

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年1月25日(25.01.2018)



(10) 国際公開番号

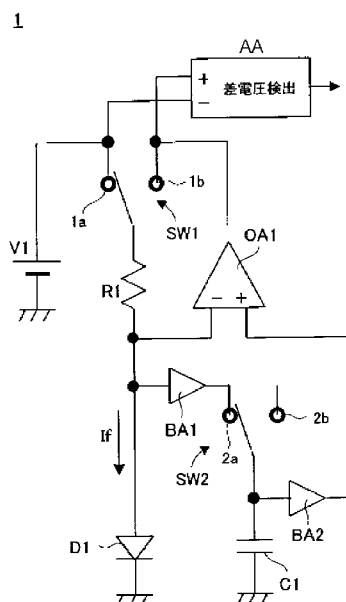
WO 2018/016006 A1

- (51) 国際特許分類:
G01J 1/44 (2006.01) *H01L 31/108* (2006.01)
H01L 31/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/071175
- (22) 国際出願日: 2016年7月19日(19.07.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: パイオニア株式会社 (PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒1130021 東京都文京区本駒込二丁目28番8号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 奥田 義行 (OKUDA, Yoshiyuki); 〒3508555 埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア株式会社 川越事業所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 江上 達夫, 外 (EGAMI, Tatsuo et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

(54) Title: ELECTROMAGNETIC WAVE DETECTION DEVICE

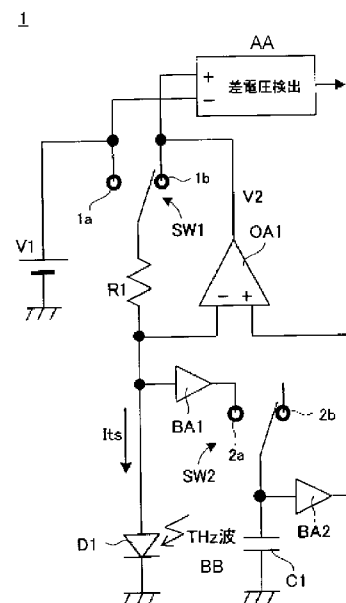
(54) 発明の名称: 電磁波検出装置

(a)



AA Differential voltage detection
BB THz wave

(b)



(57) **Abstract:** This electromagnetic wave detection device is provided with: a detection element that generates a current corresponding to the intensity of electromagnetic waves to be inputted; a voltage holding unit that holds the value of a voltage to be applied, said voltage causing the detection element to generate a reference current of a predetermined current value when the voltage is applied to the detection element while the electromagnetic waves are not inputted to the detection element; an application circuit that applies, at the time of detecting the inputted electromagnetic waves, a bias

[続葉有]



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)）

voltage to the detection element, said bias voltage having been set on the basis of the voltage value held by the voltage holding unit; and a calculation unit that calculates a difference between the value of the current generated in the detection element, and the predetermined current value.

(57) 要約：電磁波検出装置は、入射する電磁波の強度に応じた電流を発生する検出素子と、該検出素子に電磁波が入射していないときに検出素子に印加することで、検出素子に所定電流値の基準電流を発生させる印加電圧の電圧値を保持する電圧保持部と、入射する電磁波の検出時に、電圧保持部に保持された電圧値に基づいて設定されたバイアス電圧を検出素子に印加する印加回路と、検出素子に発生する電流の電流値と、所定電流値との差分を算出する算出部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：電磁波検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、電磁波を検出する電磁波検出装置の技術分野に関する。

背景技術

[0002] この種の装置で用いられる検出素子の一例として、特許文献１には、ショットキーバリアダイオードを備える検出素子が開示されている。特許文献１には、該検出素子の動作例として、検出素子にバイアス電圧が印加された状態で、赤外光（波長１０．６μm）が照射されると、直流出力が得られることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開平９－１６２４２４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 検出素子は、動作温度によって最適なバイアス電圧が変化する。しかしながら、特許文献１には、バイアス電圧をどのように設定するかは開示されていない。バイアス電圧を常に固定値としてしまうと、動作温度によっては正しい検出結果を得られない可能性がある。

[0005] 本発明は、例えば上記問題点に鑑みてなされたものであり、温度変化の影響を抑制することができる電磁波検出装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第１の電磁波検出装置は、上記課題を解決するために、入射する電磁波の強度に応じた電流を発生する検出素子と、前記検出素子に前記電磁波が入射していないときに前記検出素子に印加することで、前記検出素子に所定電流値の基準電流を発生させる印加電圧の電圧値を保持する電圧保持部と、前記電磁波の検出時に、前記電圧保持部に保持された電圧値に基づいて

設定されたバイアス電圧を前記検出素子に印加する印加回路と、前記検出素子に発生する電流の電流値と、前記所定電流値との差分を算出する算出部と、を備える。

[0007] 本発明の第2の電磁波検出装置は、上記課題を解決するために、入射する電磁波の強度に応じた電流を発生する検出素子と、前記検出素子と電気的特性が等価であり、且つ、前記電磁波が入射しない基準素子と、前記基準素子に所定電流値の基準電流を発生させる電圧を、バイアス電圧として前記検出素子に印加する印加回路と、前記電磁波の検出時に、前記検出素子に発生する電流の電流値と、前記所定電流値との差分を算出する算出部と、を備える。

[0008] 本発明の第3の電磁波検出装置は、上記課題を解決するために、入射する電磁波の強度に応じた電流を発生する検出素子と、前記検出素子と電気的特性が等価であり、且つ、前記電磁波が入射しない基準素子と、前記基準素子に所定電流値の基準電流を発生させる電圧を、バイアス電圧として前記検出素子に印加する印加回路と、(i) 前記電磁波の検出時に、前記検出素子に発生する電流の電流値と、(ii) 前記電磁波が入射していないときに前記検出素子に発生した電流の電流値と、の差分を算出する算出部と、を備える。

[0009] 本発明の作用及び他の利得は次に説明する実施するための形態から明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]電圧電流特性の一例を、ショットキーバリアダイオードに入射するテラヘルツ波の強度毎に示す図である。

[図2]ショットキーバリアダイオードの電圧電流特性の温度変化の一例を示す図である。

[図3]ショットキーバリアダイオードを用いたテラヘルツ波の強度検出方法を示す概念図である。

[図4]第1実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を

示す図である。

[図5]第1実施例に係る差電圧検出部の一例を示す図である。

[図6]第2実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を示す図である。

[図7]第2実施例の第1変形例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を示す図である。

[図8]第2実施例の第2変形例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を示す図である。

[図9]第2実施例の第3変形例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を示す図である。

[図10]第3実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] <第1実施形態>

第1実施形態に係る電磁波検出装置は、入射する電磁波の強度に応じた電流を発生する検出素子と、該検出素子に電磁波が入射していないときに検出素子に印加することで、検出素子に所定電流値の基準電流を発生させる印加電圧の電圧値を保持する電圧保持部と、入射する電磁波の検出時に、電圧保持部に保持された電圧値に基づいて設定されたバイアス電圧を検出素子に印加する印加回路と、検出素子に発生する電流の電流値と、所定電流値との差分を算出する算出部と、を備える。ここで、電磁波の一例としては、テラヘルツ波やミリ波が挙げられる。検出素子の一例としては、ショットキーバリアダイオードが挙げられる。

[0012] 検出素子に電磁波が入射すると、該入射した電磁波の強度に応じた電流が該検出素子に発生する。このため、単純には、発生した電流を検出し、その電流値から電磁波の強度を求めることができる。しかしながら、検出感度を向上させることが困難である。検出感度を向上させるために、検出素子にバイアス電圧を印加することが考えられる。このとき、バイアス電圧を固定値

としてしまうと、検出素子の動作温度が変化した場合にバイアス電圧に起因して検出素子に発生する電流が変化する。このため、検出素子の動作温度によっては正しい検出結果が得られないおそれがある。

[0013] そこで本実施形態では、電圧保持部により、検出素子に電磁波が入射していないときに検出素子に印加することで、検出素子に所定電流値の基準電流を発生させる印加電圧の電圧値を予め保持しておき、印加回路により、電圧保持部に保持された電圧値に基づいて設定されたバイアス電圧が検出素子に印加される。つまり、本実施形態では、バイアス電圧に起因して検出素子に発生する基準電流が所定電流値となるように、バイアス電圧が可変値として設定されている。このため、検出素子の動作温度に依らずに、該検出素子に所定電流値の基準電流を発生させることができる。

[0014] 電磁波の検出時に検出素子に発生する電流の電流値と所定電流値との差分は、検出素子に入射した電磁波に起因して該検出素子に発生した電流の電流値に相当する。所定電流値は、検出素子の動作温度の変化の影響を殆ど又は全く受けないので、当該電磁波検出装置は、検出結果に対する温度変化の影響を抑制することができる。

[0015] 第1実施形態に係る電磁波検出装置の一態様では、電圧保持部の接続先を切り換える切り換え部を備え、該切り換え部は、検出素子に電磁波が入射していないときに、電圧保持部と検出素子を電氣的に接続し、且つ、入射する電磁波の検出時に、電圧保持部と印加回路を電氣的に接続する。この態様によれば、一の検出素子のみを使用して、該検出素子に適切なバイアス電圧を設定して印加することができる。

[0016] <第2実施形態>

第2実施形態に係る電磁波検出装置は、入射する電磁波の強度に応じた電流を発生する検出素子と、該検出素子と電氣的特性が等価であり、且つ、電磁波が入射しない基準素子と、該基準素子に所定電流値の基準電流を発生させる電圧を、バイアス電圧として検出素子に印加する印加回路と、電磁波の検出時に、検出素子に発生する電流の電流値と、所定電流値との差分を算出

する算出部と、を備える。ここで、電磁波の一例としては、テラヘルツ波やミリ波が挙げられる。検出素子の一例としては、ショットキーバリアダイオードが挙げられる。

[0017] 当該電磁波検出装置も、上述した第1実施形態に係る電磁波検出装置と同様に、検出結果に対する温度変化の影響を抑制することができる。「電気的特性が等価」とは、電気的特性が全く等しい場合に限らず、電気的特性が等しいと実践上みなせる程度に、電気的特性が互いに近い場合も含む概念である。「電磁波が入射しない基準素子」とは、当該電磁波検出装置による電磁波の検出時においても、基準素子に電磁波が入射しないことを意味する。

[0018] 第2実施形態に係る電磁波検出装置の一態様では、基準素子は、検出素子が置かれた熱的環境と近い熱的環境に置かれ、且つ電磁波を遮断するシールド内に配置されている。この態様によれば、基準素子を電磁波から遮蔽し、電磁波の検出中においても検出素子に適切なバイアス電圧を印加することができる。

[0019] 第2実施形態に係る電磁波検出装置の他の態様では、当該電磁波検出装置は、検出素子を複数備え、印加回路は、基準素子に基準電流が発生する電圧を、バイアス電圧として、複数の検出素子各々に印加する。この態様によれば、電磁波の検出範囲を拡張することができる。

[0020] <第3実施形態>

第3実施形態に係る電磁波検出装置は、入射する電磁波の強度に応じた電流を発生する検出素子と、該検出素子と電気的特性が等価であり、且つ、電磁波が入射しない基準素子と、該基準素子に所定電流値の基準電流を発生させる電圧を、バイアス電圧として検出素子に印加する印加回路と、(i)電磁波の検出時に、検出素子に発生する電流の電流値と、(ii)電磁波が入射していないときに検出素子に発生した電流の電流値と、の差分を算出する算出部と、を備える。ここで、電磁波の一例としては、テラヘルツ波やミリ波が挙げられる。検出素子の一例としては、ショットキーバリアダイオードが挙げられる。

[0021] 当該電磁波検出装置も、上述した第2実施形態に係る電磁波検出装置と同様に、検出結果に対する温度変化の影響を抑制することができる。さらに基準素子と検出素子の電気的特性に微小な特性差が存在する場合においても、該特性差が電磁波強度検出の精度に与える影響を抑制することができる。

[0022] 第3実施形態に係る電磁波検出装置の一態様では、基準素子は、検出素子が置かれた熱的環境と近い熱的環境に置かれ、且つ電磁波を遮断するシールド内に配置されている。この態様によれば、基準素子を電磁波から遮蔽し、電磁波の検出中においても検出素子に適切なバイアス電圧を印加することができる。

[0023] 第3実施形態に係る電磁波検出装置の他の態様では、検出素子を複数備え、印加回路は、基準素子に基準電流が発生する電圧を、バイアス電圧として、複数の検出素子各々に印加し、算出部は、(i)電磁波の検出時に、検出素子に発生する電流の電流値と、(ii)電磁波が入射していないときに検出素子に発生した電流の電流値と、の差分を複数の検出素子の各々について算出する。この態様によれば、電磁波の検出範囲を拡張することができる。

実施例

[0024] 本発明の電磁波検出装置に係る実施例を図面に基づいて説明する。以下の実施例では、本発明に係る「電磁波検出装置」の一例として「テラヘルツ波強度検出装置」を挙げる。本発明に係る「電磁波」の一例として「テラヘルツ波」を挙げる。

[0025] <第1実施例>

テラヘルツ波強度検出装置に係る第1実施例について、図1乃至図5を参照して説明する。第1実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置1では、テラヘルツ波の検出素子として、ショットキーバリアダイオードが用いられている。

[0026] (ショットキーバリアダイオード)

先ず、ショットキーバリアダイオードの特徴、及びショットキーバリアダイオードを用いたテラヘルツ波の強度検出方法各々の概要について図1乃至

図3を参照して説明する。図1は、電圧電流特性の一例を、ショットキーバリアダイオードに入射するテラヘルツ波の強度毎に示す図である。図2は、ショットキーバリアダイオードの電圧電流特性の温度変化の一例を示す図である。図3は、ショットキーバリアダイオードを用いたテラヘルツ波の強度検出方法を示す概念図である。

[0027] 図1に示すように、ショットキーバリアダイオードに入射するテラヘルツ波の強度が弱くなる程、該ショットキーバリアダイオードに発生する電流も小さくなる。特に、ショットキーバリアダイオードにバイアス電圧が印加されていない場合（図1において電圧0を示す破線参照）、入射するテラヘルツ波の強度が弱くなると、ショットキーバリアダイオードに発生する電流が0に近づき、テラヘルツ波の強度検出ができなくなる。

[0028] ショットキーバリアダイオードにバイアス電圧を印加すれば、該ショットキーバリアダイオードに入射するテラヘルツ波の強度が弱くても、検出可能な程度の電流をショットキーバリアダイオードに発生させることができる（図1において電圧Vを示す破線参照）。

[0029] しかしながら、図2に示すように、ショットキーバリアダイオードの電圧電流特性は、温度依存性を有している。このため、バイアス電圧を固定値としてしまうと、ショットキーバリアダイオードにテラヘルツ波が入射していても、温度変化に起因して、該ショットキーバリアダイオードに発生する電流が変化してしまう（電圧V並びに電流 I_1 、 I_2 及び I_3 参照）。

[0030] ここで、テラヘルツ波の強度検出方法について、図3を参照して説明する。ショットキーバリアダイオードにバイアス電圧として電圧 V_f が印加され、ショットキーバリアダイオードにテラヘルツ波が入射していない場合に該ショットキーバリアダイオードに発生する電流を電流 I_f とする。

[0031] ショットキーバリアダイオードにテラヘルツ波が入射した場合に該ショットキーバリアダイオードに発生する電流が電流 I_{ts} であるとする、電流 I_{ts} と電流 I_f との差分 I_{sig} が、テラヘルツ波に起因して増加した電流となる。上述の如く、ショットキーバリアダイオードに入射するテラヘル

ツ波の強度に応じて、該ショットキーバリアダイオードに流れる電流も変化する。このため、電流 I_{ts} と電流 I_f との差分 I_{sig} から、テラヘルツ波の強度を検出することができる。

[0032] 図2に示すように、テラヘルツ波が入射していない場合にショットキーバリアダイオードに発生する電流が、温度変化に起因して変化してしまうと、テラヘルツ波の強度を正しく検出することができなくなる。

[0033] 尚、本実施例に係る「電圧 V_f 」は、ショットキーバリアダイオードの両端に印加する順方向電圧であって、ショットキーバリアダイオードをオンさせる電圧、すなわちショットキーバリアダイオードの順方向電流が、急激に増加しはじめる電圧である。さらに詳しくは、「電圧 V_f 」は、ショットキーバリアダイオードにテラヘルツ波が入射していない場合において、該ショットキーバリアダイオードに順方向の小電流である電流 I_f を流すために、該ショットキーバリアダイオードの両端に印加すべき順方向電圧を意味する。

[0034] (テラヘルツ波強度検出装置)

本実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置1は、テラヘルツ波が入射していない場合に、検出素子としてのショットキーバリアダイオードに発生する電流が、温度変化の影響を受けないように構成されている。

[0035] テラヘルツ波強度検出装置1は、図4に示す回路を有している。図4において、“D1”は、検出素子としてのショットキーバリアダイオードであり、“C1”はコンデンサであり、“OA1”はオペアンプであり、“BA1”及び“BA2”はバッファアンプであり、“SW1”及び“SW2”はスイッチである。

[0036] 当該テラヘルツ波強度検出装置1では、少なくともテラヘルツ波の測定前に、ショットキーバリアダイオードD1にテラヘルツ波が入射していないときに、該ショットキーバリアダイオードD1に所定電流値 I_f (固定値) が発生するようにバイアス電圧が設定(又は調整)される。

[0037] 具体的には、図4(a)に示すように、スイッチSW1において端子1a

が選択され、スイッチSW2において端子2aが選択される。ショットキーバリアダイオードD1にテラヘルツ波が入射していない状態で、所定電流値 I_f がショットキーバリアダイオードD1に発生する電圧 V_f （可変値）が、該ショットキーバリアダイオードD1に印加されるように、直流電源の正極の電位が“ V_1 ”に設定される。ここで、電位 V_1 は、抵抗値を R_1 として、“ $V_1 = I_f \times R_1 + V_f$ ”と表せる。このとき、スイッチSW2において端子2aが選択されているので、コンデンサC1の極板間の電位差（電圧）は“ V_f ”となる。

[0038] テラヘルツ波の測定時には、図4（b）に示すように、スイッチSW1において端子1bが選択され、スイッチSW2において端子2bが選択される。この結果、オペアンプOA1のマイナスの入力端子と、オペアンプOA1の出力端子とが電氣的に接続される（即ち、仮想接地）。このため、オペアンプOA1のマイナスの入力端子の電位 V_- と、オペアンプOA1のプラスの入力端子の電位 V_+ とが同電位となる。ここで、コンデンサC1の極板間の電位差は“ V_f ”であるので、電位 V_+ 及び電位 V_- は共に“ V_f ”となる。従って、ショットキーバリアダイオードD1には、電圧 V_f がバイアス電圧として印加される。

[0039] ショットキーバリアダイオードD1にテラヘルツ波が入射したときに該ショットキーバリアダイオードD1に発生する電流を“ I_{ts} ”とすると、オペアンプOA1の出力端子の電位 V_2 は、“ $V_2 = I_{ts} \times R_1 + V_f$ ”と表せる。差電圧検出部のプラスの入力端子の電位は“ V_2 ”であり、差電圧検出部のマイナスの入力端子の電位は“ V_1 ”である。そして、差電圧検出部からは、“ $V_2 - V_1 = I_{ts} \times R_1 + V_f - (I_f \times R_1 + V_f) = I_{ts} \times R_1 - I_f \times R_1 = I_{sig} \times R_1$ ”を示す信号が出力される。抵抗値 R_1 は既知であるので、差電圧検出部の出力から、ショットキーバリアダイオードD1に入射したテラヘルツ波の強度が検出されることとなる。

[0040] （技術的効果）

テラヘルツ波の測定前（更には測定中）に、図4（a）に示す状態と図4

(b) に示す状態とが切り換えられることによって、ショットキーバリアダイオードD 1 に適切なバイアス電圧を印加することができる。この結果、テラヘルツ波が入射していないときにショットキーバリアダイオードD 1 に発生する電流を、所定電流値 I_f とすることができる。従って、当該テラヘルツ波強度検出装置 1 の検出結果に対する温度変化の影響を抑制することができる。

[0041] 実施例に係る「ショットキーバリアダイオードD 1」、「コンデンサC 1」、「オペアンプOA 1」「スイッチSW 2」及び「差電圧検出部」は、夫々、本発明に係る「検出素子」、「電圧保持部」、「印加回路」、「切り換え部」及び「算出部」の一例である。

[0042] <第2実施例>

テラヘルツ波強度検出装置の第2実施例について、図6を参照して説明する。第2実施例では、テラヘルツ波強度検出装置の構成の一部が異なっている以外は、上述した第1実施例と同様である。よって、第2実施例について、第1実施例と重複する説明を省略すると共に、図面上における共通箇所には同一符号を付して示し、基本的に異なる点についてのみ図6を参照して説明する。図6は、第2実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を示す図である。

[0043] (テラヘルツ波強度検出装置)

テラヘルツ波強度検出装置2は、図6に示す回路を有している。図6において、“D 2”はショットキーバリアダイオードであり、“D 3”は検出素子としてのショットキーバリアダイオードであり、“OA 2”はオペアンプである。ショットキーバリアダイオードD 2は、テラヘルツ波を遮蔽する導電体からなるシールドにより覆われている。

[0044] 本実施例では特に、ショットキーバリアダイオードD 2の電気的特性と、ショットキーバリアダイオードD 3の電気的特性とは等価である。加えて、ショットキーバリアダイオードD 2は、ショットキーバリアダイオードD 3が置かれた熱的環境と近い熱的環境に置かれる。

[0045] 当該テラヘルツ波強度検出装置 2 では、テラヘルツ波の測定中に、ショットキーバリアダイオード D 2 に所定電流値 I_f が発生するようにバイアス電圧として電圧 V_f が印加される。具体的には、直流電源の正極とオペアンプ O A 2 のプラスの入力端子間の抵抗値を “ R_2 ” として、直流電源の正極の電位が “ $V_1 = I_f \times R_2 + V_f$ ” に設定される。

[0046] 図 6 に示すように、オペアンプ O A 2 のマイナスの入力端子とオペアンプ O A 2 の出力端子とが電氣的に接続されているので、オペアンプ O A 2 のマイナスの入力端子の電位 V_- と、オペアンプ O A 2 のプラスの入力端子の電位 V_+ とが同電位となる。そして、電位 V_+ は “ V_f ” であるので、電位 V_- も “ V_f ” となる。

[0047] 従って、検出素子としての、ショットキーバリアダイオード D 3 には、電圧 V_f がバイアス電圧として印加される。ショットキーバリアダイオード D 3 の電氣的特性は、上述の如く、ショットキーバリアダイオード D 2 の電氣的特性と等価であるので、テラヘルツ波が入射していないときにショットキーバリアダイオード D 3 には所定電流値 I_f が発生する。

[0048] ショットキーバリアダイオード D 3 にテラヘルツ波が入射したときに該ショットキーバリアダイオード D 3 に発生する電流を “ I_{ts} ”、オペアンプ O A 2 の出力端子とオペアンプ O A 2 のマイナスの入力端子との間の抵抗値を “ R_2 ” とする。オペアンプ O A 2 の出力端子の電位 V_2 は、“ $V_2 = I_{ts} \times R_2 + V_f$ ” と表せる。差電圧検出部のプラスの入力端子の電位は “ V_2 ” であり、差電圧検出部のマイナスの入力端子の電位は “ V_1 ” である。

[0049] (技術的効果)

本実施例では特に、テラヘルツ波が入射していないときにショットキーバリアダイオード D 3 に発生する電流を、常に所定電流値 I_f とすることができ。従って、当該テラヘルツ波強度検出装置 2 の検出結果に対する温度変化の影響を抑制することができる。

[0050] 実施例に係る「ショットキーバリアダイオード D 3」および「オペアンプ

「OA2」は、本発明に係る「検出素子」および「印加回路」の他の例である。実施例に係る「ショットキーバリアダイオードD2」は、本発明に係る「基準素子」の一例である。

[0051] <第1変形例>

第2実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置の第1変形例について、図7を参照して説明する。図7は、第2実施例の第1変形例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を示す図である。

[0052] (テラヘルツ波強度検出装置)

テラヘルツ波強度検出装置3は、図7に示す回路を有している。図7において、“OA3”及び“OA4”はオペアンプである。当該テラヘルツ波強度検出装置3では、直流電源の正極とオペアンプOA4のマイナスの入力端子との間の抵抗値を“R2”として、直流電源の正極の電位が“ $V_3 = I_f \times R_2$ ”に設定される。

[0053] 図7に示すように、オペアンプOA4のマイナスの入力端子とオペアンプOA4の出力端子とが電氣的に接続されているので、オペアンプOA4のマイナスの入力端子の電位 V_- と、オペアンプOA4のプラスの入力端子の電位 V_+ とが同電位（ここでは、グランド電位）となる。

[0054] 図7に示すように、オペアンプOA4のマイナスの入力端子とオペアンプOA4の出力端子との間には、ショットキーバリアダイオードD2が配置されており、該ショットキーバリアダイオードD2には、所定電流値 I_f が流れる。従って、ショットキーバリアダイオードD2には、所定電流値 I_f が発生する電圧 V_f がバイアス電圧として印加していることとなる。

[0055] 上述の如く、オペアンプOA4のマイナスの入力端子の電位 V_- （即ち、ショットキーバリアダイオードD2のアノード側の電位 V_1 ）は、グランド電位であるので、オペアンプOA4の出力端子の電位 V_4 （言い換えれば、ショットキーバリアダイオードD2のカソード側の電位）は、“ $-V_f$ ”となる。従って、ショットキーバリアダイオードD3のカソード側の電位も“ $-V_f$ ”となる。

[0056] 図7に示すように、オペアンプOA3のマイナスの入力端子とオペアンプOA3の出力端子とが電氣的に接続されているので、オペアンプOA3のマイナスの入力端子の電位 V_- と、オペアンプOA3のプラスの入力端子の電位 V_+ とが同電位となる。ここで、オペアンプOA3のプラスの入力端子の電位 V_+ は、ショットキーバリアダイオードD2のアノード側の電位 V_1 と等しいので、グランド電位である。この結果、オペアンプOA3のマイナスの入力端子の電位 V_- 、言い換えれば、ショットキーバリアダイオードD3のアノード側の電位 V_2 もグランド電位となる。つまり、ショットキーバリアダイオードD3には、電圧 V_f がバイアス電圧として印加されている。

[0057] ショットキーバリアダイオードD3にテラヘルツ波が入射すると、ショットキーバリアダイオードD3には電流 I_{ts} ($I_{ts} > I_f$)が発生する。このとき、オペアンプOA3のマイナスの入力端子とオペアンプOA3の出力端子との間の抵抗（抵抗値 R_3 ）に流れる電流は、キルヒホッフの法則により、“ $I_{ts} - I_f$ ”となり、図7に示す回路の出力電圧は“ $(I_{ts} - I_f) \times R_3 = I_{sig} \times R_3$ ”となる。

[0058] <第2変形例>

第2実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置の第2変形例について、図8を参照して説明する。図8は、第2実施例の第2変形例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を示す図である。

[0059] 上述した第2実施例の第1変形例では、テラヘルツ波の検出は、ショットキーバリアダイオードD3のみで行わる。本変形例に係るテラヘルツ波強度検出装置4は、図8に示すように、検出素子としてのショットキーバリアダイオードを複数個備えている。

[0060] <第3変形例>

第2実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置の第3変形例について、図9を参照して説明する。図9は、第2実施例の第3変形例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を示す図である。

[0061] (テラヘルツ波強度検出装置)

テラヘルツ波強度検出装置 5 は、図 9 に示す回路を有している。図 9 において、“OA3” 及び “OA5” はオペアンプである。当該テラヘルツ波強度検出装置 5 では、オペアンプ OA5 のマイナスの入力端子とオペアンプ OA5 の出力端子とが電氣的に接続されているので、オペアンプ OA5 のマイナスの入力端子の電位 V_- と、オペアンプ OA5 のプラスの入力端子の電位 V_+ とが同電位（ここでは、グランド電位）となる。

[0062] また、オペアンプ OA3 のマイナスの入力端子とオペアンプ OA3 の出力端子とが電氣的に接続されているので、オペアンプ OA3 のマイナスの入力端子の電位 V_- と、オペアンプ OA3 のプラスの入力端子の電位 V_+ とが同電位となる。ここで、オペアンプ OA3 のプラスの入力端子の電位 V_+ は、オペアンプ OA5 のマイナスの入力端子の電位 V_- と等しいので、オペアンプ OA3 のプラスの入力端子の電位 V_+ はグランド電位である。従って、オペアンプ OA3 のマイナスの入力端子の電位 V_- もグランド電位となる。

[0063] 図 7 に示すように、ショットキーバリアダイオード D2 及び D3 は、電氣的に直列に接続されており、ショットキーバリアダイオード D3 にテラヘルツ波が入射していない場合には、ショットキーバリアダイオード D2 及び D3 には同一の電流が流れる。このため、ショットキーバリアダイオード D2 のカソード側の電位 V_4 の、ショットキーバリアダイオード D3 のアノード側の電位 V_3 との関係は、“ $V_4 = -V_3$ ” となる（ショットキーバリアダイオード D2 の電氣的特性と、ショットキーバリアダイオード D3 の電氣的特性とは等価であるので）。

[0064] オペアンプ OA5 のマイナスの入力端子とオペアンプ OA5 の出力端子との間の抵抗の抵抗値を “ R_2 ” とし、該抵抗に流れる電流値を “ I_r ” とすると、オペアンプ OA5 の出力端子の電位 V_3 （即ち、ショットキーバリアダイオード D3 のアノード側の電位 V_3 ）は、“ $V_3 = I_r \times R_2$ ” となる。また、ショットキーバリアダイオード D2 のカソード側の電位 V_4 は、“ $V_4 = -V_3 = -I_r \times R_2$ ” となる。

[0065] ショットキーバリアダイオード D2（更に、テラヘルツ波が入射していな

い場合のショットキーバリアダイオードD 3)に発生する電流を所定電流値 I_f とする必要がある。ショットキーバリアダイオードD 2に発生する電流が所定電流値 I_f である場合、ショットキーバリアダイオードD 2のアノード及びカソード間の電位差は“ V_f ”となる。この結果、電位 $V_4 = -V_f$ となり、電位 $V_3 = V_f$ となる。従って、ショットキーバリアダイオードD 3には、バイアス電圧として、電圧 V_f が印加される。

[0066] 当該テラヘルツ波強度検出装置5では、少なくともテラヘルツ波の測定前に、ショットキーバリアダイオードD 2に発生する電流が所定電流値 I_f となるように、電流値 I_1 が制御される。

[0067] ショットキーバリアダイオードD 3にテラヘルツ波が入射すると、ショットキーバリアダイオードD 3には電流 I_{ts} ($I_{ts} > I_f$) が発生する。このとき、オペアンプOA 3のマイナスの入力端子とオペアンプOA 3の出力端子との間の抵抗（抵抗値 R_3 ）に流れる電流は、キルヒホッフの法則により、“ $I_{ts} - I_f$ ”となり、図9に示す回路の出力電圧は“ $(I_{ts} - I_f) \times R_3 = I_{sig} \times R_3$ ”となる。

[0068] <第3実施例>

テラヘルツ波強度検出装置の第3実施例について、図10を参照して説明する。第3実施例では、テラヘルツ波強度検出装置の構成の一部が異なっている以外は、上述した第2実施例と同様である。よって、第3実施例について、第2実施例と重複する説明を省略すると共に、図面上における共通箇所には同一符号を付して示し、基本的に異なる点についてのみ図10を参照して説明する。図10は、第3実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置の検出回路の要部の一例を示す図である。

[0069] (テラヘルツ波強度検出装置)

上述した第2実施例の第1変形例であるテラヘルツ波強度検出装置3は、テラヘルツ波の検出時に、オペアンプOA 3が、検出素子であるショットキーバリアダイオードD 3に流れる電流 I_{ts} と、基準素子であるショットキーバリアダイオードD 2に流れる所定電流値 I_f との差分に相当する電圧を

出力する。ここで、ショットキーバリアダイオードD 2の電気的特性と、ショットキーバリアダイオードD 3の電気的特性とは等価はであるが、両者に微小な特性差が存在すればテラヘルツ波強度の検出精度に影響することになる。そこで、本実施例のテラヘルツ波強度検出装置6は、テラヘルツ波の検出を開始する前に、テラヘルツ波が入射していないときのショットキーバリアダイオードD 3に生じる電流 I_{f1} の値を記憶しておき、テラヘルツ波を検出する際には、記憶しておいた電流 I_{f1} と、ショットキーバリアダイオードD 3に流れる電流 I_{ts1} との差分を演算して出力するように構成される。

[0070] テラヘルツ波強度検出装置6は、第1変形例のオペアンプOA 3に変えて、ADコンバータやメモリなどを含む演算部1を備える。また、ショットキーバリアダイオードD 3に流れる電流を測定するための電流計A 1が、ショットキーバリアダイオードD 3と直列に挿入されている。電流計A 1は、内部抵抗の低いものが望ましく電子回路等で構成されてもよい。

[0071] 電流計A 1は、テラヘルツ波が入射していないときのショットキーバリアダイオードD 3に生じる電流 I_{f1} 、及びテラヘルツ波の検出時にショットキーバリアダイオードD 3に流れる電流 I_{ts1} 各々に対応する電圧を、演算部1に対して出力する。演算部1は、電流計A 1から出力された電圧をAD変換し、電流 I_{f1} の情報をメモリに記憶するとともに、電流 I_{ts1} の情報を取得した後に、電流 I_{f1} および電流 I_{ts1} との差分を算出し、テラヘルツ波強度に対応する情報として出力する。

[0072] 更に、本実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置6は、図10に示すように、検出素子としてのショットキーバリアダイオード、電流計、及び演算部を複数個備え、検出素子毎に、テラヘルツ波の検出時に発生する電流の電流値と、テラヘルツ波が入射していないときに発生した電流の電流値との差分を、各検出素子におけるテラヘルツ波強度の検出値として出力する。

[0073] (技術的効果)

本実施例では特に、各ショットキーバリアダイオードの電気的特性に微小

な特性差が存在する場合においても、該特性差がテラヘルツ波強度検出の精度に与える影響を抑制することができる。

[0074] 本実施例に係る「演算部 1」は、本発明に係る「算出部」の他の例である。

[0075] 上述した実施例に係るテラヘルツ波強度検出装置は、いずれもテラヘルツ波の強度を検出するものであったが、ミリ波の強度を検出するものとしてもよい。

[0076] 本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う電磁波検出装置もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

符号の説明

- [0077] 1、2、3、4、5、6…テラヘルツ波強度検出装置
C 1…コンデンサ（電圧保持部）
D 1、D 3…ショットキーバリアダイオード（検出素子）
D 2…ショットキーバリアダイオード（基準素子）
O A 1、O A 2、O A 4、O A 5…オペアンプ（印加回路）
S W 2…スイッチ（切り換え部）

請求の範囲

- [請求項1] 入射する電磁波の強度に応じた電流を発生する検出素子と、
前記検出素子に前記電磁波が入射していないときに前記検出素子に印加することで、前記検出素子に所定電流値の基準電流を発生させる印加電圧の電圧値を保持する電圧保持部と、
前記電磁波の検出時に、前記電圧保持部に保持された電圧値に基づいて設定されたバイアス電圧を前記検出素子に印加する印加回路と、
前記検出素子に発生する電流の電流値と、前記所定電流値との差分を算出する算出部と、
を備えることを特徴とする電磁波検出装置。
- [請求項2] 前記電圧保持部の接続先を切り換える切り換え部を備え、
前記切り換え部は、前記検出素子に前記電磁波が入射していないときに、前記電圧保持部と前記検出素子を電氣的に接続し、且つ、前記電磁波の検出時に、前記電圧保持部と前記印加回路を電氣的に接続する
ことを特徴とする請求項1に記載の電磁波検出装置。
- [請求項3] 前記電磁波は、テラヘルツ波又はミリ波であり、
前記検出素子は、ショットキーバリアダイオードである
ことを特徴とする請求項1に記載の電磁波検出装置。
- [請求項4] 入射する電磁波の強度に応じた電流を発生する検出素子と、
前記検出素子と電氣的特性が等価であり、且つ、前記電磁波が入射しない基準素子と、
前記基準素子に所定電流値の基準電流を発生させる電圧を、バイアス電圧として前記検出素子に印加する印加回路と、
前記電磁波の検出時に、前記検出素子に発生する電流の電流値と、前記所定電流値との差分を算出する算出部と、
を備えることを特徴とする電磁波検出装置。
- [請求項5] 前記基準素子は、前記検出素子が置かれた熱的環境と近い熱的環境

に置かれ、且つ前記電磁波を遮断するシールド内に配置されていることを特徴とする請求項4に記載の電磁波検出装置。

[請求項6] 前記検出素子を複数備え、
前記印加回路は、前記基準素子に前記基準電流が発生する電圧を、
バイアス電圧として、前記複数の検出素子各々に印加する
ことを特徴とする請求項4に記載の電磁波検出装置。

[請求項7] 前記電磁波は、テラヘルツ波又はミリ波であり、
前記検出素子は、ショットキーバリアダイオードである
ことを特徴とする請求項4に記載の電磁波検出装置。

[請求項8] 入射する電磁波の強度に応じた電流が発生する検出素子と、
前記検出素子と電気的特性が等価であり、且つ、前記電磁波が入射
しない基準素子と、
前記基準素子に所定電流値の基準電流が発生させる電圧を、バイア
ス電圧として前記検出素子に印加する印加回路と、
(i) 前記電磁波の検出時に、前記検出素子に発生する電流の電流
値と、(ii) 前記電磁波が入射していないときに前記検出素子に発
生した電流の電流値と、の差分を算出する算出部と、
を備えることを特徴とする電磁波検出装置。

[請求項9] 前記基準素子は、前記検出素子が置かれた熱的環境と近い熱的環境
に置かれ、且つ前記電磁波を遮断するシールド内に配置されているこ
とを特徴とする請求項8に記載の電磁波検出装置。

[請求項10] 前記検出素子を複数備え、
前記印加回路は、前記基準素子に前記基準電流が発生する電圧を、
バイアス電圧として、前記複数の検出素子各々に印加し、
(i) 前記算出部は、前記電磁波の検出時に、前記検出素子に発生
する電流の電流値と、(ii) 前記電磁波が入射していないときに前
記検出素子に発生した電流の電流値と、の差分を前記複数の検出素子
の各々について算出する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の電磁波検出装置。

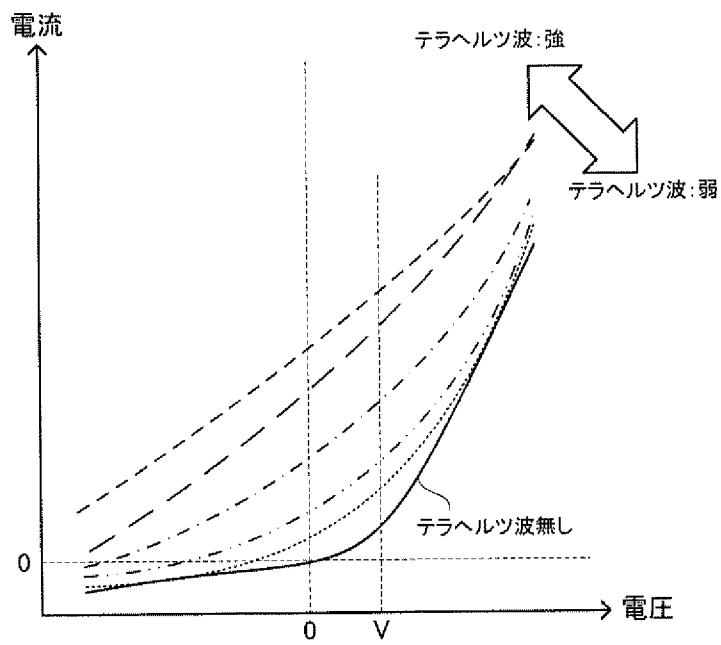
[請求項11]

前記電磁波は、テラヘルツ波又はミリ波であり、

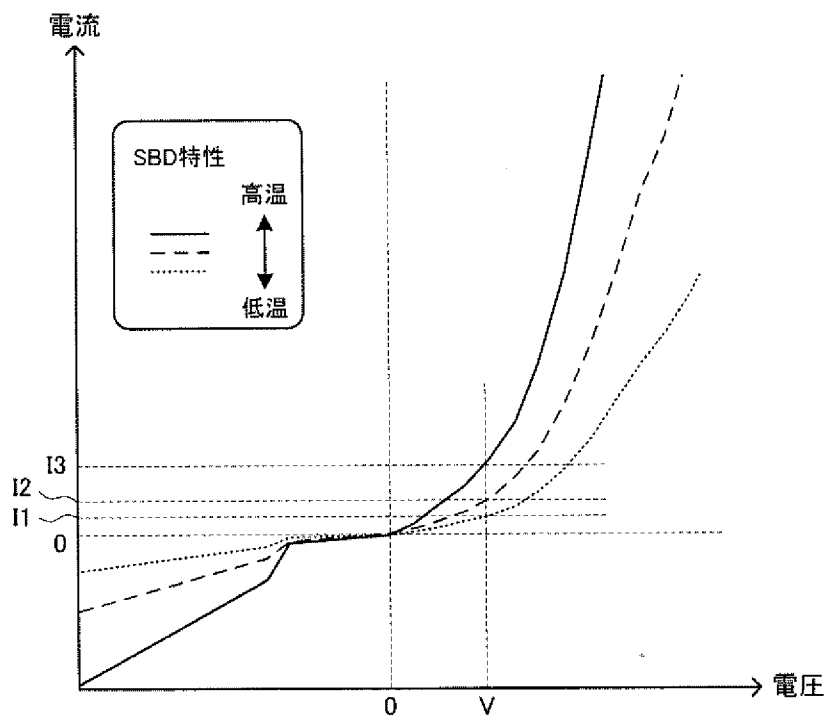
前記検出素子は、ショットキーバリアダイオードである

ことを特徴とする請求項 8 に記載の電磁波検出装置。

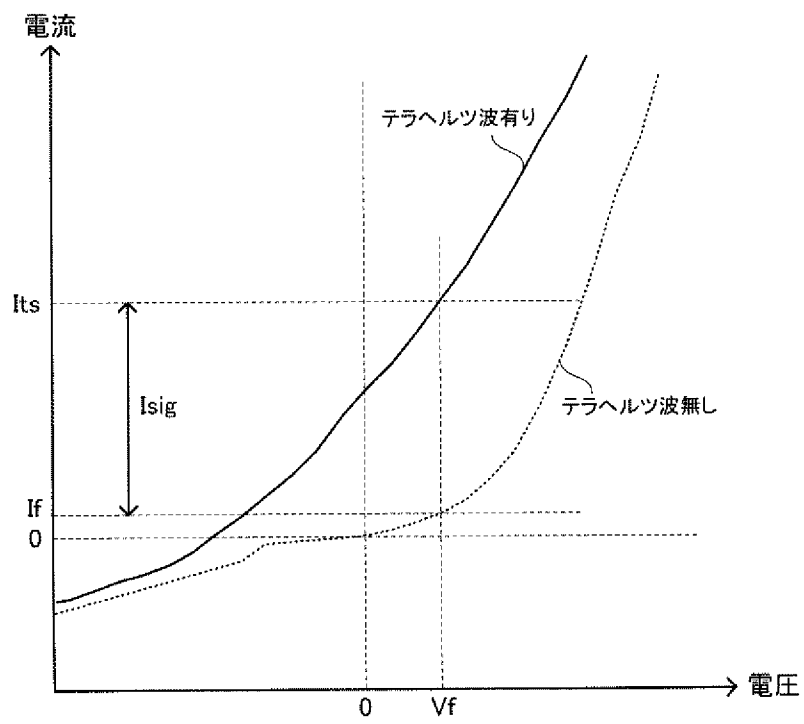
[図1]



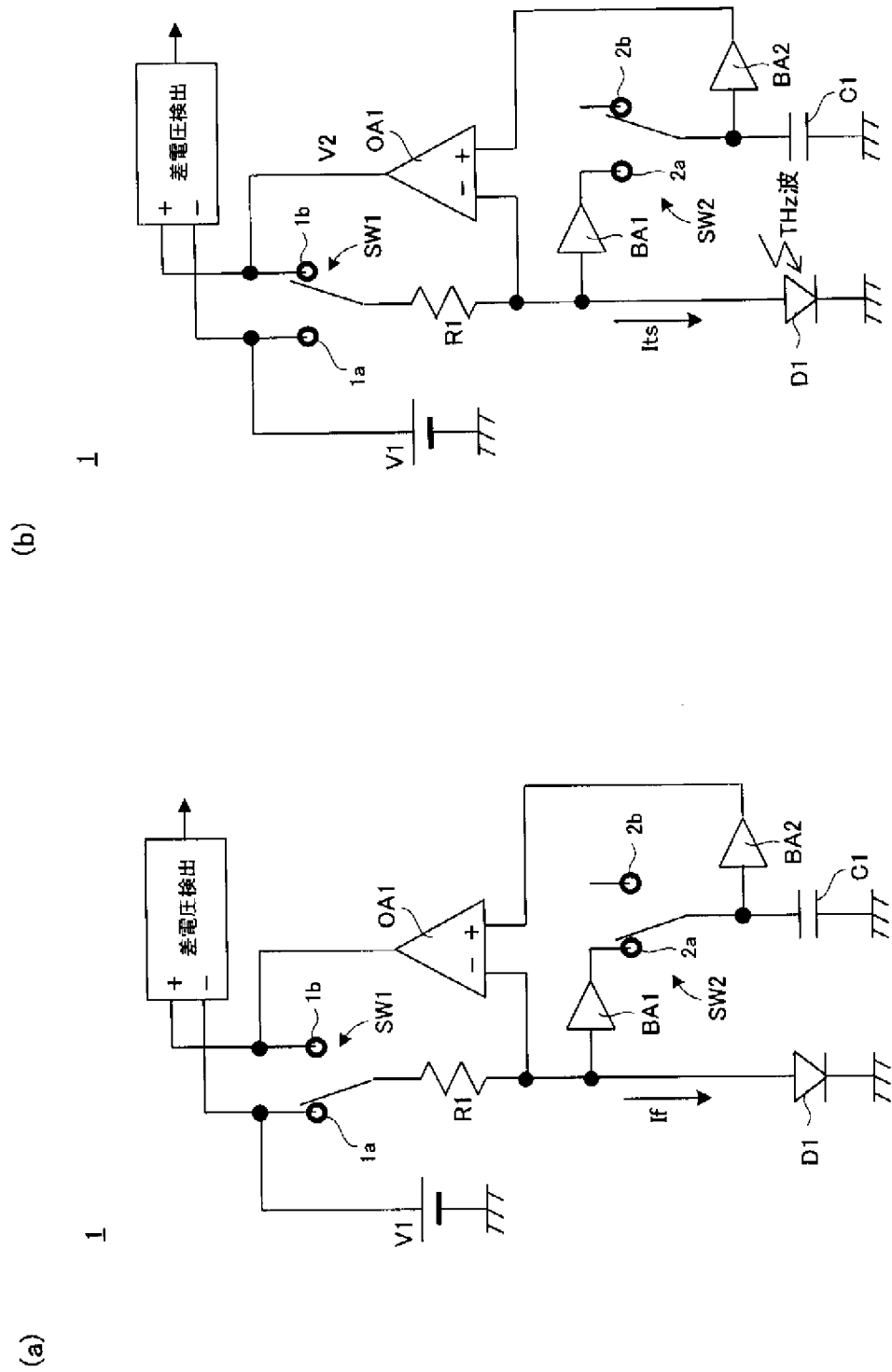
[図2]



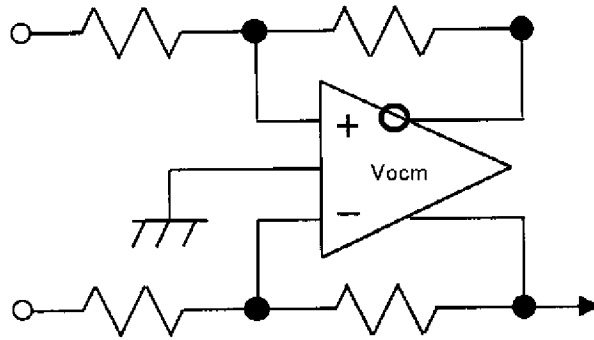
[図3]



[図4]

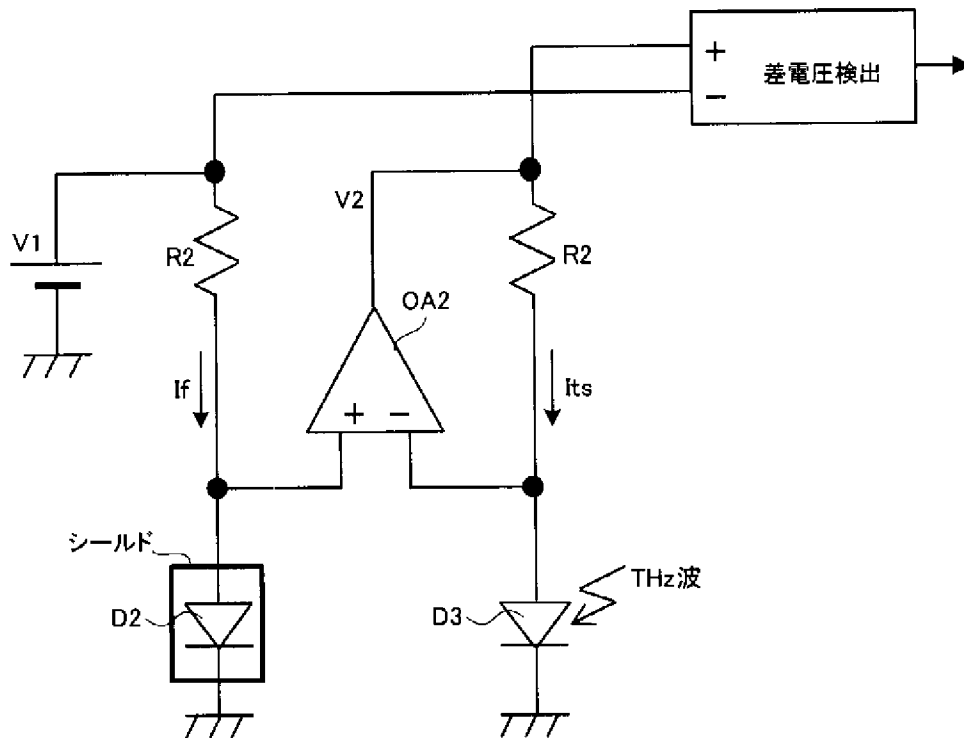


[図5]

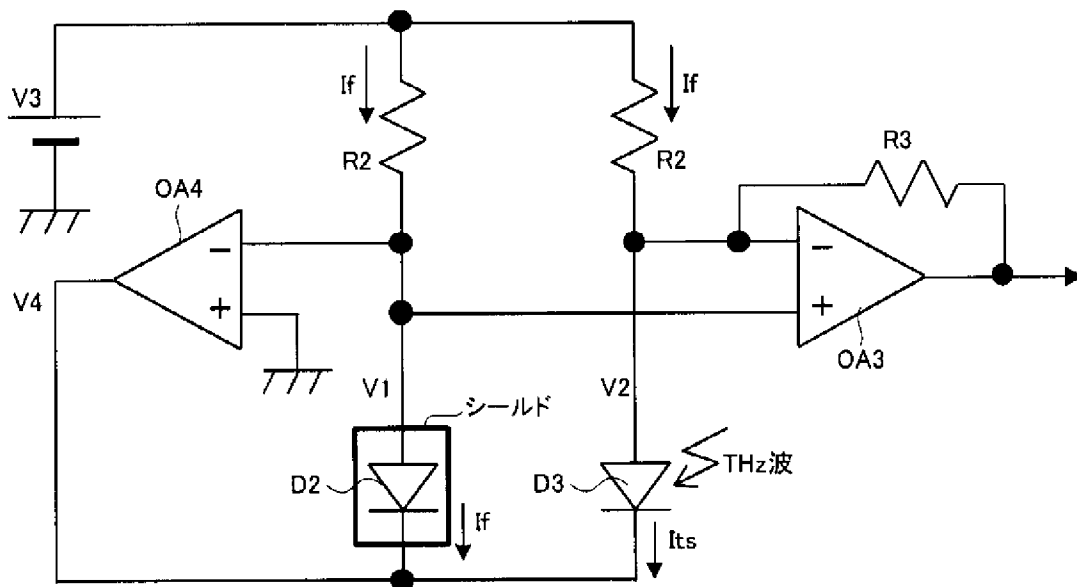


[図6]

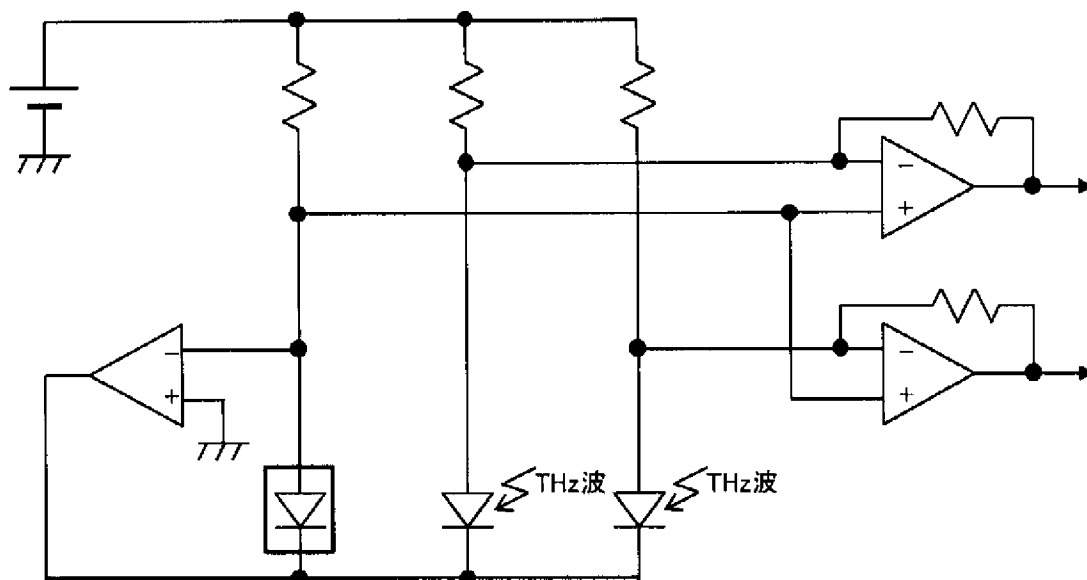
2



3

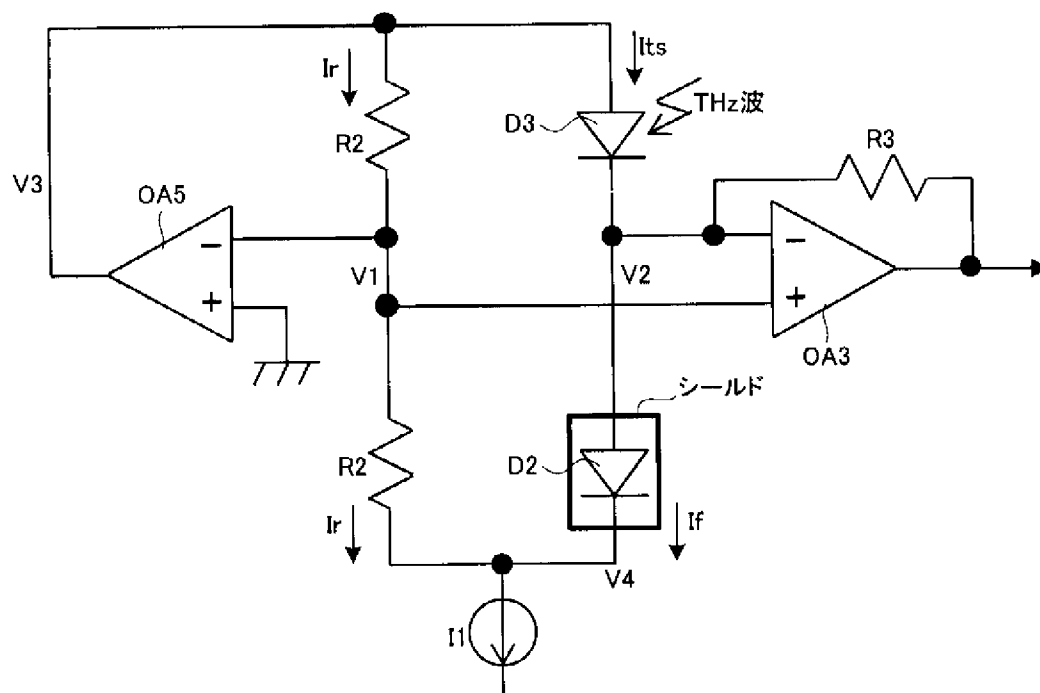


4



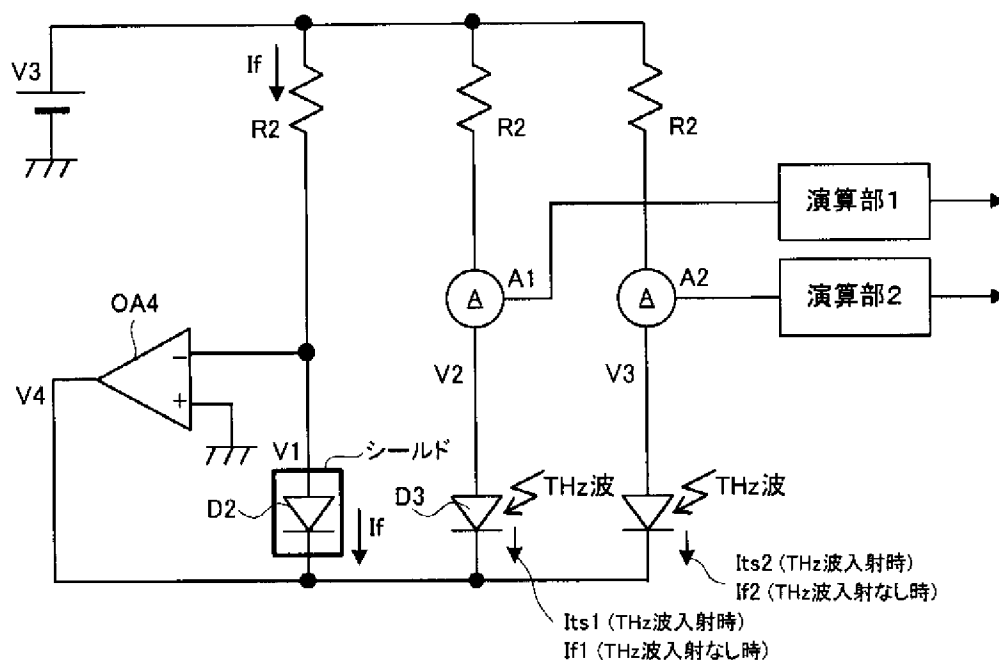
[図9]

5



[図10]

6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071175

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J1/44(2006.01)i, H01L31/10(2006.01)i, H01L31/108(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)

G01J1/00-1/60, H01L31/10-31/119

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-214781 A (Olympus Corp.), 17 August 2006 (17.08.2006), (Family: none)	1-11
A	JP 2010-506141 A (Sharp Corp.), 25 February 2010 (25.02.2010), & US 2010/0026192 A1 & GB 2443204 A & WO 2008/044749 A1 & KR 10-2009-0073187 A & CN 101523619 A	1-11
A	JP 2012-159323 A (JVC Kenwood Corp.), 23 August 2012 (23.08.2012), (Family: none)	1-11

☒ 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
05 October 2016 (05.10.16)

Date of mailing of the international search report
18 October 2016 (18.10.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071175

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-100113 A (Samsung Mobile Display Co., Ltd.), 19 May 2011 (19.05.2011), & US 2011/0102391 A1 & EP 2320410 A1 & KR 10-2011-0049579 A	1-11
A	JP 2000-19015 A (Toshiba Corp.), 21 January 2000 (21.01.2000), (Family: none)	1-11
A	US 6803555 B1 (Indigo Systems Corp.), 12 October 2004 (12.10.2004), (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01J1/44(2006.01)i, H01L31/10(2006.01)i, H01L31/108(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. G01J1/00-1/60, H01L31/10-31/119

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-214781 A（オリンパス株式会社） 2006.08.17（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2010-506141 A（シャープ株式会社） 2010.02.25 & US 2010/0026192 A1 & GB 2443204 A & WO 2008/044749 A1 & KR 10-2009-0073187 A & CN 101523619 A	1-11

☒ 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

05.10.2016

国際調査報告の発送日

18.10.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

蔵田 真彦

2W

3602

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-159323 A (株式会社 J V C ケンウッド) 2012.08.23, (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2011-100113 A (三星モバイルディスプレイ株式会社) 2011.05.19 & US 2011/0102391 A1 & EP 2320410 A1 & KR 10-2011-0049579 A	1-11
A	JP 2000-19015 A (株式会社東芝) 2000.01.21 (ファミリーなし)	1-11
A	US 6803555 B1 (Indigo Systems Corporation) 2004.10.12 (ファミリーなし)	1-11