

(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
2018年4月12日(12.04.2018)



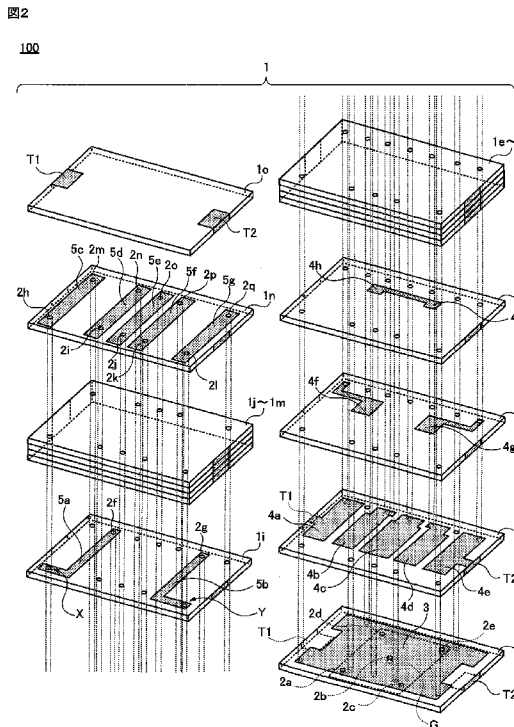
(10) 国際公開番号

WO 2018/066339 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 7/075 (2006.01) H01F 27/00 (2006.01)
H01F 17/00 (2006.01) H03H 7/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/033356
- (22) 国際出願日: 2017年9月14日(14.09.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-197571 2016年10月5日(05.10.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 大石 明人(OISHI, Akihito); 〒6178555
京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株
式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 河本 尚志(KAWAMOTO, Takashi);
〒6128101 京都府京都市伏見区観音寺町
2 1 8 武三ビルディング 4 1 1 号室 河
本特許事務所 Kyoto (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,

(54) Title: STACKED LC FILTER

(54) 発明の名称: 積層型 LC フィルタ



(57) Abstract: The present invention provides a stacked LC filter in which the strength of magnetic coupling between inductors of adjacent LC resonators is adjusted without increasing the size thereof. A magnetic coupling adjustment inductor is provided in at least one LC resonator, the magnetic coupling adjustment inductor is formed by connecting a track-shaped conductor pattern 5a and a via conductor 2f, the track-shaped conductor pattern 5a is connected to a middle point X of a via conductor 2h, the via conductor 2f is connected to a ground conductor pattern 3, and a loop inductor of the LC conductor in which the magnetic coupling adjustment inductor is provided and the magnetic coupling adjustment inductor are magnetically coupled to a loop inductor of another LC resonator adjacent thereto.

(57) 要約: 大型化することなく、隣接する LC 共振器のインダクタ間の磁気結合の強さが調整された積層型 LC フィルタを提供する。少なくとも 1 つの LC 共振器に磁気結合調整用インダクタが設けられ、その磁気結合調整用インダクタは線路状導体パターン 5 a とビア導体 2 f とが接続されたものからなり、ビア導体 2 h の途中点 X に線路状導体パターン 5 a が接続され、かつ、ビア導体 2 f がグランド導体パターン 3 に接続され、磁気結合調整用インダクタが設けられた LC 共振器のループインダクタおよび磁気結合調整用インダクタが、隣接する他の LC 共振器のループインダクタと磁気結合するようにした。

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： 積層型ＬＣフィルタ

技術分野

[0001] 本発明は、積層体の内部に複数のＬＣ共振器を備えた積層型ＬＣフィルタに関し、さらに詳しくは、大型化することなく、隣接するＬＣ共振器のインダクタ間の磁気結合の強さが調整された積層型ＬＣフィルタに関する。

背景技術

[0002] 複数の誘電体層が積層された積層体の内部に、インダクタとキャパシタとからなるＬＣ共振器が形成された積層型ＬＣフィルタが、種々の電子機器に使用されている。

[0003] そのような積層型ＬＣフィルタが、特許文献１（特開２０１２-２３７５２号公報）に開示されている。

[0004] 図６に、特許文献１に開示された積層型ＬＣフィルタ（積層帯域通過フィルタ）１１００を示す。

[0005] 積層型ＬＣフィルタ１１００は、５層のセラミック層１０１ａ～１０１ｅが積層された積層体１０１を備える。

[0006] セラミック層（接地電極形成層）１０１ａの上側主面には、グランド導体パターン（接地電極）１０２が形成されている。グランド導体パターン１０２は、積層体１０１の側面に形成されたグランド端子（接地端子；図示せず）と接続するための接続導体パターン１０２ａ、１０２ｂを備えている。

[0007] セラミック層（キャパシタ導体パターン形成層）１０１ｂの上側主面には、４つのキャパシタ導体パターン１０３ａ～１０３ｄが形成されている。また、セラミック層１０１ｂには、４つのビア導体（ビア電極）１０４ａ～１０４ｄが形成されている。

[0008] セラミック層（入出力電極形成層）１０１ｃの上側主面には、積層体１０１の対向する端面に形成された入出力端子（入出力電極；図示せず）に接続するための接続導体パターン１０５ａ、１０５ｂが形成されている。また、

セラミック層 101b には、前出の 4 つのビア導体 104a ~ 104d に加え、さらに 6 つのビア導体 104e ~ 104j が形成されている。

[0009] セラミック層（線路状導体パターン形成層）101d の上側主面には、4 つの線路状導体パターン（線路電極）106a ~ 106d が形成されている。また、セラミック層 101d には、ビア導体 104a ~ 104h が形成されている。

[0010] セラミック層（外層）101e は、保護層であり、導体パターン、ビア導体は形成されていない。

[0011] 積層体 101 の内部には、第 1 ~ 第 4 の 4 つの LC 共振器が形成されている。各 LC 共振器は、ループインダクタとキャパシタとが並列に接続された構成からなる。

[0012] 第 1 の LC 共振器は、ビア導体 104e と、線路状導体パターン 106a と、ビア導体 104a とが接続されたループインダクタを備えている。また、キャパシタ導体パターン 103a とグラウンド導体パターン 102 とで、キャパシタが構成されている。そして、上述したように、ループインダクタとキャパシタとが並列に接続されている。

[0013] 同様に、第 2 の LC 共振器は、並列に接続された、ビア導体 104f と線路状導体パターン 106b とビア導体 104b とが接続されたループインダクタと、キャパシタ導体パターン 103b とグラウンド導体パターン 102 とで構成されたキャパシタとを備えている。第 3 の LC 共振器は、並列に接続された、ビア導体 104g と線路状導体パターン 106c とビア導体 104c とが接続されたループインダクタと、キャパシタ導体パターン 103c とグラウンド導体パターン 102 とで構成されたキャパシタとを備えている。第 4 の LC 共振器は、並列に接続された、ビア導体 104h と線路状導体パターン 106d とビア導体 104d とが接続されたループインダクタと、キャパシタ導体パターン 103d とグラウンド導体パターン 102 とで構成されたキャパシタとを備えている。

[0014] なお、第 1 の LC 共振器のキャパシタ導体パターン 103a は、ビア導体

104 i および接続導体パターン105 aを経由して、一方の入出力端子（図示せず）に接続されている。同様に、第4のLC共振器のキャパシタ導体パターン103 dは、ビア導体104 j および接続導体パターン105 bを経由して、他方の入出力端子（図示せず）に接続されている。

[0015] 積層型LCフィルタ1100においては、第1のLC共振器のループインダクタと第2のLC共振器のループインダクタとが磁気結合し、第2のLC共振器のループインダクタと第3のLC共振器のループインダクタとが磁気結合し、第3のLC共振器のループインダクタと第4のLC共振器のループインダクタとが磁気結合している。なお、磁気結合しているのは、隣接しているLC共振器のループインダクタ同士には限られず、離れたLC共振器のループインダクタ同士も磁気結合している。たとえば、第1のLC共振器のループインダクタは、第2のLC共振器のループインダクタだけではなく、第3のLC共振器のループインダクタや、第4のLC共振器のループインダクタとも磁気結合している。ただし、距離が離れるほど磁気結合の強さは小さくなる。

先行技術文献

特許文献

[0016] 特許文献1：特開2012-23752号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0017] 積層型LCフィルタ1100は、製品の設計段階において、隣接するLC共振器のループインダクタ間の磁気結合の強さを調整することにより、所望の周波数特性を発現させることができる。そして、隣接するLC共振器のループインダクタ間の磁気結合の強さの調整は、2つのループインダクタ間の距離を調整することによりおこなうことができる。たとえば、2つのループインダクタ間の磁気結合の強さを大きくしたい場合は、2つのループインダクタ間の距離を小さくすれば良い。逆に、2つのループインダクタ間の磁

気結合の強さを小さくしたい場合は、2つのループインダクタ間の距離を大きくすれば良い。

- [0018] しかしながら、2つのループインダクタの間の距離を調整して、2つのループインダクタ間の磁気結合の強さを調整する方法には、積層体101が大型化してしまうという問題があった。特に、2つのループインダクタ間の磁気結合の強さを小さくしたい場合は、2つのループインダクタ間の距離を大きくしなければならず、積層体101が大型化してしまうという問題があった。また、この方法は、LC共振器のループインダクタの形成位置をシフト（調整）できるように、積層体101の大きさに余裕をもたせておく必要があり、積層体101が大型化してしまうという問題があった。

課題を解決するための手段

- [0019] 本発明は上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、その手段として本発明の積層型LCフィルタは、複数の誘電体層が積層された直方体状の積層体と、誘電体層の層間に形成された複数の線路状導体パターンと、誘電体層の層間に形成された複数のキャパシタ導体パターンと、誘電体層の層間に形成された少なくとも1つのグランド導体パターンと、誘電体層を貫通して形成された複数のビア導体と、を備え、積層体の内部に、インダクタとキャパシタとが並列に接続された複数のLC共振器が形成され、隣接するLC共振器のインダクタ同士が磁気結合し、LC共振器のインダクタが、線路状導体パターンと、その線路状導体パターンの両端に接続された1対のビア導体とで構成されたループインダクタを備え、そのループインダクタの一方のビア導体はキャパシタ導体パターンに接続され、そのループインダクタの他方のビア導体はグランド導体パターンに接続され、LC共振器のキャパシタが、キャパシタ導体パターンとグランド導体パターンとの間の容量により構成され、複数のLC共振器のうち、少なくとも1つのLC共振器に、磁気結合調整用インダクタが設けられ、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器は、ループインダクタの途中点に、磁気結合調整用インダクタの一端が接続され、かつ、磁気結合調整用インダクタの他端が、グラン

ド導体パターンに接続され、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のループインダクタおよび磁気結合調整用インダクタが、隣接する他のLC共振器のループインダクタと磁気結合するようにした。

[0020] 磁気結合調整用インダクタが、線路状導体パターンとビア導体とが接続されたものからなり、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器は、ループインダクタのグランド導体パターンに接続された側のビア導体の途中点に、磁気結合調整用インダクタの線路状導体パターンが接続され、かつ、磁気結合調整用インダクタのビア導体が、グランド導体パターンに接続されたものとするのが好ましい。この場合には、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のループインダクタの巻回方向と、磁気結合調整用インダクタの巻回方向とを、逆方向にすることが可能になるため、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のインダクタ（ループインダクタおよび磁気結合調整用インダクタ）と、隣接する他のLC共振器のインダクタ（ループインダクタ）との磁気結合の強さの調整がしやすくなる。

[0021] 磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のループインダクタの巻回方向と、隣接する他のLC共振器のループインダクタの巻回方向とが同一であり、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器の磁気結合調整用インダクタのビア導体が、隣接する他のLC共振器のループインダクタのキャパシタ導体パターンに接続された側のビア導体の近傍に設けられたものとするができる。この場合には、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のループインダクタの巻回方向と、隣接する他のLC共振器のループインダクタの巻回方向とが同一であるため、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のループインダクタと、隣接する他のLC共振器のループインダクタとの磁気結合の強さは大きい。しかしながら、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器の磁気結合調整用インダクタに流れる電流の方向と、隣接する他のLC共振器のループインダクタに流れる電流の方向が逆になるため、磁気結合調整用インダクタを設けたことによって、総合的に見た、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のイ

ンダクタ（ループインダクタおよび磁気結合調整用インダクタ）と、隣接する他のLC共振器のインダクタ（ループインダクタ）との磁気結合は、強さを弱める（小さくする）ように調整される。

[0022] あるいは、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のループインダクタの巻回方向と、隣接する他のLC共振器のループインダクタの巻回方向とが逆であり、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器の磁気結合調整用インダクタのビア導体が、隣接する他のLC共振器のループインダクタのグランド導体パターンに接続された側のビア導体の近傍に設けられたものとしてすることができる。この場合には、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のループインダクタの巻回方向と、隣接する他のLC共振器のループインダクタの巻回方向とが逆であるため、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のループインダクタと、隣接する他のLC共振器のループインダクタとの磁気結合の強さは小さい。しかしながら、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器の磁気結合調整用インダクタに流れる電流の方向と、隣接する他のLC共振器のループインダクタに流れる電流の方向とが同じになるため、磁気結合調整用インダクタを設けたことによって、総合的に見た、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のインダクタ（ループインダクタおよび磁気結合調整用インダクタ）と、隣接する他のLC共振器のインダクタ（ループインダクタ）との磁気結合は、強さを強める（大きくする）ように調整される。

発明の効果

[0023] 本発明の積層型LCフィルタは、複数のLC共振器のうち、少なくとも1つのLC共振器に、磁気結合調整用インダクタを設けているため、積層体の大きさを大きくすることなく、その磁気結合調整用インダクタによって、総合的に見た、磁気結合調整用インダクタが設けられたLC共振器のインダクタ（ループインダクタおよび磁気結合調整用インダクタ）と、隣接する他のLC共振器のインダクタ（ループインダクタ）との磁気結合の強さを調整することができる。したがって、本発明の積層型LCフィルタは、積層体の大

きを大きくすることなく、所望の周波数特性を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]第1実施形態にかかる積層型LCフィルタ100を示す斜視図である。

[図2]積層型LCフィルタ100を示す分解斜視図である。

[図3]積層型LCフィルタ100の等価回路図である。

[図4]積層型LCフィルタ100の周波数特性と、比較例にかかる積層型LCフィルタの周波数特性を示すグラフである。

[図5]第2実施形態にかかる積層型LCフィルタ200を示す分解斜視図である。

[図6]特許文献1に開示された積層型LCフィルタ1100を示す分解斜視図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面とともに、本発明を実施するための形態について説明する。

[0026] なお、各実施形態は、本発明の実施の形態を例示的に示したものであり、本発明が実施形態の内容に限定されることはない。また、異なる実施形態に記載された内容を組合せて実施することも可能であり、その場合の実施内容も本発明に含まれる。また、図面は、実施形態の理解を助けるためのものであり、必ずしも厳密に描画されていない場合がある。たとえば、描画された構成要素ないし構成要素間の寸法の比率が、明細書に記載されたそれらの寸法の比率と一致していない場合がある。また、明細書に記載されている構成要素が、図面において省略されている場合や、個数を省略して描画されている場合などがある。

[0027] [第1実施形態]

図1～図3に、第1実施形態にかかる積層型LCフィルタ100を示す。

ただし、図1は斜視図、図2は分解斜視図、図3は等価回路図である。

[0028] 積層型LCフィルタ100は、積層体1を備える。

[0029] 積層体1の対向する端面に、1対の入出力端子T1、T2が形成されている。入出力端子T1、T2は、それぞれ、一端が積層体1の下側主面に延出

され、他端が積層体 1 の上側主面に延出されている。また、積層体 1 の下側主面に、グランド端子 G が形成されている。

[0030] 積層体 1 は、図 2 に示すように、たとえばセラミックからなる 15 層の誘電体層 1 a ～ 1 o が下から順に積層されたものからなる。

[0031] 以下において、まず、積層体 1 を構成する各誘電体層 1 a ～ o について説明する。

[0032] 誘電体層 1 a の対向する端面に、入出力端子 T 1、T 2 が形成されている。なお、以下に説明する誘電体層 1 b ～ 1 o においても、対向する端面に入出力端子 T 1、T 2 が形成されているが、特に必要がない場合には、その説明および図面への符号の付与を省略する場合がある。

[0033] 誘電体層 1 a の下側主面に、グランド端子 G が形成されている

[0034] 誘電体層 1 a の上下主面間を貫通して、5 つのビア導体 2 a ～ 2 e が形成されている。

[0035] 誘電体層 1 a の上側主面に、グランド導体パターン 3 が形成されている。グランド導体パターン 3 は、ビア導体 2 a ～ 2 e によって、グランド端子 G に接続されている。

[0036] 誘電体層 1 b の上下主面間を貫通して、7 本のビア導体 2 f ～ 2 l が形成されている。なお、分解斜視図である図 2 においては、接続関係が分かるように、ビア導体 2 f ～ 2 l を、それぞれ、実際よりも下方向に伸ばして描写している（以下に説明するビア導体において同じ）。ビア導体 2 f ～ 2 l は、それぞれ、グランド導体パターン 3 に接続されている。

[0037] 誘電体層 1 b の上側主面に、5 つのキャパシタ導体パターン 4 a ～ 4 e が形成されている。キャパシタ導体パターン 4 a は入出力端子 T 1 に接続されている。また、キャパシタ導体パターン 4 e は入出力端子 T 2 に接続されている。

[0038] 誘電体層 1 c の上下主面間を貫通して、7 本のビア導体 2 f ～ 2 l が形成されている。なお、ビア導体 2 f ～ 2 l は、上述したように誘電体層 1 b にも形成されているが、異なる誘電体層に形成された同じ符号のビア導体は、

両者が接続されていることを意味する。また、誘電体層 1 c の上下主面間を貫通して、別の 5 本のビア導体 2 m ~ 2 q が形成されている。ビア導体 2 m は、キャパシタ導体パターン 4 a に接続されている。ビア導体 2 n は、キャパシタ導体パターン 4 b に接続されている。ビア導体 2 o は、キャパシタ導体パターン 4 c に接続されている。ビア導体 2 p は、キャパシタ導体パターン 4 d に接続されている。ビア導体 2 q は、キャパシタ導体パターン 4 e に接続されている。

[0039] 誘電体層 1 c の上側主面に、2 つのキャパシタ導体パターン 4 f、4 g が形成されている。キャパシタ導体パターン 4 f は、ビア導体 2 m に接続されている。また、キャパシタ導体パターン 4 g は、ビア導体 2 q に接続されている。

[0040] 誘電体層 1 d の上下主面間を貫通して、12 本のビア導体 2 f ~ 2 q が形成されている。

[0041] 誘電体層 1 d の上側主面に、2 つのキャパシタ導体パターン 4 h、4 i が形成されている。キャパシタ導体パターン 4 h とキャパシタ導体パターン 4 i とは、相互に接続されている。

[0042] 4 層の誘電体層 1 e ~ 1 h に、それぞれ、上下主面間を貫通して、12 本のビア導体 2 f ~ 2 q が形成されている。

[0043] 誘電体層 1 i の上下主面間を貫通して、12 本のビア導体 2 f ~ 2 q が形成されている。

[0044] 誘電体層 1 i の上側主面に、2 つの線路状導体パターン 5 a、5 b が形成されている。線路状導体パターン 5 a は、一端がビア導体 2 h の途中点 X に接続され、他端がビア導体 2 f に接続されている。また、線路状導体パターン 5 b は、一端がビア導体 2 l の途中点 Y に接続され、他端がビア導体 2 g に接続されている。

[0045] 4 層の誘電体層 1 j ~ 1 m に、それぞれ、上下主面間を貫通して、10 本のビア導体 2 h ~ 2 q が形成されている。

[0046] 誘電体層 1 n の上下主面間を貫通して、10 本のビア導体 2 h ~ 2 q が形

成されている。

[0047] 誘電体層 1 n の上側主面に、5つの線路状導体パターン 5 c ~ 5 g が、相互に、それぞれ所定の間隔を開けて、平行に形成されている。線路状導体パターン 5 c は、一端がビア導体 2 h に接続され、他端がビア導体 2 m に接続されている。線路状導体パターン 5 d は、一端がビア導体 2 i に接続され、他端がビア導体 2 n に接続されている。線路状導体パターン 5 e は、一端がビア導体 2 j に接続され、他端がビア導体 2 o に接続されている。線路状導体パターン 5 f は、一端がビア導体 2 k に接続され、他端がビア導体 2 p に接続されている。線路状導体パターン 5 g は、一端がビア導体 2 l に接続され、他端がビア導体 2 q に接続されている。

[0048] 誘電体層 1 o は保護層である。誘電体層 1 o の対向する端面に、入出力端子 T 1、T 2 が形成されている。

[0049] 以上の構造からなる積層型 LC フィルタ 1 0 0 は、従来から積層型 LC フィルタにおいて広く使用されている材料および製造方法を使用して、製造することができる。

[0050] 積層型 LC フィルタ 1 0 0 は、図 3 に示す等価回路を備えている。

[0051] 積層型 LC フィルタ 1 0 0 は、入出力端子 T 1 と入出力端子 T 2 と備える。

[0052] 積層型 LC フィルタ 1 0 0 は、入出力端子 T 1 と入出力端子 T 2 との間に、第 1 ~ 第 5 の 5 つの LC 共振器 LC 1 ~ LC 5 が順に配置されている。入出力端子 T 1 は、第 1 の LC 共振器 LC 1 に接続されている。入出力端子 T 2 は、第 5 の LC 共振器 LC 5 に接続されている。

[0053] 第 1 の LC 共振器 LC 1 は、インダクタ L 1 とキャパシタ C 1 とが並列に接続されたものからなる。同様に、第 2 の LC 共振器 LC 2 はインダクタ L 2 とキャパシタ C 2 とが、第 3 の LC 共振器 LC 3 はインダクタ L 3 とキャパシタ C 3 とが、第 4 の LC 共振器 LC 4 はインダクタ L 4 とキャパシタ C 4 とが、第 5 の LC 共振器 LC 5 はインダクタ L 5 とキャパシタ C 5 とが、それぞれ並列に接続されたものからなる。

- [0054] 第1のLC共振器LC1には、インダクタL1と部分的に並列に接続された、磁気結合調整用インダクタLX1が設けられている。すなわち、インダクタL1の途中点と、グランドとの間に、磁気結合調整用インダクタLX1が接続されている。
- [0055] また、第5のLC共振器LC5には、インダクタL5と部分的に並列に接続された、磁気結合調整用インダクタLX5が設けられている。すなわち、インダクタL5の途中点と、グランドとの間に、磁気結合調整用インダクタLX5が接続されている。
- [0056] そして、第1のLC共振器LC1のインダクタL1および磁気結合調整用インダクタLX1と、第2のLC共振器LC2のインダクタL2とが、磁気結合している。また、第2のLC共振器LC2のインダクタL2と、第3のLC共振器LC3のインダクタL3とが、磁気結合している。また、第3のLC共振器LC3のインダクタL3と、第4のLC共振器LC4のインダクタL4とが、磁気結合している。また、第4のLC共振器LC4のインダクタL4と、第5のLC共振器LC5のインダクタL5および磁気結合調整用インダクタLX5とが、磁気結合している。
- [0057] また、第1のLC共振器LC1と第2のLC共振器LC2とが、キャパシタC12によって、容量結合している。また、第4のLC共振器LC4と第5のLC共振器LC5とが、キャパシタC45によって、容量結合している。また、第1のLC共振器LC1と第5のLC共振器LC5とが、キャパシタC15によって、容量結合している。
- [0058] 以上の等価回路からなる積層型LCフィルタ100は、入出力端子T1と入出力端子T2との間に形成された5つのLC共振器によって、所望の周波数特性を備えた5段のバンドパスフィルタを構成している。
- [0059] 次に、積層型LCフィルタ100の等価回路と構造との関係について説明する。
- [0060] まず、第1のLC共振器LC1のインダクタL1は、ビア導体2mと、線路状導体パターン5cと、ビア導体2hとが接続されたループインダクタに

よって構成されている。なお、ビア導体 2 m はキャパシタ導体パターン 4 a に接続され、ビア導体 2 h はグランド導体パターン 3 に接続されている。また、第 1 の LC 共振器 LC 1 のキャパシタ C 1 は、キャパシタ導体パターン 4 a とグランド導体パターン 3 との間の容量により構成されている。なお、キャパシタ導体パターン 4 a は、上述したとおり、入出力端子 T 1 に接続されている。

[0061] また、第 1 の LC 共振器 LC 1 の磁気結合調整用インダクタ L X 1 は、直列に接続された線路状導体パターン 5 a とビア導体 2 f とによって構成されている。なお、磁気結合調整用インダクタ L X 1 の線路状導体パターン 5 a はビア導体 2 h の途中点 X に接続され、ビア導体 2 f はグランド導体パターン 3 に接続されている。

[0062] 第 1 の LC 共振器 LC 1 の磁気結合調整用インダクタ L X 1 のビア導体 2 f は、後述する第 2 の LC 共振器 LC 2 のインダクタ L 2 のビア導体 2 n の近傍に設けられている。この結果、磁気結合調整用インダクタ L X 1 の線路状導体パターン 5 a と、第 2 の LC 共振器 LC 2 のインダクタ L 2 の線路状導体パターン 5 d とは、相互に平行に配置されている。ただし、線路状導体パターン 5 a と線路状導体パターン 5 d とは、厳密に平行に配置される必要はなく、多少傾いた状態で配置されても良い。そして、線路状導体パターン 5 a と線路状導体パターン 5 d とのなす角度を調整することにより、両者の磁気結合の強さを調整することもできる。

[0063] 第 2 の LC 共振器 LC 2 のインダクタ L 2 は、ビア導体 2 n と、線路状導体パターン 5 d と、ビア導体 2 i とが接続されたループインダクタによって構成されている。なお、ビア導体 2 n はキャパシタ導体パターン 4 b に接続され、ビア導体 2 i はグランド導体パターン 3 に接続されている。また、第 2 の LC 共振器 LC 2 のキャパシタ C 2 は、キャパシタ導体パターン 4 b とグランド導体パターン 3 との間の容量により構成されている。

[0064] 第 3 の LC 共振器 LC 3 のインダクタ L 3 は、ビア導体 2 o と、線路状導体パターン 5 e と、ビア導体 2 j とが接続されたループインダクタによって

構成されている。なお、ビア導体 2 o はキャパシタ導体パターン 4 c に接続され、ビア導体 2 j はグラウンド導体パターン 3 に接続されている。また、第 3 の LC 共振器 LC 3 のキャパシタ C 3 は、キャパシタ導体パターン 4 c とグラウンド導体パターン 3 との間の容量により構成されている。

[0065] 第 4 の LC 共振器 LC 4 のインダクタ L 4 は、ビア導体 2 p と、線路状導体パターン 5 f と、ビア導体 2 k とが接続されたループインダクタによって構成されている。なお、ビア導体 2 p はキャパシタ導体パターン 4 d に接続され、ビア導体 2 k はグラウンド導体パターン 3 に接続されている。また、第 4 の LC 共振器 LC 4 のキャパシタ C 4 は、キャパシタ導体パターン 4 d とグラウンド導体パターン 3 との間の容量により構成されている。

[0066] 第 5 の LC 共振器 LC 5 のインダクタ L 5 は、ビア導体 2 q と、線路状導体パターン 5 g と、ビア導体 2 l とが接続されたループインダクタによって構成されている。なお、ビア導体 2 q はキャパシタ導体パターン 4 e に接続され、ビア導体 2 l はグラウンド導体パターン 3 に接続されている。また、第 5 の LC 共振器 LC 5 のキャパシタ C 5 は、キャパシタ導体パターン 4 e とグラウンド導体パターン 3 との間の容量により構成されている。なお、キャパシタ導体パターン 4 b は、上述したとおり、入出力端子 T 2 に接続されている。

[0067] また、第 5 の LC 共振器 LC 5 の磁気結合調整用インダクタ L X 5 は、直列に接続された線路状導体パターン 5 b とビア導体 2 g とによって構成されている。なお、磁気結合調整用インダクタ L X 5 の線路状導体パターン 5 b はビア導体 2 l の途中点 Y に接続され、ビア導体 2 g はグラウンド導体パターン 3 に接続されている。

[0068] 第 5 の LC 共振器 LC 5 の磁気結合調整用インダクタ L X 5 のビア導体 2 g は、第 4 の LC 共振器 LC 4 のインダクタ L 4 のビア導体 2 p の近傍に設けられている。この結果、磁気結合調整用インダクタ L X 5 の線路状導体パターン 5 b と、第 4 の LC 共振器 LC 4 のインダクタ L 4 の線路状導体パターン 5 f とは、相互に平行に配置されている。ただし、線路状導体パターン

5 bと線路状導体パターン5 fとは、厳密に平行に配置される必要はなく、多少傾いた状態で配置されても良い。そして、線路状導体パターン5 bと線路状導体パターン5 fとのなす角度を調整することにより、両者の磁気結合の強さを調整することもできる。

[0069] また、キャパシタC 1 2は、キャパシタ導体パターン4 fとキャパシタ導体パターン4 bとの間に形成される容量により構成されている。上述したとおり、キャパシタ導体パターン4 fは、ビア導体2 mに接続されている。また、キャパシタ導体パターン4 bは、第2のLC共振器LC 2のキャパシタC 2のキャパタ導体パターンでもある。

[0070] キャパシタC 1 5は、キャパシタ導体パターン4 fとキャパシタ導体パターン4 hとの間に形成される容量、および、キャパシタ導体パターン4 iとキャパシタ導体パターン4 gとの間に形成される容量により構成されている。上述したとおり、キャパシタ導体パターン4 fはビア導体2 mに接続され、キャパシタ導体パターン4 hとキャパシタ導体パターン4 iとは相互に接続され、キャパシタ導体パターン4 gはビア導体2 qに接続されている。

[0071] キャパシタC 4 5は、キャパシタ導体パターン4 gとキャパシタ導体パターン4 dとの間に形成される容量により構成されている。上述したとおり、キャパシタ導体パターン4 gは、ビア導体2 qに接続されている。また、キャパシタ導体パターン4 dは、第4のLC共振器LC 4のキャパシタC 4のキャパタ導体パターンでもある。

[0072] 以上の関係により、積層型LCフィルタ1 0 0は、積層体1の内部に、図3に示す等価回路が構成されている。

[0073] 積層型LCフィルタ1 0 0は、第1～第5のLC共振器LC 1～LC 5のインダクタL 1～L 5を構成するループインダクタの巻回方向が全て同じである。すなわち、積層体1を、入出力端子T 1が形成された端面側から入出力端子T 2が形成された端面側に向かって透視した場合、インダクタL 1を構成するビア導体2 mと線路状導体パターン5 cとビア導体2 hとが接続されたループインダクタと、インダクタL 2を構成するビア導体2 nと線路状

導体パターン 5 d とビア導体 2 i とが接続されたループインダクタと、インダクタ L 3 を構成するビア導体 2 o と線路状導体パターン 5 e とビア導体 2 j とが接続されたループインダクタと、インダクタ L 4 を構成するビア導体 2 p と線路状導体パターン 5 f とビア導体 2 k とが接続されたループインダクタと、インダクタ L 5 を構成するビア導体 2 q と線路状導体パターン 5 g とビア導体 2 l とが接続されたループインダクタとは、全て同一の方向に巻回している。

[0074] 積層型 LC フィルタ 100 は、ループインダクタの巻回方向が全て同じであるため、第 1 ～ 第 5 の LC 共振器 LC 1 ～ LC 5 のインダクタ L 1 ～ L 5 は、それぞれ、隣接するもの同士の間で、大きな強さで磁気結合している。

[0075] たとえば、第 1 の LC 共振器 LC 1 のインダクタ L 1 のループインダクタと、第 2 の LC 共振器 LC 2 のインダクタ L 2 のループインダクタとは、巻回方向が同一であり、大きな強さで磁気結合している。しかしながら、第 1 の LC 共振器 LC 1 は、磁気結合調整用インダクタ L X 1 を備えており、磁気結合調整用インダクタ L X 1 は、上記の大きな強さの磁気結合を、一定量、弱める（小さくする）ように機能する。すなわち、磁気結合調整用インダクタ L X 1 には、第 2 の LC 共振器 LC 2 のインダクタ L 2 に流れる電流と逆方向に電流が流れるため、磁気結合調整用インダクタ L X 1 は、総合的に見た、第 1 の LC 共振器 LC 1 のインダクタ（インダクタ L 1 および磁気結合調整用インダクタ L X 1）と、第 2 の LC 共振器 LC 2 のインダクタ（インダクタ L 2）との磁気結合の強さを、弱める（小さくする）ように機能する。

[0076] 同様に、第 4 の LC 共振器 LC 4 のインダクタ L 4 のループインダクタと、第 5 の LC 共振器 LC 5 のインダクタ L 5 のループインダクタとは、巻回方向が同一であり、大きな強さで磁気結合している。しかしながら、第 5 の LC 共振器 LC 5 は、磁気結合調整用インダクタ L X 5 を備えており、磁気結合調整用インダクタ L X 5 は、上記の大きな強さの磁気結合を、一定量、弱める（小さくする）ように機能する。すなわち、磁気結合調整用インダク

タL X 5には、第4のLC共振器LC 4のインダクタL 4に流れる電流と逆方向に電流が流れるため、磁気結合調整用インダクタL X 5は、総合的に見た、第4のLC共振器LC 4のインダクタ（インダクタL 4）と、第5のLC共振器LC 5のインダクタ（インダクタL 5および磁気結合調整用インダクタL X 5）との磁気結合の強さを、弱める（小さくする）ように機能する。

[0077] 積層型LCフィルタ100は、インダクタL 1とインダクタL 2との間の距離や、インダクタL 4とインダクタL 5との間の距離を調整するのではなく、磁気結合調整用インダクタL X 1、L X 5を設けることにより、隣接するLC共振器のインダクタ間の磁気結合の強さを調整している。したがって、積層型LCフィルタ100によれば、大型化することなく、隣接するLC共振器のインダクタ間の磁気結合を調整し、所望の周波数特性を得ることができる。

[0078] 図4に、積層型LCフィルタ100の周波数特性を示す。また、比較のために、積層型LCフィルタ100から、磁気結合調整用インダクタL X 1（線路状導体パターン5 a、ビア導体2 f）および磁気結合調整用インダクタL X 5（線路状導体パターン5 b、ビア導体2 g）を除去した、比較例にかかる積層型LCフィルタの周波数特性を示す。

[0079] 図4から分かるように、積層型LCフィルタ100は、通過帯域の外側の低周波側および高周波側の両方において、比較例の積層型LCフィルタよりも減衰量が大きくなっており、優れた周波数特性を備えている。

[0080] [第2実施形態]

図5に、第2実施形態にかかる積層型LCフィルタ200を示す。ただし、図5は、積層型LCフィルタ200の分解斜視図である。

[0081] 積層型LCフィルタ200は、第1実施形態にかかる積層型LCフィルタ100の構成の一部に変更を加えた。具体的には、積層型LCフィルタ100では、第1～第5のLC共振器LC 1～LC 5のインダクタL 1～L 5のループインダクタの巻回方向が全て同じであった。これに対し、積層型LC

フィルタ 200 では、第 2 ～第 3 の LC 共振器 LC 2 ～LC 3 のインダクタ L 3 ～L 4 のループインダクタの巻回方向を、積層型 LC フィルタ 100 と逆にした。

[0082] より具体的には、積層型 LC フィルタ 100 では、インダクタ L 2 を構成するビア導体 2 n をキャパシタ導体パターン 4 b に接続し、ビア導体 2 i をグラウンド導体パターン 3 に接続していたが、積層型 LC フィルタ 200 では、これに変更を加え、ビア導体 2 n と同じ位置に形成されたビア導体 1 2 n をグラウンド導体パターン 3 に接続し、ビア導体 2 i と同じ位置に形成されたビア導体 1 2 i をキャパシタ導体パターン 4 b に接続した。同様に、積層型 LC フィルタ 100 では、インダクタ L 3 を構成するビア導体 2 o をキャパシタ導体パターン 4 c に接続し、ビア導体 2 j をグラウンド導体パターン 3 に接続していたが、積層型 LC フィルタ 200 では、これに変更を加え、ビア導体 2 o と同じ位置に形成されたビア導体 1 2 o をグラウンド導体パターン 3 に接続し、ビア導体 2 j と同じ位置に形成されたビア導体 1 2 i をキャパシタ導体パターン 4 c に接続した。同様に、積層型 LC フィルタ 100 では、インダクタ L 4 を構成するビア導体 2 p をキャパシタ導体パターン 4 d に接続し、ビア導体 2 k をグラウンド導体パターン 3 に接続していたが、積層型 LC フィルタ 200 では、これに変更を加え、ビア導体 2 p と同じ位置に形成されたビア導体 1 2 p をグラウンド導体パターン 3 に接続し、ビア導体 2 k と同じ位置に形成されたビア導体 1 2 k をキャパシタ導体パターン 4 d に接続した。

[0083] なお、積層型 LC フィルタ 200 では、上記接続関係を変更したことにもない、キャパシタ導体パターン 4 b、4 c、4 d の形状を、それぞれ、若干、変更した。ただし、理解を容易にするために、それぞれを示す符号の変更はおこなわなかった。

[0084] 積層型 LC フィルタ 200 では、第 1 の LC 共振器 LC 1 のインダクタ L 1 のループインダクタと、第 2 の LC 共振器 LC 2 のインダクタ L 2 のループインダクタとは、巻回方向が逆であり、小さな強さで磁気結合している。

しかしながら、積層型LCフィルタ200は、第1のLC共振器LC1が磁気結合調整用インダクタLX1を備えており、磁気結合調整用インダクタLX1には、第2のLC共振器LC2のインダクタL2に流れる電流と同じ方向に電流が流れる。したがって、磁気結合調整用インダクタLX1は、総合的に見た、第1のLC共振器LC1のインダクタ（インダクタL1および磁気結合調整用インダクタLX1）と、第2のLC共振器LC2のインダクタ（インダクタL2）との磁気結合の強さを、強める（大きくする）ように機能する。

[0085] 同様に、積層型LCフィルタ200では、第4のLC共振器LC4のインダクタL4のループインダクタと、第5のLC共振器LC5のインダクタL5のループインダクタとは、巻回方向が逆であり、小さな強さで磁気結合している。しかしながら、積層型LCフィルタ200は、第5のLC共振器LC5が磁気結合調整用インダクタLX5を備えており、磁気結合調整用インダクタLX5には、第4のLC共振器LC4のインダクタL4に流れる電流と同じ方向に電流が流れる。したがって、磁気結合調整用インダクタLX5は、総合的に見た、第4のLC共振器LC4のインダクタ（インダクタL4）と、第5のLC共振器LC5のインダクタ（インダクタL5および磁気結合調整用インダクタLX5）との磁気結合の強さを、強める（大きくする）ように機能する。

[0086] 第2実施形態にかかる積層型LCフィルタ200も、第1実施形態にかかる積層型LCフィルタ100と同様に、積層体1を大型化することなく、隣接するLC共振器のインダクタ間の磁気結合を調整して、所望の周波数特性を得ることができる。

[0087] 以上、第1実施形態にかかる積層型LCフィルタ100と、第2実施形態にかかる積層型LCフィルタ200とについて説明した。しかしながら、本発明が上述した内容に限定されることはなく、発明の趣旨に沿って、種々の変更を加えることができる。

[0088] たとえば、積層型LCフィルタ100、200では、5つのLC共振器を

備えた5段のバンドパスフィルタを構成したが、フィルタの種類や段数は任意であり、上述した内容には限定されない。

[0089] また、積層型LCフィルタ100、200では、いずれも、第1のLC共振器LC1に磁気結合調整用インダクタLX1を設け、第5のLC共振器LC5に磁気結合調整用インダクタLX5を設けた。しかしながら、設けられる磁気結合調整用インダクタの個数や、設けられる対象のLC共振器は任意であり、上述した内容には限定されない。たとえば、隣接する2つのLC共振器の両方に、磁気結合調整用インダクタを設けても良い。あるいは、積層体1の内部に1つの磁気結合調整用インダクタを設けたり、3つ以上の磁気結合調整用インダクタを設けたりしても良い。

[0090] また、積層型LCフィルタ100、200では、第1のLC共振器LC1のループインダクタのビア導体2hとグランド導体パターン3との間に磁気結合調整用インダクタLX1を接続したが、磁気結合調整用インダクタLX1を接続するのはこの部分には限定されず、たとえば、第1のLC共振器LC1のループインダクタのビア導体2mとグランド導体パターン3との間、あるいは、第1のLC共振器LC1の線路状導体パターン5cとグランド導体パターン3との間に、磁気結合調整用インダクタLX1を接続しても良い。同様に、積層型LCフィルタ100、200では、第5のLC共振器LC5のループインダクタのビア導体2lとグランド導体パターン3との間に磁気結合調整用インダクタLX5を接続したが、磁気結合調整用インダクタLX5を接続するのはこの部分には限定されず、たとえば、第5のLC共振器LC5のループインダクタのビア導体2qとグランド導体パターン3との間、あるいは、第5のLC共振器LC5の線路状導体パターン5gとグランド導体パターン3との間に、磁気結合調整用インダクタLX5を接続しても良い。

[0091] また、積層型LCフィルタ100、200では、積層体1を15層のセラミックからなる誘電体層1a~1oで構成したが、誘電体層の材質や層数は任意であり、上述した内容には限定されない。たとえば、誘電体層1a~1

oを、樹脂によって形成しても良い。

符号の説明

[0092] 1・・・積層体

1 a～1 o・・・誘電体層

2 a～2 q、1 2 i～1 2 k、1 2 n～1 2 p・・・ビア導体

3・・・グラウンド導体パターン

4 a～4 i・・・キャパシタ導体パターン

5 a～5 g・・・線路状導体パターン

T 1、T 2・・・入出力端子

G・・・グラウンド端子

L C 1～L C 5・・・L C共振器

L 1～L 5・・・インダクタ（ループインダクタ）

C 1～C 5、C 1 2、C 1 5、C 4 5・・・キャパシタ

L X 1、L X 5・・・磁気結合調整用インダクタ

請求の範囲

[請求項1]

複数の誘電体層が積層された直方体状の積層体と、
前記誘電体層の層間に形成された複数の線路状導体パターンと、
前記誘電体層の層間に形成された複数のキャパシタ導体パターンと、
、
前記誘電体層の層間に形成された少なくとも1つのグラウンド導体パターンと、
前記誘電体層を貫通して形成された複数のビア導体と、を備え、
前記積層体の内部に、インダクタとキャパシタとが並列に接続された複数のLC共振器が形成され、隣接する前記LC共振器の前記インダクタ同士が磁気結合し、
前記LC共振器の前記インダクタが、前記線路状導体パターンと、当該線路状導体パターンの両端に接続された1対の前記ビア導体とで構成されたループインダクタを備え、当該ループインダクタの一方の前記ビア導体は前記キャパシタ導体パターンに接続され、当該ループインダクタの他方の前記ビア導体は前記グラウンド導体パターンに接続され、
前記LC共振器の前記キャパシタが、前記キャパシタ導体パターンと前記グラウンド導体パターンとの間の容量により構成された積層型LCフィルタであって、
複数の前記LC共振器のうち、少なくとも1つの前記LC共振器に、磁気結合調整用インダクタが設けられ、
前記磁気結合調整用インダクタが設けられた前記LC共振器は、前記ループインダクタの途中点に、前記磁気結合調整用インダクタの一端が接続され、かつ、前記磁気結合調整用インダクタの他端が、前記グラウンド導体パターンに接続され、
前記磁気結合調整用インダクタが設けられた前記LC共振器の前記ループインダクタおよび前記磁気結合調整用インダクタが、隣接する

他の前記ＬＣ共振器の前記ループインダクタと磁気結合した積層型ＬＣフィルタ。

[請求項2] 前記磁気結合調整用インダクタが、前記線路状導体パターンと前記ビア導体とが接続されたものからなり、

前記磁気結合調整用インダクタが設けられた前記ＬＣ共振器は、前記ループインダクタの前記グランド導体パターンに接続された側の前記ビア導体の途中点に、前記磁気結合調整用インダクタの前記線路状導体パターンが接続され、かつ、前記磁気結合調整用インダクタの前記ビア導体が、前記グランド導体パターンに接続されている、請求項１に記載された積層型ＬＣフィルタ。

[請求項3] 前記磁気結合調整用インダクタが設けられた前記ＬＣ共振器の前記ループインダクタの巻回方向と、隣接する他の前記ＬＣ共振器の前記ループインダクタの巻回方向とが同一であり、

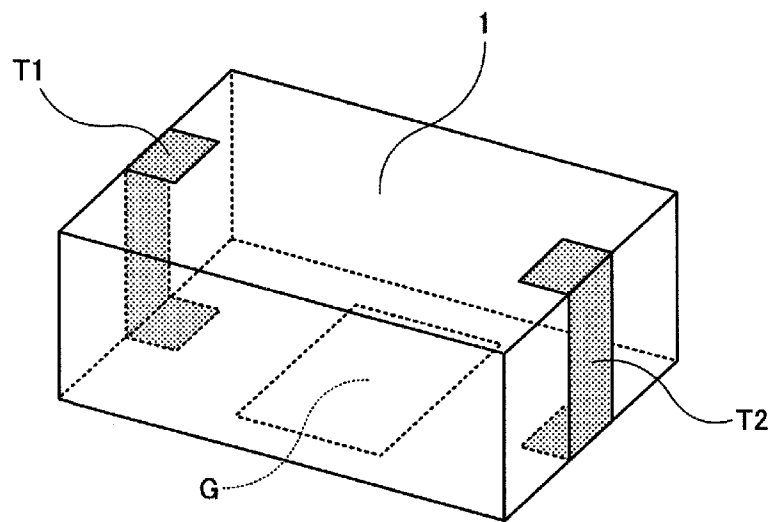
前記磁気結合調整用インダクタが設けられた前記ＬＣ共振器の前記磁気結合調整用インダクタの前記ビア導体が、隣接する他の前記ＬＣ共振器の前記ループインダクタの前記キャパシタ導体パターンに接続された側の前記ビア導体の近傍に設けられた、請求項１または２に記載された積層型ＬＣフィルタ。

[請求項4] 前記磁気結合調整用インダクタが設けられた前記ＬＣ共振器の前記ループインダクタの巻回方向と、隣接する他の前記ＬＣ共振器の前記ループインダクタの巻回方向とが逆であり、

前記磁気結合調整用インダクタが設けられた前記ＬＣ共振器の前記磁気結合調整用インダクタの前記ビア導体が、隣接する他の前記ＬＣ共振器の前記ループインダクタの前記グランド導体パターンに接続された側の前記ビア導体の近傍に設けられた、請求項１または２に記載された積層型ＬＣフィルタ。

[図1]

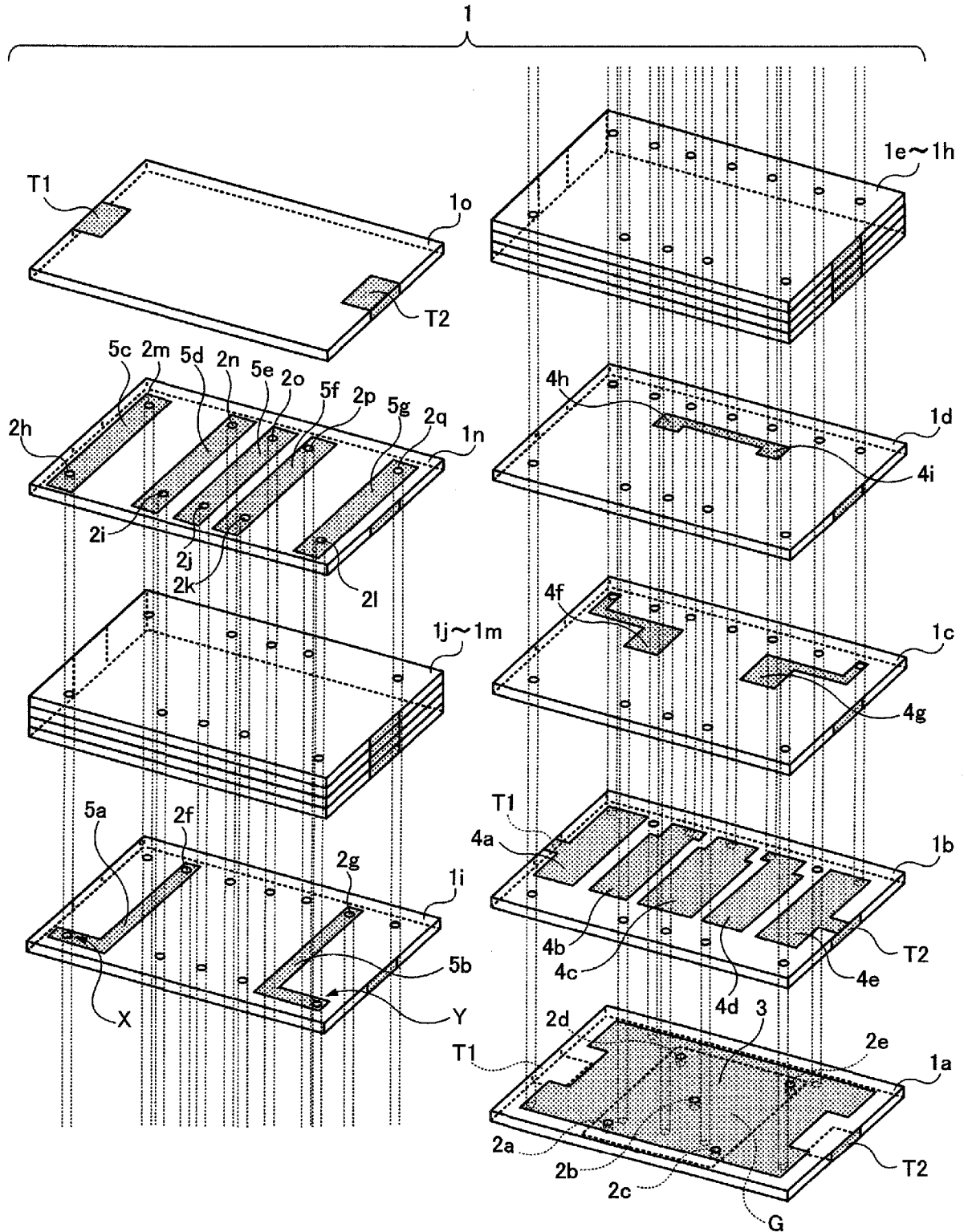
図1

100

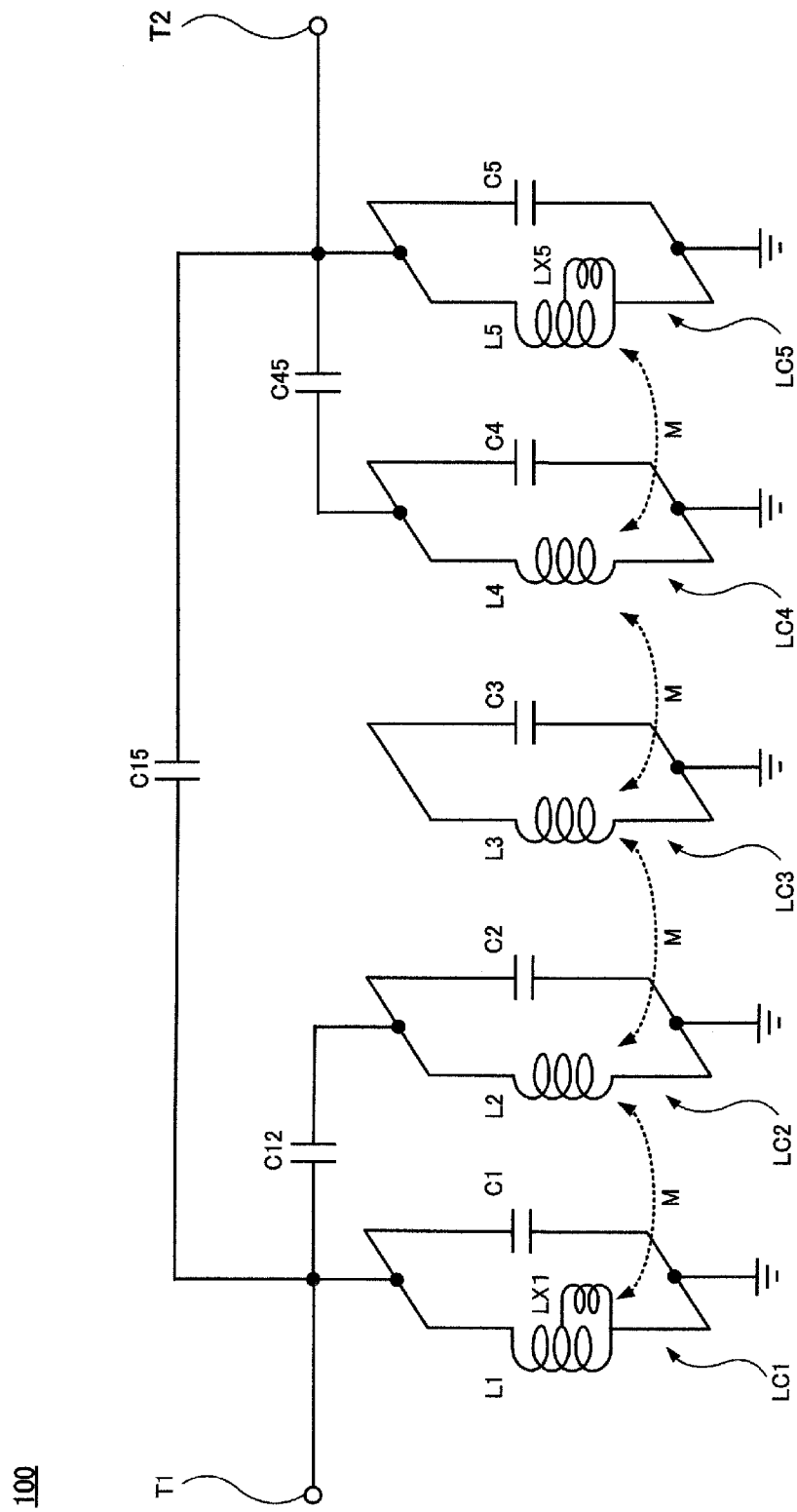
[図2]

図2

100

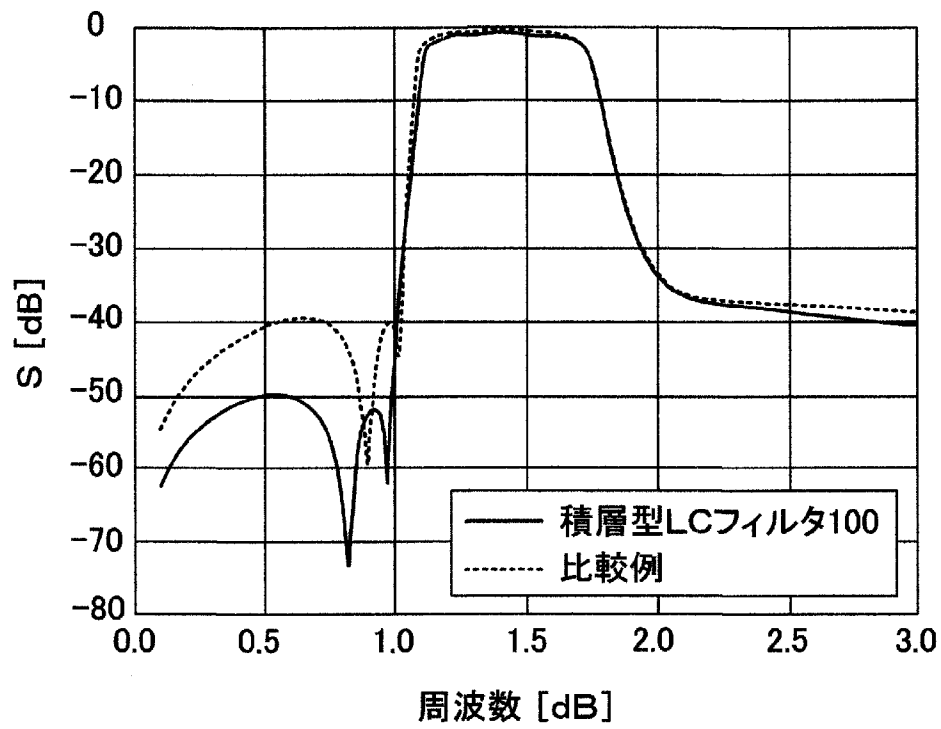


[図3]



[図4]

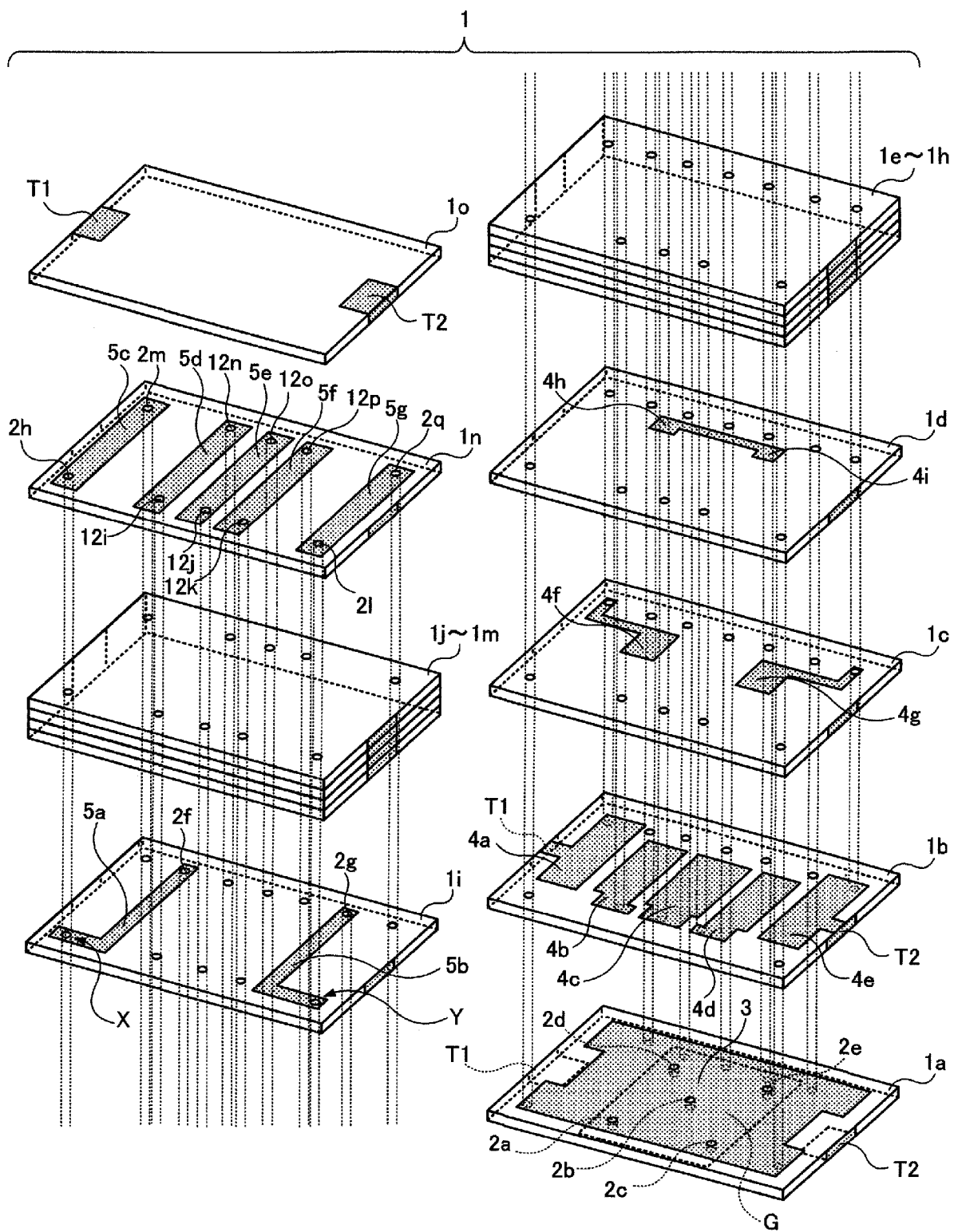
図4



[図5]

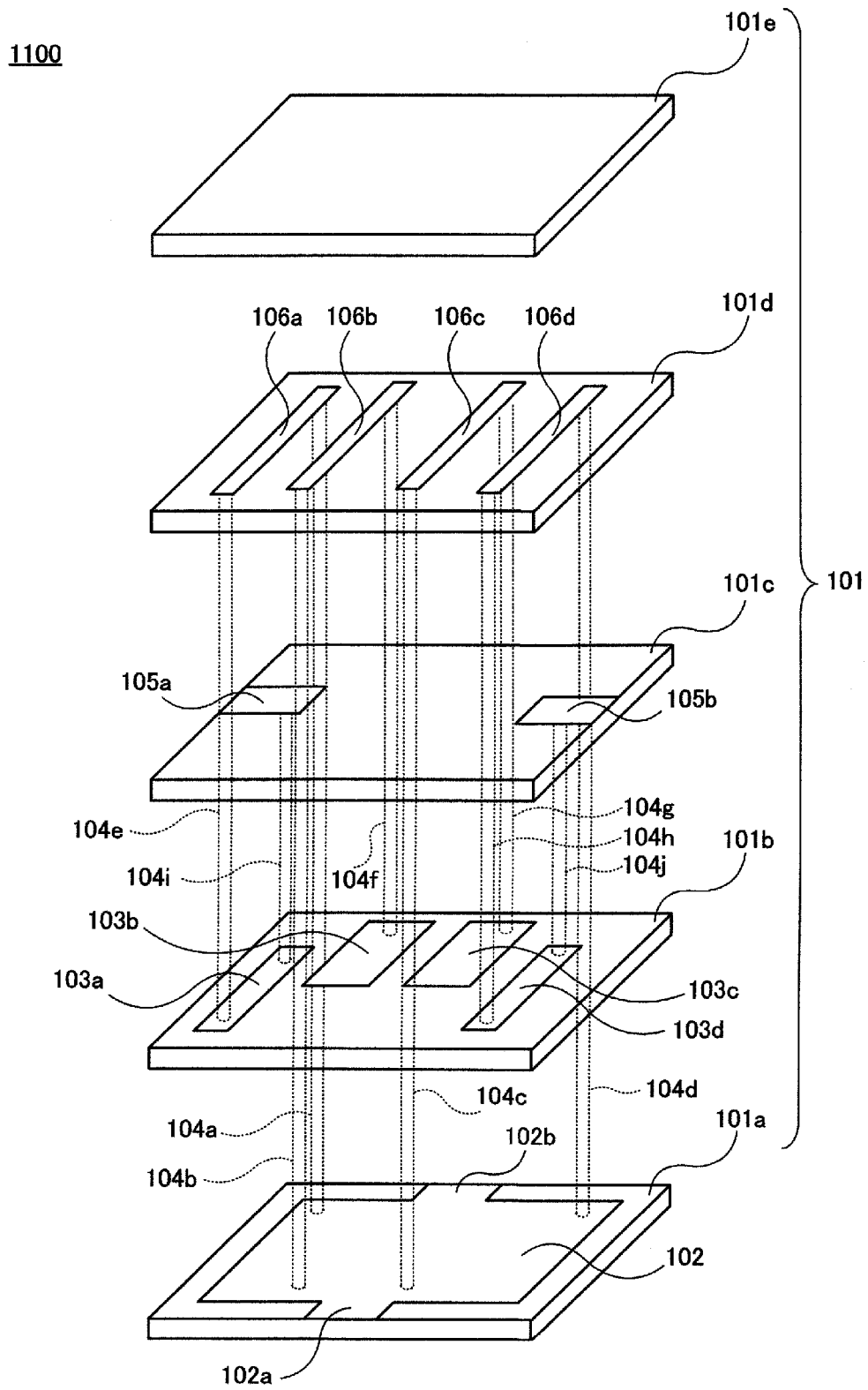
図5

200



[図6]

図6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/033356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H7/075(2006.01)i, H01F17/00(2006.01)i, H01F27/00(2006.01)i, H03H7/09(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)

H03H7/075, H01F17/00, H01F27/00, H03H7/09

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/152211 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 29 September 2016 (29.09.2016), paragraphs [0059] to [0122]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-4
A	JP 2015-046788 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 12 March 2015 (12.03.2015), paragraphs [0022] to [0141] & US 2015/0061791 A1 paragraphs [0038] to [0157] & CN 104426496 A	1-4
A	JP 2012-105026 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 31 May 2012 (31.05.2012), paragraphs [0047] to [0056] & US 2012/0112856 A1 paragraphs [0058] to [0067]	1-4

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 November 2017 (08.11.17)

Date of mailing of the international search report
21 November 2017 (21.11.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/033356

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2007/119356 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 25 October 2007 (25.10.2007), paragraphs [0066] to [0235] & US 2007/0241839 A1 paragraphs [0129] to [0320] & EP 2009787 A1 & CN 101421918 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H03H7/075(2006.01)i, H01F17/00(2006.01)i, H01F27/00(2006.01)i, H03H7/09(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. H03H7/075, H01F17/00, H01F27/00, H03H7/09

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2016/152211 A1（株式会社村田製作所）2016.09.29, 段落 [0059]-[0122], [図1]-[図3]（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2015-046788 A（株式会社村田製作所）2015.03.12, 段落 [0022]-[0141] & US 2015/0061791 A1, 段落[0038]-[0157] & CN 104426496 A	1-4

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

08.11.2017

国際調査報告の発送日

21.11.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

▲高▼須 甲斐

5W

4539

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

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 2012-105026 A (株式会社村田製作所) 2012.05.31, 段落 [0047]-[0056] & US 2012/0112856 A1, 段落[0058]-[0067]	1-4
A	WO 2007/119356 A1 (株式会社村田製作所) 2007.10.25, 段落 [0066]-[0235] & US 2007/0241839 A1, 段落[0129]-[0320] & EP 2009787 A1 & CN 101421918 A	1-4