

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年9月22日(22.09.2022)



(10) 国際公開番号

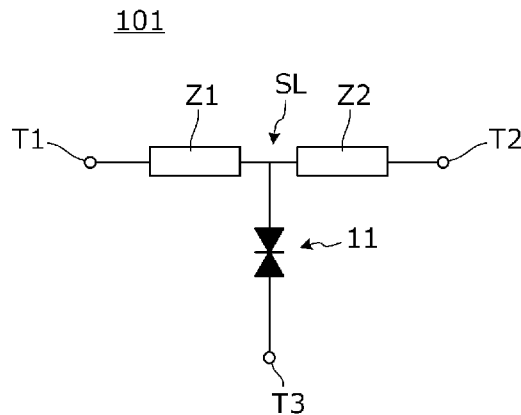
WO 2022/196642 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/04 (2006.01) H03H 7/01 (2006.01)
H02H 9/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/011359
- (22) 国際出願日: 2022年3月14日(14.03.2022)
- (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 2021-042011 2021年3月16日(16.03.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 安藤 翔太(ANDO Shota); 〒6178555 京
都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株
式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: TRANSIENT VOLTAGE ABSORBING CIRCUIT

(54) 発明の名称: 過渡電圧吸収回路

【図1】



(57) Abstract: A transient voltage absorbing circuit (101) comprises impedance elements (Z1, Z2) connected in series to a signal line (SL), and a transient voltage absorbing element (11) connected as a shunt between the signal line (SL) and a reference potential. The transient voltage absorbing element (11) has a floating capacitance component across terminals. The impedance of the impedance elements (Z1, Z2) and the floating capacitance component of the transient voltage absorbing element (11) have values such that a low-pass filter composed of the impedance elements (Z1, Z2) and the transient voltage absorbing element (11) exhibits a Butterworth characteristic.

(57) 要約: 過渡電圧吸収回路(101)は、信号ライン(SL)にシリーズに接続されたインピーダンス素子(Z1, Z2)と、信号ライン(SL)と基準電位との間にシャントに接続された過渡電圧吸収素子(11)とを含む。過渡電圧吸収素子(11)は端子間に浮遊容量成分を有し、インピーダンス素子(Z1, Z2)のインピーダンス及び過渡電圧吸収素子(11)の浮遊容量成分は、インピーダンス素子(Z1, Z2)及び過渡電圧吸収素子(11)で構成されるローパスフィルタがバターワース特性を示す値である。

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 過渡電圧吸収回路

技術分野

[0001] 本発明は、E S D（静電気放電）等による過渡的な高電圧異常電圧や、雷サージ、開閉サージ等のサージを吸収して、電子機器を保護する過渡電圧吸収回路に関する。

背景技術

[0002] 一般に、伝送線路とグラウンドとの間に過渡電圧吸収素子を挿入すると、過渡電圧吸収素子の寄生容量によって高周波信号がグラウンドへ漏れ、伝送線路の伝送特性が悪化する。

[0003] 特許文献 1 には、高調波歪を低減し且つ静電放電保護回路を有する高周波半導体回路及びそれを備えた無線通信機器が示されている。この特許文献 1 では、過渡電圧吸収素子に対して直列にインダクタを挿入することで、グラウンドへの高周波信号の漏れを抑制し、伝送線路の高周波通過特性が改善される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開 2 0 0 7 - 1 3 0 3 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に記載の高周波半導体回路及びそれを備えた無線通信機器では、過渡電圧吸収素子に対して直列に接続しているインダクタは、過渡電圧吸収素子の機能を阻害する要因となり得る。

[0006] そこで、本発明の目的は、伝送線路の高周波通過特性を低下させることなく、過渡電圧吸収素子のサージ吸収機能を高めた過渡電圧吸収回路を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0007] (A) 本開示の一例としての過渡電圧吸収回路は、信号ラインにシリーズに接続されたインピーダンス素子と、前記信号ラインと基準電位との間にシャントに接続された過渡電圧吸収素子とを含み、前記過渡電圧吸収素子は端子間に浮遊容量成分を有し、前記インピーダンス素子のインピーダンス及び前記過渡電圧吸収素子の浮遊容量成分は、前記インピーダンス素子及び前記過渡電圧吸収素子で構成されるローパスフィルタがバターワース特性を構成する値であることを特徴とする。
- [0008] (B) 本開示の一例としての過渡電圧吸収回路は、信号ラインにシリーズに接続されたインピーダンス素子と、前記信号ラインと基準電位との間にシャントに接続された過渡電圧吸収素子とを含み、前記過渡電圧吸収素子が有する、端子間の浮遊容量成分を C 、前記インピーダンス素子のインダクタンス成分を L 、前記信号ラインの特性インピーダンスを Z_m で表すとき、 $2L = CZ_m^2$ の関係にあることを特徴とする。
- [0009] (C) 本開示の一例としての過渡電圧吸収回路は、信号ラインにシリーズに接続されたインピーダンス素子と、前記信号ラインと基準電位との間にシャントに接続された過渡電圧吸収素子とを含み、前記インピーダンス素子はインダクタンス成分を含み、前記過渡電圧吸収素子は端子間に浮遊容量成分を有し、前記インダクタンス成分の下限は、前記インダクタンス成分の下限かつ前記浮遊容量成分の下限が 19.1 pH かつ 0.3 pF であり、前記インダクタンス成分の下限かつ前記浮遊容量成分の上限が 378.6 pH かつ 0.48 pF で定められ、前記インダクタンス成分の上限は、前記インダクタンス成分の上限かつ前記浮遊容量成分の下限が 1636.9 pH かつ 0.3 pF であり、前記インダクタンス成分の上限かつ前記浮遊容量成分の上限が 673.2 pH かつ 0.48 pF で定められる。
- [0010] (D) 本開示の一例としての過渡電圧吸収回路は、信号ラインにシリーズに接続されたインピーダンス素子と、前記信号ラインと基準電位との間にシャントに接続された過渡電圧吸収素子とを含み、前記インピーダンス素子はインダクタンス成分を含み、前記過渡電圧吸収素子は端子間に浮遊容量成分を

有し、前記インダクタンス成分の下限は、前記インダクタンス成分の下限かつ前記浮遊容量成分の下限が 6.1 pH かつ 0.10 pF であり、前記インダクタンス成分の下限かつ前記浮遊容量成分の上限が 126.2 pH かつ 0.16 pF で定められ、前記インダクタンス成分の上限は、前記インダクタンス成分の上限かつ前記浮遊容量成分の下限が 545.6 pH かつ 0.10 pF であり、前記インダクタンス成分の上限かつ前記浮遊容量成分の上限が 224.4 pH かつ 0.16 pF で定められる。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、伝送線路の高周波通過特性を低下させることなく、過渡電圧吸収素子のサージ吸収機能を高めた過渡電圧吸収回路が得られる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は第1の実施形態に係る過渡電圧吸収回路101の回路図である。

[図2]図2は過渡電圧吸収回路101の第1端子T1から第2端子T2への透過係数 S_{21} の周波数特性を示す図である。

[図3]図3は、過渡電圧吸収回路101のインピーダンス素子Z1、Z2のインダクタンス成分と、過渡電圧吸収素子11の浮遊容量成分との関係で示される、バタワース特性を示す条件と、インダクタンス成分の上限及び下限を示す図である。

[図4]図4は図3中の各点の浮遊容量成分とインダクタンス成分の数値を示す図である。

[図5]図5は、浮遊容量成分が 0.4 pF 、インダクタンス成分が 1200 pH である場合の通過特性を示す図である。

[図6]図6の上部は過渡電圧吸収回路102の平面図、図6の中部は上部の図におけるA-A部分の断面図であり、図6の下部は上部の図におけるB-B部分の断面図である。

[図7]図7は第3の実施形態に係る過渡電圧吸収回路103の回路図である。

[図8]図8は過渡電圧吸収回路103の第1端子T1から第2端子T2への透過係数 S_{21} の周波数特性を示す図である。

[図9]図9の上部は過渡電圧吸収回路103Aの平面図、図9の下部は上部の図におけるC-C部分の断面図である。

[図10]図10の上部は過渡電圧吸収回路103Bの平面図、図10の下部は上部の図におけるC-C部分の断面図である。

[図11]図11は第4の実施形態に係る過渡電圧吸収回路の第1端子T1から第2端子T2への透過係数S21の周波数特性を示す図である。

[図12]図12は、第4の実施形態に係る過渡電圧吸収回路のインピーダンス素子Z1、Z2のインダクタンス成分と、過渡電圧吸収素子11の浮遊容量との関係で示される、バターワース特性を示す条件と、インダクタンス成分の上限及び下限を示す図である。

[図13]図13は図12中の各点の浮遊容量成分とインダクタンス成分の数値を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以降、図を参照して幾つかの具体的な例を挙げて、本発明を実施するための複数の形態を示す。各図中には同一箇所には同一符号を付している。要点の説明又は理解の容易性を考慮して、実施形態を説明の便宜上、複数の実施形態に分けて示すが、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換又は組み合わせは可能である。第2の実施形態以降では第1の実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

[0014] 《第1の実施形態》

図1は第1の実施形態に係る過渡電圧吸収回路101の回路図である。この過渡電圧吸収回路101は、第1端子T1、第2端子T2、第3端子T3、及び第1端子T1と第2端子T2との間に存在する信号ラインSLを備える。第3端子T3はグランド等の基準電位に接続される。また、信号ラインSLにはインピーダンス素子Z1、Z2がシリーズに接続されていて、信号ラインSLと第3端子T3（基準電位）との間に過渡電圧吸収素子11がシャントに接続されている。

- [0015] 過渡電圧吸収素子 11 は 2 端子素子であり、その端子間に浮遊容量成分を有する。インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインピーダンスと過渡電圧吸収素子 11 の浮遊容量成分とで、ローパスフィルタが構成されている。
- [0016] インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインピーダンス及び過渡電圧吸収素子 11 の浮遊容量成分は、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 及び過渡電圧吸収素子 11 の浮遊容量成分で構成されるローパスフィルタがバターワース特性を示す値である。
- [0017] 過渡電圧吸収素子 11 は、順方向を互いに逆向きに直列接続した 2 つのダイオードで構成されている。
- [0018] インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 は、信号ライン S_L に含まれるインダクタンス成分及び抵抗成分であり、図 1 においてはインピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 を回路素子として図示している。
- [0019] 図 2 は過渡電圧吸収回路 101 の第 1 端子 T_1 から第 2 端子 T_2 への透過係数 S_{21} の周波数特性を示す図である。図 2 において、B は本実施形態に係る過渡電圧吸収回路 101 の特性であり、A は比較例としての過渡電圧吸収回路の特性である。図 2 において、「通過特性改善区間」は 16 GHz 以下である。
- [0020] 図 2 において、比較例の過渡電圧吸収回路の特性 A は非バターワース特性であり、本実施形態に係る過渡電圧吸収回路 101 の特性 B はバターワース特性である。特性 A はこの例ではベッセル特性である。ベッセル特性は、ベッセルフィルタ特性とも呼ばれ、線形フィルタの一種で、群遅延が最大限平坦（線形位相応答）であることが特徴である。一方、バターワース特性は、バターワースフィルタ（Butterworth filter）特性、最大平均特性、とも呼ばれ、通過域が数学的に可能な限り平坦な周波数特性であり、通過帯域でのリップル（出力に現れる直流以外の成分）が可能な限り無いフィルタ特性のことである。そのため、本実施形態の過渡電圧吸収回路 101 のローパスフィルタの通過特性改善区間と、比較例の過渡電圧吸収回路のローパスフィルタの通過特性改善区間とを比較すると、通過特性改善区間の高周波帯における

通過損失は小さい。

[0021] 図1に示すインピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 はそれぞれインダクタンス成分を含み、過渡電圧吸収素子11は端子間に浮遊容量成分を有する。図3は、本実施形態に係る過渡電圧吸収回路101のインピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分と、過渡電圧吸収素子11の浮遊容量成分との関係で示される、バターワース特性を示す条件と、インダクタンス成分の上限及び下限を示す図である。図4は図3中の各点の浮遊容量成分とインダクタンス成分の数値を示す図である。

[0022] バターワース特性が得られる条件は、

$$2L = CZ_m^2 \quad - (1)$$

を満たすことである。ここで、 L はインピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分、 C は過渡電圧吸収素子11の浮遊容量成分、 Z_m はローパスフィルタのインピーダンスであり、信号ライン SL の特性インピーダンスである。

[0023] 図3において、特性ライン TYP は、 $Z_m = 50\Omega$ とした場合に、上記式(1)を満たす条件をプロットしたものである。また、図3において特性ライン MIN はバターワース特性に類似の特性が得られる条件での、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分の下限の特性ラインであり、特性ライン MAX はバターワース特性に類似の特性が得られる条件での、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分の上限の特性ラインである。

[0024] バターワース特性が得られる条件において、過渡電圧吸収素子11の浮遊容量成分が 0.30pF である場合、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分は 375pH であり、過渡電圧吸収素子11の浮遊容量成分が 0.48pF である場合、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分は 600pH である。

[0025] また、バターワース特性に類似の特性が得られる条件での、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分の下限の特性ライン MIN は、過渡

電圧吸収素子 11 の寄生容量が 0.30 pF であるとき 19.1 pH であり、過渡電圧吸収素子 11 の寄生容量が 0.48 pF であるとき、 378.6 pH である。また、バターワース特性に類似の特性が得られる条件での、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分の上限の特性ライン MAX は、過渡電圧吸収素子 11 の寄生容量が 0.30 pF であるとき 1636.9 pH であり、過渡電圧吸収素子 11 の寄生容量が 0.48 pF であるとき、 673.2 pH である。

[0026] 一般に、USB4 の信号ライン—グランド間に挿入する過渡電圧吸収回路には、 10 GHz において -0.8 dB 以上の通過特性が求められる。本発明の回路で、この特性を満たすには、浮遊容量成分は 0.30 pF から 0.48 pF の範囲内であり、信号ラインのインダクタンス成分は、図 3 中の下限の特性ライン MIN と上限の特性ライン MAX とで囲まれる範囲内にある必要がある。

[0027] 浮遊容量成分が 0.30 pF 未満の場合、本実施形態で示す構成を用いずとも、USB4 に求められる特性を満たすことができる。また、浮遊容量成分が 0.48 pF を超える場合、本実施形態で示す構成を用いても、USB4 に求められる特性を満たすことはできない。

[0028] 図 3 に示す、インダクタンス成分の範囲を超える条件では、USB4 に求められる特性を満たすことができない。例えば、図 3 に示すインダクタンス成分の範囲外である、浮遊容量成分が 0.4 pF 、インダクタンス成分が 1200 pH である場合の通過特性を図 5 に示す。この図 5 から分かるように、 10 GHz における通過特性は -1.2 dB であり、USB4 に求められる特性を満たせない。

[0029] 《第 2 の実施形態》

第 2 の実施形態では、過渡電圧吸収回路の構造について例示する。図 6 の上部は過渡電圧吸収回路 102 の平面図、図 6 の中部は上部の図における A—A 部分の断面図であり、図 6 の下部は上部の図における B—B 部分の断面図である。

- [0030] 過渡電圧吸収回路 102 は、半導体基板 10 と再配線層 20 とを備える。半導体基板 10 には過渡電圧吸収素子 11 が形成されている。過渡電圧吸収素子 11 は、それぞれ P チャンネル領域及び N チャンネル領域で構成される 2 つのダイオードが逆方向にシリーズに接続された構成である。
- [0031] 半導体基板 10 の表面に再配線層 20 が形成されている。この再配線層 20 の表面には第 1 端子 T1、第 2 端子 T2 及び第 3 端子 T3 が形成されている。再配線層 20 の内部には第 1 端子 T1 と第 2 端子 T2 との間を接続する内部配線 12 が形成されている。また、再配線層 20 の内部には、内部配線 12 と第 1 端子 T1 とを接続させる内部配線接続部 13、内部配線 12 と第 2 端子 T2 とを接続させる内部配線接続部 13、及び内部配線 12 と第 3 端子 T3 とを接続させる内部配線接続部 13 が形成されている。また、再配線層 20 の内部には内部配線 12 と過渡電圧吸収素子 11 との間を接続する過渡電圧吸収素子接続部 14 が形成されている。
- [0032] 本実施形態に係る過渡電圧吸収回路 102 の回路図は図 1 に示したとおりであり、第 1 端子 T1 から第 2 端子 T2 までの信号ライン SL は、内部配線 12、内部配線接続部 13 及び過渡電圧吸収素子接続部 14 で構成されている。
- [0033] 《第 3 の実施形態》
- 第 3 の実施形態では、信号ラインに並列接続された、または信号ラインをパスするキャパシタが接続された過渡電圧吸収回路について例示する。
- [0034] 図 7 は第 3 の実施形態に係る過渡電圧吸収回路 103 の回路図である。この過渡電圧吸収回路 103 は、第 1 端子 T1、第 2 端子 T2、第 3 端子 T3、及び第 1 端子 T1 と第 2 端子 T2 との間に存在する信号ライン SL を備える。第 3 端子 T3 はグランド等の基準電位に接続される。また、信号ライン SL にはインダクタンス成分 L1、L2 がシリーズに接続されていて、信号ライン SL と第 3 端子 T3（基準電位）との間に過渡電圧吸収素子 11 がシャントに接続されている。インダクタンス成分 L1、L2 は信号ライン SL のインダクタンス成分である。

- [0035] インダクタンス成分 L_1 、 L_2 のインダクタンス及び過渡電圧吸収素子11の浮遊容量成分は、インダクタンス成分 L_1 、 L_2 及び過渡電圧吸収素子11の浮遊容量成分で構成されるローパスフィルタがバターワース特性を示す値である。
- [0036] 過渡電圧吸収回路103においては、第1端子T1と第2端子T2との間にキャパシタC1が接続されている。つまり、インダクタンス成分 L_1 、 L_2 に対して並列にキャパシタC1が接続されている。このキャパシタC1とインダクタンス成分 L_1 、 L_2 とでバンドリジエクションフィルタやノッチフィルタを構成する。
- [0037] 図8は過渡電圧吸収回路103の第1端子T1から第2端子T2への透過係数 S_{21} の周波数特性を示す図である。図8において、Aは比較例としての過渡電圧吸収回路の特性であり、Bは第1の実施形態に係る過渡電圧吸収回路101の特性であり、Cは本実施形態に係る過渡電圧吸収回路103の特性である。
- [0038] 図8において、周波数 f_0 は、図7に示したキャパシタC1とインダクタンス成分 L_1 、 L_2 との並列共振周波数に相当する。本実施形態に係る過渡電圧吸収回路103では、第1端子T1から第2端子T2への透過係数 S_{21} が周波数 f_0 で低下し、それより高周波域で向上する。したがって、周波数 f_0 より高い周波数帯についても低挿入損失特性が得られる。
- [0039] 図9の上部は過渡電圧吸収回路103Aの平面図、図9の下部は上部の図におけるC-C部分の断面図である。
- [0040] 過渡電圧吸収回路103Aは、半導体基板10と再配線層20とを備える。半導体基板10には過渡電圧吸収素子11が形成されている。過渡電圧吸収素子11は、それぞれPチャンネル領域及びNチャンネル領域で構成される2つのダイオードが逆方向にシリーズに接続された構成である。
- [0041] 半導体基板10の表面に再配線層20が形成されている。この再配線層20の表面には第1端子T1、第2端子T2及び第3端子T3が形成されている。再配線層20の内部には第1端子T1と第2端子T2との間に浮遊容量

C 1 2 を形成（接続）する内部配線 1 2 が形成されている。その他の構成は図 6 に示した例と同様である。

[0042] 図 1 0 の上部は過渡電圧吸収回路 1 0 3 B の平面図、図 1 0 の下部は上部の図における C - C 部分の断面図である。

[0043] 過渡電圧吸収回路 1 0 3 B は、半導体基板 1 0 と再配線層 2 0 とを備える。半導体基板 1 0 には過渡電圧吸収素子 1 1 が形成されている。過渡電圧吸収素子 1 1 は、それぞれ P チャンネル領域及び N チャンネル領域で構成される 2 つのダイオードが逆方向にシリーズに接続された構成である。

[0044] 半導体基板 1 0 の表面に再配線層 2 0 が形成されている。この再配線層 2 0 の表面には第 1 端子 T 1、第 2 端子 T 2 及び第 3 端子 T 3 が形成されている。第 1 端子 T 1 及び第 2 端子 T 2 は、それらの間に浮遊容量 C 1 2 を形成する形状に形成されている。その他の構成は図 6 に示した例と同様である。

[0045] 《第 4 の実施形態》

第 4 の実施形態では、「通過特性改善区間」が第 1 の実施形態で示した例とは異なる過渡電圧吸収回路について例示する。

[0046] 本実施形態に係る過渡電圧吸収回路の回路図は図 1 に示したとおりである。図 1 1 は本実施形態に係る過渡電圧吸収回路の第 1 端子 T 1 から第 2 端子 T 2 への透過係数 S 2 1 の周波数特性を示す図である。図 1 1 において、B は本実施形態に係る過渡電圧吸収回路の特性であり、A は比較例としての過渡電圧吸収回路の特性である。図 1 1 において、「通過特性改善区間」は 4 6 G H z 以下である。

[0047] 図 1 2 は、本実施形態に係る過渡電圧吸収回路のインピーダンス素子 Z 1、Z 2 のインダクタンス成分と、過渡電圧吸収素子 1 1 の浮遊容量成分との関係で示される、バターワース特性を示す条件と、インダクタンス成分の上限及び下限を示す図である。図 1 3 は図 1 2 中の各点の浮遊容量成分とインダクタンス成分の数値を示す図である。

[0048] 本実施形態では、過渡電圧吸収素子の浮遊容量成分が 0. 1 6 p F より小さく、「通過特性改善区間」が 4 6 G H z 以下である。

[0049] 図12において、特性ラインTYPは、 $Z_m = 50\ \Omega$ とした場合に、式(1)を満たす条件をプロットしたものである。また、図12において特性ラインMINはバターワース特性に類似の特性が得られる条件での、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分の下限の特性ラインであり、特性ラインMAXはバターワース特性に類似の特性が得られる条件での、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分の上限の特性ラインである。

[0050] バターワース特性が得られる条件において、過渡電圧吸収素子11の浮遊容量成分が $0.10\ \text{pF}$ である場合、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分は $125\ \text{pH}$ であり、過渡電圧吸収素子11の浮遊容量成分が $0.16\ \text{pF}$ である場合、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分は $200\ \text{pH}$ である。

[0051] また、バターワース特性に類似の特性が得られる条件での、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分の下限の特性ラインMINは、過渡電圧吸収素子11の寄生容量が $0.10\ \text{pF}$ であるとき $6.1\ \text{pH}$ であり、過渡電圧吸収素子11の寄生容量が $0.16\ \text{pF}$ であるとき、 $126.2\ \text{pH}$ である。また、バターワース特性に類似の特性が得られる条件での、インピーダンス素子 Z_1 、 Z_2 のインダクタンス成分の上限の特性ラインMAXは、過渡電圧吸収素子11の寄生容量が $0.10\ \text{pF}$ であるとき $545.6\ \text{pH}$ であり、過渡電圧吸収素子11の寄生容量が $0.16\ \text{pF}$ であるとき、 $224.4\ \text{pH}$ である。

[0052] 信号ライン－グランド間に挿入する過渡電圧吸収回路には、 $30\ \text{GHz}$ において $-0.8\ \text{dB}$ 以上の通過特性が求められる場合、本実施形態にかかる過渡電圧吸収回路で、この特性を満たすには、浮遊容量成分は $0.10\ \text{pF}$ から $0.16\ \text{pF}$ の範囲内であり、信号ラインのインダクタンス成分は、図12中の下限の特性ラインMINと上限の特性ラインMAXとで囲まれる範囲内にある必要がある。

[0053] 浮遊容量成分が $0.10\ \text{pF}$ 未満であれば、本実施形態で示す構成を用い

ずとも、上記特性を満たすことができる。また、浮遊容量成分が 0.16 pF を超える場合、本実施形態で示す構成を用いても、上記特性を満たすことはできない。

[0054] 最後に、本発明は上述した各実施形態に限られるものではない。当業者によって適宜変形及び変更が可能である。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲内と均等の範囲内での実施形態からの変形及び変更が含まれる。

[0055] 例えば、信号ライン SL のインピーダンスが抵抗成分を有し、この抵抗成分と過渡電圧吸収素子の浮遊容量成分とでローパスフィルタが構成される場合、その抵抗成分及び浮遊容量成分は、ローパスフィルタがバターワース特性を示す値であってもよい。

[0056] また、例えば、インピーダンス素子 $Z1$ 、 $Z2$ は信号ライン SL のインピーダンス成分だけでなく、回路素子としてのインピーダンス素子であってもよい。

符号の説明

- [0057] $C1$ …キャパシタ
 $C12$ …浮遊容量
 $L1$ 、 $L2$ …インダクタンス成分
 SL …信号ライン
 $T1$ …第1端子
 $T2$ …第2端子
 $T3$ …第3端子
 $Z1$ 、 $Z2$ …インピーダンス素子
 10 …半導体基板
 11 …過渡電圧吸収素子
 12 …内部配線
 13 …内部配線接続部

1 4 …過渡電圧吸収素子接続部

2 0 …再配線層

1 0 1, 1 0 2, 1 0 3, 1 0 3 A, 1 0 3 B …過渡電圧吸収回路

請求の範囲

- [請求項1] 信号ラインにシリーズに接続されたインピーダンス素子と、前記信号ラインと基準電位との間にシャントに接続された過渡電圧吸収素子とを含み、
- 前記過渡電圧吸収素子は端子間に浮遊容量成分を有し、前記インピーダンス素子のインピーダンス及び前記過渡電圧吸収素子の浮遊容量成分は、前記インピーダンス素子及び前記過渡電圧吸収素子で構成されるローパスフィルタがバターワース特性を示す値である、
- 過渡電圧吸収回路。
- [請求項2] 前記バターワース特性は、前記ローパスフィルタの通過周波数帯内の高周波数域での挿入損失がベッセル特性に比べて小さい、
- 請求項1に記載の過渡電圧吸収回路。
- [請求項3] 信号ラインにシリーズに接続されたインピーダンス素子と、前記信号ラインと基準電位との間にシャントに接続された過渡電圧吸収素子とを含み、
- 前記過渡電圧吸収素子が有する、端子間の浮遊容量成分をC、前記インピーダンス素子のインダクタンス成分をL、前記信号ラインの特性インピーダンスを Z_m で表すとき、
- $$2L = CZ_m^2$$
- の関係にある、
- 過渡電圧吸収回路。
- [請求項4] 前記インピーダンス素子に対して並列に接続されたキャパシタを含む、
- 請求項1から3のいずれかに記載の過渡電圧吸収回路。
- [請求項5] 信号ラインにシリーズに接続されたインピーダンス素子と、前記信号ラインと基準電位との間にシャントに接続された過渡電圧吸収素子とを含み、
- 前記インピーダンス素子はインダクタンス成分を含み、

前記過渡電圧吸収素子は端子間に浮遊容量成分を有し、

前記インダクタンス成分の下限は、前記インダクタンス成分の下限かつ前記浮遊容量成分の下限が 19.1 pH かつ 0.3 pF であり、前記インダクタンス成分の下限かつ前記浮遊容量成分の上限が 378.6 pH かつ 0.48 pF で定められ、

前記インダクタンス成分の上限は、前記インダクタンス成分の上限かつ前記浮遊容量成分の下限が 1636.9 pH かつ 0.3 pF であり、前記インダクタンス成分の上限かつ前記浮遊容量成分の上限が 673.2 pH かつ 0.48 pF で定められる、

過渡電圧吸収回路。

[請求項6]

信号ラインにシリーズに接続されたインピーダンス素子と、前記信号ラインと基準電位との間にシャントに接続された過渡電圧吸収素子とを含み、

前記インピーダンス素子はインダクタンス成分を含み、

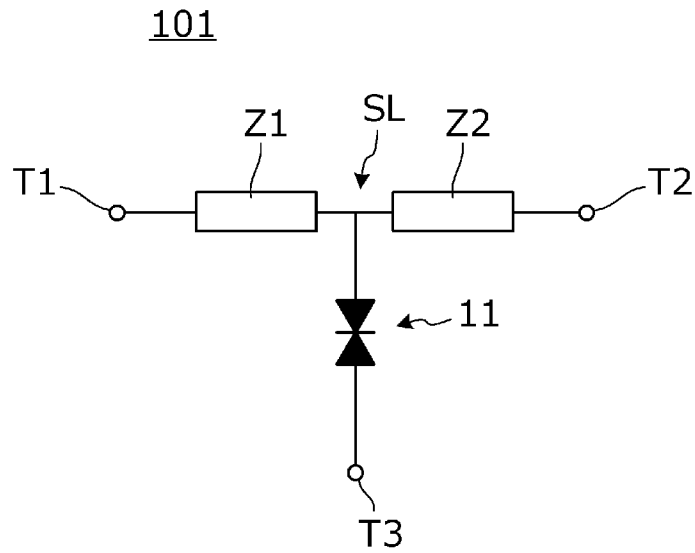
前記過渡電圧吸収素子は端子間に浮遊容量成分を有し、

前記インダクタンス成分の下限は、前記インダクタンス成分の下限かつ前記浮遊容量成分の下限が 6.1 pH かつ 0.10 pF であり、前記インダクタンス成分の下限かつ前記浮遊容量成分の上限が 126.2 pH かつ 0.16 pF で定められ、

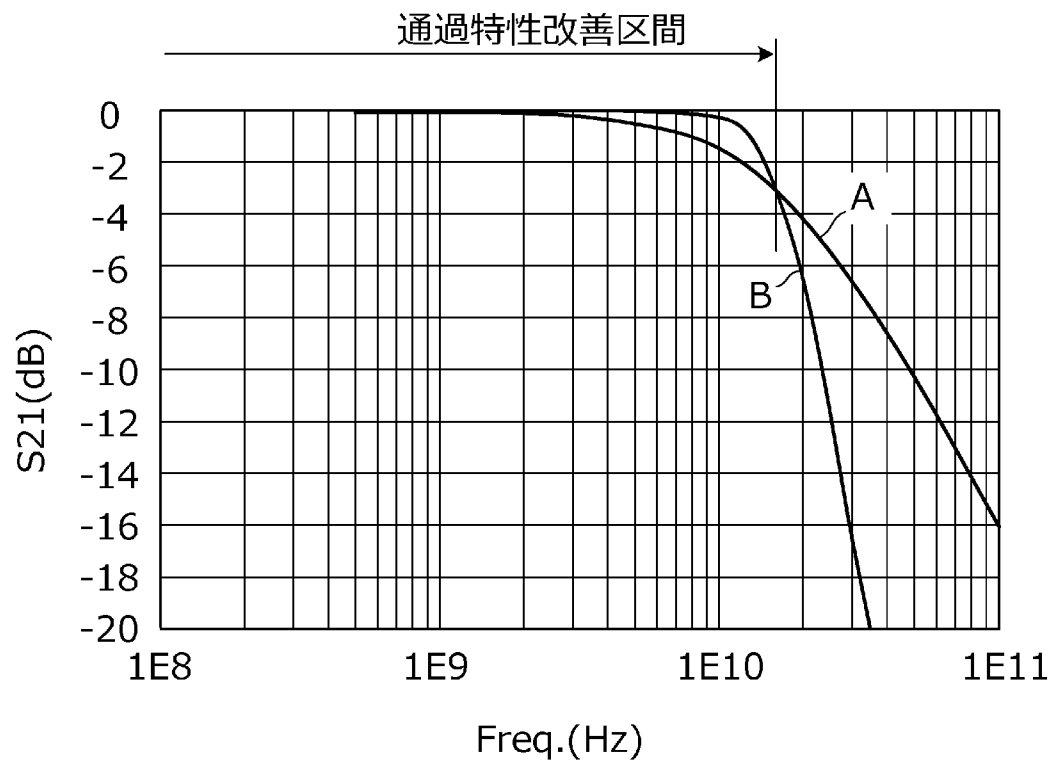
前記インダクタンス成分の上限は、前記インダクタンス成分の上限かつ前記浮遊容量成分の下限が 545.6 pH かつ 0.10 pF であり、前記インダクタンス成分の上限かつ前記浮遊容量成分の上限が 224.4 pH かつ 0.16 pF で定められる、

過渡電圧吸収回路。

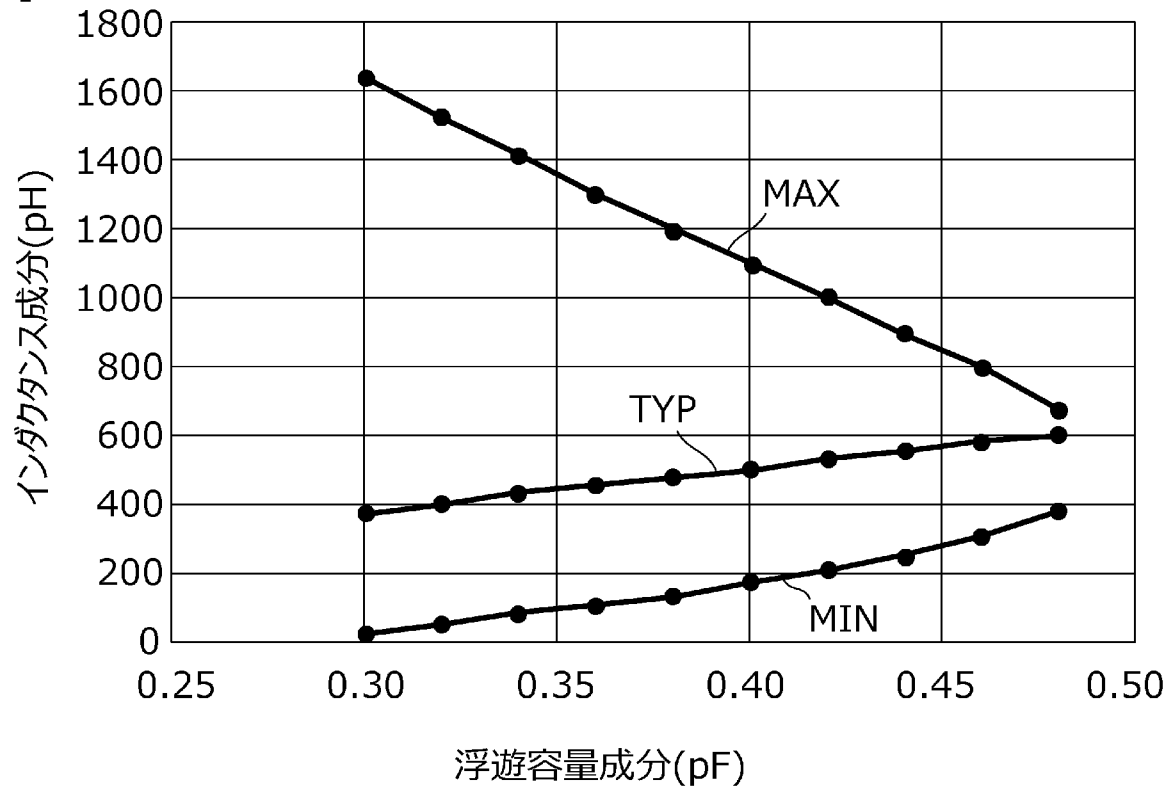
[図1]



[図2]



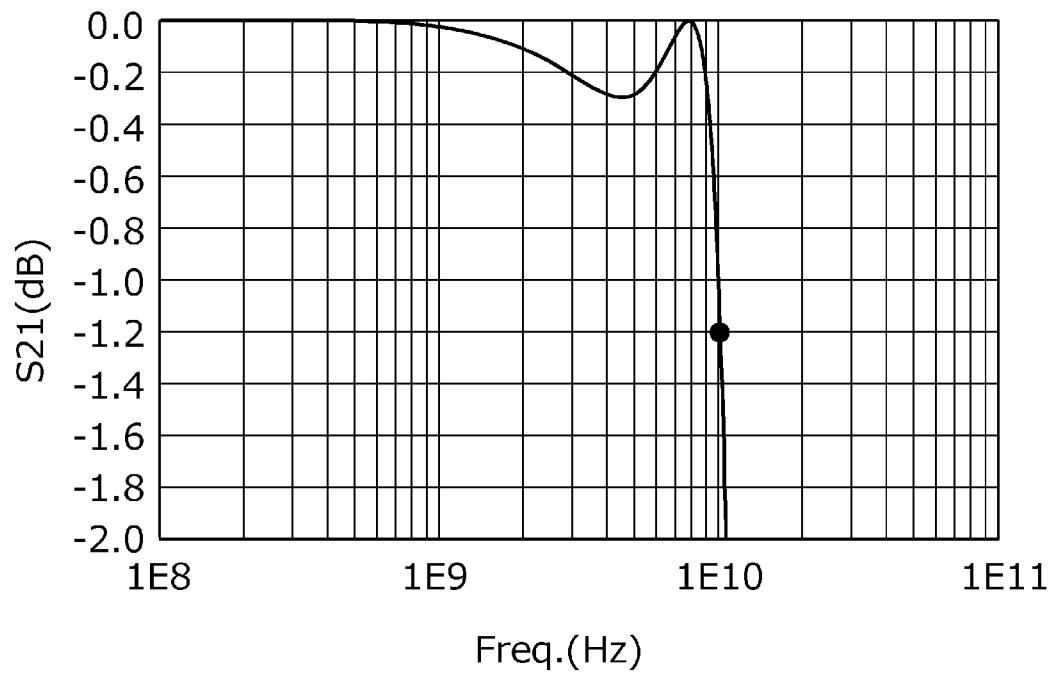
[図3]



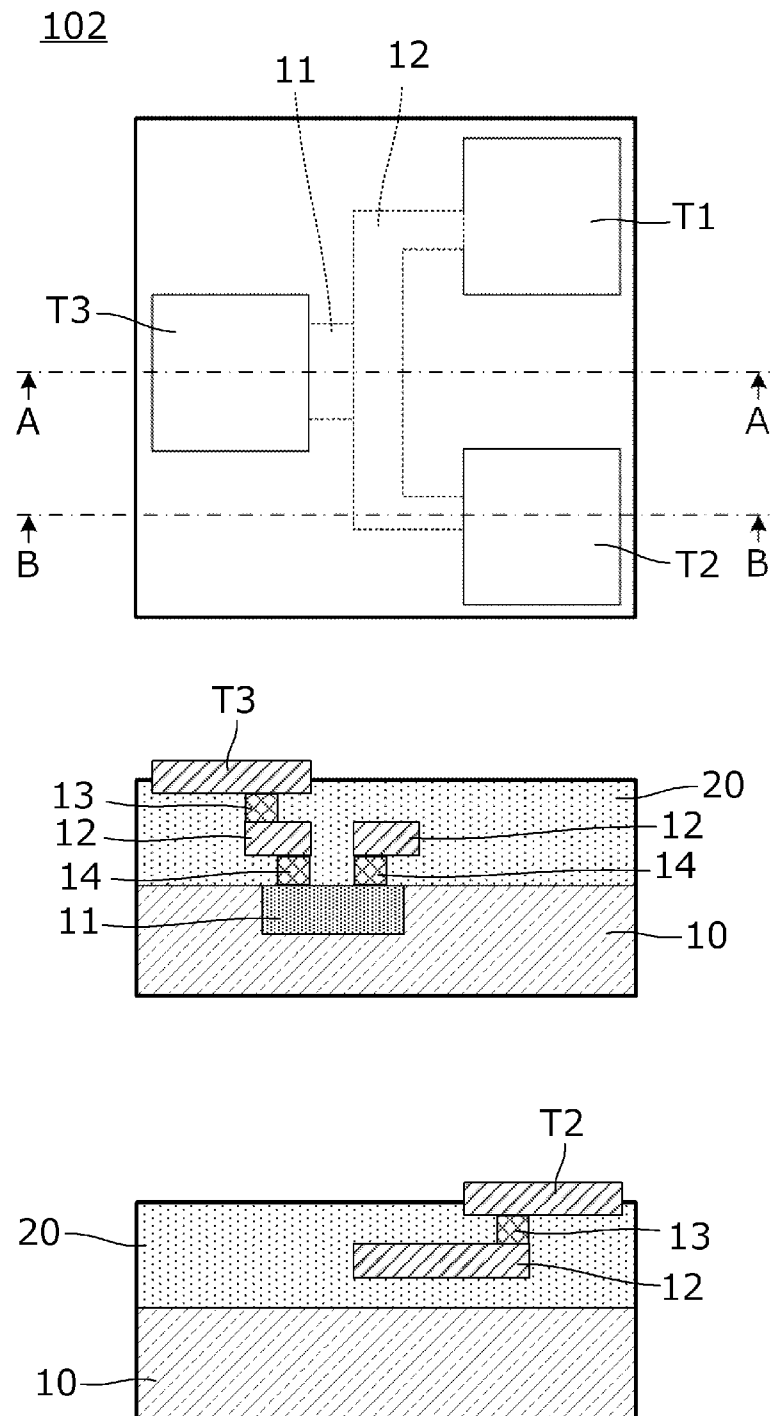
[図4]

浮遊容量 (pF)	インダクタンス(pH)		
	MIN	TYP	MAX
0.30	19.1	375	1636.9
0.32	44.0	400	1520.8
0.34	70.6	425	1407.2
0.36	100.8	450	1297.8
0.38	130.6	475	1193.2
0.40	165.5	500	1094.0
0.42	204.2	525	1000.1
0.44	245.9	550	892.1
0.46	301.9	575	793.5
0.48	378.6	600	673.2

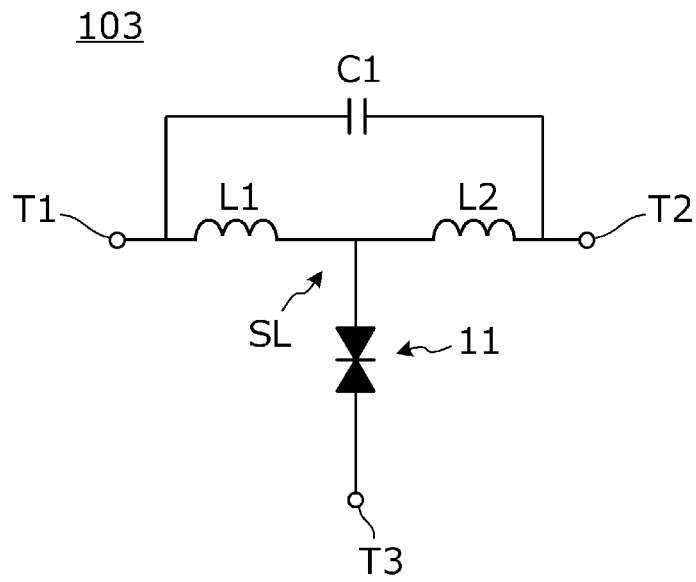
[図5]



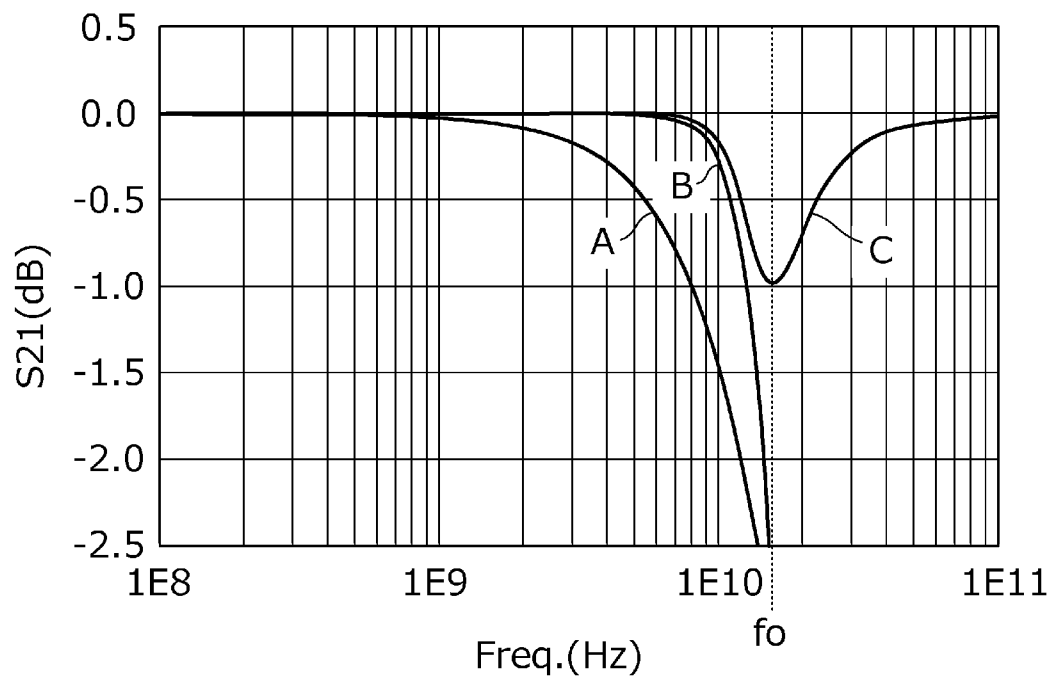
[図6]



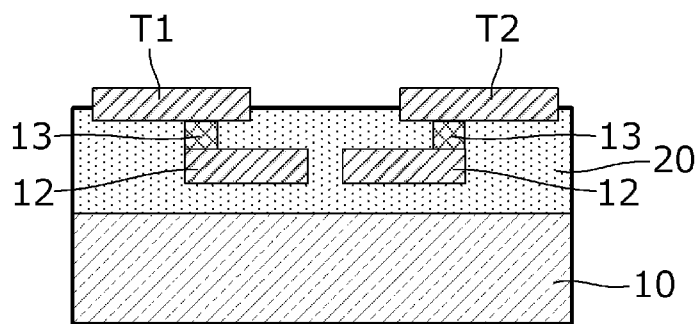
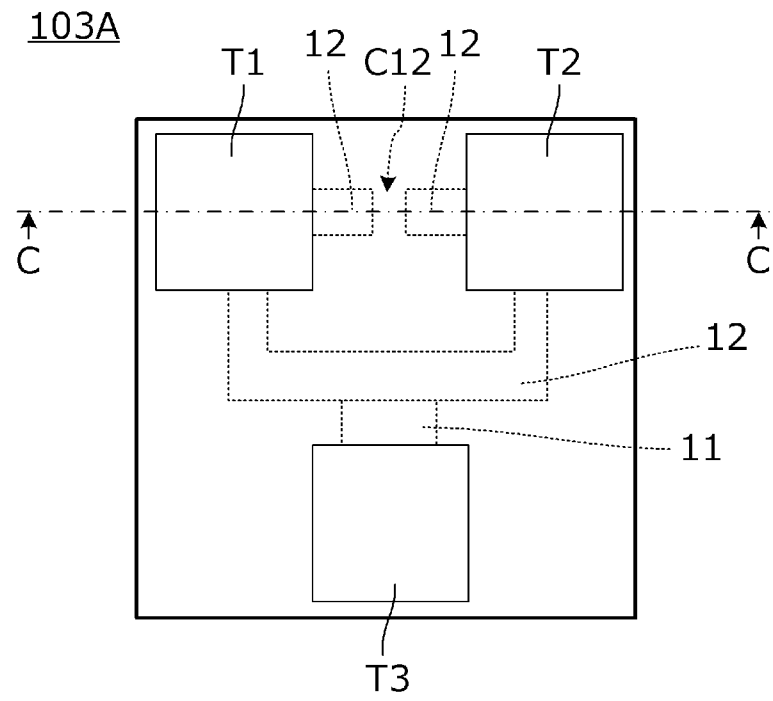
[図7]



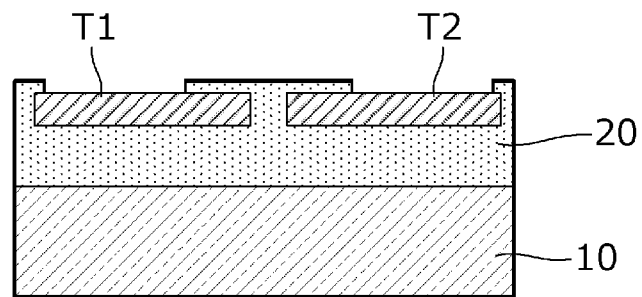
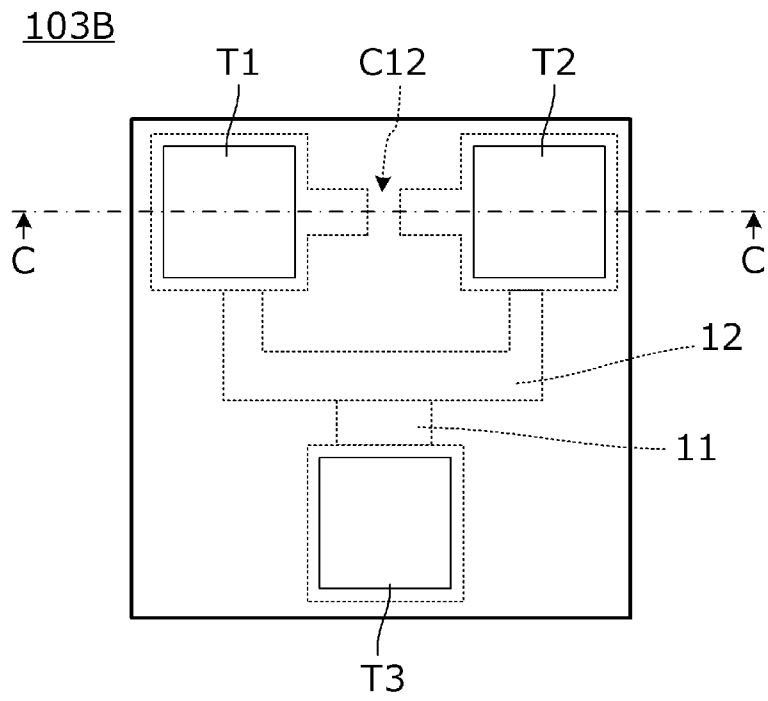
[図8]



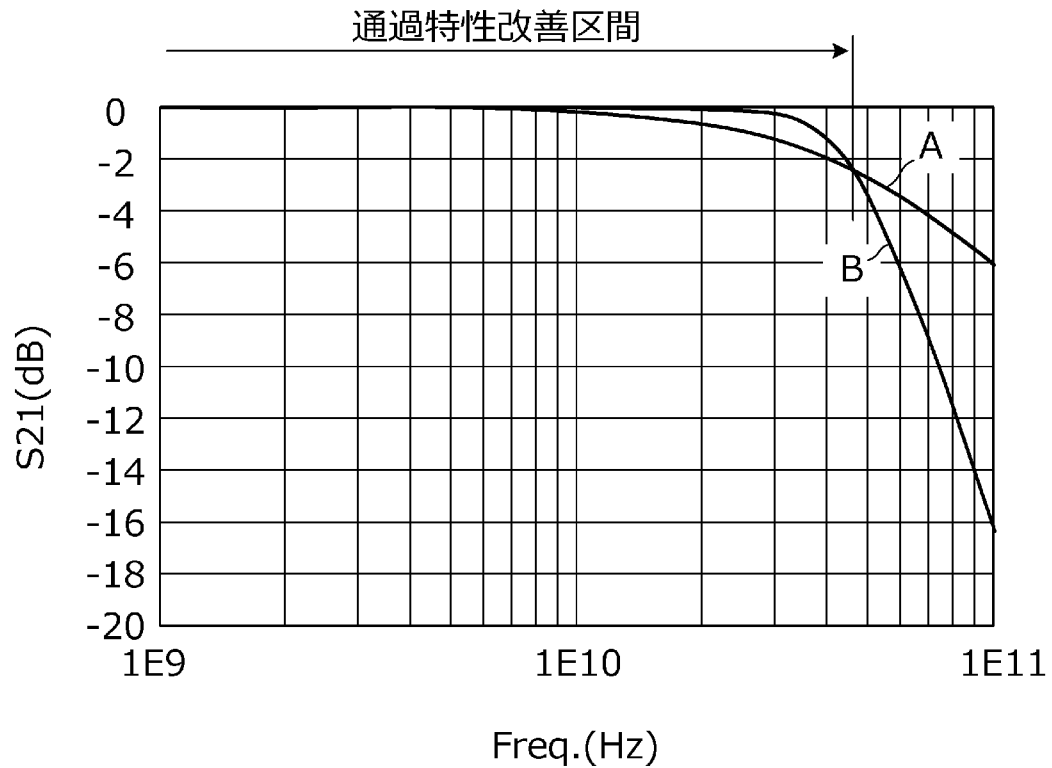
[図9]



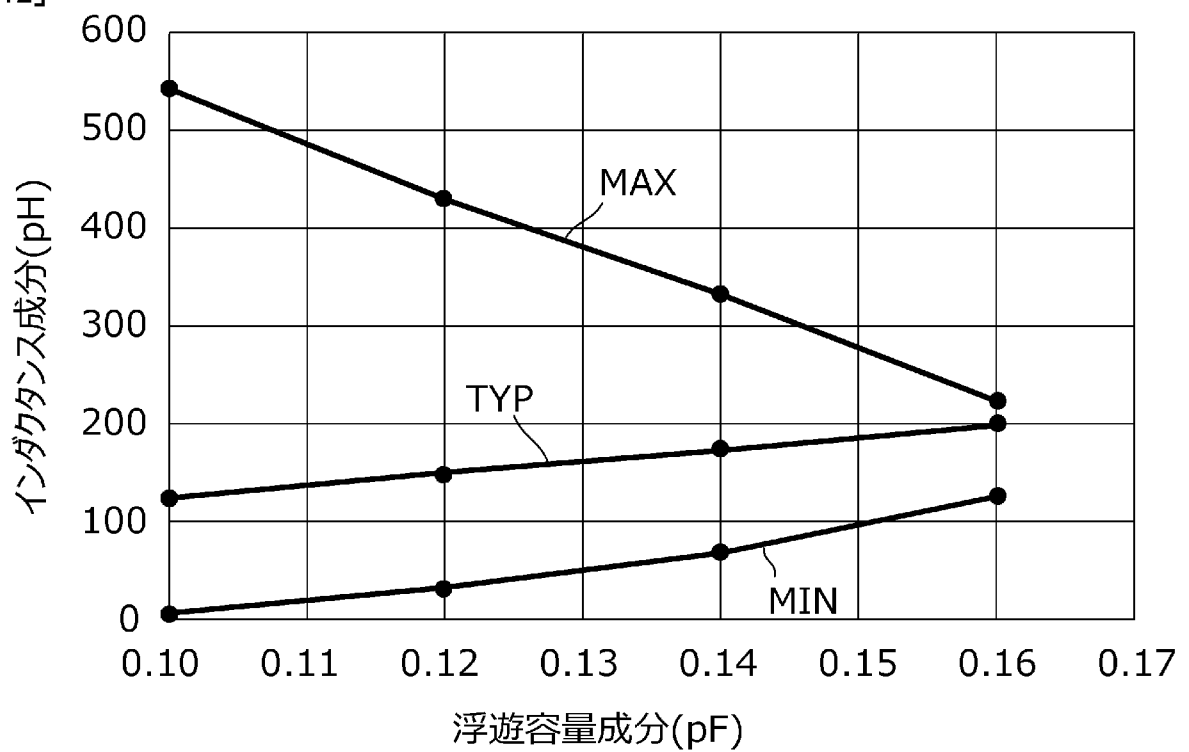
[図10]



[図11]



[図12]



[図13]

浮遊容量 (pF)	インダクタンス(pH)		
	MIN	TYP	MAX
0.10	6.1	125.0	545.6
0.12	33.6	150.0	432.6
0.14	68.1	175.0	333.4
0.16	126.2	200.0	224.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/011359

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 27/04**(2006.01)i; **H02H 9/04**(2006.01)i; **H03H 7/01**(2006.01)i

FI: H01L27/04 H; H01L27/04 F; H01L27/04 L; H03H7/01 A; H02H9/04 A

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)

H01L27/04; H02H9/04; H03H7/01

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2005-217043 A (TOSHIBA CORP) 11 August 2005 (2005-08-11) paragraphs [0011]-[0023], fig. 1-14	5, 6
Y	paragraphs [0011]-[0023], fig. 1-14	1-4
Y	JP 2012-156847 A (SHARP CORP) 16 August 2012 (2012-08-16) paragraph [0060], fig. 5	1-4
Y	JP 2008-141716 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 19 June 2008 (2008-06-19) paragraph [0061], fig. 5	4
A	JP 4-155614 A (SONY CORP) 28 May 1992 (1992-05-28) p. 97, upper right column, lines 16-20, fig. 2	1-6
A	JP 60-33727 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 21 February 1985 (1985-02-21) p. 276, lower left column, lines 3-12, fig. 17	1-6
A	JP 2013-74496 A (ONKYO CORP) 22 April 2013 (2013-04-22) entire text, all drawings	1-6

☒ 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

17 May 2022

Date of mailing of the international search report

24 May 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/011359**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-198167 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC) 21 July 2005 (2005-07-21) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2004-349740 A (ADVANTEST CORP) 09 December 2004 (2004-12-09) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2006-320023 A (TOSHIBA CORP) 24 November 2006 (2006-11-24) entire text, all drawings	1-6
A	WO 2018/025695 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 08 February 2018 (2018-02-08) entire text, all drawings	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/011359

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2005-217043	A	11 August 2005	US 2005/0162790 A1 paragraphs [0082]-[0094], fig. 1-14 TW 200525672 A	
JP	2012-156847	A	16 August 2012	(Family: none)	
JP	2008-141716	A	19 June 2008	US 2008/0113686 A1 paragraph [0078], fig. 5 EP 1921755 A2 CN 101179678 A	
JP	4-155614	A	28 May 1992	(Family: none)	
JP	60-33727	A	21 February 1985	(Family: none)	
JP	2013-74496	A	22 April 2013	EP 2575253 A1	
JP	2005-198167	A	21 July 2005	(Family: none)	
JP	2004-349740	A	09 December 2004	US 2007/0126526 A1 WO 2004/102794 A1	
JP	2006-320023	A	24 November 2006	(Family: none)	
WO	2018/025695	A1	08 February 2018	US 2019/0123554 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 27/04(2006.01)i; H02H 9/04(2006.01)i; H03H 7/01(2006.01)i FI: H01L27/04 H; H01L27/04 F; H01L27/04 L; H03H7/01 A; H02H9/04 A		
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）） H01L27/04; H02H9/04; H03H7/01 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 2005-217043 A（株式会社東芝）11.08.2005（2005-08-11） 段落[0011]-[0023], 図1-14	5, 6
Y	段落[0011]-[0023], 図1-14	1-4
Y	JP 2012-156847 A（シャープ株式会社）16.08.2012（2012-08-16） 段落[0060], 図5	1-4
Y	JP 2008-141716 A（松下電器産業株式会社）19.06.2008（2008-06-19） 段落[0061], 図5	4
A	JP 4-155614 A（ソニー株式会社）28.05.1992（1992-05-28） 第97頁右上欄第16-20行目、第2図	1-6
A	JP 60-33727 A（松下電器産業株式会社）21.02.1985（1985-02-21） 第276頁左下欄第3-12行目、第17図	1-6
A	JP 2013-74496 A（オンキヨー株式会社）22.04.2013（2013-04-22） 全文、全図	1-6
A	JP 2005-198167 A（株式会社豊田中央研究所）21.07.2005（2005-07-21） 全文、全図	1-6
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 17.05.2022		国際調査報告の発送日 24.05.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 市川 武宜 5F 4056 電話番号 03-3581-1101 内線 3514

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-349740 A (株式会社アドバンテスト) 09.12.2004 (2004 - 12 - 09) 全文, 全図	1-6
A	JP 2006-320023 A (株式会社東芝) 24.11.2006 (2006 - 11 - 24) 全文, 全図	1-6
A	W0 2018/025695 A1 (株式会社村田製作所) 08.02.2018 (2018 - 02 - 08) 全文, 全図	1-6

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/011359

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2005-217043	A	11.08.2005	US 2005/0162790 A1 段落[0082]-[0094], 図1-14 TW 200525672 A	
JP	2012-156847	A	16.08.2012	(ファミリーなし)	
JP	2008-141716	A	19.06.2008	US 2008/0113686 A1 段落[0078], 図5 EP 1921755 A2 CN 101179678 A	
JP	4-155614	A	28.05.1992	(ファミリーなし)	
JP	60-33727	A	21.02.1985	(ファミリーなし)	
JP	2013-74496	A	22.04.2013	EP 2575253 A1	
JP	2005-198167	A	21.07.2005	(ファミリーなし)	
JP	2004-349740	A	09.12.2004	US 2007/0126526 A1 WO 2004/102794 A1	
JP	2006-320023	A	24.11.2006	(ファミリーなし)	
WO	2018/025695	A1	08.02.2018	US 2019/0123554 A1	