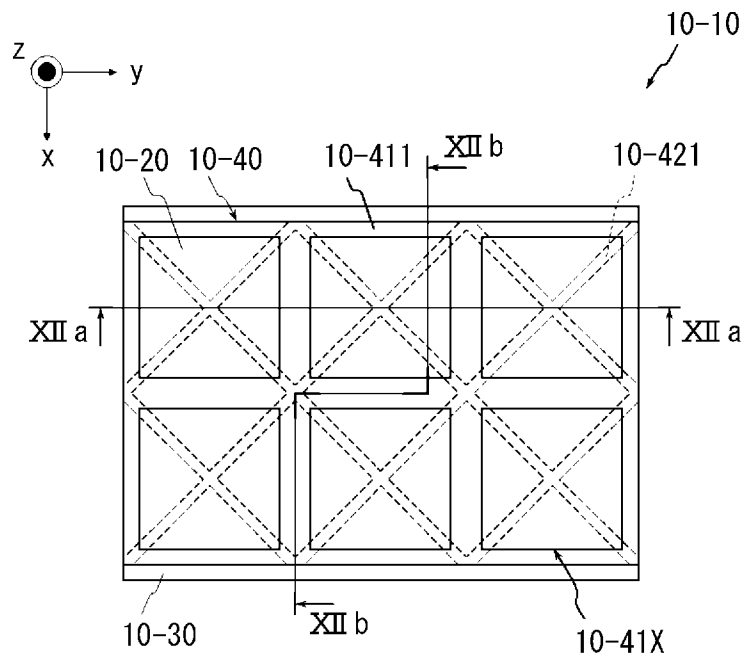
[図9]



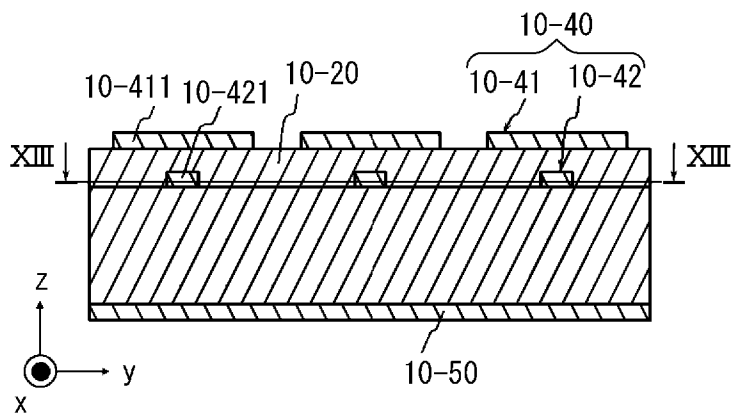
[図10]



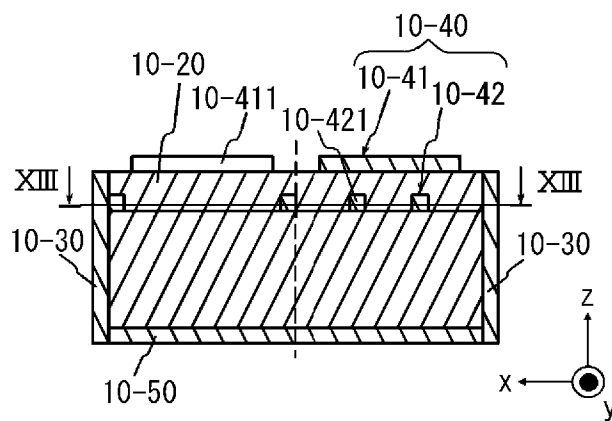
[図11]



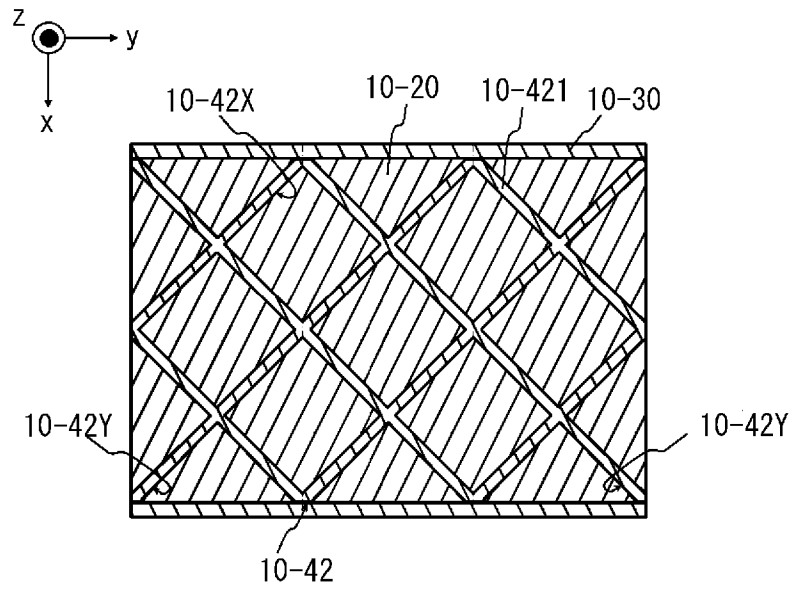
[図12A]



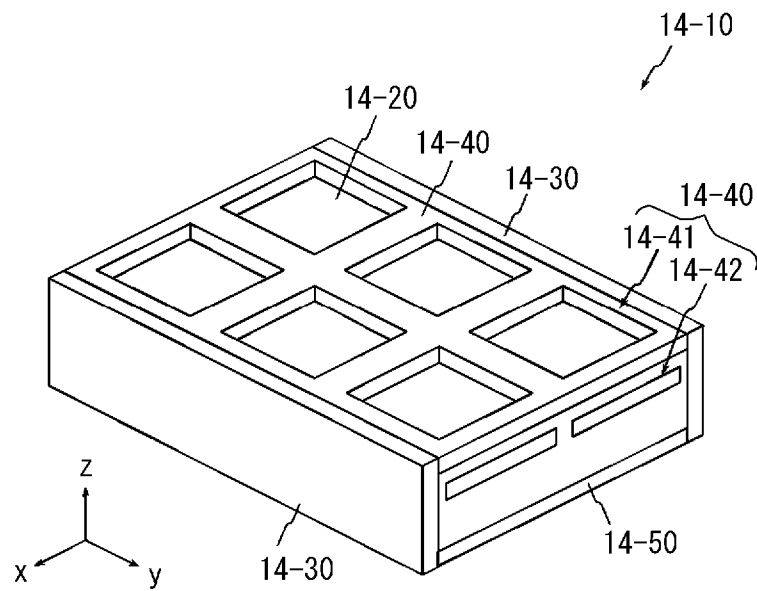
[図12B]



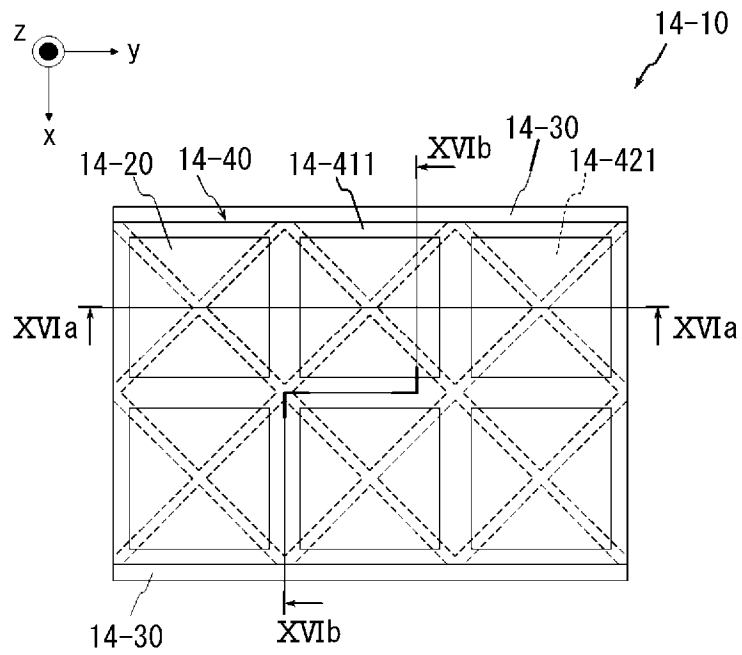
[図13]



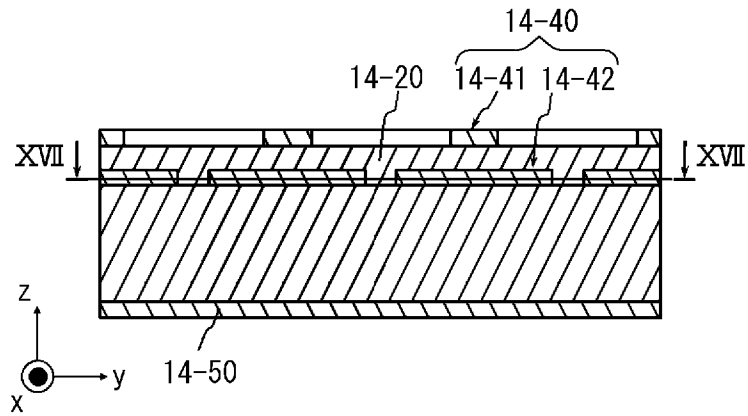
[図14]



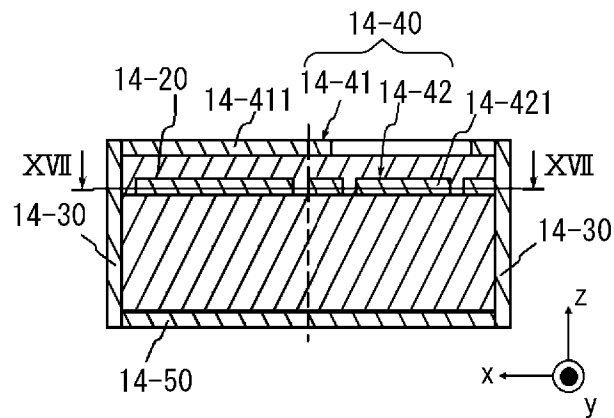
[図15]



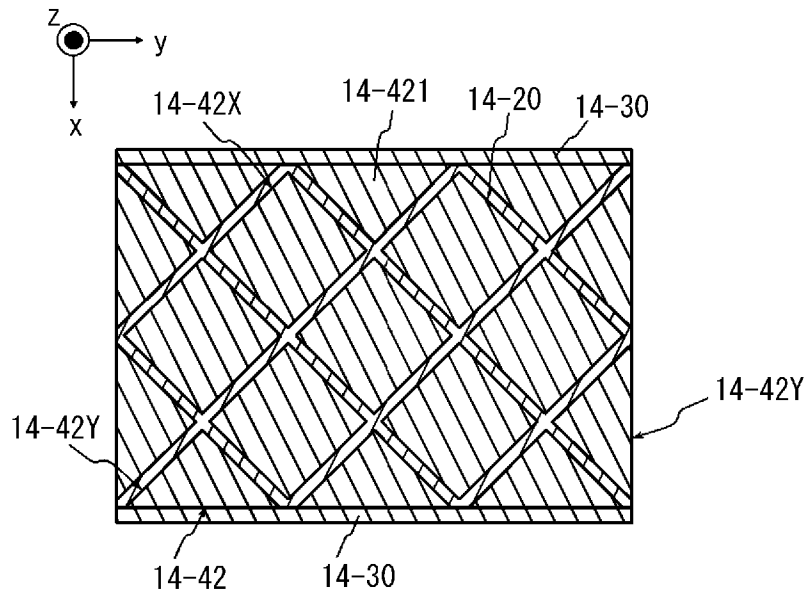
[図16A]



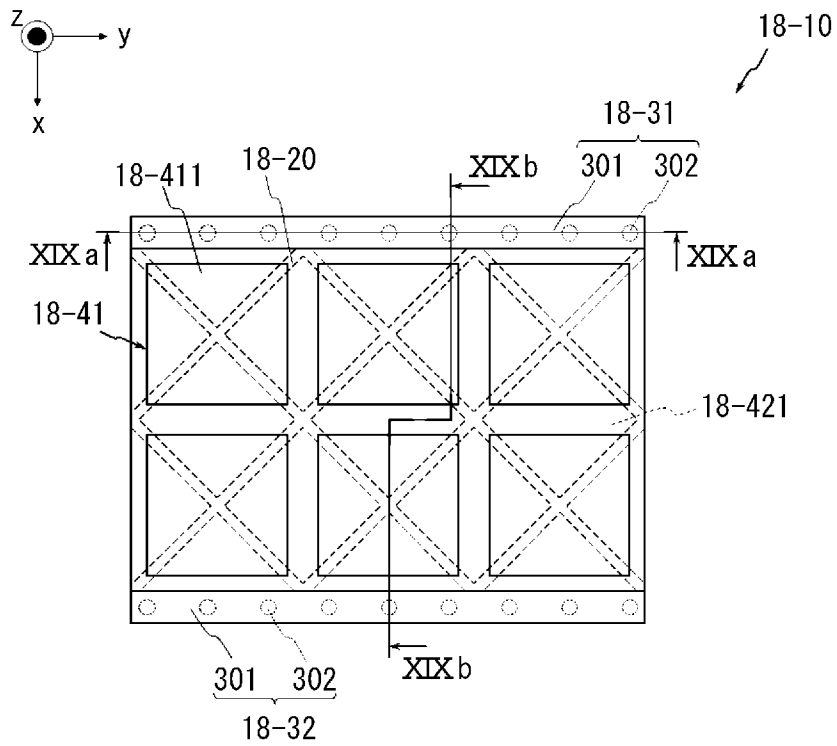
[図16B]



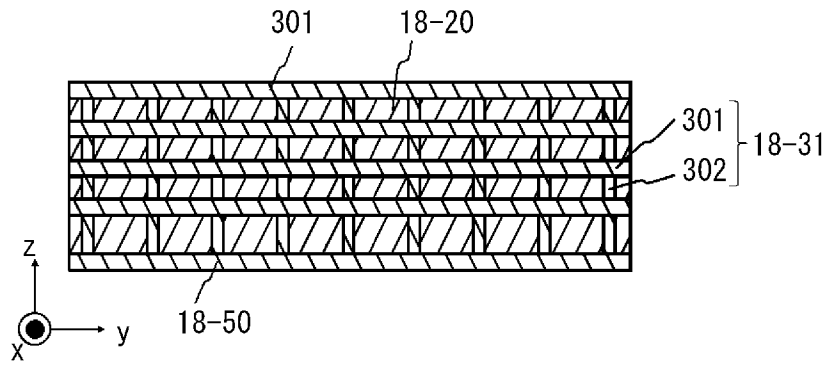
[図17]



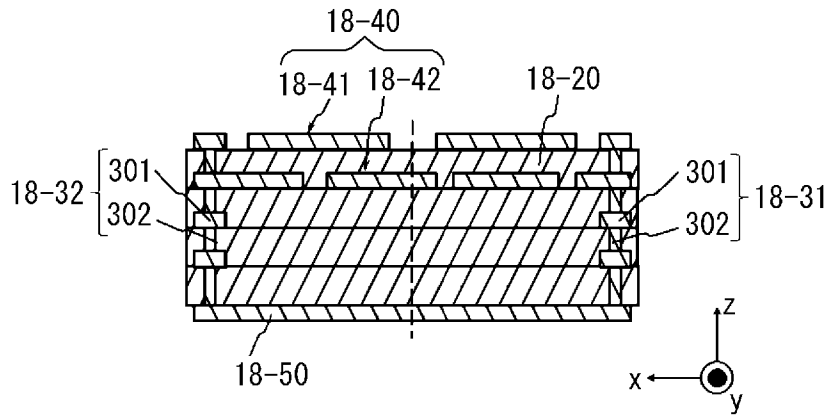
[図18]



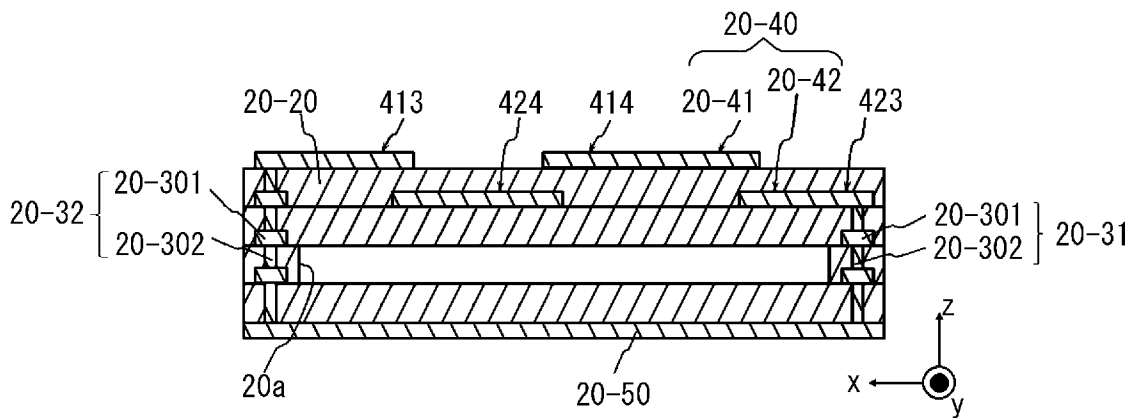
[図19A]



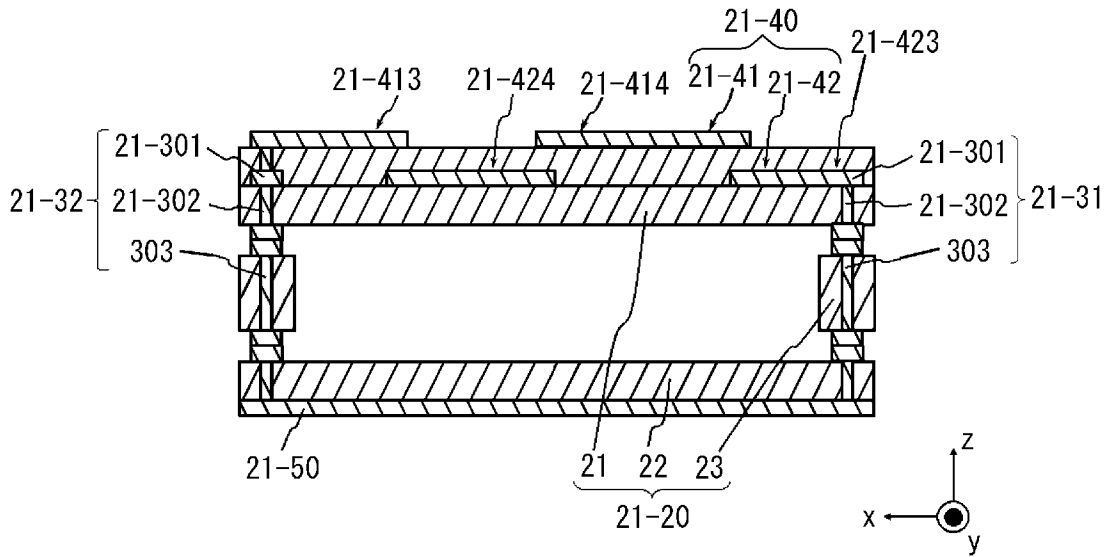
[図19B]



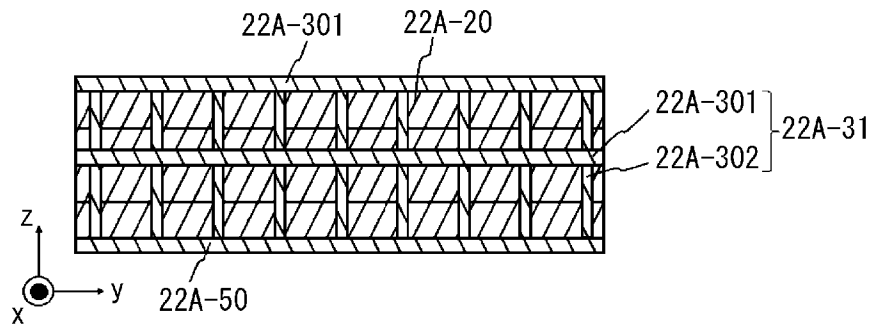
[図20]



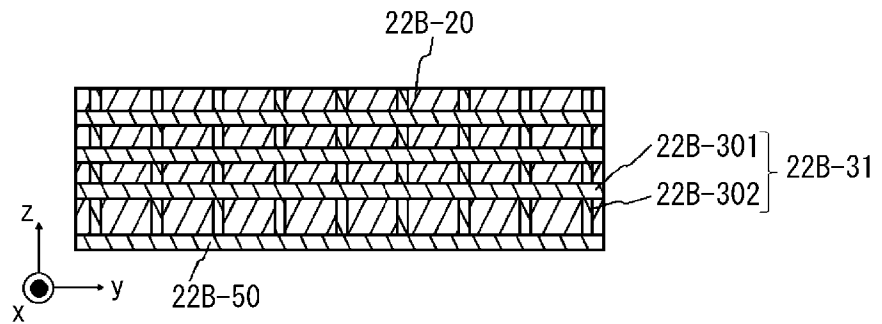
[図21]



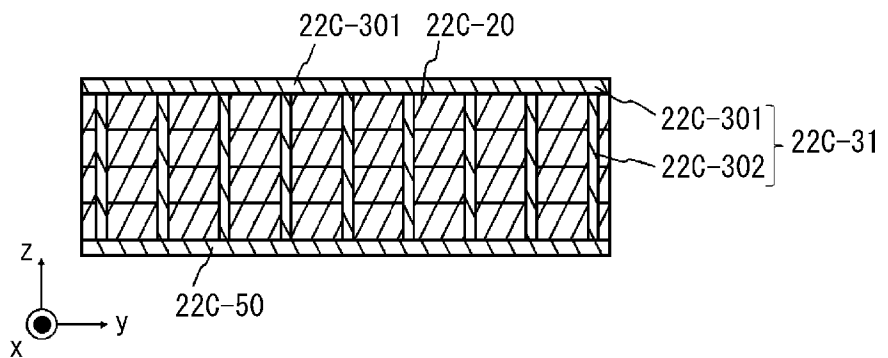
[図22A]



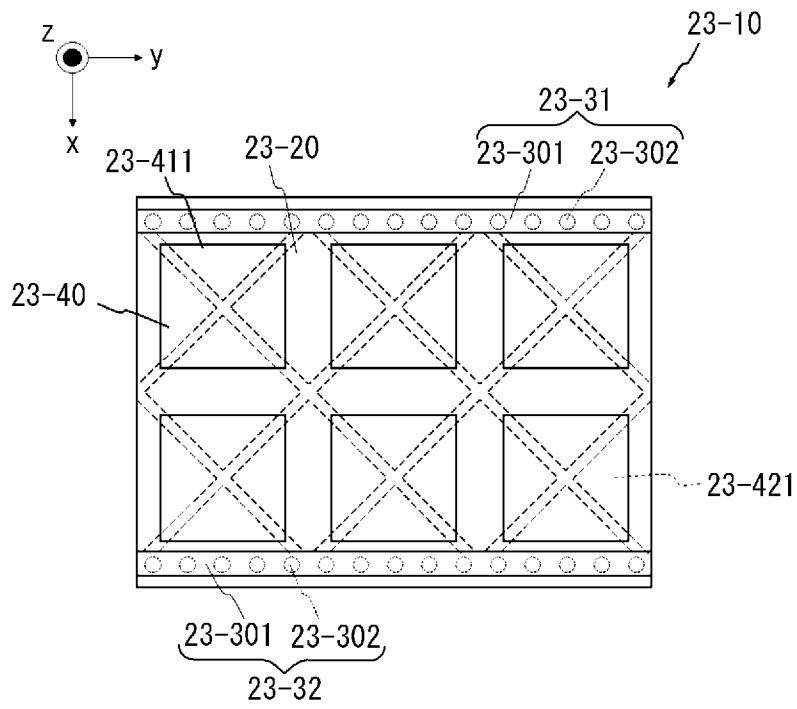
[図22B]



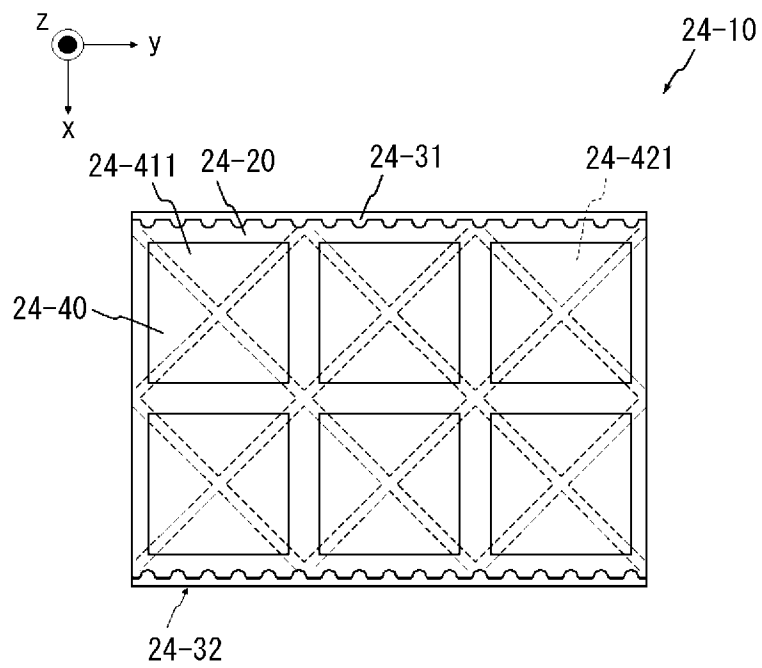
[図22C]



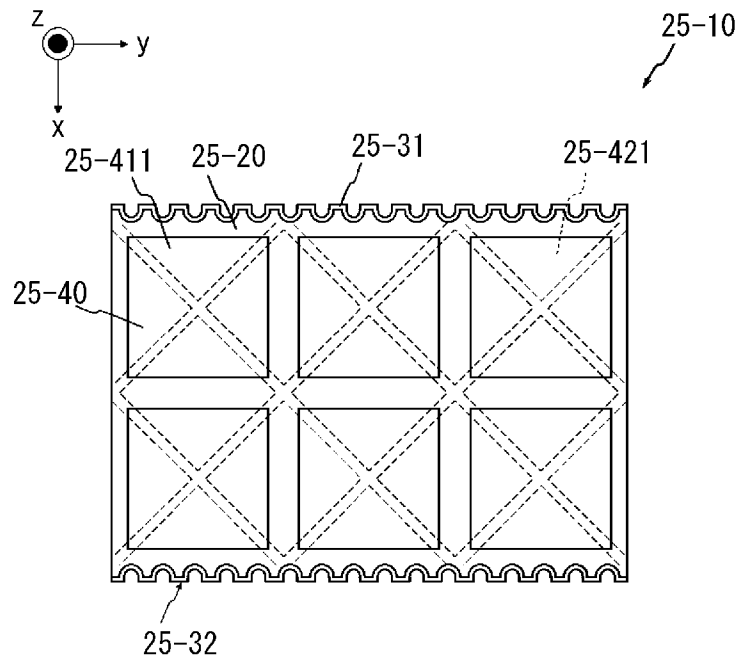
[図23]



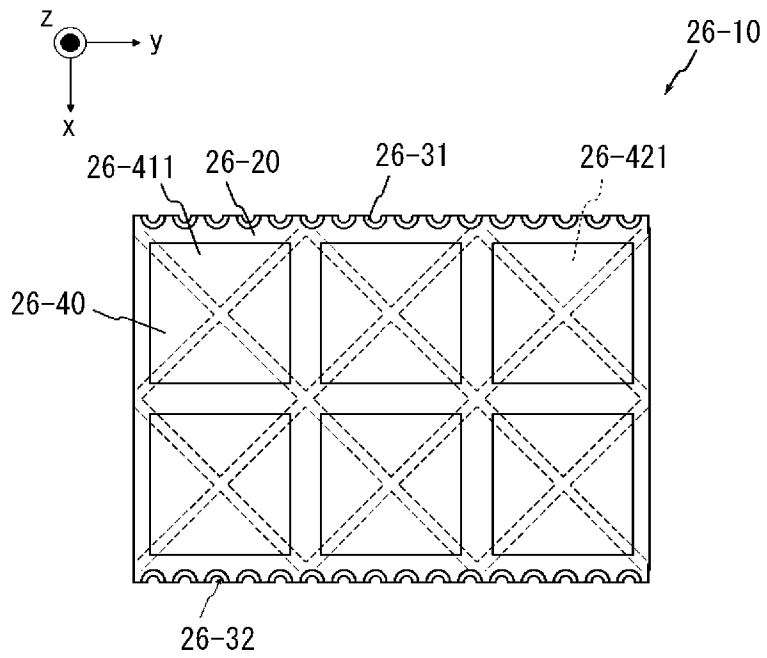
[図24]



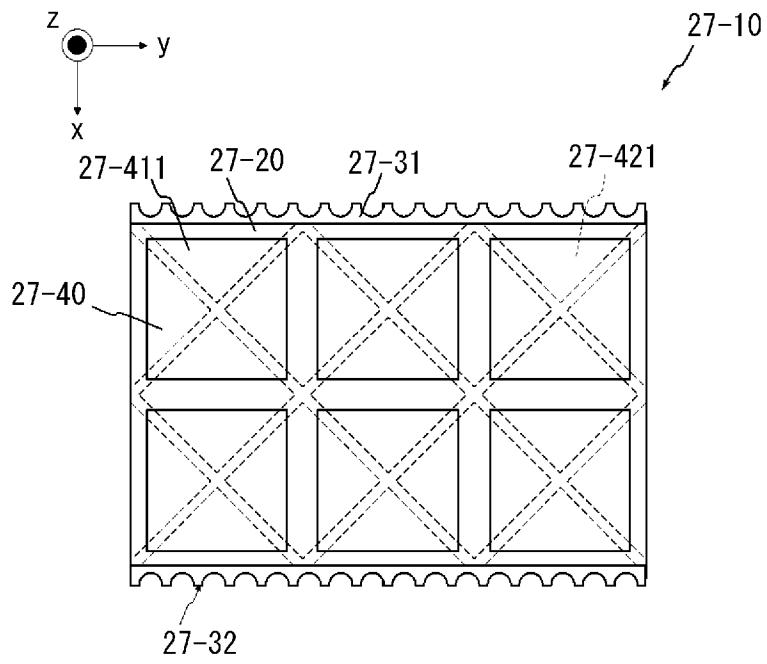
[図25]



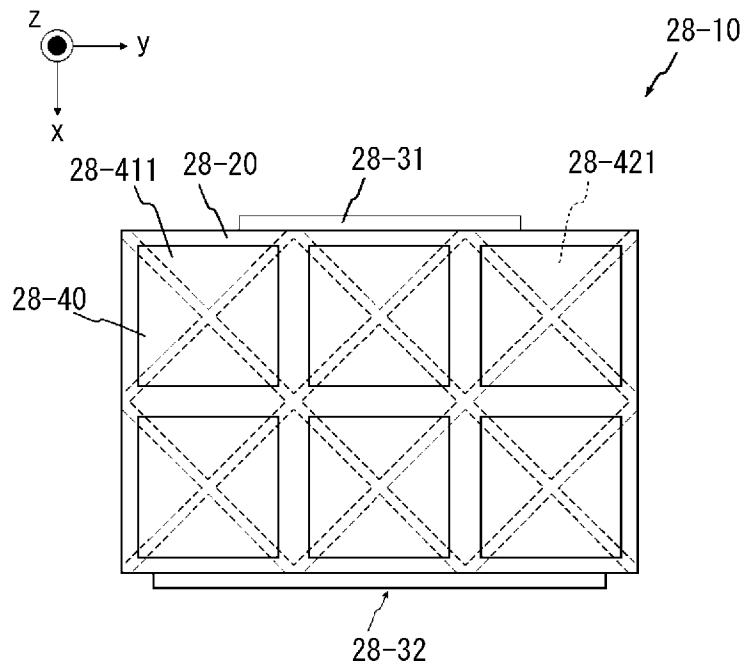
[図26]



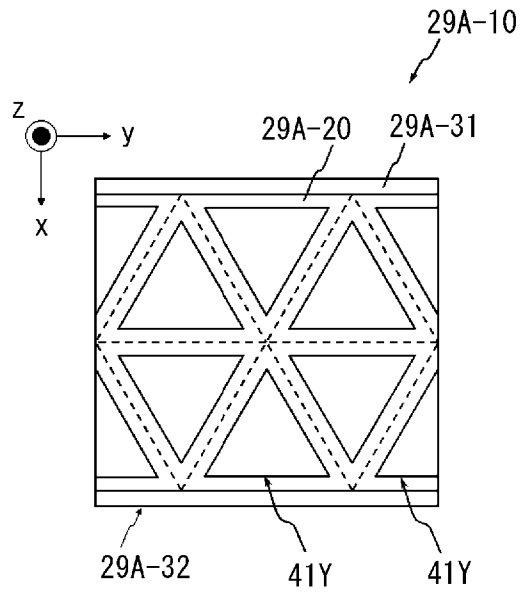
[図27]



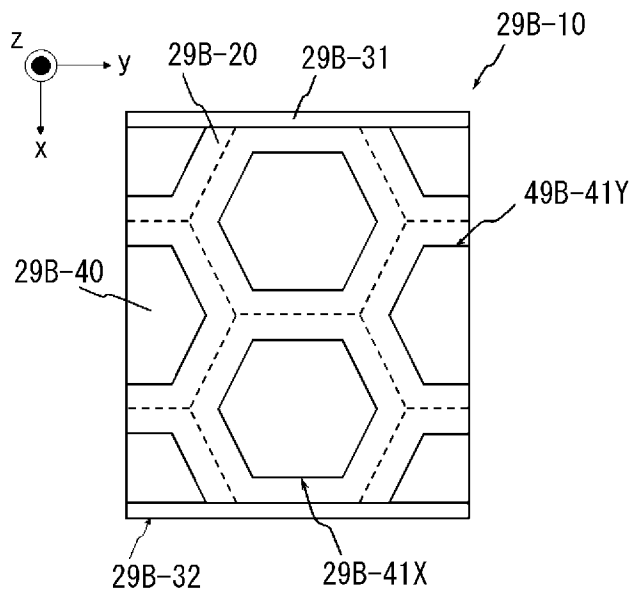
[図28]



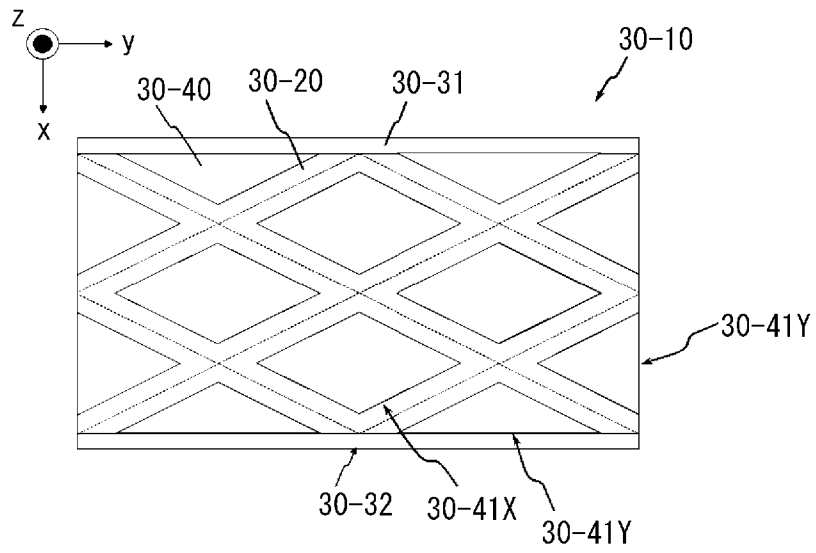
[図29A]



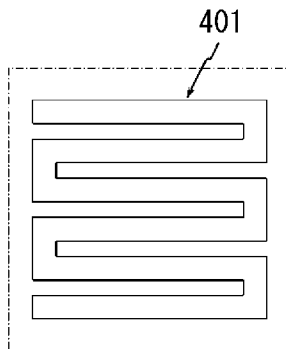
[図29B]



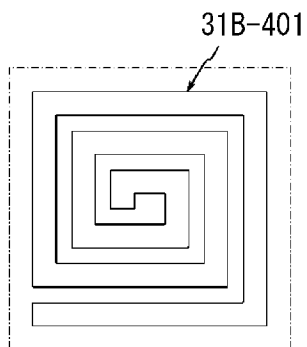
[図30]



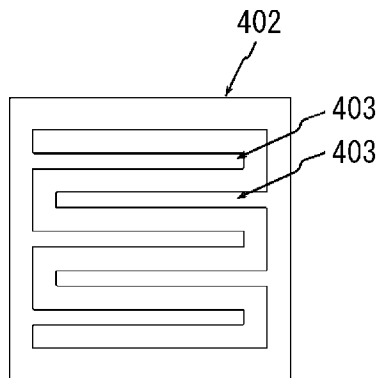
[図31A]



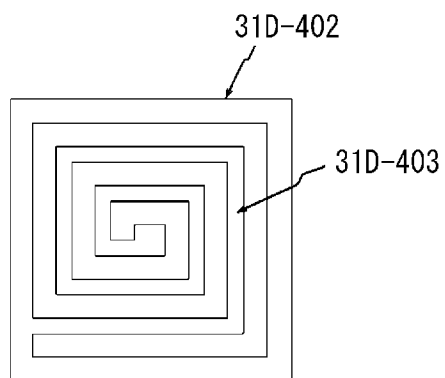
[図31B]



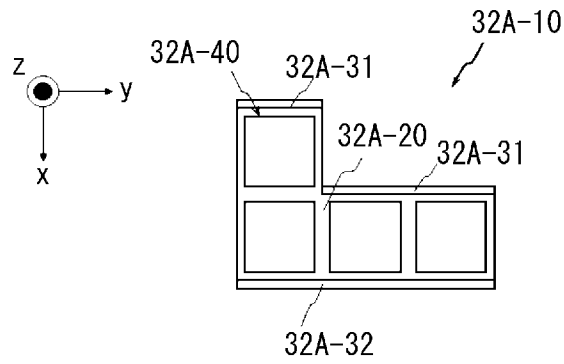
[図31C]



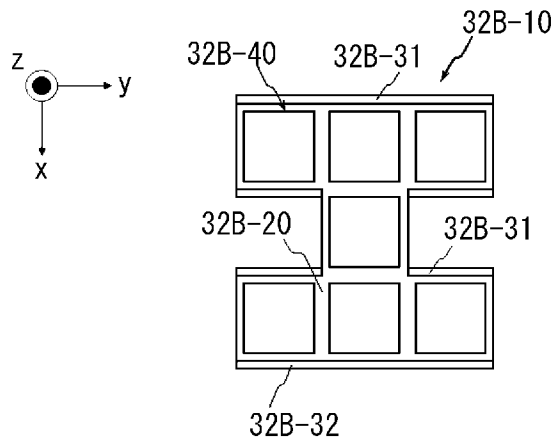
[図31D]



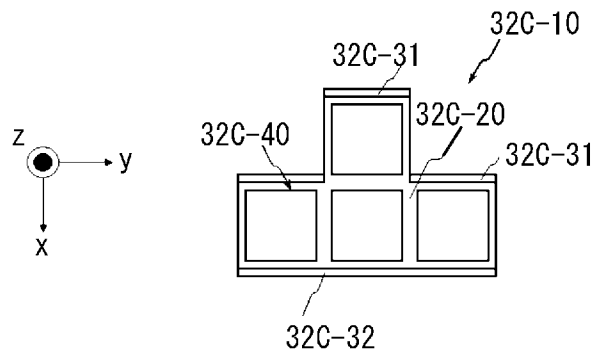
[図32A]



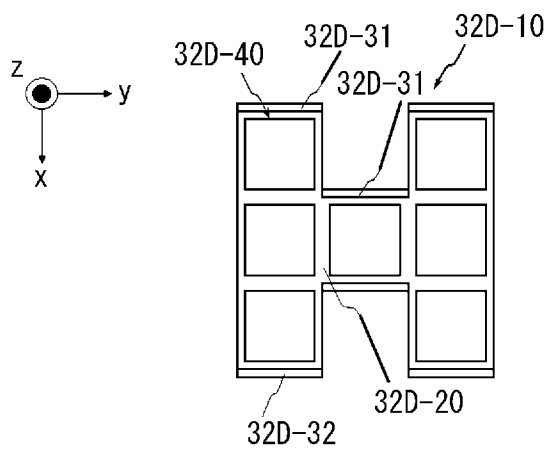
[図32B]



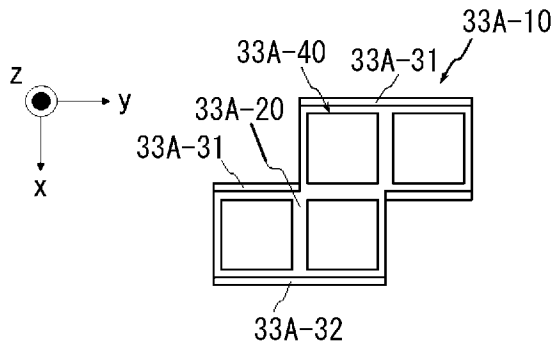
[図32C]



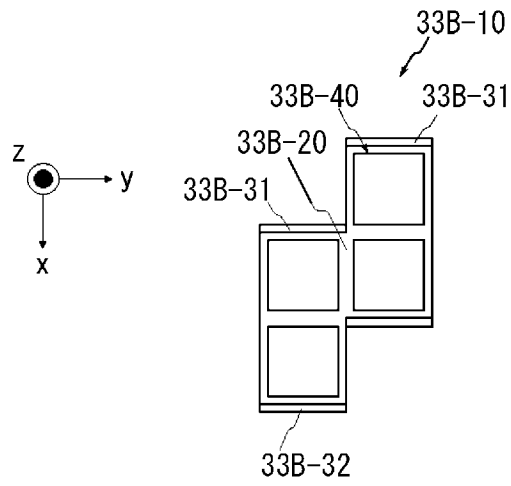
[図32D]



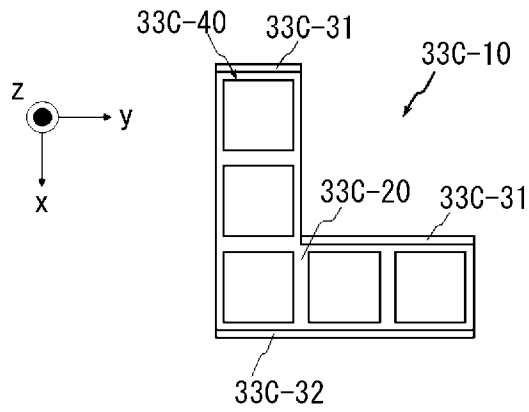
[図33A]



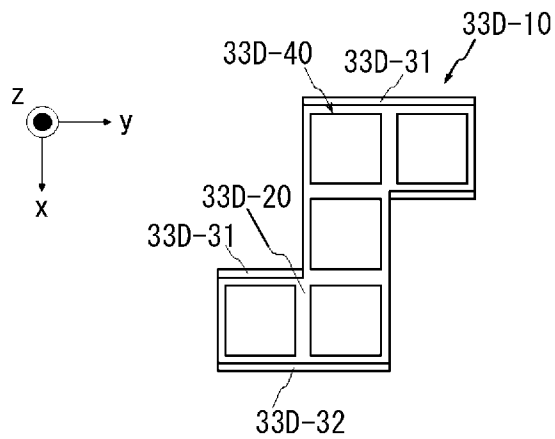
[図33B]



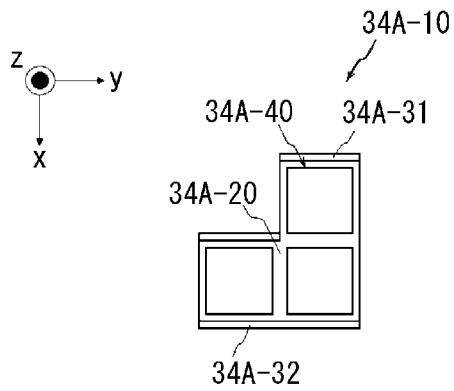
[図33C]



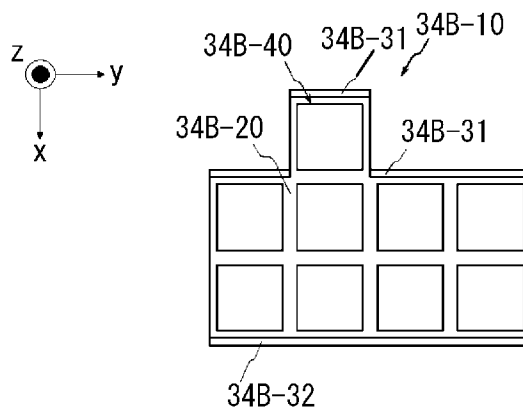
[図33D]



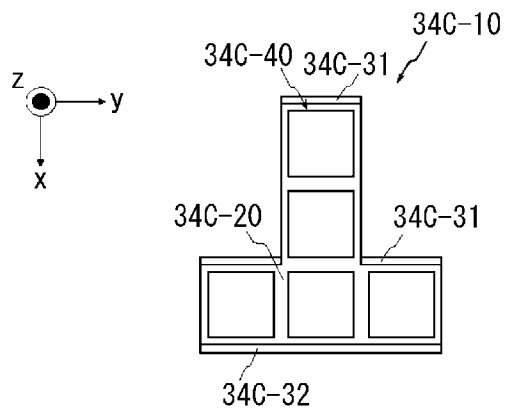
[図34A]



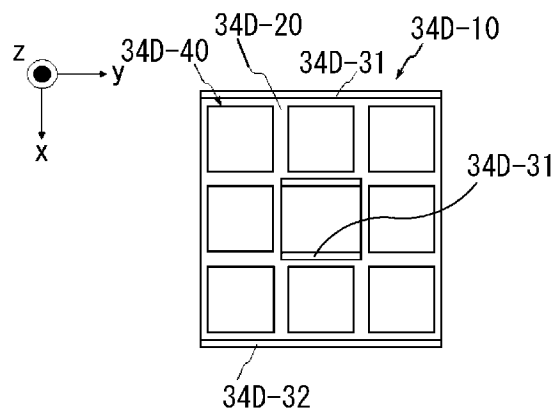
[図34B]



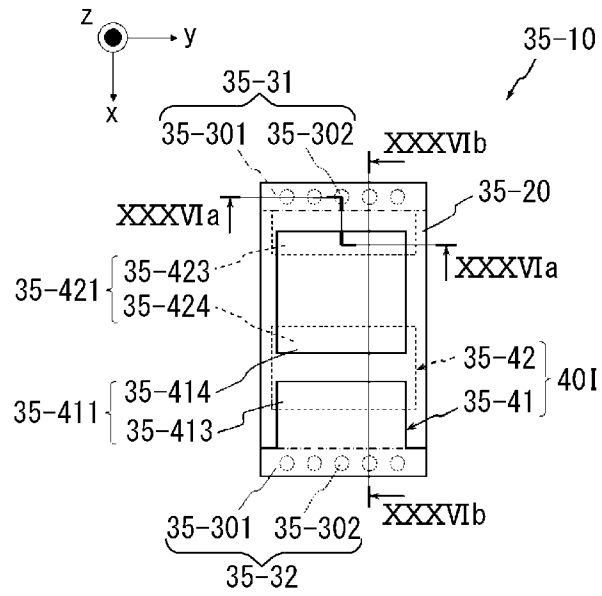
[図34C]



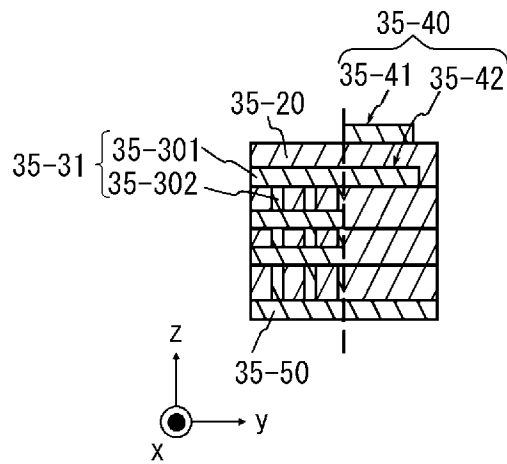
[図34D]



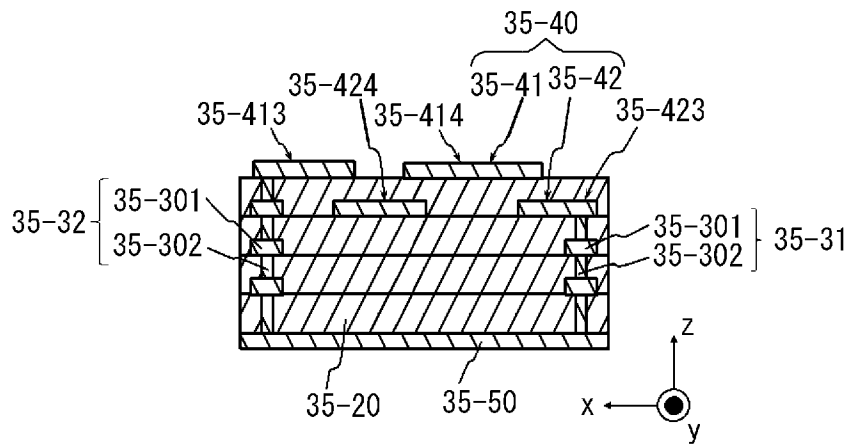
[図35]



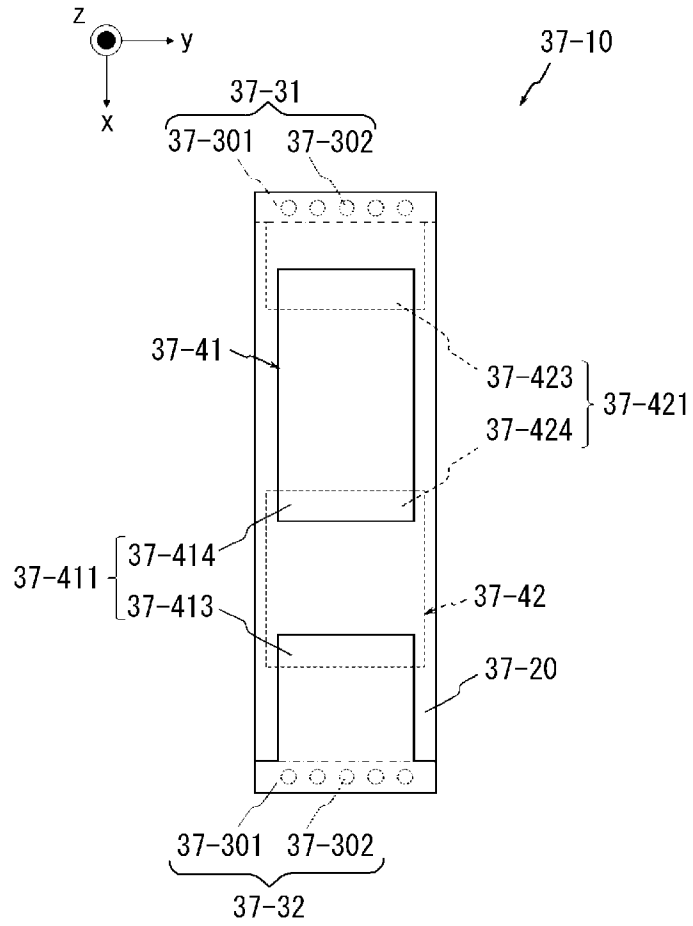
[図36A]



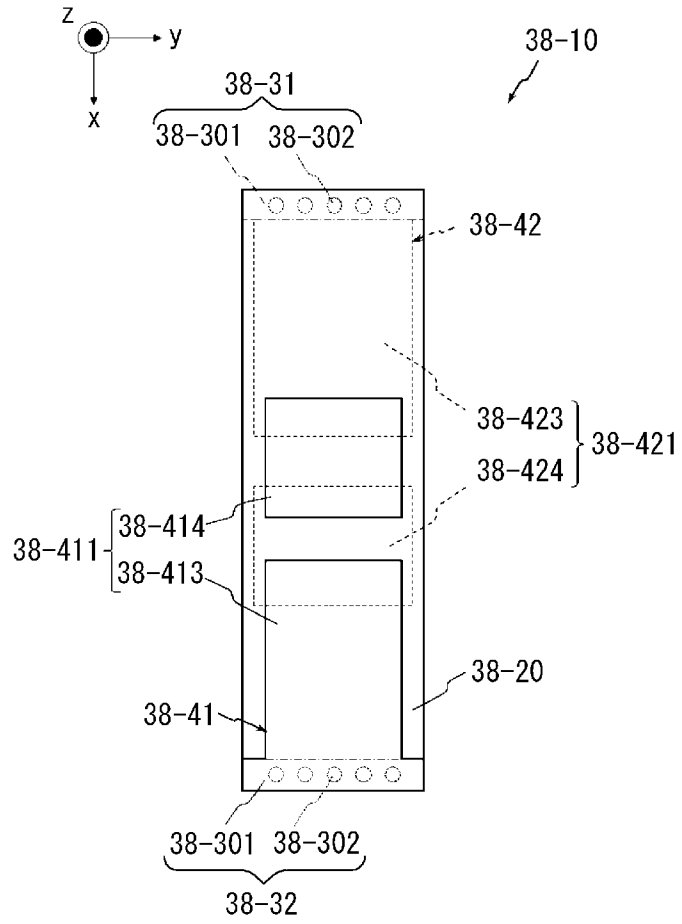
[図36B]



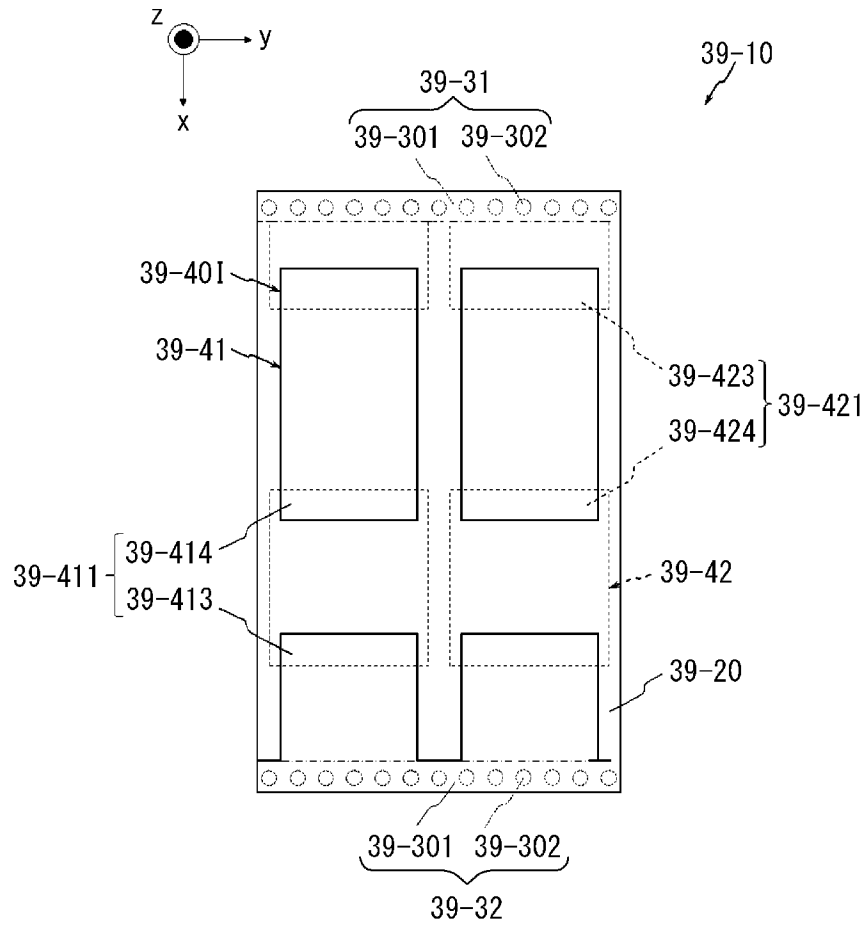
[図37]



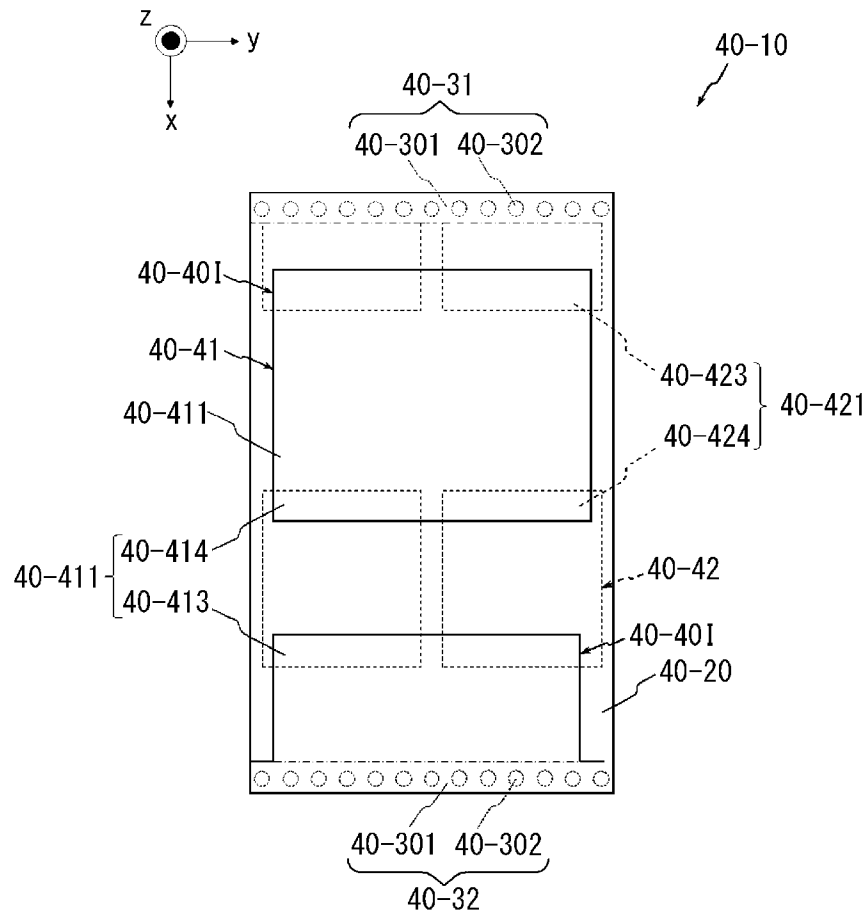
[図38]



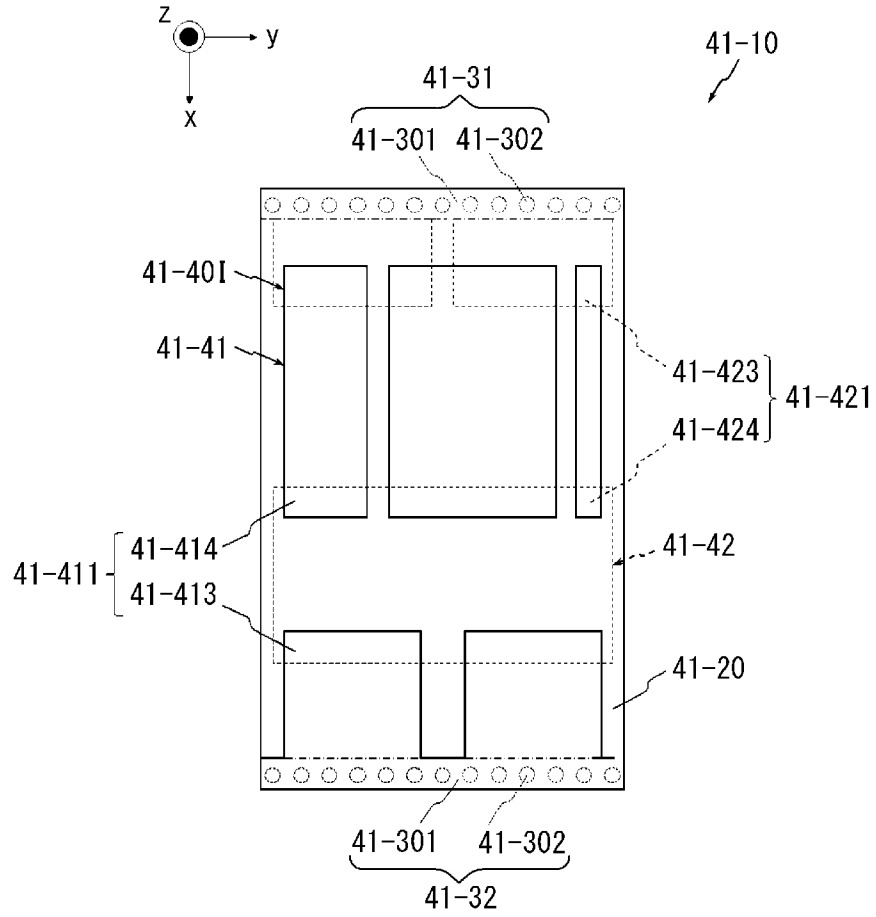
[図39]



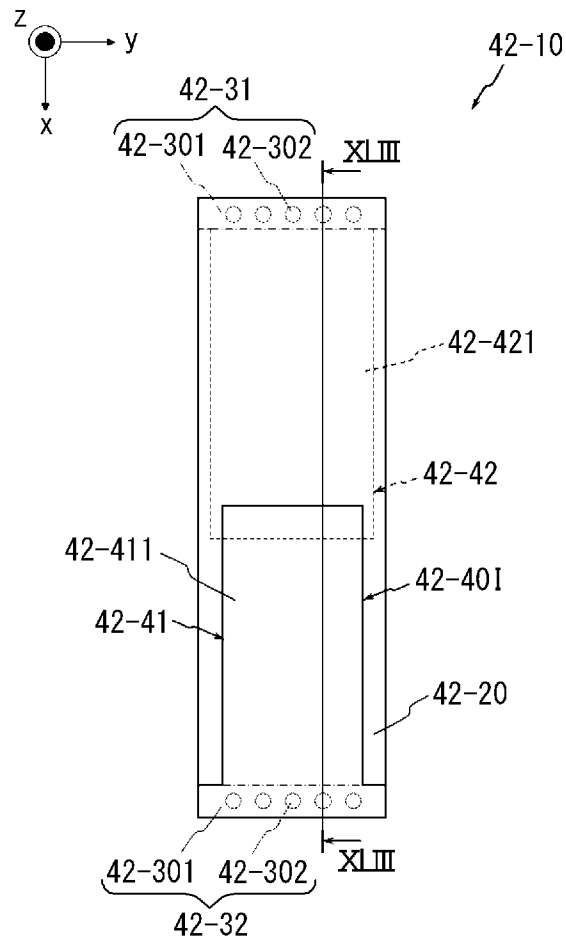
[図40]



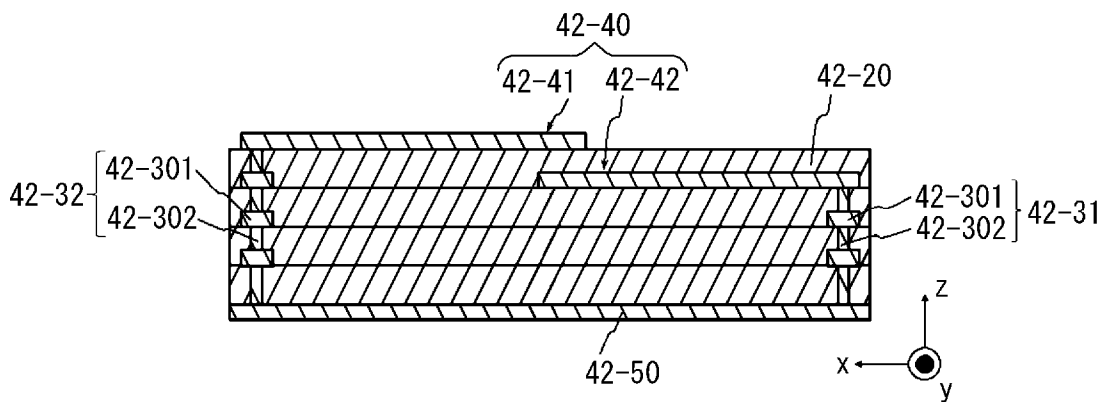
[図41]



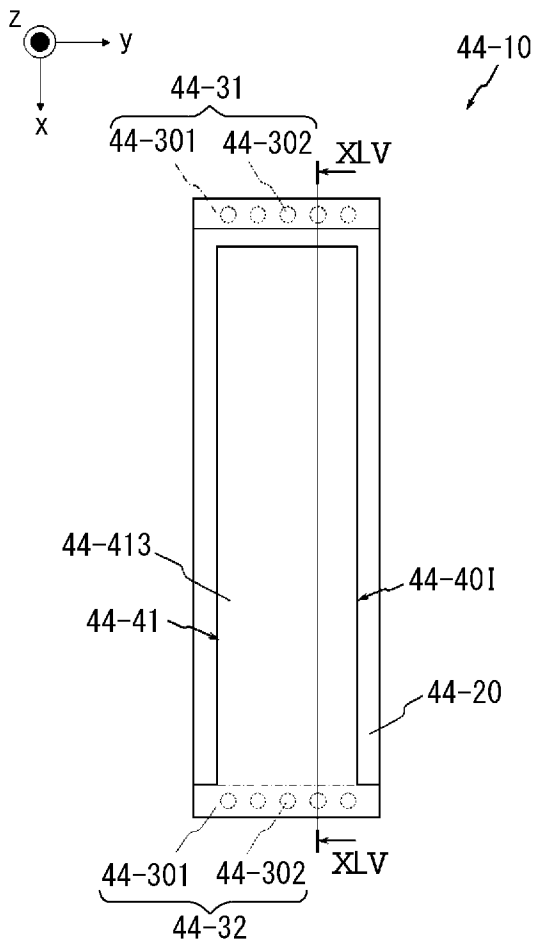
[図42]



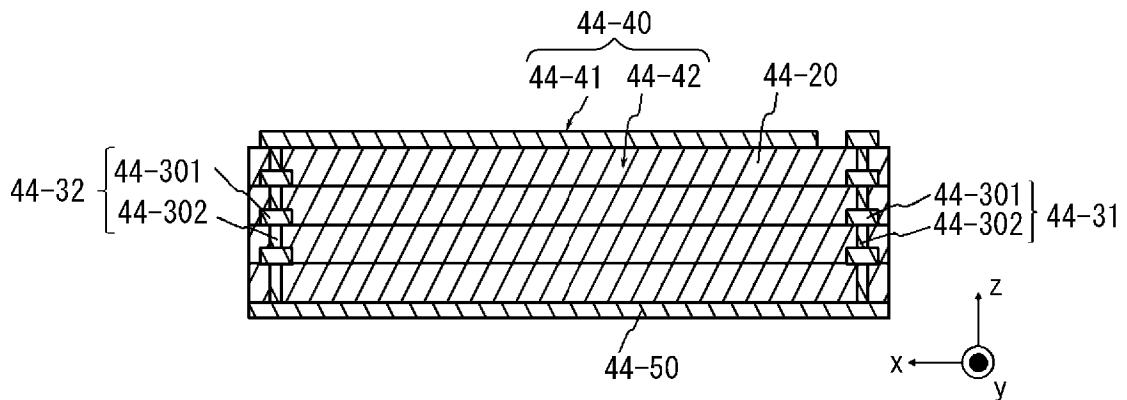
[図43]



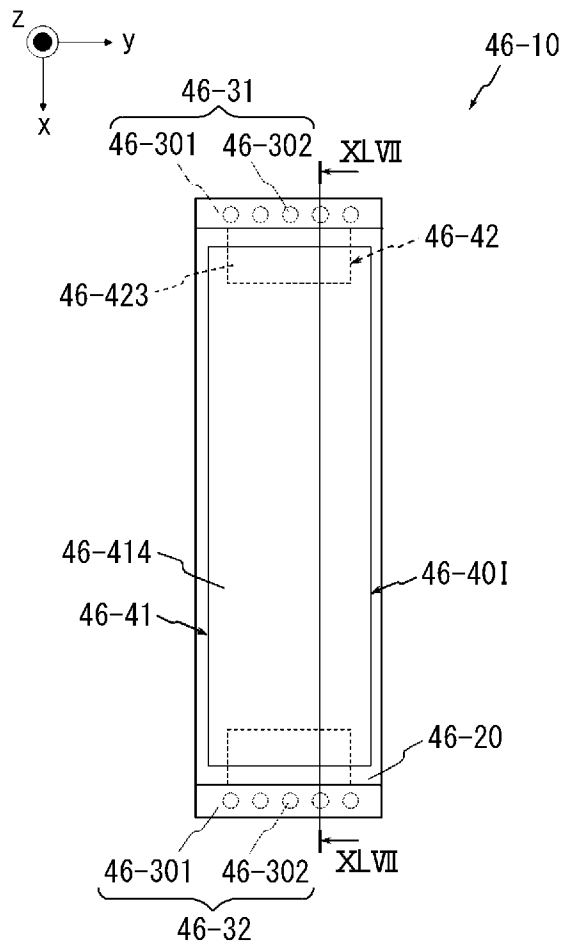
[図44]



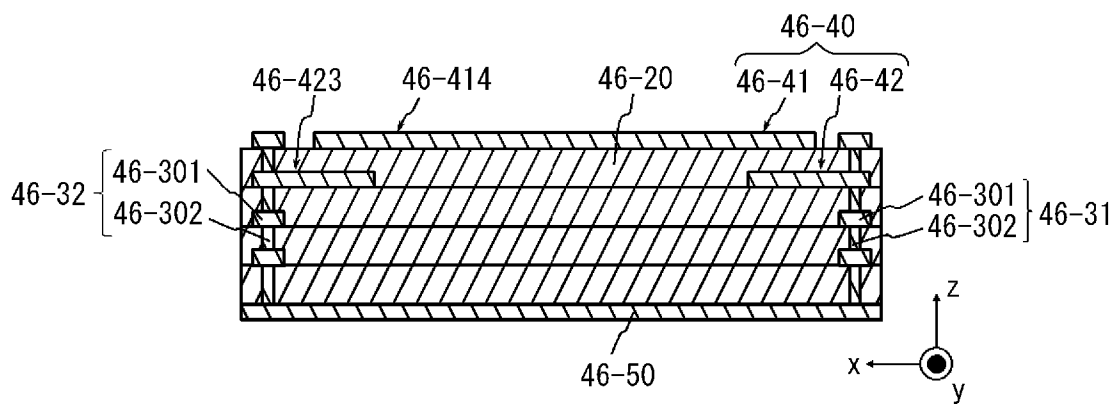
[図45]



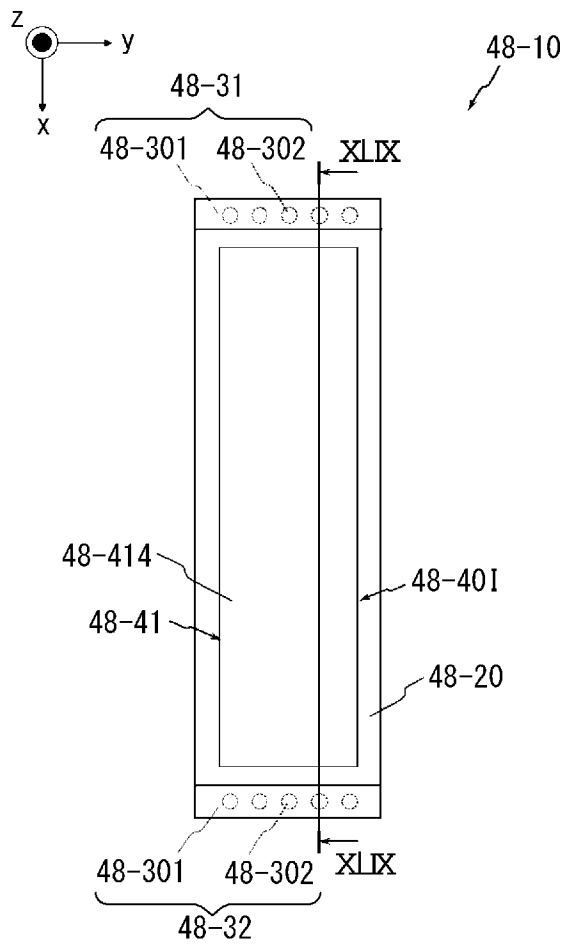
[図46]



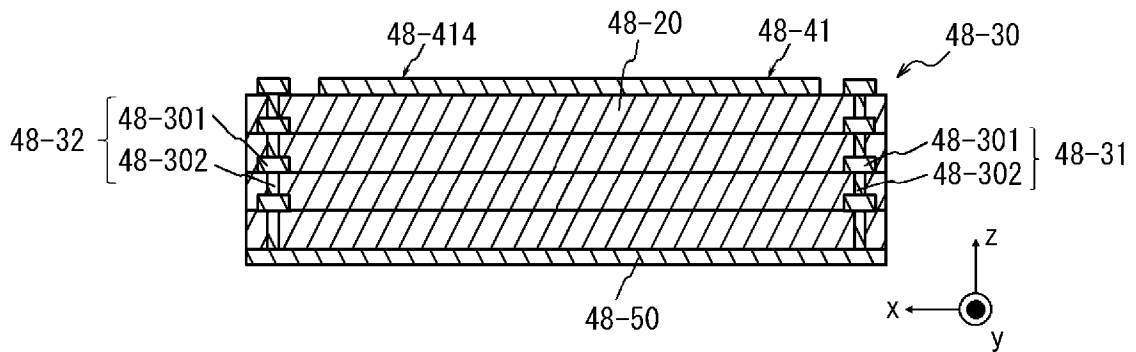
[図47]



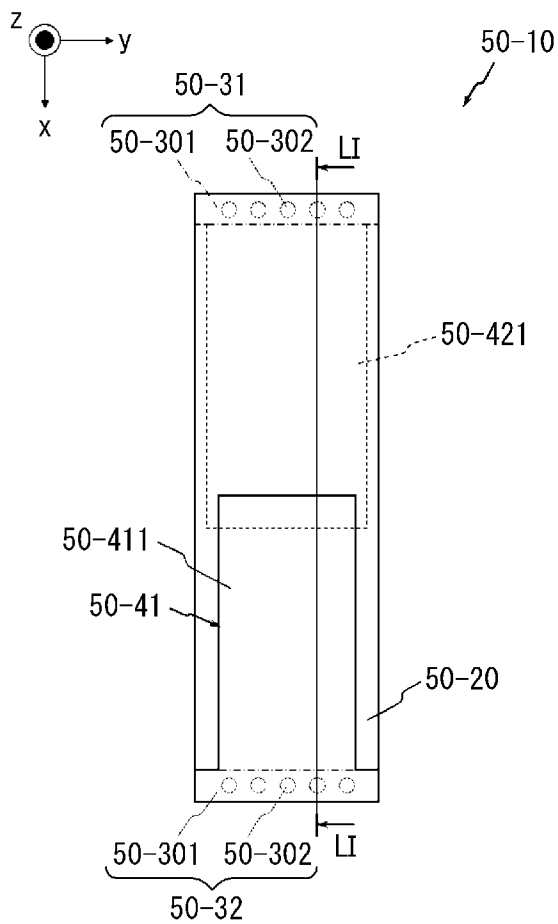
[図48]



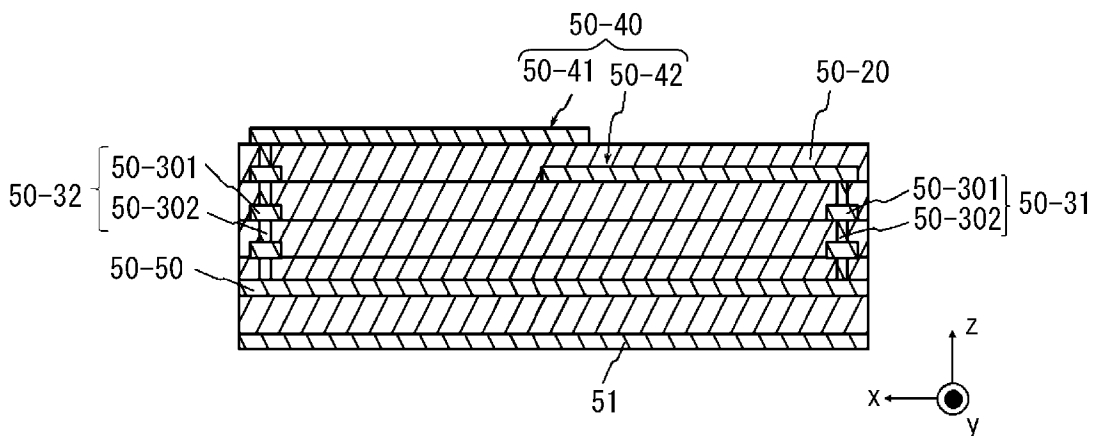
[図49]



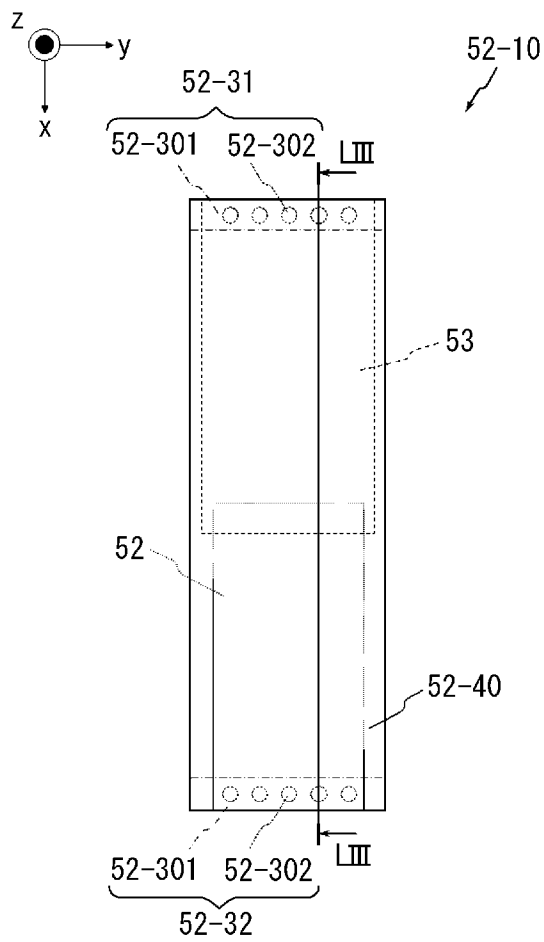
[図50]



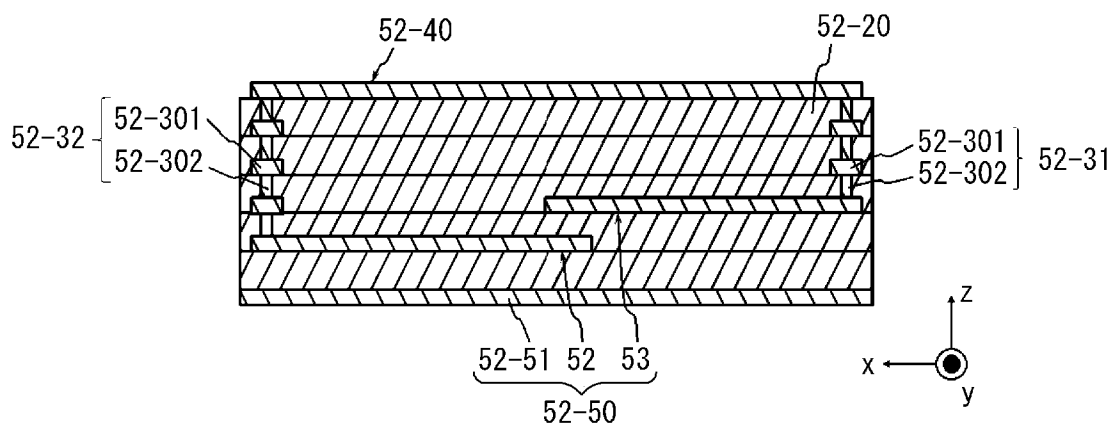
[図51]



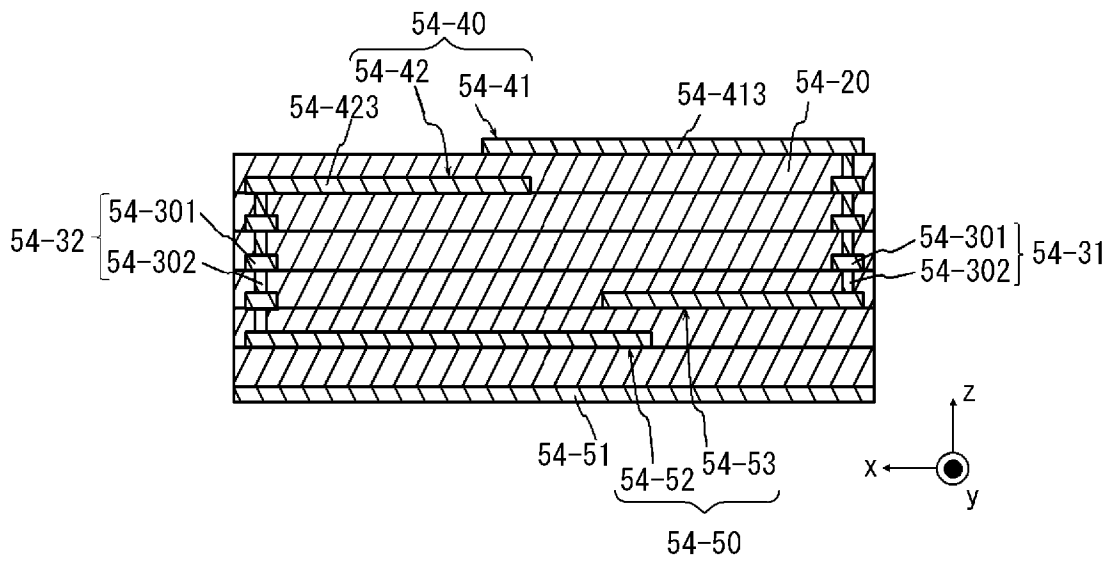
[図52]



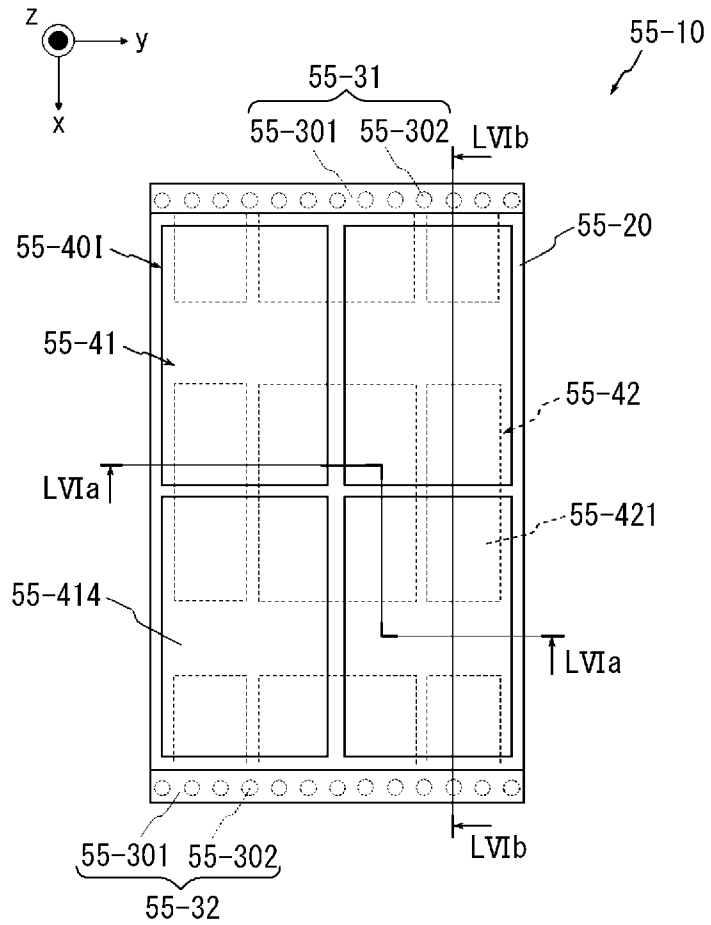
[図53]



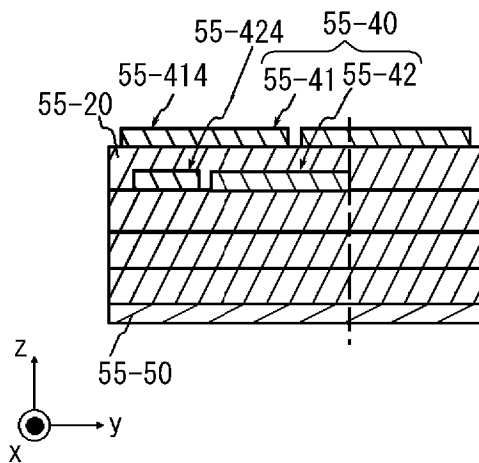
[図54]



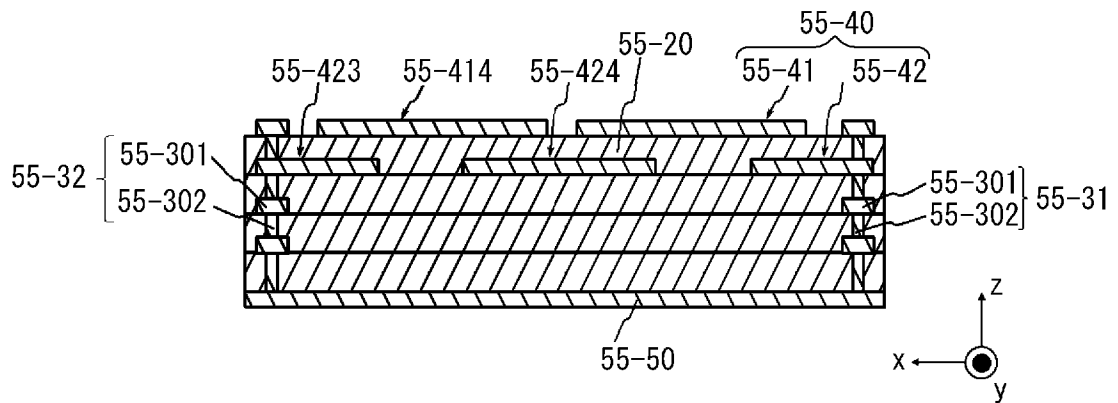
[図55]



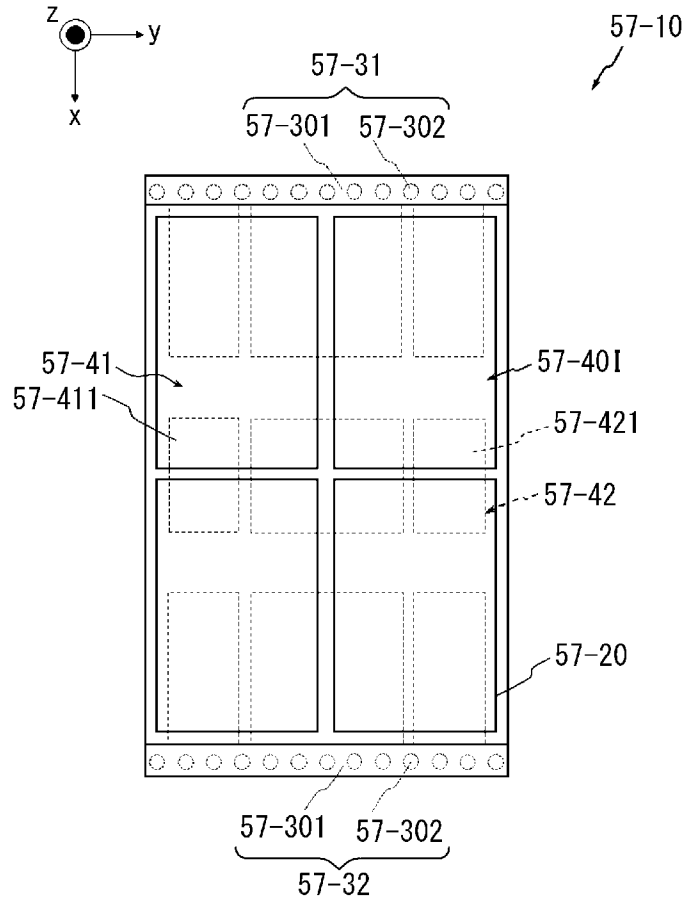
[図56A]



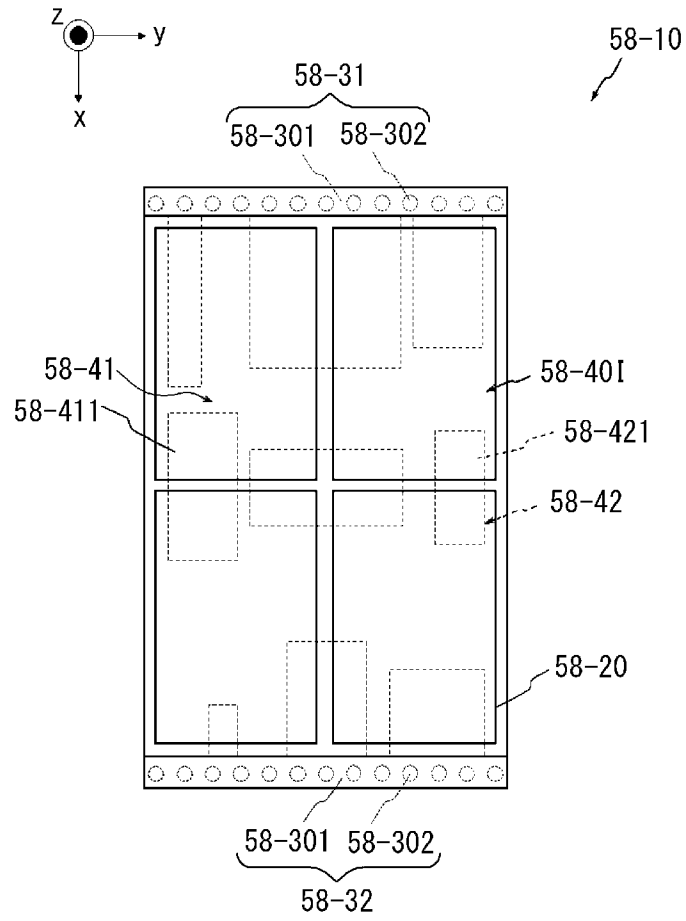
[図56B]



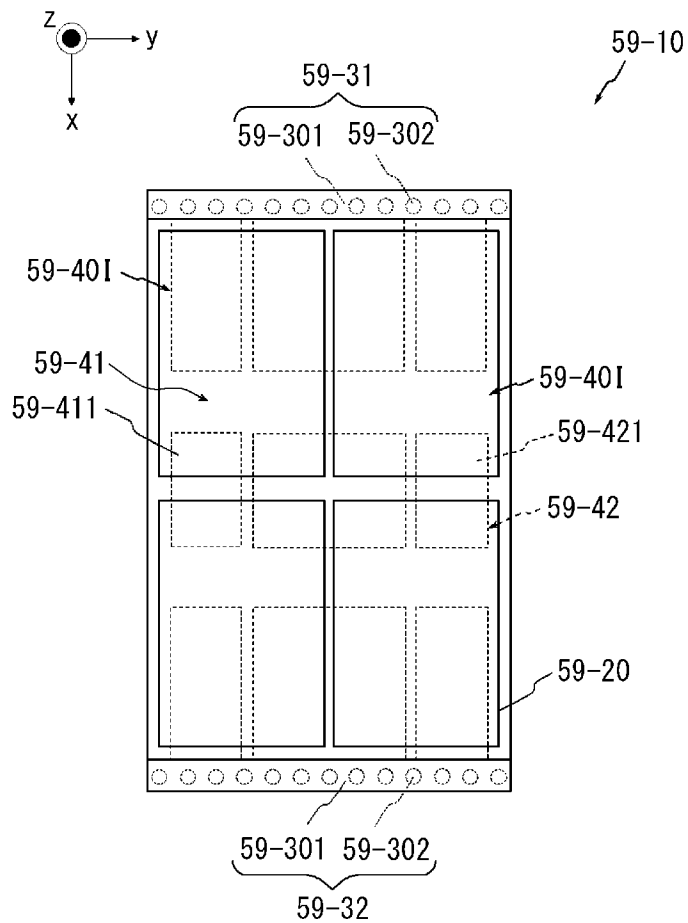
[図57]



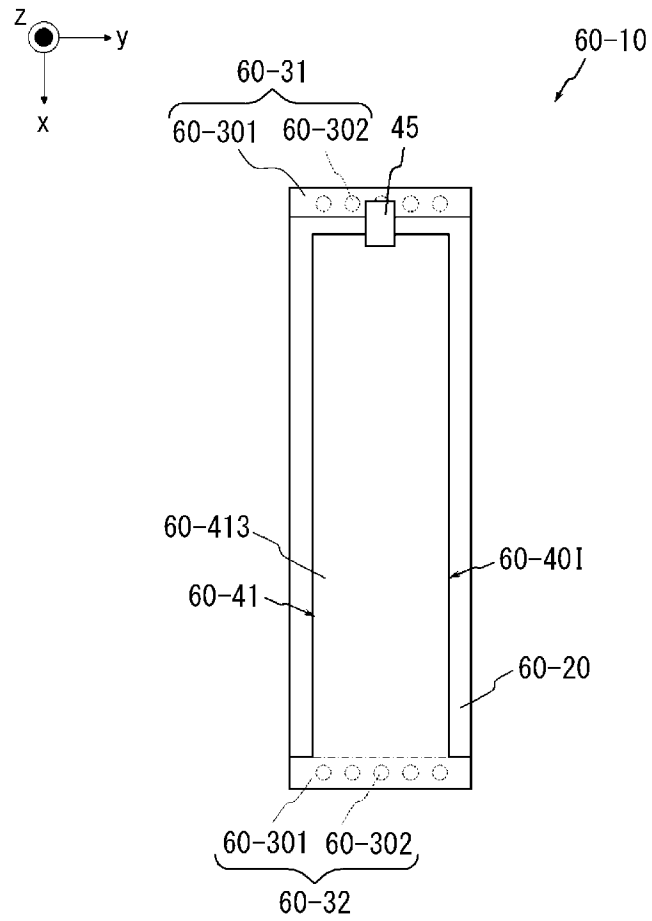
[図58]



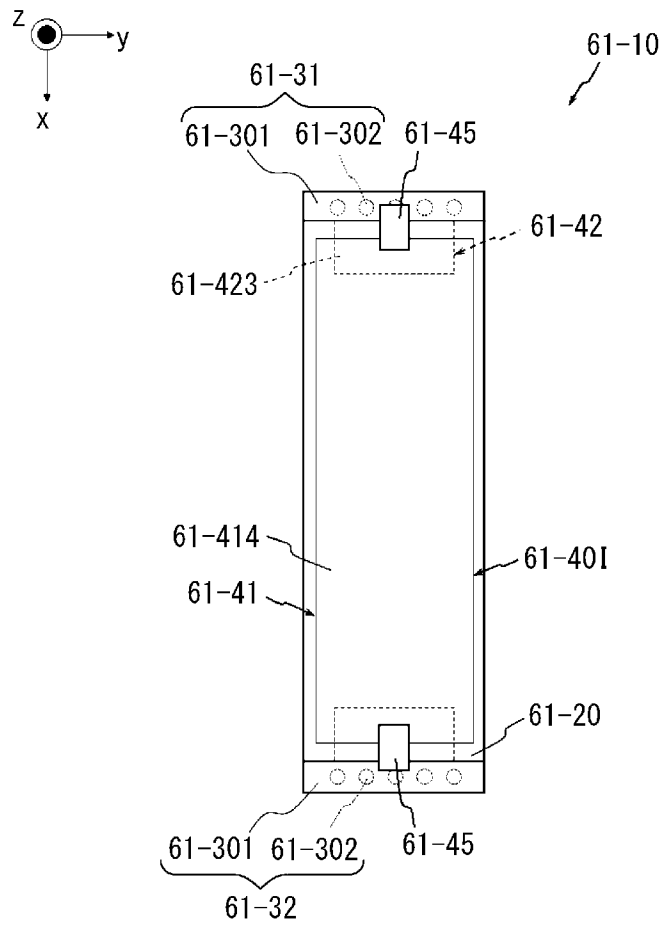
[図59]



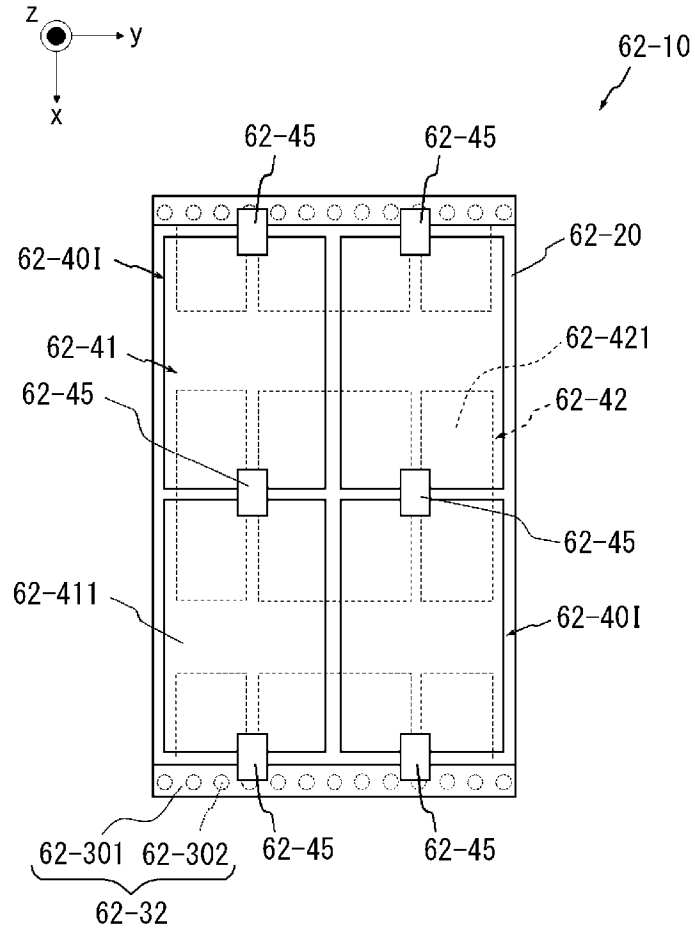
[図60]



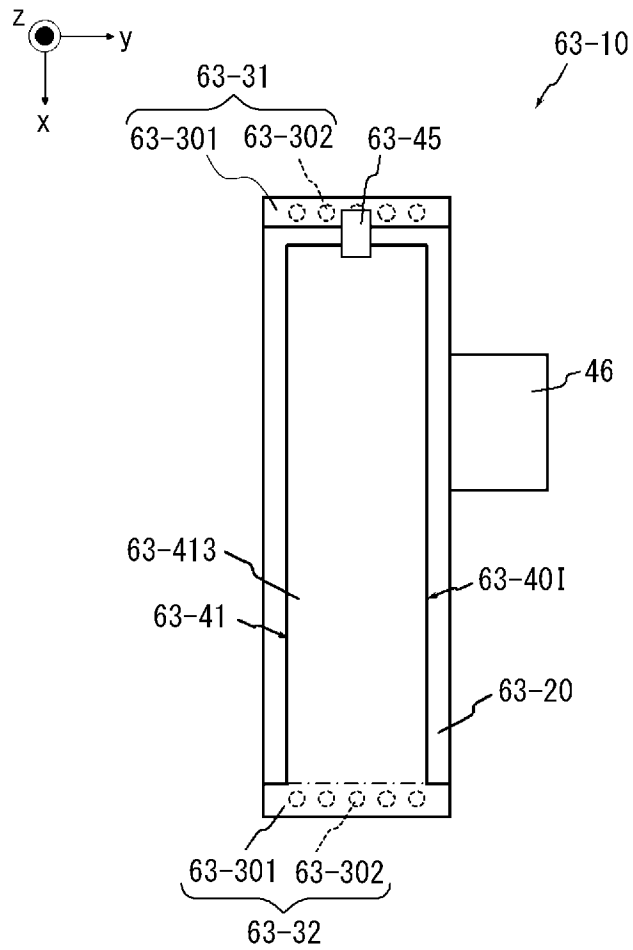
[図61]



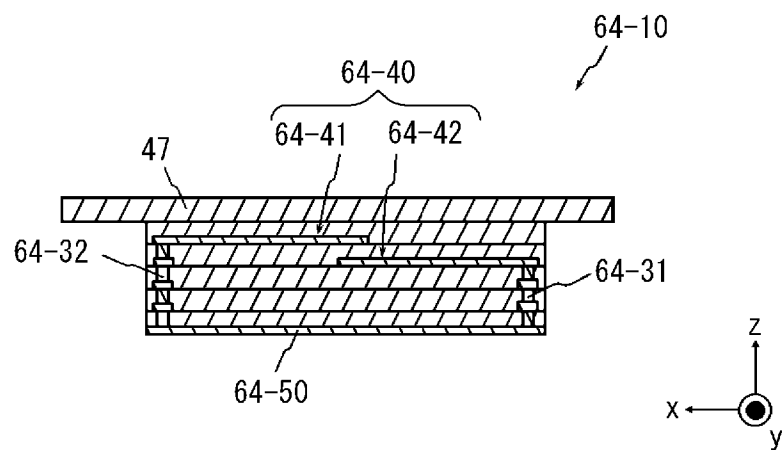
[図62]



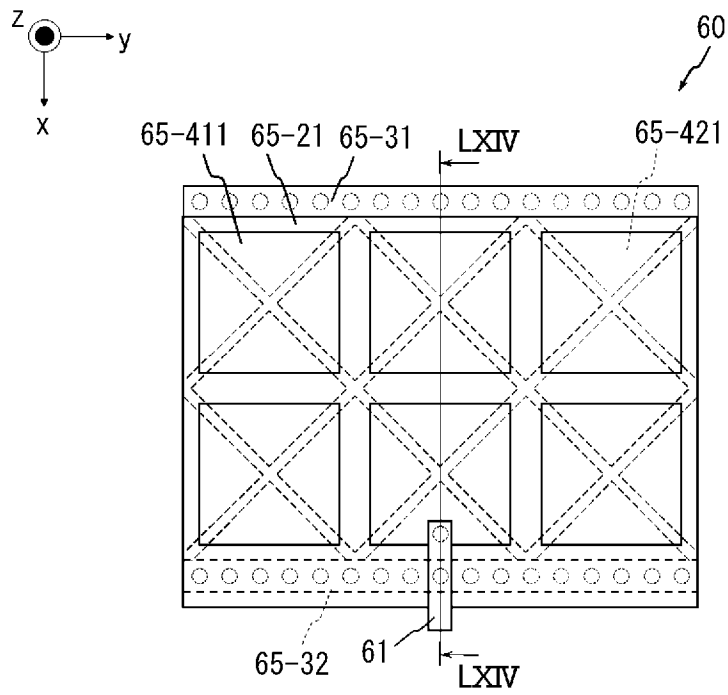
[図63]



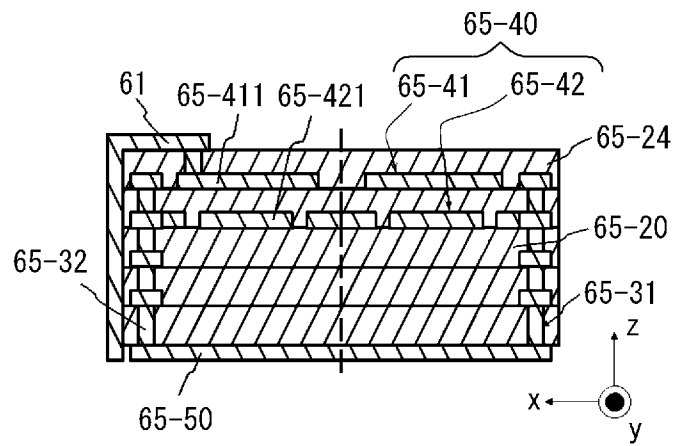
[図64]



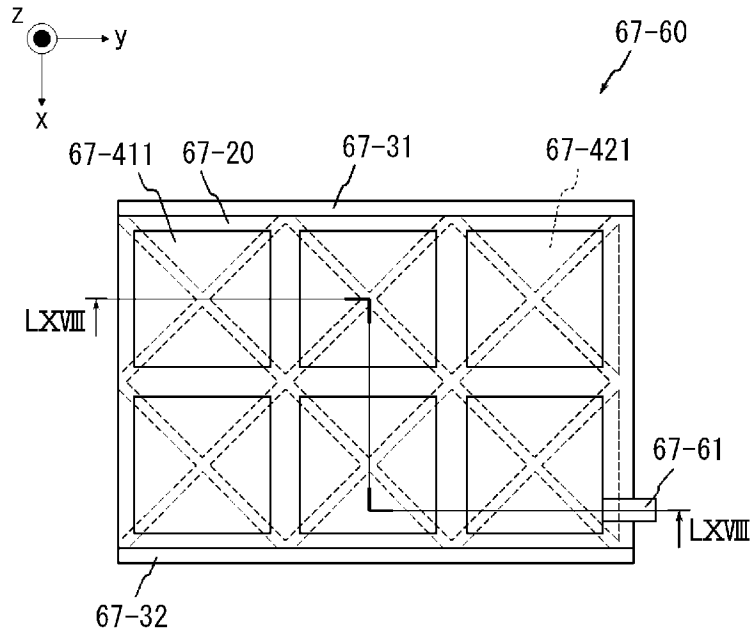
[図65]



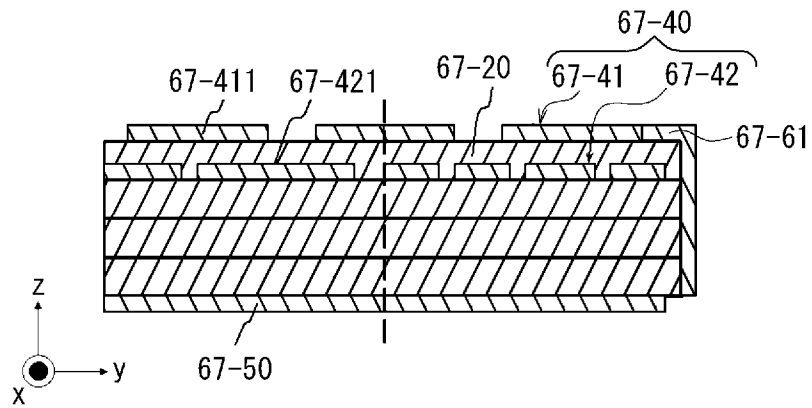
[図66]



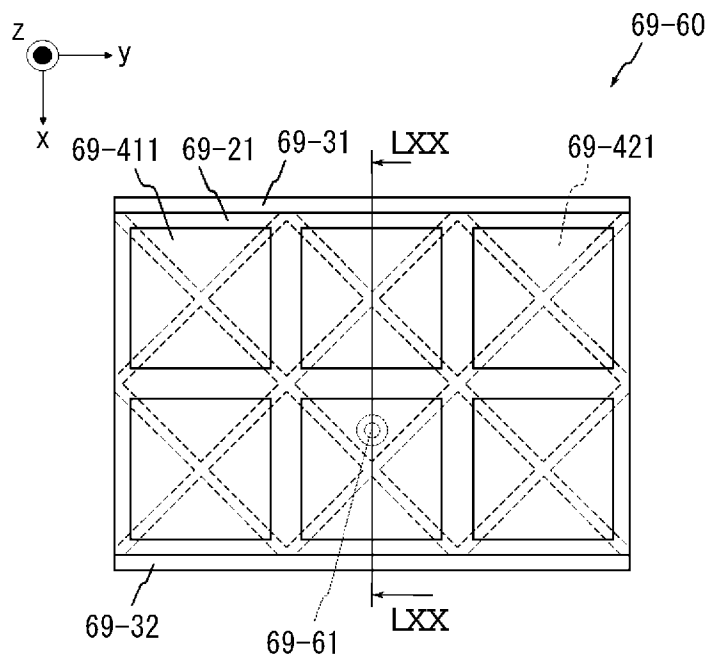
[図67]



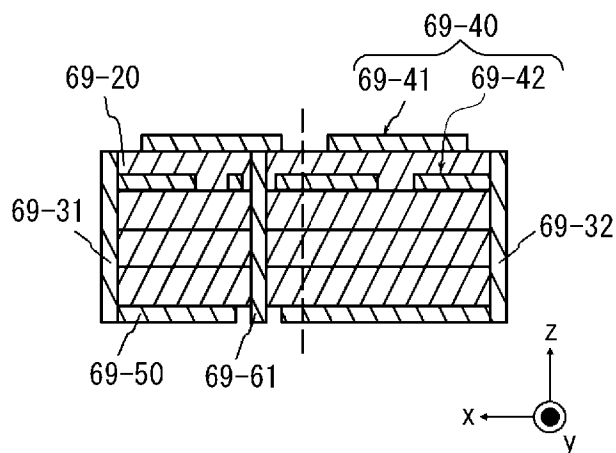
[図68]



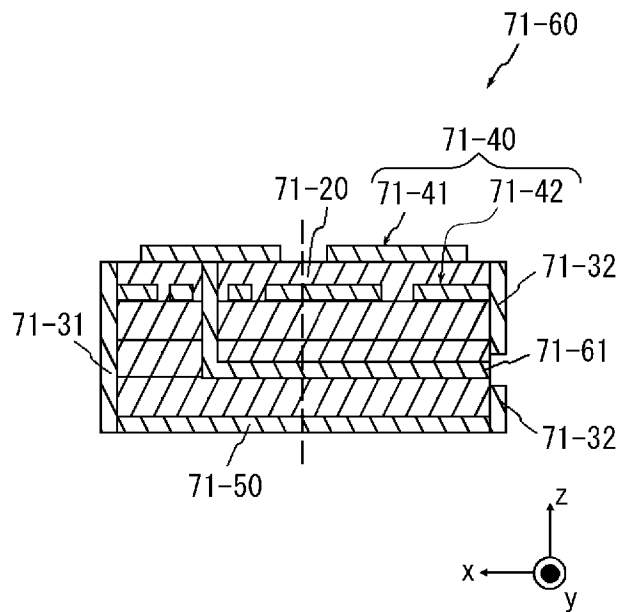
[図69]



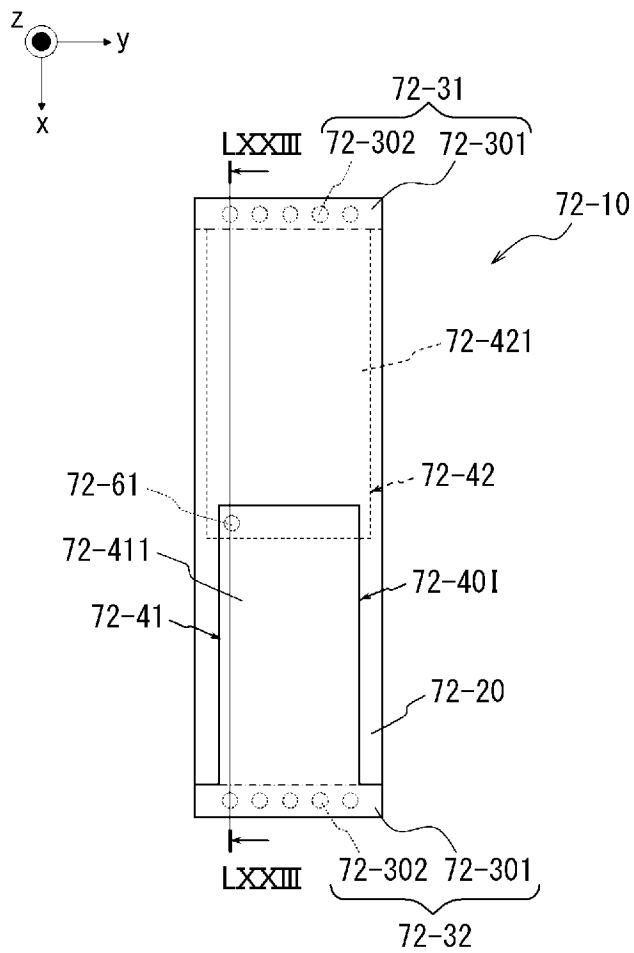
[図70]



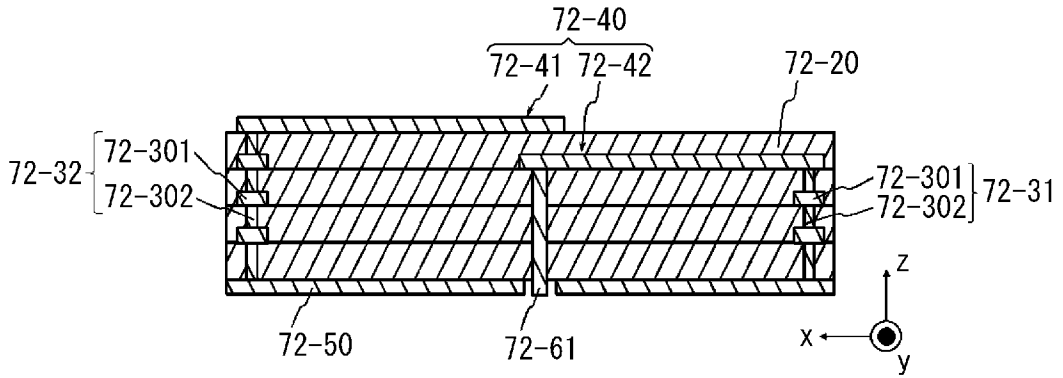
[図71]



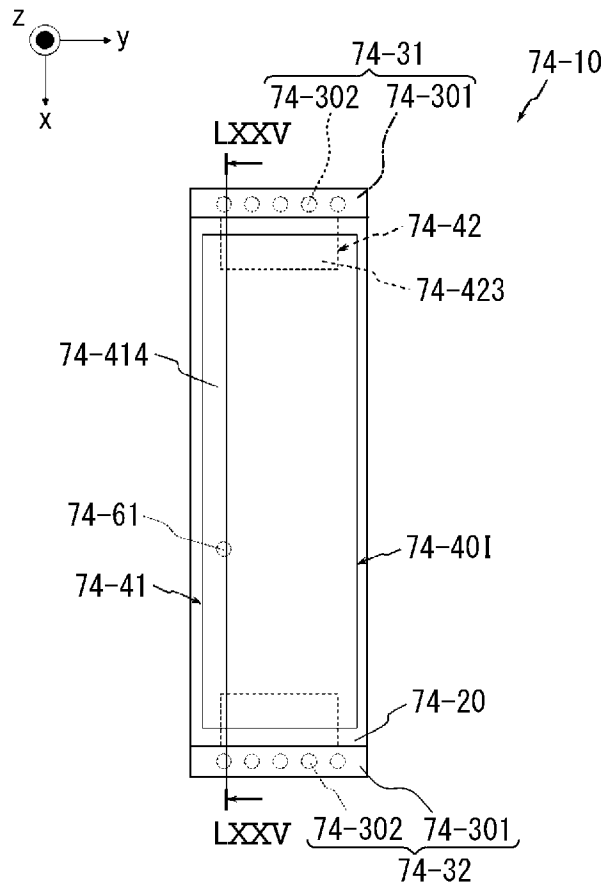
[図72]



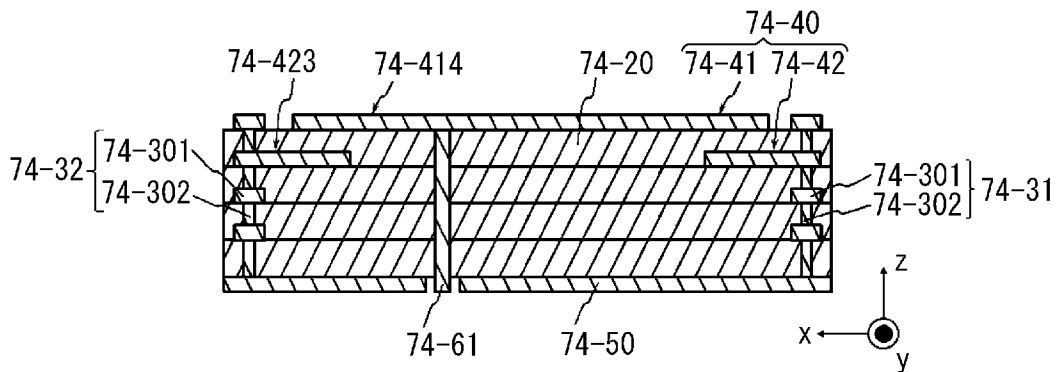
[図73]



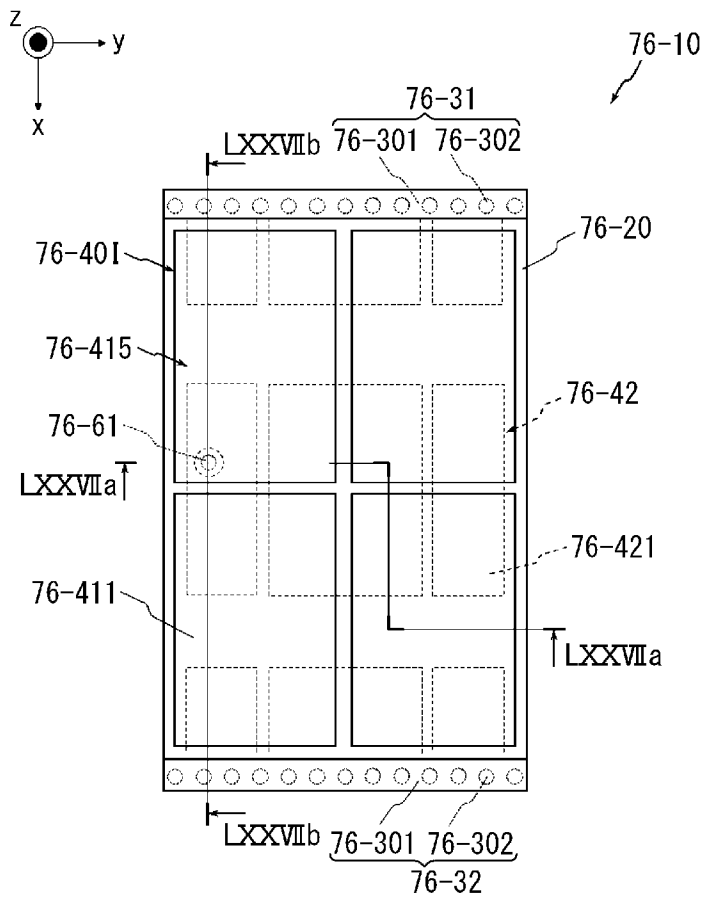
[図74]



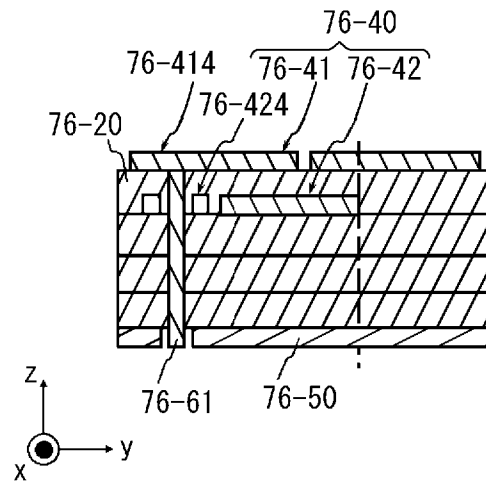
[図75]



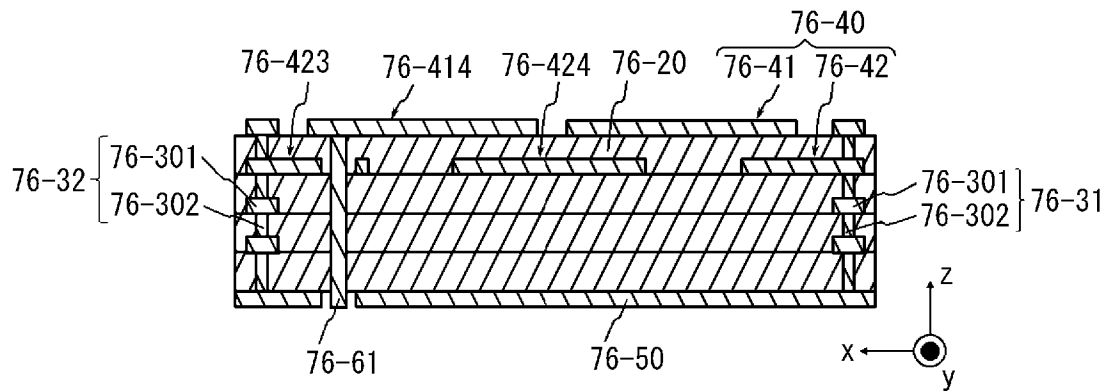
[図76]



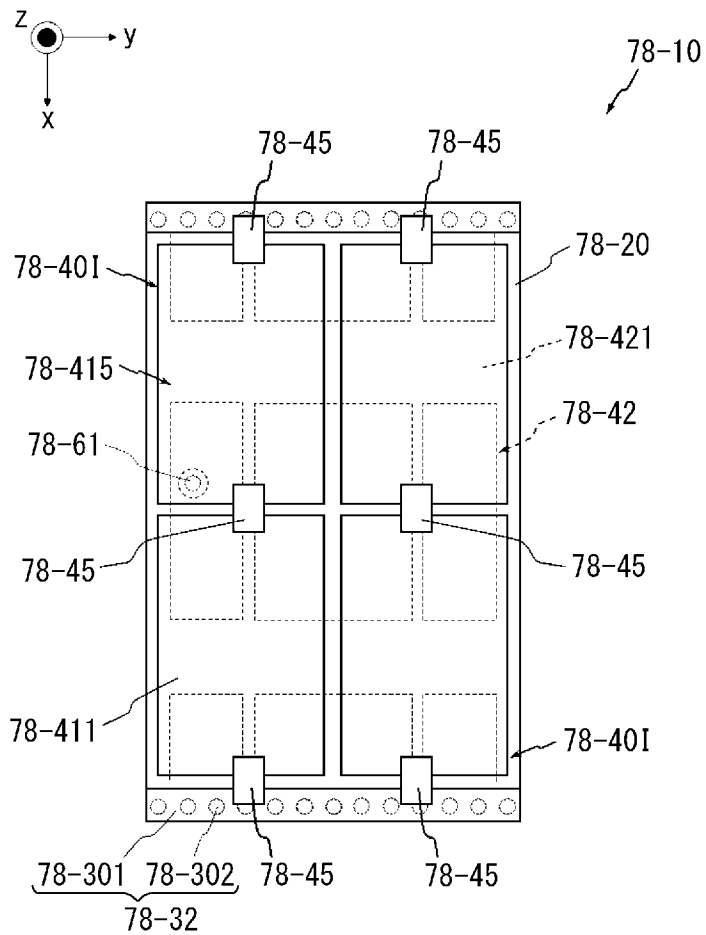
[図77A]



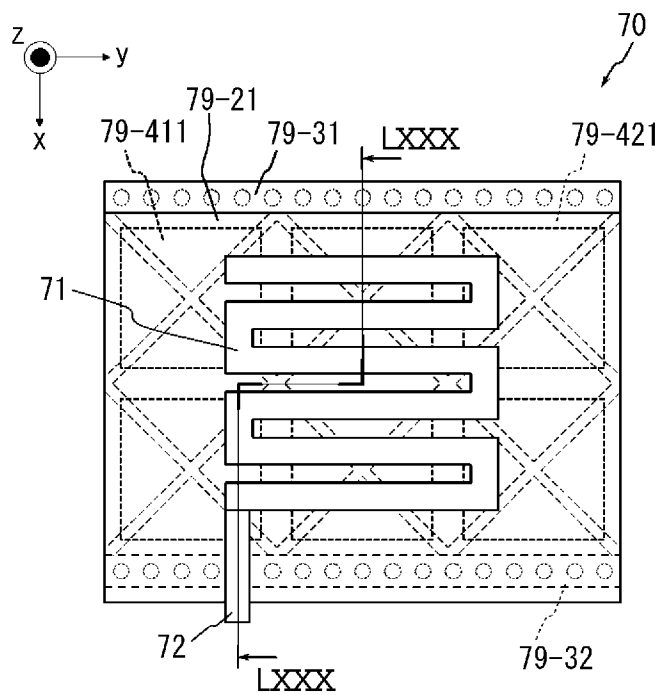
[図77B]



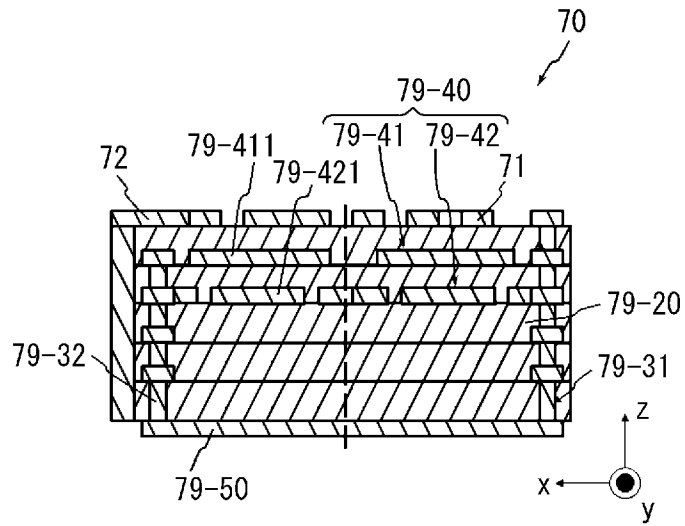
[図78]



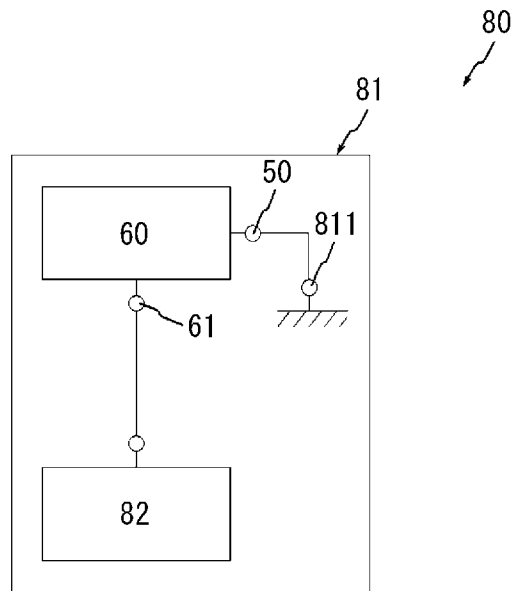
[図79]



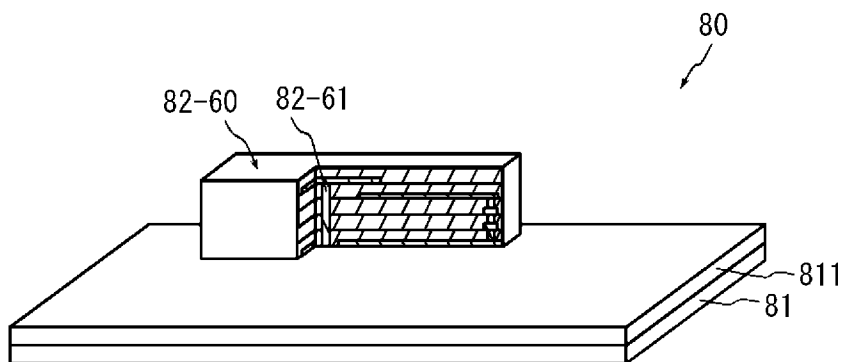
[図80]



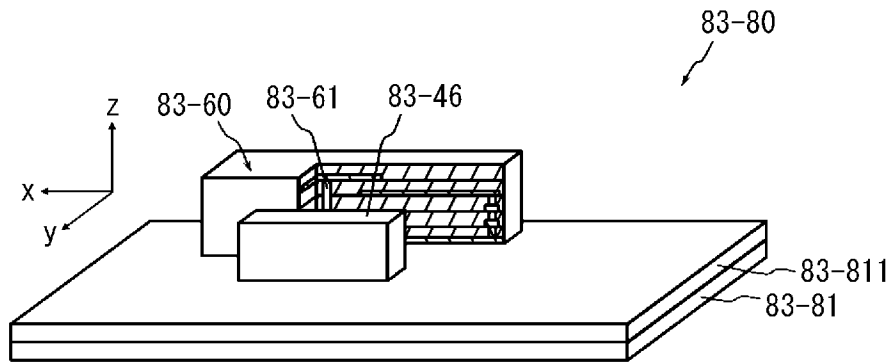
[図81]



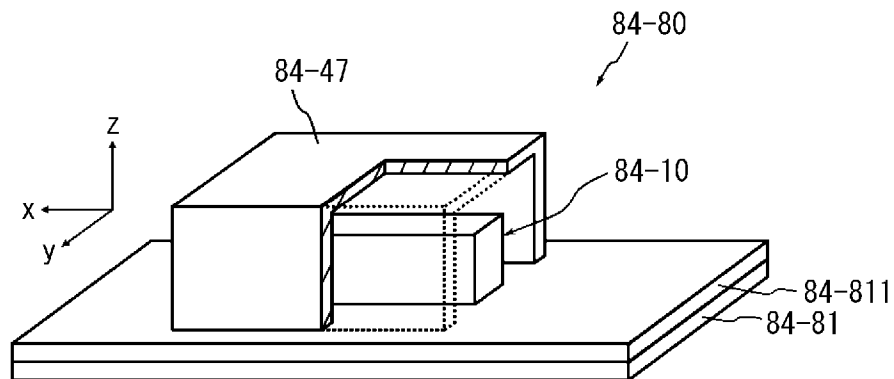
[図82]



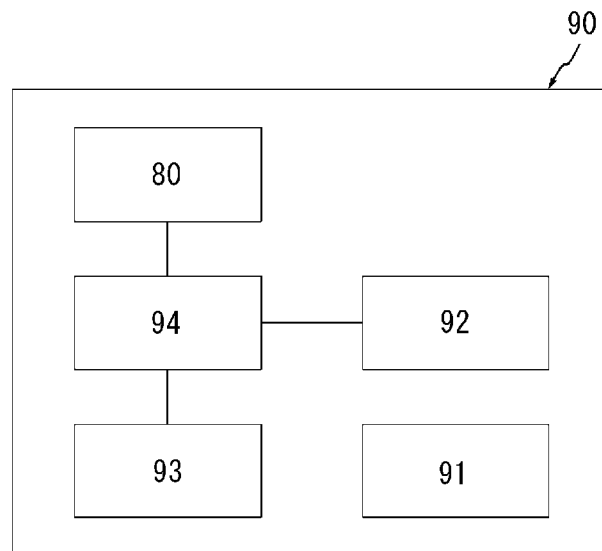
[図83]



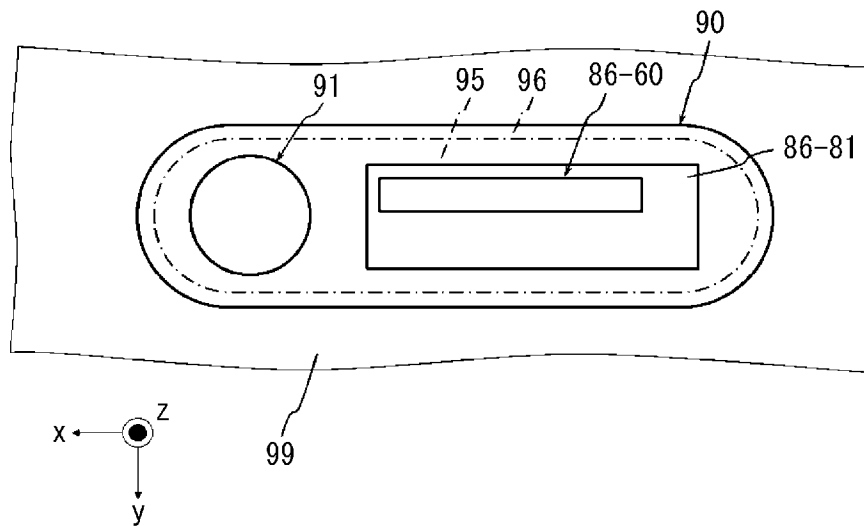
[図84]



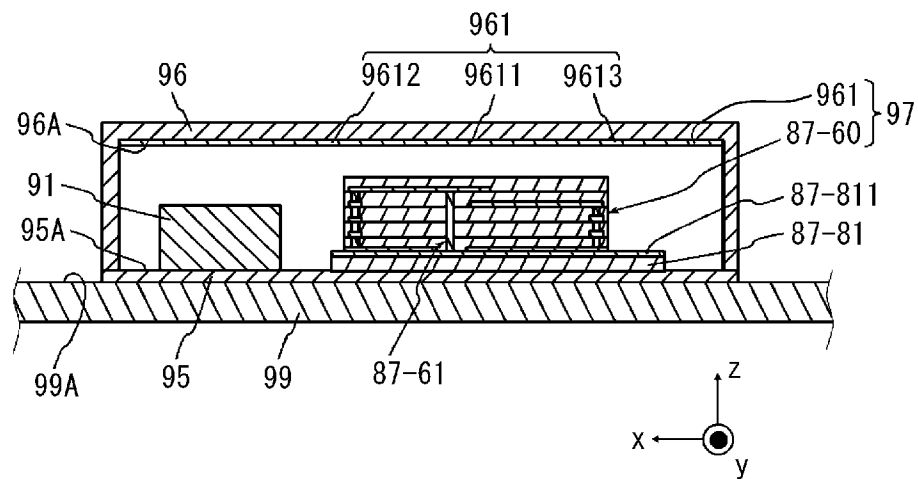
[図85]



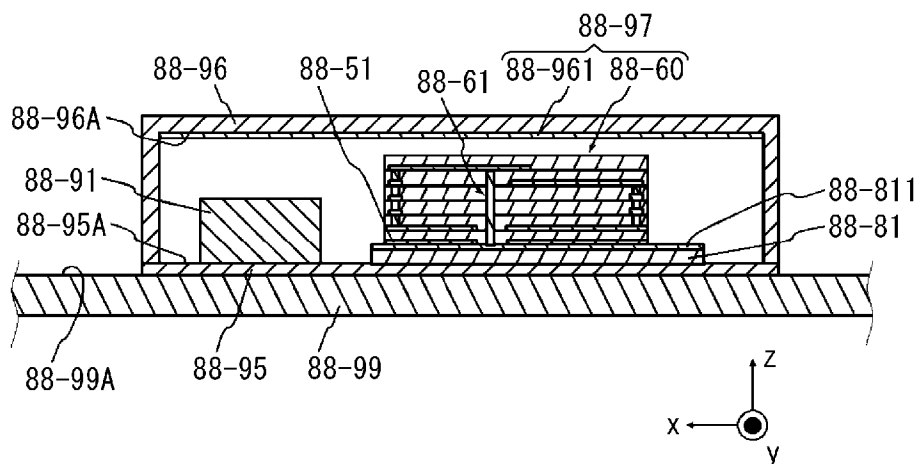
[図86]



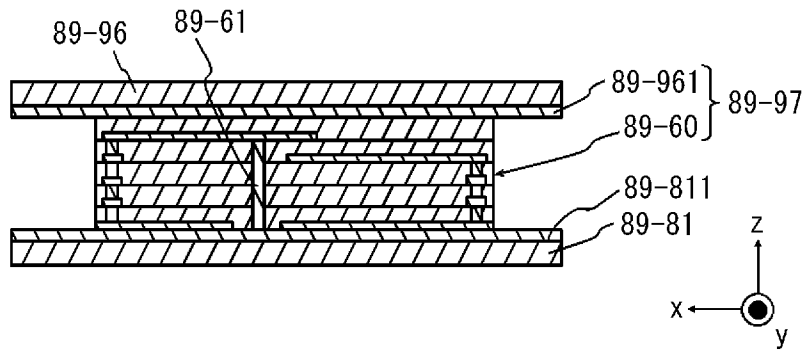
[図87]



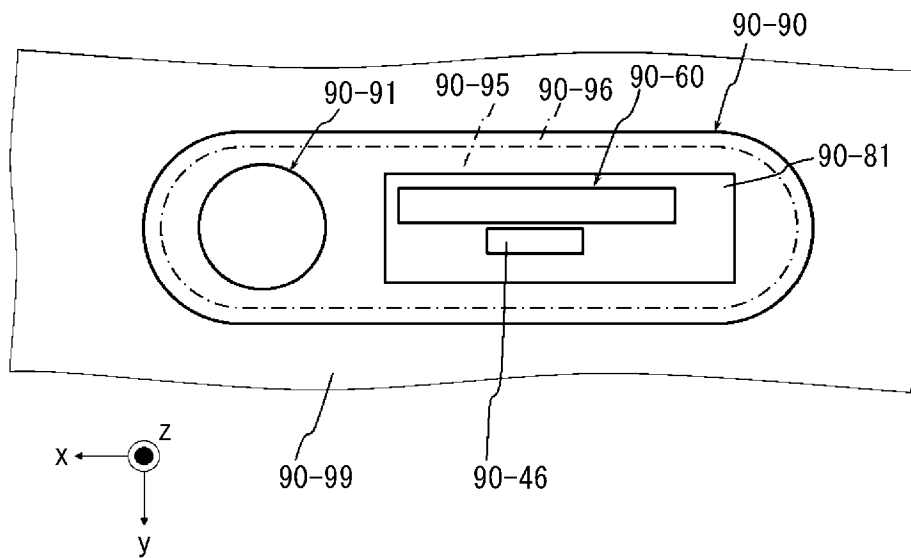
[図88]



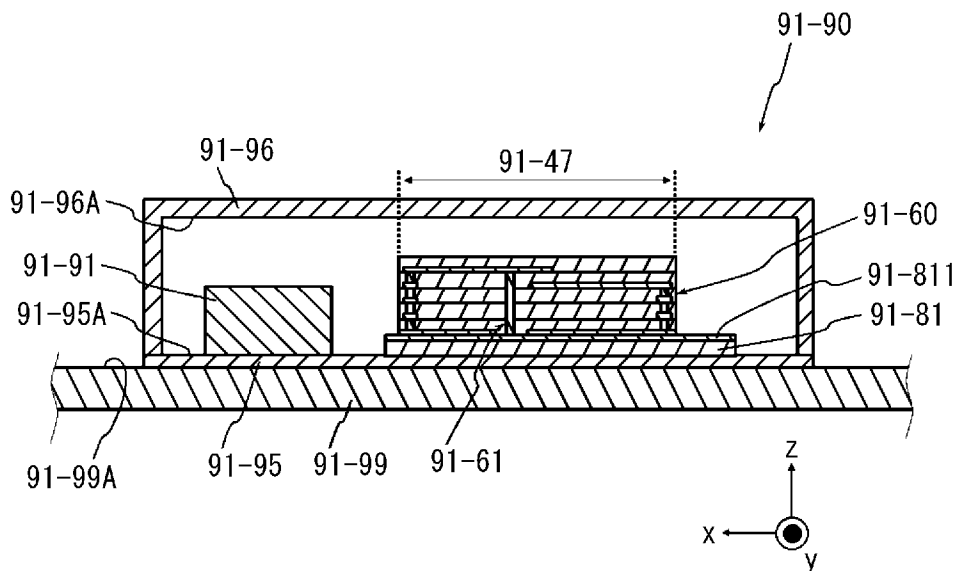
[図89]



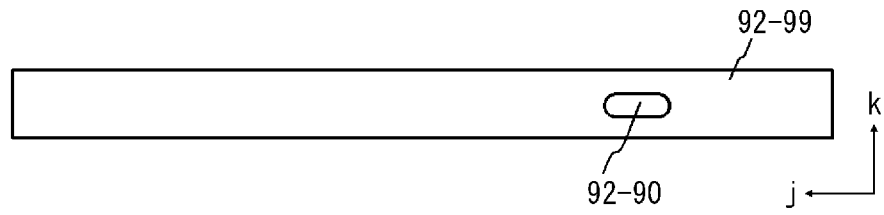
[図90]



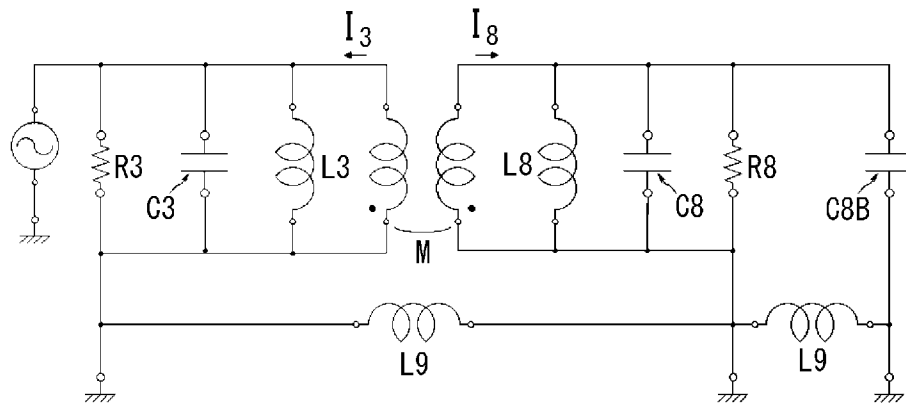
[図91]



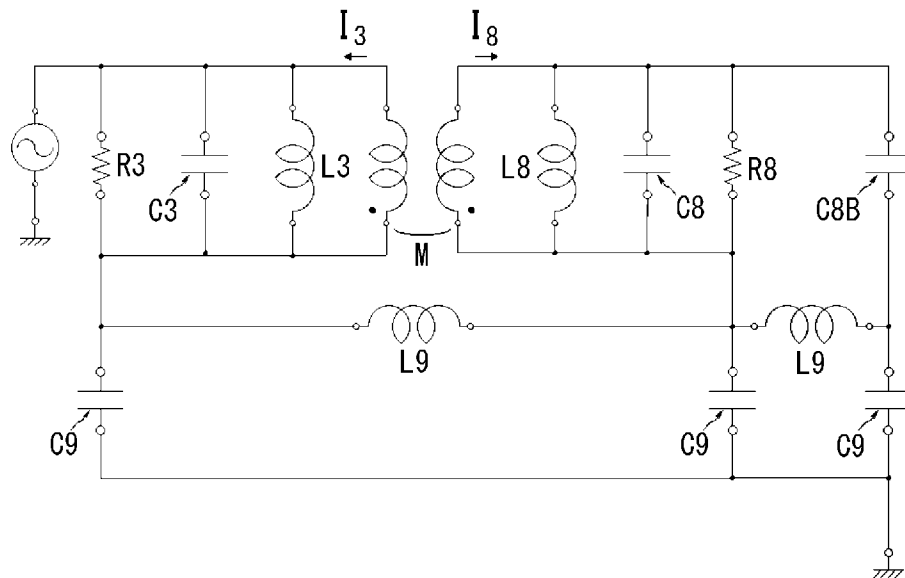
[圖92]



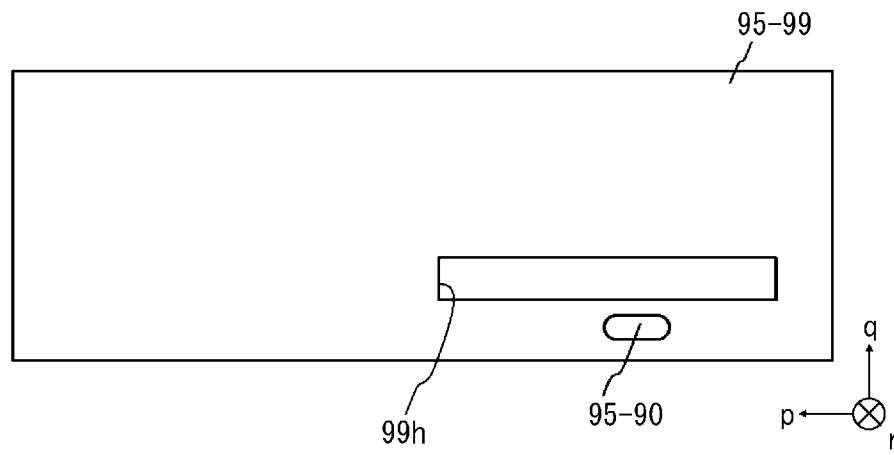
[圖93]



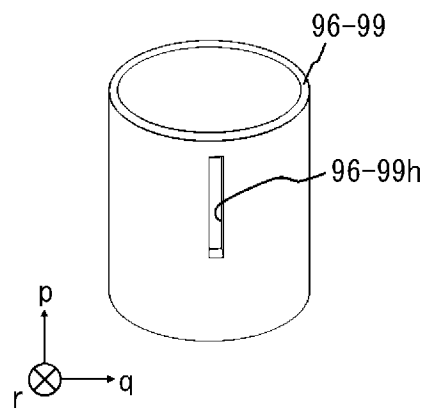
[圖94]



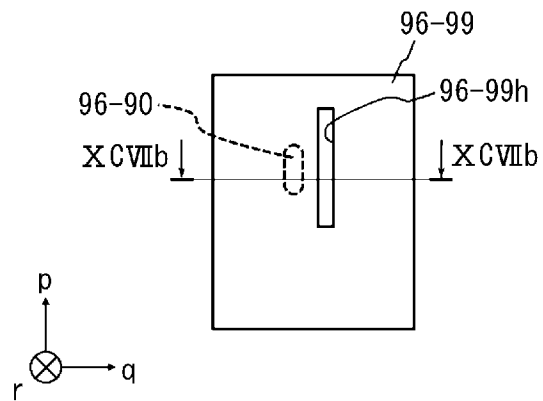
[図95]



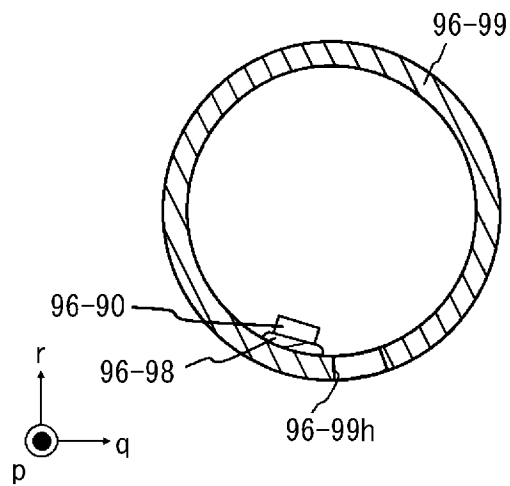
[図96]



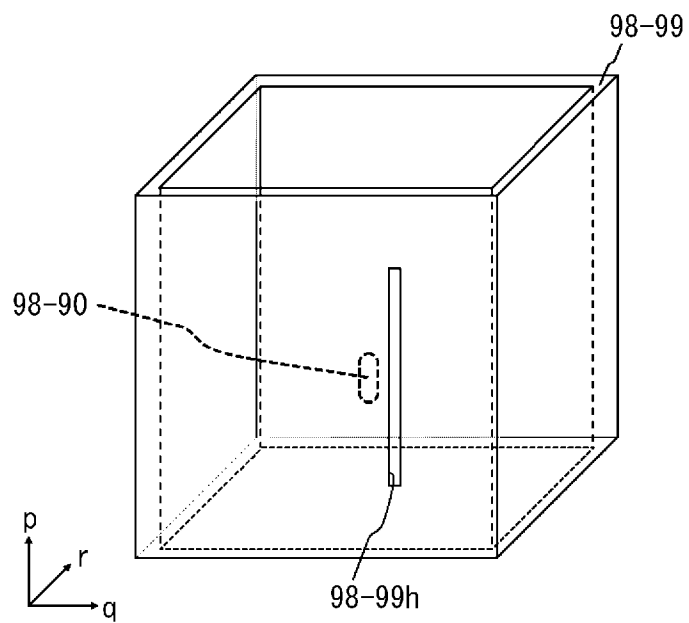
[図97A]



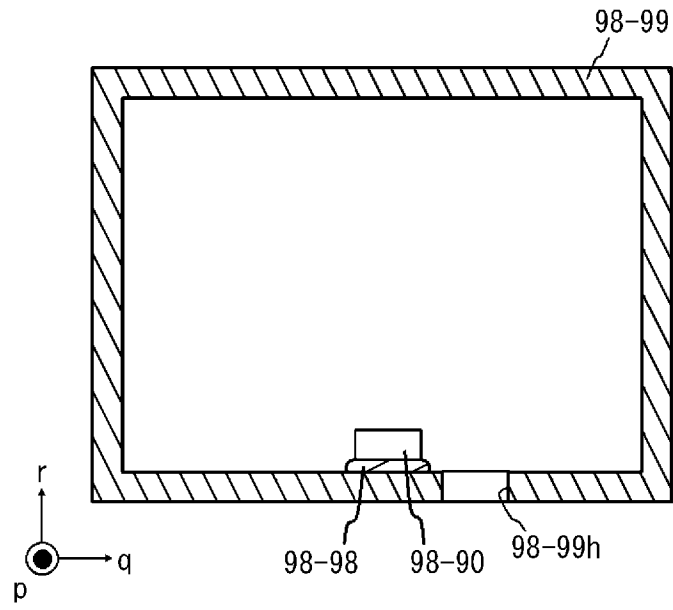
[図97B]



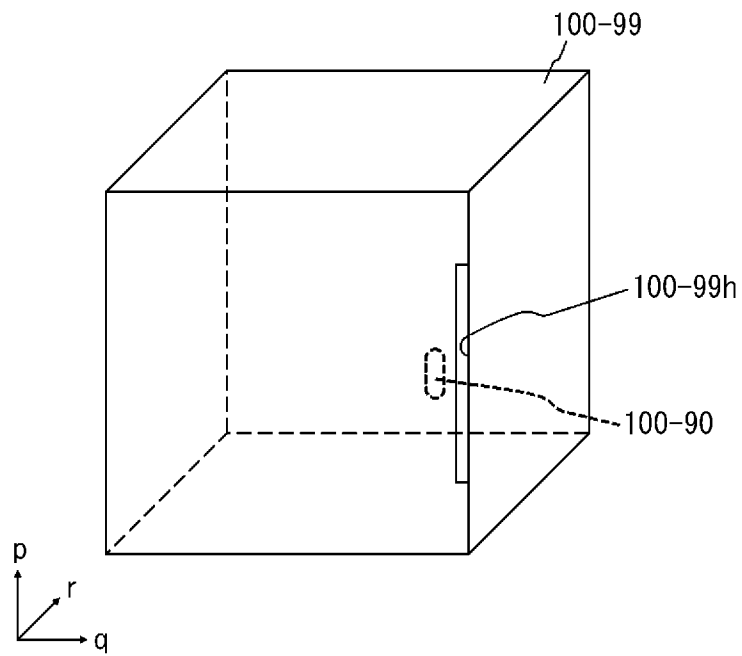
[図98]



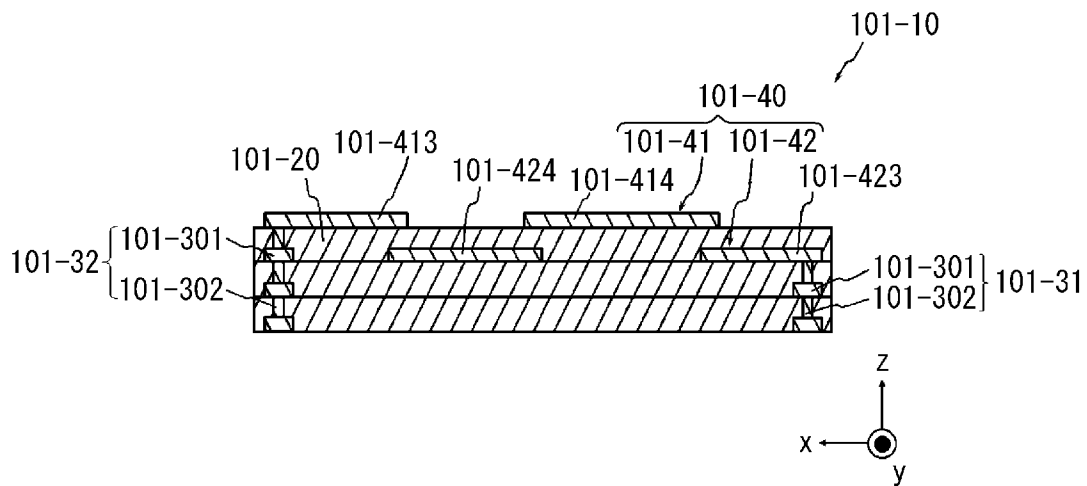
[図99]



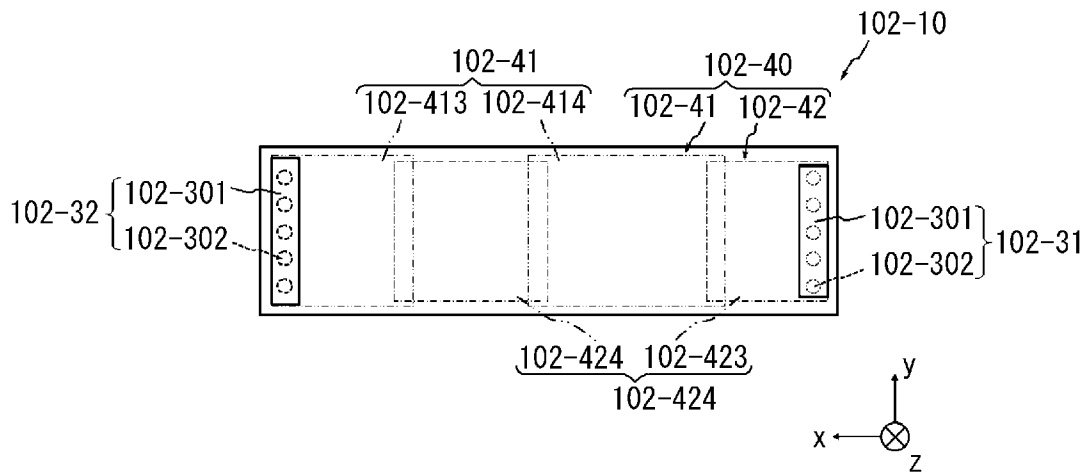
[図100]



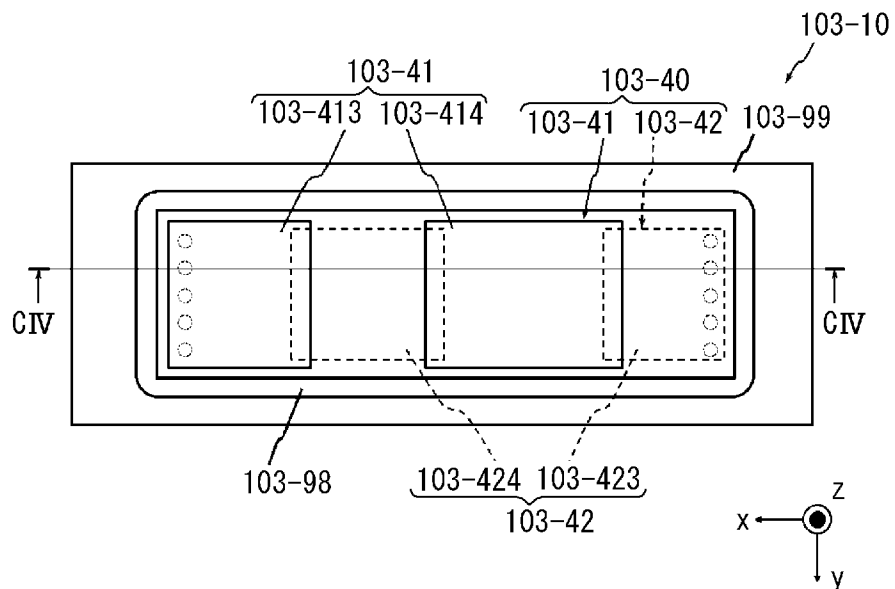
[図101]



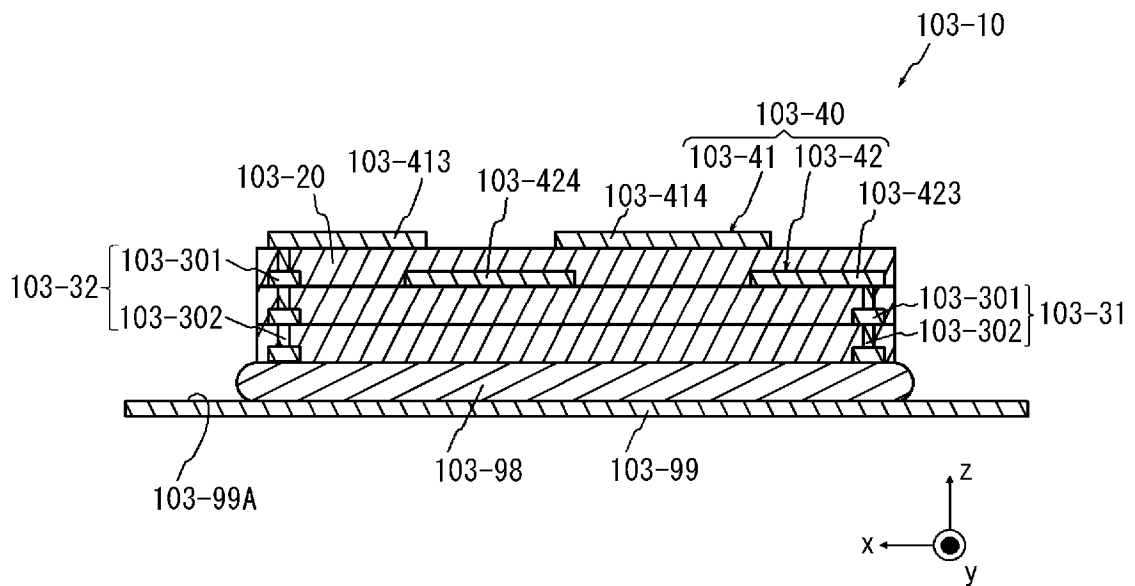
[図102]



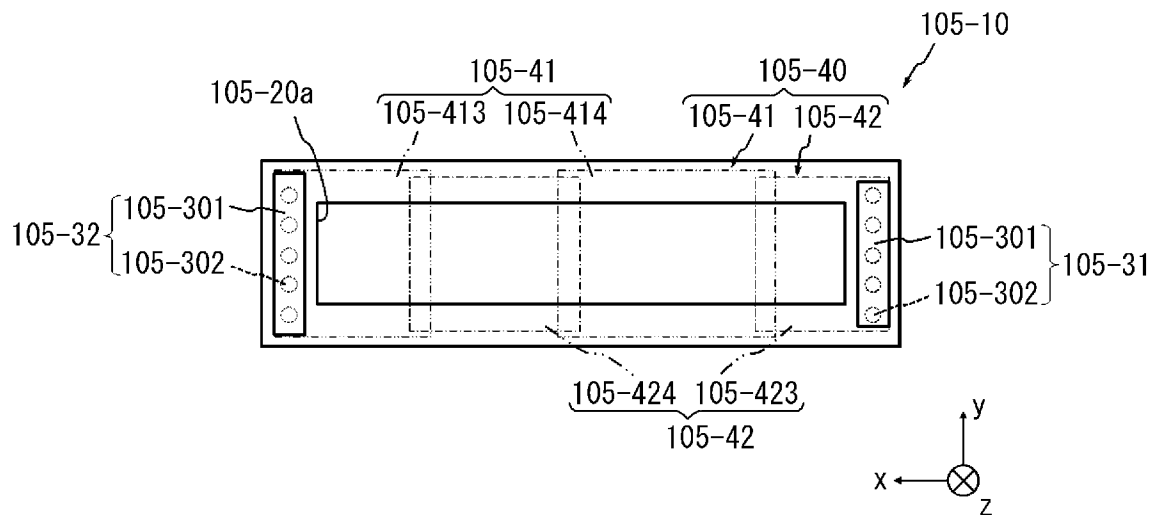
[図103]



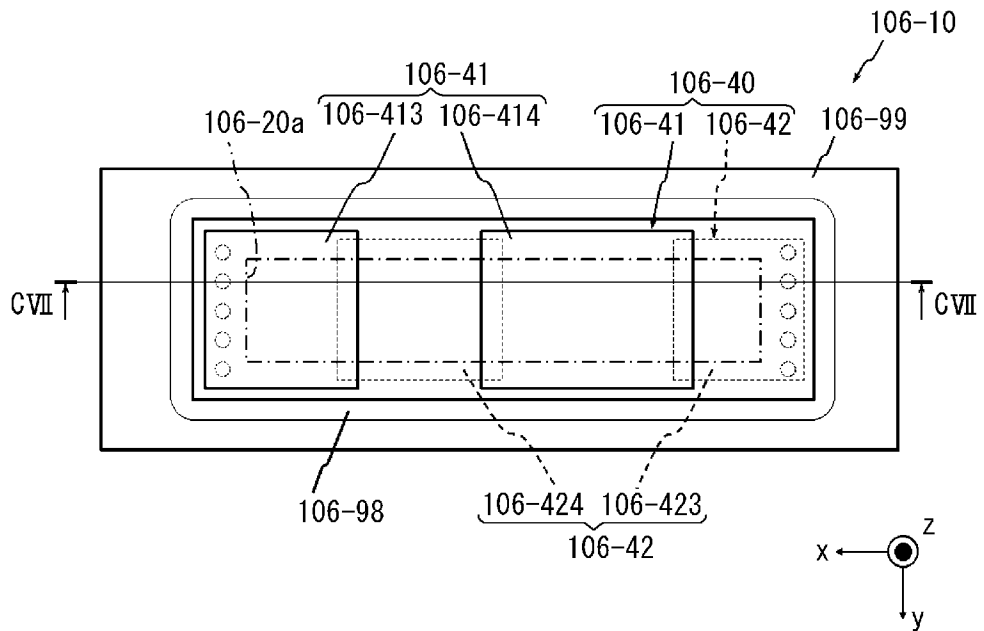
[図104]



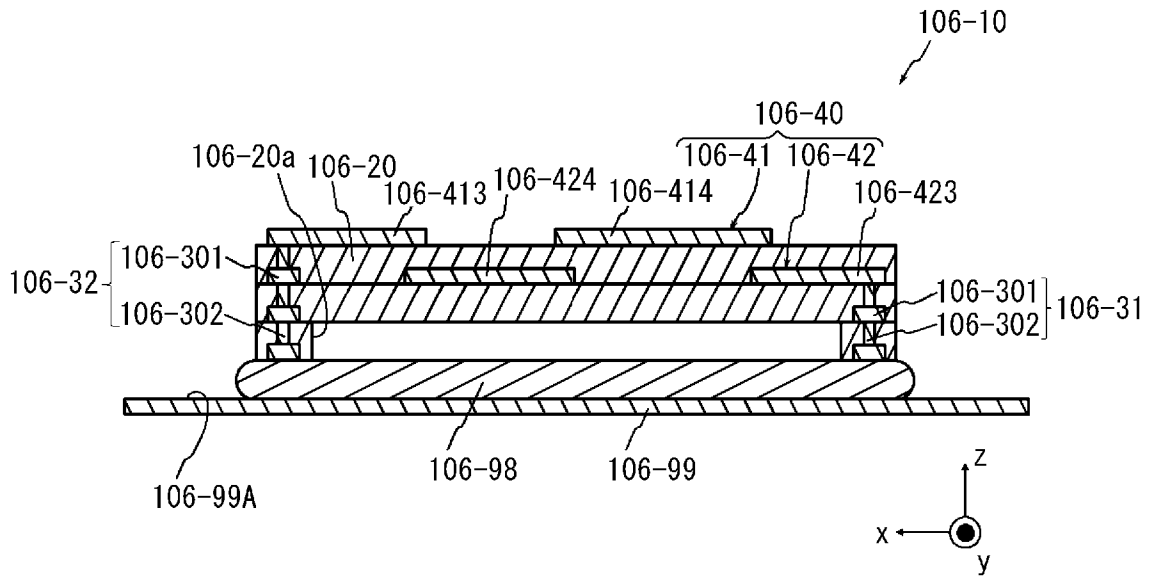
[図105]



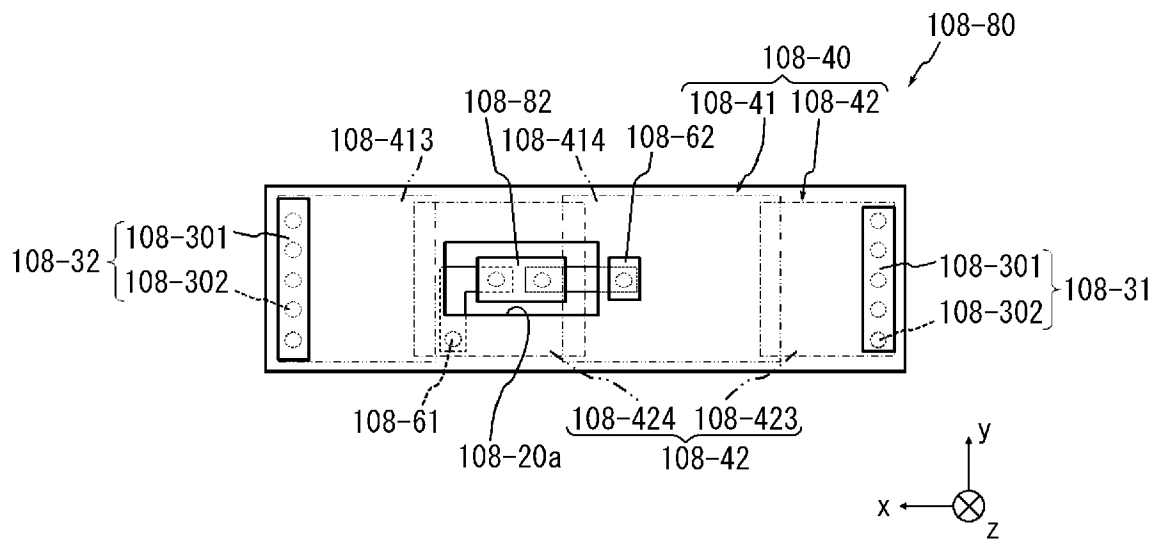
[図106]



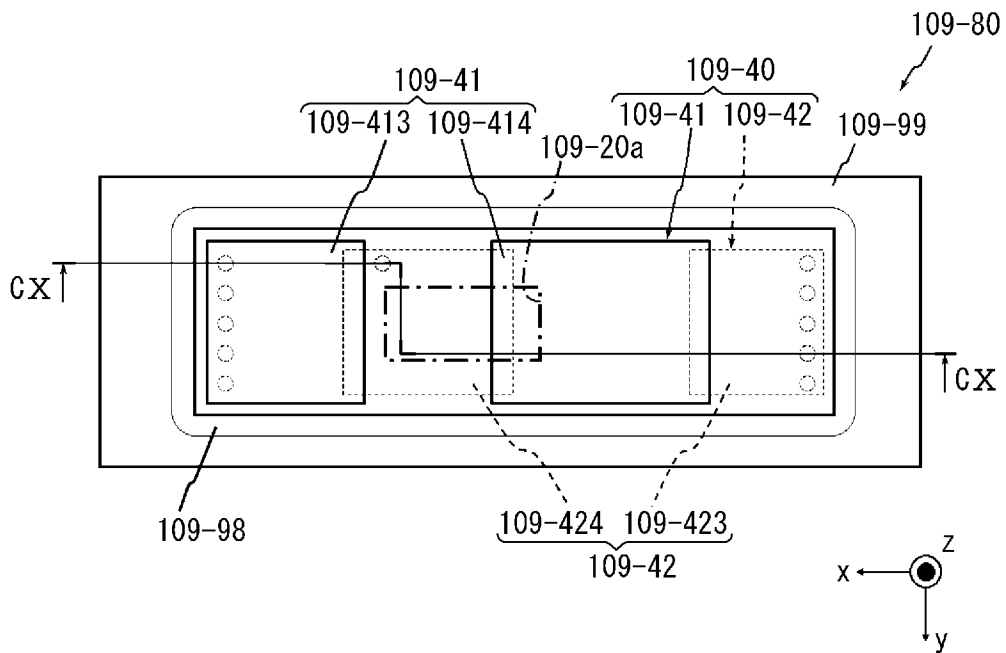
[図107]



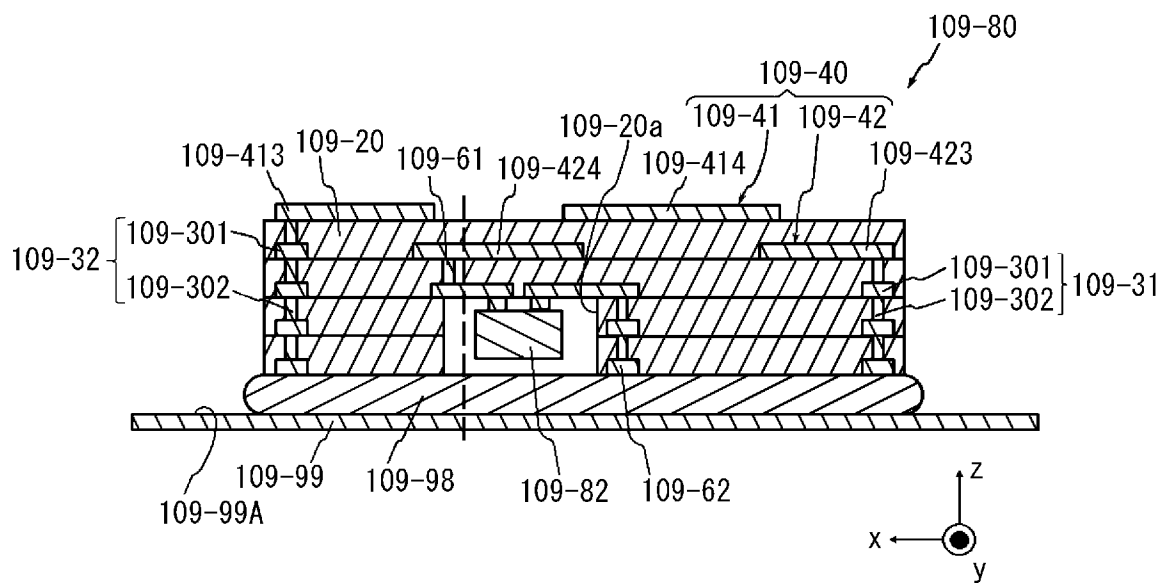
[図108]



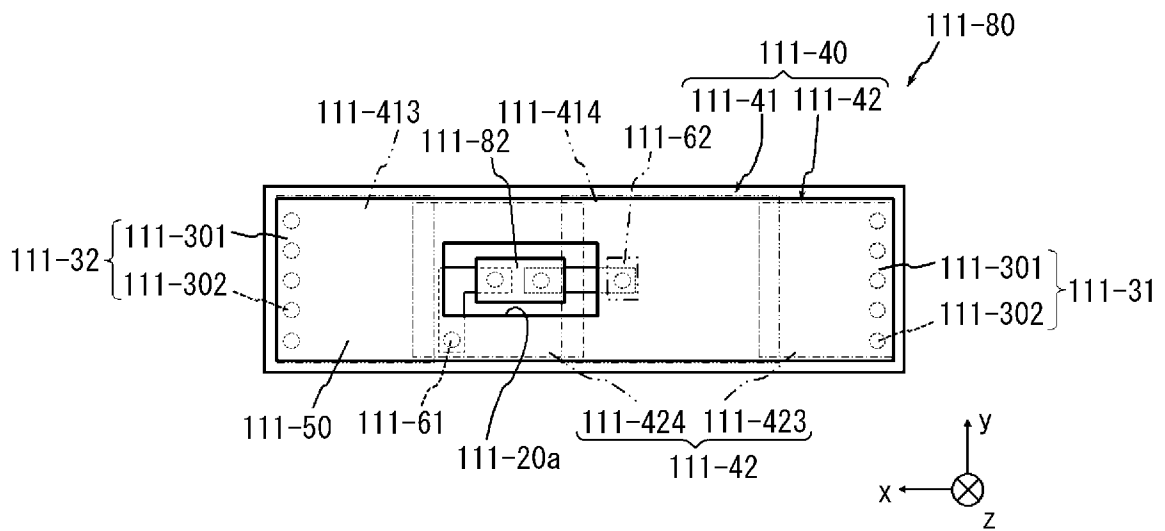
[図109]



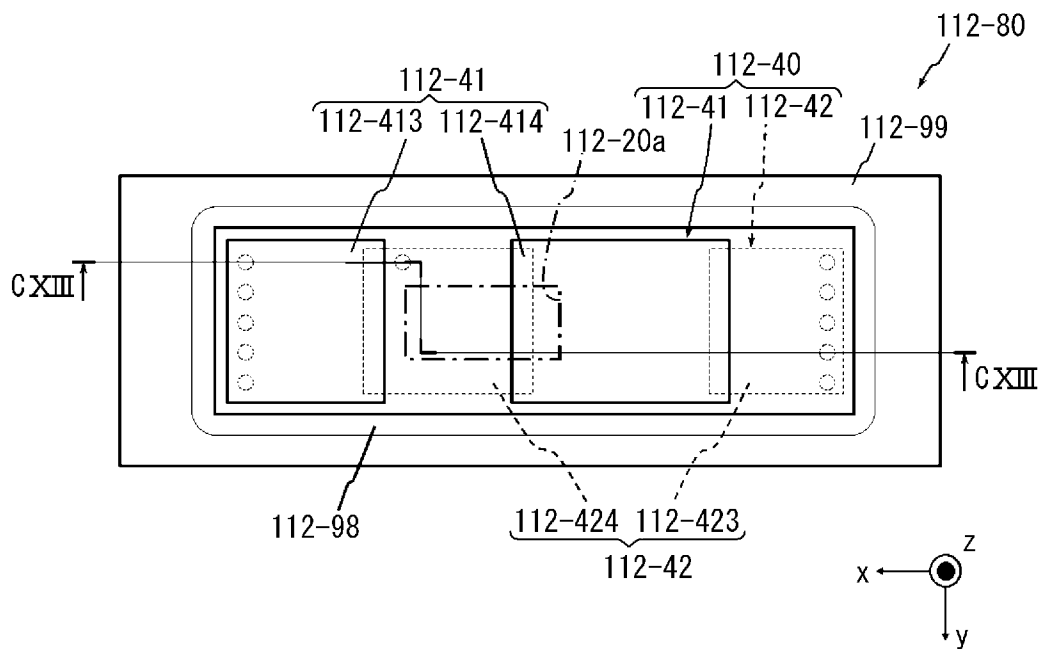
[図110]



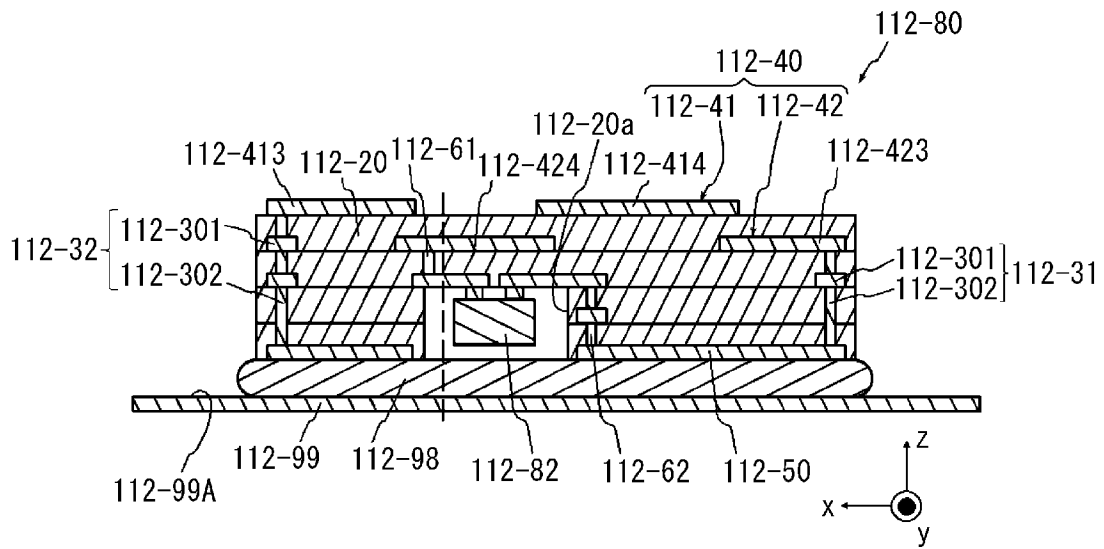
[図111]



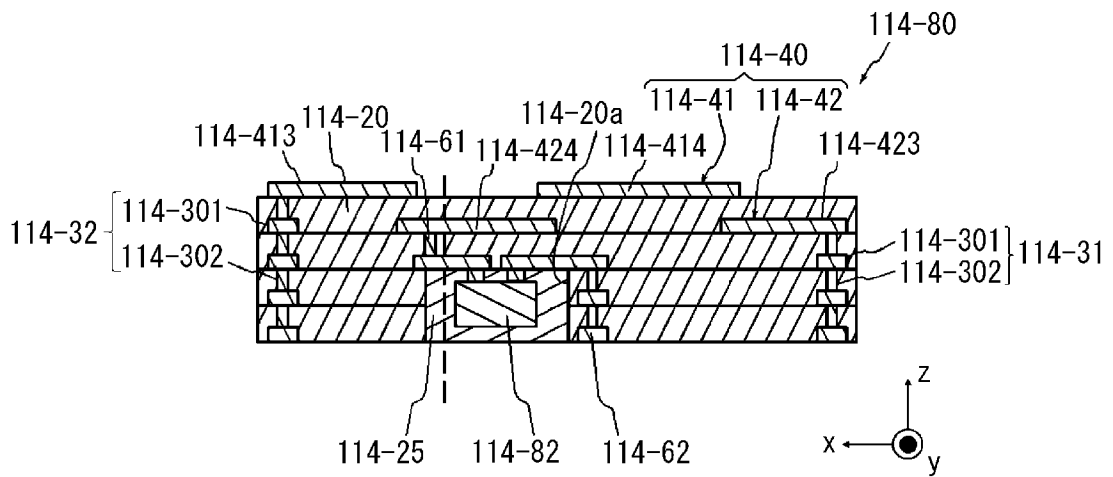
[図112]



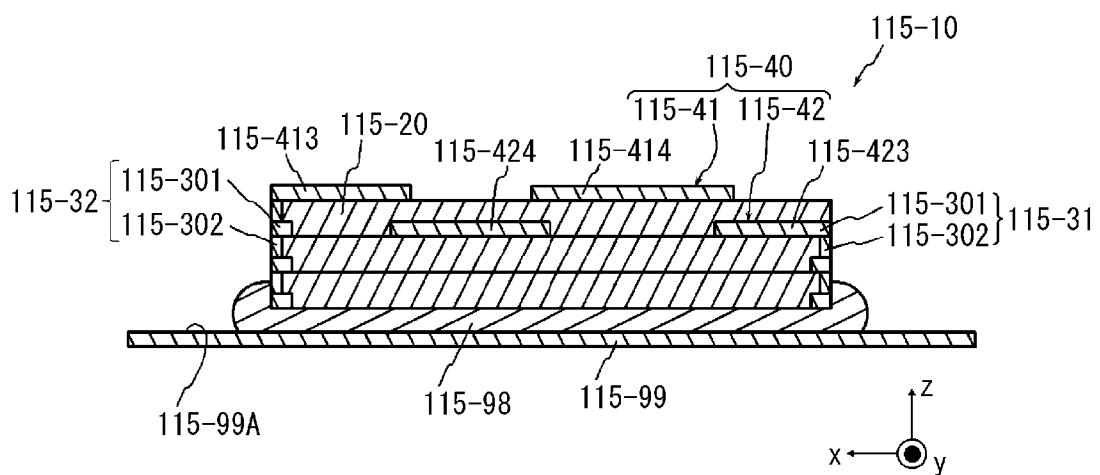
[図113]



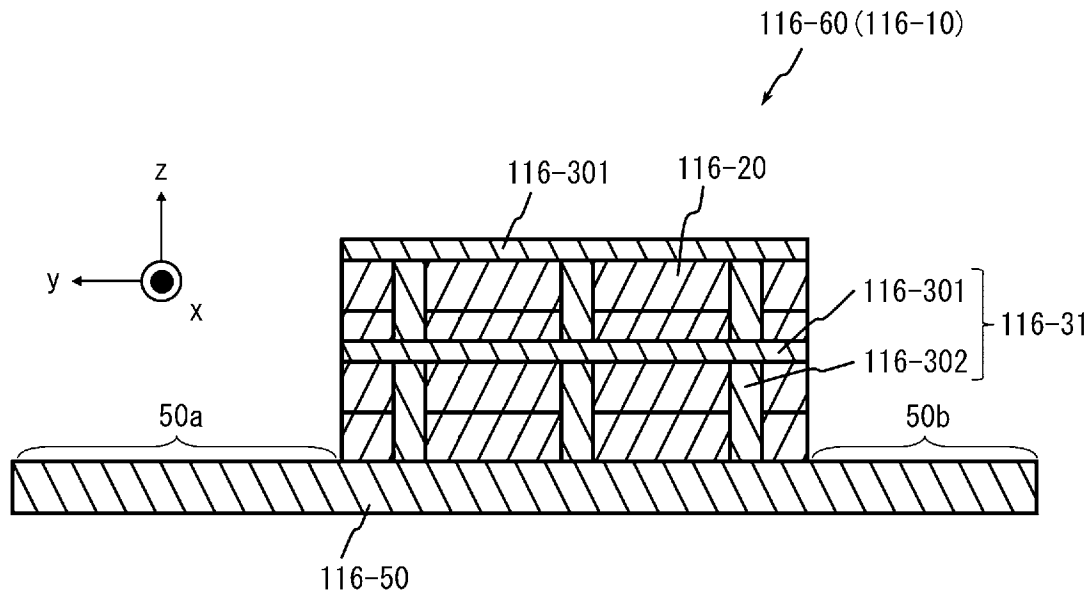
[図114]



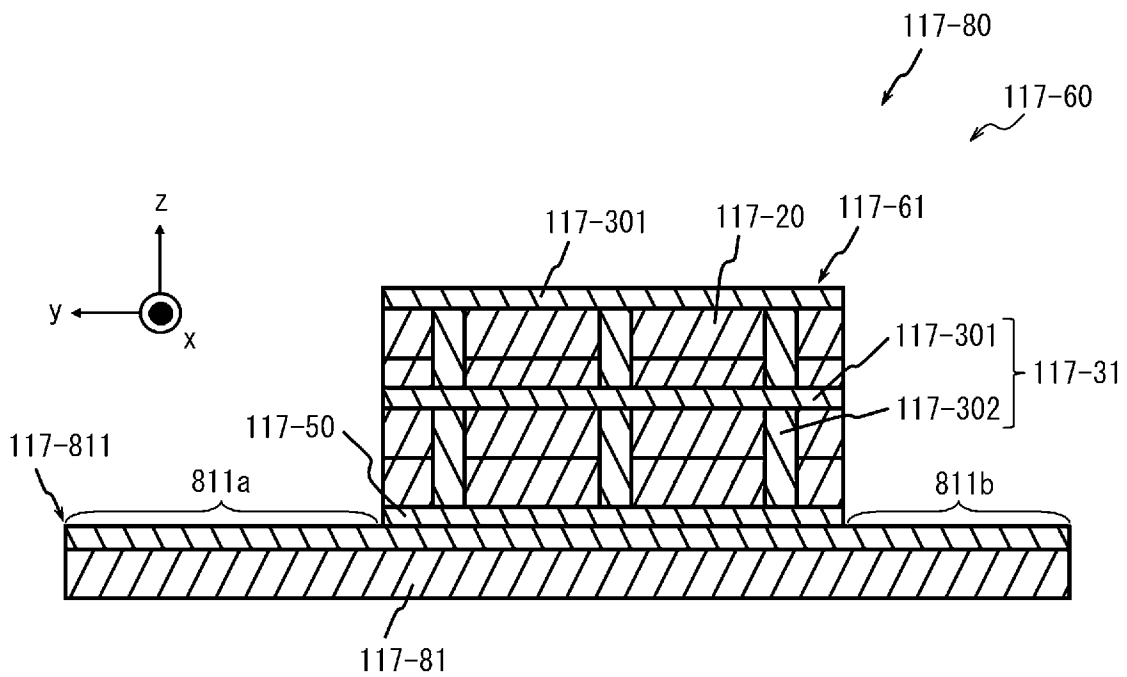
[図115]



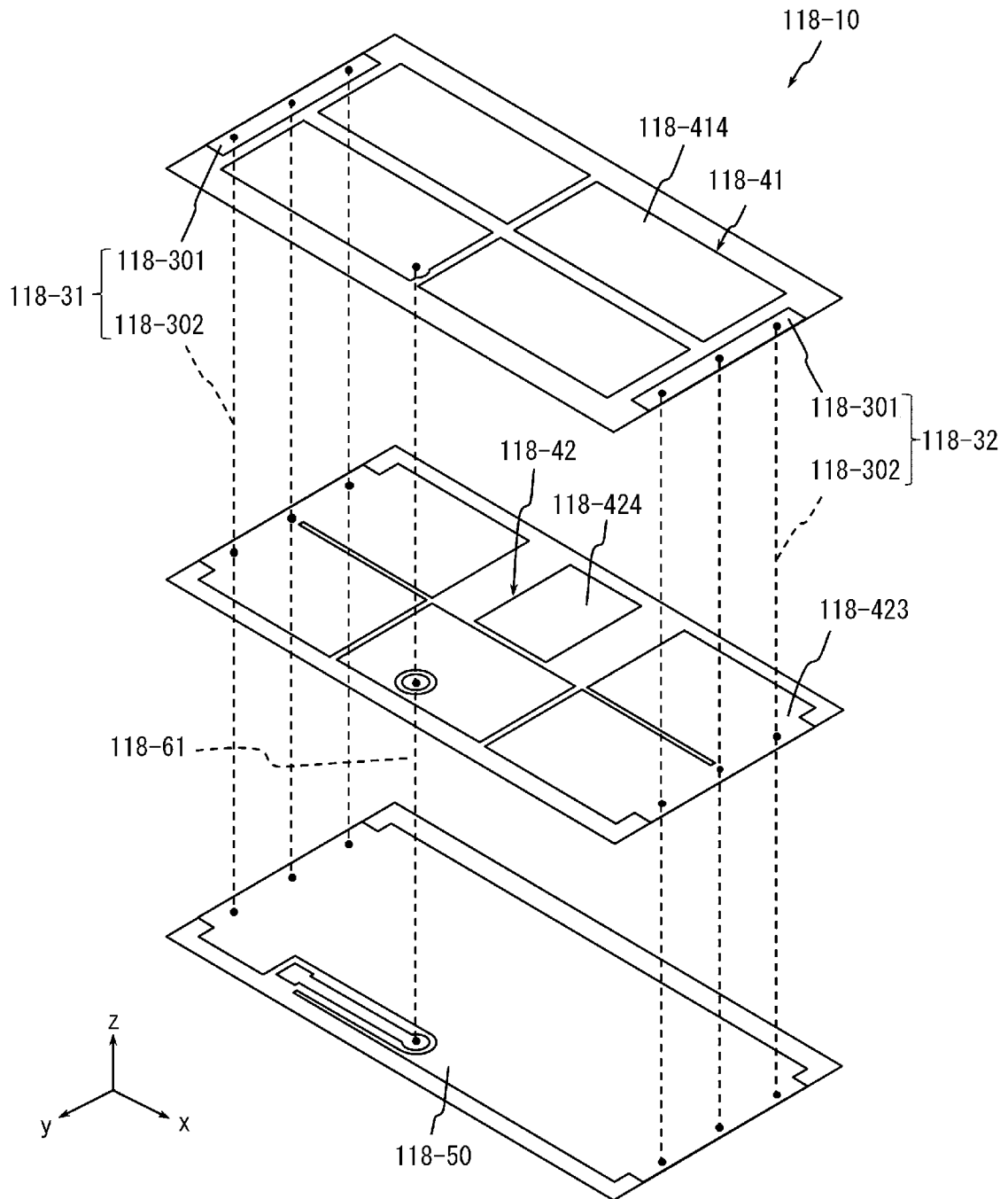
[図116]



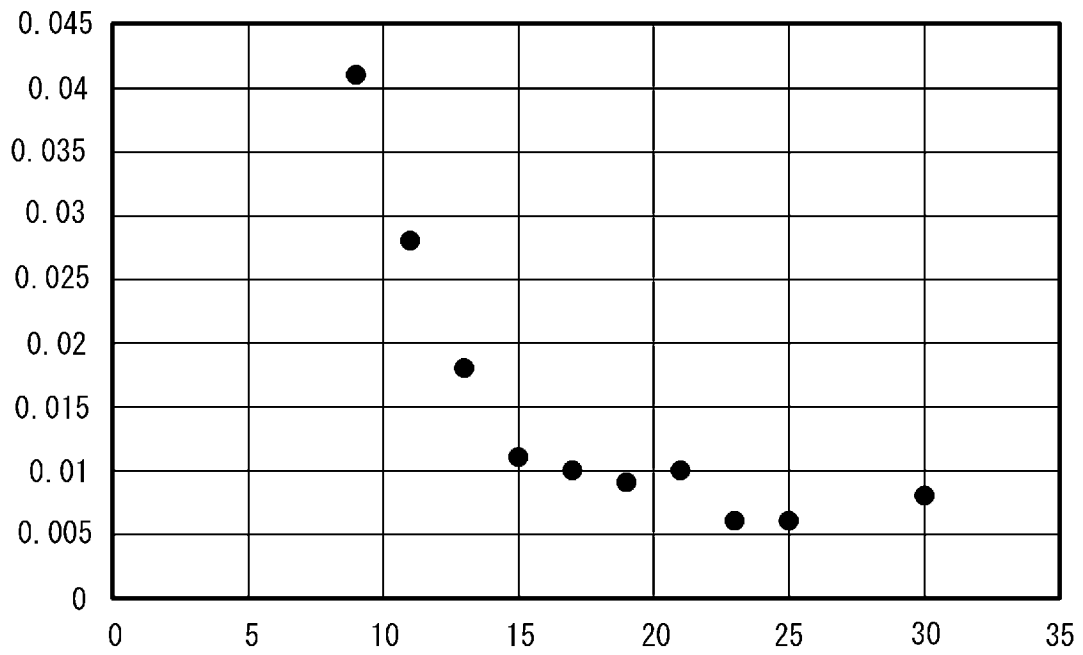
[図117]



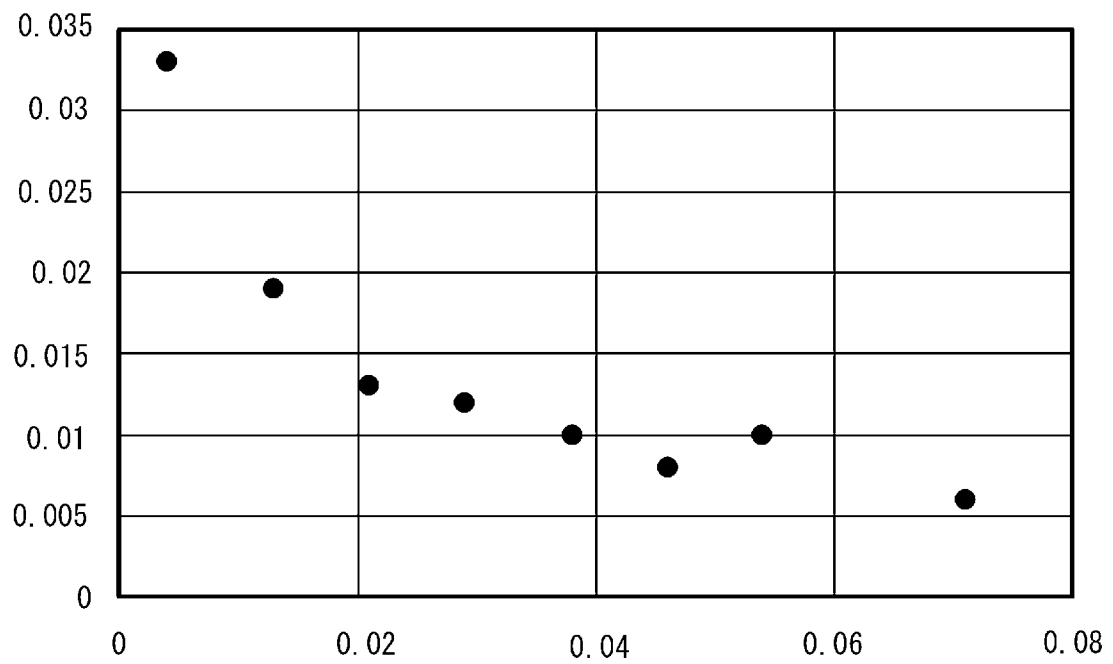
[図118]



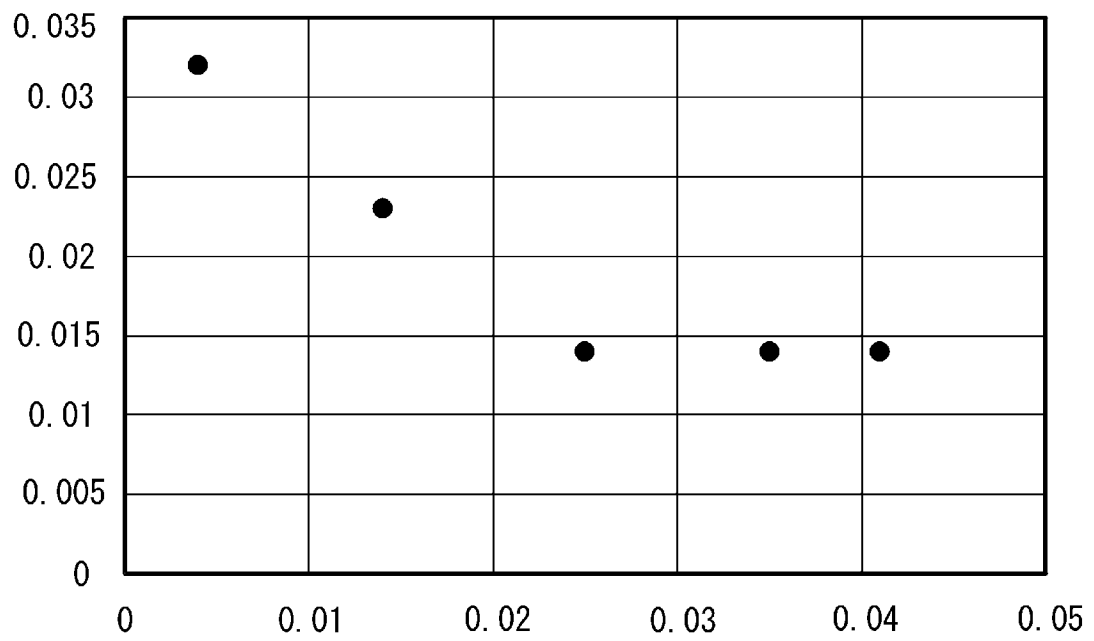
[図119]



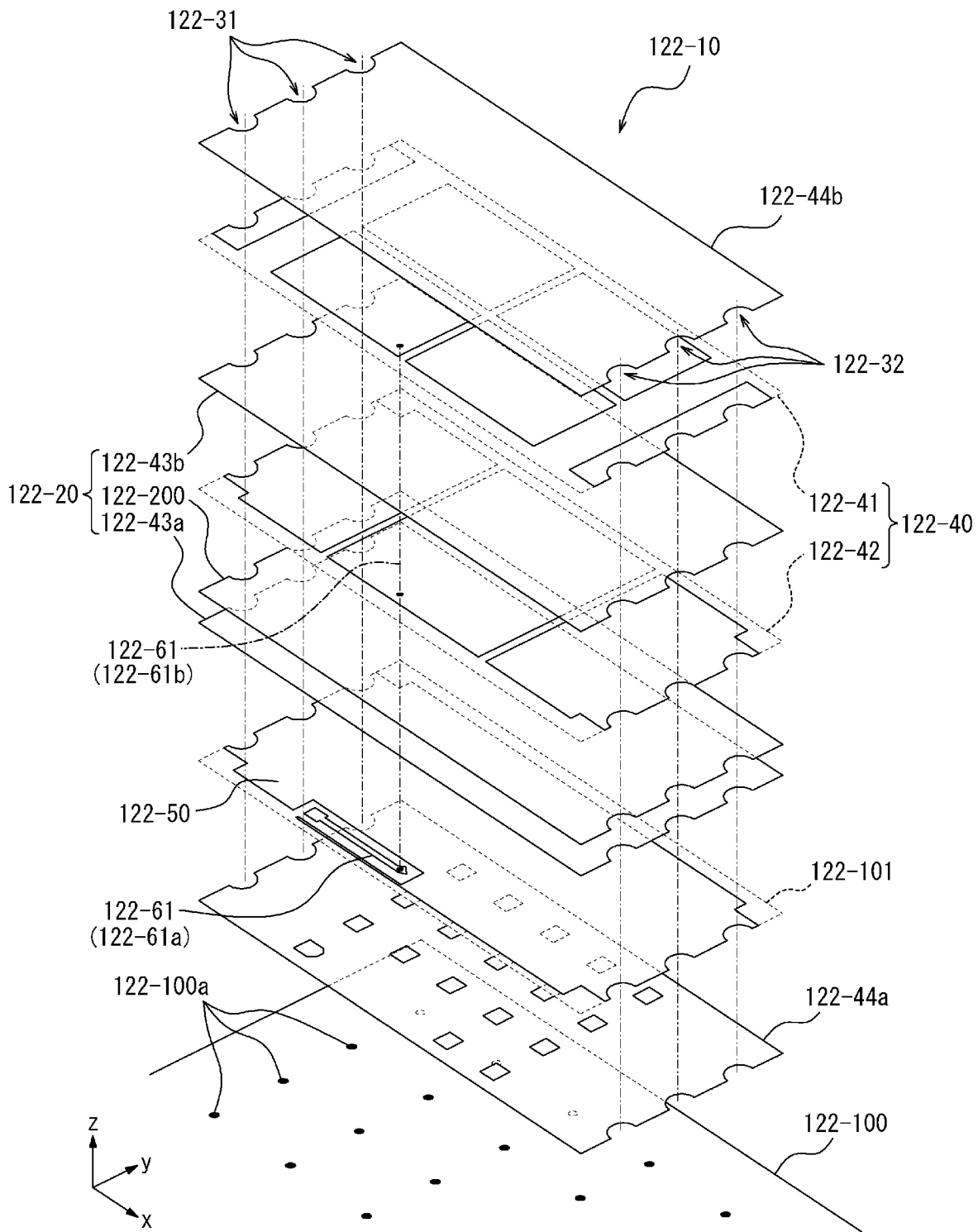
[図120]



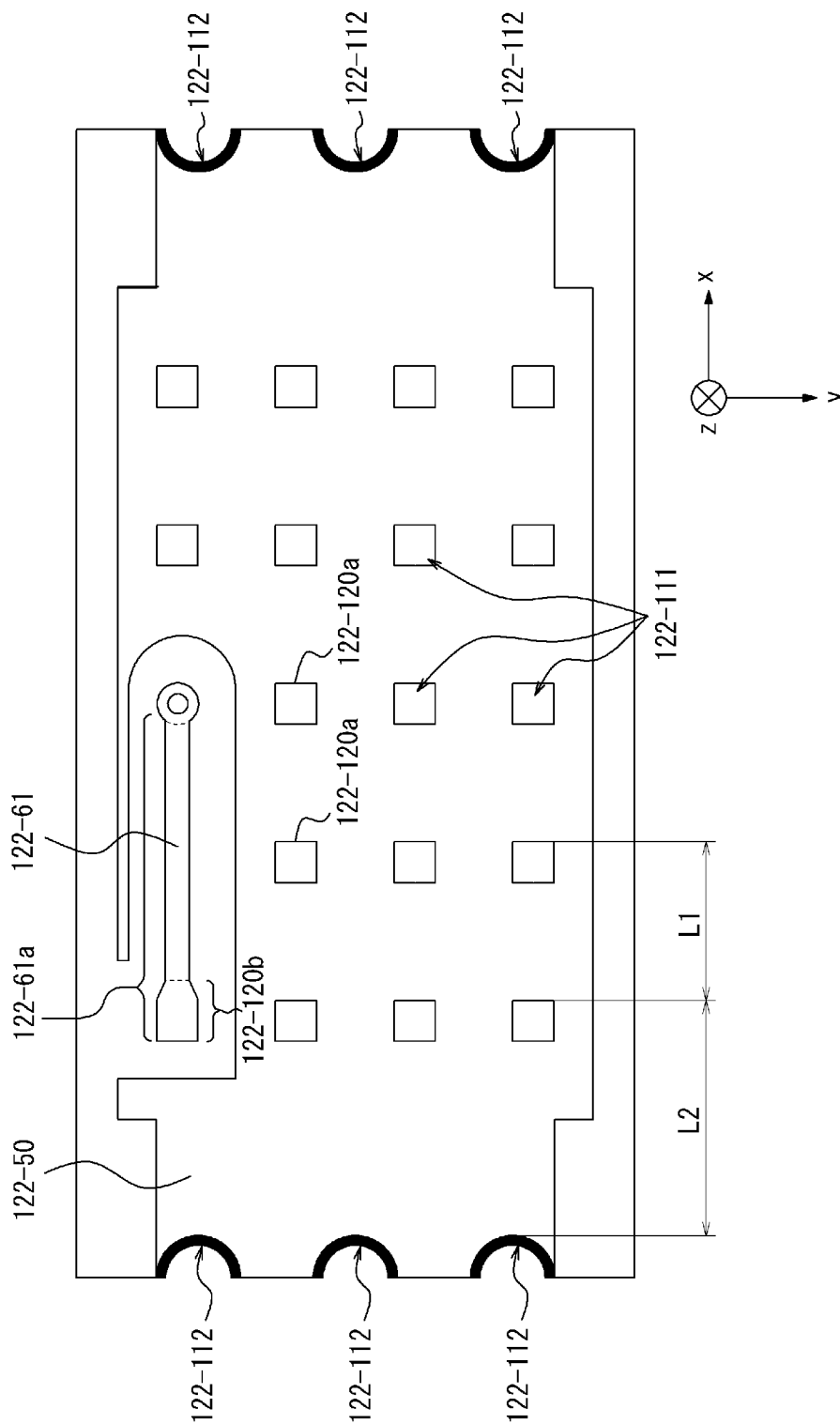
[図121]



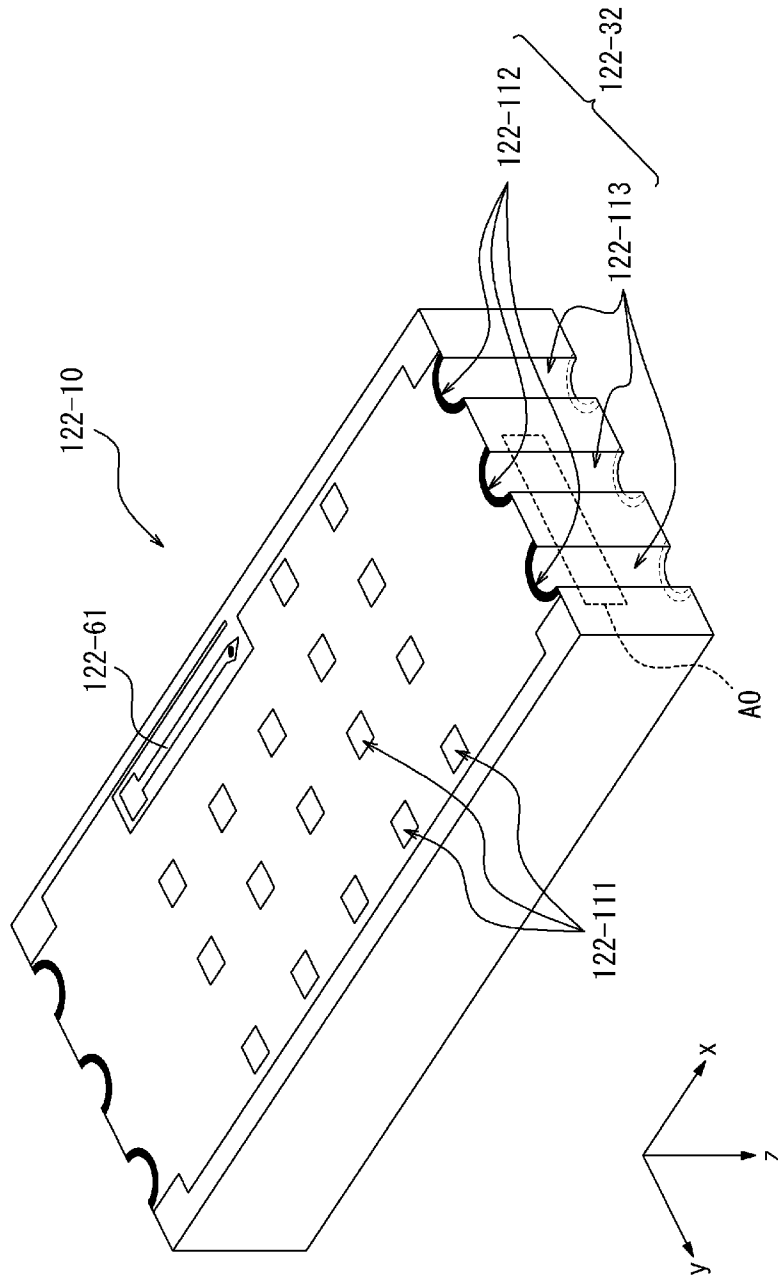
[図122]



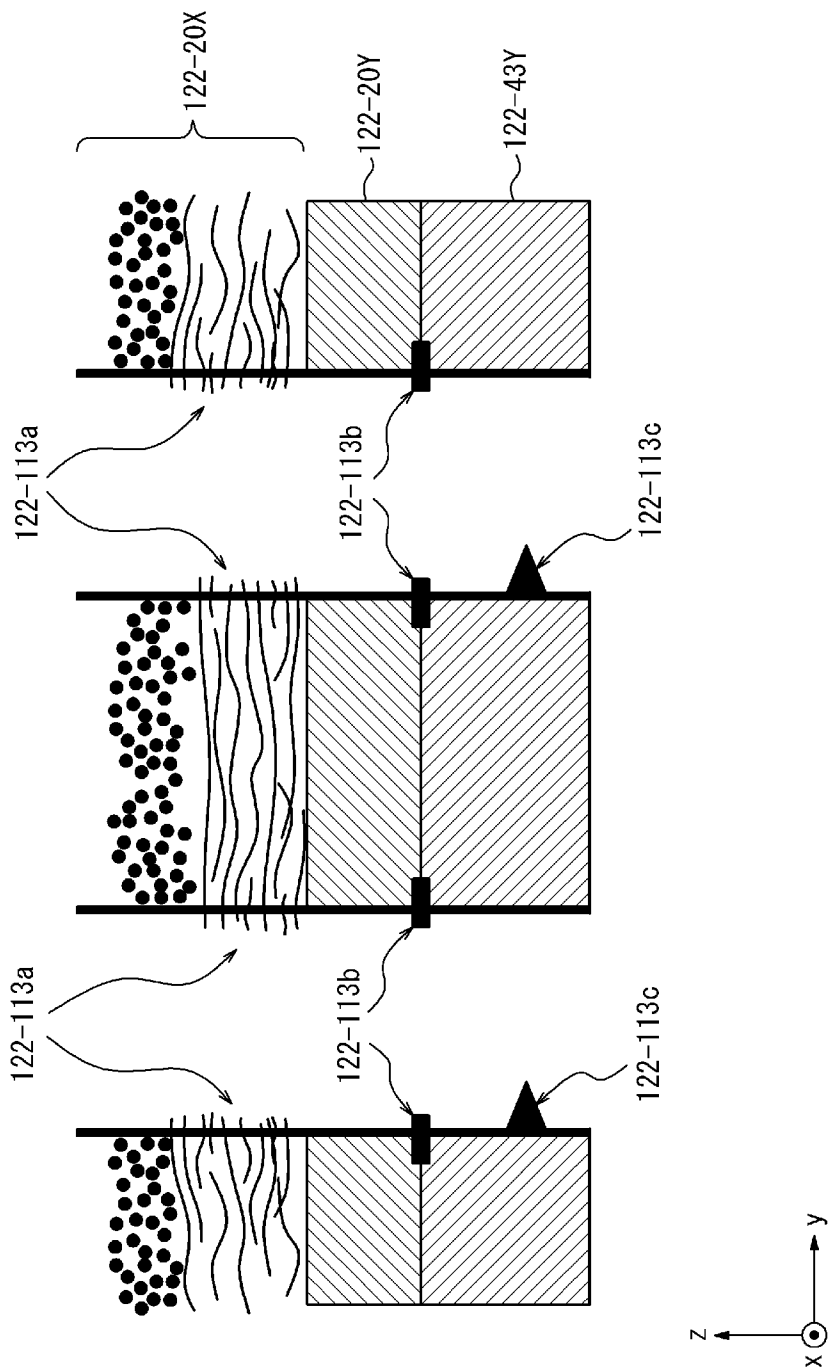
[図123]




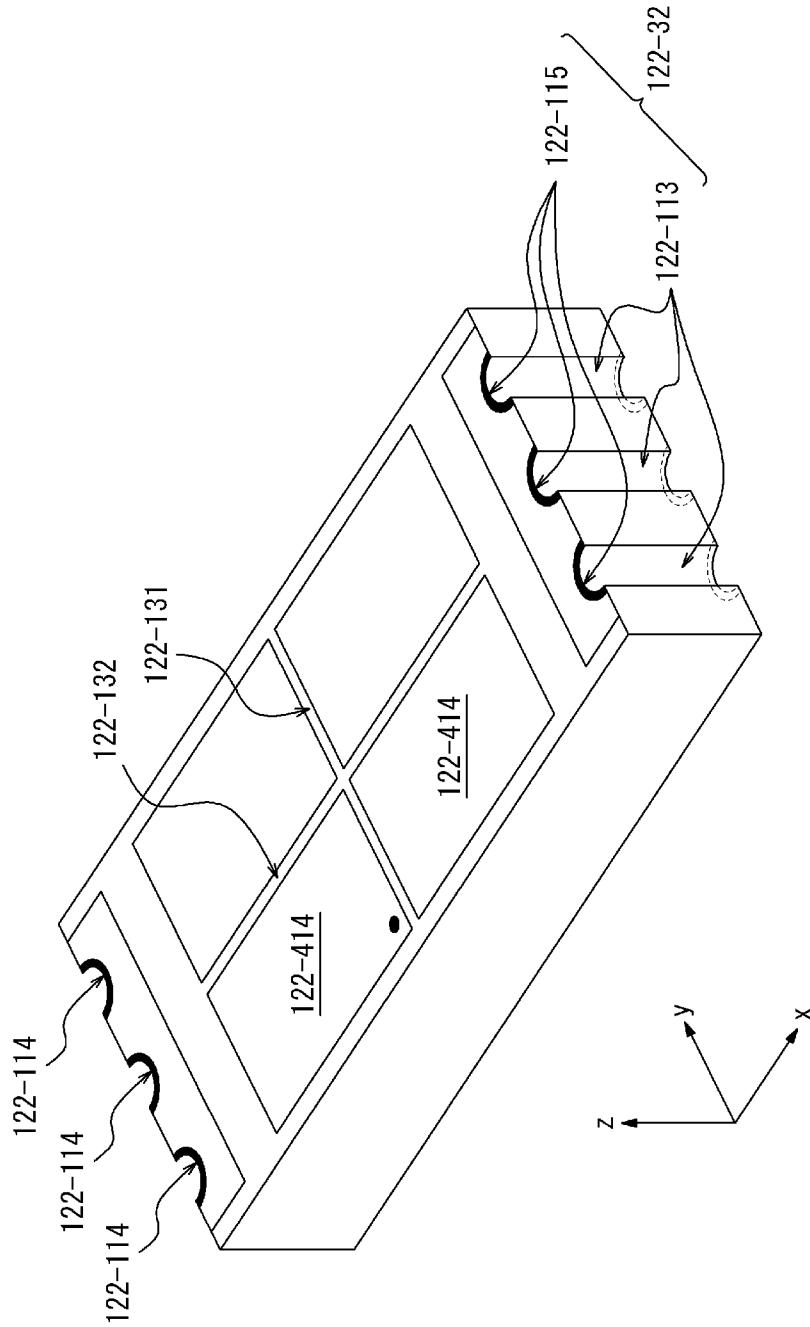
[図124]



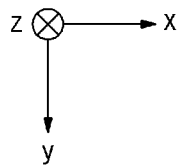
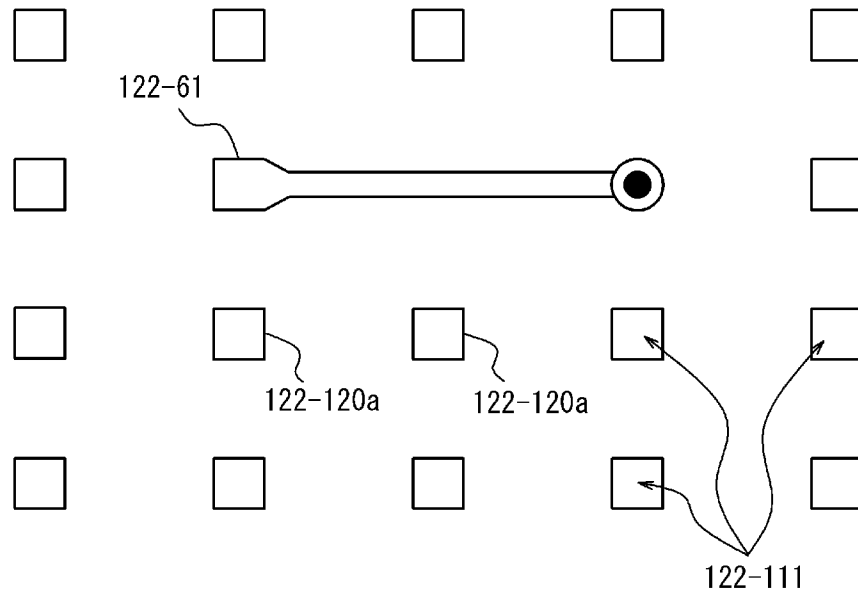
[125]



[126]



[図127]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2019/032718
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int.Cl. H01Q1/36 (2006.01) i, H01Q1/24 (2006.01) i, H01Q1/38 (2006.01) i, H01Q23/00 (2006.01) i, H05K1/16 (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) Int.Cl. H01Q1/36, H01Q1/24, H01Q1/38, H01Q23/00, H05K1/16		
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		1971-2019
Registered utility model specifications of Japan		1996-2019
Published registered utility model applications of Japan		1994-2019
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 2010-183546 A (NEC TOKIN CORP.) 19 August 2010, paragraph [0036], fig. 16, 17 (Family: none)	1-2, 4-5 6 3
Y	JP 2016-005117 A (SONY CORP.) 12 January 2016, paragraph [0027], fig. 4, 5 & US 2017/0194698 A1, paragraph [0032], fig. 4, 5 & WO 2015/194254 A1	3
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 30 October 2019 (30.10.2019)		Date of mailing of the international search report 12 November 2019 (12.11.2019)
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/JP2019/032718

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 2013-78027 A (TDK CORPORATION) 25 April 2013, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2017-157961 A (PANASONIC CORP.) 17 September 2017, entire text, all drawings & US 2017/0250457 A1 & EP 3211718 A1 & CN 107134632 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01Q1/36(2006.01)i, H01Q1/24(2006.01)i, H01Q1/38(2006.01)i, H01Q23/00(2006.01)i, H05K1/16(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. H01Q1/36, H01Q1/24, H01Q1/38, H01Q23/00, H05K1/16

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 Y A	JP 2010-183546 A (NECトーキン株式会社) 2010.08.19, 段落 [0036], 図 16, 17 (ファミリーなし)	1-2, 4-5 6 3
Y	JP 2016-005117 A (ソニー株式会社) 2016.01.12, 段落[0027], 図 4, 5 & US 2017/0194698 A1, 段落[0032], FIG. 4, 5 & WO 2015/194254 A1	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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 30.10.2019	国際調査報告の発送日 12.11.2019
--------------------------	--------------------------

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) 久々宇 篤志 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	5K	4678
--	---	----	------

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 2013-78027 A (TDK株式会社) 2013.04.25, 全文全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2017-157961 A (パナソニック株式会社) 2017.09.07, 全文全図 & US 2017/0250457 A1 & EP 3211718 A1 & CN 107134632 A	1-6