

(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
2019年4月18日(18.04.2019)



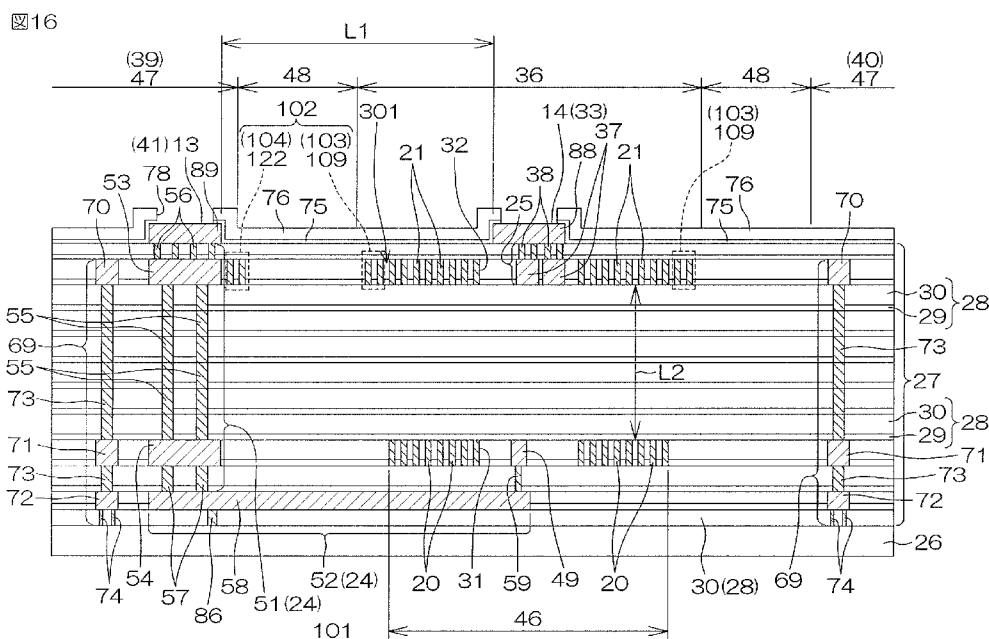
(10) 国際公開番号

WO 2019/074130 A1

- (51) 国際特許分類:
H01F 17/00 (2006.01) *H01L 21/822* (2006.01)
H01F 30/10 (2006.01) *H01L 27/04* (2006.01)
H01G 4/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/038365
- (22) 国際出願日: 2018年10月15日(15.10.2018)
- (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 2017-199877 2017年10月13日(13.10.2017) JP
- (71) 出願人: ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.)
[JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 田中 岳利 (TANAKA, Taketoshi);
〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 長田 光生 (OSADA, Kosei); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 有村 昌彦 (ARIMURA, Masahiko); 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 あい 特許事務所 (AI ASSOCIATION OF PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町二丁目 6 番 1 2 号 サンマリオン NBF タワー 2 1 階 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,

(54) Title: ELECTRONIC COMPONENT AND ELECTRONIC COMPONENT MODULE

(54) 発明の名称: 電子部品および電子部品モジュール



(57) Abstract: Provided is an electronic component including: an insulating layer; a low voltage conductor pattern formed in the insulating layer; a high voltage conductor pattern formed in the insulating layer so as to face the low voltage conductor pattern in the vertical direction; and a conductive breakdown voltage holding structure formed along the high voltage conductor pattern in the insulating layer so as to protrude further to the outside than the low voltage conductor pattern in planar view.

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))

(57) 要約: 電子部品は、絶縁層と、前記絶縁層内に形成された低電圧導体パターンと、前記低電圧導体パターンと上下方向に対向するように、前記絶縁層内に形成された高電圧導体パターンと、平面視において前記低電圧導体パターンよりも外側に張り出すように、前記絶縁層内において前記高電圧導体パターンに沿って形成された導電性の耐圧保持構造と、を含む。

明 細 書

発明の名称：電子部品および電子部品モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、電子部品および電子部品モジュールに関する。

背景技術

[0002] たとえばパワーエレクトロニクスの分野において、互いに対向配置された一対のコイルを有するトランスの開発が進められている。特許文献1は、一対のインダクタを有するトランスを開示している。一方のインダクタは、中心軸を回転軸として180°回転して他方のインダクタに対向配置されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-115131号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 絶縁層を挟んで互いに対向する低電圧導体パターンおよび高電圧導体パターンを含む電子部品では、低電圧導体パターンおよび高電圧導体パターンの間の領域に電界が形成される。この電界は、高電圧導体パターン側に集中する傾向がある。このような電界集中の発生は、耐圧を向上させる上での弊害になり得る。

[0005] そこで、本発明の一実施形態は、高電圧導体パターンに対する電界集中を緩和し、耐圧を向上できる電子部品および電子部品モジュールを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一実施形態は、絶縁層と、前記絶縁層内に形成された低電圧導体パターンと、前記低電圧導体パターンと上下方向に対向するように、前記絶縁層内に形成された高電圧導体パターンと、平面視において前記低電圧導体パターンよりも外側に張り出すように、前記絶縁層内において前記高電圧導

体パターンに沿って形成された導電性の耐圧保持構造と、を含む、電子部品を提供する。

[0007] この電子部品によれば、導電性の耐圧保持構造によって高電圧導体パターンに対する電界集中を緩和できる。これにより、耐圧を向上できる電子部品を提供できる。

[0008] 本発明の一実施形態は、絶縁層と、前記絶縁層内に形成された低電圧導体パターンと、前記低電圧導体パターンと上下方向に対向するように、前記絶縁層内に形成された高電圧導体パターンと、前記絶縁層の上に形成され、前記低電圧導体パターンに電氣的に接続された低電圧パッドと、平面視において前記低電圧パッドから間隔を空けて前記絶縁層の上に形成され、前記高電圧導体パターンに電氣的に接続された高電圧パッドと、平面視において前記高電圧パッドの周縁に沿うように、前記絶縁層内に形成された導電性のパッド側耐圧保持構造と、を含む、電子部品を提供する。

[0009] この電子部品によれば、導電性のパッド側耐圧保持構造によって高電圧パッドに対する電界集中を緩和できる。これにより、耐圧を向上できる電子部品を提供できる。

[0010] 本発明の一実施形態は、第1絶縁破壊強度を有する第1絶縁層と、前記第1絶縁層内に形成された低電圧導体パターンと、前記低電圧導体パターンと上下方向に対向するように、前記第1絶縁層内に形成された高電圧導体パターンと、前記第1絶縁層内において前記第1絶縁層の表面に沿う方向に前記高電圧導体パターンから間隔を空けて形成され、前記低電圧導体パターンに電氣的に接続され、前記高電圧導体パターンとの間で前記第1絶縁破壊強度以下の第1値を有する電界を形成する低電圧配線と、前記第1絶縁層内において前記高電圧導体パターンおよび前記低電圧配線の間の領域に介在し、前記低電圧配線との間で、前記第1絶縁破壊強度以下でかつ前記第1値以上の第2値を有する電界を形成する導電性の電界増強構造と、前記第1絶縁層の上に形成され、前記第1絶縁破壊強度以下の第2絶縁破壊強度を有する第2絶縁層と、を含む、電子部品を提供する。

[0011] 電界増強構造が形成されていない場合について考える。この場合、高電圧導体パターンは、低電圧導体パターンに対して第2絶縁層に近い位置に形成されている。そのため、高電圧導体パターンに集中した電界は、第2絶縁層に対する負荷にもなる。したがって、高電圧導体パターンの電界強度が第2絶縁層の第2絶縁破壊強度を超える場合、第2絶縁層で絶縁破壊が生じる可能性がある。

[0012] これに対して、この電子部品では、第1絶縁層内において高電圧導体パターンおよび低電圧配線の間の領域に、導電性の電界増強構造が形成されている。これにより、高電圧導体パターンおよび低電圧配線の間の電界は、実質的には、電界増強構造および低電圧配線の間の距離に支配される。

[0013] これにより、高電圧導体パターンに対する電界集中を緩和できる。しかも、低電圧導体パターンおよび高電圧導体パターンの間に形成される電界を、導電性の電界増強構造によって遮蔽することもできる。

[0014] したがって、第2絶縁破壊強度を超える第1絶縁破壊強度を有する第1絶縁層において電界強度を増加させることができる一方で、第1絶縁破壊強度以下の第2絶縁破壊強度を有する第2絶縁層における電界強度を低減させることができる。つまり、電子部品では、絶縁破壊強度が大きい第1絶縁層側の電界強度を敢えて増加させることによって、絶縁破壊強度の低い第2絶縁層側の電界強度を低減させることができる。

[0015] これにより、第2絶縁層において、高電圧導体パターンに対する電界集中に起因する絶縁破壊を抑制できる。よって、耐压を向上できる電子部品を提供できる。

[0016] 本発明における上述の、またはさらに他の目的、特徴および効果は、添付図面を参照して次に述べる実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る電子部品が組み込まれた電子部品モジュールの平面図である。

[図2]図2は、前記電子部品モジュールの接続形態および各部の電位を示す図

である。

[図3]図3は、前記電子部品の平面構造を説明するための図である。

[図4]図4は、前記電子部品の下コイルの平面構造を説明するための図である。
。

[図5]図5は、前記電子部品の上コイルの平面構造を説明するための図である。
。

[図6]図6は、図3のVI-VI線に沿う断面図である。

[図7]図7は、図3のVII-VII線に沿う断面図である。

[図8]図8は、前記電子部品の比較形態の構成を示す断面図である。

[図9]図9は、図8のIX-IX線に沿う断面図である。

[図10]図10は、本発明の比較形態に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧および本発明の第1実施形態に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧を比較したグラフである。

[図11]図11は、本発明の比較形態に係る電子部品の絶縁破壊電圧のバラツキおよび本発明の第1実施形態に係る電子部品の絶縁破壊電圧のバラツキを比較したグラフである。

[図12]図12は、本発明の第2実施形態に係る電子部品の上コイルの平面構造を説明するための図である。

[図13]図13は、図12に示す領域XIIIの拡大図である。

[図14]図14は、図13に示す領域XIVの拡大図である。

[図15]図15は、図13に示す領域XVの拡大図である。

[図16]図16は、図12に示すXVI-XVI線に沿う断面図である。

[図17]図17は、図12に示すXVII-XVII線に沿う断面図である。

[図18]図18は、第1耐圧保持構造の張り出し量と電界強度との関係をシミュレーションにより求めたグラフである。

[図19]図19は、第2ダミー導体パターンの個数と電界強度との関係をシミュレーションにより求めたグラフである。

[図20]図20は、本発明の参考例に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧および

本発明の第2実施形態に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧を比較したグラフである。

[図21]図21は、図16に対応する部分の図であり、本発明の第3実施形態に係る電子部品の断面図である。

[図22]図22は、図14に対応する部分の図であり、本発明の第4実施形態に係る電子部品の第1上コイル側の平面構造を説明するための図である。

[図23]図23は、図22に示す電子部品のサンプルの上コイルを示す平面図である。

[図24]図24は、図22に示す電子部品のサンプルの上コイルを示す平面図である。

[図25]図25は、図22に示す電子部品のサンプルの上コイルを示す平面図である。

[図26]図26は、図23に示すサンプル、図24に示すサンプル、および、図25に示すサンプルの電界強度の測定結果を示すグラフである。

[図27]図27は、本発明の参考例に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧、図23に示すサンプルの平均絶縁破壊電圧、図24に示すサンプルの平均絶縁破壊電圧、および、図25に示すサンプルの平均絶縁破壊電圧を比較したグラフである。

[図28]図28は、本発明の第5実施形態に係る電子部品を説明するための断面図である。

[図29]図29は、図28に示す電子部品の効果を説明するための図である。

[図30]図30は、図28に示す電子部品の効果を説明するための図である。

[図31]図31は、本発明の第6実施形態に係る電子部品の平面構造を説明するための図である。

[図32]図32は、図31に示す電子部品の低電圧側キャパシタ導体膜の平面構造を説明するための図である。

[図33]図33は、図31に示す電子部品の高電圧側キャパシタ導体膜の平面構造を説明するための図である。

[図34]図34は、図31に示すXXXIV-XXXIV線に沿う断面図である。

[図35]図35は、本発明の第7実施形態に係る電子部品を説明するための断面図である。

[図36]図36は、樹脂膜のパターンに関する変形例を示す図である。

[図37]図37は、樹脂膜のパターンに関する変形例を示す図である。

[図38]図38は、変形例に係る電子部品モジュールの平面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 図1は本発明の第1実施形態に係る電子部品が組み込まれた電子部品モジュール1の平面図である。図1では、内部構造の明瞭化のため電子部品モジュール1の中央部を透視して示している。

[0019] 高電圧コイルに電氣的に接続された高電圧パッドと、低電圧コイルに電氣的に接続された低電圧パッドとが、電子部品の表面において横方向に離れて配置されることがある。

[0020] 通常、低電圧パッドー高電圧パッド間の距離は、十分な耐圧を確保する観点から、トランスの高電圧コイルー低電圧コイル間の距離に比べて数十倍以上に設定される。そのため、低電圧パッドー高電圧パッド間の領域を利用して耐圧を向上させる点については、現在に至るまで十分な検討がなされていない。

[0021] そこで、この形態では、低電圧パッドー高電圧パッド間の領域に着目して、耐圧を向上できる電子部品および電子部品モジュールを提供する。

[0022] 電子部品モジュール1のパッケージタイプは、SOP (Small Outline Package) である。電子部品モジュール1のパッケージタイプとしては、SOPに限らず、QFP (Quad Flat Package)、SOJ (Small Outline J-lead Package) 等の種々のタイプが採用され得る。

[0023] 電子部品モジュール1は、複数のチップが、1パッケージ化されたパワーモジュールである。樹脂パッケージ2と、複数のリード3と、複数のチップ類4とを含む。

[0024] 樹脂パッケージ2は、たとえばエポキシ樹脂を用いて四角（正方形）板状

に形成されている。複数のリード3は、この形態では、樹脂パッケージ2の互いに対向する一对の端面を介して、樹脂パッケージ2の内外に跨って設けられている。

[0025] 複数のチップ類4は、低電圧素子の一例としてのコントローラチップ5（コントローラIC）と、電子部品6と、高電圧素子の一例としてのドライバチップ7（ドライバIC）とを含む。電子部品6は、この形態では、変圧器を含むトランスチップである。各チップ5～7は、四角（長方形）板状に形成されている。

[0026] コントローラチップ5のサイズおよびドライバチップ7のサイズは、ほぼ等しくてもよい。電子部品6のサイズは、コントローラチップ5およびドライバチップ7よりも小さくてもよい。

[0027] 電子部品6は、樹脂パッケージ2のほぼ中央部に配置されている。コントローラチップ5およびドライバチップ7は、それぞれ、電子部品6に対して一方のリード3側およびその反対のリード3側に配置されている。

[0028] コントローラチップ5およびドライバチップ7は、それらの間に電子部品6を挟むように配置されている。コントローラチップ5およびドライバチップ7は、それぞれ、複数のリード3に隣り合っている。

[0029] コントローラチップ5および電子部品6は共通の第1ダイパッド8上に配置されている。ドライバチップ7は、第1ダイパッド8から間隔を空けて設けられた第2ダイパッド9上に配置されている。

[0030] コントローラチップ5の表面には、複数のパッド10および複数のパッド11が形成されている。複数のパッド10は、コントローラチップ5のリード3に近い側の長辺に沿って配列されている。複数のパッド10は、ボンディングワイヤ12によってリード3に接続されている。

[0031] 複数のパッド11は、コントローラチップ5のリード3の反対側（電子部品6に近い側）の長辺に沿って配列されている。

[0032] 電子部品6の表面には、複数の低電圧パッド13および複数の高電圧パッド14が形成されている。複数の低電圧パッド13は、電子部品6のコント

ローラチップ5に近い側の長辺に沿って配列されている。複数の低電圧パッド13は、ボンディングワイヤ15によってコントローラチップ5のパッド11に接続されている。

[0033] この形態では、コントローラチップ5のパッド11が電子部品6の一次側に接続されている。複数の高電圧パッド14は、電子部品6の幅方向中央部において電子部品6の長辺に沿って配列されている。

[0034] ドライバチップ7の表面には、複数のパッド16および複数のパッド17が形成されている。複数のパッド16は、ドライバチップ7の電子部品6に近い側の長辺に沿って配列されている。複数のパッド16は、ボンディングワイヤ18によって電子部品6の高電圧パッド14に接続されている。

[0035] この形態では、ドライバチップ7のパッド16が電子部品6の二次側に接続されている。複数のパッド17は、ドライバチップ7の電子部品6の反対側（リード3に近い側）の長辺に沿って配列されている。複数のパッド17は、ボンディングワイヤ19によってリード3に接続されている。

[0036] 図1で示した各チップ5～7のパッド類の配置形態は一例に過ぎず、パッケージタイプやチップ類4の配置形態に応じて適宜変更できる。

[0037] 図2は、図1の電子部品モジュール1の接続形態および各部の電位を示す図である。

[0038] 図2に示すように、電子部品モジュール1では電子部品6において、一次側（低圧側）の下コイル20と、二次側（高圧側）の上コイル21とが上下方向に間隔を空けて対向している。

[0039] 下コイル20は、低電圧コイル（低電圧導体パターン）の一例として形成されている。上コイル21は、高電圧コイル（高電圧導体パターン）の一例として形成されている。下コイル20および上コイル21は、それぞれ、螺旋状に形成されている。

[0040] 下コイル20および上コイル21の磁気結合によって変圧器（後述する第1変圧器301および第2変圧器302）が形成されている。コントローラチップ5およびドライバチップ7は、変圧器（下コイル20および上コイル

21)により直流絶縁されている。また、コントローラチップ5およびドライバチップ7は、変圧器（下コイル20および上コイル21）により交流接続されている。

[0041] 下コイル20の内側コイルエンド22（渦巻きの内側末端）および外側コイルエンド92（渦巻きの外側末端）には、それぞれ、低電圧配線24および低電圧配線93が接続されている。低電圧配線24, 93の末端は、低電圧パッド13として露出している。

[0042] 上コイル21の内側コイルエンド23および外側コイルエンド94には、それぞれ、高電圧配線25（内側コイルエンド配線）および高電圧配線95（外側コイルエンド配線）が接続されている。高電圧配線25, 95の末端は、高電圧パッド14として露出している。

[0043] コントローラチップ5は、トランジスタTr1, Tr2を含む。トランジスタTr1, Tr2は、それぞれ、配線90, 91の導通・遮断を行うスイッチング素子である。

[0044] トランジスタTr1は、或るパッド10と或るパッド11とを接続する配線90の途中に設けられている。トランジスタTr2は、他のパッド10と他のパッド11とを接続する配線91の途中に設けられている。

[0045] 配線90側のパッド10, 11は、それぞれ、ボンディングワイヤ12, 15を通じて入力電圧および外側コイルエンド92側の低電圧パッド13に接続されている。配線91側のパッド10, 11は、それぞれ、ボンディングワイヤ12, 15を通じて接地電圧および内側コイルエンド22側の低電圧パッド13に接続されている。

[0046] 第1印加状態（Tr1：ON、Tr2：OFF）と第2印加状態（Tr1：OFF、Tr2：ON）が交互に繰り返されるようにコントローラチップ5を制御することによって、電子部品6の下コイル20に周期的なパルス電圧が発生する。たとえば、図2では、基準電圧＝0V（接地電圧）に対して5Vのパルス電圧が下コイル20で発生する。

[0047] 電子部品6では、直流信号が下コイル20と上コイル21との間で遮断さ

れつつ、電磁誘導によって、下コイル 20 で発生したパルス電圧に基づく交流信号のみが選択的に高圧側（上コイル 21）に伝達される。

[0048] 伝達される交流信号は、下コイル 20 と上コイル 21 との間の変圧比に応じて昇圧される。伝達される交流信号は、ボンディングワイヤ 18 を通じて、ドライバチップ 7 に出力される。たとえば、図 2 では、5 V のパルス電圧が 15 V まで昇圧された後、基準電圧が 1200 V に設定されたドライバチップ 7 に出力される。

[0049] ドライバチップ 7 は、入力された 15 V のパルス電圧を SiC パワー MOSFET（たとえば、ソースドレイン間電圧＝1200 V）のゲート電極（図示せず）に印加することによって、当該 MOSFET のスイッチング動作を行う。

[0050] 図 2 で示した具体的な電圧値は、電子部品モジュール 1 の動作を説明するために用いた一例に過ぎない。ドライバチップ 7（HV 領域）の基準電圧は 1200 V を超える値であってもよい。

[0051] 図 3 は、図 1 の電子部品 6 の平面構造を説明するための図である。図 4 は、電子部品 6 の下コイル 20 が配置された層の平面構造を説明するための図である。図 5 は、電子部品 6 の上コイル 21 が配置された層の平面構造を説明するための図である。

[0052] 図 6 は、電子部品 6 の断面図（図 3 の VI-VI 線に沿う断面図）である。図 7 は、電子部品 6 の断面図（図 3 の VII-VII 線に沿う断面図）である。図 6 および図 7 では、明瞭化のために、金属部分のみをハッチングで示している。

[0053] 図 3～図 5 を参照して、電子部品 6 は、第 1 変圧器 301 および第 2 変圧器 302 を含む。第 1 変圧器 301 および第 2 変圧器 302 は、電子部品 6 の長手方向に沿って間隔を空けて形成されている。図 3～図 5 の紙面では、第 1 変圧器 301 が上側に示されており、第 2 変圧器 302 が下側に示されている。

[0054] 第 1 変圧器 301 は、後述するように、互いに対向する一組の下コイル 2

0 および上コイル 21 を 2 つ含む。第 2 変圧器 302 も同様に、互いに対向する一組の下コイル 20 および上コイル 21 を 2 つ含む。

[0055] 図 6 および図 7 に示すように、半導体基板 26 と、半導体基板 26 上に形成された絶縁層積層構造 27 とを含む。半導体基板 26 としては、Si（シリコン）基板、SiC（炭化珪素）基板等を適用できる。

[0056] 半導体基板 26 によって、電子部品 6 が半導体装置として形成されている。したがって、電子部品 6 を含む電子部品モジュール 1 は、半導体モジュールとして形成されている。

[0057] 絶縁層積層構造 27 は、半導体基板 26 の表面から順に積層された複数（図 6 および図 7 では 12 層）の絶縁層 28 からなる。複数の絶縁層 28 は、半導体基板 26 の表面に接する最下層の絶縁層 28 を除いて、それぞれ、下層のエッチングストップ膜 29 と、上層の層間絶縁膜 30 との積層構造からなる。

[0058] 最下層の絶縁層 28 は、層間絶縁膜 30 のみからなる。エッチングストップ膜 29 としては、SiN 膜、SiC 膜、SiCN 膜等が使用されてもよい。層間絶縁膜 30 としては、SiO₂ 膜が使用されてもよい。

[0059] 下コイル 20 および上コイル 21 は、絶縁層積層構造 27 において互いに異なる絶縁層 28 に形成されている。下コイル 20 および上コイル 21 は、一層以上の絶縁層 28 を挟んで互いに対向している。

[0060] この形態では、下コイル 20 は、半導体基板 26 から 4 層目の絶縁層 28 に形成されている。上コイル 21 は、下コイル 20 との間に 6 層の絶縁層 28 を挟んで、11 層目の絶縁層 28 に形成されている。

[0061] 図 3～図 5 に示すように、下コイル 20 および上コイル 21 は、それぞれ、中央に平面視楕円形の内方領域 31、32 が区画されるように、その内方領域 31、32 の周囲を取り囲む楕円環状の領域に形成されている。

[0062] 上コイル 21 は、その上面が絶縁層 28 の上面と面一になるように形成されている。これにより、上コイル 21 は、側面、上面および下面において、互いに異なる絶縁層 28 に接している。

- [0063] 具体的には、上コイル 2 1 が埋め込まれた絶縁層 2 8 は、エッチングストップ膜 2 9 および層間絶縁膜 3 0 が上コイル 2 1 の側面に接している。上コイル 2 1 が埋め込まれた絶縁層 2 8 の上側に形成された絶縁層 2 8 は、下層のエッチングストップ膜 2 9 のみが上コイル 2 1 の上面に接している。下側の絶縁層 2 8 は、上層の層間絶縁膜 3 0 のみが上コイル 2 1 の下面に接している。
- [0064] ここでは説明を省略するが、下コイル 2 0 も上コイル 2 1 と同様に、その上面が絶縁層 2 8 の上面と面一になるように形成されている。
- [0065] 図 3、図 6 および図 7 に示すように、絶縁層積層構造 2 7 の表面（最上層の絶縁層 2 8 の層間絶縁膜 3 0 上）には、高電圧導電層の一例としての高電圧パッド層 8 8 および低電圧導電層の一例としての低電圧パッド層 8 9 が形成されている。
- [0066] これらを一体で覆うように、表面絶縁膜の一例としての保護膜 7 5 およびパッシベーション膜 7 6 が、絶縁層積層構造 2 7 の全面に順に積層されている。これらの膜 7 5、7 6 には、パッド開口 7 9、7 8 が形成されている。パッド開口 7 9、7 8 は、高電圧パッド層 8 8 および低電圧パッド層 8 9 を、それぞれ、高電圧パッド 1 4 および低電圧パッド 1 3 として露出させている。
- [0067] 高電圧パッド 1 4 は、絶縁層積層構造 2 7 の積層方向に沿って電子部品 6 を上方から見た平面視において、上コイル 2 1 が配置された中央の高電圧領域（HV 領域）3 6 に配置されている。
- [0068] ここで、高電圧領域 3 6 は、上コイル 2 1 が埋め込まれた絶縁層 2 8 における、上コイル 2 1 および上コイル 2 1 と同電位の配線が形成された領域、およびそれら形成領域の周辺部を含む。
- [0069] この形態では、図 3 および図 5 に示すように、上コイル 2 1 が電子部品 6 の長手方向に間隔を空けて 2 つずつペアで合計 4 つ形成されている。各ペアの上コイル 2 1 の内方領域 3 2 および隣り合う上コイル 2 1 間には、それぞれ、内側コイルエンド配線 3 7 および外側コイルエンド配線 9 6 が形成され

ている。

[0070] 各上コイル 2 1 のペアでは、一方の上コイル 2 1 および他方の上コイル 2 1 が、その間の共通の外側コイルエンド配線 9 6 によって互いに電氣的に接続されている。これら両方の上コイル 2 1、その間の外側コイルエンド配線 9 6 および各上コイル 2 1 内の内側コイルエンド配線 3 7 は全て同電位となっている。

[0071] 絶縁層 2 8 では、各上コイル 2 1 の内方領域 3 2 および各上コイル 2 1 のペアにおける上コイル 2 1 間の領域も、上コイル 2 1、内側コイルエンド配線 3 7 もしくは外側コイルエンド配線 9 6 からの電界が及ぶ範囲内として、高電圧領域 3 6 に含まれている。

[0072] 高電圧領域 3 6 の中で、図 3 および図 5 の平面視において、各上コイル 2 1 と重複する領域および各上コイル 2 1 の内方領域 3 2 が、高電圧コイルの形成領域の一例である。

[0073] 高電圧領域 3 6 の中で、高電圧コイルの形成領域以外の領域が、上コイル 2 1 の外側のコイル外方領域 8 5 である。高電圧コイルの形成領域以外の領域は、たとえば、各上コイル 2 1 のペアにおける上コイル 2 1 間の領域（コイル間領域 5 0）や各上コイル 2 1 の周縁に沿う領域（コイル周縁領域 9 9）を含む。

[0074] 下コイル 2 0（低電圧コイル）が配置された領域は、平面視では高電圧領域 3 6 に一致するが、上コイル 2 1（高電圧コイル）から複数の絶縁層 2 8 によって隔離されている。下コイル 2 0（低電圧コイル）が配置された領域は、上コイル 2 1 からの電界の影響がほとんど及ばないので、この実施形態で言う高電圧領域 3 6 に含まれるものではない。

[0075] 高電圧パッド 1 4 は、図 3 に示すように、各上コイル 2 1 の内方領域 3 2 の上方および各上コイル 2 1 のペアにおけるコイル間領域 5 0 の上方に一つずつ、合計 6 個配置されている。

[0076] 高電圧パッド 1 4 を、その配置形態によって分類することによって、高電圧パッド 1 4 は、第 1 パッド 3 3 および第 2 パッド 3 4 を含んでいてもよい

。

[0077] 第1パッド33は、各上コイル21の内方領域32の上方に配置されている。第1パッド33は、絶縁層積層構造27の厚さ方向（積層方向）において当該内方領域32に対向する。第2パッド34は、各コイル間領域50の上方に配置されている。第2パッド34は、絶縁層積層構造27の厚さ方向（積層方向）において当該コイル間領域50に対向する。

[0078] 図3、図5および図6に示すように、第1パッド33は、上コイル21と同一の絶縁層28に埋め込まれた内側コイルエンド配線37に、ビア38を介して接続されている。

[0079] 図3、図5および図7に示すように、第2パッド34は、同様の構造によって、上コイル21と同一の絶縁層28に埋め込まれた外側コイルエンド配線96にビア35を介して接続されている。

[0080] これにより、上コイル21に伝達された交流信号を、内側コイルエンド配線37およびビア38、ならびに、外側コイルエンド配線96およびビア35を介して、高電圧パッド14から出力できる。

[0081] 内側コイルエンド配線37およびそれに接続されたビア38、ならびに外側コイルエンド配線96およびそれに接続されたビア35を合わせたものが、それぞれ、図2の高電圧配線25および高電圧配線95となる。

[0082] 絶縁層積層構造27には、高電圧領域36とは電氣的に切り離された低電位の領域（LV領域）として、低電圧領域46（図6および図7）、外側低電圧領域47（図3～図7）および中間領域48（図3～図7）が設定されている。

[0083] 低電圧領域46は、下コイル20が埋め込まれた絶縁層28における、下コイル20および下コイル20と同電位の配線が形成された領域、および、それら形成領域の周辺部を含んでいる。低電圧領域46は、下コイル20と上コイル21との関係と同様に、一層以上の絶縁層28を挟んで高電圧領域36に対向している。

[0084] 下コイル20は、この形態では、図4に示すように、上コイル21と対向

する位置、すなわち、電子部品 6 の長手方向に間隔を空けて 2 つずつペアで合計 4 つ形成されている。各ペアの下コイル 20 の内方領域 31 および隣り合う下コイル 20 間には、それぞれ、内側コイルエンド配線 49 および外側コイルエンド配線 97 が形成されている。

[0085] 各ペアでは、一方の下コイル 20 および他方の下コイル 20 が、その間の共通の外側コイルエンド配線 97 によって互いに電氣的に接続されている。これら両方の下コイル 20、その間の外側コイルエンド配線 97 および各下コイル 20 内の内側コイルエンド配線 49 は全て同電位となっている。

[0086] 絶縁層 28 では、各下コイル 20 の内方領域 31 および各ペアにおける下コイル 20 間の領域も、下コイル 20、内側コイルエンド配線 49 もしくは外側コイルエンド配線 97 からの電界が及ぶ範囲内として、低電圧領域 46 に含まれている。内側コイルエンド配線 49 は、図 5 に示すように、平面視において高電圧側の内側コイルエンド配線 37 からずれた位置に配置されている。

[0087] 外側低電圧領域 47 は、図 3～図 5 に示すように、高電圧領域 36 および低電圧領域 46 を取り囲むように設定されている。中間領域 48 は、高電圧領域 36 および低電圧領域 46 と外側低電圧領域 47 との間に設定されている。

[0088] 図 3、図 6 および図 7 に示すように、低電圧パッド 13 は、外側低電圧領域 47 において絶縁層積層構造 27 の表面（最上層の絶縁層 28 の層間絶縁膜 30 上）に形成されている。

[0089] 図 6 および図 7 に示すように、外側低電圧領域 47 は、第 1 スペースの一例としての第 1 領域 39 および第 2 スペースの一例としての第 2 領域 40 を含む。

[0090] 第 1 領域 39 は、高電圧パッド 14 を挟んで一方側（紙面左側）の領域である。第 2 領域 40 は、高電圧パッド 14 を挟んで他方側（紙面右側）の領域である。低電圧パッド 13 は、第 1 領域 39 に選択的に偏って形成されている。

- [0091] 低電圧パッド13は、この形態では、第1領域39において、電子部品6の長手方向に互いに間隔を空けて6個設けられた高電圧パッド14のそれぞれの側方に一つずつ、合計6個配置されている。
- [0092] 各低電圧パッド13は、絶縁層積層構造27内を引き回された低電圧配線24、93によって、下コイル20に接続されている。低電圧配線24は、貫通配線51と、引き出し配線52とを含む。
- [0093] 貫通配線51は、外側低電圧領域47において各低電圧パッド13から少なくとも下コイル20が形成された絶縁層28を貫通して、下コイル20よりも下方の絶縁層28に達する柱状に形成されている。
- [0094] より具体的には、貫通配線51は、低電圧層配線53、54（低電圧配線）、および、ビア55、56、57を含む。低電圧層配線53、54は、それぞれ、上コイル21および下コイル20と同一の絶縁層28に島状（四角形状）に埋め込まれている。
- [0095] 複数のビア55は、低電圧層配線53、54の間を接続している。ビア56は、上側の低電圧層配線53と低電圧パッド13とを接続している。ビア57は、下側の低電圧層配線54と引き出し配線52とを接続している。
- [0096] 引き出し配線52は、低電圧領域46から、下コイル20よりも下方の絶縁層28を介して外側低電圧領域47に引き出された線状に形成されている。
- [0097] 引き出し配線52は、より具体的には、内側コイルエンド配線49と、引き出し層配線58と、ビア59とを含む。引き出し層配線58は、下コイル20よりも下方の絶縁層28に線状に埋め込まれている。引き出し層配線58は、下コイル20の下方を横切っている。
- [0098] ビア59は、引き出し層配線58と内側コイルエンド配線49とを接続している。引き出し層配線58は、ビア86を介して半導体基板26に接続されている。これにより、低電圧配線24は、基板電圧（たとえば接地電圧）に固定される。
- [0099] 詳細は省略するが、低電圧配線93も、低電圧配線24と同様に、貫通配

線 4 3（図 7）と、引き出し配線 9 8（図 3～図 5）とを含む配線によって構成されている。

[0100] 以上の構成により、複数の低電圧パッド 1 3のうち、高電圧パッド 1 4の第 1パッド 3 3の側方に配置された第 1パッド 4 1は、図 3～図 6に示すように、貫通配線 5 1および引き出し配線 5 2を介して、下コイル 2 0の内側コイルエンド配線 4 9に接続されている。

[0101] 図 3～図 6に示すように、高電圧パッド 1 4の第 2パッド 3 4の側方に配置された第 2パッド 4 2は、貫通配線 4 3および引き出し配線 9 8を介して、下コイル 2 0の外側コイルエンド配線 9 7に接続されている。これにより、低電圧パッド 1 3に入力された信号を、貫通配線 5 1，4 3および引き出し配線 5 2，9 8を介して下コイル 2 0に伝達できる。

[0102] 絶縁層積層構造 2 7には、低電圧配線 2 4，9 3よりもさらに外側にシールド層 6 9が形成されている。このシールド層 6 9は、外部からデバイス内に水分が入ったり、端面のクラックが内部に広がったりすることを防止する。

[0103] シールド層 6 9は、図 3～図 7に示すように、電子部品 6の端面に沿って壁状に形成されている。シールド層 6 9の底部において半導体基板 2 6に接続されている。これにより、シールド層 6 9は、基板電圧（たとえば接地電圧）に固定される。

[0104] より具体的には、シールド層 6 9は、図 6および図 7に示すように、それぞれ、上コイル 2 1、下コイル 2 0および引き出し層配線 5 8と同一の絶縁層 2 8に埋め込まれたシールド層配線 7 0～7 2と、それらの間を接続する複数のビア 7 3と、最下層のシールド層配線 7 2と半導体基板 2 6とを接続するビア 7 4とを含む。

[0105] さらに、絶縁層積層構造 2 7上において、保護膜 7 5およびパッシベーション膜 7 6の上には、樹脂膜 7 7が形成されている。樹脂膜 7 7は、この形態では、高電圧領域 3 6の全体を一体で覆うように、パッシベーション膜 7 6上に選択的に形成されている。

- [0106] つまり、樹脂膜 77 は、図 3 の平面視において、各上コイル 21 と重複する領域、各上コイル 21 の内方領域 32、コイル間領域 50 およびコイル周縁領域 99 を覆っている。これにより、平面視において、高電圧パッド 14 の第 1 パッド 33 および第 2 パッド 34 の両方ともに、それらの周囲全周が樹脂膜 77 で覆われている。
- [0107] 樹脂膜 77 において高電圧パッド 14 を露出させる開口がパッド開口 79 に一致している。これにより、樹脂膜 77 は、高電圧パッド 14 の第 1 パッド 33 および第 2 パッド 34 の周縁に乗り上がったオーバーラップ部 44、45 を有している。
- [0108] 保護膜 75 は、たとえば SiO_2 からなり、150 nm 程度の厚さを有している。パッシベーション膜 76 は、たとえば SiN からなり、1000 nm 程度の厚さを有している。樹脂膜 77 は、たとえばポリイミドからなり、4000 nm 程度の厚さを有している。
- [0109] 電子部品 6 の各部の詳細について、以下に説明を加える。
- [0110] 図 2 で説明したように、電子部品 6 の下コイル 20 と上コイル 21 との間には、大きな電位差（たとえば、1200 V 程度）が生じる。下コイル 20 と上コイル 21 との間に配置される絶縁層 28 は、それらの間の電位差による絶縁破壊を生じない耐圧を実現可能な厚さを有している。
- [0111] そこで、この形態では、図 6 に示すように、絶縁層 28 を、コイル間に複数層（たとえば 6 層）介在させている。絶縁層 28 は、300 nm 程度のエッチングストッパ膜 29 および 2100 nm 程度の層間絶縁膜 30 の積層構造からなる。絶縁層 28 のトータルの厚さ L_2 を $12.0 \mu\text{m}$ 以上 $16.8 \mu\text{m}$ 以下にすることによって、下コイル 20 と上コイル 21 との間の縦方向の DC 絶縁を実現している。
- [0112] 下コイル 20 と上コイル 21 と間の絶縁層 28 のトータル厚さ L_2 に比べて、高電圧パッド 14 と低電圧パッド 13 との距離 L_1 の方が大きい。たとえば、距離 L_1 は $100 \mu\text{m}$ 以上 $450 \mu\text{m}$ 以下が一般的であり、厚さ L_2 との比（距離 L_1 / 厚さ L_2 ）で表せば、6 / 1 以上 40 / 1 以下となる。

[0113] 図8は、本発明の比較形態に係る電子部品6の構成を示す断面図である。

図9は、図8のIX-IX線に沿う断面図である。図8および図9に示すように、比較形態に係る電子部品6では、樹脂膜77は、高電圧パッド14の第2パッド34の周囲を露出させている。

[0114] 図10は、本発明の比較形態に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧および本発明の第1実施形態に係る電子部品6の平均絶縁破壊電圧を比較したグラフである。図10において、縦軸は平均絶縁破壊電圧[kVrms]を表している。

[0115] 図10を参照して、第1実施形態に係る電子部品6の平均絶縁破壊電圧は、比較形態に係る電子部品6の平均絶縁破壊電圧に対して7.5%だけ増加した。このことから、樹脂膜77によって第2パッド34の周囲を覆うことにより、平均絶縁破壊電圧を向上できることが分かった。

[0116] 図11は、本発明の比較形態に係る電子部品6の絶縁破壊電圧のバラツキおよび本発明の第1実施形態に係る電子部品6の絶縁破壊電圧のバラツキを比較したグラフである。図11において、縦軸は平均絶縁破壊電圧のバラツキを表している。

[0117] 図11を参照して、第1実施形態に係る電子部品6の絶縁破壊電圧のバラツキは、比較形態に係る電子部品6の絶縁破壊電圧のバラツキに対して27.9%だけ減少した。このことから、樹脂膜77によって第2パッド34の周囲を覆うことにより、絶縁破壊電圧のバラツキを抑制できることが分かった。

[0118] 図12は、本発明の第2実施形態に係る電子部品101の上コイル21の平面構造を説明するための図である。この形態では、電子部品6の構造に対応する構造については、同一の参照符号を付して説明を省略する。

[0119] 同一のまたは略同一と見なせる平面上（以下、単に「共通の平面上」という。）に低電圧部および高電圧部がレイアウトされた電子部品の場合、高電圧部は、低電圧部との間において電界を形成する。そのため、比較的高い電界が、高電圧部に集中する傾向がある。

- [0120] たとえば、互いに対向する低電圧コイルおよび高電圧コイルによって一つの変圧器が構成された電子部品の場合、高電圧コイルは、低電圧コイルとの間において電界を形成する。そのため、比較的高い電界が、高電圧コイルに集中する傾向がある。このような電界集中の発生は、耐圧を向上させる上での弊害になることがある。
- [0121] そこで、この形態では、上記のような電界集中を緩和し、耐圧を向上できる電子部品を提供する。
- [0122] 以下では、第1変圧器301および第2変圧器302の内、第1変圧器301側の構造を例にとって説明する。第2変圧器302側の構造は、第1変圧器301側の構造と同様であるので、同一の参照符号を付して説明を省略する。
- [0123] また、以下では、説明の便宜上、必要に応じて、2つの上コイル21の内の一方の上コイル21を第1上コイル21Aといい、他方の上コイル21を第2上コイル21Bという。単に上コイル21A、21Bというときは、第1上コイル21Aおよび第2上コイル21Bの両方が含まれるものとする。
- [0124] また、以下では、第1上コイル21Aおよび第2上コイル21Bの対向方向を「第1方向A」といい、第1方向Aに交差する交差方向を「第2方向B」という。第2方向Bは、より具体的には、第1方向Aに直交する直交方向である。
- [0125] 図12を参照して、電子部品101は、この形態では、変圧器を含むトランスチップである。電子部品101は、導電性の耐圧保持構造102を含む。耐圧保持構造102は、低電圧側の部材および高電圧側の部材の間の領域に形成されている。低電圧側の部材は、たとえば、基準電位やグランド電位に固定される低電圧パッド13やシールド層69等を含む。
- [0126] 高電圧側の部材は、たとえば高電圧パッド14や上コイル21A、21等を含む。耐圧保持構造102は、低電圧側の部材および高電圧側の部材の間の領域に形成される電界に起因する耐圧劣化を抑制する。
- [0127] 耐圧保持構造102は、より具体的には、高電圧側の第1耐圧保持構造1

03および低電圧側の第2耐圧保持構造104を含む。図12では、第1耐圧保持構造103および第2耐圧保持構造104が簡略化して示されている。

[0128] 第1耐圧保持構造103は、上コイル21A, 21Bに沿って形成されている。第1耐圧保持構造103は、他の領域から上コイル21A, 21Bを区画するように、上コイル21A, 21Bを取り囲んでいる。

[0129] 第1耐圧保持構造103は、より具体的には、上コイル21A, 21B、および、上コイル21A, 21Bの間に形成された外側コイルエンド配線96を一括して取り囲んでいる。つまり、第1耐圧保持構造103は、平面視においてリング状（楕円リング状）に形成されている。

[0130] 第2耐圧保持構造104は、平面視で上コイル21A, 21Bおよび低電圧層配線53（低電圧パッド13）の間の領域に形成されている。第2耐圧保持構造104は、第1方向Aに沿ってライン状に延びている。

[0131] 第2耐圧保持構造104は、平面視において複数の低電圧層配線53（低電圧パッド13）に沿って形成されている。これにより、第2耐圧保持構造104は、平面視において低電圧パッド13の外郭よりも外側に張り出している。

[0132] 第2耐圧保持構造104は、複数の低電圧パッド13を横切るように、第1方向Aに沿ってライン状に延びている。これにより、第2耐圧保持構造104は、上コイル21A, 21Bから複数の低電圧パッド13（低電圧層配線53）をそれぞれ区画している。

[0133] 以下、図13～図17を参照して、耐圧保持構造102の構造についてより具体的に説明する。図13は、図12に示す領域XIIIの拡大図である。図14は、図13に示す領域XIVの拡大図である。図15は、図13に示す領域XVの拡大図である。図16は、図12に示すXVI-XVI線に沿う断面図である。図17は、図12に示すXVII-XVII線に沿う断面図である。

[0134] 図13では、説明の便宜上、上コイル21A, 21Bの外郭が太線によって示されている。上コイル21A, 21Bの外郭は、それぞれ、上コイル2

1 A, 2 1 Bの最外周を形成する1巻き分の螺旋パターン1 0 5の外周縁によって形成されている。

[0135] 図1 4では、説明の便宜上、下コイル2 0の外郭が破線によって示されている。下コイル2 0の外郭は、下コイル2 0の最外周を形成する1巻き分の螺旋パターンの外周縁によって形成されている。また、図1 4では、説明の便宜上、高電圧パッド1 4の第1パッド3 3および第2パッド3 4が、破線によってそれぞれ示されている。

[0136] 図1 3および図1 4を参照して、上コイル2 1 A, 2 1 Bは、内側コイルエンド2 2、外側コイルエンド9 4および螺旋パターン1 0 5をそれぞれ含む。

[0137] 上コイル2 1 A, 2 1 Bの内側コイルエンド2 2は、平面視において下コイル2 0の外郭によって取り囲まれた領域内にそれぞれ形成されている。上コイル2 1 A, 2 1 Bの外側コイルエンド9 4は、平面視において下コイル2 0の外郭によって取り囲まれた領域外の領域にそれぞれ形成されている。上コイル2 1 A, 2 1 Bの螺旋パターン1 0 5は、内側コイルエンド2 2から外側コイルエンド9 4に向けて外巻きに、それぞれ巻回されている。

[0138] 螺旋パターン1 0 5の巻回数は、5以上3 0以下（たとえば1 5）であってもよい。螺旋パターン1 0 5の幅は、0. 5 μm 以上5 μm 以下であってもよい。螺旋パターン1 0 5の幅は、1 μm 以上3 μm 以下であることが好ましい。螺旋パターン1 0 5の幅は、螺旋方向に直交する方向の幅で定義される。

[0139] 螺旋パターン1 0 5の巻回ピッチP T Lは、0. 1 μm 以上1 0 μm 以下であってもよい。螺旋パターン1 0 5の巻回ピッチP T Lは、1 μm 以上3 μm 以下であることが好ましい。螺旋パターン1 0 5の巻回ピッチP T Lは、螺旋方向に直交する方向に隣り合う2つの螺旋パターン1 0 5の間の距離によって定義される。

[0140] 上コイル2 1 A, 2 1 Bの内側コイルエンド2 2は、内側接続部1 0 6を介して内側コイルエンド配線3 7にそれぞれ接続されている。内側接続部1

06は、内側コイルエンド配線37から内側コイルエンド22に向けてそれぞれ引き出されている。

[0141] 上コイル21A, 21Bの外側コイルエンド94は、外側接続部107を介して外側コイルエンド配線96にそれぞれ接続されている。外側接続部107は、外側コイルエンド配線96から外側コイルエンド94に向けてそれぞれ引き出されている。

[0142] 下コイル20の構造は、第1実施形態において説明した通り、上コイル21A, 21Bの構造と略同様である。下コイル20についての具体的な説明は省略する。

[0143] 図13、図14および図17を参照して、第1耐圧保持構造103は、上コイル21A, 21Bと同一の絶縁層28（層間絶縁膜30）内に形成されている。第1耐圧保持構造103は、上コイル21A, 21Bと共通の工程を経て形成されている。したがって、第1耐圧保持構造103は、上コイル21A, 21Bと共通の電極層によって形成されている。

[0144] 第1耐圧保持構造103は、平面視において下コイル20の外郭（図14の破線参照）よりも外側に張り出すように、上コイル21A, 21Bの外郭に沿って形成されている。第1耐圧保持構造103は、さらに、平面視において第2パッド34の外郭（図14の破線参照）よりも外側に張り出すように、第2パッド34の外郭に沿って形成されている。

[0145] 第1耐圧保持構造103は、上コイル21A, 21B、および、上コイル21A, 21Bの間に形成された外側コイルエンド配線96を一括して取り囲んでいる。つまり、第1耐圧保持構造103は、平面視においてリング状（楕円リング状）に形成されている。第1耐圧保持構造103は、上コイル21A, 21B、および、上コイル21A, 21Bの間に形成された外側コイルエンド配線96を他の領域から区画している。

[0146] 第1耐圧保持構造103は、より具体的には、複数（たとえば6個）の第1ダミー導体パターン108の集合体によって形成された第1ダミー導体パターン群109を含む。図16および図17では、第1ダミー導体パターン

群109の一部が省略して示されている。複数の第1ダミー導体パターン108は、それぞれ、上コイル21A、21Bの螺旋パターン105に対して不連続なパターンを有している。

[0147] 複数の第1ダミー導体パターン108は、上コイル21A、21Bから離れる方向に沿って間隔を空けて形成されている。各第1ダミー導体パターン108は、上コイル21A、21B、および、上コイル21A、21Bの間に形成された外側コイルエンド配線96を一括して取り囲んでいる。つまり、各第1ダミー導体パターン108は、平面視においてリング状（楕円リング状）に形成されている。

[0148] 第1ダミー導体パターン108の幅は、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下であってもよい。第1ダミー導体パターン108の幅は、 $1\mu\text{m}$ 以上 $3\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。第1ダミー導体パターン108の幅は、螺旋パターン105の幅と等しくてもよい。第1ダミー導体パターン108の幅は、第1ダミー導体パターン108が延びる方向に直交する方向の幅で定義される。

[0149] この形態では、各第1ダミー導体パターン108は、電極層が存在しない開放部110を含む。各第1ダミー導体パターン108の開放部110は、絶縁層28（層間絶縁膜30）の一部によって形成されている。これにより、各第1ダミー導体パターン108は有端状に形成されている。

[0150] 第1ダミー導体パターン群109は、上コイル21A、21B側に位置する内側の第1ダミー導体パターン108、内側の第1ダミー導体パターン108に対して上コイル21A、21Bとは反対側に位置する外側の第1ダミー導体パターン108を含む。

[0151] 外側の第1ダミー導体パターン108は、内側の第1ダミー導体パターン108の開放部110を外側から閉塞するように延びている。外側の第1ダミー導体パターン108の開放部110は、内側の第1ダミー導体パターン108の開放部110とは異なる領域に形成されている。

[0152] 開放部110により、第1ダミー導体パターン108を含む開放回路が形成されている。つまり、開放部110は、電流経路が第1ダミー導体パター

ン１０８に形成されることを防止する。

[0153] これにより、第１ダミー導体パターン１０８に起因するノイズの発生が抑制される。むろん、複数の第１ダミー導体パターン１０８のうちの少なくとも１つまたは全部は、無端状であってもよい。

[0154] 各第１ダミー導体パターン１０８は、第１ダミー接続部１１１を介して外側コイルエンド配線９６に接続されている。これにより、各第１ダミー導体パターン１０８は、上コイル２１Ａ、２１Ｂの外側コイルエンド９４と同電位に固定されている。

[0155] 第１ダミー接続部１１１は、外側コイルエンド配線９６から任意の方向に沿って引き出されている。第１ダミー接続部１１１は、外側接続部１０７とは異なる領域から引き出されていてもよい。第１ダミー接続部１１１は、この形態では、外側接続部１０７とは異なる領域から第２方向Ｂに沿って引き出されている。

[0156] 第１耐圧保持構造１０３は、第１近接領域１１２、第２近接領域１１３、第１接続領域１１４および第２接続領域１１５を含む。第１近接領域１１２、第２近接領域１１３、第１接続領域１１４および第２接続領域１１５は、それぞれ、第１ダミー導体パターン群１０９によって形成されている。

[0157] 第１近接領域１１２は、第１上コイル２１Ａに近接し、第１上コイル２１Ａの外郭に沿ってＵ字状に延びている。第１近接領域１１２は、第１上コイル２１Ａを三方向から挟み込んでいる。第１近接領域１１２は、低電圧パッド１３（低電圧層配線５３）およびシールド層６９から、第１上コイル２１Ａを区画している。

[0158] 第２近接領域１１３は、第２上コイル２１Ｂに近接し、第２上コイル２１Ｂの外郭に沿ってＵ字状に延びている。第２近接領域１１３は、第２上コイル２１Ｂを三方向から挟み込んでいる。第２近接領域１１３は、低電圧パッド１３（低電圧層配線５３）およびシールド層６９から第２上コイル２１Ｂを区画している。

[0159] 第１接続領域１１４は、外側コイルエンド配線９６に対して低電圧パッド

13側の領域において、第1方向Aに沿って延びるライン状に形成されている。第1接続領域114は、第1近接領域112の一端および第2近接領域113の一端を接続している。第1接続領域114は、低電圧パッド13（低電圧層配線53）から上コイル21A、21Bの一部および外側コイルエンド配線96を区画している。

[0160] 第1接続領域114は、より具体的には、外側コイルエンド配線96に対して低電圧パッド13側の領域において、第2パッド34の外郭（図14の破線参照）に沿って形成されている。

[0161] 第1接続領域114に含まれる複数の第1ダミー導体パターン108は、第2パッド34から離れる方向に沿って間隔を空けて形成されている。第2パッド34から離れる方向は、第2方向Bである。

[0162] 第2接続領域115は、外側コイルエンド配線96に対して第1接続領域114とは反対側の領域において、第1方向Aに沿って延びるライン状に形成されている。第2接続領域115は、第1近接領域112の他端および第2近接領域113の他端を接続している。第2接続領域115は、シールド層69から上コイル21A、21Bの一部および外側コイルエンド配線96を区画している。

[0163] 第2接続領域115は、より具体的には、外側コイルエンド配線96に対して第1接続領域114とは反対側の領域において、第2パッド34の外郭（図14の破線参照）に沿って形成されている。

[0164] 第2接続領域115に含まれる複数の第1ダミー導体パターン108は、第2パッド34から離れる方向に沿って間隔を空けて形成されている。第2パッド34から離れる方向は、第2方向Bである。

[0165] 第1近接領域112および第2近接領域113に含まれる複数の第1ダミー導体パターン108は、それぞれ第1ピッチPT1で形成されている。複数の第1ダミー導体パターン108の第1ピッチPT1は、螺旋パターン105の巻回ピッチPTLと等しくてもよい（ $PT1 = PTL$ ）。

[0166] 第1ピッチPT1は、上コイル21A、21Bに最も近接する第1ダミー

導体パターン108および上コイル21A, 21Bの間の距離、ならびに、互いに隣り合う2つの第1ダミー導体パターン108の間の距離によって定義される。

[0167] 第1接続領域114および第2接続領域115に含まれる複数の第1ダミー導体パターン108は、それぞれ、第2ピッチPTa, PTb, PTc, PTd, PTe, PTfで形成されている。

[0168] 第2ピッチPTaは、第2パッド34に最も近接する第1ダミー導体パターン108および第2パッド34の間の第2方向Bに沿う距離によって定義される。第2ピッチPTb~PTfは、それぞれ互いに隣り合う2つの第1ダミー導体パターン108の間の第2方向Bに沿う距離によって定義される。

[0169] 第2ピッチPTa~PTfは、それぞれ、第1ピッチPT1とは異なる値を取り得る($PTa \sim PTf \neq PT1$)。第2ピッチPTa~PTfは、 $1\mu m$ 以上 $50\mu m$ 以下であってもよい。第2ピッチPTa~PTfは、 $1\mu m$ 以上 $50\mu m$ 以下の範囲で種々の値を取り得る。第2ピッチPTa~PTfの各値については、後に詳述する。

[0170] 第1近接領域112および第2近接領域113において、下コイル20の外郭に対する第1耐圧保持構造103の張り出し量Z1は、 $0\mu m$ を超えて $100\mu m$ 以下であってもよい($0\mu m < Z1 \leq 100\mu m$)。張り出し量Z1は、第1ダミー導体パターン108の個数や第1ピッチPT1の値を変更することにより調整されてもよい。

[0171] 電子部品101が $5000V$ 以上の耐圧を有する場合の一つの形態例は以下の通りである。絶縁層28は、 $8MV/cm$ 以上 $10MV/cm$ 以下の絶縁破壊強度を有していてもよい。

[0172] 絶縁層28は、 SiO_2 または SiN のうちの少なくとも一方を含んでいてもよい。この場合、張り出し量Z1は、 $10\mu m$ 以上であることが好ましい。より具体的には、張り出し量Z1は、 $20\mu m$ 以上であることがさらに好ましい。

- [0173] 張り出し量Z1は、第1近接領域112および第2近接領域113において、下コイル20の外郭および第1耐压保持構造103の最外周を形成する第1ダミー導体パターン108の外周縁の間の距離によって定義される。
- [0174] 樹脂パッケージ2は、0.1以上0.3MV/cm以下の絶縁破壊強度を有していてもよい。樹脂パッケージ2は、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂またはポリベンゾオキサゾール樹脂のうちの少なくとも一つのモールド樹脂を含んでいてもよい。「絶縁破壊強度」は、絶縁破壊が引き起こされることなく印加可能な電界強度の最大値によって定義される（以下、同じ）。
- [0175] 第1耐压保持構造103の第1近接領域112は、第1上コイル21A側で耐压の低下を抑制する第1コイル側耐压保持構造116を形成している。第1コイル側耐压保持構造116は、より具体的には、第1上コイル21Aおよび低電圧パッド13（低電圧層配線53）の間に形成される電界に起因する耐压の低下を抑制する。また、第1コイル側耐压保持構造116は、第1上コイル21Aおよびシールド層69の間に形成される電界に起因する耐压の低下を抑制する。
- [0176] 第1耐压保持構造103の第2近接領域113は、第2上コイル21B側で耐压の低下を抑制する第2コイル側耐压保持構造117を形成している。第2コイル側耐压保持構造117は、より具体的には、第2上コイル21Bおよび低電圧パッド13（低電圧層配線53）の間に形成される電界に起因する耐压の低下を抑制する。また、第2コイル側耐压保持構造117は、第2上コイル21Bおよびシールド層69の間に形成される電界に起因する耐压の低下を抑制する。
- [0177] 第1耐压保持構造103の第1接続領域114は、第2パッド34側で耐压の低下を抑制する第1パッド側耐压保持構造118を形成している。第1パッド側耐压保持構造118は、より具体的には、外側コイルエンド配線96および低電圧パッド13（低電圧層配線53）の間に形成される電界に起因する耐压の低下を抑制する。また、第1パッド側耐压保持構造118は、第2パッド34およびシールド層69の間に形成される電界に起因する耐压

の低下を抑制する。

[0178] 第1 耐压保持構造 103 の第2 接続領域 115 は、第2 パッド 34 側で耐压の低下を抑制する第2 パッド側耐压保持構造 119 を形成している。第2 パッド側耐压保持構造 119 は、より具体的には、第2 パッド 34 およびシールド層 69 の間に形成される電界に起因する耐压の低下を抑制する。

[0179] 図 13、図 15 および図 17 を参照して、第2 耐压保持構造 104 は、上コイル 21A、21B と同一の絶縁層 28（層間絶縁膜 30）内に形成されている。第2 耐压保持構造 104 は、上コイル 21A、21B と共通の工程を経て形成されている。したがって、第2 耐压保持構造 104 は、上コイル 21A、21B と共通の電極層によって形成されている。

[0180] 第2 耐压保持構造 104 は、複数（たとえば3個）の第2 ダミー導体パターン 121 の集合体によって形成された第2 ダミー導体パターン群 122 を含む。図 16 および図 17 では、第2 ダミー導体パターン群 122 の一部が省略して示されている。複数の第2 ダミー導体パターン 121 は、それぞれ、上コイル 21A、21B の螺旋パターン 105 に対して不連続なパターンを有している。

[0181] 複数の第2 ダミー導体パターン 121 は、それぞれ、第1 方向Aに沿って延びるライン状のパターンを含む。複数の第2 ダミー導体パターン 121 は、第2 方向Bに沿って互いに間隔を空けて配列されている。

[0182] 第2 ダミー導体パターン 121 の幅は、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $5\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。第2 ダミー導体パターン 121 の幅は、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。第2 ダミー導体パターン 121 の幅は、螺旋パターン 105 の幅と等しくてもよい。

[0183] 第2 ダミー導体パターン 121 の幅は、第1 ダミー導体パターン 108 の幅と等しくてもよい。第2 ダミー導体パターン 121 の幅は、第2 ダミー導体パターン 121 が延びる方向に直交する方向の幅で定義される。第2 ダミー導体パターン 121 が延びる方向に直交する方向は、第2 方向Bである。

[0184] 複数の第2 ダミー導体パターン 121 は、それぞれ第3 ピッチPT3で形

成されている。第3ピッチ $PT3$ は、螺旋パターン105の巻回ピッチ PTL と等しくてもよい($PT3 = PTL$)。

[0185] 第3ピッチ $PT3$ は、低電圧パッド13に最も近接する第2ダミー導体パターン121および低電圧パッド13の間の距離、ならびに、互いに隣り合う2つの第2ダミー導体パターン121の間の距離によって定義される。

[0186] 各第2ダミー導体パターン121は、有端状に形成されている。これにより、第2ダミー導体パターン121を含む開放回路が形成されている。つまり、開放回路は、第2ダミー導体パターン121に電流経路が形成されることを防止する。

[0187] これにより、第2ダミー導体パターン121に起因するノイズの発生が抑制される。むろん、複数の第2ダミー導体パターン121のうちの少なくとも1つまたは全部は、無端状であってもよい。

[0188] 各第2ダミー導体パターン121は、第2ダミー接続部123を介して低電圧層配線53に接続されている。これにより、各第2ダミー導体パターン121は、低電圧パッド13（低電圧層配線53）と同電位に固定されている。

[0189] 第2ダミー接続部123は、任意の低電圧層配線53から上コイル21A，21B側の領域に向けて引き出されている。第2ダミー接続部123は、この形態では、下コイル20の外側コイルエンド配線97に対応する低電圧層配線53から引き出されている。

[0190] 第2ダミー接続部123は、この形態では、第2方向Bに沿ってライン状に引き出されている。1つまたは複数の第2ダミー接続部123が、1つまたは複数の低電圧層配線53から引き出されていてもよい。

[0191] 第2耐圧保持構造104の張り出し量 $Z2$ は、 $0\mu m$ を超えて $50\mu m$ 以下であってもよい($0\mu m < Z2 \leq 50\mu m$)。第2耐圧保持構造104の張り出し量 $Z2$ は、第2方向Bに関して、低電圧パッド13の外郭と、上コイル21A，21Bに最も近接する第2ダミー導体パターン121の上コイル21A，21B側の周縁との間の距離によって定義される。

[0192] 第2耐压保持構造104は、第1上コイル21Aおよび低電圧パッド13（低電圧層配線53）の間に形成される電界に起因する耐压の低下を抑制する。また、第2耐压保持構造104は、第2上コイル21Bおよび低電圧パッド13（低電圧層配線53）の間に形成される電界に起因する耐压の低下を抑制する。また、第2耐压保持構造104は、第2パッド34および低電圧パッド13（低電圧層配線53）の間に形成される電界に起因する耐压の低下を抑制する。

[0193] 次に、耐压保持構造102および電界強度の関係、ならびに、耐压保持構造102および絶縁破壊耐量の関係について具体的に説明する。電界強度には、電界強度のピーク値が含まれるものとする。

[0194] 以下では、第1コイル側耐压保持構造116を例にとって説明するが、第2コイル側耐压保持構造117に対しても同様の説明が成り立つ。したがって、第1コイル側耐压保持構造116に関する説明は第2コイル側耐压保持構造117に関する説明に準用されるものとし、第2コイル側耐压保持構造117に関する説明については省略する。

[0195] また、以下では、第1パッド側耐压保持構造118を例にとって説明するが、第2パッド側耐压保持構造119に対しても同様の説明が成り立つ。したがって、第1パッド側耐压保持構造118に関する説明は第2パッド側耐压保持構造119に関する説明に準用されるものとし、第2パッド側耐压保持構造119に関する説明については省略する。

[0196] 第1コイル側耐压保持構造116において、第1耐压保持構造103の張り出し量Z1と電界強度との関係を調べるため、下記の表1に示される通り、6つのサンプルA1、B1、C1、D1、E1、F1が用意された。

[0197] [表1]

【表1】

サンプル	A1	B1	C1	D1	E1	F1
張り出し量Z1	0 μm	10 μm	20 μm	30 μm	40 μm	50 μm

[0198] サンプルA1は、参考例に係る電子部品である。参考例に係る電子部品は

、耐圧保持構造 102 を備えていない点を除き、本実施形態に係る電子部品 101 と同様の構造を有している。参考例に係る電子部品の構造については、説明を省略する（以下において同じ）。

[0199] サンプル B 1 は、第 1 耐圧保持構造 103 の張り出し量 Z 1 が $10\ \mu\text{m}$ に設定された電子部品 101 である。サンプル C 1 は、第 1 耐圧保持構造 103 の張り出し量 Z 1 が $20\ \mu\text{m}$ に設定された電子部品 101 である。

[0200] サンプル D 1 は、第 1 耐圧保持構造 103 の張り出し量 Z 1 が $30\ \mu\text{m}$ に設定された電子部品 101 である。サンプル E 1 は、第 1 耐圧保持構造 103 の張り出し量 Z 1 が $40\ \mu\text{m}$ に設定された電子部品 101 である。サンプル F 1 は、第 1 耐圧保持構造 103 の張り出し量 Z 1 が $50\ \mu\text{m}$ に設定された電子部品 101 である。

[0201] 図 18 は、第 1 耐圧保持構造 103 の張り出し量 Z 1 と電界強度との関係をシミュレーションにより求めたグラフである。図 18 において、縦軸は電界強度 $[\text{kV}/\text{mm}]$ を表し、横軸は第 1 耐圧保持構造 103 およびシールド層 69 の間の距離 $[\mu\text{m}]$ を表している。

[0202] 以下では、上コイル 21A、21B の外郭（最外周縁）を単に「上コイル端」という。また、第 1 耐圧保持構造 103 の外郭（最外周縁）を単に「第 1 耐圧保持構造端」という。また、シールド層 69 の内郭（内周縁）を単に「シールド層端」という。

[0203] 図 18 には、第 1 曲線 LN1、第 2 曲線 LN2、第 3 曲線 LN3、第 4 曲線 LN4、第 5 曲線 LN5 および第 6 曲線 LN6 が示されている。

[0204] 第 1 曲線 LN1 は、サンプル A 1 のシミュレーション結果を示している。第 2 曲線 LN2 は、サンプル B 1 のシミュレーション結果を示している。第 3 曲線 LN3 は、サンプル C 1 のシミュレーション結果を示している。

[0205] 第 4 曲線 LN4 は、サンプル D 1 のシミュレーション結果を示している。第 5 曲線 LN5 は、サンプル E 1 のシミュレーション結果を示している。第 6 曲線 LN6 は、サンプル F 1 のシミュレーション結果を示している。

[0206] 第 1 曲線 LN1 を参照して、サンプル A 1 の上コイル端側の電界強度は、

56 kV/mmであった。第2曲線LN2を参照して、サンプルB1の第1耐圧保持構造端の電界強度は、34 kV/mmであった。第3曲線LN3を参照して、サンプルC1の第1耐圧保持構造端の電界強度は、28 kV/mmであった。

[0207] 第4曲線LN4を参照して、サンプルD1の第1耐圧保持構造端の電界強度は、28 kV/mmであった。第5曲線LN5を参照して、サンプルE1の第1耐圧保持構造端の電界強度は、28 kV/mmであった。第6曲線LN6を参照して、サンプルF1の第1耐圧保持構造端の電界強度は、28 kV/mmであった。

[0208] このように、サンプルA1の上コイル端の電界強度は、サンプルB1～F1の電界強度よりも高かった。つまり、第1耐圧保持構造103を有さないサンプルA1では、上コイル端に対する電界集中が顕著であった。その一方で、第1耐圧保持構造103をそれぞれ有するサンプルB1～F1では、上コイル端に対する電界集中が緩和されていることが分かった。

[0209] 第1曲線LN1を参照して、サンプルA1のシールド層端の電界強度は、20 kV/mmであった。第2曲線LN2を参照して、サンプルB1のシールド層端の電界強度は、24 kV/mmであった。第3曲線LN3を参照して、サンプルC1のシールド層端の電界強度は、26 kV/mmであった。

[0210] 第4曲線LN4を参照して、サンプルD1のシールド層端の電界強度は、28 kV/mmであった。第5曲線LN5を参照して、サンプルE1のシールド層端の電界強度は、29 kV/mmであった。第6曲線LN6を参照して、サンプルF1のシールド層端の電界強度は、30 kV/mmであった。

[0211] シールド層端の電界強度は、第1耐圧保持構造103の張り出し量Z1の増加に比例するように増加した。これは、電界強度が距離に反比例する物理法則に適う結果である。

[0212] 以上のように、第1曲線LN1～第6曲線LN6より、第1耐圧保持構造103の張り出し量Z1を零にしない限り（つまり、張り出し量 $Z1 > 0$ ）、上コイル端に対する電界集中が緩和されることが分かった。その一方で、

第1 耐压保持構造103の張り出し量Z1が $20\mu\text{m}$ を超えると、第1 耐压保持構造端の電界強度は、 28 kV/mm 程度に落ち着いた。

[0213] つまり、第1 耐压保持構造103の張り出し量Z1が或る値（ここでは $20\mu\text{m}$ ）を超えると、第1 耐压保持構造103側の電界強度が、第1 耐压保持構造端およびシールド層端の間の距離に支配されることが分かった。これは、シールド層端の電界強度が高まった理由の一つでもある。

[0214] 図18の結果を以下にまとめる。第1 耐压保持構造103（第1 コイル側耐压保持構造116）を設けることが好ましい。これにより、上コイル21A、21Bおよび下コイル20の間に形成される電界の終端を、上コイル21A、21B側から第1 耐压保持構造103側に移行させることができる。

[0215] また、第1 耐压保持構造103は、上コイル21A、21Bの外郭から外側に向かって張り出している。したがって、下コイル20および上コイル21A、21Bの間に形成される電界を第1 耐压保持構造103によって遮蔽できる。これにより、上コイル21A、21Bの端部に回り込むように電界が形成されることを抑制できる。

[0216] その結果、上コイル21A、21Bに対する電界集中を緩和できる。より具体的には、上コイル21A、21Bおよび低電圧パッド13の間の領域において、上コイル端（第1 耐压保持構造端）に対する電界集中を緩和できる。また、上コイル21A、21Bおよびシールド層69の間の領域において、上コイル端（第1 耐压保持構造端）に対する電界集中を緩和できる。

[0217] 第1 耐压保持構造103の張り出し量Z1は、 $0\mu\text{m}$ を超えることが好ましい。「張り出し量Z1が $0\mu\text{m}$ を超える」とは、第1 ダミー導体パターン108を形成することと同義である。

[0218] 第1 耐压保持構造103の張り出し量Z1は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であってもよい。この場合、第1 耐压保持構造端の電界強度が 34 kV/mm 以下になり、上コイル端に対する電界集中を緩和できる。また、この場合、第1 耐压保持構造端の電界強度およびシールド層端の電界強度の間の差の絶対値が、 15 kV/mm 以下になる。

[0219] 第1耐圧保持構造103の張り出し量Z1は、 $20\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。この場合、第1耐圧保持構造端の電界強度が、 $30\mu\text{m}$ 以下になり、上コイル端に対する電界集中を緩和できる。また、この場合、第1耐圧保持構造端の電界強度およびシールド層端の電界強度の間の差の絶対値が、 5 kV/mm 以下になる。

[0220] 第2耐圧保持構造104と電界強度との関係を知るため、下記の表2に示される通り、4つのサンプルA2、B2、C2、D2が用意された。

[0221] [表2]

【表2】

サンプル	A2	B2	C2	D2
第2ダミーパターン121の個数	0 pcs	3 pcs	6 pcs	12 pcs

[0222] サンプルA2は、参考例に係る電子部品である。サンプルB2は、3個の第2ダミー導体パターン121を含む電子部品101である。サンプルC2は、6個の第2ダミー導体パターン121を含む電子部品101である。サンプルD2は、12個の第2ダミー導体パターン121を含む電子部品101である。

[0223] 図19は、第2ダミー導体パターン121の個数と電界強度との関係をシミュレーションにより求めたグラフである。図19において、縦軸は電界強度 $[\text{kV/mm}]$ を表し、横軸は第2ダミー導体パターン121の個数 $[\text{pcs}]$ を表している。

[0224] 以下では、低電圧パッド13の上コイル21A、21B側の周縁を単に「低電圧パッド端」という。また、第2耐圧保持構造104の上コイル21A、21B側の周縁を単に「第2耐圧保持構造端」という。

[0225] 図19には、第1プロット点P1、第2プロット点P2、第3プロット点P3および第4プロット点P4が示されている。

[0226] 第1プロット点P1は、サンプルA2において、低電圧パッド端の電界強度を示している。第2プロット点P2は、サンプルB2において、第2耐圧

保持構造端の電界強度を示している。

[0227] 第3プロット点P3は、サンプルC2において、第2耐圧保持構造端の電界強度を示している。第4プロット点P4は、サンプルD2において、第2耐圧保持構造端の電界強度を示している。

[0228] 第1プロット点P1を参照して、サンプルA2において、低電圧パッド端の電界強度は、 45 kV/mm であった。第2プロット点P2を参照して、サンプルB2において、第2耐圧保持構造端の電界強度は、 30 kV/mm であった。

[0229] 第3プロット点P3を参照して、サンプルC2において、第2耐圧保持構造端の電界強度は、 35 kV/mm であった。第4プロット点P4を参照して、サンプルD2において、第2耐圧保持構造端の電界強度は、 38 kV/mm であった。

[0230] このように、サンプルA2の低電圧パッド端の電界強度は、サンプルB2～D2の第2耐圧保持構造端の電界強度よりも高かった。つまり、第2耐圧保持構造端を有さないサンプルA2では、低電圧パッド端に対する電界集中が顕著であった。その一方で、第2耐圧保持構造端をそれぞれ有するサンプルB2～D2では、低電圧パッド端に対する電界集中が緩和されていることが分かった。

[0231] 図示は省略するが、サンプルB2において、上コイル端の電界強度は、 25 kV/mm であった。図示は省略するが、サンプルC2において、上コイル端の電界強度は、 30 kV/mm であった。図示は省略するが、サンプルD2において、上コイル端の電界強度は、 31 kV/mm であった。

[0232] 上コイル端の電界強度は、第2ダミー導体パターン121の個数の増加に比例するように増加した。これは、電界強度が距離に反比例する物理法則に適う結果である。

[0233] 以上のように、第2耐圧保持構造104を形成することによって、低電圧パッド13に対する電界集中が緩和されることが分かった。その一方で、低電圧パッド13に対する電界集中の抑制効果は、第2ダミー導体パターン1

21の個数の増加によって高まるとは限らないことが分かった。

[0234] 図19の結果を以下にまとめる。第2耐压保持構造104を形成することが好ましい。これにより、低電圧パッド13および上コイル21A, 21Bの間の領域において、低電圧パッド端（第2耐压保持領域端）に対する電界集中を緩和できる。また、低電圧パッド13および第2パッド34の間の領域において、低電圧パッド端（第2耐压保持領域端）に対する電界集中を緩和できる。

[0235] 第2耐压保持構造104の張り出し量Z2は、 $0\mu\text{m}$ を超えることが好ましい。「張り出し量Z2が $0\mu\text{m}$ を超える」とは、実質的に、第2ダミー導体パターン121を形成することと同義である。

[0236] 第2ダミー導体パターン121の個数は、12個以下であってもよい。この場合、第2耐压保持構造104の張り出し量Z2は、 $0\mu\text{m}$ を超えて $50\mu\text{m}$ 以下であってもよい。この場合、第2耐压保持構造104に対する電界強度は 35 kV/mm 以下となり、低電圧パッド端（第2耐压保持領域端）に対する電界集中を緩和できる。この場合、第2耐压保持構造端の電界強度および上コイル端の電界強度の間の差の絶対値が、 10 kV/mm 以下であってもよい。

[0237] 第2ダミー導体パターン121の個数は、6個以下であってもよい。この場合、第2耐压保持構造104の張り出し量Z2は、 $0\mu\text{m}$ を超えて $25\mu\text{m}$ 以下であってもよい。この場合、低電圧パッド端に対する電界強度は 35 kV/mm 以下となり、低電圧パッド端（第2耐压保持領域端）に対する電界集中を緩和できる。この場合、第2耐压保持構造端の電界強度および上コイル端の電界強度の間の差の絶対値が、 5 kV/mm 以下であってもよい。

[0238] 第2ダミー導体パターン121の個数は、3個以下であってもよい。この場合、第2耐压保持構造104の張り出し量Z2は、 $0\mu\text{m}$ を超えて $10\mu\text{m}$ 以下であってもよい。この場合、低電圧パッド端に対する電界強度は、 30 kV/mm 以下となり、低電圧パッド端（第2耐压保持領域端）に対する電界集中を緩和できる。この場合、第2耐压保持構造端の電界強度および上

コイル端の電界強度の間の差の絶対値が、 5 kV/mm 以下であってもよい。

[0239] 第1パッド側耐圧保持構造118と電界強度との関係を知るため、下記の表3に示される通り、3つのサンプルA3、B3、C3が用意された。3つのサンプルA3、B3、C3では、第2ピッチPTa~PTf（図14も併せて参照）が、それぞれ、下記の表3に示される通りの値に設定されている。

[0240] 以下では、第2パッド34の低電圧パッド13（低電圧層配線53）側の端部を単に「第2パッド端」という。また、第1パッド側耐圧保持構造118（第1耐圧保持構造103）の低電圧パッド13（低電圧層配線53）側の端部を単に「第1パッド側耐圧保持構造端」という。

[0241] [表3]

【表3】				
	参考例	サンプルA3	サンプルB3	サンプルC3
第2ピッチPTa		20 μm	1 μm	5 μm
第2ピッチPTb		20 μm	10 μm	10 μm
第2ピッチPTc		20 μm	20 μm	30 μm
第2ピッチPTd		20 μm	20 μm	30 μm
第2ピッチPTe		10 μm	20 μm	10 μm
第2ピッチPTf		1 μm	20 μm	5 μm
合計値		91 μm	91 μm	90 μm
電界強度	66 kV/mm	25 kV/mm	9 kV/mm	5 kV/mm

[0242] ここでは、サンプルA3~C3について、第1パッド側耐圧保持構造端（第2パッド端）の電界強度が求められた。表3では、参考例に係る電子部品の第2パッド端の電界強度も示されている。

[0243] サンプルA3において、第1パッド側耐圧保持構造端の電界強度は、 25 kV/mm であった。サンプルB3において、第1パッド側耐圧保持構造端の電界強度は、 9 kV/mm であった。サンプルC3において、第1パッド側耐圧保持構造端の電界強度は、 5 kV/mm であった。

[0244] このことから、第2ピッチPTa~PTfの合計値が略等しく設定されている場合であっても、第2ピッチPTa~PTfの値を異ならせることによ

って、第2パッド端の電界強度が変化することが分かった。

[0245] 特に、サンプルB3およびサンプルC3のように、第2ピッチPTaを $10\mu\text{m}$ 以下に設定することにより、第2パッド端の電界強度を適切に緩和できることが分かった。

[0246] 表3の結果を以下にまとめる。第2パッド34に沿って第1パッド側耐压保持構造118（第1耐压保持構造103）を形成することが好ましい。これにより、第2パッド端に対する電界集中を緩和できる。

[0247] 第2パッド34に最近接する第1ダミー導体パターン108と第2パッド34との間の第2ピッチPTaは、第2ピッチPTb～PTf以下であることが好ましい。これにより、上コイル21A、21Bおよび下コイル20の間に形成される電界の終端を、第2パッド端から最近接の第1ダミー導体パターン108に移行させることができる。よって、第2パッド端に対する電界強度を適切に緩和できる。

[0248] また、第2ピッチPTaは、上コイル21A、21Bおよび下コイル20の間の縦方向距離 L_2 以下（ $PTa \leq L_2$ ）であることが好ましい。縦方向距離 L_2 は、下コイル20および上コイル21の間の絶縁層28のトータル厚さ L_2 である。

[0249] 第2パッド34に最近接する第2ピッチPTaは、 $10\mu\text{m}$ 以下（ $PTa \leq 10\mu\text{m}$ ）であることが好ましい。これにより、第1パッド側耐压保持構造端の電界強度が、 10kV/mm 以下になり、第2パッド端の電界強度を効果的に低減できる。

[0250] 第1パッド側耐压保持構造118の第2ピッチPTa～PTfについては、必ずしも、上記表3の値に設定される必要はない。第2パッド34および低電圧パッド13の間において緩和すべき電界強度に基づいて、種々の値が、第1パッド側耐压保持構造118の第2ピッチPTa～PTfに設定されてもよい。

[0251] 第2パッド側耐压保持構造119の第2ピッチPTa～PTfについては、必ずしも、第1パッド側耐压保持構造118の第2ピッチPTa～PTf

と同一に設定される必要はない。第2パッド34およびシールド層69の間において緩和すべき電界強度に基づいて、種々の値が、第2パッド側耐圧保持構造119の第2ピッチPTa~PTfに設定されてもよい。

[0252] 図20は、本発明の参考例に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧および電子部品101の平均絶縁破壊電圧を比較したグラフである。図20において、縦軸は平均絶縁破壊電圧[kVrms]を表している。

[0253] 図20を参照して、電子部品101の平均絶縁破壊電圧は、参考例に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧に対して6.2%だけ増加した。このことから、耐圧保持構造102により、平均絶縁破壊電圧を向上できることが分かった。

[0254] 以上のように、電子部品101によれば、耐圧保持構造102によって各部材に対する電界集中を緩和できる。よって、絶縁破壊耐量を向上できる電子部品101を提供できる。

[0255] 図21は、図16に対応する部分の図であり、本発明の第3実施形態に係る電子部品131の断面図である。この形態では、電子部品101の構造に対応する構造については、同一の参照符号を付して説明を省略する。

[0256] 図21を参照して、電子部品131は、樹脂膜77を含む(図3等も併せて参照)。樹脂膜77は、この形態では、平面視において第1耐圧保持構造103に重なっている。樹脂膜77は、より具体的には、第1耐圧保持構造103の全域を覆っている。

[0257] したがって、平面視において樹脂膜77の外周縁によって取り囲まれた領域内に、上コイル21A, 21Bおよび第1耐圧保持構造103が収まっている。

[0258] 樹脂膜77は、絶縁層積層構造27の一部の表面を被覆していてもよい。樹脂膜77は、絶縁層積層構造27の表面全域を被覆していてもよい。

[0259] 以上、電子部品131によれば、第2実施形態において述べた効果に加えて、第1実施形態において述べた効果と同様な効果を奏することができる。

[0260] 図22は、図14に対応する部分の図であり、本発明の第4実施形態に係

る電子部品 1 4 1 の第 1 上コイル 2 1 A 側の平面構造を説明するための図である。この形態では、電子部品 1 0 1 の構造に対応する構造については、同一の参照符号を付して説明を省略する。

[0261] 電子部品 1 4 1 において、上コイル 2 1 A, 2 1 B の螺旋パターン 1 0 5 は、第 1 螺旋パターン 1 4 2 および第 2 螺旋パターン 1 4 3 をそれぞれ含む。第 1 螺旋パターン 1 4 2 は、平面視において下コイル 2 0 と対向する領域において、外巻に引き回されている。

[0262] 第 2 螺旋パターン 1 4 3 は、平面視において下コイル 2 0 外の領域において、第 1 螺旋パターン 1 4 2 から連続的に外巻きに引き回されている。第 2 螺旋パターン 1 4 3 は、外側コイルエンド配線 9 6 に接続されている。

[0263] 第 1 耐圧保持構造 1 0 3 は、第 2 螺旋パターン 1 4 3 を含むことができる。つまり、第 1 コイル側耐圧保持構造 1 1 6 および第 2 コイル側耐圧保持構造 1 1 7 は、それぞれ、第 2 螺旋パターン 1 4 3 を含むことができる。

[0264] この形態では、張り出し量 Z 1 に代えて、下コイル 2 0 の外郭に対する第 2 螺旋パターン 1 4 3 および第 1 耐圧保持構造 1 0 3 のトータル張り出し量 Z 4 が適用される。トータル張り出し量 Z 4 は、 $0\ \mu\text{m}$ を超えて $100\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。

[0265] トータル張り出し量 Z 4 は、下コイル 2 0 の外郭に対する第 2 螺旋パターン 1 4 3 の張り出し量 Z 3 と、第 2 螺旋パターン 1 4 3 の外郭（上コイル 2 1 A, 2 1 B の外郭）に対する第 1 耐圧保持構造 1 0 3 の張り出し量 Z 1 との和（ $= Z 3 + Z 1$ ）によって定義される。

[0266] トータル張り出し量 Z 4 は、第 2 螺旋パターン 1 4 3 の巻回数や巻回ピッチ P T L を変更することにより調整されてもよい。トータル張り出し量 Z 4 は、第 1 ダミー導体パターン 1 0 8 の個数や第 1 ピッチ P T 1 の値を変更することにより調整されてもよい。

[0267] 次に、第 2 螺旋パターン 1 4 3 および電界強度の関係について説明する。ここでは、第 2 螺旋パターン 1 4 3 および電界強度の関係を調べるため、図 2 3、図 2 4 および図 2 5 に示される 3 つのサンプル A 4, B 4, C 4 が用

意された。

[0268] 図23は、図22に示す電子部品141のサンプルA4の上コイル21（上コイル21A，21B）を示す平面図である。図24は、図22に示す電子部品141のサンプルB4の上コイル21（上コイル21A，21B）を示す平面図である。図25は、図22に示す電子部品141のサンプルC4の上コイル21（上コイル21A，21B）を示す平面図である。

[0269] 図23、図24および図25では、説明の便宜上、上コイル21を楕円環状で示し、下コイル20の外郭を破線によって示している。下コイル20の構造は、巻回数が異なる点を除いて上コイル21A，21Bの構造と同様であるので、図23、図24および図25では、具体的な説明を省略する。

[0270] また、図23、図24および図25では、第2螺旋パターン143および電界強度の関係を調べるため、第1耐圧保持構造103は形成されていない。つまり、第1耐圧保持構造103の張り出し量Z1は零（張り出し量Z1=0）である。

[0271] 図23を参照して、サンプルA4では、下コイル20の巻回数が13である。一方、上コイル21A，21Bにおいて、第1螺旋パターン142の巻回数は13であり、第2螺旋パターン143の巻回数は2である。トータル張り出し量Z4は、8 μ m以上13 μ m以下（ここでは、10 μ m程度）である。

[0272] 図24を参照して、サンプルB4では、下コイル20の巻回数が10である。一方、上コイル21A，21Bにおいて、第1螺旋パターン142の巻回数は10であり、第2螺旋パターン143の巻回数は5である。トータル張り出し量Z4は、17 μ m以上23 μ m以下（ここでは、20 μ m程度）である。

[0273] 図25を参照して、サンプルC4では、下コイル20の巻回数が7である。一方、上コイル21A，21Bにおいて、第1螺旋パターン142の巻回数は7であり、第2螺旋パターン143の巻回数は8である。トータル張り出し量Z4は、27 μ m以上33 μ m以下（ここでは、30 μ m程度）であ

る。

[0274] 図26は、サンプルA4、サンプルB4およびサンプルC4の電界強度の測定結果を示すグラフである。図26において、縦軸は電界強度 $[kV/mm]$ であり、横軸はトータル張り出し量 $Z4 [\mu m]$ である。

[0275] 図26には、第1プロット点P11、第2プロット点P12、第3プロット点P13および第4プロット点P14が示されている。

[0276] 第1プロット点P11は、参考例に係る電子部品の上コイル端の電界強度を示している。第2プロット点P12は、サンプルA4の第2螺旋パターン143の端部の電界強度を示している。

[0277] 第3プロット点P13は、サンプルB4の第2螺旋パターン143の端部の電界強度を示している。第4プロット点P14は、サンプルC4の第2螺旋パターン143の端部の電界強度を示している。

[0278] 第1プロット点P11を参照して、参考例に係る電子部品において、上コイル端の電界強度は、 $66 kV/mm$ であった。

[0279] 第2プロット点P12を参照して、サンプルA4の第2螺旋パターン143の端部の電界強度は、 $30 kV/mm$ 以上 $35 kV/mm$ 以下であった。

[0280] 第3プロット点P13を参照して、サンプルB4の第2螺旋パターン143の端部の電界強度は、 $25 kV/mm$ 以上 $30 kV/mm$ 以下であった。

[0281] 第4プロット点P14を参照して、サンプルC4の第2螺旋パターン143の端部の電界強度は、 $25 kV/mm$ 以上 $30 kV/mm$ 以下であった。

[0282] このように、参考例に係る電子部品の上コイル端の電界強度は、3つのサンプルA4、B4、C4の各電界強度よりも高かった。つまり、第2螺旋パターン143を有さない参考例に係る電子部品では、上コイル端に対する電界集中が顕著であった。その一方で、第2螺旋パターン143をそれぞれ有する3つのサンプルA4、B4、C4では、第2螺旋パターン143により、電界集中が緩和されることが分かった。

[0283] 以上より、トータル張り出し量 $Z4$ を零にしない限り、上コイル端に対する電界集中が緩和されることが分かった。

- [0284] 図27は、本発明の参考例に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧、図23に示すサンプルA4の平均絶縁破壊電圧、図24に示すサンプルB4の平均絶縁破壊電圧、および、図25に示すサンプルC4の平均絶縁破壊電圧を比較したグラフである。図27において、縦軸は平均絶縁破壊電圧 $[kV_{rms}]$ を表している。
- [0285] 図27を参照して、サンプルA4の平均絶縁破壊電圧は、参考例に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧に対して6.5%だけ増加した。サンプルB4の平均絶縁破壊電圧は、参考例に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧に対して9.7%だけ増加した。
- [0286] サンプルC4の平均絶縁破壊電圧は、参考例に係る電子部品の平均絶縁破壊電圧に対して10.0%だけ増加した。
- [0287] このことから、トータル張り出し量Z4を増加させることにより、平均絶縁破壊電圧を増加させること、つまり、絶縁破壊耐量を向上できることが分かった。
- [0288] 図26および図27の結果を以下にまとめる。第1コイル側耐圧保持構造116および第2コイル側耐圧保持構造117は、それぞれ、上コイル21A、21Bの第2螺旋パターン143を含むことができる。電界強度は距離に反比例するため、緩和すべき電界強度に応じて、第1耐圧保持構造103および／または第2螺旋パターン143を設けることが好ましい。
- [0289] これにより、第2螺旋パターン143および低電圧パッド13の間の領域において、第2螺旋パターン143に対する電界集中を緩和できる。また、第2螺旋パターン143およびシールド層69の間の領域において、第2螺旋パターン143に対する電界集中を緩和できる。
- [0290] トータル張り出し量Z4は、 $5\mu m$ 以上 $11\mu m$ 以下であってもよい。この場合、第2螺旋パターン143の端部の電界強度が、 $30kV/mm$ 以上 $35kV/mm$ 以下になる。
- [0291] トータル張り出し量Z4は、 $17\mu m$ 以上 $23\mu m$ 以下であることが好ましい。この場合、第2螺旋パターン143の端部の電界強度が、 $25kV/mm$ 以下になる。

mm以上30kV/mm以下になる。

[0292] トータル張り出し量Z4は、 $27\mu\text{m}$ 以上 $33\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。この場合、第2螺旋パターン143の端部の電界強度が、 25kV/mm 以上 30kV/mm 以下になる。

[0293] 以上のように、電子部品141によれば、第2実施形態において述べた効果とほぼ同様の効果を奏することができる。

[0294] この形態では、トータル張り出し量Z4を調整するに当たり、下コイル20の線幅およびピッチ幅ならびに上コイル21の線幅およびピッチ幅がそれぞれ互いに等しい、という条件の下で、上コイル21の巻回数を下コイル20の巻回数よりも多くした。

[0295] しかしながら、トータル張り出し量Z4を調整するに当たり、上コイル21の線幅、ピッチ幅および巻回数の少なくとも1つを変更してもよい。また、トータル張り出し量Z4を調整するに当たり、下コイル20の線幅、ピッチ幅および巻回数の少なくとも1つを変更してもよい。

[0296] さらに、下コイル20の各条件および上コイル21の各条件が、それぞれ変更されてもよい。一つの形態例では、下コイル20の巻回数および上コイル21の巻回数が同一の値に設定される一方で、上コイル21の線幅が下コイル20の線幅よりも大きい値に設定されてもよい。

[0297] 他の形態例では、下コイル20の線幅および巻回数、ならびに、上コイル21の線幅および巻回数がそれぞれ同一の値に設定されている一方で、上コイル21のピッチ幅が下コイル20のピッチ幅よりも大きい値に設定されてもよい。

[0298] むろん、トータル張り出し量Z4を増加させるに当たり、上コイル21の巻き数、線幅、ピッチ幅のうちの少なくとも2つが、下コイル20のものよりも大きい値に設定されてもよい。

[0299] 図28は、本発明の第5実施形態に係る電子部品151を説明するための断面図である。この形態では、電子部品101の構造に対応する構造については、同一の参照符号を付して説明を省略する。

- [0300] 電子部品 151 は、第 1 絶縁層としての絶縁層積層構造 27 の上の領域を被覆する第 2 絶縁層 152 を含む。第 2 絶縁層 152 は、保護膜 75、パッシベーション膜 76、樹脂膜 77 等を一括して被覆している。
- [0301] 絶縁層積層構造 27 は、前述したように、エッチングストップ膜 29 および層間絶縁膜 30 を含む。エッチングストップ膜 29 は、たとえば、SiN 膜、SiC 膜、SiCN 膜等を含む。層間絶縁膜 30 は、たとえば、SiO₂ 膜を含む。
- [0302] したがって、絶縁層積層構造 27 は、5.0 MV/cm 以上の第 1 絶縁破壊強度 S1 を有している。絶縁層積層構造 27 の第 1 絶縁破壊強度 S1 は、8.0 MV/cm 以上 15 MV/cm 以下であることが好ましい。
- [0303] 絶縁層積層構造 27 は、第 1 絶縁破壊強度 S1 が 5.0 MV/cm 以上であれば、SiN、SiC、SiCN および SiO₂ 以外の絶縁材料からなる絶縁膜を含んでいてもよい。8.0 MV/cm 以上 10 MV/cm 以下の第 1 絶縁破壊強度 S1 を有する絶縁体 (SiO₂ や SiN 等) が、絶縁層積層構造 27 として選択されてもよい。
- [0304] 第 2 絶縁層 152 は、第 1 絶縁破壊強度 S1 以下の第 2 絶縁破壊強度 S2 ($S2 \leq S1$) を有している。第 2 絶縁破壊強度 S2 は、より具体的には、第 1 絶縁破壊強度 S1 未満 ($S2 < S1$) である。
- [0305] 第 2 絶縁層 152 の第 2 絶縁破壊強度 S2 は、0.1 MV/cm 以上 0.5 MV/cm 以下であってもよい。0.1 MV/cm 以上 0.3 MV/cm 以下の第 2 絶縁破壊強度 S2 を有する樹脂 (エポキシ樹脂やポリイミド樹脂等) が、第 2 絶縁層 152 として選択されてもよい。
- [0306] 第 2 絶縁層 152 は、この形態では、樹脂層からなる。樹脂層は、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂またはポリベンゾオキサゾール樹脂のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。樹脂層は、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂またはポリベンゾオキサゾール樹脂のうちの少なくとも一つを含むモールド樹脂によって形成されていてもよい。
- [0307] 第 2 絶縁層 152 がモールド樹脂を含む場合、第 2 絶縁層 152 は、電子

部品モジュール 1 における樹脂パッケージ 2（図 1 参照）の一部によって形成されていてもよい。つまり、電子部品 151 は、樹脂パッケージ 2 の内部に配置された状態において、樹脂パッケージ 2 において絶縁層積層構造 27 の上の領域を被覆する部分を含んでいてもよい。

[0308] このような形態は、樹脂膜 77 の有無による違いは存在しているが、第 2 実施形態に係る電子部品 101 や、第 3 実施形態に係る電子部品 131 や、第 4 実施形態に係る電子部品 141 が樹脂パッケージ 2 の内部に配置された形態と実質的に同一である。

[0309] 上コイル 21A, 21B は、低電圧層配線 53 との間で第 1 絶縁破壊強度 S_1 以下の第 1 値 R_1 ($R_1 \leq S_1$) を有する電界を形成する。第 1 値 R_1 は、より具体的には、第 1 絶縁破壊強度 S_1 未満 ($R_1 < S_1$) である。

[0310] 第 1 耐圧保持構造 103 は、低電圧層配線 53 との間で、第 1 値 R_1 以上第 1 絶縁破壊強度 S_1 以下の第 2 値 R_2 ($R_1 \leq R_2 \leq S_1$) を有する電界を形成する。第 2 値 R_2 は、より具体的には、第 1 値 R_1 を超え第 1 絶縁破壊強度 S_1 未満 ($R_1 < R_2 < S_1$) である。

[0311] 第 1 耐圧保持構造 103 は、上コイル 21A, 21B への電界集中を緩和しながら、距離の短縮によって、上コイル 21A, 21B および低電圧層配線 53 の間の電界を高めている。

[0312] 第 2 耐圧保持構造 104 は、第 1 耐圧保持構造 103 との間で、第 2 値 R_2 以上第 1 絶縁破壊強度 S_1 以下の第 3 値 R_3 ($R_2 \leq R_3 \leq S_1$) を有する電界を形成する。第 3 値 R_3 は、より具体的には、第 2 値 R_2 を超え第 1 絶縁破壊強度 S_1 未満 ($R_2 < R_3 < S_1$) である。

[0313] 第 2 耐圧保持構造 104 は、低電圧層配線 53 への電界集中を緩和しながら、距離の短縮によって、上コイル 21A, 21B および低電圧層配線 53 の間の電界を高めている。

[0314] 高電圧パッド 14 は、低電圧パッド 13 との間で第 2 絶縁破壊強度 S_2 以下の第 4 値 R_4 ($R_4 \leq S_2$) を有する電界を形成する。第 4 値 R_4 は、より具体的には、第 2 絶縁破壊強度 S_2 未満 ($R_4 < S_2$) である。

- [0315] 上コイル 2 1 A, 2 1 B および低電圧層配線 5 3 の間の電界は、実質的には、第 1 耐圧保持構造 1 0 3 および第 2 耐圧保持構造 1 0 4 の間の距離に支配される。同様に、上コイル 2 1 A, 2 1 B およびシールド層 6 9 の間の電界は、実質的には、第 1 耐圧保持構造 1 0 3 およびシールド層 6 9 の間の距離に支配される。
- [0316] これにより、第 1 耐圧保持構造 1 0 3 は、上コイル 2 1 A, 2 1 B および低電圧層配線 5 3 の間の電界や、上コイル 2 1 A, 2 1 B およびシールド層 6 9 の間の電界を高める第 1 電界増強構造として機能している。また、第 2 耐圧保持構造 1 0 4 は、上コイル 2 1 A, 2 1 B および低電圧層配線 5 3 の間の電界を高める第 2 電界増強構造として機能している。
- [0317] より具体的には、第 1 耐圧保持構造 1 0 3 の第 1 近接領域 1 1 2 は、第 1 上コイル 2 1 A およびシールド層 6 9 の間の電界を高める第 1 コイル側電界増強構造を形成している。また、第 1 耐圧保持構造 1 0 3 の第 1 近接領域 1 1 2 は、第 1 上コイル 2 1 A およびシールド層 6 9 の間の電界を高める第 1 コイル側電界増強構造を形成している。
- [0318] 第 1 耐圧保持構造 1 0 3 の第 2 近接領域 1 1 3 は、第 2 上コイル 2 1 B および低電圧層配線 5 3 の間の電界を高める第 2 コイル側電界増強構造を形成している。また、第 1 耐圧保持構造 1 0 3 の第 2 近接領域 1 1 3 は、第 2 上コイル 2 1 B およびシールド層 6 9 の間の電界を高める第 2 コイル側電界増強構造を形成している。
- [0319] 第 1 耐圧保持構造 1 0 3 の第 1 接続領域 1 1 4 は、第 2 パッド 3 4 および低電圧層配線 5 3 の間の電界を高める第 1 パッド側電界増強構造を形成している。また、第 1 耐圧保持構造 1 0 3 の第 1 接続領域 1 1 4 は、第 2 パッド 3 4 およびシールド層 6 9 の間の電界を高める第 1 パッド側電界増強構造を形成している。
- [0320] 第 1 耐圧保持構造 1 0 3 の第 2 接続領域 1 1 5 は、第 2 パッド 3 4 およびシールド層 6 9 の電界を高める第 2 パッド側電界増強構造を形成している。
- [0321] 図 2 9 は、図 2 8 に示す電子部品 1 5 1 の効果を説明するための図である

。図30は、図28に示す電子部品151の効果を説明するための図である。図29および図30では、説明の便宜上、下コイル20、上コイル21、耐圧保持構造102、その他の構造を簡略化して示している。

[0322] 本実施形態に係る電子部品151では、第1絶縁破壊強度 S_1 を有する絶縁層積層構造27内に上コイル21A、21Bおよび下コイル20が形成されている。

[0323] 図29を参照して、第2実施形態において述べたように、耐圧保持構造102が形成されていない場合、上コイル端に電界が集中する。とりわけ、上コイル21A、21Bの平面視面積が下コイル20の平面視面積以下である場合には、絶縁層積層構造27および第2絶縁層152の間の境界領域を超えて上コイル端の上側に電界が回り込むため、上コイル端に電界が集中し易い。

[0324] 上コイル端の電界強度が第2絶縁層152の第2絶縁破壊強度 S_2 を超える場合、第2絶縁層152で絶縁破壊が生じる可能性がある。

[0325] これに対して、図30を参照して、第1耐圧保持構造103（耐圧保持構造102）が形成されている場合、第2実施形態において述べたように、上コイル端等に対する電界集中が緩和される。

[0326] 第1耐圧保持構造103は、上コイル21A、21Bの外郭から外側に向かって張り出しているため、下コイル20および上コイル21A、21Bの間に形成される電界を遮蔽できる。これにより、電界が絶縁層積層構造27および第2絶縁層152の間の境界領域を超えることが、抑制される。

[0327] しかも、第2耐圧保持構造104（耐圧保持構造102）が、低電圧パッド13の外郭から上コイル21A、21B側に向かって張り出している。これにより、上コイル21A、21Bおよび低電圧層配線53の間の電界は、実質的には、第1耐圧保持構造103および第2耐圧保持構造104の間の距離に支配される。

[0328] したがって、第2絶縁破壊強度 S_2 以上の第1絶縁破壊強度 S_1 （ $S_1 \geq S_2$ ）を有する絶縁層積層構造27において電界強度が増加する一方で、第

1 絶縁破壊強度 S_1 以下の第2 絶縁破壊強度 S_2 ($S_2 \leq S_1$) を有する第2 絶縁層 152 において電界強度が低下する。

[0329] 電子部品 151 では、絶縁破壊強度が高い絶縁層積層構造 27 側の電界強度を敢えて増加させることによって、絶縁破壊強度の低い第2 絶縁層 152 側の電界強度を低減させている。これにより、電界集中に起因する第2 絶縁層 152 の絶縁破壊を抑制できる。その結果、絶縁破壊耐量を向上できる電子部品 151 を提供できる。

[0330] 図 31 は、本発明の第6 実施形態に係る電子部品 161 の平面構造を説明するための図である。図 32 は、図 31 に示す電子部品 161 の低電圧側キャパシタ導体膜 162 の平面構造を説明するための図である。

[0331] 図 33 は、図 31 に示す電子部品 161 の高電圧側キャパシタ導体膜 163 の平面構造を説明するための図である。図 34 は、図 31 に示すXXXIV-XXXIV線に沿う断面図である。以下では、電子部品 101 の構造に対応する構造については、同一の参照符号を付して説明を省略する。

[0332] 図 31 ～図 34 を参照して、電子部品 161 では、下コイル 20 および上コイル 21、内側コイルエンド配線 37 および外側コイルエンド配線 96、ならびに、内側コイルエンド配線 49 および外側コイルエンド配線 97 は、形成されていない。

[0333] 電子部品 161 では、下コイル 20、内側コイルエンド配線 49 および外側コイルエンド配線 97 に代えて低電圧側キャパシタ導体膜 162 が形成されている。また、上コイル 21、内側コイルエンド配線 37 および外側コイルエンド配線 96 に代えて、高電圧側キャパシタ導体膜 163 が形成されている。

[0334] 低電圧側キャパシタ導体膜 162 は、低電圧導体パターンの一例として形成されている。高電圧側キャパシタ導体膜 163 は、高電圧導体パターンの一例として形成されている。低電圧側キャパシタ導体膜 162 および高電圧側キャパシタ導体膜 163 は、下コイル 20 および上コイル 21 を形成するためのマスクパターンを変更するだけで形成できる。

- [0335] この形態では、2つの低電圧側キャパシタ導体膜162が第1方向Aに沿って間隔を空けて形成されている。また、2つの高電圧側キャパシタ導体膜163が第1方向Aに沿って間隔を空けて形成されている。
- [0336] 各高電圧側キャパシタ導体膜163は、少なくとも一つの絶縁層28を挟んで、低電圧側キャパシタ導体膜162とそれぞれ対向している。高電圧側キャパシタ導体膜163および低電圧側キャパシタ導体膜162の間の縦方向距離L2は、12.0 μm 以上16.8 μm 以下であってもよい。縦方向距離L2は、高電圧側キャパシタ導体膜163および低電圧側キャパシタ導体膜162の間の絶縁層28のトータル厚さL2である。
- [0337] 第1方向Aの一方側において互いに対向する低電圧側キャパシタ導体膜162および高電圧側キャパシタ導体膜163によって第1キャパシタンス164が形成されている。第1方向Aの他方側において互いに対向する低電圧側キャパシタ導体膜162および高電圧側キャパシタ導体膜163によって第2キャパシタンス165が形成されている。
- [0338] 第1キャパシタンス164側の構造および第2キャパシタンス165側の構造は、ほぼ同様である。以下では、第1キャパシタンス164側の構造を例にとって説明し、第2キャパシタンス165側の構造については、第1キャパシタンス164側の構造と同一の符号を付して説明を省略する。
- [0339] 第1キャパシタンス164において、低電圧側キャパシタ導体膜162および高電圧側キャパシタ導体膜163は、それぞれ、平板状に形成されている。低電圧側キャパシタ導体膜162および高電圧側キャパシタ導体膜163は、この形態では、平面視において楕円形状に形成されている。
- [0340] 低電圧側キャパシタ導体膜162および高電圧側キャパシタ導体膜163の平面形状は任意であり、楕円形状に限定されない。したがって、低電圧側キャパシタ導体膜162および高電圧側キャパシタ導体膜163は、それぞれ、平面視において円形状や多角形状（たとえば四角形状）に形成されていてもよい。
- [0341] 低電圧側キャパシタ導体膜162は、貫通配線51および引き出し配線5

2を介して低電圧パッド13に電氣的に接続されている。高電圧側キャパシタ導体膜163は、ビア38を介して高電圧パッド14に電氣的に接続されている。

[0342] 低電圧パッド13は、この形態では、平面視において高電圧側キャパシタ導体膜163外の領域に形成されている。高電圧パッド14は、この形態では、平面視において高電圧側キャパシタ導体膜163に対向する領域に形成されている。

[0343] 電子部品161は、電子部品101と同様に、導電性の耐圧保持構造102を含む。耐圧保持構造102は、低電圧側の部材および高電圧側の部材の間の領域に形成されている。低電圧側の部材は、たとえば、基準電位やグラウンド電位に固定される低電圧パッド13やシールド層69等を含む。

[0344] 高電圧側の部材は、たとえば高電圧パッド14や高電圧側キャパシタ導体膜163等を含む。耐圧保持構造102は、低電圧側の部材および高電圧側の部材の間の領域に形成される電界に起因する耐圧劣化を抑制する。耐圧保持構造102は、高電圧側の第1耐圧保持構造103および低電圧側の第2耐圧保持構造104を含む。

[0345] 第1耐圧保持構造103は、この形態では、平面視において低電圧側キャパシタ導体膜162の外郭よりも外側に張り出すように、低電圧側キャパシタ導体膜162の外郭に沿って形成されている。第1耐圧保持構造103は、他の領域から高電圧側キャパシタ導体膜163を区画するように、高電圧側キャパシタ導体膜163を取り囲んでいる。

[0346] 第1耐圧保持構造103は、高電圧側キャパシタ導体膜163と同電位に形成されている。第1耐圧保持構造103は、この形態では、平面視においてリング状（楕円リング状）に形成された一枚の第1ダミー導体パターン108を含む。

[0347] 第1ダミー導体パターン108は、シールド層を形成している。第1ダミー導体パターン108は、この形態では、高電圧側キャパシタ導体膜163の外周縁と一体的に形成されている。

- [0348] 第1ダミー導体パターン108が一枚からなる点を除いて、第1耐圧保持構造103（第1ダミー導体パターン108）の構成は電子部品101に係る第1耐圧保持構造103（第1ダミー導体パターン108）と同様である。第1耐圧保持構造103（第1ダミー導体パターン108）についての具体的な説明は省略する。
- [0349] 第2耐圧保持構造104は、平面視で高電圧側キャパシタ導体膜163および低電圧層配線53（低電圧パッド13）の間の領域に形成されている。第2耐圧保持構造104は、第1方向Aに沿ってライン状に延びている。
- [0350] 第2耐圧保持構造104は、平面視において複数の低電圧層配線53（低電圧パッド13）に沿って形成されている。第2耐圧保持構造104は、複数の低電圧パッド13を横切るように、第1方向Aに沿ってライン状に延びている。これにより、第2耐圧保持構造104は、上コイル21A、21Bから複数の低電圧パッド13（低電圧層配線53）をそれぞれ区画している。
- [0351] 第2耐圧保持構造104は、この形態では、一枚の第2ダミー導体パターン121を含む。第2ダミー導体パターン121は、シールド層を形成している。第2耐圧保持構造104は、電子部品101と同様に、複数の第2ダミー導体パターン121の集合体によって形成された第2ダミー導体パターン群122を含んでいてもよい。
- [0352] 第2耐圧保持構造104（第2ダミー導体パターン121）の構成は電子部品101に係る第2耐圧保持構造104（第2ダミー導体パターン121）と同様である。第2耐圧保持構造104（第2ダミー導体パターン121）についての具体的な説明は省略する。
- [0353] 以上、電子部品161のように、低電圧側キャパシタ導体膜162および高電圧側キャパシタ導体膜163を含む場合であっても、電子部品101に対して述べた効果と同様の効果を奏することができる。
- [0354] 電子部品161は、電子部品101と同様に、絶縁層積層構造27の上の領域を被覆する第2絶縁層152を含んでいてもよい（図28も併せて参照

）。この場合、図29および図30において述べた効果と同様の効果を奏することができる。

[0355] 電子部品161は、電子部品6や電子部品131と同様に、樹脂膜77を含んでいてもよい（図3等も併せて参照）。樹脂膜77は、平面視において第1耐圧保持構造103に重なっていてもよい。樹脂膜77は、第1耐圧保持構造103の全域を覆っていてもよい。

[0356] 平面視において樹脂膜77の外周縁によって取り囲まれた領域内に、高電圧側キャパシタ導体膜163および第1耐圧保持構造103が収まってもよい。樹脂膜77は、絶縁層積層構造27の一部の表面を被覆していてもよい。樹脂膜77は、絶縁層積層構造27の表面全域を被覆していてもよい。この場合、電子部品6や電子部品131に対して述べた効果と同様な効果を奏することができる。

[0357] 図34は、本発明の第7実施形態に係る電子部品171を説明するための断面図である。以下では、電子部品161の構造に対応する構造については、同一の参照符号を付して説明を省略する。

[0358] 電子部品171では、第1耐圧保持構造103が、高電圧側キャパシタ導体膜163から間隔を空けて形成されている。第1耐圧保持構造103は、高電圧側キャパシタ導体膜163と同電位に形成されている。

[0359] 第1耐圧保持構造103は、接続配線（図示せず）を介して、高電圧側キャパシタ導体膜163に接続されていてもよい。接続配線は、第1耐圧保持構造103および高電圧側キャパシタ導体膜163と同一の層に形成されていてもよい。接続配線は、第1耐圧保持構造103および高電圧側キャパシタ導体膜163とは異なる層に形成されていてもよい。

[0360] 第1耐圧保持構造103は、高電圧側キャパシタ導体膜163から間隔を空けて形成された第1ダミー導体パターン108を含む。第1耐圧保持構造103は、電子部品101と同様に、複数の第1ダミー導体パターン108の集合体によって形成された第1ダミー導体パターン群109を含んでいてもよい。

- [0361] 第1耐圧保持構造103（第1ダミー導体パターン群109）の構成は電子部品101に係る第1耐圧保持構造103（第1ダミー導体パターン群109）と同様である。第1耐圧保持構造103（第1ダミー導体パターン群109）についての具体的な説明は省略する。
- [0362] 以上、電子部品171のように、低電圧側キャパシタ導体膜162および高電圧側キャパシタ導体膜163を含む場合であっても、電子部品101に対して述べた効果と同様の効果を奏することができる。
- [0363] 電子部品171は、電子部品151と同様に、絶縁層積層構造27の上の領域を被覆する第2絶縁層152を含んでいてもよい（図28も併せて参照）。この場合、図29および図30において述べた効果と同様の効果を奏することができる。
- [0364] 電子部品171は、電子部品6や電子部品131と同様に、樹脂膜77を含んでいてもよい（図3等も併せて参照）。樹脂膜77は、平面視において第1耐圧保持構造103に重なっていてもよい。樹脂膜77は、第1耐圧保持構造103の全域を覆っていてもよい。
- [0365] 平面視において樹脂膜77の外周縁によって取り囲まれた領域内に、高電圧側キャパシタ導体膜163および第1耐圧保持構造103が収まってもよい。樹脂膜77は、絶縁層積層構造27の一部の表面を被覆していてもよい。樹脂膜77は、絶縁層積層構造27の表面全域を被覆していてもよい。この場合、電子部品6や電子部品131に対して述べた効果と同様な効果を奏することができる。
- [0366] 以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は、特許請求の範囲に記載された事項の範囲で種々の設計変更を施すことが可能である。
- [0367] 第1実施形態では、樹脂膜77は、高電圧パッド14の第2パッド34の両方の周囲全周を覆っていた。しかし、樹脂膜77は、図36に示すように、第2パッド34の、低電圧パッド13が配置された第1領域39側のみを選択的に覆っていてもよい。
- [0368] この場合、樹脂膜77は、第1パッド33の周囲において、平面視で上コ

イル 21 を全体的に覆うように形成されていることが好ましい。

[0369] たとえば、電子部品 6 を封止する樹脂パッケージ 2 にフィラーが含有されている場合、上コイル 21 が樹脂膜 77 で覆われていなければ、封止時にフィラーによって上コイル 21 がダメージを受けるおそれがある（フィラーアタック）。しかし、上コイル 21 が全体的に樹脂膜 77 で覆われていれば、フィラーアタック等の不具合を抑制できる。この構造は、第 2～第 7 実施形態にも適用できる。

[0370] 第 1 実施形態では、樹脂膜 77 は、第 2 パッド 34 の周縁にオーバーラップするように形成されていた。しかし、図 37 に示すように、樹脂膜 77 は、第 2 パッド 34 の周縁にオーバーラップしていなくてもよい。

[0371] この場合、樹脂膜 77 は、第 2 パッド 34 を露出させるために、パッド開口 79 よりも大きな径を有する開口 60 を有していてもよい。この構造は、第 2～第 7 実施形態にも適用できる。

[0372] 第 1～第 5 実施形態において、下コイル 20 の厚さは、上コイル 21 の厚さ以上であってもよい。下コイル 20 の厚さは、上コイル 21 の厚さ以下であってもよい。

[0373] 第 1～第 5 実施形態において、下コイル 20 は、金、銀、銅、アルミニウム、チタン、窒化チタンまたはタングステンのうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。上コイル 21 は、金、銀、銅、アルミニウム、チタン、窒化チタンまたはタングステンのうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。下コイル 20 および上コイル 21 は、コストや量産性の観点から、銅やアルミニウムを含むことが好ましい。

[0374] 第 1～第 5 実施形態において、下コイル 20 の螺旋パターンの幅は、上コイル 21 A, 21 B の螺旋パターン 105 の幅以下であってもよい。むしろ、下コイル 20 の螺旋パターンの幅は、上コイル 21 A, 21 B の螺旋パターン 105 の幅以上であってもよい。

[0375] 第 2～第 5 実施形態において、第 1 変圧器 301 側の第 1 耐圧保持構造 103 および第 2 変圧器 302 側の第 1 耐圧保持構造 103 は一体的に形成さ

れていてもよい。

[0376] この場合、第1変圧器301側の上コイル21A、21Bおよび外側コイルエンド配線96、ならびに、第2変圧器302側の上コイル21A、21Bおよび外側コイルエンド配線96は、第1耐压保持構造103によって一括して取り囲まれていてもよい。

[0377] 第2～第5実施形態において、第1変圧器301側の第2耐压保持構造104および第2変圧器302側の第2耐压保持構造104は一体的に形成されていてもよい。

[0378] この場合、第2耐压保持構造104は、第1変圧器301側の低電圧パッド13（低電圧層配線53）、ならびに、第2変圧器302側の低電圧パッド13（低電圧層配線53）に沿って連続的に延びるように形成されていてもよい。

[0379] 第2～第5実施形態において、第1近接領域112、第2近接領域113、第1接続領域114および第2接続領域115は、それぞれ別体として形成されていてもよい。第1近接領域112、第2近接領域113、第1接続領域114および第2接続領域115は、互いに独立した第1ダミー導体パターン群109をそれぞれ含んでいてもよい。

[0380] 第2～第5実施形態において、耐压保持構造102は、上コイル21A、21Bとは異なる層に形成されていてもよい。

[0381] 第2～第5実施形態において、第1耐压保持構造103および第2耐压保持構造104は、それぞれ異なる層に形成されていてもよい。

[0382] たとえば、第1耐压保持構造103が上コイル21A、21Bよりも上層に形成されている一方で、第2耐压保持構造104が上コイル21A、21Bよりも下層に形成されていてもよい。

[0383] これとは反対に、第1耐压保持構造103が上コイル21A、21Bよりも下層に形成されている一方で、第2耐压保持構造104が上コイル21A、21Bよりも上層に形成されていてもよい。

[0384] 第2～第5実施形態において、第1耐压保持構造103は、複数の第1ダ

ミー導体パターン108に代えて、一枚の幅広のシールド層を含んでもよい。シールド層は、張り出し量Z1を有していてもよい。このような構造によっても、各実施形態において述べた効果と同様の効果を奏することができる。

[0385] 第2～第5実施形態において、複数の第1ダミー導体パターン108は、互いに異なる層に形成されていてもよい。たとえば、任意の3つの第1ダミー導体パターン108を上コイル21A、21Bと同一の層に形成し、他の3つの第1ダミー導体パターン108を1つ下の層に形成してもよい。

[0386] また、たとえば、任意の2つの第1ダミー導体パターン108を上コイル21A、21Bと同一の層に形成し、他の2つの第1ダミー導体パターン108を上コイル21A、21Bの1つ下の層に形成し、さらに他の2つの第1ダミー導体パターン108を上コイル21A、21Bの1つ上の層に形成してもよい。

[0387] 第2～第5実施形態において、第2耐圧保持構造104は、複数の第2ダミー導体パターン121に代えて、一枚の幅広のシールド層を含んでもよい。シールド層は、張り出し量Z2を有していてもよい。このような構造によっても、各実施形態において述べた効果と同様の効果を奏することができる。

[0388] 第2～第5実施形態において、複数の第2ダミー導体パターン121は、互いに異なる層に形成されていてもよい。たとえば、任意の1つの第2ダミー導体パターン121を上コイル21A、21Bと同一の層に形成し、他の2つの第2ダミー導体パターン121を1つ下の層に形成してもよい。

[0389] また、たとえば、任意の1つの第2ダミー導体パターン121を上コイル21A、21Bと同一の層に形成し、他の1つの第2ダミー導体パターン121を上コイル21A、21Bの1つ下の層に形成し、さらに他の1つの第2ダミー導体パターン121を上コイル21A、21Bの1つ上の層に形成してもよい。

[0390] 第2～第5実施形態において、第2ダミー導体パターン群122は、第2

方向Bに沿って上コイル21A, 21Bとは反対側に延びる第2ダミー導体パターン121を含んでいてもよい。

[0391] 第6～第7実施形態において、低電圧側キャパシタ導体膜162の厚さは、高電圧側キャパシタ導体膜163の厚さ以上であってもよい。低電圧側キャパシタ導体膜162の厚さは、高電圧側キャパシタ導体膜163の厚さ以下であってもよい。

[0392] 第6～第7実施形態において、低電圧側キャパシタ導体膜162は、金、銀、銅、アルミニウム、チタン、窒化チタンまたはタングステンのうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。

[0393] 高電圧側キャパシタ導体膜163は、金、銀、銅、アルミニウム、チタン、窒化チタンまたはタングステンのうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。低電圧側キャパシタ導体膜162および高電圧側キャパシタ導体膜163は、コストや量産性の観点から、銅やアルミニウムを含むことが好ましい。

[0394] 第6～第7実施形態において、第1キャパシタンス164側の第1耐压保持構造103および第2キャパシタンス165側の第1耐压保持構造103は一体的に形成されていてもよい。

[0395] この場合、第1キャパシタンス164側の高電圧側キャパシタ導体膜163、および、第2キャパシタンス165側の高電圧側キャパシタ導体膜163は、第1耐压保持構造103によって一括して取り囲まれていてもよい。

[0396] 第6～第7実施形態において、第1キャパシタンス164側の第2耐压保持構造104および第2キャパシタンス165側の第2耐压保持構造104は一体的に形成されていてもよい。

[0397] この場合、第2耐压保持構造104は、第1キャパシタンス164側の低電圧パッド13（低電圧層配線53）、ならびに、第2キャパシタンス165側の低電圧パッド13（低電圧層配線53）に沿って連続的に延びるように形成されていてもよい。

[0398] 第6～第7実施形態において、耐压保持構造102は、高電圧側キャパシ

タ導体膜 163 とは異なる層に形成されていてもよい。

[0399] 第6～第7実施形態において、第1耐圧保持構造 103 および第2耐圧保持構造 104 は、それぞれ異なる層に形成されていてもよい。たとえば、第1耐圧保持構造 103 が高電圧側キャパシタ導体膜 163 よりも上層に形成されている一方で、第2耐圧保持構造 104 が高電圧側キャパシタ導体膜 163 よりも下層に形成されていてもよい。

[0400] これとは反対に、第1耐圧保持構造 103 が高電圧側キャパシタ導体膜 163 よりも下層に形成されている一方で、第2耐圧保持構造 104 が高電圧側キャパシタ導体膜 163 よりも上層に形成されていてもよい。

[0401] 第7実施形態において、複数（たとえば6個）の第1ダミー導体パターン 108 が形成されている場合、複数の第1ダミー導体パターン 108 は、互いに異なる層に形成されていてもよい。

[0402] たとえば、任意の3つの第1ダミー導体パターン 108 を高電圧側キャパシタ導体膜 163 と同一の層に形成し、他の3つの第1ダミー導体パターン 108 を1つ下の層に形成してもよい。

[0403] また、たとえば、任意の2つの第1ダミー導体パターン 108 を高電圧側キャパシタ導体膜 163 と同一の層に形成し、他の2つの第1ダミー導体パターン 108 を高電圧側キャパシタ導体膜 163 の1つ下の層に形成し、さらに他の2つの第1ダミー導体パターン 108 を高電圧側キャパシタ導体膜 163 の1つ上の層に形成してもよい。

[0404] 第6～第7実施形態において、複数（たとえば3個）の第2ダミー導体パターン 121 が形成されている場合、複数の第2ダミー導体パターン 121 は、互いに異なる層に形成されていてもよい。

[0405] たとえば、任意の1つの第2ダミー導体パターン 121 を高電圧側キャパシタ導体膜 163 と同一の層に形成し、他の2つの高電圧側キャパシタ導体膜 163 を1つ下の層に形成してもよい。

[0406] また、たとえば、任意の1つの第2ダミー導体パターン 121 を高電圧側キャパシタ導体膜 163 と同一の層に形成し、他の1つの第2ダミー導体パ

ターン 1 2 1 を高電圧側キャパシタ導体膜 1 6 3 の 1 つ下の層に形成し、さらに他の 1 つの第 2 ダミー導体パターン 1 2 1 を高電圧側キャパシタ導体膜 1 6 3 の 1 つ上の層に形成してもよい。

[0407] 第 6 ～第 7 実施形態において、第 2 ダミー導体パターン群 1 2 2 は、第 2 方向 B に沿って高電圧側キャパシタ導体膜 1 6 3 とは反対側に延びる第 2 ダミー導体パターン 1 2 1 を含んでいてもよい。

[0408] 第 2 ～第 7 実施形態において、第 2 ダミー導体パターン群 1 2 2 は、平面視において 1 つまたは複数の低電圧パッド 1 3 を取り囲むように形成されていてもよい。この場合、第 2 ダミー導体パターン群 1 2 2 に含まれる第 2 ダミー導体パターン 1 2 1 は、第 1 ダミー導体パターン 1 0 8 と同様に、開放部 1 1 0 を有する有端状に形成されていてもよい。

[0409] 図 3 8 は、変形例に係る電子部品モジュール 2 0 1 の平面図である。本変形例では、電子部品モジュール 1 の構造に対応する構造については、同一の参照符号を付して説明を省略する。

[0410] 第 1 実施形態に係る電子部品モジュール 1 では、コントローラチップ 5、電子部品 6 およびドライバチップ 7 が、それぞれ別体チップとして形成されている。

[0411] これに対して、本変形例に係る電子部品モジュール 2 0 1 では、電子部品 1 0 1 の機能の一部が、コントローラチップ 5 およびドライバチップ 7 にそれぞれ組み込まれている。

[0412] より具体的には、電子部品 1 0 1 の第 1 変圧器 3 0 1 が、コントローラチップ 5 に組み込まれており、電子部品 1 0 1 の第 2 変圧器 3 0 2 が、ドライバチップ 7 に組み込まれている。これにより、コントローラチップ 5 およびドライバチップ 7 が、それぞれ、電子部品としても形成されている。

[0413] コントローラチップ 5 の第 1 変圧器 3 0 1 に係る 3 つの高電圧パッド 1 4 は、高電圧用ワイヤ 3 0 3 を介して、ドライバチップ 7 に設けられた 3 つの高電圧パッド 3 0 4 にそれぞれ接続されている。コントローラチップ 5 の第 1 変圧器 3 0 1 は、グランド端子として使用される任意の低電圧用のリード

3（任意の低電圧用のパッド10）にも電氣的に接続されている。

[0414] ドライバチップ7の第2変圧器302に係る3つの高電圧パッド14は、高電圧用ワイヤ305を介して、コントローラチップ5に設けられた3つの高電圧パッド306にそれぞれ接続されている。ドライバチップ7の第2変圧器302は、グランド端子として使用される任意の低電圧用のリード3（任意の低電圧用のパッド17）にも電氣的に接続されている。

[0415] 電子部品101の第1変圧器301が、コントローラチップ5に組み込まれた場合、コントローラチップ5の配線材料を利用して、第1変圧器301が作り込まれる。したがって、第1変圧器301に含まれる下コイル20、上コイル21、下コイル20および上コイル21を接続する配線部材等は、コントローラチップ5の配線材料と同一になる。

[0416] たとえば、コントローラチップ5の配線材料が銅である場合、下コイル20、上コイル21、下コイル20および上コイル21を接続する配線部材等は、銅によって形成される。電子部品101の配線材料が銅およびアルミニウムを含む場合、下コイル20、上コイル21、下コイル20および上コイル21を接続する配線部材等は、銅および／またはアルミニウムによって形成される。

[0417] 下コイル20がアルミニウムで形成されている一方で、上コイル21が銅によって形成されていてもよい。下コイル20が銅で形成されている一方で、上コイル21がアルミニウムによって形成されていてもよい。

[0418] 電子部品101の第2変圧器302が、ドライバチップ7に組み込まれた場合、ドライバチップ7の配線材料を利用して、第2変圧器302が作り込まれる。したがって、第2変圧器302に含まれる下コイル20、上コイル21、下コイル20および上コイル21を接続する配線部材等は、ドライバチップ7の配線材料と同一になる。

[0419] たとえば、ドライバチップ7の配線材料が銅である場合、下コイル20、上コイル21、下コイル20および上コイル21を接続する配線部材等は、銅によって形成される。電子部品101の配線材料が銅およびアルミニウム

を含む場合、下コイル 20、上コイル 21、下コイル 20 および上コイル 21 を接続する配線部材等は、銅および／またはアルミニウムによって形成される。

[0420] 下コイル 20 がアルミニウムで形成されている一方で、上コイル 21 が銅によって形成されていてもよい。下コイル 20 が銅で形成されている一方で、上コイル 21 がアルミニウムによって形成されていてもよい。

[0421] 本変形例では、第 1 実施形態に係る第 1 変圧器 301 がコントローラチップ 5 に組み込まれた例について説明した。しかし、第 2～第 4 実施形態に係る耐圧保持構造 102 を備えた第 1 変圧器 301 が、コントローラチップ 5 に組み込まれてもよい。

[0422] 第 3 実施形態に係る耐圧保持構造 102 を備えた第 1 変圧器 301 がコントローラチップ 5 に組み込まれた場合、コントローラチップ 5 において、コントローラ IC が作り込まれた素子形成面のほぼ全域が、樹脂膜 77 によって被覆されていてもよい。

[0423] 本変形例では、第 1 実施形態に係る第 2 変圧器 302 がドライバチップ 7 に組み込まれた例について説明した。しかし、第 2～第 4 実施形態に係る耐圧保持構造 102 を備えた第 1 変圧器 301 が、ドライバチップ 7 に組み込まれてもよい。

[0424] 第 3 実施形態に係る耐圧保持構造 102 を備えた第 2 変圧器 302 がドライバチップ 7 に組み込まれた場合、ドライバチップ 7 において、ドライバ IC が作り込まれた素子形成面のほぼ全域が、樹脂膜 77 によって被覆されていてもよい。

[0425] 以下、この明細書および図面から抽出される特徴の例を以下に示す。

[0426] [項 1] 絶縁層と、前記絶縁層内に形成された低電圧コイルと、前記低電圧コイルと上下方向に対向するように、前記絶縁層内に形成された高電圧コイルと、前記絶縁層の厚さ方向において前記高電圧コイルの形成領域と対向するように配置された第 1 パッド、および、前記厚さ方向において前記高電圧コイルの形成領域を避けるように配置された第 2 パッドを含み、前記絶縁

層の上において前記高電圧コイルに電氣的に接続された高電圧パッドと、前記絶縁層の上において前記低電圧コイルに電氣的に接続された低電圧パッドと、前記第1パッドの周囲および前記第2パッドの周囲を覆うように、前記絶縁層の上に選択的に形成された樹脂膜と、を含む、電子部品。

[0427] この構成によれば、高電圧パッドの第1パッドおよび第2パッドの両方の周囲が樹脂膜で覆われているため、高電圧パッドー低電圧パッド間の耐圧を向上できる。

[0428] [項2] 前記絶縁層の上には、前記高電圧パッドを挟んで両側に第1スペースおよび第2スペースが形成されており、前記低電圧パッドは、前記第1スペースに選択的に形成されており、前記樹脂膜は、少なくとも前記第2パッドの前記第1スペース側の周囲および前記第1パッドを覆っている、項1に記載の電子部品。

[0429] [項3] 前記樹脂膜は、前記第2パッドの前記第2スペース側の周囲および前記第1パッドを覆っている、項2に記載の電子部品。

[0430] [項4] 前記樹脂膜は、前記第1パッドの周囲および前記第2パッドの周囲を全周に亘って覆っている、項3に記載の電子部品。

[0431] [項5] 前記樹脂膜は、前記第1パッドの周囲および前記第2パッドの周囲を一体的に覆っている、項1～4のいずれか一項に記載の電子部品。

[0432] [項6] 前記絶縁層の上に形成された高電圧導電層と、前記高電圧導電層から間隔を空けて前記絶縁層の上に形成された低電圧導電層と、前記高電圧導電層および前記低電圧導電層を一体で覆うように前記絶縁層の上に形成され、前記高電圧導電層の一部を前記高電圧パッドとして露出させる高電圧側パッド開口、および、前記低電圧導電層の一部を前記低電圧パッドとして露出させる低電圧側パッド開口を有する表面絶縁膜とを含み、前記樹脂膜は、前記表面絶縁膜の上に形成されている、項1～5のいずれか一項に記載の電子部品。

[0433] [項7] 前記樹脂膜は、前記高電圧側パッド開口の周囲で、前記第1パッドを区画するように前記高電圧導電層にオーバーラップしており、かつ、前

記高電圧側パッド開口の周囲で、前記第2パッドを区画するように前記高電圧導電層にオーバーラップしている、項6に記載の電子部品。

[0434] [項8] 前記高電圧コイルの形成領域は、前記高電圧コイルで囲まれたコイル内方領域を含み、前記第1パッドは、前記厚さ方向において前記コイル内方領域と対向しており、前記第2パッドは、前記厚さ方向において、前記高電圧コイルの外側のコイル外方領域と対向している、項1～7のいずれか一項に記載の電子部品。

[0435] [項9] 前記樹脂膜は、ポリイミドを含む、項1～8のいずれか一項に記載の電子部品。

[0436] [項10] 前記樹脂膜は、3000nm以上5000nm以下の厚さを有している、項1～9のいずれか一項に記載の電子部品。

[0437] [項11] 前記高電圧パッドおよび前記低電圧パッドの横方向距離L1は、前記高電圧コイルおよび前記低電圧コイルの縦方向距離L2よりも大きい、項1～10のいずれか一項に記載の電子部品。

[0438] [項12] 前記横方向距離L1は、100μm以上450μm以下であり、前記縦方向距離L2は、12.0μm以上16.8μm以下である、項11に記載の電子部品。

[0439] [項13] 平面視において前記低電圧コイルよりも外側に張り出すように、前記絶縁層内において前記高電圧コイルに沿って形成された導電性の耐压保持構造をさらに含む、項1～12のいずれか一項に記載の電子部品。

[0440] [項14] 前記耐压保持構造は、前記高電圧コイルの螺旋パターンとは不連続なパターンで前記高電圧コイルに沿って延びるダミーパターンを含む、項13に記載の電子部品。

[0441] [項15] 前記ダミーパターンは、有端状である、項14に記載の電子部品。

[0442] [項16] 前記高電圧コイルは、内側末端および外側末端を含み、前記ダミーパターンは、前記高電圧コイルの前記外側末端と同電位に固定されている、項14または15に記載の電子部品。

- [0443] [項 1 7] 前記高電圧コイルの前記内側末端は、平面視において前記低電圧コイルの内側の領域に位置しており、前記高電圧コイルの前記外側末端は、平面視において前記低電圧コイルの外側の領域に位置しており、前記ダミーパターンは、前記高電圧コイルの前記外側末端から引き出されている、項 1 6 に記載の電子部品。
- [0444] [項 1 8] 平面視において前記高電圧パッドの前記第 2 パッドの周縁に沿うように、前記絶縁層内に形成された導電性のパッド側耐圧保持構造をさらに含む、項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の電子部品。
- [0445] [項 1 9] 前記パッド側耐圧保持構造は、平面視において前記高電圧コイルの螺旋パターンとは不連続なパターンで前記第 2 パッドの周縁に沿って延びるパッド側ダミーパターンを含む、項 1 8 に記載の電子部品。
- [0446] [項 2 0] 前記パッド側耐圧保持構造は、前記第 2 パッドから離れる方向に沿って間隔を空けて形成された複数の前記パッド側ダミーパターンを含む、項 1 9 に記載の電子部品。
- [0447] [項 2 1] 前記第 2 パッドに最も近接する前記パッド側ダミーパターンおよび前記第 2 パッドの間の距離は、前記高電圧コイルおよび前記低電圧コイルの間の縦方向距離以下である、項 1 9 に記載の電子部品。
- [0448] [項 2 2] 前記絶縁層内において前記高電圧コイルに沿って形成され、平面視において前記低電圧コイルよりも外側に張り出した導電性のコイル側耐圧保持構造をさらに含む、項 1 8 ～ 2 1 のいずれか一項に記載の電子部品。
- [0449] [項 2 3] 前記コイル側耐圧保持構造は、前記パッド側耐圧保持構造と同電位に固定されている、項 2 2 に記載の電子部品。
- [0450] [項 2 4] 前記絶縁層内において前記絶縁層の表面に沿う方向に前記高電圧コイルから間隔を空けて形成され、前記低電圧コイルに電氣的に接続され、前記高電圧コイルとの間で前記絶縁層の絶縁破壊強度以下の第 1 値を有する電界を形成する低電圧配線と、前記絶縁層内において前記高電圧コイルおよび前記低電圧配線との間の領域に介在し、前記低電圧配線との間で、前記絶縁層の絶縁破壊強度以下でかつ前記第 1 値以上の第 2 値を有する電界を形成

する導電性の電界増強構造と、前記高電圧パッドおよび前記低電圧パッドを被覆するように、前記絶縁層の上に形成され、前記絶縁層の絶縁破壊強度以下の絶縁破壊強度を有する第2絶縁層と、を含む、項1～12のいずれか一項に記載の電子部品。

[0451] [項25] 前記電界増強構造は、前記高電圧コイルと同電位に固定され、かつ、前記高電圧コイルに沿って形成された導電性の高電圧側ダミーパターンを含む、項24に記載の電子部品。

[0452] [項26] 前記電界増強構造は、前記低電圧配線と同電位に固定され、かつ、前記低電圧配線に沿って形成された導電性の低電圧側ダミーパターンを含む、項24または25に記載の電子部品。

[0453] [項27] 前記絶縁層の絶縁破壊強度は、 5.0 MV/cm 以上であり、前記第2絶縁層の絶縁破壊強度は、 1.0 MV/cm 以上である、項24～26のいずれか一項に記載の電子部品。

[0454] [項28] 前記第2絶縁層は、樹脂層からなる、項24～27のいずれか一項に記載の電子部品。

[0455] [項29] 前記樹脂層は、モールド樹脂を含む、項28に記載の電子部品。

[0456] [項30] 項1～29のいずれか一項に記載の電子部品と、前記電子部品を封止する樹脂パッケージと、を含む、電子部品モジュール。

[0457] [項31] 前記電子部品の前記低電圧コイルに電氣的に接続された低電圧素子と、前記電子部品の前記高電圧コイルに電氣的に接続された高電圧素子と、をさらに含み、前記樹脂パッケージは、前記電子部品、前記低電圧素子および前記高電圧素子を一括して封止している、項30に記載の電子部品モジュール。

[0458] この出願は、2017年10月13日に日本国特許庁に提出された特願2017-199877号に基づく優先権を主張しており、この出願の全開示はここに引用により組み込まれるものとする。

[0459] 本発明の実施形態について詳細に説明してきたが、これらは本発明の技術

的内容を明らかにするために用いられた具体例に過ぎず、本発明はこれらの具体例に限定して解釈されるべきではなく、本発明の範囲は添付の請求の範囲によってのみ限定される。

符号の説明

[0460]	1	電子部品モジュール
	2	樹脂パッケージ
	5	コントローラチップ
	6	電子部品
	7	ドライバチップ
	1 3	低電圧パッド
	1 4	高電圧パッド
	2 0	下コイル（低電圧導体パターン）
	2 1	上コイル（高電圧導体パターン）
	2 7	絶縁層積層構造
	2 8	絶縁層（第1絶縁層）
	3 2	（上コイルの）内方領域
	3 3	第1パッド
	3 4	第2パッド
	3 9	第1領域
	4 0	第2領域
	4 4	オーバーラップ部
	4 5	オーバーラップ部
	5 0	コイル間領域
	7 5	保護膜
	7 6	パッシベーション膜
	7 7	樹脂膜
	7 8	パッド開口
	7 9	パッド開口

- 8 8 高電圧パッド層
- 8 9 低電圧パッド層
- 9 9 コイル周縁領域
- 1 0 1 電子部品
- 1 0 2 耐圧保持構造
- 1 0 3 第 1 耐圧保持構造
- 1 0 4 第 2 耐圧保持構造
- 1 0 8 第 1 ダミー導体パターン
- 1 1 6 第 1 コイル側耐圧保持構造
- 1 1 7 第 2 コイル側耐圧保持構造
- 1 1 8 第 1 パッド側耐圧保持構造
- 1 1 9 第 2 パッド側耐圧保持構造
- 1 3 1 電子部品
- 1 4 1 電子部品
- 1 4 2 第 1 螺旋パターン
- 1 4 3 第 2 螺旋パターン
- 1 5 1 電子部品
- 1 5 2 第 2 絶縁層 1 6 1 電子部品
- 1 6 2 低電圧側キャパシタ導体膜（低電圧導体パターン）
- 1 6 3 高電圧側キャパシタ導体膜（高電圧導体パターン）
- 1 6 4 第 1 キャパシタンス
- 1 6 5 第 2 キャパシタンス
- 1 7 1 電子部品
- 2 0 1 電子部品モジュール

請求の範囲

- [請求項1] 絶縁層と、
前記絶縁層内に形成された低電圧導体パターンと、
前記低電圧導体パターンと上下方向に対向するように、前記絶縁層内に形成された高電圧導体パターンと、
平面視において前記低電圧導体パターンよりも外側に張り出すように、前記絶縁層内において前記高電圧導体パターンに沿って形成された導電性の耐压保持構造と、を含む、電子部品。
- [請求項2] 前記低電圧導体パターンは、螺旋状の低電圧コイルを含み、
前記高電圧導体パターンは、螺旋状の高電圧コイルを含み、
前記低電圧コイルおよび前記高電圧コイルによって変圧器が形成されている、請求項1に記載の電子部品。
- [請求項3] 前記耐压保持構造は、前記高電圧コイルの螺旋パターンに対して不連続なパターンで前記高電圧コイルに沿って延びるダミー導体パターンを含む、請求項2に記載の電子部品。
- [請求項4] 前記ダミー導体パターンは、有端状である、請求項3に記載の電子部品。
- [請求項5] 前記高電圧コイルは、内側末端および外側末端を含み、
前記ダミー導体パターンは、前記高電圧コイルの前記外側末端と同電位に固定されている、請求項3または4に記載の電子部品。
- [請求項6] 前記高電圧コイルの前記内側末端は、平面視において前記低電圧コイルの内側の領域に位置しており、
前記高電圧コイルの前記外側末端は、平面視において前記低電圧コイルの外側の領域に位置しており、
前記ダミー導体パターンは、前記高電圧コイルの前記外側末端から引き出されている、請求項5に記載の電子部品。
- [請求項7] 前記耐压保持構造は、前記高電圧コイルから離れる方向に沿って間隔を空けて形成された複数の前記ダミー導体パターンを含む、請求項

3～6のいずれか一項に記載の電子部品。

[請求項8] 前記高電圧コイルは、平面視で前記低電圧コイルと対向する領域において、外巻の第1螺旋領域、および、平面視で前記低電圧コイル外の領域において、前記第1螺旋領域から連続的に外巻きの第2螺旋領域を含み、

前記耐圧保持構造は、前記高電圧コイルの前記第2螺旋領域を含む、請求項2～7のいずれか一項に記載の電子部品。

[請求項9] 前記高電圧コイルの第1巻回数は、前記低電圧コイルの第2巻回数よりも大きい、請求項2～7のいずれか一項に記載の電子部品。

[請求項10] 前記第1巻回数および前記第2巻回数の間の差は、5以上である、請求項9に記載の電子部品。

[請求項11] 前記低電圧導体パターンは、平板状の低電圧側キャパシタ導体膜を含み、

前記高電圧導体パターンは、平板状の高電圧側キャパシタ導体膜を含み、

前記低電圧側キャパシタ導体膜および前記高電圧側キャパシタ導体膜によってキャパシタンスが形成されている、請求項1に記載の電子部品。

[請求項12] 前記耐圧保持構造は、前記高電圧導体パターンに沿って延び、前記高電圧導体パターンと同電位に固定されたダミー導体パターンを含む、請求項11に記載の電子部品。

[請求項13] 前記ダミー導体パターンは、前記高電圧導体パターンと一体的に形成されている、請求項12に記載の電子部品。

[請求項14] 前記ダミー導体パターンは、前記高電圧導体パターンから間隔を空けて形成されている、請求項12に記載の電子部品。

[請求項15] 絶縁層と、

前記絶縁層内に形成された低電圧導体パターンと、

前記低電圧導体パターンと上下方向に対向するように、前記絶縁層

内に形成された高電圧導体パターンと、

前記絶縁層の上に形成され、前記低電圧導体パターンに電氣的に接続された低電圧パッドと、

平面視において前記低電圧パッドから間隔を空けて前記絶縁層の上に形成され、前記高電圧導体パターンに電氣的に接続された高電圧パッドと、

平面視において前記高電圧パッドの周縁に沿うように、前記絶縁層内に形成された導電性のパッド側耐圧保持構造と、を含む、電子部品。

[請求項16] 前記低電圧導体パターンは、螺旋状の低電圧コイルを含み、
前記高電圧導体パターンは、螺旋状の高電圧コイルを含み、
前記低電圧コイルおよび前記高電圧コイルによって変圧器が形成されている、請求項15に記載の電子部品。

[請求項17] 前記パッド側耐圧保持構造は、平面視において前記高電圧コイルの螺旋パターンに対して不連続なパターンで前記高電圧パッドの周縁に沿って延びるパッド側ダミー導体パターンを含む、請求項16に記載の電子部品。

[請求項18] 前記パッド側耐圧保持構造は、前記高電圧パッドから離れる方向に沿って間隔を空けて形成された複数の前記パッド側ダミー導体パターンを含む、請求項17に記載の電子部品。

[請求項19] 前記高電圧パッドに最も近接する前記パッド側ダミー導体パターンおよび前記高電圧パッドの間の距離は、前記高電圧導体パターンおよび前記低電圧導体パターンの間の縦方向距離以下である、請求項18に記載の電子部品。

[請求項20] 前記絶縁層内において前記高電圧導体パターンに沿って形成され、平面視において前記低電圧導体パターンよりも外側に張り出した導電性のコイル側耐圧保持構造をさらに含む、請求項18または19に記載の電子部品。

- [請求項21] 前記コイル側耐圧保持構造は、前記高電圧コイルの螺旋パターンに対して不連続なパターンで前記高電圧コイルに沿って引き回され、前記パッド側ダミー導体パターンと同電位に固定されたコイル側ダミー導体パターンを含む、請求項20に記載の電子部品。
- [請求項22] 前記コイル側ダミー導体パターンは、前記パッド側ダミー導体パターンと一体的に形成されている、請求項21に記載の電子部品。
- [請求項23] 前記高電圧コイルは、平面視において前記低電圧コイルの内側の領域に位置する内側末端、および、平面視において前記低電圧コイルの外側の領域に位置する外側末端を有しており、
前記高電圧パッドは、前記高電圧コイルの前記外側末端に電氣的に接続されるように、前記高電圧コイルの前記外側末端の直上に配置されており、
前記パッド側耐圧保持構造は、前記絶縁層内において、前記高電圧コイルの前記外側末端に沿うように形成されている、請求項16～22のいずれか一項に記載の電子部品。
- [請求項24] 前記低電圧導体パターンは、平板状の低電圧側キャパシタ導体膜を含み、
前記高電圧導体パターンは、平板状の高電圧側キャパシタ導体膜を含み、
前記低電圧側キャパシタ導体膜および前記高電圧側キャパシタ導体膜によってキャパシタンスが形成されている、請求項15に記載の電子部品。
- [請求項25] 平面視において前記低電圧導体パターンよりも外側に張り出すように、前記絶縁層内において前記高電圧導体パターンに沿って延び、前記高電圧導体パターンと同電位に固定された導電性のキャパシタンス側耐圧保持構造を含む、請求項24に記載の電子部品。
- [請求項26] 前記キャパシタンス側耐圧保持構造は、前記高電圧導体パターンと一体的に形成されたキャパシタンス側ダミー導体パターンを含む、請

求項 25 に記載の電子部品。

[請求項27] 前記キャパシタンス側耐圧保持構造は、前記高電圧導体パターンから間隔を空けて形成されたキャパシタンス側ダミー導体パターンを含む、請求項 25 に記載の電子部品。

[請求項28] 第 1 絶縁破壊強度を有する第 1 絶縁層と、
前記第 1 絶縁層内に形成された低電圧導体パターンと、
前記低電圧導体パターンと上下方向に対向するように、前記第 1 絶縁層内に形成された高電圧導体パターンと、
前記第 1 絶縁層内において前記第 1 絶縁層の表面に沿う方向に前記高電圧導体パターンから間隔を空けて形成され、前記低電圧導体パターンに電氣的に接続され、前記高電圧導体パターンとの間で前記第 1 絶縁破壊強度以下の第 1 値を有する電界を形成する低電圧配線と、
前記第 1 絶縁層内において前記高電圧導体パターンおよび前記低電圧配線の間の領域に介在し、前記低電圧配線との間で、前記第 1 絶縁破壊強度以下でかつ前記第 1 値以上の第 2 値を有する電界を形成する導電性の電界増強構造と、
前記第 1 絶縁層の上に形成され、前記第 1 絶縁破壊強度以下の第 2 絶縁破壊強度を有する第 2 絶縁層と、を含む、電子部品。

[請求項29] 前記電界増強構造は、前記高電圧導体パターンと同電位に固定され、かつ、前記高電圧導体パターンに沿って形成された導電性の高電圧側ダミー導体パターンを含む、請求項 28 に記載の電子部品。

[請求項30] 前記電界増強構造は、前記低電圧配線と同電位に固定され、かつ、前記低電圧配線に沿って形成された導電性の低電圧側ダミー導体パターンを含む、請求項 28 または 29 に記載の電子部品。

[請求項31] 前記第 1 絶縁層および前記第 2 絶縁層の間の領域に介在し、前記低電圧配線に電氣的に接続された低電圧パッドと、
前記第 1 絶縁層および前記第 2 絶縁層の間の領域に前記低電圧パッドから間隔を空けて介在し、前記高電圧導体パターンに電氣的に接続

され、前記低電圧パッドとの間で前記第2絶縁破壊強度以下の電界を形成する高電圧パッドと、をさらに含む、請求項28～30のいずれか一項に記載の電子部品。

[請求項32] 前記第1絶縁層の前記第1絶縁破壊強度は、 5.0 MV/cm 以上であり、前記第2絶縁層の前記第2絶縁破壊強度は、 1.0 MV/cm 以上である、請求項28～31のいずれか一項に記載の電子部品。

[請求項33] 前記第2絶縁層は、樹脂層からなる、請求項28～32のいずれか一項に記載の電子部品。

[請求項34] 前記樹脂層は、モールド樹脂を含む、請求項33に記載の電子部品。

[請求項35] 前記第1絶縁層および前記第2絶縁層の間に介在するパッシベーション膜をさらに含む、請求項28～34のいずれか一項に記載の電子部品。

[請求項36] 前記低電圧導体パターンは、螺旋状の低電圧コイルを含み、
前記高電圧導体パターンは、螺旋状の高電圧コイルを含み、
前記低電圧コイルおよび前記高電圧コイルによって変圧器が形成されている、請求項28～35のいずれか一項に記載の電子部品。

[請求項37] 前記低電圧導体パターンは、平板状の低電圧側キャパシタ導体膜を含み、

前記高電圧導体パターンは、平板状の高電圧側キャパシタ導体膜を含み、

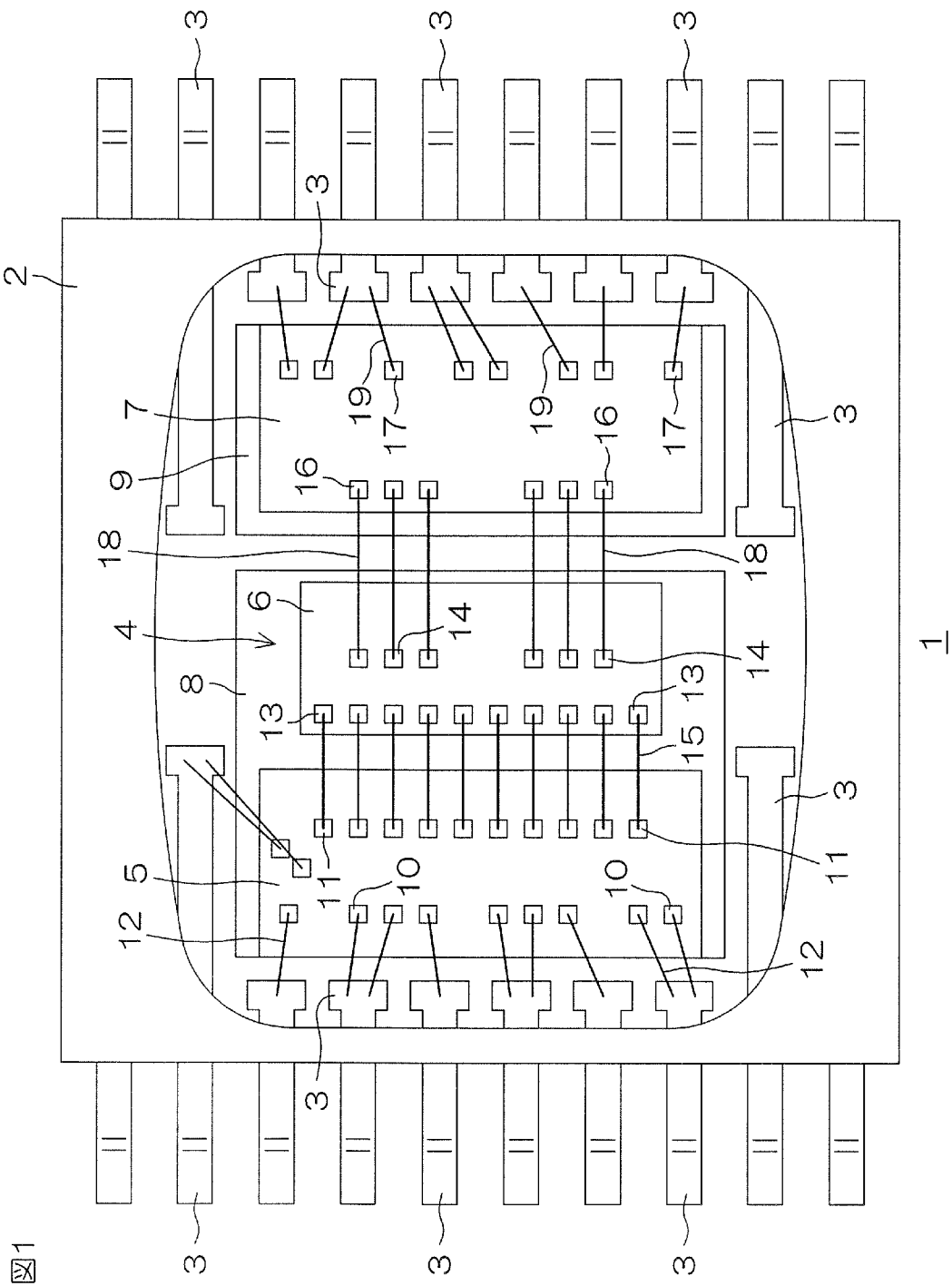
前記低電圧側キャパシタ導体膜および前記高電圧側キャパシタ導体膜によってキャパシタンスが形成されている、請求項28～35のいずれか一項に記載の電子部品。

[請求項38] 請求項1～37のいずれか一項に記載の電子部品と、前記電子部品を封止する樹脂パッケージと、を含む、電子部品モジュール。

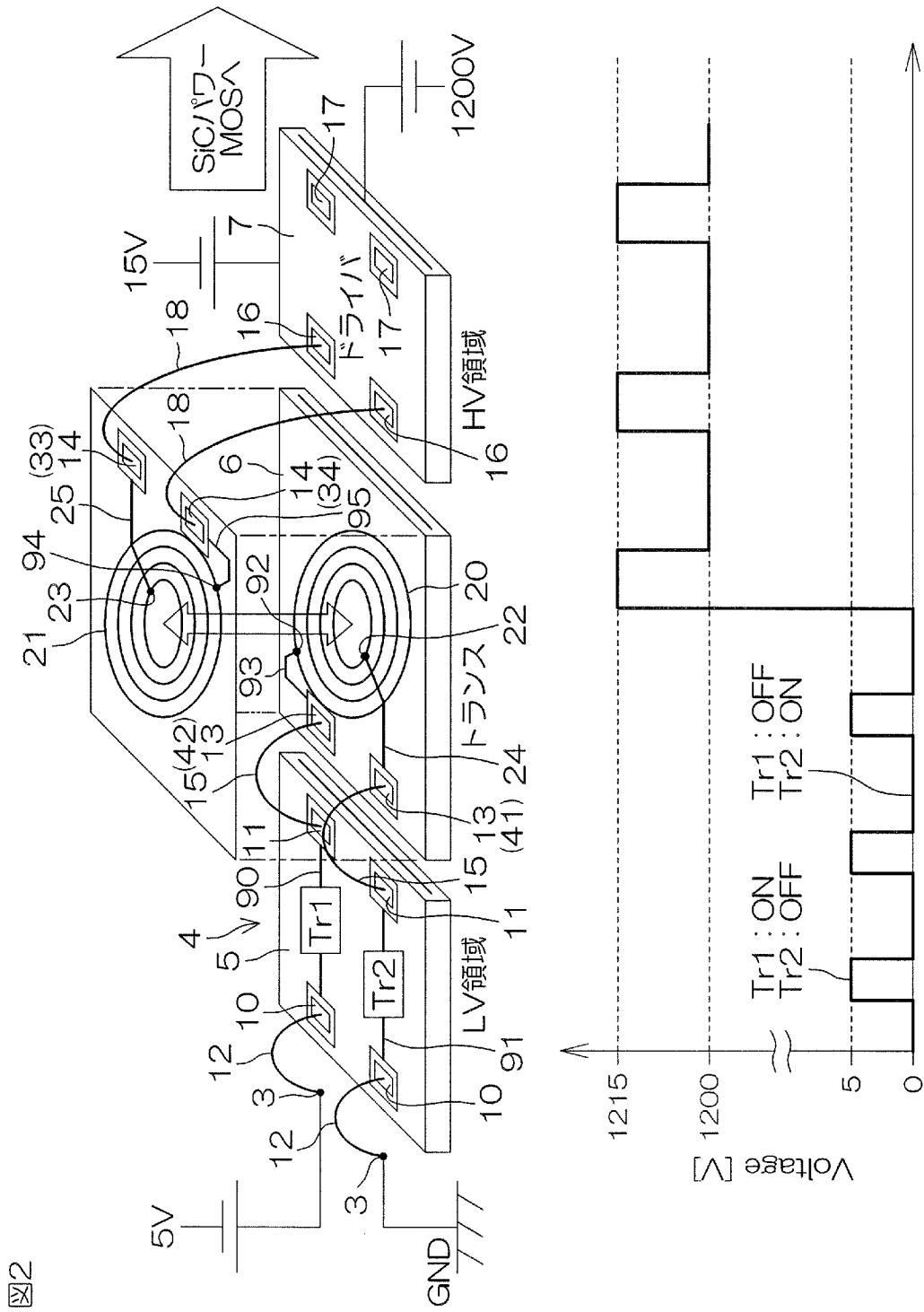
[請求項39] 前記電子部品の前記低電圧導体パターンに電氣的に接続された低電圧素子と、前記電子部品の前記高電圧導体パターンに電氣的に接続さ

れた高電圧素子と、をさらに含み、前記樹脂パッケージは、前記電子部品、前記低電圧素子および前記高電圧素子を一括して封止している、請求項 38 に記載の電子部品モジュール。

[図1]

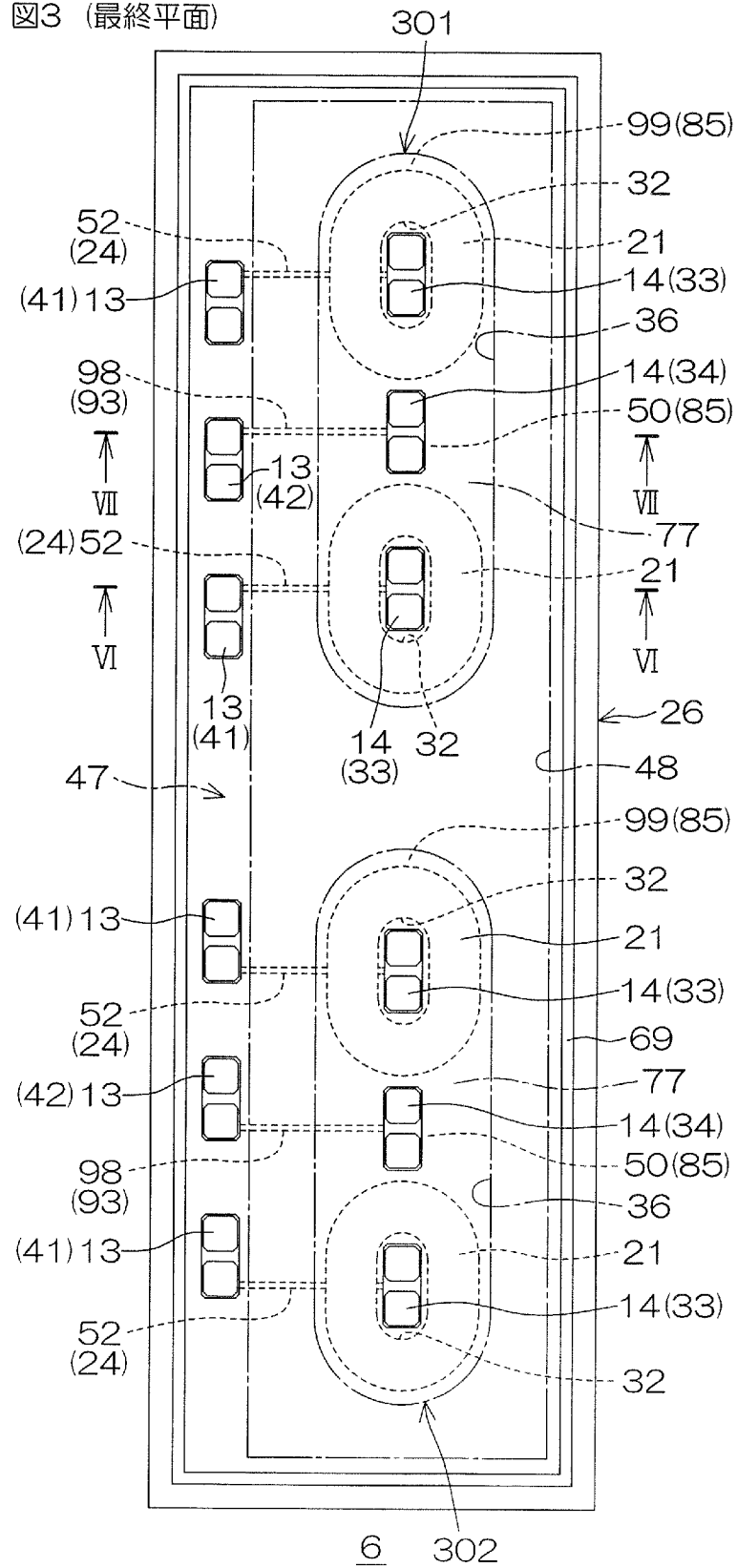


[図2]



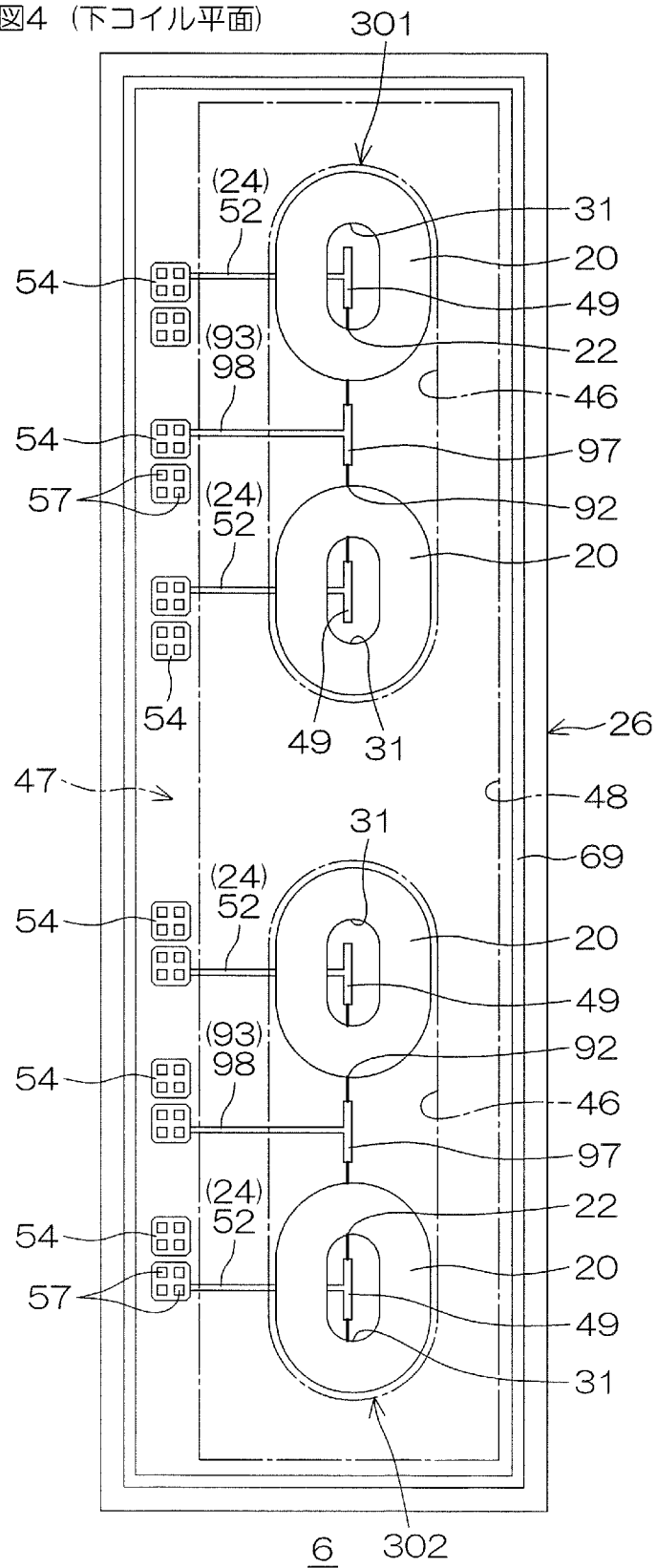
[図3]

図3 (最終平面)

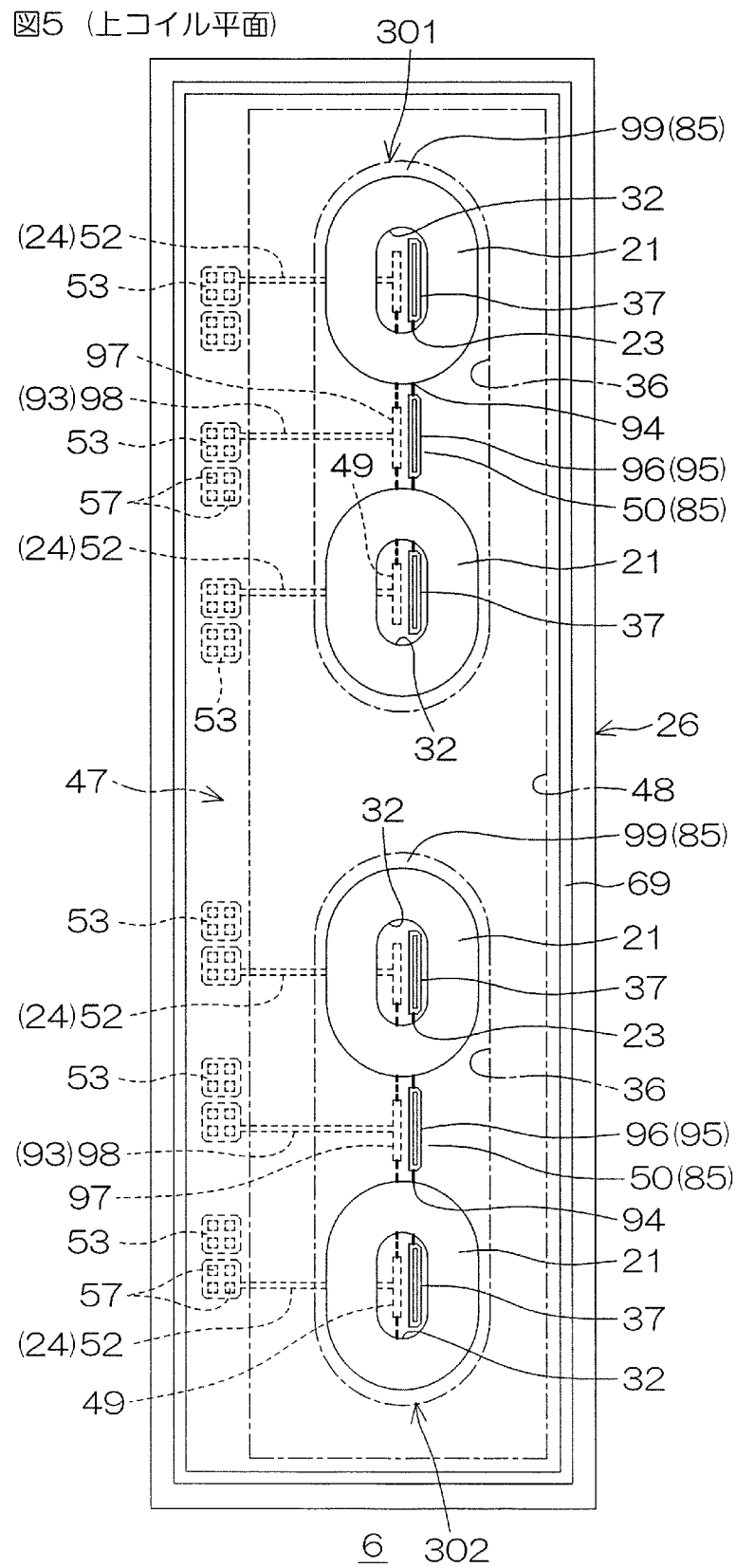


[図4]

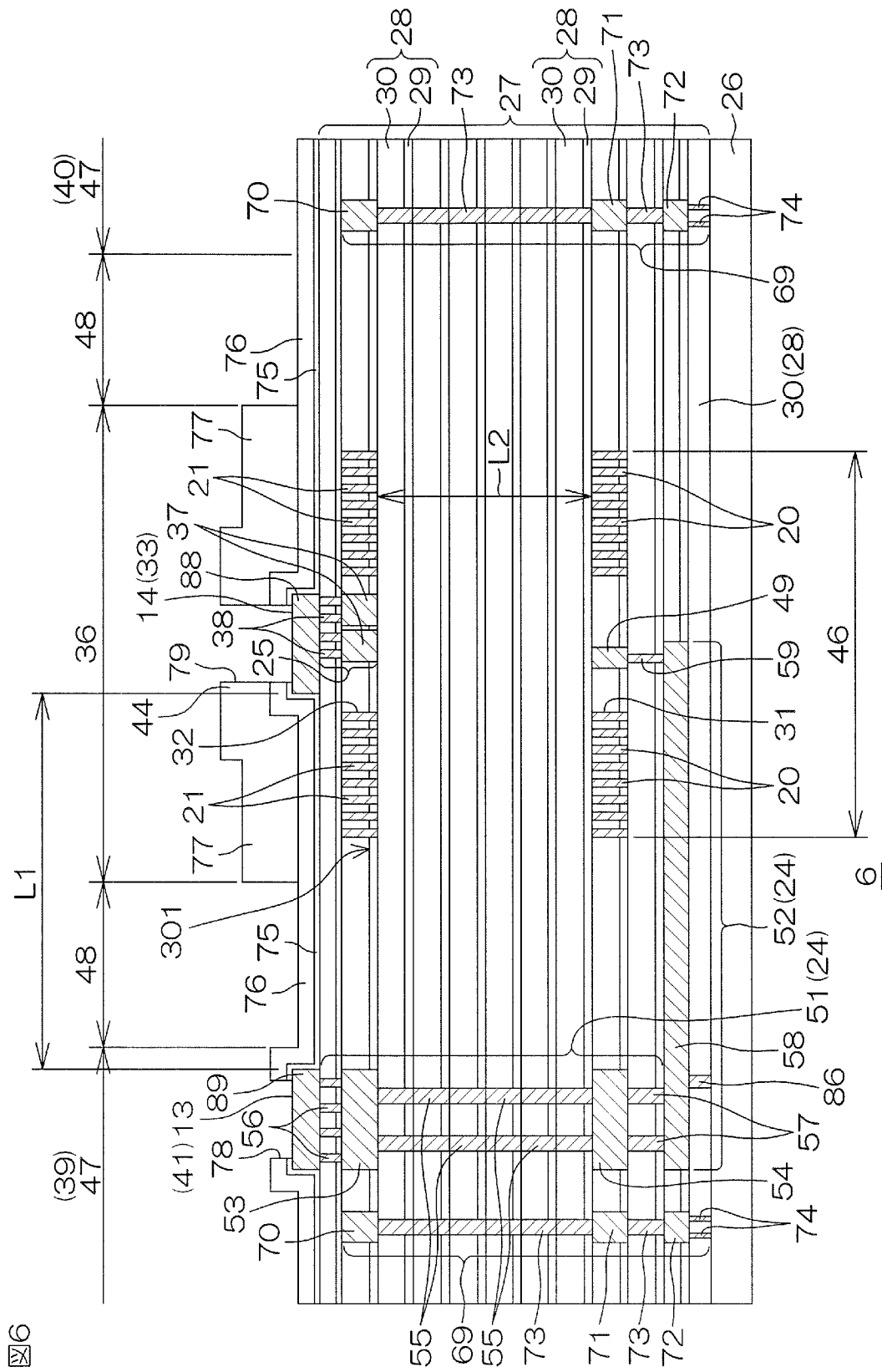
図4 (下コイル平面)



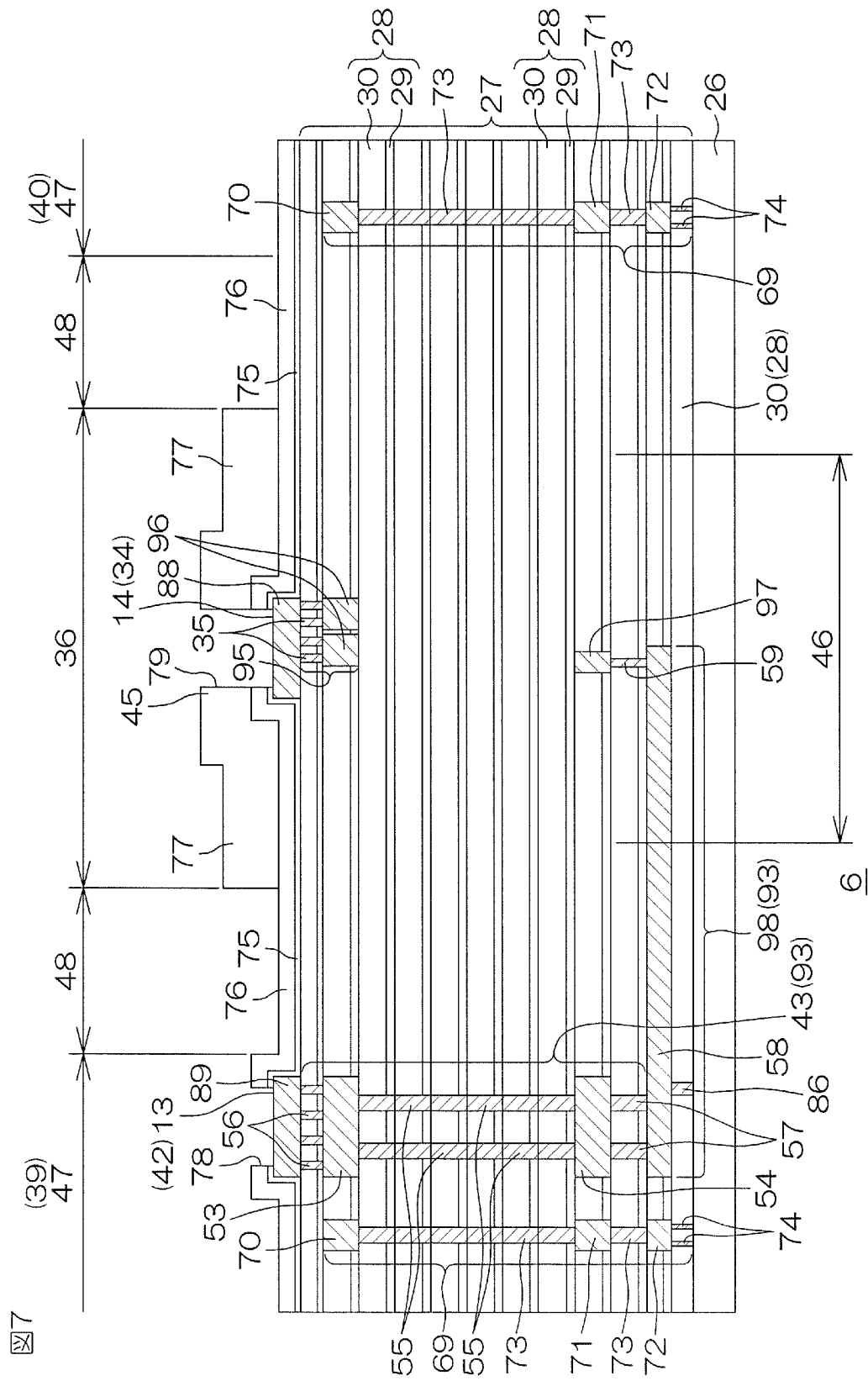
[図5]



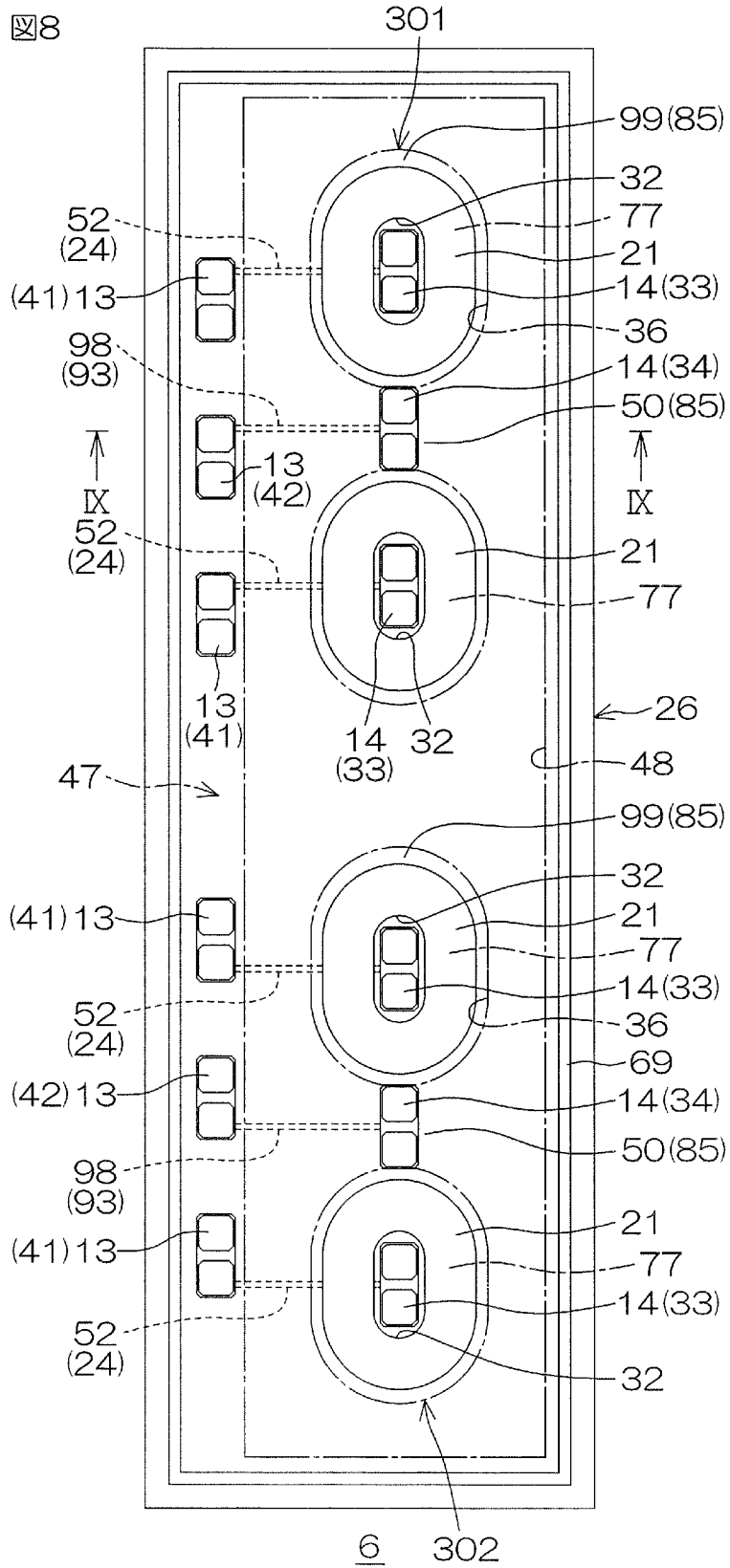
[図6]



[図7]

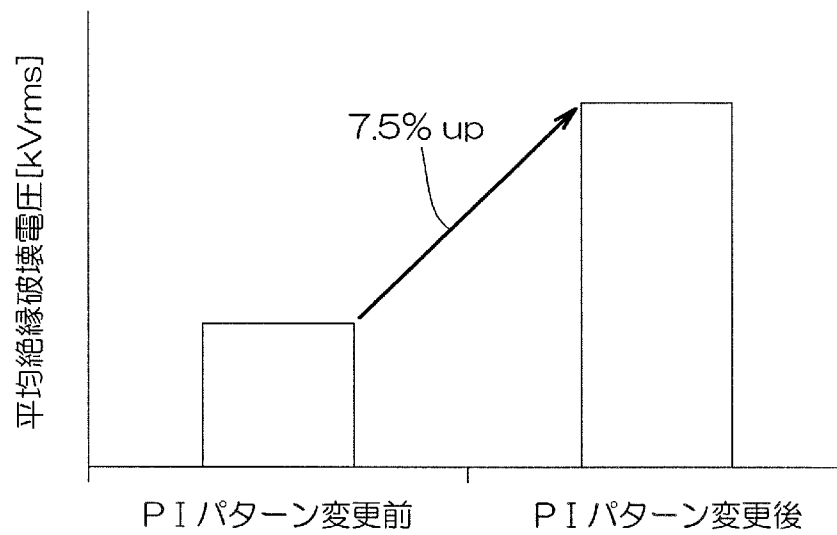


[図8]



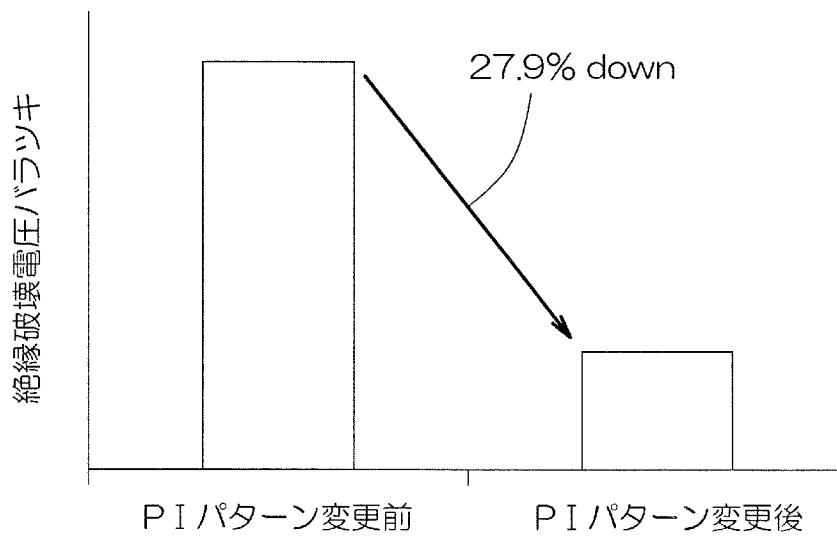
[図10]

図10



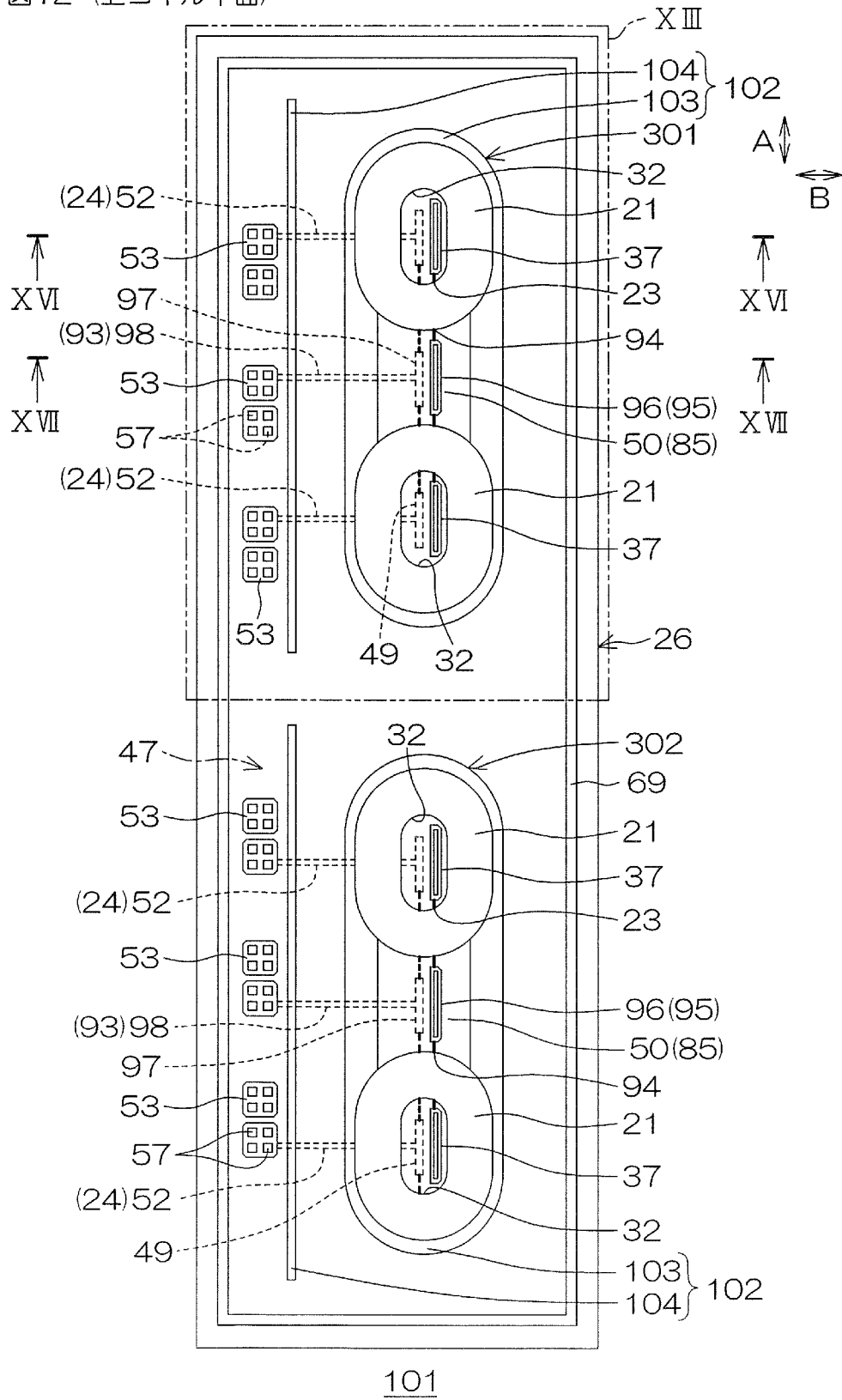
[図11]

図11



[図12]

図12 (上コイル平面)



[図13]

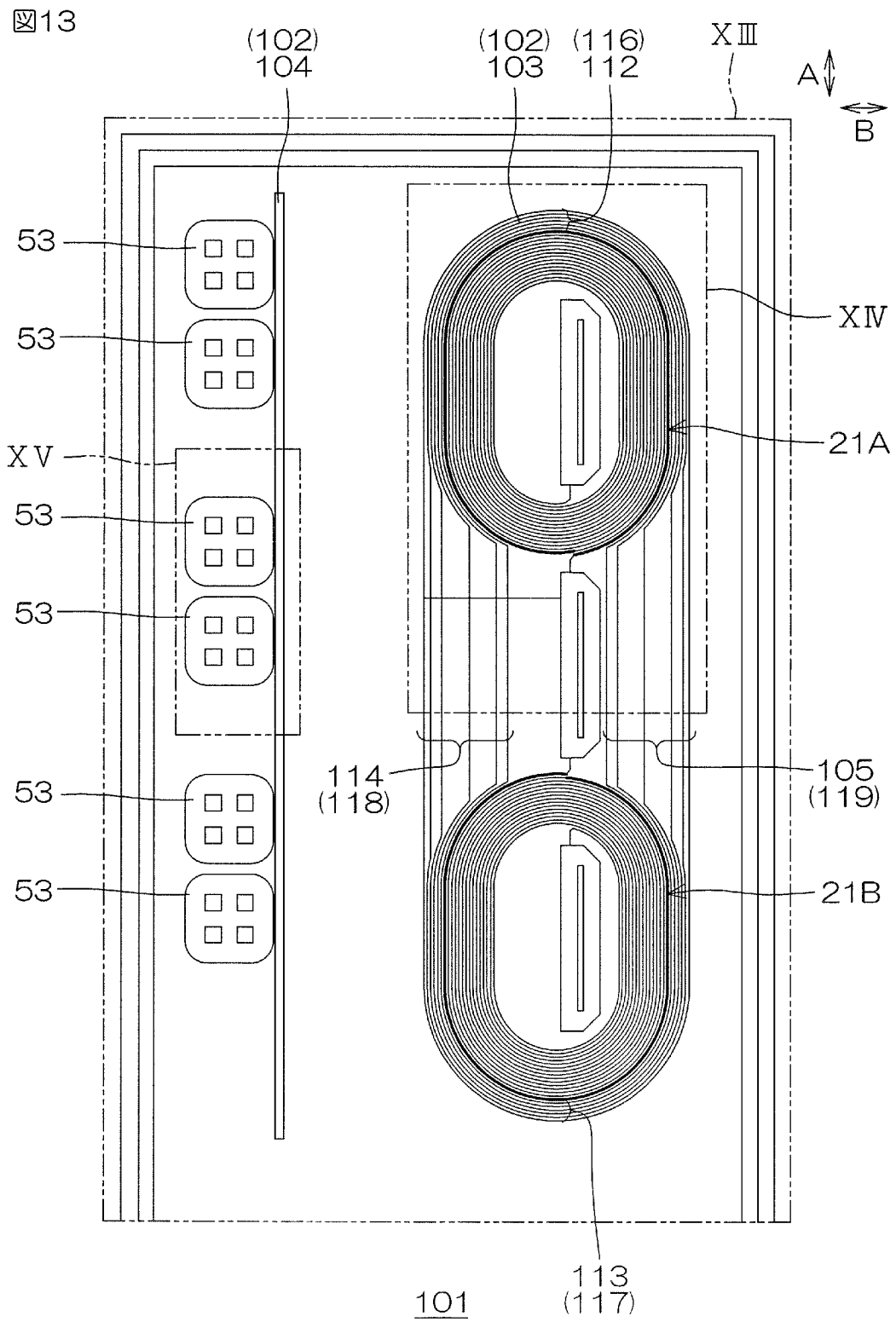
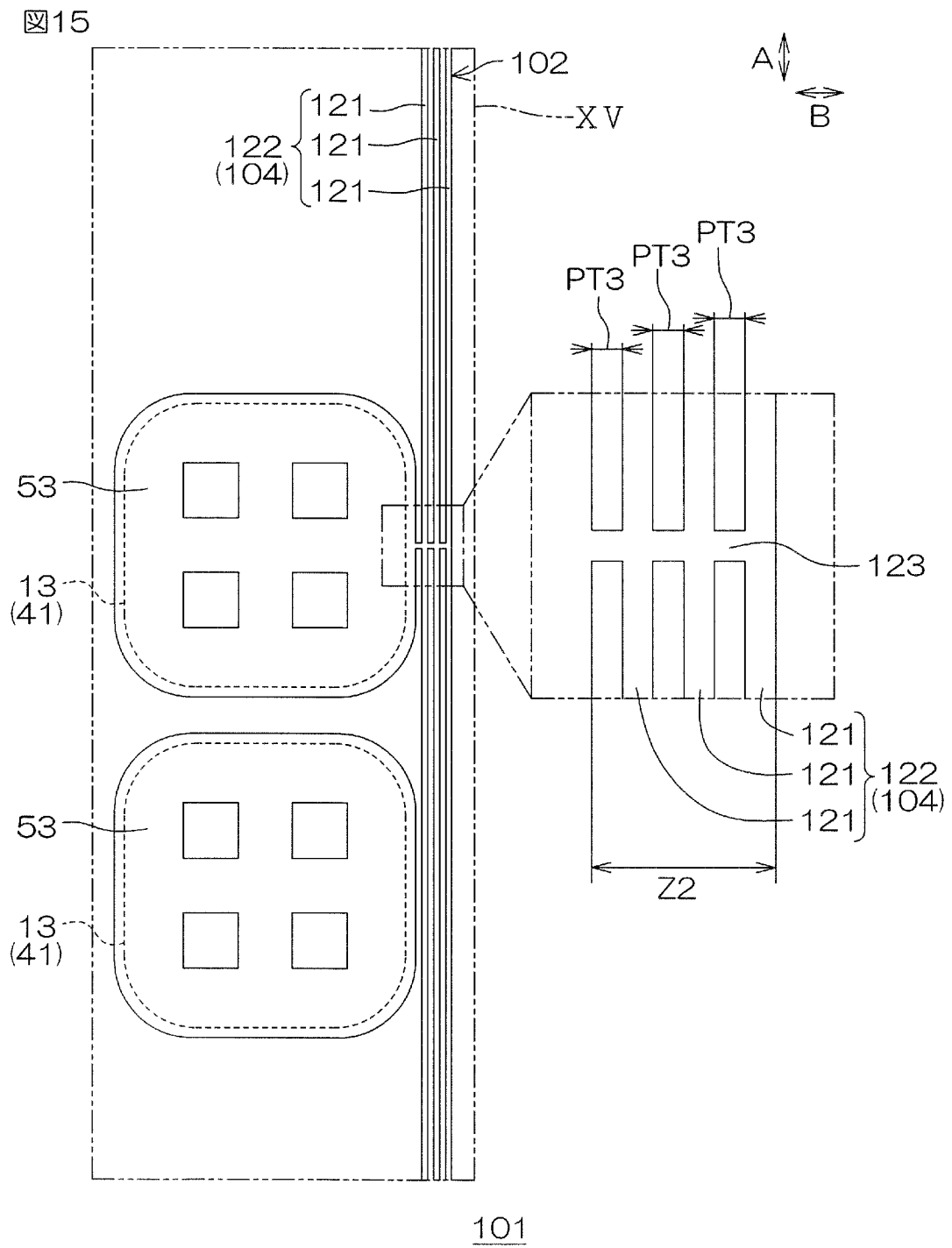


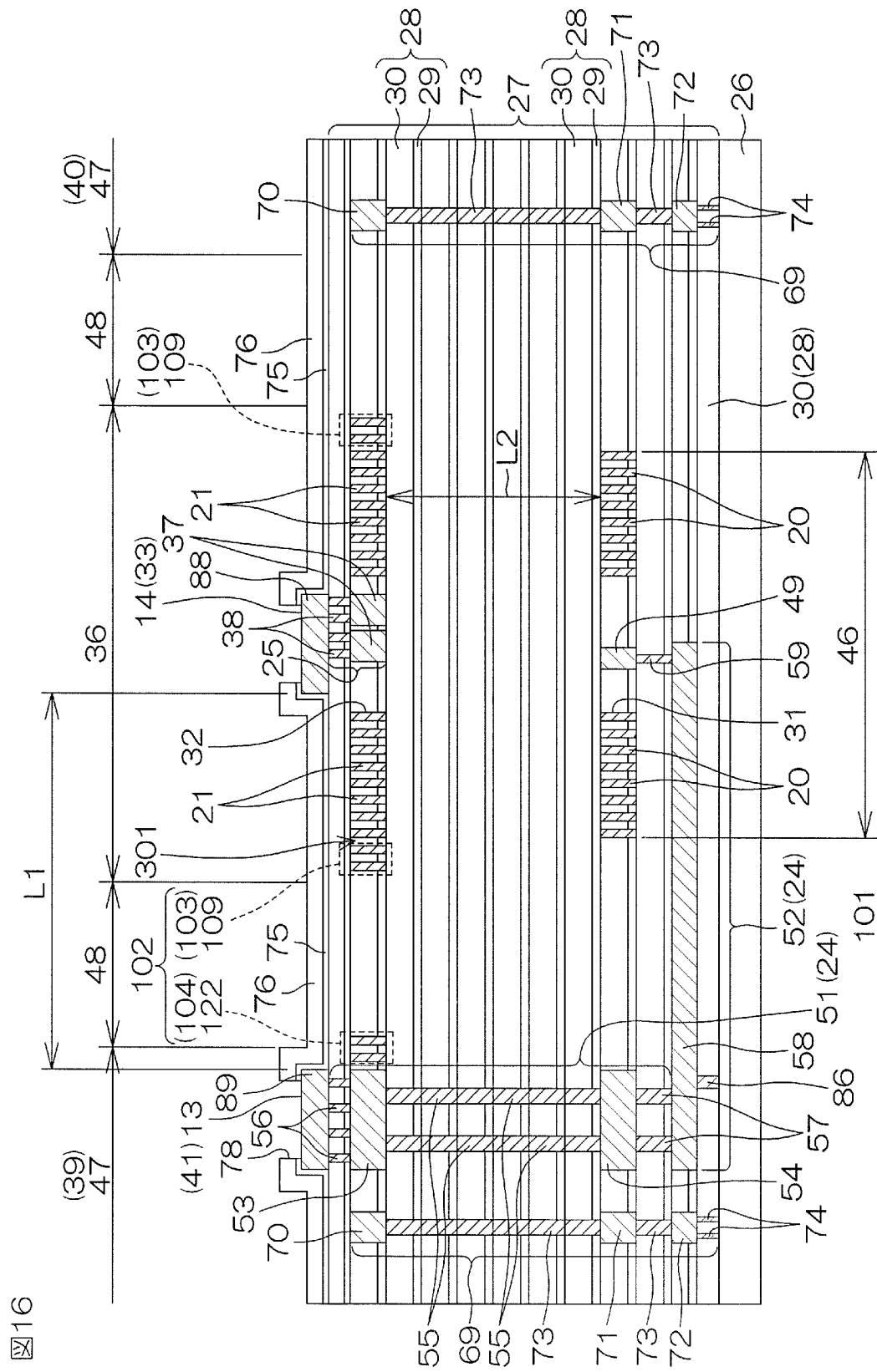
FIG. 14

A schematic diagram of a semiconductor device, specifically a cross-section along line XIV-XIV. The diagram shows a top-down view of a circular loop structure (102) formed by multiple turns of a conductive layer (108). The loop is surrounded by a dielectric material (14). Inside the loop, there is a central core or channel (23) defined by a gate stack (37). The gate stack consists of a gate oxide (106) and a gate electrode (105). The loop is connected to a series of vertical conductive leads (107, 111, 114, 115) which are part of a larger circuit structure (101). The leads are separated by insulating spacers (14(33), 14(34)). Various other components are labeled, including PT1, PTL, PTe, PTc, PTa, PTb, PTd, and PTf, which likely represent different types of transistors or contact pads. The overall structure is built on a substrate (96).

[図15]

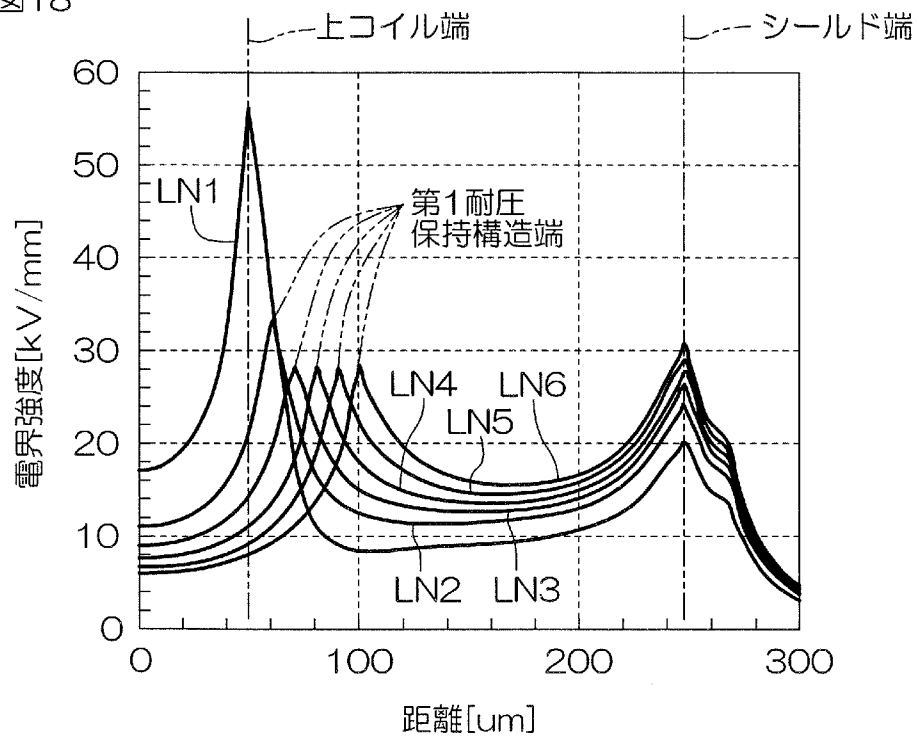


[図16]



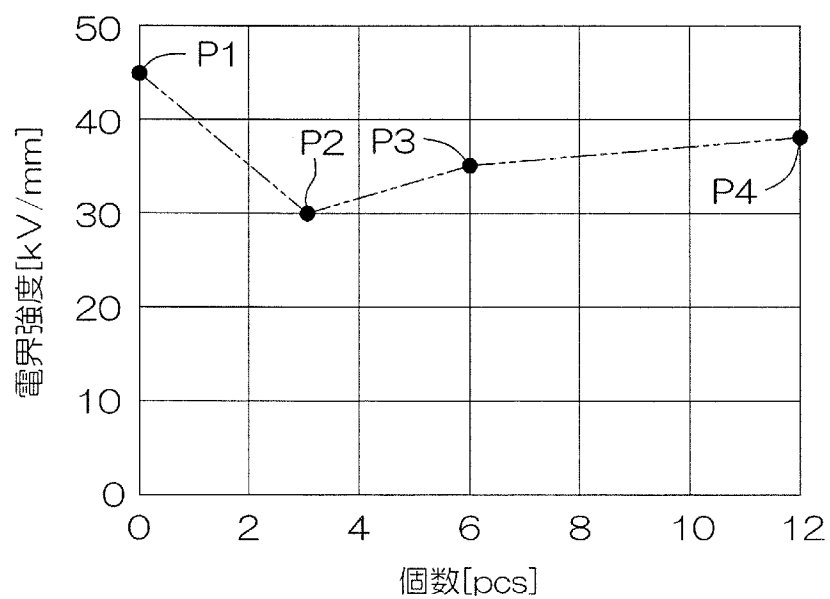
[図18]

図18



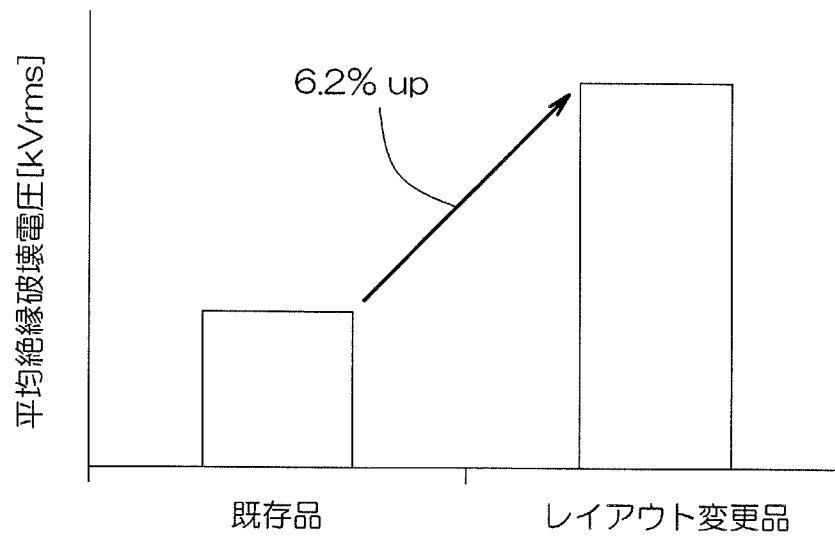
[図19]

図19



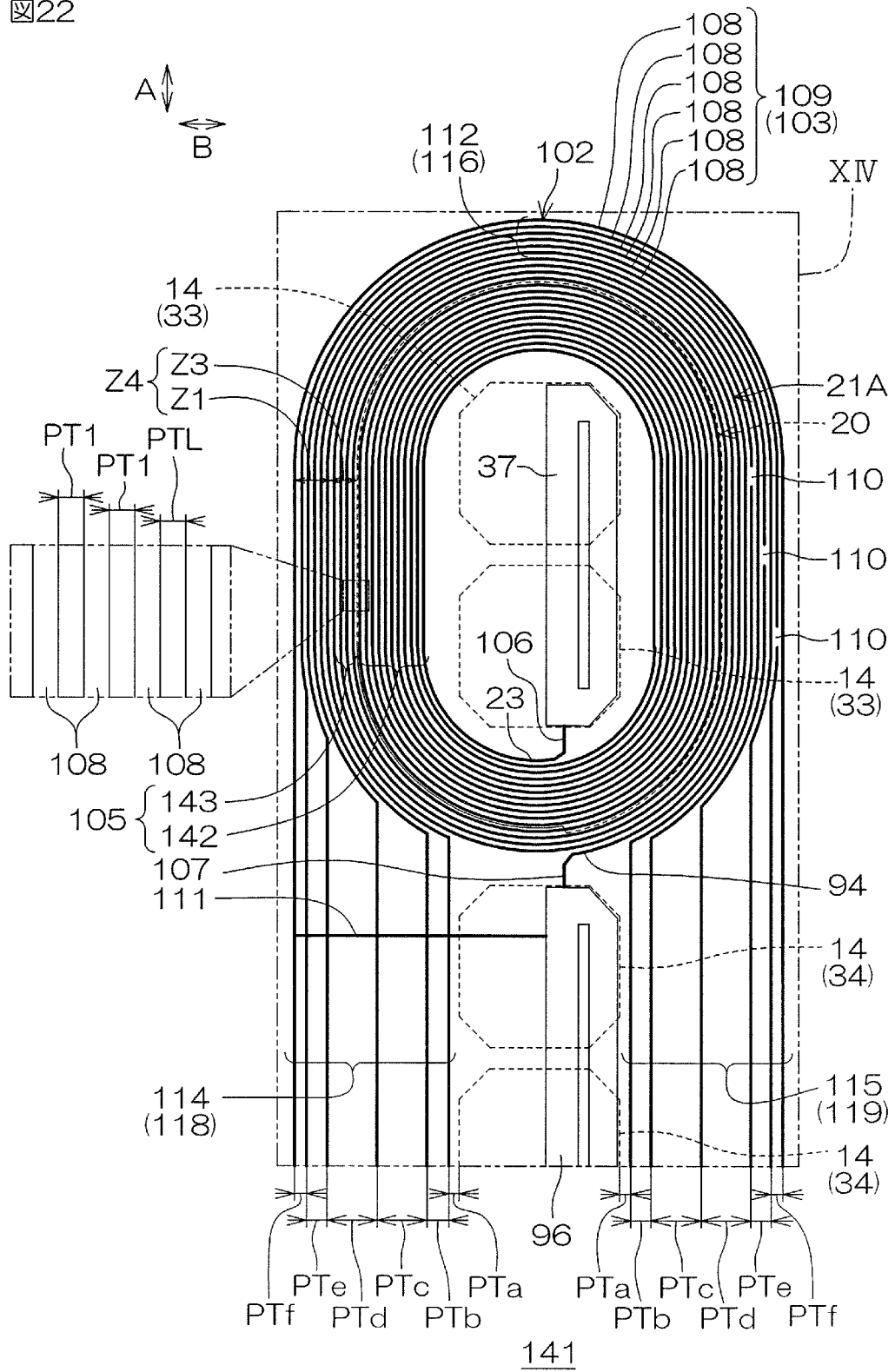
[図20]

図20



[図22]

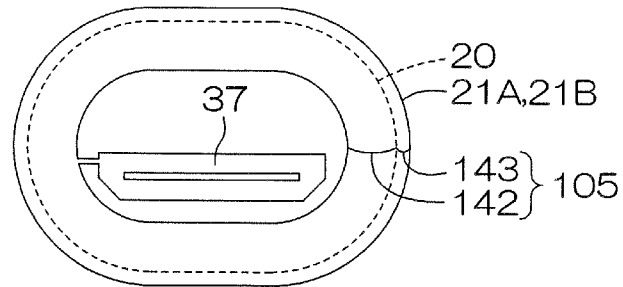
図22



[図23]

図23

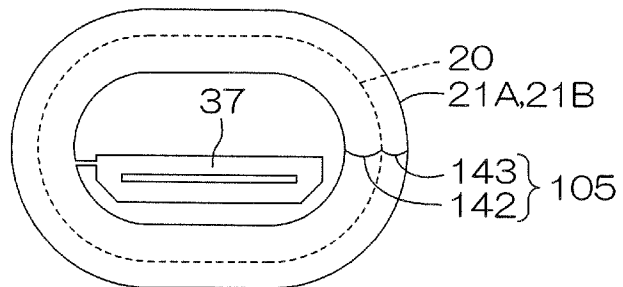
下コイル巻回数：13
 上コイル巻回数：15(=13+2)



[図24]

図24

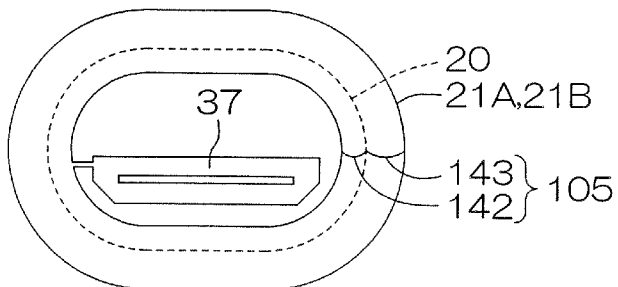
下コイル巻回数：10
 上コイル巻回数：15(=10+5)



[図25]

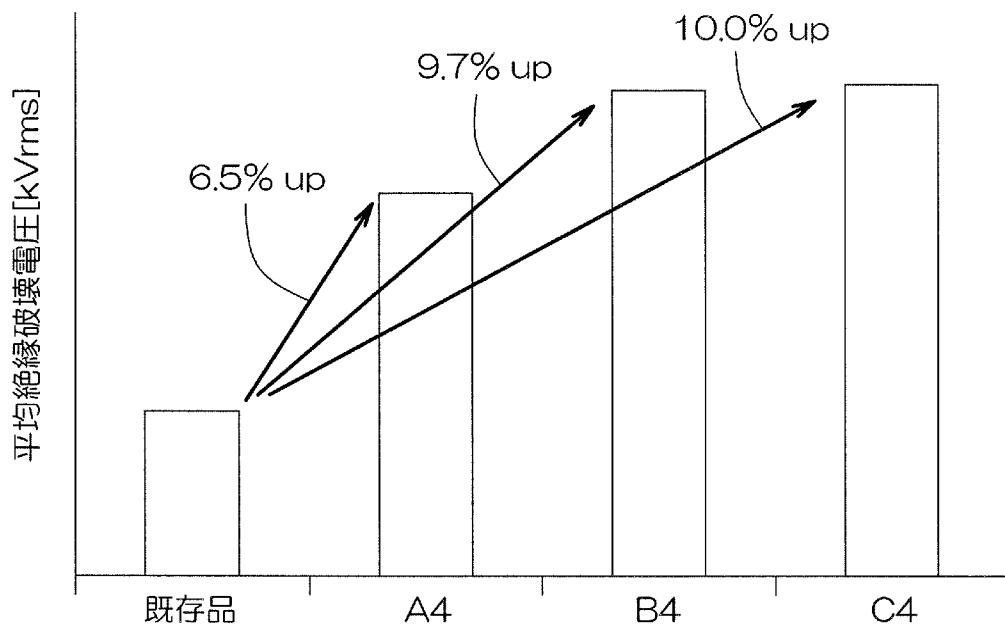
図25

下コイル巻回数：7
 上コイル巻回数：15(=7+8)



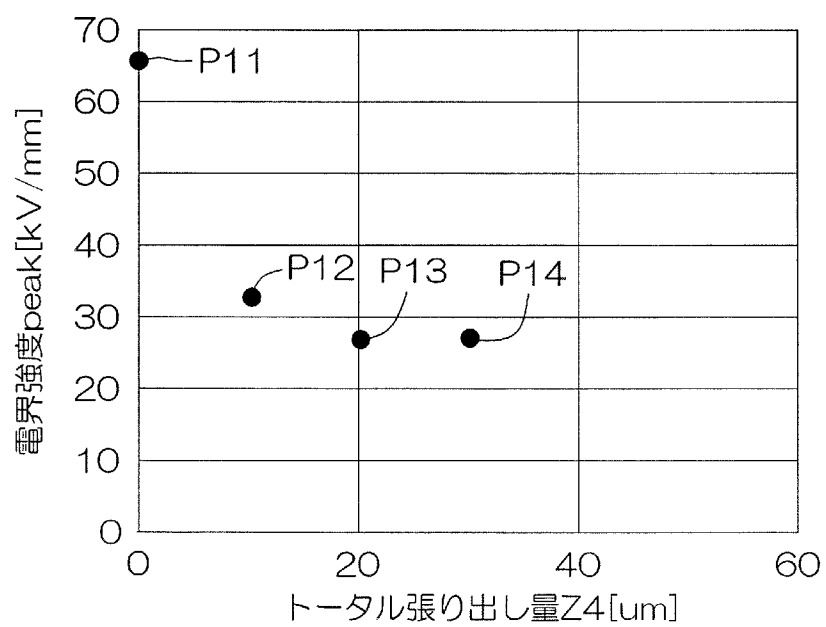
[図26]

図26

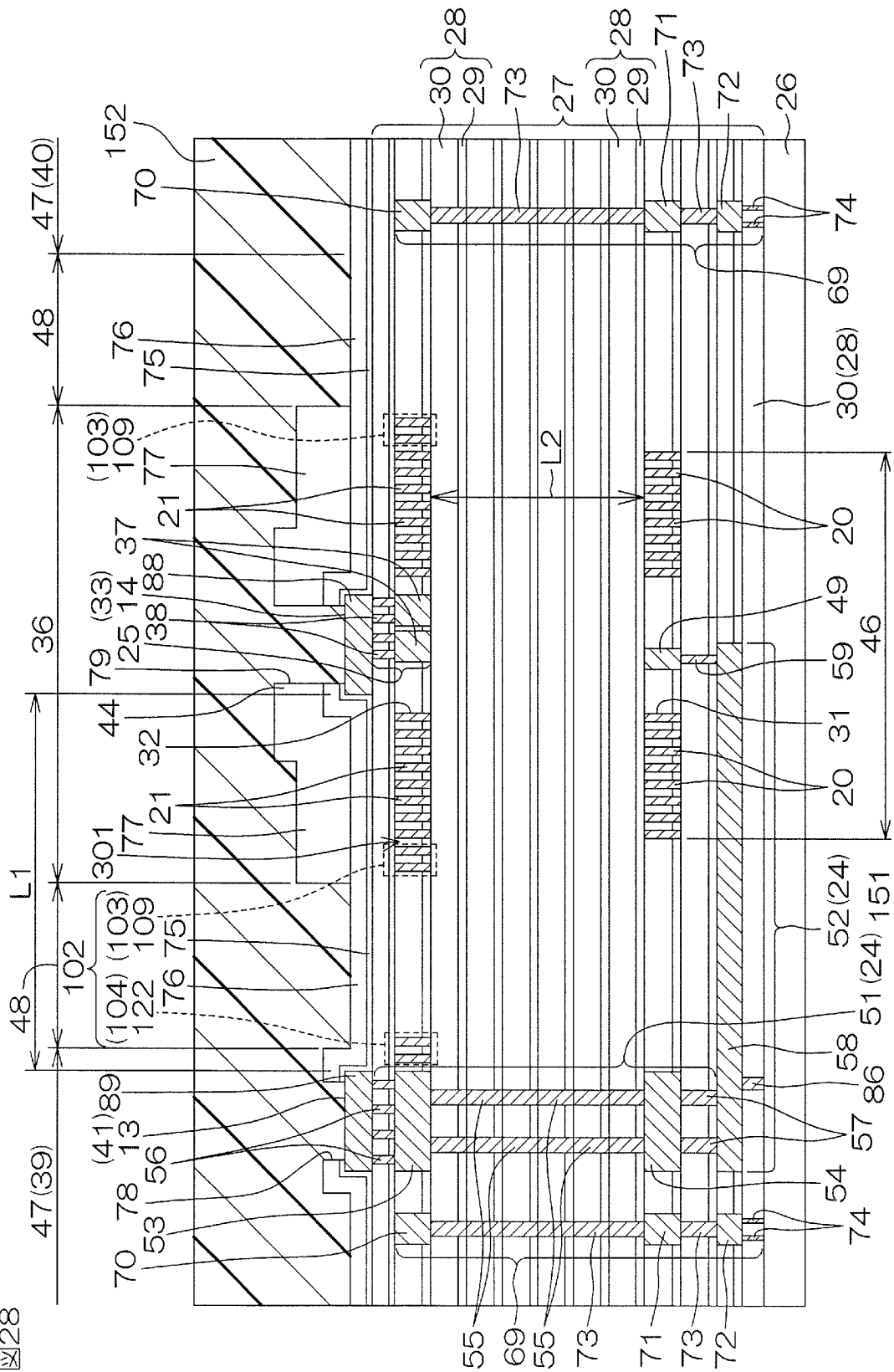


[図27]

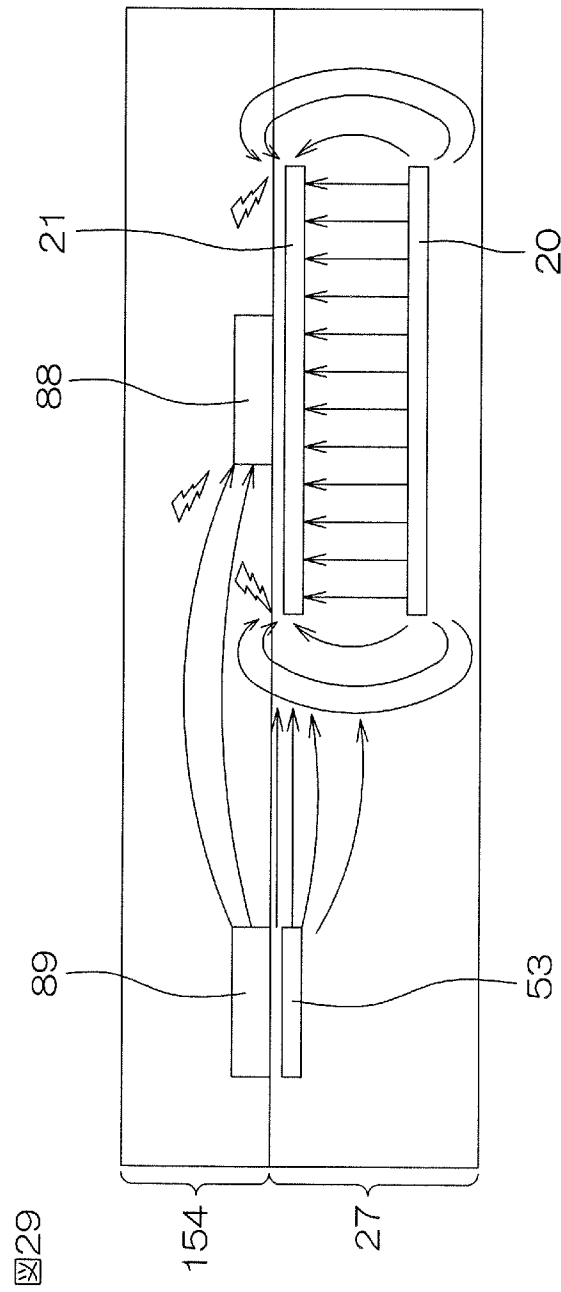
図27



82X



[図29]



[図30]

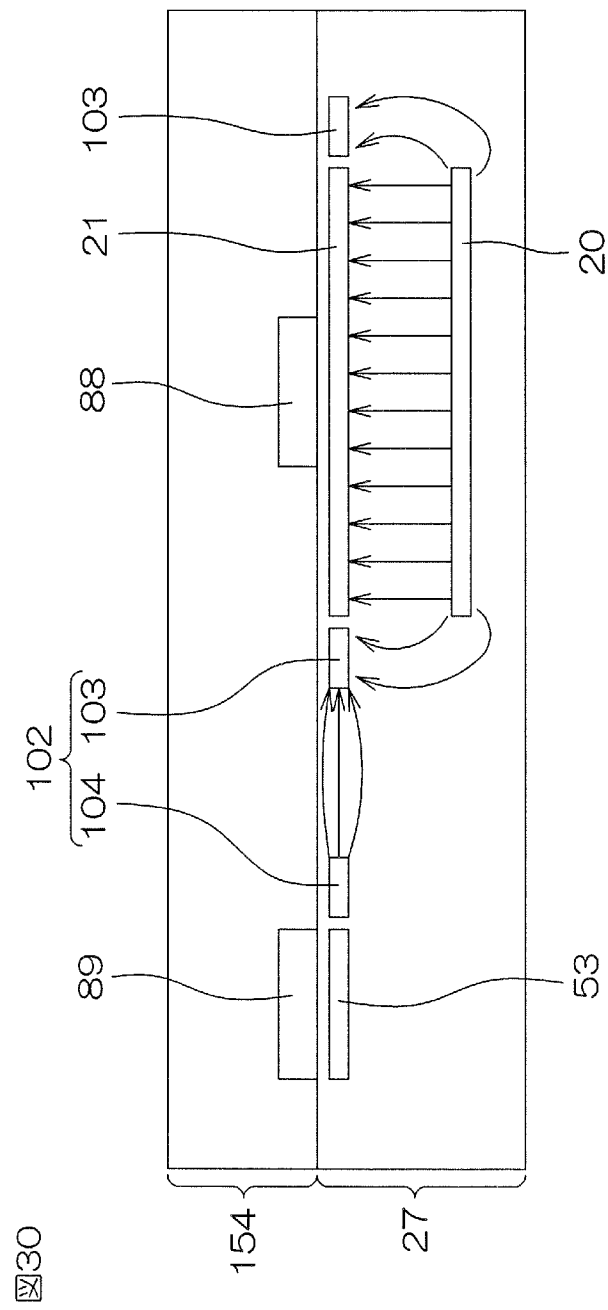
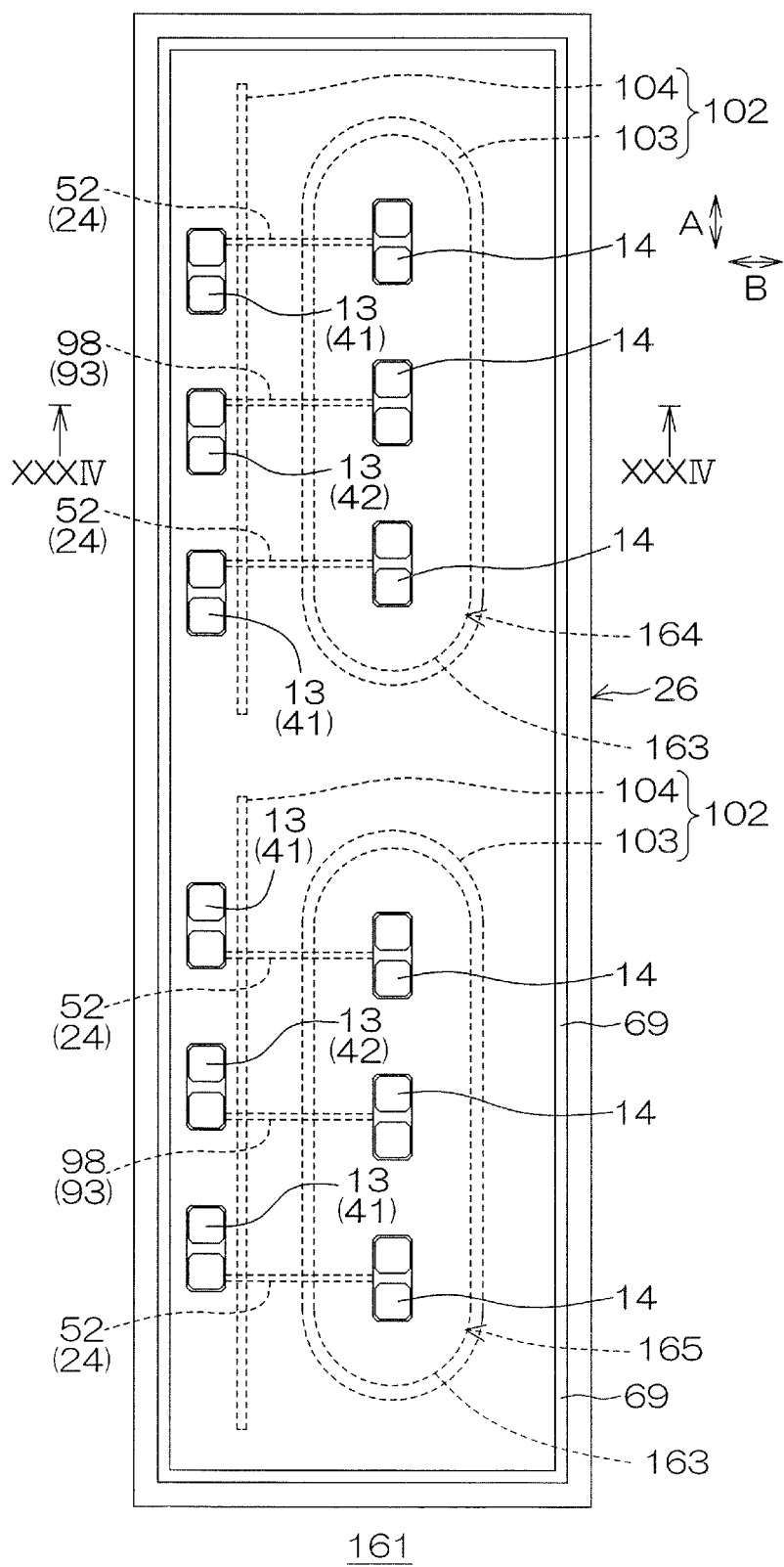
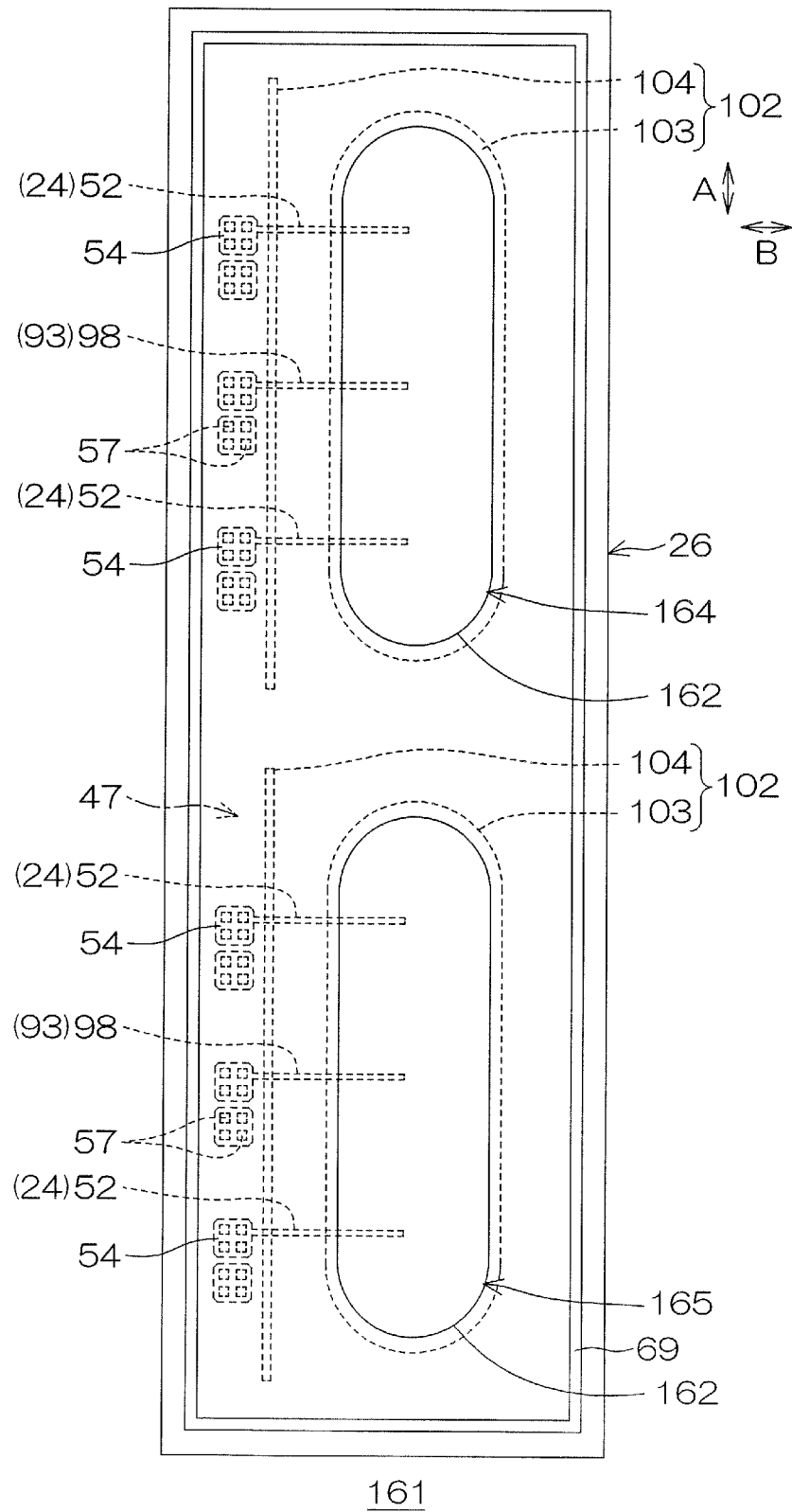


図31 (最終平面)



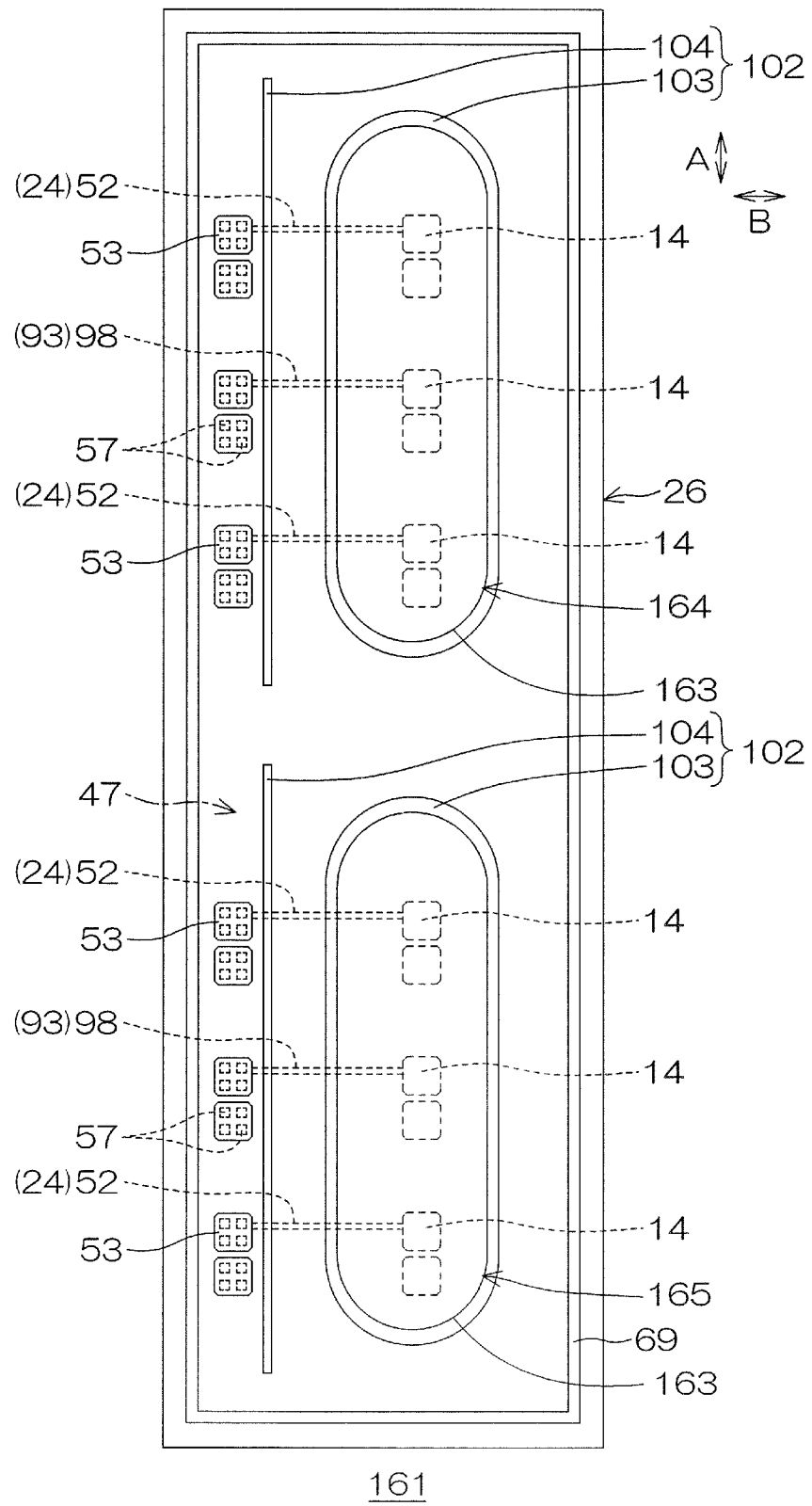
[図32]

図32(低電圧側キャパシタ導体膜平面)

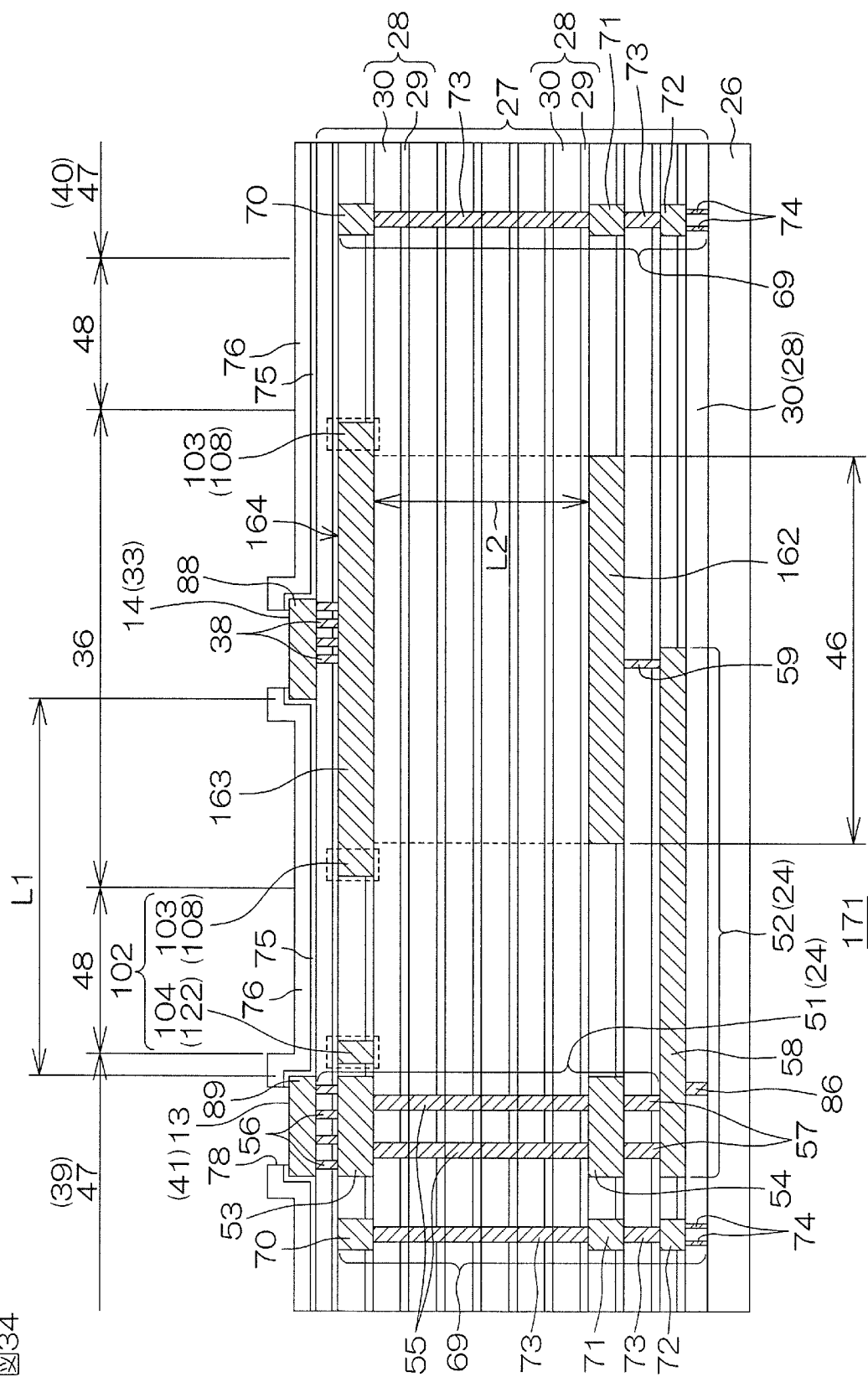


[図33]

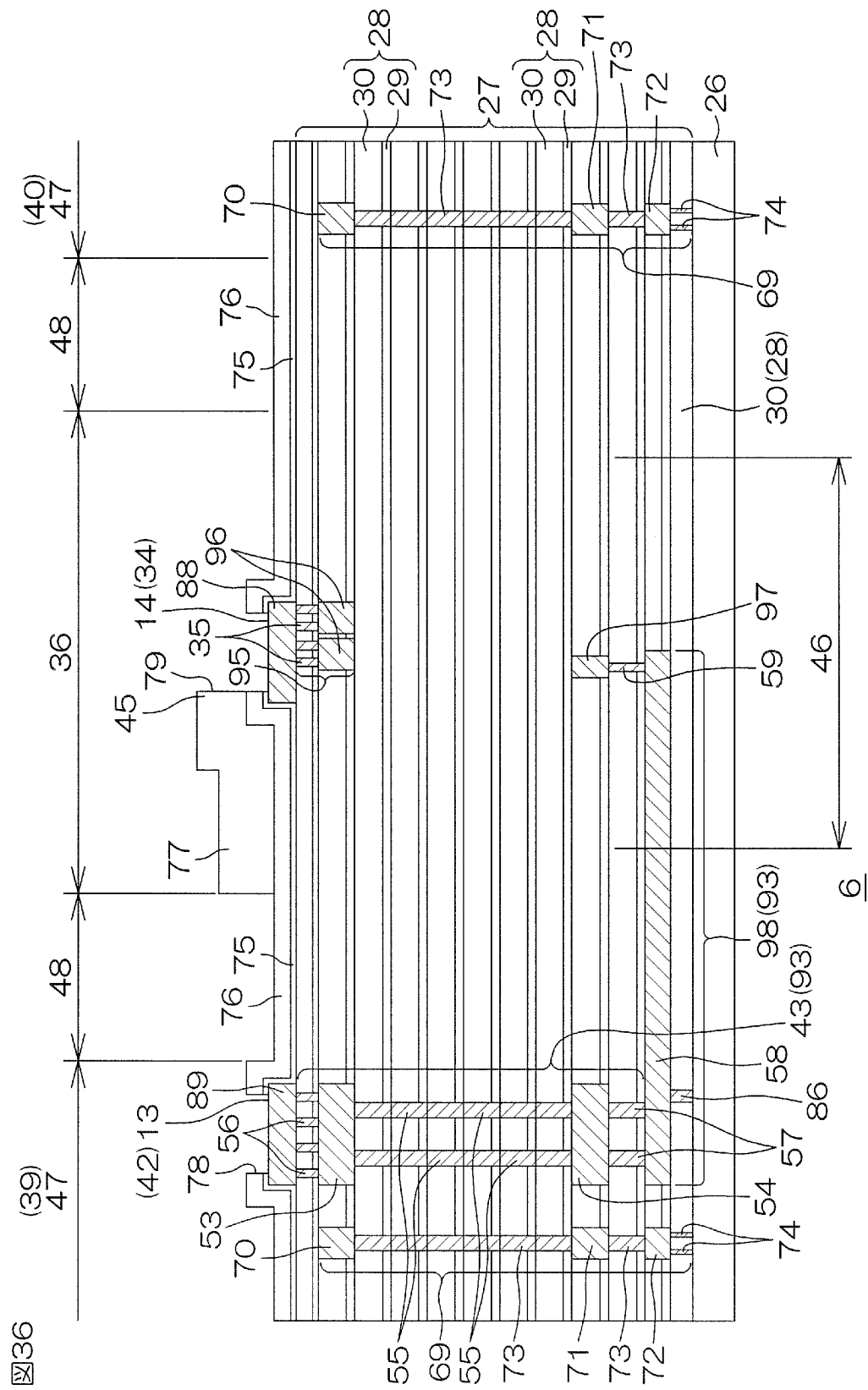
図33(高電圧側キャパシタ導体膜平面)



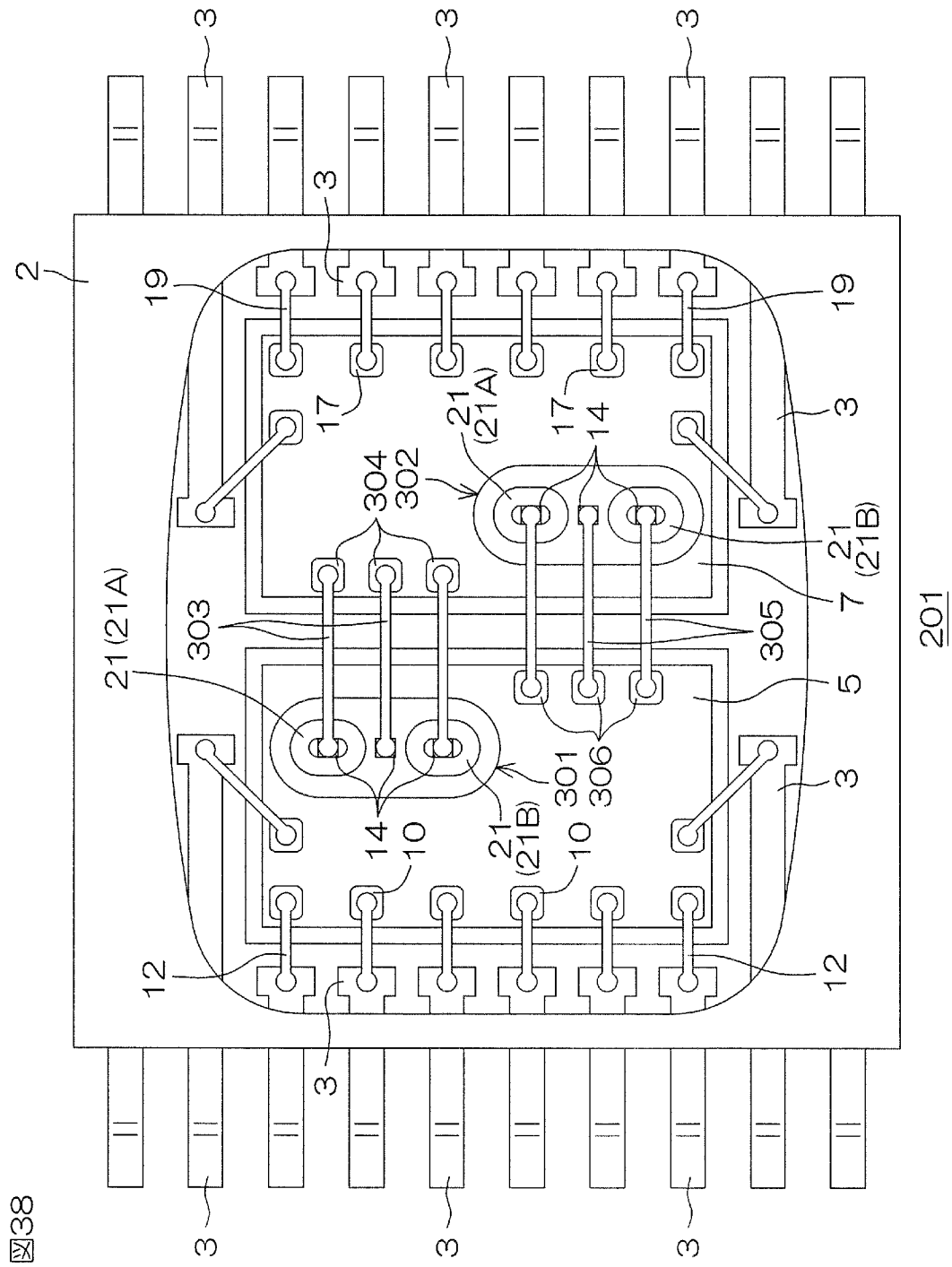
34



[図36]



[図38]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/038365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01F17/00 (2006.01) i, H01F30/10 (2006.01) i, H01G4/30 (2006.01) i,
H01L21/822 (2006.01) i, H01L27/04 (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. H01F17/00, H01F30/10, H01G4/30, H01L21/822, H01L27/04

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	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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	JP 2016-28407 A (ROHM CO., LTD.) 25 February 2016, abstract, claim 21, paragraphs [0024], [0031],	1-4, 7-11, 28, 31-39
A	[0053]-[0055], fig. 1-16 & US 2015/0137314 A1, abstract, paragraphs [0070], [0084], [0117]-[0121], fig. 1-16 & US 2017/0287624 A1	5, 6, 12-27, 29, 30
A	WO 2016/080034 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 26 May 2016, entire text, all drawings & US 2017/0278811 A1, whole document & DE 112015005198 T & CN 106716622 A	1-39
A	JP 2017-73475 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CO., LTD.) 13 April 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-39

☐

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
21 December 2018 (21.12.2018)

Date of mailing of the international search report
08 January 2019 (08.01.2019)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01F17/00(2006.01)i, H01F30/10(2006.01)i, H01G4/30(2006.01)i, H01L21/822(2006.01)i, H01L27/04(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. H01F17/00, H01F30/10, H01G4/30, H01L21/822, H01L27/04

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2016-28407 A (ローム株式会社) 2016.02.25, 要約, 請求項 21, 段落[0024], [0031], [0053]-[0055], 図 1-16	1-4, 7-11, 28, 31-39
A	& US 2015/0137314 A1 abstract, paragraphs0070, 0084, 0117-0121, figures1-16 & US 2017/0287624 A1	5, 6, 12-27, 29 , 30
A	WO 2016/080034 A1 (三菱電機株式会社) 2016.05.26, 全文, 全図 & US 2017/0278811 A1 whole document & DE 112015005198 T & CN 106716622 A	1-39

☑ 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

21.12.2018

国際調査報告の発送日

08.01.2019

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)

田中 崇大

5 D

7894

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

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 2017-73475 A (パナソニック I P マネジメント株式会社) 2017.04.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-39