

(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
2016 年 12 月 1 日(01.12.2016)

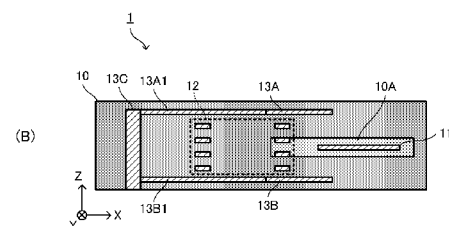
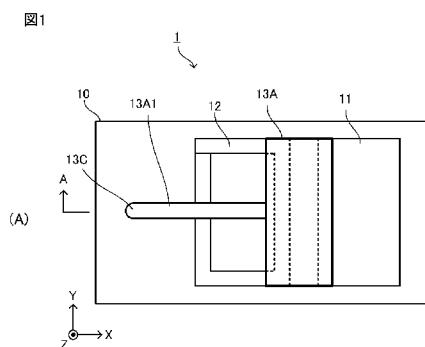


(10) 国際公開番号
WO 2016/190290 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 15/18 (2006.01) *H02J 50/12* (2016.01)
H01F 38/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/065238
- (22) 国際出願日: 2016 年 5 月 24 日(24.05.2016)
- (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 2015-108391 2015 年 5 月 28 日(28.05.2015) 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 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 市川敬一 (ICHIKAWA, Keiichi); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: CURRENT DETECTION ELEMENT, POWER TRANSMITTING DEVICE, AND POWER TRANSMITTING SYSTEM

(54) 発明の名称: 電流検出素子、送電装置及び電力伝送システム



(57) Abstract: A current detection element (1) is provided with: a laminate (10) in which a plurality of insulator layers are laminated; a main line conductor (11) formed on the laminate (10) and extending in one direction; a coiled current detection conductor (12) that is formed on the laminate (10) and is magnetically coupled to the main line conductor (11); and an electrostatic shielding conductor (13A, 13B) that is formed on the laminate (10) and is connected to a ground. In a planar view from the winding axis direction along the winding axis of the current detection conductor (12), the electrostatic shielding conductor (13A, 13B) overlaps with at least one of the main line conductor (11) and the current detection conductor (12). Provided as a result are a current detection element that accurately detects a high-frequency alternating current flowing in a line, and a power transmitting device and a power transmitting system that are equipped with the current detection element.

(57) 要約: 電流検出素子 (1) は、複数の絶縁体層が積層された積層体 (10) と、積層体 (10) に形成された一方に延びる主線路導体 (11) と、積層体 (10) に形成され、主線路導体 (11) と磁界結合するコイル状の電流検出用導体 (12) と、積層体 (10) に形成され、グランドに接続される静電遮蔽導体 (13A, 13B) とを備える。静電遮蔽導体 (13A, 13B) は、電流検出用導体 (12) の巻回軸に沿った巻回軸方向からの平面視で、主線路導体 (11) 又は電流検出用導体 (12) の少なくとも一方に重なっている。これにより、線路に流れる高周波交流電流を精度よく検出する電流検出素子、それを備えた送電装置及び電力伝

送システムを提供する。

明 細 書

発明の名称： 電流検出素子、送電装置及び電力伝送システム

技術分野

[0001] 本発明は、線路に流れる高周波交流電流を検出する電流検出素子、送電装置及び電力伝送システムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、I C の電源ラインを流れる電流を検出するための直流電流センサが記載されている。この直流電流センサは、複数の磁性体層を積層した磁性体チップの内部に、電源ラインに接続される直線状の直流ライン接続用電極、及びコイル状の交流ライン接続用電極を配置している。そして、直流ライン接続用電極に電流が流れると、交流ライン接続用電極のインダクタンスが変化する。これを利用して、電源ラインの直流電流を検出している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平 3－8 4 9 0 5 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献 1 に記載の直流電流センサをより小型化した場合、直流ライン接続用電極と交流ライン接続用電極との距離が短くなる。この場合、電極間に容量が生じ、電極同士が電界結合することがある。特許文献 1 では、直流電流を検出するため、この電界結合が問題となることはない。しかしながら、交流電流を検出する場合において、電極同士が電界結合すると、その容量を介して、直流ライン接続用電極から生じる不要ノイズが交流ライン接続電極に流れ込み、電流検出を精度よく行えないおそれがある。

[0005] そこで、本発明の目的は、線路に流れる高周波交流電流を精度よく検出する電流検出素子、それを備えた送電装置及び電力伝送システムを提供すること

とにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明に係る電流検出素子は、絶縁体と、前記絶縁体に形成された主線路導体と、前記絶縁体に形成され、前記主線路導体と磁界結合するコイル状の電流検出用導体と、前記絶縁体に形成され、グランドに接続される静電遮蔽導体と、を備え、前記静電遮蔽導体は、前記電流検出用導体の巻回軸に沿った巻回軸方向からの平面視で、前記主線路導体又は前記電流検出用導体の少なくとも一方に重なっていることを特徴とする。
- [0007] この構成では、静電遮蔽導体を設けることで、主線路導体の電圧が電流検出用導体に与える影響を小さくできる。詳しくは、主線路導体と電流検出用導体との間に容量が生じる。この容量を介して、主線路導体の電圧による不要ノイズが電流検出用導体へ流れ込む。静電遮蔽導体を設けた場合、主線路導体からの不要ノイズ（電圧）は、主線路導体と電流検出用導体との間の容量と、電流検出用導体と静電遮蔽導体との間に生じる容量とにより分圧される。したがって、主線路導体の電圧が大きい場合であっても、その電圧は分圧されることで、電流検出用導体には、静電遮蔽導体が無い場合と比較して、より小さな電圧が入力される。このため、主線路導体の電圧が電流検出用導体に与える影響を抑えることができる。この結果、主線路導体の電圧が大きくても、精度よく電流を検出できる。
- [0008] 本発明に係る電流検出素子では、前記主線路導体は一方向に延びる直線状である構成でもよい。
- [0009] この構成では、主線路導体のインダクタンスと抵抗値とを抑えることができる。
- [0010] 本発明に係る電流検出素子では、前記静電遮蔽導体は、前記主線路導体と前記電流検出用導体との間に形成された導体間遮蔽部を有していてもよい。
- [0011] この構成では、主線路導体と電流検出用導体との間に容量が生じることを抑制できる。
- [0012] 本発明に係る電流検出素子は、二つの前記電流検出用導体を備え、前記二

つの電流検出用導体は、巻回軸を同方向にして形成され、前記主線路導体は、前記巻回軸方向からの平面視で、前記二つの電流検出用導体の間に配置されている構成でもよい。

[0013] この構成では、二つの電流検出用導体が独立している場合には、二つの電流検出結果を得ることができる。また、二つの電流検出用導体を直列接続した場合には、主線路導体と、電流検出用導体との磁界結合を強くでき、感度よく電流検出を行える。二つの電流検出用導体を並列接続した場合には、電流検出用導体の抵抗を下げ、損失を抑えることができる。

[0014] 本発明に係る電流検出素子では、前記二つの電流検出用導体は直列に接続されている構成でもよい。

[0015] この構成では、主線路導体と、電流検出用導体との磁界結合を強くでき、感度よく電流検出を行える。

[0016] 本発明に係る電流検出素子では、前記主線路導体と前記静電遮蔽導体との間に生じる容量は、前記電流検出用導体と前記静電遮蔽導体との間に生じる容量よりも小さくてもよい。

[0017] 主線路導体と静電遮蔽導体との間に生じる容量が大きいと、主線路導体からその容量へ流れる電流が多くなり、主線路導体に流れる電流に影響が及ぶ。そこで、前記構成とすることで、主線路導体及び主線路導体に接続される回路への影響を軽減できる。

[0018] 本発明に係る電流検出素子では、前記静電遮蔽導体は、前記静電遮蔽導体の外縁と接続される開口を有し、前記開口は、前記巻回軸方向からの平面視で、前記電流検出用導体のコイル開口と少なくとも一部が重なっている構成でもよい。

[0019] この構成では、静電遮蔽導体を開ループ状とすることで、静電遮蔽導体から不要な磁束が生じ、その磁束が電流検出用導体から発生する磁束を打ち消すことを防止できる。また、電流検出用導体を静電遮蔽導体で静電シールドでき、電界ノイズの漏えいを低減できる。

[0020] 本発明に係る電流検出素子は、二つの前記静電遮蔽導体を備え、前記二つ

の静電遮蔽導体は、前記巻回軸方向において、前記主線路導体と前記電流検出用導体とを間に挟んで形成されている構成でもよい。

[0021] この構成では、主線路導体での電圧が電流検出用導体に与える影響をより抑えることができる。この結果、精度よく電流を検出できる。

[0022] 本発明に係る電流検出素子は、前記絶縁体の主面に設けられるグランド接続用実装電極、を備え、前記電流検出用導体は、巻回軸が前記絶縁体の前記主面に交わるように形成され、前記静電遮蔽導体は、前記電流検出用導体のコイル開口内に形成され、前記グランド接続用実装電極に接続される接続導体、を含む構成でもよい。

[0023] この構成では、絶縁体の主面と反対側に、静電遮蔽導体の一部を設ける場合であっても、一部は接続導体を介して、その主面に設けられるグランド接続用実装電極に接続できる。その接続導体は、電流検出用導体のコイル開口内に形成するため、電流検出用導体の開口スペースを有効活用することで、余分なスペースの削減できる。その結果、電流検出素子の小型化を実現できる。

[0024] 本発明は、受電装置が有する受電側結合部と、電界又は磁界の少なくとも一方により結合する送電側結合部を備え、電界結合又は磁界結合の少なくとも一方により、前記受電装置へ電力を伝送する送電装置において、前記送電側結合部に接続される電力伝送ラインに流れる電流を検出する電流検出部、を備え、前記電流検出部は、絶縁体と、前記絶縁体に形成された主線路導体と、前記絶縁体に形成され、前記主線路導体と磁界結合するコイル状の電流検出用導体と、前記絶縁体に形成され、グランドに接続される静電遮蔽導体と、を有し、前記静電遮蔽導体は、前記電流検出用導体の巻回軸に沿った巻回軸方向からの平面視で、前記主線路導体又は前記電流検出用導体の少なくとも一方に重なっていて、前記主線路導体は、前記主線路導体が前記電力伝送ラインの一部を構成していることを特徴とする。

[0025] 本発明は、送電装置が有する送電側結合部と、受電装置が有する受電側結合部とを、電界または磁界の少なくとも一方により結合させて、前記送電装

置から前記受電装置へ電力を伝送する電力伝送システムにおいて、前記送電装置は、前記送電側結合部に接続される電力伝送ラインに流れる電流を検出する電流検出部、を有し、前記電流検出部は、絶縁体と、前記絶縁体に形成された主線路導体と、前記絶縁体に形成され、前記主線路導体と磁界結合するコイル状の電流検出用導体と、前記絶縁体に形成され、グラウンドに接続される静電遮蔽導体と、を有し、前記静電遮蔽導体は、前記電流検出用導体の巻回軸に沿った巻回軸方向からの平面視で、前記主線路導体又は前記電流検出用導体の少なくとも一方に重なっていて、前記主線路導体は、前記主線路導体が前記電力伝送ラインの一部を構成していることを特徴とする。

[0026] この構成では、送電装置において、送電側結合部に流れる電流を感度よく検出できる。検出した電流の大きさ、又は位相の変化により、受電装置の載置の有無の判定又は異常等の状態検知を行うことができる。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、主線路導体での電圧が電流検出用導体に与える影響を抑えることができる。この結果、主線路導体での電圧が大きくても、精度よく電流を検出できる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]図1 (A) は、実施形態1に係る電流検出素子の平面図、図1 (B) は、図1 (A) のA-A線における断面図である。

[図2]図2は、静電遮蔽導体を配置することによる効果を説明するための図である。

[図3]図3 (A) は、実施形態2に係る電流検出素子の平面図、図3 (B) は、図3 (A) のA-A線における断面図である。

[図4]図4 (A) は、別の例の電流検出素子の平面図、図4 (B) は、図4 (A) のA-A線における断面図である。

[図5]図5 (A) は、実施形態3に係る電流検出素子の平面図、図5 (B) は、図5 (A) のA-A線における断面図である。

[図6]図6 (A) は、実施形態4に係る電流検出素子の平面図、図6 (B) は

、図 6 (A) の A - A 線における断面図である。

[図7]図 7 (A) は、実施形態 5 に係る電流検出素子の平面図、図 7 (B) は、図 7 (A) の A - A 線における断面図である。

[図8]図 8 は、別の例の電流検出素子の平面図である。

[図9]図 9 (A) は、図 8 の I X A - I X A 線における断面図、図 9 (B) は、図 8 の I X B - I X B 線における断面図である。

[図10]図 10 (A) は、実施形態 6 に係る電流検出素子の平面図、図 10 (B) は、図 10 (A) の A - A 線における断面図である。

[図11]図 11 は、実施形態 5 に係る電力伝送システムの回路図である。

発明を実施するための形態

[0029] (実施形態 1)

図 1 (A) は、実施形態 1 に係る電流検出素子 1 の平面図、図 1 (B) は、図 1 (A) の A - A 線における断面図である。なお、図 1 (A) に示す平面図は透視図である。

[0030] 電流検出素子 1 は積層体 10 を備えている。積層体 10 は、複数の絶縁体層が積層され、焼結されて形成されている。絶縁体層は、フェライト等の磁性体のみからなる絶縁体層と、磁性体及び非磁性体からなる絶縁体層とがある。磁性体は強磁性体であり、比透磁率 $\mu_r > 1$ である。非磁性体は、周囲の磁性体よりも透磁率が低く、比透磁率 $\mu_r = 1$ である。これら絶縁体層が積層された際、積層体 10 には、磁性体により高透磁率部と、非磁性体により周囲の高透磁率部よりも透磁率が低い低透磁率部 10A が形成される。なお、非磁性体ではなく低透磁率の磁性体 ($\mu_r \neq 1$ 、ただし磁性体の透磁率よりも低い) を用いてもよい。また、絶縁体層は非磁性層のみ (誘電体セラミックス又は樹脂等) で構成してもよい。

[0031] なお、積層体 10 の積層方向を Z 方向とする。また、絶縁体層の平面方向を X 方向及び Y 方向とする。

[0032] 積層体 10 の一方主面には、マザー基板に実装するための複数の実装電極 (不図示) が形成されている。電流検出素子 1 は、実装電極が形成された積

層体 10 の主面（Z 方向での負側の積層体 10 表面。以下、下面と言う）をマザー基板側にして実装される。図 1（A）は、積層体 10 の積層方向において、下面と対向する面（Z 方向での正側の積層体 10 表面。以下、上面と言う）側から見た平面図である。

[0033] 積層体 10 の低透磁率部 10A 内には、Y 方向に長い直線状の主線路導体 11 が形成されている。主線路導体 11 の長手方向の両端それぞれは、不図示の層間接続導体を介して、異なる実装電極に接続されている。主線路導体 11 は直線状に形成されているため、主線路導体 11 の形成が容易であり、主線路導体 11 のインダクタンスと抵抗値とを低減できる。

[0034] なお、図 1 に示す主線路導体 11 は、一層の絶縁体層に印刷された導体パターンにより形成されているが、主線路導体 11 は、複数の異なる絶縁体層に導体パターンが形成され、それらが層間接続導体で接続されて形成されていてもよい。この場合、主線路導体 11 の抵抗値を低減できる。

[0035] また、Z 方向と平行な積層体 10 の側面に主線路導体 11 を引き出して、側壁を介して実装電極に接続してもよい。この場合、主線路導体 11 と実装電極を接続する接続導体が磁性体の外側に位置するため、主線路導体 11 と接続導体のインダクタンスをさらに低減することができる。

[0036] 積層体 10 には、コイル状の電流検出用導体 12 が形成されている。電流検出用導体 12 は、積層体 10 の異なる絶縁体層の主面に印刷された開ループ状導体が層間接続導体（不図示）により接続されて形成されている。また、電流検出用導体 12 は、巻回軸を Z 方向にし、かつ、一部が低透磁率部 10A 内に位置するように形成されている。さらに、電流検出用導体 12 は、Z 方向から見た平面視で、主線路導体 11 と間隙をおいて隣接配置されている。

[0037] なお、電流検出用導体 12 の両端それぞれは、層間接続導体（不図示）により、積層体 10 の下面に形成された異なる実装電極に接続されている。また、電流検出用導体 12 の巻回方向は特に限定されない。

[0038] 積層体 10 には、平板状の静電遮蔽導体 13A、13B が Z 方向で対向し

て形成されている。静電遮蔽導体 13 A, 13 Bの間には、主線路導体 11 及び電流検出用導体 12 が介在している。そして、静電遮蔽導体 13 A, 13 Bは、Z方向から見た平面視で、主線路導体 11 及び電流検出用導体 12 の一部と重なっている。なお、静電遮蔽導体 13 A, 13 Bは少なくともどちらか一方のみが存在していてもよい。

[0039] 静電遮蔽導体 13 A, 13 Bは、接続導体 13 A1, 13 B1を介して、Z方向に延びる層間接続導体 13 Cに接続される。層間接続導体 13 Cは、積層体 10の下面に形成された実装電極（不図示）に接続されている。この実装電極は、電流検出素子 1が基板に実装された場合に、グランドに接続される。すなわち、電流検出素子 1が基板に実装された場合、静電遮蔽導体 13 A, 13 Bの電位はグランド電位となる。ここで、グランド電位とは回路の基準電位を指す。

[0040] なお、後に詳述するが、電流検出素子 1は、主線路導体 11と静電遮蔽導体 13 A, 13 Bとの距離が、電流検出用導体 12と静電遮蔽導体 13 A, 13 Bとの距離よりも長くなるよう形成されている。

[0041] この構成の電流検出素子 1において、主線路導体 11に電流（高周波交流電流）が流れると、磁束が発生する。電流検出用導体 12のコイル開口には、主線路導体 11から発生した磁束が鎖交する。これにより、主線路導体 11と電流検出用導体 12とは磁界結合する。そして、電流検出用導体 12には誘導起電力が生じ、誘導起電力に応じて誘導電流が流れる。この誘導起電力又は誘導電流を検出することで、主線路導体 11に流れる電流を検出できる。なお、主線路導体 11と電流検出用導体 12との間の低透磁率部 10 Aにより、磁界結合を強くでき、電流検出を感度よく行える。

[0042] この電流検出時に、主線路導体 11における電圧が大きいと、その電圧によるノイズが電流検出用導体 12に流れ込み、電流検出用導体 12の出力にノイズとして重畳され、電流検出を精度よく行えない場合がある。詳しくは、主線路導体 11と電流検出用導体 12の間には寄生容量が生じる。そして、主線路導体 11からの不要ノイズが、その容量を介して、電流検出用導

体 1 2 へ流れ込む。そこで、本実施形態では、静電遮蔽導体 1 3 A, 1 3 B を配置して、電流検出用導体 1 2 への不要ノイズの流れ込みを防止して、電流検出の精度を高めている。

[0043] 図 2 は、静電遮蔽導体 1 3 A, 1 3 B を配置することによる効果を説明するための図である。

[0044] 主線路導体 1 1 と静電遮蔽導体 1 3 A, 1 3 B との間に生じる容量を C_1 、電流検出用導体 1 2 と静電遮蔽導体 1 3 A, 1 3 B との間に生じる容量を C_2 、主線路導体 1 1 と電流検出用導体 1 2 との間に生じる容量を C_{12} でそれぞれ表す。前記したように、電流検出素子 1 を基板に実装した場合、静電遮蔽導体 1 3 A, 1 3 B の電位はグランド電位である。

[0045] 図 2 に示す回路において、電流検出用導体 1 2 へ入力される電圧は、主線路導体 1 1 からの電圧が容量 C_{12} と容量 C_2 とで分圧される電圧である。したがって、主線路導体 1 1 において、電圧が大きい場合であっても、その電圧は容量 C_{12} と容量 C_2 とで分圧されることで、電流検出用導体 1 2 には、主線路導体 1 1 の電圧よりも低い電圧が入力される。このため、主線路導体 1 1 での電圧が電流検出用導体 1 2 に与える影響を小さくできる。この結果、主線路導体 1 1 の電圧が大きくても、電流検出用導体 1 2 に重畳するノイズ電圧が低いため、感度よく電流を検出できる。

[0046] なお、容量 C_1 が大きい場合、主線路導体 1 1 から容量 C_1 へ流れる電流が多くなり、主線路導体 1 1 に流れる電流に影響が及ぶ。したがって、前記のように、静電遮蔽導体 1 3 A, 1 3 B と主線路導体 1 1 との距離を、静電遮蔽導体 1 3 A, 1 3 B と電流検出用導体 1 2 との距離よりも長くし、 $C_2 > C_1$ とすることで、主線路導体 1 1 への影響を軽減している。

[0047] また、主線路導体 1 1 と電流検出用導体 1 2 との距離を長くして、容量 C_{12} を小さくすることで、主線路導体 1 1 での電圧が電流検出用導体 1 2 に重畳するノイズ電圧を小さくすることはできる。しかしながら、主線路導体 1 1 と電流検出用導体 1 2 との距離を長くした場合、主線路導体 1 1 と電流検出用導体 1 2 との磁界結合が弱くなる。この場合、電流検出感度も低下す

る。したがって、静電遮蔽導体 13 A, 13 B を設けることで、主線路導体 11 と電流検出用導体 12 との距離を遠ざけることなく、主線路導体 11 での電圧が電流検出用導体 12 に及ぼす影響を抑制することができる。

[0048] なお、本実施形態では、静電遮蔽導体 13 A, 13 B は、Z 方向から見た平面視で、主線路導体 11 及び電流検出用導体 12 それぞれの一部と重なっているが、静電遮蔽導体 13 A, 13 B の平面視での大きさは適宜変更可能である。例えば、静電遮蔽導体 13 A, 13 B は主線路導体 11 の全体と重なっていてもよい。また、静電遮蔽導体 13 A, 13 B は、電流検出用導体 12 全体と重なっていてもよい。また、電流検出素子 1 は、静電遮蔽導体 13 A, 13 B の一方のみを備えていてもよい。

[0049] なお、本実施形態では、静電遮蔽導体 13 A, 13 B は面状の導体であるが、メッシュ状の導体でもよい。また、本実施形態では、主線路導体 11、電流検出用導体 12、静電遮蔽導体 13 A, 13 B の基材は複数の絶縁体層を積層した積層体 10 であるが、基材として積層体にかえて樹脂をモールドしたもの等でもよい。

[0050] (実施形態 2)

図 3 (A) は、実施形態 2 に係る電流検出素子 2 の平面図、図 3 (B) は、図 3 (A) の A-A 線における断面図である。なお、図 3 (A) に示す平面図は透視図である。

[0051] 電流検出素子 2 は、静電遮蔽導体 24 A, 24 B, 24 C の構成が、実施形態 1 に係る電流検出素子 1 と相違する。積層体 20、主線路導体 21 及び電流検出用導体 22 は、実施形態 1 に係る積層体 10、主線路導体 11 及び電流検出用導体 12 と同じであるため、説明は省略する。なお、本実施形態では、実施形態 1 と同様に、積層体 20 の積層方向を Z 方向、絶縁体層の平面方向を X 方向及び Y 方向とする。

[0052] 静電遮蔽導体 24 A, 24 B は平板状であって、Z 方向で対向している。静電遮蔽導体 24 A, 24 B は、その間に、主線路導体 21 及び電流検出用導体 22 が介在するよう形成される。そして、静電遮蔽導体 24 A, 24 B

は、Z方向から見た平面視で、電流検出用導体22の一部と重なっている。静電遮蔽導体24Cは、主線路導体21と電流検出用導体22との間であって、積層体20の複数の絶縁体層に形成されている。静電遮蔽導体24A, 24B, 24Cは、不図示の層間接続導体等を介して、積層体20の下面に形成されたグランド接続用の実装電極に接続されている。静電遮蔽導体24Cは、本発明に係る「導体間遮蔽部」の一例である。

[0053] この構成では、実施形態1と同様、静電遮蔽導体24A, 24Bにより、主線路導体21での電圧が電流検出用導体22へ及ぼす影響を抑制できる。また、静電遮蔽導体24Cを設けることで、主線路導体21と電流検出用導体22との間に生じる容量（図2に示す容量C12）を小さくできる。その結果、主線路導体21における電圧が電流検出用導体22に与える影響をさらに小さくできる。

[0054] なお、静電遮蔽導体24A, 24Bは、Z方向から見た平面視で、電流検出用導体22にのみ重なっているが、主線路導体21にのみ重なっていてもよい。

[0055] 図4（A）は、別の例の電流検出素子2Aの平面図、図4（B）は、図4（A）のA-A線における断面図である。この例に示す電流検出素子2Aは、静電遮蔽導体24A, 24Bが、Z方向から見た平面視で、主線路導体11の一部にのみ重なり、電流検出用導体22とは重なっていない。この構成であっても、静電遮蔽導体24A, 24Bにより、主線路導体21での電圧が電流検出用導体22へ及ぼす影響を抑制できる。そして、電流検出精度を精度よく行える。

[0056] （実施形態3）

図5（A）は、実施形態3に係る電流検出素子3の平面図、図5（B）は、図5（A）のA-A線における断面図である。なお、図5（A）に示す平面図は透視図である。

[0057] 電流検出素子3は積層体30を備えている。積層体30は、実施形態1, 2に係る積層体10, 20と同じ構成であり、積層体30には、一部に周囲

よりも透磁率が低い低透磁率部 30A が形成されている。なお、積層体 30 の積層方向を Z 方向とする。また、絶縁体層の平面方向を X 方向及び Y 方向とする。

[0058] 積層体 30 の低透磁率部 30A 内には、Y 方向に長い直線状の主線路導体 31 が形成されている。主線路導体 31 は、実施形態 1, 2 に係る主線路導体 11, 21 と同じ構成である。

[0059] 積層体 30 には、コイル状の電流検出用導体 32A, 32B が形成されている。電流検出用導体 32A, 32B は、積層体 30 の異なる絶縁体層の主面に印刷された開ループ状導体が層間接続導体（不図示）により接続されて形成されている。また、電流検出用導体 32A, 32B は、巻回軸を Z 方向にし、かつ、一部が低透磁率部 30A 内に位置するように形成されている。さらに、電流検出用導体 32A, 32B は、Z 方向から見た平面視で、主線路導体 31 を間に挟むようにして形成されている。

[0060] 電流検出用導体 32A, 32B の下側（Z 方向の負側）の一端は、積層体 30 の下面の実装電極に接続されている。電流検出用導体 32A, 32B は、上側の一端で接続導体 32C により互いに接続されている。本実施形態では、電流検出用導体 32A, 32B 及び接続導体 32C は、本発明に係る「電流検出用導体」の一例である。

[0061] 接続導体 32C は、主線路導体 31 の上側（Z 方向の正側）を跨ぐようにして形成されている。そして、接続導体 32C の一端は、層間接続導体 32D により電流検出用導体 32A の上側一端と接続し、接続導体 32C の他端は、層間接続導体 32E により電流検出用導体 32B の上側一端と接続している。電流検出用導体 32A, 32B は、接続導体 32C により直列に接続されることで、一つのコイルを形成している。

[0062] 主線路導体 31 に電流が流れると、主線路導体 31 から磁束が発生する。そして、電流検出用導体 32A, 32B には、その磁束が鎖交する。これにより、主線路導体 31 と電流検出用導体 32A, 32B とが磁気結合する。磁気結合すると、電流検出用導体 32A, 32B に誘導起電力が生じ、誘導

起電力に応じて電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B に誘導電流が流れる。この誘導起電力又は誘導電流を検出することで、主線路導体 3 1 に流れる電流を検出できる。本実施形態では、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B を直列接続しているため、主線路導体 3 1 と、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B との磁界結合を強くでき、感度よく電流検出を行える。

[0063] 接続導体 3 2 C により直列接続される電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B は、それぞれに流れる誘導電流が打ち消し合わないように、形成されている。例えば、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B が何れも左手の螺旋 (left-handed helix) である場合、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B は、互いに Z 方向の正側の一端が接続導体 3 2 C により接続される。このときに電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B に生じる誘導電流の流れる方向は、Z 方向から視た平面視で、それぞれ逆回りである。したがって、主線路導体 3 1 と電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B との磁気結合が弱まることはない。

[0064] なお、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B の構造や接続の仕方は、これに限らない。主線路導体 3 1 と電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B とが磁界結合することで電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B に生じる誘導電流が打ち消しあわないように、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B の構造の巻回方向と接続の仕方を選択することができる。

[0065] また、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B はそれぞれ独立していてもよい。この場合には、二つの電流検出結果を得ることができる。さらに、二つの電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B は並列に接続されてもよい。この場合には、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B の抵抗を下げ、損失を抑えることができる。また、スイッチング素子等により、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B を並列接続又は直列接続に切り替える構成としてもよい。これにより、例えば、主線路に大電流が流れる場合は並列接続、小電流が流れる場合は直列接続となるように切り替えることができる。

[0066] 積層体 3 0 には、平板状の静電遮蔽導体 3 3 A, 3 3 B, 3 3 C が形成されている。静電遮蔽導体 3 3 A, 3 3 B は、Y 方向に長い矩形状である。ま

た、静電遮蔽導体 3 3 A, 3 3 B は、Z 方向から見た平面視で、間に主線路導体 3 1 を挟み、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B の一部と重なる位置に形成されている。さらに、静電遮蔽導体 3 3 A, 3 3 B は、Z 方向において、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B と、接続導体 3 2 C との間に形成されている。

[0067] 静電遮蔽導体 3 3 C は、X 方向に長い矩形状である。静電遮蔽導体 3 3 C は、静電遮蔽導体 3 3 A, 3 3 B それぞれと接続し、静電遮蔽導体 3 3 A, 3 3 B, 3 3 C は一つの導体を形成している。そして、静電遮蔽導体 3 3 A, 3 3 B, 3 3 C は、不図示の層間接続導体等を介して、積層体 3 0 の下面に形成されたグランド接続用の実装電極に接続されている。静電遮蔽導体 3 3 C は、Z 方向において、主線路導体 3 1 と接続導体 3 2 C との間に形成されている。主線路導体 3 1 と接続導体 3 2 C との間に静電遮蔽導体 3 3 C を形成することで、主線路導体 3 1 と接続導体 3 2 C との間に生じる容量を低減できる。

[0068] なお、静電遮蔽導体 3 3 A, 3 3 B は貫通孔を有していて、層間接続導体 3 2 D, 3 2 E は、その貫通孔を貫通している。したがって、静電遮蔽導体 3 3 A, 3 3 B, 3 3 C は、電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B 等と直接接触していない。

[0069] この構成であっても、静電遮蔽導体 3 3 A, 3 3 B により、主線路導体 3 1 での電圧が電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B へ及ぼす影響を抑制できる。また、静電遮蔽導体 3 3 C により、主線路導体 3 1 と接続導体 3 2 C との間に生じる容量を低減することで、主線路導体 3 1 での電圧が電流検出用導体 3 2 A, 3 2 B へ及ぼす影響を抑制できる。その結果、電流検出精度を精度よく行える。

[0070] (実施形態 4)

図 6 (A) は、実施形態 4 に係る電流検出素子 4 の平面図、図 6 (B) は、図 6 (A) の A-A 線における断面図である。なお、図 6 (A) に示す平面図は透視図である。

[0071] 電流検出素子 4 は、電流検出用導体 4 2 A, 4 2 B 及び静電遮蔽導体 4 3

A, 43B, 43C, 43Dの構成が、実施形態3に係る電流検出素子3と相違する。積層体40、低透磁率部40A及び主線路導体41は、実施形態3に係る積層体30、低透磁率部30A及び主線路導体31と同じであるため、説明は省略する。なお、本実施形態でも、実施形態3と同様、積層体40の積層方向をZ方向、絶縁体層の平面方向をX方向及びY方向とする。

[0072] 電流検出用導体42A, 42Bは、積層体40の異なる絶縁体層の主面に印刷された開ループ状導体が層間接続導体（不図示）により接続されて形成されている。また、電流検出用導体42A, 42Bは、巻回軸をZ方向にし、かつ、一部が低透磁率部40A内に位置するように形成されている。さらに、電流検出用導体42A, 42Bは、Z方向から視た平面視で、主線路導体41を間に挟むようにして形成されている。

[0073] Z方向の負側の電流検出用導体42A, 42Bの一端は、層間接続導体により、実装電極に接続されている。また、電流検出用導体42A, 42Bの上面側の一端同士は、接続導体42Cにより接続されている。接続導体42Cは、主線路導体41を跨ぐようにして形成されている。電流検出用導体42A, 42Bは、接続導体42Cにより直列に接続されることで、一つのコイルを形成している。

[0074] 静電遮蔽導体43Aは、Z方向から視た平面視で、電流検出用導体42Aのコイル開口の径と同じ径を有し、一部に切欠き43A1が形成された開ループ状である。静電遮蔽導体43Aは、電流検出用導体42AのZ方向の正側であって、Z方向から視た平面視で、電流検出用導体42Aと重なる位置に形成されている。また、静電遮蔽導体43Cは、静電遮蔽導体43Aと同形状であり、静電遮蔽導体43Aとの間に電流検出用導体42Aを挟むようにして、電流検出用導体42AのZ方向の負側に形成されている。

[0075] 静電遮蔽導体43Bは、Z方向から視た平面視で、電流検出用導体42Bのコイル開口と重なる開口を有し、一部に切欠き43B1が形成された開ループ状である。つまり、静電遮蔽導体43Bは、平面視で、静電遮蔽導体43Bの外縁と接続される開口を備える。静電遮蔽導体43Bは、電流検出用

導体 4 2 B の Z 方向の正側であって、平面視で、電流検出用導体 4 2 B と重なる位置に形成されている。また、静電遮蔽導体 4 3 D は、静電遮蔽導体 4 3 B と同形状であり、静電遮蔽導体 4 3 B との間に電流検出用導体 4 2 B を挟むようにして、電流検出用導体 4 2 B の Z 方向の負側に形成されている。

[0076] 静電遮蔽導体 4 3 A, 4 3 B, 4 3 C, 4 3 D は、それぞれが層間接続導体を介して、グランド接続用の実装電極に接続されている。なお、静電遮蔽導体 4 3 A, 4 3 B, 4 3 C, 4 3 D は、それぞれ切欠き（4 3 A 1, 4 3 B 1 等）が形成された開ループ状としてある。開ループ状とすることで、電流検出用導体 4 2 A, 4 2 B の磁束を打ち消す磁束が静電遮蔽導体 4 3 A, 4 3 B, 4 3 C, 4 3 D から生じることを防止できる。

[0077] この構成であっても、静電遮蔽導体 4 3 A, 4 3 B, 4 3 C, 4 3 D により、主線路導体 4 1 での電圧が電流検出用導体 4 2 A, 4 2 B へ及ぼす影響を抑制できる。これにより、電流検出精度を精度よく行える。

[0078] （実施形態 5）

図 7（A）は、実施形態 5 に係る電流検出素子 5 の平面図、図 7（B）は、図 7（A）の A－A 線における断面図である。なお、図 7（A）に示す平面図は透視図である。

[0079] 積層体 5 0 は、実施形態 1 に係る積層体 1 0 と同様に、複数の絶縁体層が積層され、焼結されて形成されている。積層体 5 0 は、積層方向の中央部に低透磁率部層 5 0 A を有している。低透磁率部層 5 0 A は、積層方向における上下に隣接する絶縁体層よりも透磁率が低い。なお、積層体 5 0 の各層の厚みは、内部に形成される後述の電流検出用導体 5 2 A, 5 2 B の磁束密度が許容できる範囲内容に定められる。

[0080] 積層体 5 0 の低透磁率部層 5 0 A 内には、Y 方向に長い直線状の主線路導体 5 1 A, 5 1 B が形成されている。主線路導体 5 1 A, 5 1 B は同形状であり、Z 方向に重なるように平行配置されている。主線路導体 5 1 A, 5 1 B の Y 方向における両端部は、積層体 5 0 の実装面に設けられる実装電極 5 0 1, 5 0 2 に接続される。二つの主線路導体 5 1 A, 5 1 B で構成するこ

とで、主線路導体のインピーダンスを低減できる。なお、この例では、実装電極 501, 502 及び主線路導体 51A, 51B は、本発明に係る「主線路導体」の一例である。

[0081] 電流検出用導体 52A, 52B は、実施形態 4 に係る電流検出用導体 42A, 42B と同様に、積層体 50 の異なる絶縁体層の主面に印刷された開ループ状導体が層間接続導体（不図示）により接続されて形成されている。また、電流検出用導体 52A, 52B は、Z 方向から見た平面視で、主線路導体 51A, 51B を間に挟むようにして形成されている。

[0082] Z 方向の負側の電流検出用導体 52A, 52B の一端は、層間接続導体により、実装電極 503, 506 に接続されている。また、電流検出用導体 52A, 52B の上面側の一端同士は、接続導体 52C により接続されている。接続導体 52C は、主線路導体 51A, 51B を跨ぐようにして形成されている。電流検出用導体 52A, 52B は、接続導体 52C により直列に接続されることで、一つのコイルを形成している。

[0083] 静電遮蔽導体 53A は、Z 方向から見た平面視で、X 方向に長い長方形状を有し、接続導体 52C と主線路導体 51A との間に配置されている。電流検出用導体 52A, 52B のコイル開口のほぼ中央部には、Z 方向に延びる層間接続導体 53B1, 53B2 が形成されている。静電遮蔽導体 53A は、接続導体 53C1, 53C2 により、層間接続導体 53B1, 53B2 に接続されている。層間接続導体 53B1, 53B2 は、積層体 50 の実装面に設けられる、グランド接続用の実装電極 507, 508 に接続される。

[0084] なお、積層体 50 の実装面に設けられる、実装電極 504, 505 はダミー電極である。

[0085] 本実施形態では、静電遮蔽導体 53A、層間接続導体 53B1, 53B2、及び接続導体 53C1, 53C2 は、本発明に係る「静電遮蔽導体」の一例である。

[0086] このように、静電遮蔽導体 53A が主線路導体 51A, 51B と接続導体 52C との間に設けられることで、主線路導体 51A, 51B と接続導体 5

2 Cとの間に生じる寄生容量を低減できる。これにより、主線路導体5 1 A, 5 1 Bからの不要ノイズが、その容量を介して接続導体5 2 Cへ流れ込むことを防止できる。その結果、電流検出用導体5 2 A, 5 2 Bによる電流検出の精度を高めることができる。

[0087] また、静電遮蔽導体5 3 A, 5 3 Bの電位をグランド電位にするための、層間接続導体5 3 B 1, 5 3 B 2を、電流検出用導体5 2 A, 5 2 Bの開口の中央部に設けている。このように、電流検出用導体5 2 A, 5 2 Bの開口を有効活用することで、余分なスペースの削減、例えば、X方向における電流検出用導体5 2 A, 5 2 Bと主線路導体5 1 A, 5 1 Bとの距離の短縮化が可能である。その結果、電流検出素子5の小型化が可能である。また、距離を短くすることで、電流検出用導体5 2 A, 5 2 Bと主線路導体5 1 A, 5 1 Bとの結合度を高めることができる。

[0088] なお、静電遮蔽導体の構成は、図7の構成に限らない。

[0089] 図8は、別の例の電流検出素子5 Aの平面図である。図9 (A)は、図8のI X A - I X A線における断面図、図9 (B)は、図8のI X B - I X B線における断面図である。なお、図8に示す平面図は透視図である。

[0090] この例の電流検出素子5 Aは、図7 (A) 及び図7 (B) で説明した静電遮蔽導体5 3 A、層間接続導体5 3 B 1, 5 3 B 2、接続導体5 3 C 1, 5 3 C 2の他に、Y方向に延びる静電遮蔽導体5 3 D 1, 5 3 D 2, 5 3 D 3, 5 3 D 4をさらに備える。静電遮蔽導体5 3 D 1, 5 3 D 3は、Z方向において重なり、かつ、主線路導体5 1 A, 5 1 Bと電流検出用導体4 2 Aとの間に位置するように設けられる。静電遮蔽導体5 3 D 1, 5 3 D 3は、X方向に延びる接続導体（不図示）により、層間接続導体5 3 B 1に接続される。また、静電遮蔽導体5 3 D 2, 5 3 D 4は、Z方向において重なり、かつ、主線路導体5 1 A, 5 1 Bと電流検出用導体4 2 Bとの間に位置するように設けられる。静電遮蔽導体5 3 D 2, 5 3 D 4は、X方向に延びる接続導体（不図示）により、層間接続導体5 3 B 2に接続される。

[0091] 主線路導体5 1 A, 5 1 Bを囲むように静電遮蔽導体5 3 D 1, 5 3 D 2

、53D3、53D4を配置することで、主線路導体51A、51Bと、電流検出用導体52A、52Bとの間に生じる寄生容量を低減できる。寄生容量を低減できるため、主線路導体51A、51Bと電流検出用導体52A、52Bとの距離と短くでき、電流検出素子5Aを小型化できる。また、距離を短くすることで、電流検出用導体52A、52Bと主線路導体51A、51Bとの結合度を高めることができる。

[0092] また、電流検出素子5Aは、長方形の静電遮蔽導体53E1、53E2、53E3、53E4をさらに備える。静電遮蔽導体53E1、53E3は、Z方向からの平面視で、実装電極501、502と重なる位置であって、Z方向における電流検出用導体52Aと実装電極501、502との間に位置するように設けられる。また、静電遮蔽導体53E2、53E4は、Z方向からの平面視で、実装電極501、502と重なる位置であって、Z方向における電流検出用導体52Bと実装電極501、502との間に位置するように設けられる。

[0093] なお、静電遮蔽導体53E1、53E3は、X方向に延びる接続導体（不図示）により、層間接続導体53B1に接続される。また、静電遮蔽導体53E2、53E4は、X方向に延びる接続導体（不図示）により、層間接続導体53B2に接続される。

[0094] 静電遮蔽導体53E1、53E2、53E3、53E4を設けることで、実装電極501、502と電流検出用導体52A、52Bとの間に生じる寄生容量を低減できる。実装電極501、502には、主線路導体51A、51Bが接続される。このため、寄生容量を低減することで、主線路導体51A、51Bからの不要ノイズが、寄生容量を介して電流検出用導体52A、52Bへ流れ込むことを防止できる。その結果、電流検出用導体52A、52Bによる電流検出の精度を高めることができる。

[0095] （実施形態6）

この例では、電流検出用導体及び静電遮蔽導体の構成が、上述の実施形態と相違する。

- [0096] 図10(A)は、実施形態6に係る電流検出素子6の平面図、図10(B)は、図10(A)のA-A線における断面図である。なお、図10(A)に示す平面図は透視図である。
- [0097] 積層体60は、実施形態5に係る積層体50と同様に、複数の絶縁体層が積層され、焼結されて形成されている。積層体60は、積層方向の中央部に低透磁率部層60Aを有している。低透磁率部層60A内には、Y方向に長い直線状の主線路導体61A、61Bが形成されている。
- [0098] 主線路導体61A、61Bは同形状であり、Z方向に重なるように平行配置されている。主線路導体61A、61BのY方向における両端部は、積層体60の実装面に設けられる実装電極601、602に接続される。主線路導体を二つの主線路導体61A、61Bで構成することで、主線路導体のインピーダンスを低減できる。
- [0099] 電流検出用導体62は、実施形態5に係る電流検出用導体52Aと同様、積層体60の異なる絶縁体層の主面に印刷された開ループ状導体が層間接続導体（不図示）により接続されて形成されている。そして、電流検出用導体62は、Z方向から見た平面視で、Y方向に沿って、主線路導体61A、61Bに平行に形成されている。
- [0100] Z方向の正側の電流検出用導体62の一端は、層間接続導体により、実装電極603に接続されている。また、電流検出用導体62の負側の一端は、層間接続導体により、実装電極604に接続されている。
- [0101] 静電遮蔽導体63A、63B、63C、63Dは、Z方向から見た平面視で、Y方向に長い長方形を有し、主線路導体61A、61Bと、電流検出用導体62との間に配置されている。静電遮蔽導体63A、63Bは、Z方向において重なっている。電流検出用導体62のコイル開口のほぼ中央部には、Z方向に延びる層間接続導体63Eが形成されている。静電遮蔽導体63A、63Bは、接続導体63A1、63B1により、層間接続導体63Eに接続されている。層間接続導体63Eは、積層体60の実装面に設けられる、グランド接続用の実装電極605に接続される。また、接続導体63A

1、63B1は、静電遮蔽導体63A、63Bの一部であり、電流検出用導体62と部分的に重なり、コイルと静電遮蔽導体との間に静電容量を形成する。

[0102] 静電遮蔽導体63C、63Dは、Z方向において重なっている。静電遮蔽導体63C、63Dは、主線路導体61A、61Bと同様に、不図示の接続導体により、層間接続導体63Eに接続されている。

[0103] なお、静電遮蔽導体63A、63B、63C、63Dは、主線路導体61A、61Bからの放射される静電ノイズを閉じ込めるように配置することが好ましい。詳しくは、静電遮蔽導体63A、63Bは、Z方向において、静電遮蔽導体63C、63Dの外側（正側及び負側）に配置され、かつ、静電遮蔽導体63C、63DとZ方向に重ならないように、静電遮蔽導体63C、63Dよりも主線路導体61A、61B側に配置する。なお、静電遮蔽導体63A、63B、63C、63Dは重なっていてもよい。

[0104] この構成であっても、静電遮蔽導体63A、63B、63C、63Dにより、主線路導体61A、61Bと電流検出用導体62との間に生じる容量を低減することで、主線路導体61A、61Bでの電圧が電流検出用導体62へ及ぼす影響を抑制できる。その結果、電流検出精度を精度よく行える。

[0105] また、層間接続導体63Eを電流検出用導体62のコイル開口のほぼ中央部に配置することで、主線路導体61A、61Bと電流検出用導体62との距離と短くでき、電流検出素子6を小型化できる。

[0106] なお、上述した各実施形態1～6は適宜組み合わせ可能である。

[0107] （実施形態7）

この例では、実施形態1で説明した電流検出素子1を備えた電力伝送システムについて説明する。

[0108] 図11は、実施形態5に係る電力伝送システム100の回路図である。

[0109] 電力伝送システム100は、送電装置101と受電装置201とを備えている。電力伝送システム100は、磁界結合方式により、送電装置101から受電装置201へ電力を伝送する。

- [0110] 受電装置201は負荷回路211を備えている。この負荷回路211は充電回路及び二次電池を含む。なお、二次電池は受電装置201に対し着脱式であってもよい。そして、受電装置201は、その二次電池を備えた、例えば携帯電子機器である。携帯電子機器としては携帯電話機、PDA (Personal Digital Assistant)、携帯音楽プレーヤ、ノート型PC、デジタルカメラなどが挙げられる。送電装置101は、載置された受電装置201の二次電池を充電するための充電台である。
- [0111] 送電装置101は、直流電圧を出力する直流電源 V_{in} を備えている。直流電源 V_{in} は、商用電源に接続されるACアダプタである。直流電源 V_{in} には、直流電圧を交流電圧に変換するインバータ回路111が接続されている。インバータ回路111の出力側には、キャパシタC41、C42及びコイルL2から構成される共振回路が接続されている。コイルL2は、本発明に係る「送電側結合部」の一例である。
- [0112] また、インバータ回路111と共振回路との間には、電流検出素子1が設けられている。電流検出素子1の主線路導体11が、インバータ回路111と共振回路との間の電力伝送ラインの一部となっている。そして、この電流検出素子1は、図示しないマザー基板に実装され、キャパシタC3及び負荷RLに接続されている。
- [0113] 図中のインダクタL1は、主線路導体11のインダクタンス成分である。インダクタL1に電流が流れ、電流検出用導体12に誘導電流が流れたとき、負荷RLの両端電圧を検出することで、主線路導体11に流れる電流、すなわち、インバータ回路111と共振回路との間に流れる電流（以下、送電電流と言う）を検出できる。なお、キャパシタC3は、電流検出用導体12に対して並列に接続されているが、直列に接続してもよい。
- [0114] 受電装置201は、共振回路を構成するキャパシタC5及びコイルL3を有している。そして、コイルL2、L3が磁界結合することで、送電装置101から受電装置201へ電力が伝送される。この受電装置201の共振回路は、送電装置101の共振回路と同じ共振周波数に設定されている。送電

装置 101 及び受電装置 201 の共振回路の共振周波数を同じにすることで、効率よく電力伝送が行える。コイル L3 は、本発明に係る「受電側結合部」の一例である。

[0115] 受電装置 201 の共振回路には、受電回路 210 が接続されている。受電回路 210 は、コイル L3 に誘起された電圧を整流及び平滑する。また、受電回路 210 は、整流及び平滑した電圧を、安定化された所定電圧に変換し、負荷回路 211 へ供給する。

[0116] この電力伝送システム 100 において、送電装置 101 の送電電流と、送電装置 101 の共振回路への入力電圧 V1 を検出することで、インバータ回路 111 から受電装置 201 側を視たインピーダンスを検出できる。インピーダンスを検出することで、例えば、送電装置 101 に受電装置 201 が載置されたか否かを判定できる。送電装置 101 に受電装置 201 を載置した場合、送電装置 101 と受電装置 201 との共振回路が結合して、複合共振による周波数ピークが現れる。そして、インピーダンスの周波数特性を検出し、周波数ピークの有無を検出することで、受電装置 201 の載置の有無を判定できる。

[0117] また、送電装置 101 での送電電流の検出に、電流検出素子 1 を用いることで、装置が大型化することを抑制できる。

[0118] なお、電流検出素子 1 を用いて送電装置 101 の送電電流のみを検出した場合においても、電流の大きさ、または位相の変化により、受電装置 201 の載置の有無の判定または異常等の状態検知を行うことができる。

[0119] また、電力伝送システム 100 には、実施形態 1 で説明した電流検出素子 1 を用いているが、実施形態 2～6 で説明した電流検出素子を用いてもよい。また、電力伝送システム 100 は、送電装置 101 と受電装置 201 とが磁界結合するシステムとして説明したが、送電装置 101 と受電装置 201 とが電界結合するシステムであってもよい。また、受電装置 201 に、実施形態 1～6 で説明した電流検出素子を用いてもよい。

符号の説明

[0120] C 1 …容量

C 1 2 …容量

C 2 …容量

C 3 …キャパシタ

C 4 1, C 4 2 …キャパシタ

C 5 …キャパシタ

L 1 …インダクタ

L 2, L 3 …コイル

R L …負荷

V 1 …入力電圧

V i n …直流電源

1, 2, 2 A, 3, 4, 5, 5 A, 6 …電流検出素子

1 0, 2 0, 3 0, 4 0, 5 0, 6 0 …積層体

1 0 A, 2 0, 3 0 A, 4 0 A …低透磁率部

1 1, 2 1, 3 1, 4 1, 5 1 A, 5 1 B, 6 1 A, 6 1 B …主線路導体

1 2 …電流検出用導体

1 3 A, 1 3 B …静電遮蔽導体

1 3 A 1, 1 3 B 1 …接続導体

1 3 C …層間接続導体

2 2 …電流検出用導体

2 4 A, 2 4 B, 2 4 C …静電遮蔽導体

3 2 A …電流検出用導体

3 2 A, 3 2 B …電流検出用導体

3 2 C …接続導体

3 2 D, 3 2 E …層間接続導体

3 3 A, 3 3 B, 3 3 C …静電遮蔽導体

4 2 A, 4 2 B …電流検出用導体

4 2 C …接続導体

4 3 A, 4 3 B, 4 3 C, 4 3 D…静電遮蔽導体

4 3 A 1 …切欠き

4 3 B 1 …切欠き

5 0 A, 6 0 A…低透磁率部層

5 1 A, 5 1 B…主線路導体

5 2 A, 5 2 B…電流検出用導体

5 2 C…接続導体

5 3 A…静電遮蔽導体

5 3 B 1, 5 3 B 2…層間接続導体（接続導体）

5 3 C 1, 5 3 C 2…接続導体

5 3 D 1, 5 3 D 2, 5 3 D 3, 5 3 D 4…静電遮蔽導体

5 3 E 1, 5 3 E 2, 5 3 E 3, 5 3 E 4…静電遮蔽導体

6 1 A, 6 1 B…主線路導体

6 2…電流検出用導体

6 3 A, 6 3 B, 6 3 C, 6 3 D…静電遮蔽導体

6 3 A 1, 6 3 B 1…接続導体

6 3 E…層間接続導体

1 0 0…電力伝送システム

1 0 1…送電装置

1 1 1…インバータ回路

2 0 1…受電装置

2 1 0…受電回路

2 1 1…負荷回路

5 0 1, 5 0 2, 5 0 3, 5 0 4, 5 0 5, 5 0 6, 5 0 7, 5 0 8…実装
電極

6 0 1, 6 0 2, 6 0 3, 6 0 4, 6 0 5…実装電極

請求の範囲

- [請求項1] 絶縁体と、
前記絶縁体に形成された主線路導体と、
前記絶縁体に形成され、前記主線路導体と磁界結合するコイル状の電流検出用導体と、
前記絶縁体に形成され、グラウンドに接続される静電遮蔽導体と、
を備え、
前記静電遮蔽導体は、
前記電流検出用導体の巻回軸に沿った巻回軸方向からの平面視で、
前記主線路導体又は前記電流検出用導体の少なくとも一方に重なっている、
電流検出素子。
- [請求項2] 前記主線路導体は一方向に延びる直線状である、
請求項1の電流検出素子。
- [請求項3] 前記静電遮蔽導体は、
前記主線路導体と前記電流検出用導体との間に形成された導体間遮蔽部を有している、
請求項1又は2に記載の電流検出素子。
- [請求項4] 二つの前記電流検出用導体を備え、
前記二つの電流検出用導体は、巻回軸を同方向にして形成され、
前記主線路導体は、
前記巻回軸方向からの平面視で、前記二つの電流検出用導体の間に配置されている、
請求項1から3のいずれかに記載の電流検出素子。
- [請求項5] 前記二つの電流検出用導体は直列に接続されている、
請求項4に記載の電流検出素子。
- [請求項6] 前記主線路導体と前記静電遮蔽導体との間に生じる容量は、前記電流検出用導体と前記静電遮蔽導体との間に生じる容量よりも小さい、

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電流検出素子。

[請求項7]

前記静電遮蔽導体は、

前記静電遮蔽導体の外縁と接続される開口を有し、前記開口は、前記巻回軸方向からの平面視で、前記電流検出用導体のコイル開口と少なくとも一部が重なっている、

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の電流検出素子。

[請求項8]

二つの前記静電遮蔽導体を備え、

前記二つの静電遮蔽導体は、

前記巻回軸方向において、前記主線路導体と前記電流検出用導体とを間に挟んで形成されている、

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の電流検出素子。

[請求項9]

前記絶縁体の主面に設けられるグラウンド接続用実装電極、を備え、

前記電流検出用導体は、巻回軸が前記絶縁体の前記主面に交わるように形成され、

前記静電遮蔽導体は、前記電流検出用導体のコイル開口内に形成され、前記グラウンド接続用実装電極に接続される接続導体、を含む、

請求項 1 から 8 のいずれかに記載の電流検出素子。

[請求項10]

受電装置が有する受電側結合部と、電界又は磁界の少なくとも一方により結合する送電側結合部を備え、電界結合又は磁界結合の少なくとも一方により、前記受電装置へ電力を伝送する送電装置において、

前記送電側結合部に接続される電力伝送ラインに流れる電流を検出する電流検出部、

を備え、

前記電流検出部は、

絶縁体と、

前記絶縁体に形成された主線路導体と、

前記絶縁体に形成され、前記主線路導体と磁界結合するコイル状の電流検出用導体と、

前記絶縁体に形成され、グラウンドに接続される静電遮蔽導体と、
を有し、

前記静電遮蔽導体は、

前記電流検出用導体の巻回軸に沿った巻回軸方向からの平面視で、
前記主線路導体又は前記電流検出用導体の少なくとも一方に重なって
いて、

前記主線路導体は、前記主線路導体が前記電力伝送ラインの一部を
構成している、

送電装置。

[請求項11]

送電装置が有する送電側結合部と、受電装置が有する受電側結合部
とを、電界または磁界の少なくとも一方により結合させて、前記送電
装置から前記受電装置へ電力を伝送する電力伝送システムにおいて、

前記送電装置は、

前記送電側結合部に接続される電力伝送ラインに流れる電流を検出
する電流検出部、

を有し、

前記電流検出部は、

絶縁体と、

前記絶縁体に形成された主線路導体と、

前記絶縁体に形成され、前記主線路導体と磁界結合するコイル状の
電流検出用導体と、

前記絶縁体に形成され、グラウンドに接続される静電遮蔽導体と、
を有し、

前記静電遮蔽導体は、

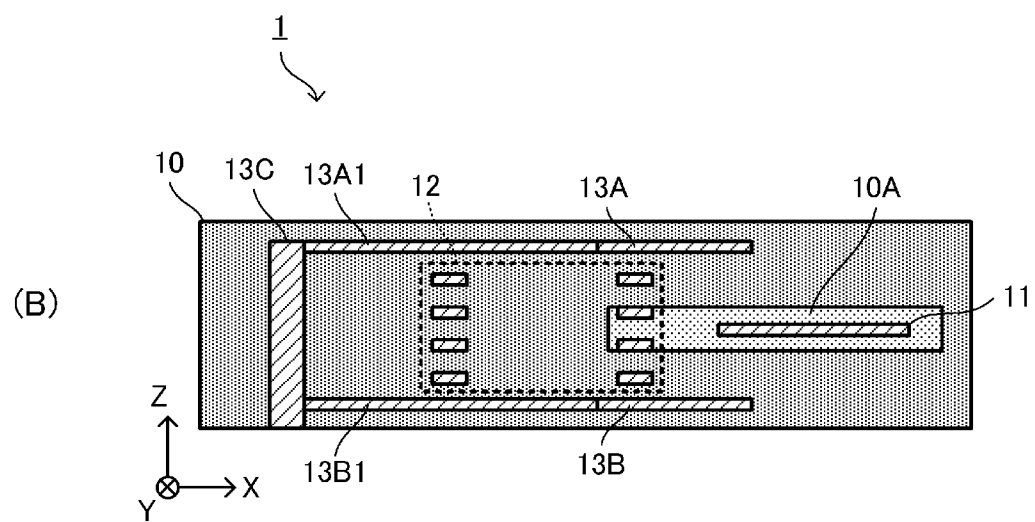
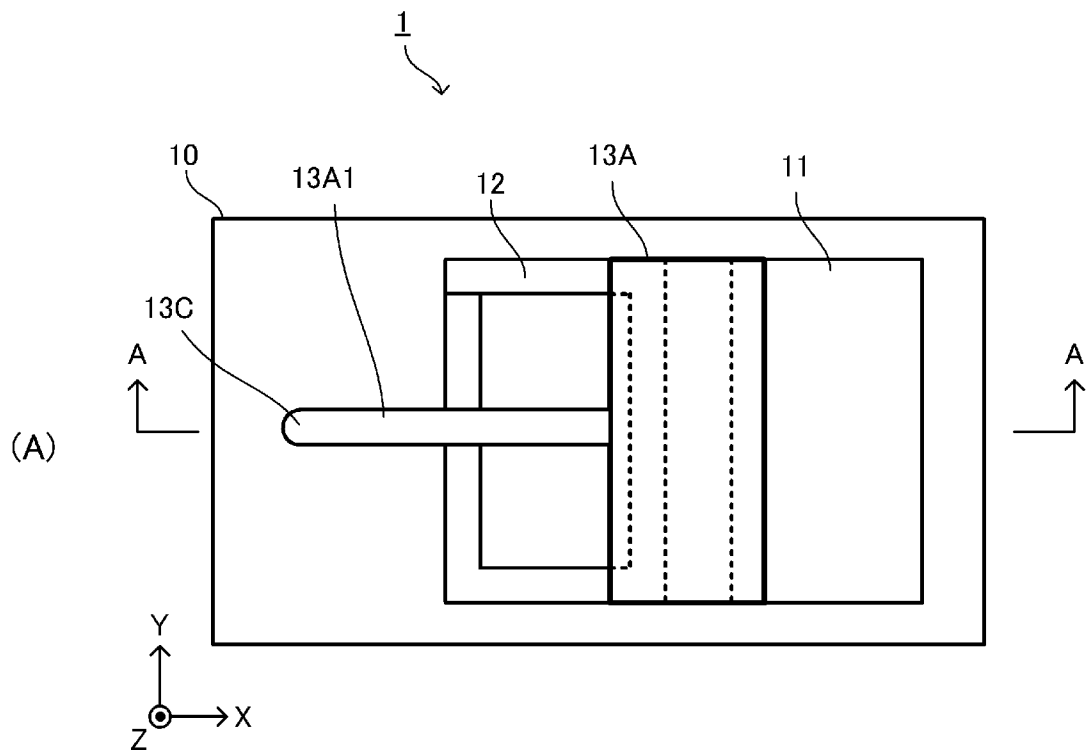
前記電流検出用導体の巻回軸に沿った巻回軸方向からの平面視で、
前記主線路導体又は前記電流検出用導体の少なくとも一方に重なって
いて、

前記主線路導体は、前記主線路導体が前記電力伝送ラインの一部を

構成している、
電力伝送システム。

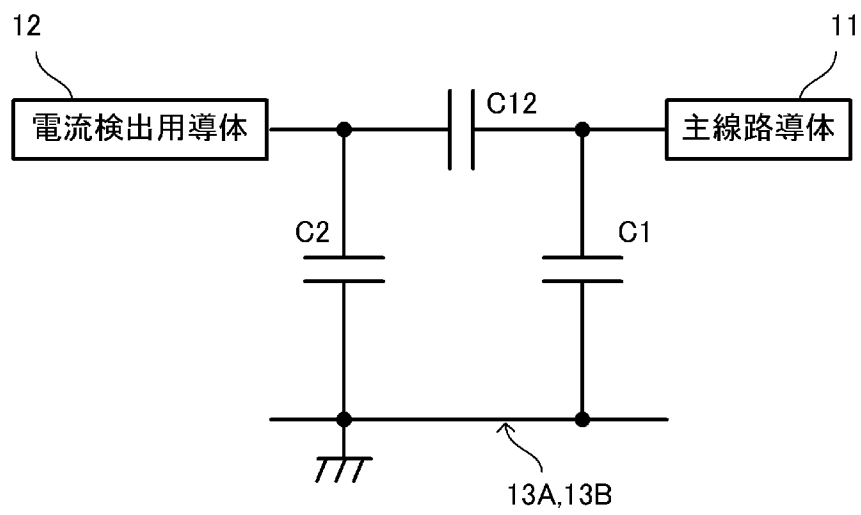
[図1]

図1



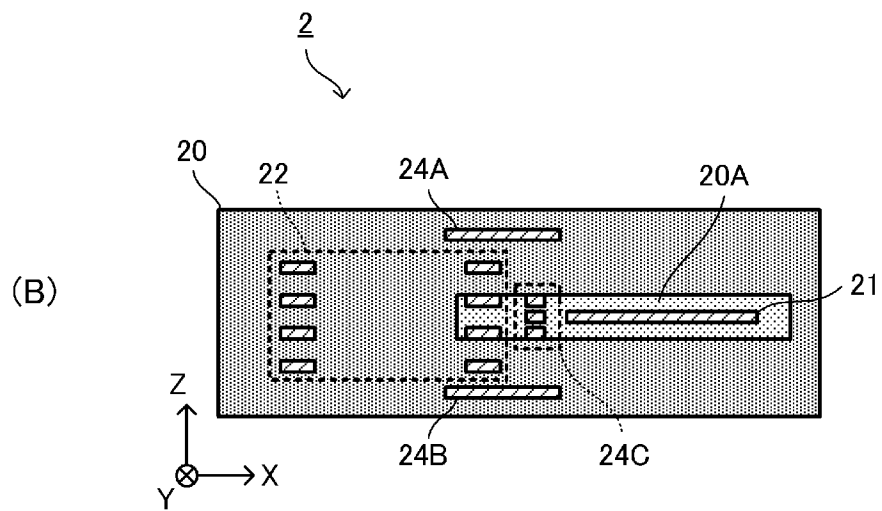
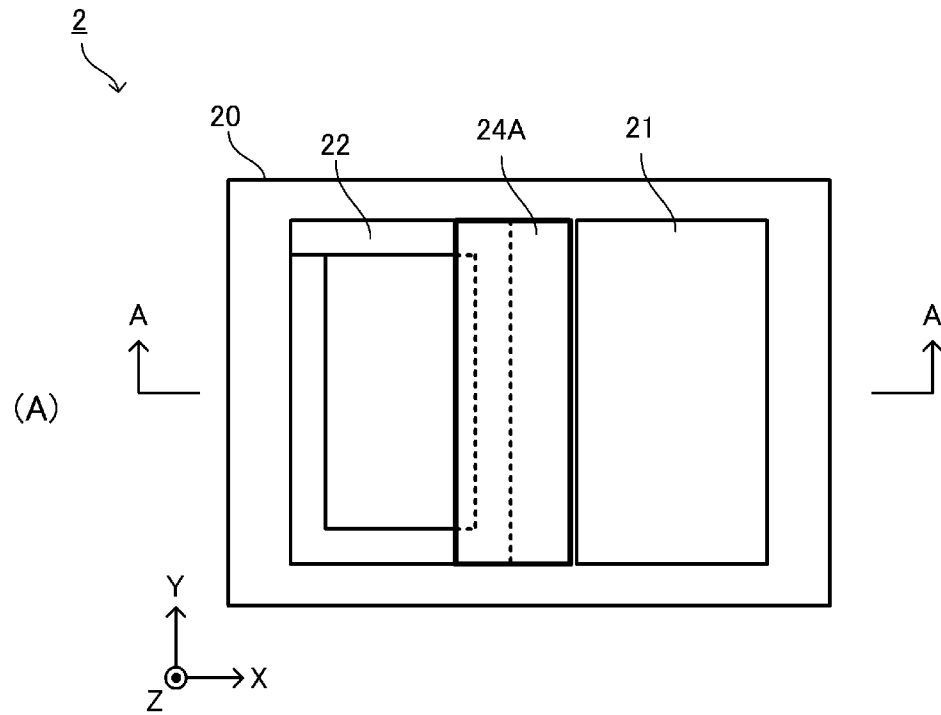
[図2]

図2



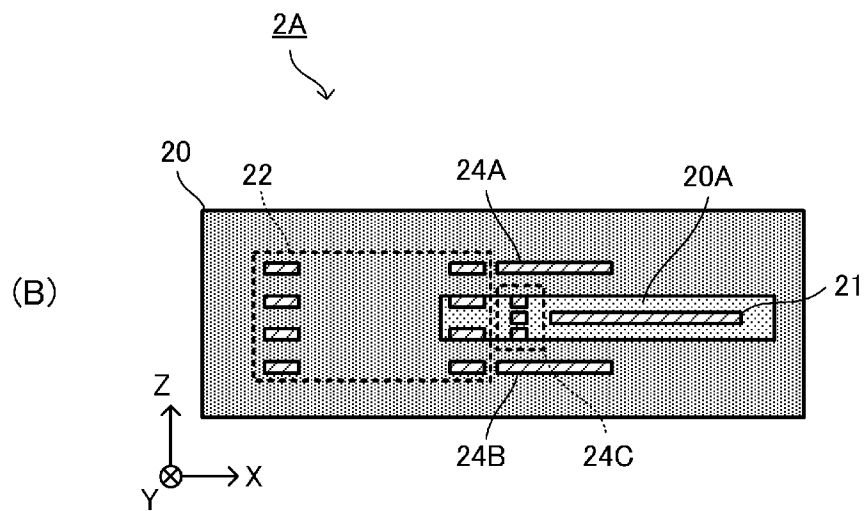
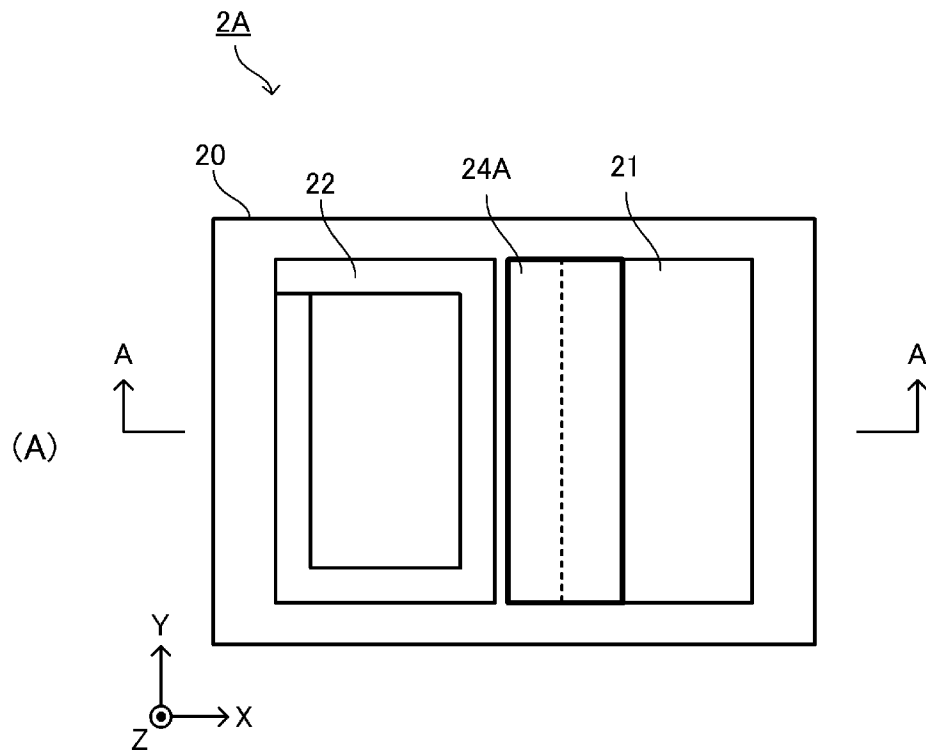
[図3]

図3



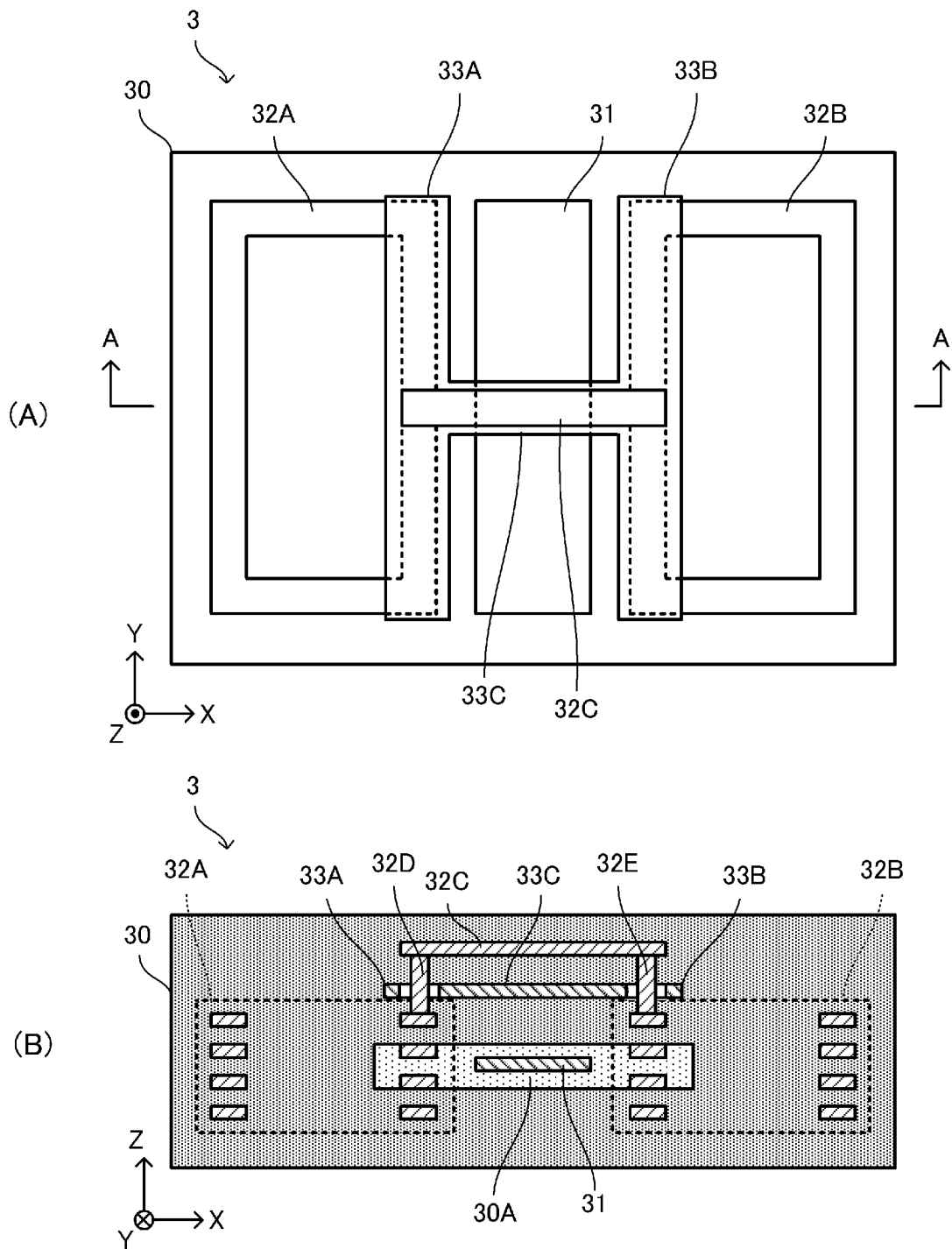
[図4]

図4



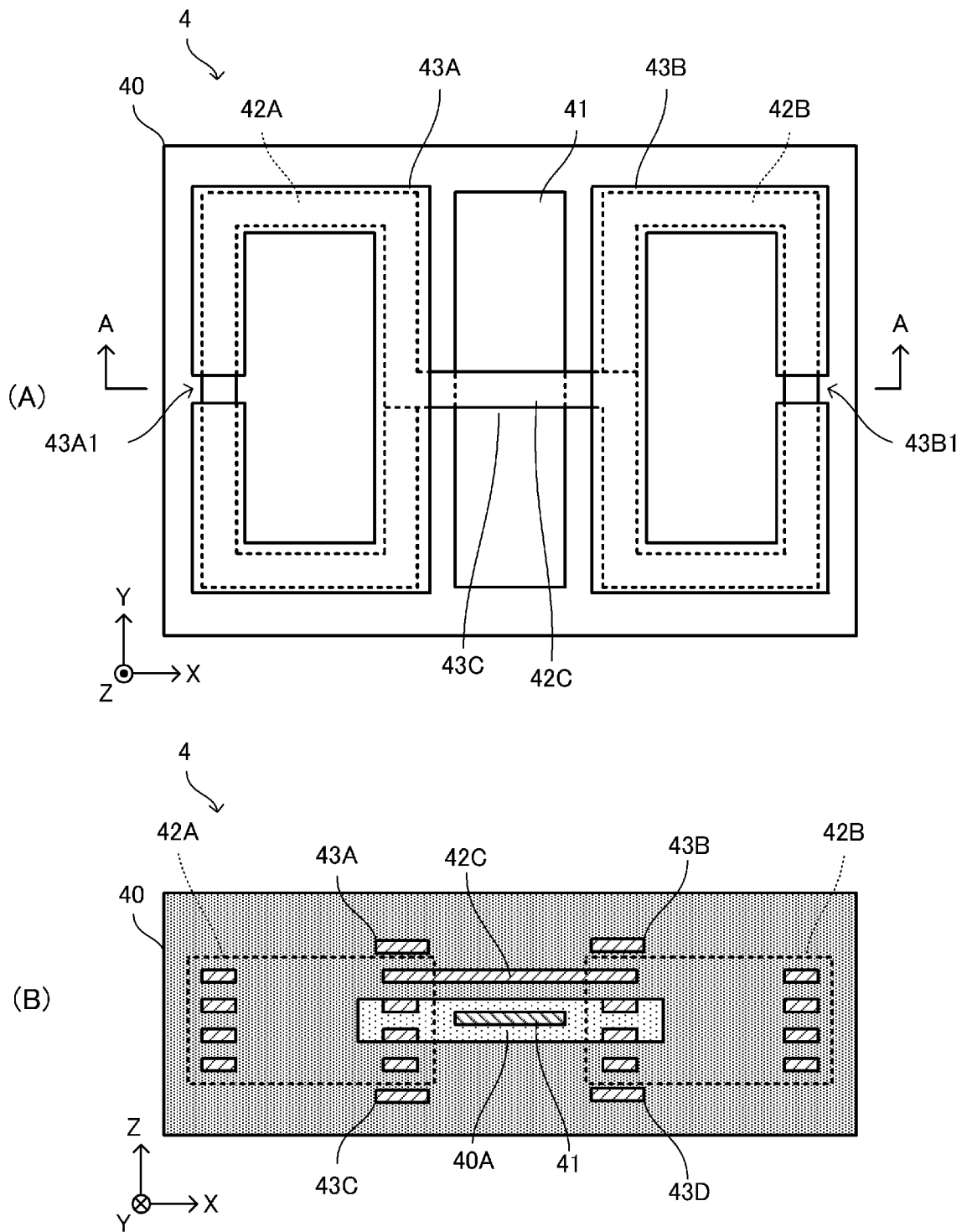
[図5]

図5



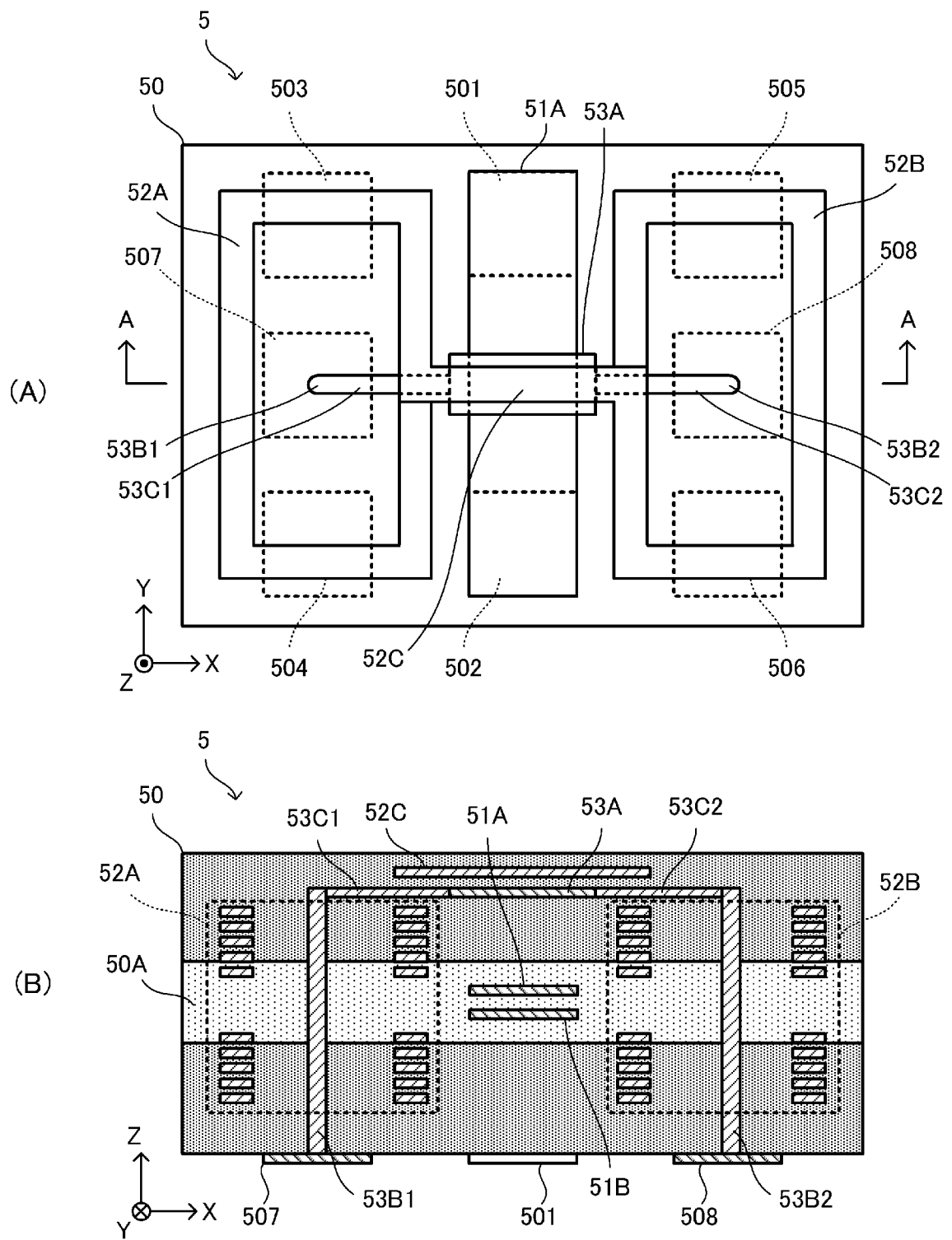
[図6]

図6



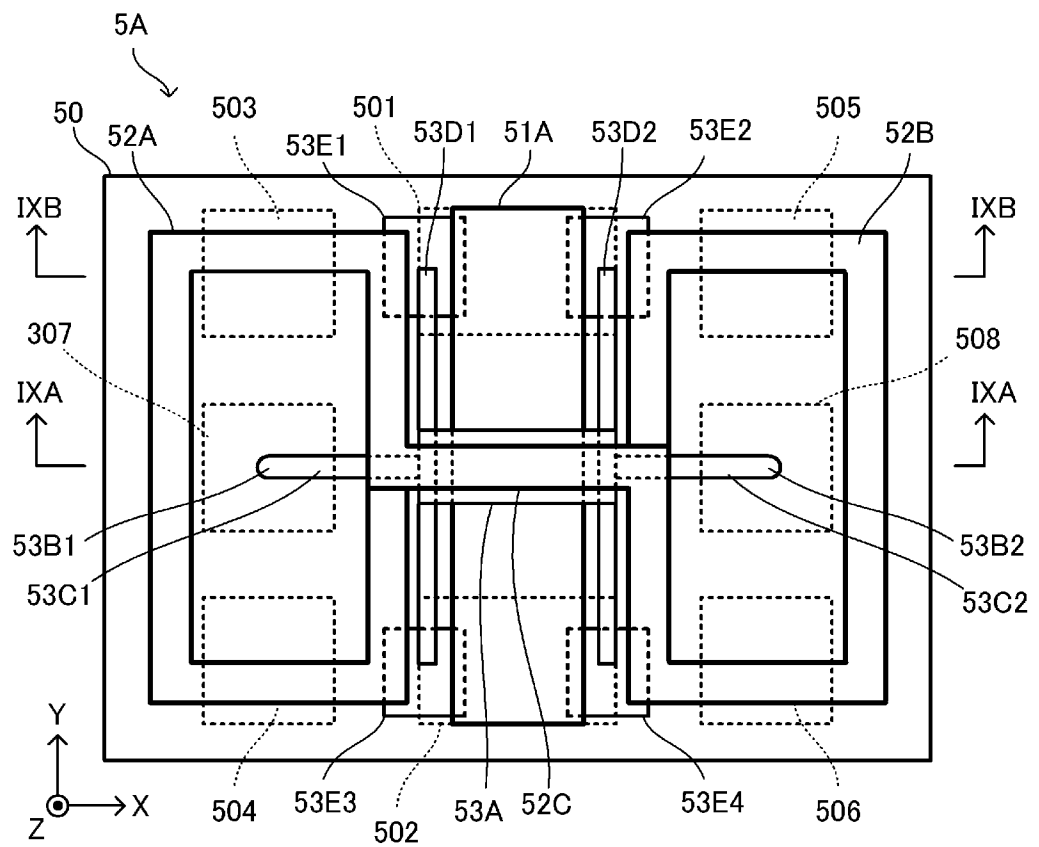
[図7]

図7



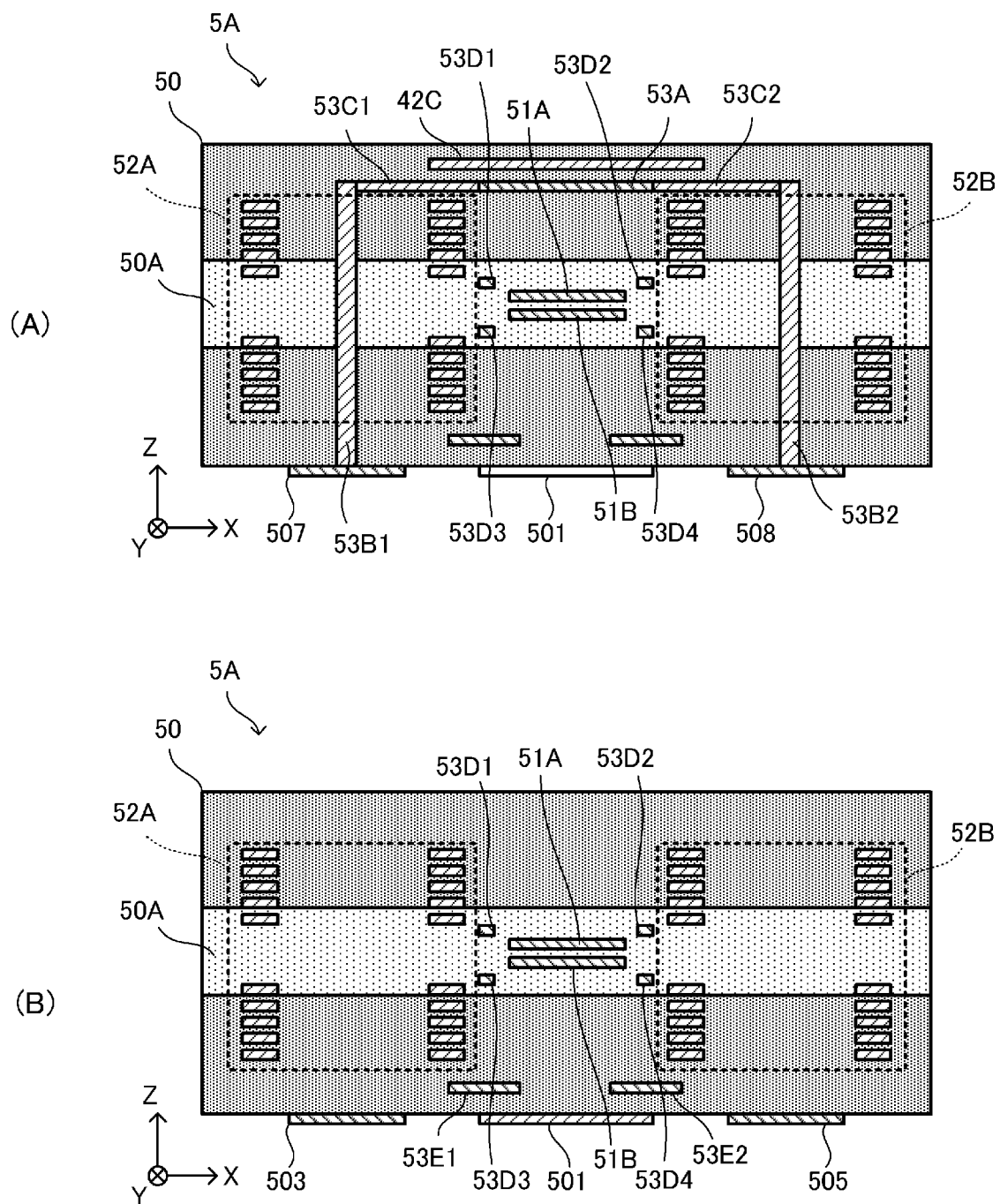
[図8]

図8



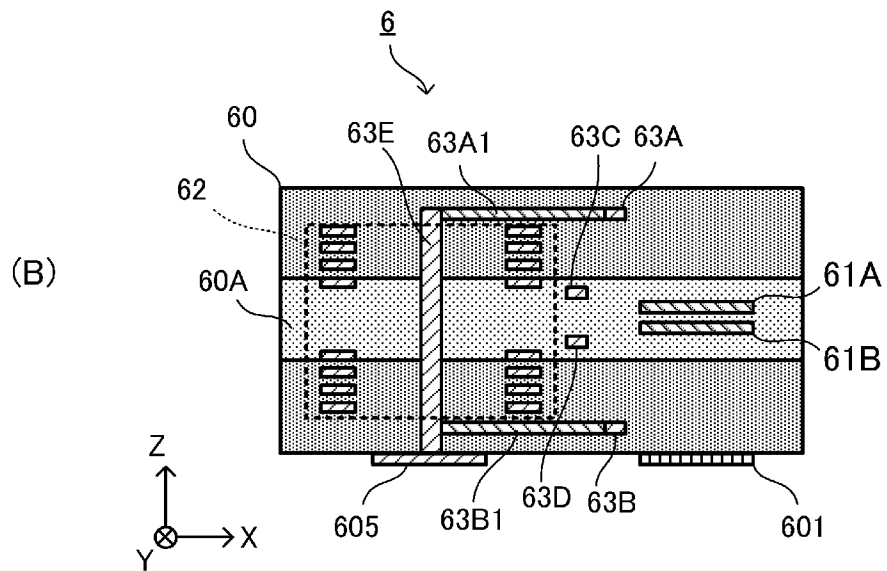
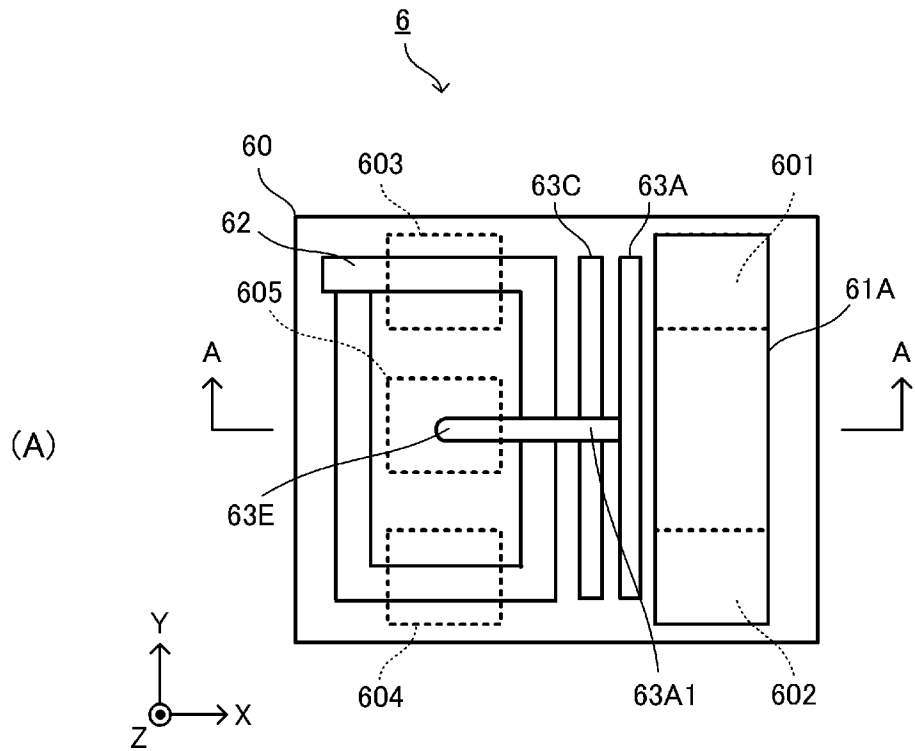
[図9]

図9

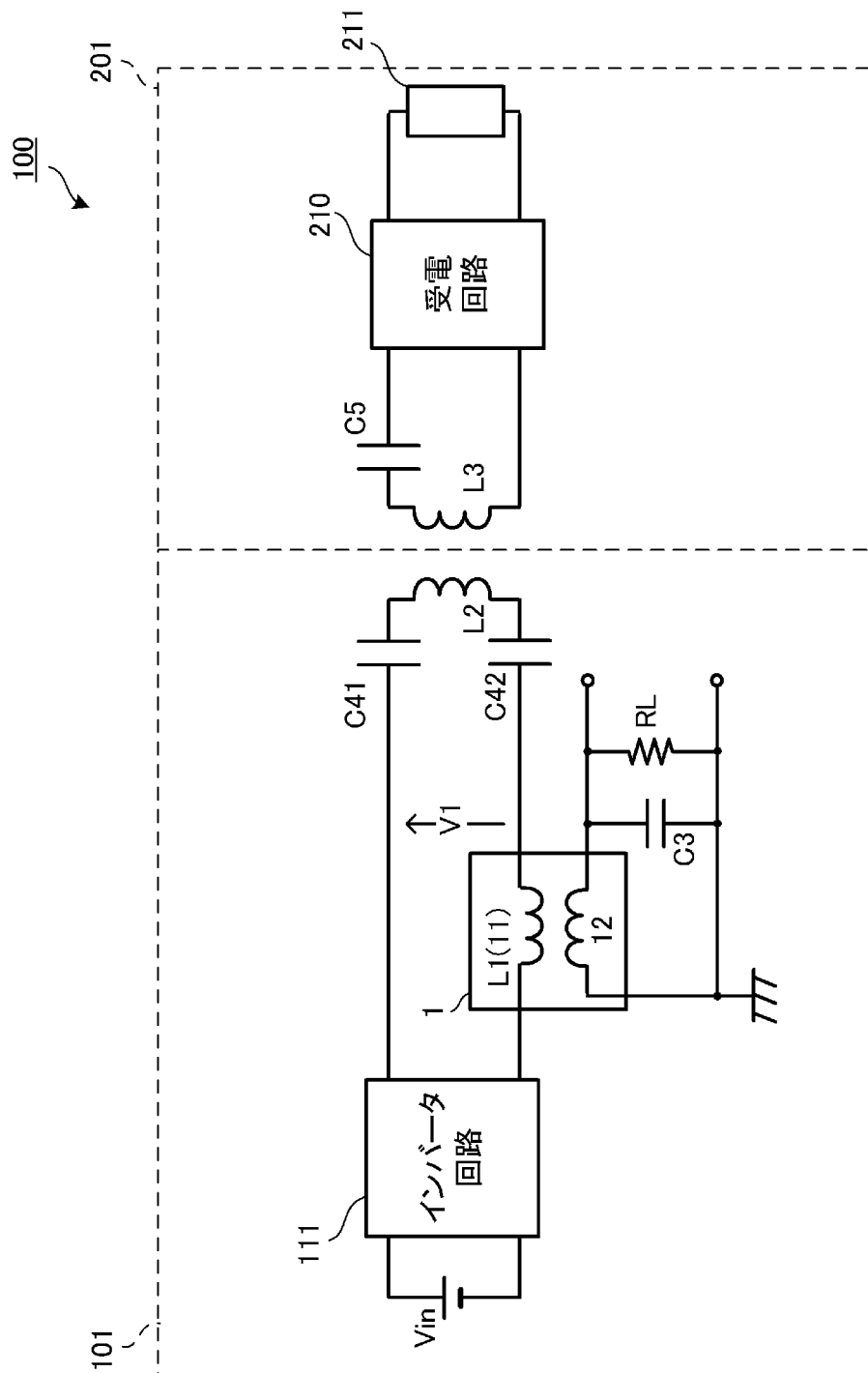


[図10]

図10



[図11]
図11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/065238

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R15/18(2006.01)i, H01F38/30(2006.01)i, H02J50/12(2016.01)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)

G01R15/18, H01F38/30, H02J50/12

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2015-052471 A (Renesas Electronics Corp.), 19 March 2015 (19.03.2015), paragraphs [0011] to [0033]; fig. 1 to 5 & US 2015/0061645 A1 paragraphs [0018] to [0040]; fig. 1 to 5 & CN 104422811 A	1-4 5, 7-8, 10-11 6, 9
Y	JP 2015-052470 A (Renesas Electronics Corp.), 19 March 2015 (19.03.2015), paragraphs [0064] to [0066]; fig. 15 to 16 & US 2015/0061660 A1 paragraphs [0091] to [0093]; fig. 15 to 16 & EP 2846163 A1 & CN 104422819 A & KR 10-2015-0028205 A	5, 7-8

☒ 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
26 July 2016 (26.07.16)

Date of mailing of the international search report
02 August 2016 (02.08.16)

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/JP2016/065238

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-155597 A (NEC Corp.), 21 June 2007 (21.06.2007), paragraphs [0018] to [0023]; fig. 1, 18 to 19 (Family: none)	7-8
Y	WO 2015/053246 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 16 April 2015 (16.04.2015), paragraphs [0045] to [0048]; fig. 8 (Family: none)	10-11
Y	EP 1553420 A1 (ENERMET OY), 13 July 2005 (13.07.2005), paragraphs [0032] to [0043]; fig. 1 to 4 & FI 20040018 A & NZ 537451 A & AU 2004240255 A	10-11
A	JP 2004-257964 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 16 September 2004 (16.09.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	US 6452413 B1 (IBM CORP.), 17 September 2002 (17.09.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2015-059838 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 30 March 2015 (30.03.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01R15/18(2006.01)i, H01F38/30(2006.01)i, H02J50/12(2016.01)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. G01R15/18, H01F38/30, H02J50/12

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 2015-052471 A（ルネサスエレクトロニクス株式会社） 2015.03.19, 段落0011-0033、図1-図5 & US 2015/0061645 A1、段落0018-0040、FIG.1-FIG.5 & CN 104422811 A	1-4 5, 7-8, 10-11 6, 9
Y	JP 2015-052470 A（ルネサスエレクトロニクス株式会社） 2015.03.19, 段落0064-0066、図15-図16 & US 2015/0061660 A1、段落0091-0093、FIG.15-FIG.16 & EP 2846163 A1 & CN 104422819 A & KR 10-2015-0028205 A	5, 7-8

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

26.07.2016

国際調査報告の発送日

02.08.2016

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）

續山 浩二

2S

4454

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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
Y	JP 2007-155597 A (日本電気株式会社) 2007. 06. 21 段落 0018-0023、図 1、図 18-図 19 (ファミリーなし)	7-8
Y	WO 2015/053246 A1 (株式会社村田製作所) 2015. 04. 16 段落 0045-0048、図 8 (ファミリーなし)	10-11
Y	EP 1553420 A1 (ENERMET OY) 2005. 07. 13 段落 0032-0043、FIG. 1-FIG. 4 & FI 20040018 A & NZ 537451 A & AU 2004240255 A	10-11
A	JP 2004-257964 A (株式会社村田製作所) 2004. 09. 16 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	US 6452413 B1 (IBM CORPORATION) 2002. 09. 17 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2015-059838 A (株式会社村田製作所) 2015. 03. 30 全文、全図 (ファミリーなし)	1-11