

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年12月1日(01.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/190308 A1

- (51) 国際特許分類:
G01J 5/48 (2006.01) G01J 5/06 (2006.01)
G01J 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/065319
- (22) 国際出願日: 2016年5月24日(24.05.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-107798 2015年5月27日(27.05.2015) JP
- (71) 出願人: 浜松ホトニクス株式会社(HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1-1-26番地の1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 中村 共則(NAKAMURA Tomonori); 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1-1-26番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

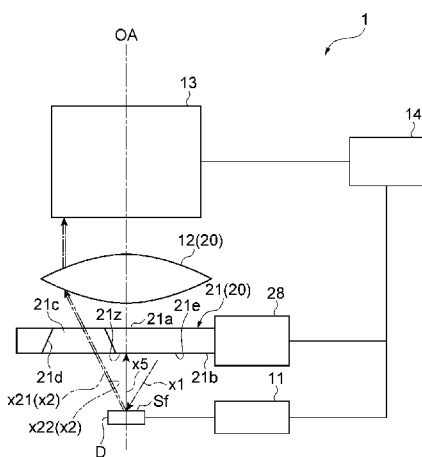
[続葉有]

(54) Title: SHIELDING PLATE AND MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 遮蔽板及び測定装置

(57) Abstract: This shielding plate for contactlessly measuring the temperature of a semiconductor device is provided with a substrate capable of adjusting temperature. The amount of thermal radiation from a black body surface positioned at one side of the substrate is greater than the amount of thermal radiation from a reflective surface positioned at the opposite side to the black body surface. The black body surface emits infrared.

(57) 要約: 遮蔽板は、半導体デバイスの温度の非接触測定に係る遮蔽板であって、温度を調整可能な基材を備え、基材の一方側に位置する黒体面の熱放射量は、黒体面の反対側に位置する反射面の熱放射量よりも大きく、黒体面は、赤外線を放出する黒体面である。



WO 2016/190308 A1

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：遮蔽板及び測定装置

技術分野

[0001] 本発明の一態様は、測定対象の温度測定に用いる遮蔽板及び測定装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、半導体デバイス等の測定対象の表面温度を非接触で測定する方法として、例えば特許文献1に記載された方法が知られている。特許文献1に記載された方法では、補助熱源（面黒体）を用いて測定対象の放射率の異なる2箇所熱線を照射し、測定対象が発生する熱線と測定対象において反射される補助熱源から発生した熱線とが重畳した熱線を赤外カメラで検出している。補助熱源の温度を変えて上記熱線を検出することにより、放射率が未知である測定対象の表面温度を非接触で高精度に測定することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-127678号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ここで、特許文献1では、補助熱源から測定対象に照射される熱線と、測定対象が発生する熱線とが同軸上に配置され得ない。すなわち、測定対象が発生する熱線の経路とは別に、補助熱源から測定対象に照射される熱線の経路が存在することとなる。このような構成では、補助熱源から測定対象に熱線を照射するために、測定対象と赤外カメラとを結ぶ経路上とは異なる位置に補助熱源を設ける必要がある。このことにより、特許文献1の方法は、ある程度大きさのある測定対象を測定するような装置にのみ適用が可能となり、半導体デバイス検査装置等のマイクロ光学系が用いられる装置には適用することができない。

[0005] 本発明の一態様は上記実情に鑑みてなされたものであり、マイクロ光学系の装置において測定対象の表面温度を非接触で高精度に測定することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様に係る遮蔽板は、測定対象の温度の非接触測定に用いられる遮蔽板であって、温度を調整可能な基材を備え、基材の一方側に位置する第1の面の熱放射量は、第1の面の反対側に位置する第2の面の熱放射量よりも大きく、第1の面は、赤外線を放射する黒体面である。

[0007] この遮蔽板では、第1の面と第2の面とで熱放射量が異なっており、第1の面の熱放射量が第2の面の熱放射量よりも大きく、第1の面が赤外線（熱線）を放射する黒体面とされている。このため、例えば半導体デバイス検査装置等のマイクロ光学系において、黒体面である第1の面を測定対象に対向するように配置した場合には、第1の面が補助熱源として作用し、第1の面から測定対象に対して赤外線が放射される。また、補助熱源として作用する第1の面が測定対象に対向して配置された場合には、上述した半導体デバイス検査装置等において、測定対象と、赤外線を導光する対物レンズ（導光光学系）との間に遮蔽板が配置されることとなる。この場合、第1の面から放射された赤外線に応じて測定対象において反射される赤外線と測定対象自体が発する赤外線とが重畳した赤外線を、撮像部（赤外カメラ（赤外線検出器））で検出することができる。また、遮蔽板には温度調整可能な基材が備わっているので、補助熱源である第1の面の温度を変えながら、上記重畳した赤外線を撮像部で検出することができる。このことで、放射率が未知である測定対象の表面温度を非接触で高精度に測定することができる。

[0008] ここで、測定対象と、赤外線を捉える撮像部との間に遮蔽板が配置された構成では、補助熱源である第1の面から測定対象に照射される赤外線と、測定対象が発生する赤外線とが同軸上に配置されることとなる。このことにより、補助熱源が、測定対象と撮像部とを結ぶ経路上とは異なる位置に設けられることとならない。このため、半導体デバイス検査装置等のマイクロ光学系

においても、測定対象の表面温度を非接触で測定することができる。以上より、この遮蔽板によれば、マイクロ光学系の装置において測定対象の表面温度を非接触で高精度に測定することができる。

[0009] また、基材は、基板層と、第1の面を外面とする第1の層と、第1の層との間に基板層を挟むように設けられた、第2の面を外面とする第2の層と、を有し、第1の層の熱放射量は、第2の層の熱放射量よりも大きくてもよい。このように基材が三層構造とされ、第1の層の熱放射量が第2の層の熱放射量よりも大きくされることにより、第1の面の熱放射量と第2の面の熱放射量とを容易に異ならせることができる。

[0010] また、基材は、第2の面を外面とする基板層と、基板層に重なるように設けられた、第1の面を外面とする第1の層と、を有し、第1の層の熱放射量は、基板層の熱放射量よりも大きくてもよい。第1の層の熱放射量が基板層よりも大きくされることにより、第1の面の熱放射量と第2の面の熱放射量とを容易に異ならせることができる。また、基材が基板層と第1の層の二層構造とされることにより、遮蔽板の作成が容易になる。

[0011] また、基材は、第1の面を外面とする基板層と、基板層に重なるように設けられた、第2の面を外面とする第2の層と、を有し、第2の層の熱放射量は、基板層の熱放射量よりも小さくてもよい。第2の層の熱放射量が基板層よりも小さくされることにより、第1の面の熱放射量と第2の面の熱放射量とを容易に異ならせることができる。また、基材が基板層と第2の層の二層構造とされることにより、遮蔽板の作成が容易になる。

[0012] また、第1の面は、黒化処理されることによって形成されていてもよい。黒化処理されることで第1の面が形成されることにより、遮蔽板の作成がより容易になるとともに、部品点数を少なくすることができる。

[0013] また、基材は、基板層と、第2の面を外面とする第2の層と、基板層と第2の層との間に設けられ、基板層から第2の層へ熱が伝わることを防ぐ断熱層とを有していてもよい。基板層と第2の層との間に断熱層が設けられていることにより、第2の面の温度を安定化させることができる。

[0014] また、第2の面は、赤外線を反射する反射面であってもよい。これにより、第2の面から放射される赤外線の量を抑えることができる。さらに、第1の面の放射率は、第2の面の放射率よりも高くてもよい。また、第1の面の温度は、第2の面の温度よりも高くてもよい。物質の熱放射量は、その物質の放射率とその物質の温度との積に比例する。そのため、第1の面の放射率を第2の面の放射率よりも高くすること、或いは、第1の面の温度を第2の面の温度よりも高くすることにより、第1の面の熱放射量を第2の面の熱放射量よりも大きくすることができる。

[0015] 本発明の一態様に係る測定装置は、測定対象の温度の非接触測定を行う装置であって、測定対象と対向して配置される。測定装置は、測定対象からの赤外線を導光する導光光学系と、導光光学系と光学的に結合し、測定対象からの赤外線を撮像し、熱画像データを出力する撮像部と、測定対象と導光光学系との間に配置された上述の遮蔽板と、遮蔽板の基材の温度を制御する温度制御部と、を備える。

[0016] この測定装置では、遮蔽板の第1の面と第2の面とで熱放射量が異なり、第1の面の熱放射量が第2の面の熱放射量よりも大きく、第1の面が赤外線を放射する黒体面とされている。そして、当該遮蔽板の第1の面が測定対象に対向している。このため、例えば信号入力部から測定対象に対して測定用信号が入力され、測定対象が駆動した状態において、第1の面が補助熱源として作用し、第1の面から測定対象に対して赤外線が照射され、測定対象において反射される赤外線と測定対象が発生する赤外線とが重畳した赤外線が、撮像部で撮像される。遮蔽板の基材は、温度制御部によって温度調整が行われる。このため、補助熱源である第1の面の温度を変更しながら、上記重畳した赤外線を撮像部で撮像することができる。このことで、放射率が未知である測定対象の表面温度を非接触で高精度に測定することができる。また、遮蔽板の第1の面が測定対象に対向しているため、補助熱源である第1の面から測定対象に照射される赤外線と、測定対象が発生する赤外線とが同軸上に配置されることとなる。このことにより、補助熱源が、測定対象

と撮像部とを結ぶ経路上とは異なる位置に設けられることとならない。このため、マイクロ光学系の装置である本発明の一態様の測定装置において、測定対象の表面温度を非接触で高精度に測定することができる。

[0017] また、撮像部から出力された熱画像データに基づいて、測定対象の温度を求める演算部をさらに備えてもよい。更に、温度制御部が遮蔽板の基材の温度が少なくとも第1の温度及び第1の温度とは異なる第2の温度となるように制御し、演算部が前記第1の温度における熱画像データ及び第2の温度における熱画像データに基づいて測定対象の温度を求めてもよい。更に、撮像部は赤外線検出器を有していてもよい。

発明の効果

[0018] この遮蔽板及び測定装置によれば、マイクロ光学系の装置において測定対象の表面温度を非接触で高精度に測定することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第1実施形態に係る測定装置の構成を模式的に示した図である。

[図2]図1の測定装置における遮蔽板の平面図である。

[図3]図2(a)の| | | - | | |線に沿った断面図である。

[図4]変形例に係る遮蔽板の底面図である。

[図5]変形例に係る遮蔽板の底面図である。

[図6]変形例に係る遮蔽板の底面図である。

[図7]変形例に係る遮蔽板の断面図である。

[図8]本発明の第2実施形態に係る測定装置の構成を模式的に示した図である。

[図9]図8の測定装置の平面図である。

[図10]変形例に係る遮蔽板の断面図、及び、変形例に係る遮蔽板を用いた測定装置の構成を模式的に示した図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお

、各図において同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

[0021] [第1実施形態]

図1に示されるように、本実施形態に係る測定装置1は、被検査デバイス(DUT: Device Under Test) (測定対象)である半導体デバイスDの温度を非接触で測定する、マイクロ光学系の装置(System)である。より詳細には、測定装置1は、半導体デバイスDの放射率が不明である状態において、発熱観察を行うことにより、半導体デバイスDの温度を非接触で測定する。

[0022] 半導体デバイスDとしては、トランジスタ等のPNジャンクションを有する集積回路(例えば、小規模集積回路(SS I: Small Scale Integration)、中規模集積回路(MS I: Medium Scale Integration)、大規模集積回路(LS I: Large Scale Integration)、超大規模集積回路(VLS I: Very Large Scale Integration)、超々大規模集積回路(ULS I: Ultra Large Scale Integration)、ギガ・スケール集積回路(GS I: Giga Scale Integration))、大電流用/高圧用MOSトランジスタ、バイポーラトランジスタ、及び電力用半導体素子(パワーデバイス)等がある。半導体デバイスDは、例えばサンプルステージ(図示せず)に載置されている。なお、測定対象としては半導体デバイスに限らず、太陽電池パネルなどの太陽電池モジュールなど、様々なデバイスを測定対象とすることができる。

[0023] 測定装置1は、半導体デバイスDの温度測定に係る機能構成として、テストユニット11(信号入力部)と、対物レンズ12(導光光学系)と、赤外カメラ13(撮像部、赤外線検出器)と、計算機14(演算部)と、遮蔽板20と、温度コントローラ28(温度制御部)と、を備えている。

[0024] テスタユニット11は、ケーブルを介して半導体デバイスDに電氣的に接続され、半導体デバイスDに測定用信号を印加する信号入力部として機能する。テストユニット11は、電源(図示せず)によって動作させられ、測定用信号として、半導体デバイスDを駆動させる信号やクロック信号等を繰り返し印加する。テストユニット11は、変調電流信号を印加するものであつ

てもよいし、CW (continuous wave) 電流信号を印加するものであってもよい。テストユニット 11 は、ケーブルを介して計算機 14 に電氣的に接続されており、計算機 14 から指定された信号を、半導体デバイス D に印加する。なお、テストユニット 11 は、必ずしも計算機 14 に電氣的に接続されていなくてもよい。テストユニット 11 は、計算機 14 に電氣的に接続されていない場合には、単体で信号を決定し、該信号を半導体デバイス D に印加する。

[0025] 遮蔽板 20 は、半導体デバイス D の温度の非接触測定に用いられる部材である。遮蔽板 20 は、半導体デバイス D と対物レンズ 12 との間に配置されており、より詳細には、対物レンズ 12 の光軸 OA 上にその中心遮蔽部 21 z が位置するように設けられている。遮蔽板 20 は、温度コントローラ 28 による制御に応じて温度を調整可能な基材 21 を備える。基材 21 としては、熱伝導率が高く、且つ、黒体もしくは反射材としての特性を有する部材を用いてもよい。また、基材 21 は内部に流体が流れる構造や電熱線等を有していてもよく、例えば基材 21 は内部にヒートパイプやラバーヒーター等を備えていてもよい。

[0026] 図 3 に示されるように、基材 21 は、基板層 23 と、黒体層 24 (第 1 の層) と、反射層 22 (第 2 の層) とが積層された三層構造とされている。基板層 23 は、温度コントローラ 28 による制御に応じて熱を伝導する。基板層 23 は、黒体層 24 及び反射層 22 の間に挟まれるように設けられている。よって、基板層 23 と黒体層 24、及び、基板層 23 と反射層 22 は、それぞれ熱的に接続されている。基板層 23 としては、均一な温度を実現可能な熱伝導率の高い部材、例えば銅 (銅板や銅層) を用いることができる。また、基板層 23 は内部に流体が流れる構造や電熱線等を有していてもよく、例えば基材 21 は内部にヒートパイプやラバーヒーター等を備えていてもよい。

[0027] 黒体層 24 は、基板層 23 と接する面と反対側の面 (外面) が黒体面 21 b (第 1 の面) とされた第 1 の層である。当該黒体面 21 b は、基材 21 に

おける積層方向一方側の面である。黒体面 2 1 b は、半導体デバイス D と対向している。黒体層 2 4 は、例えばレイデント（登録商標）処理等が施されており、反射層 2 2 と比べて、放射率が高く反射率が低い、すなわち熱放射量が多い状態とされている。これにより、黒体面 2 1 b の少なくとも一部は、赤外線に対して黒体状態とされている。黒体状態とされた黒体面 2 1 b の熱放射量は、基材 2 1 における黒体面 2 1 b の反対側の面、すなわち基材 2 1 の積層方向他方側の面である反射面 2 1 a（詳細は後述）の熱放射量よりも大きい。黒体層 2 4 としては、例えば黒色のセラミック被膜を用いることができる。なお、黒体とは、外部から入射する電磁波をあらゆる波長に亘って完全に吸収し熱放射することができる物体（完全黒体）をいうが、本実施形態における黒体状態とは、このような完全黒体となっている状態を示しておらず、少なくとも赤外線に対して黒体と同程度の熱放射が実現できる状態をいう。黒体と同程度の熱放射を実現できる状態とは、例えば放射率が 90%以上である状態をいう。

[0028] 反射層 2 2 は、基板層 2 3 と接する面と反対側の面（外面）が、赤外線を反射する反射面 2 1 a（第 2 の面）とされた第 2 の層である。すなわち、反射層 2 2 は、黒体層 2 4 との間に基板層 2 3 を挟むように設けられている。反射面 2 1 a は、対物レンズ 1 2 と対向している。すなわち、反射面 2 1 a は、基材 2 1 において黒体面 2 1 b の反対側に位置する面である。反射層 2 2 としては、赤外カメラ 1 3 における検出波長において反射面 2 1 a の放射率が高くなる部材、例えば金メッキを用いることができる。反射面 2 1 a は、高い放射率（例えば 90%以上）により鏡面となっている。このため、赤外カメラ 1 3 は、ナルシサス状態（自身を見る状態）となっている。このことで、基材 2 1 の温度の変化に応じて赤外カメラ 1 3 のダークレベルが変わることを防止し、SN を向上させることができる。

[0029] 図 2 に示されるように、基材 2 1 は、黒体面 2 1 b における遮蔽板 2 0 の中心軸 CA 周りに形成された、黒体状態の中心遮蔽部 2 1 z（第 1 遮蔽部）を有している。中心遮蔽部 2 1 z は、少なくとも、中心軸 CA を中心とした

、赤外カメラ13の有効視野21xの外接円21yの範囲に形成されている。赤外カメラ13の有効視野21xのサイズは、対物レンズ12及び赤外カメラ13の性能や配置関係により決まる。中心遮蔽部21zが形成されていることによって、半導体デバイスDから赤外カメラ13へ向けて放射される熱線のうち光軸OA付近の熱線x5（図1参照）が赤外カメラ13側に伝達しない。

[0030] ここで、後述する計算機14による温度導出方法では、半導体デバイスDから放射された熱線と、半導体デバイスDにおいて反射された熱線を含む熱線が赤外カメラ13に検出されることにより、温度が導出される。半導体デバイスDにおいて反射された熱線とは、黒体面21bから半導体デバイスDに照射された熱線に応じて半導体デバイスDが反射した熱線である。仮に、中心遮蔽部21zが設けられず、基材21における中心軸CAの範囲が開口状とされた場合には、中心軸CA上における半導体デバイスDの直上は黒体が設けられていない状態となる。この場合、中心軸CA上の熱線としては、上述した、黒体面21bから半導体デバイスDに照射された熱線に応じて半導体デバイスDが反射した熱線が存在しないこととなる。そのため、中心軸CAを通過し赤外カメラ13に検出される熱線は、半導体デバイスDから放射された熱線のみとなり、上述した温度導出方法により適切に温度を測定することができないおそれがある。この点、中心遮蔽部21zが設けられていることにより、半導体デバイスDから放射された熱線のみが赤外カメラ13に検出されることを防止することができる。

[0031] また、基材21は、中心遮蔽部21z周り形成された開口部21cを有している。より詳細には、開口部21cは、黒体面21bにおいて外接円21yに隣接するようにして、底面視半円状に形成されている。開口部21cは、中心遮蔽部21zを中心として1回回転対称となるように、中心遮蔽部21z周りに1つのみ形成されている。開口部21cは、黒体面21b側から反射面21a側へ基材21を貫通するように形成されている（図1参照）。また、開口部21cは、黒体面21b側から反射面21a側へ向かうにつれ

て、徐々に開口形状が小さくなるように形成されている。より詳細には、開口部 21c の領域を区画する開口部 21c の内周面 21d は、黒体面 21b 側から反射面 21a 側へ向かうにつれて、開口部 21c の中央部方向に近づくように斜め構造とされている（図 1 参照）。当該内周面 21d は、レイデント（登録商標）処理等が施され、黒体状態とされている。内周面 21d の斜め構造は、赤外カメラ 13 から内周面 21d を観察することができないよう、赤外カメラ 13 と対物レンズ 12 によって決まる視野角を考慮して決定されている。内周面 21d がこのような斜め構造とされることにより、半導体デバイス D から発生された熱線のみが内周面 21d で反射して赤外カメラ 13 に検出されることを防止することができる。

[0032] 更に、基材 21 は、中心遮蔽部 21z を挟んで開口部 21c と対向するように黒体面 21b に形成された、黒体状態の対向遮蔽部 21e（第 2 遮蔽部）を有している。より詳細には、対向遮蔽部 21e は、中心軸 CA を中心とした開口部 21c に対向する領域を含むように形成されている。対向遮蔽部 21e の大きさ（面積）は、黒体面 21b における開口部 21c の大きさ（面積）よりも小さくともよく、図 2 に示されるように、対向遮蔽部 21e の形状及び大きさは、黒体面 21b における開口部 21c の形状及び大きさに略一致していてもよい。

[0033] 図 1 に示されるように、黒体状態である対向遮蔽部 21e から半導体デバイス D に対しては、熱線 x1 が照射される。そして、半導体デバイス D において、当該熱線 x1 に応じて熱線 x21 が反射される。当該熱線 x21 は、対向遮蔽部 21e に対向する開口部 21c に到達する。また、半導体デバイス D において発生した熱線 x22 が、開口部 21c に到達する。すなわち、開口部 21c には、半導体デバイス D において反射された熱線 x21 と、半導体デバイス D において発生した熱線 x22 を含む熱線 x2 が到達する。当該熱線 x2 は、開口部 21c を通過し、対物レンズ 12 を介して赤外カメラ 13 に検出される。

[0034] ここで、計算機 14 による温度導出の精度を担保するためには、赤外カメ

ラ13が検出する熱線は、ほぼ全て熱線×2であってもよい。すなわち、赤外カメラ13が検出する、半導体デバイスDにおいて反射された熱線は、黒体状態とされた面である対向遮蔽部21eから半導体デバイスDに対して照射された熱線に応じて半導体デバイスDが反射した熱線×21であってもよい。赤外カメラ13の有効視野21xを考慮しない場合すなわち赤外カメラ13の有効視野21xのサイズが0であると仮定した場合には、上述した対向遮蔽部21eを設けることによって、赤外カメラ13が検出する、半導体デバイスDにおいて反射された熱線を、全て熱線×21とすることが可能である。しかしながら、実際には、赤外カメラ13は、赤外カメラ13の有効視野21xのサイズに応じて、熱線×21以外の、半導体デバイスDで反射された熱線を検出してしまう。具体的には、赤外カメラ13は、対向遮蔽部21eの領域の外縁と、該外縁から有効視野21xの外接円21yの直径分だけ外側の位置との間の領域（以下、周辺領域と記載する）から半導体デバイスDに対して照射された熱線に応じて、半導体デバイスDが反射した熱線を検出してしまう。当該熱線を上述した熱線×21と同様の熱線とするためには、上述した周辺領域を、対向遮蔽部21eと同じ黒体状態とする必要がある。そこで、上述した周辺領域には、対向遮蔽部21eの外縁を囲うようにして、対向遮蔽部21eと同様に黒体状態とされた周辺遮蔽部31が設けられている。当該周辺遮蔽部31は、赤外カメラ13の有効視野に応じて画成された領域に設けられている。より詳細には、周辺遮蔽部31は、赤外カメラ13の有効視野21xの外接円21yを、対向遮蔽部21eに対して周回させた軌跡によって画成された領域に設けられている。

[0035] 図1に戻り、温度コントローラ28は、遮蔽板20の温度を制御する温度制御部である。温度コントローラ28は、遮蔽板20と熱的に接続され、遮蔽板20に対して熱を伝導することによって、遮蔽板20の温度を制御するヒーターや冷却機等である。温度コントローラ28は、計算機14からの設定に応じて、遮蔽板20の温度を制御する。例えば、温度コントローラ28は、遮蔽板20（基材21）に対して流体や電熱線等によって熱を伝導し、

遮蔽板 20 の温度を制御してもよい。

[0036] 対物レンズ 12 は、遮蔽板 20 の開口部 21c を通過した熱線 x2 を、赤外カメラ 13 に導く導光光学系である。対物レンズ 12 は、その光軸が光軸 OA に一致するように設けられており、半導体デバイス D と対向して配置されている。

[0037] 赤外カメラ 13 は、測定用信号の入力に応じて駆動する半導体デバイス D から放射された熱線 x2 を、光学的に結合された対物レンズ 12 を介して撮像する赤外線検出器（撮像部）である。赤外カメラ 13 は、赤外線を電気信号に変換する複数の画素が 2次元に配列された受光面を有する。赤外カメラ 13 は、熱線を撮像することにより赤外画像（熱画像データ）を生成し、計算機 14 に出力する。赤外カメラ 13 としては、例えば InSb カメラ等の 2次元赤外線検出器が用いられる。なお、赤外線検出器は、赤外カメラ 13 などの 2次元赤外線検出器に限らず、ボロメータなどの 1次元赤外線検出器やポイント赤外線検出器を用いてもよい。また、一般的に、波長 $0.7\mu\text{m}$ ~ $1000\mu\text{m}$ の電磁波（光）を赤外線という。また、一般的には、波長 $2\mu\text{m}$ ~ $1000\mu\text{m}$ の中赤外線から遠赤外線領域の電磁波（光）を熱線というが、本実施形態では特に区別をせず、熱線も赤外線と同様、波長 $0.7\mu\text{m}$ ~ $1000\mu\text{m}$ の電磁波を意味する。

[0038] 計算機 14 は、赤外カメラ 13 と電氣的に接続されている。計算機 14 は、赤外カメラ 13 によって生成された赤外画像に基づき、半導体デバイス D の温度を導出する。計算機 14 は、半導体デバイス D の温度を導出する機能を実行するプロセッサを有する。以下では、赤外画像に基づく温度導出の導出原理について説明する。

[0039] 半導体デバイス D において、一定の放射率のエリアであるエリア 1 と、エリア 1 の放射率よりも低い他の一定の放射率のエリアであるエリア 2 とが近傍にあるとする。それぞれのエリアの放射率と反射率を ρ_1 、 ε_1 、及び ρ_2 、 ε_2 とすると、キルヒホッフの法則により、以下の（1）式及び（2）式が成り立つ。なお、以下では、放射率が ρ_1 であるエリア 1 を高放射率部、放射率

が ρ_2 であるエリア 2 を低放射率部として説明する場合がある。

[数1]

$$\rho_1 + \varepsilon_1 = 1 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

[数2]

$$\rho_2 + \varepsilon_2 = 1 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0040] ここで、遮蔽板 20 の熱放射輝度（熱放射量）を L_{low} 、高放射率部について赤外カメラ 13 で検出される放射を S_{1low} 、低放射率部について赤外カメラ 13 で検出される放射を S_{2low} 、温度 T の黒体の熱放射輝度を $L(T)$ とすると、以下の（3）式及び（4）式が成り立つ。なお、 S_{1low} は高放射率部における熱放射輝度と、 S_{2low} は低放射率部における熱放射輝度と、それぞれ言い換えることができる。つまり、下記の（3）式は、遮蔽板 20 の熱放射輝度が L_{low} である場合に、赤外カメラ 13 において、半導体デバイス D の高放射率部から放射された、半導体デバイス D が発生する熱線と半導体デバイス D において反射される熱線とが重畳した熱放射輝度が S_{1low} である熱線が検出されることを示している。また、下記の（4）式は、遮蔽板 20 の熱放射輝度が L_{low} である場合に、赤外カメラ 13 において、半導体デバイス D の低放射率部から放射された、半導体デバイス D が発生する熱線と半導体デバイス D において反射される熱線とが重畳した熱放射輝度が S_{2low} である熱線が検出されることを示している。

[数3]

$$S_{1low} = \varepsilon_1 L(T) + \rho_1 L_{low} = (1 - \rho_1) L(T) + \rho_1 L_{low} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

[数4]

$$S_{2low} = \varepsilon_2 L(T) + \rho_2 L_{low} = (1 - \rho_2) L(T) + \rho_2 L_{low} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0041] 同様に、遮蔽板 20 の熱放射輝度が L_{high} である場合には、高放射率部について赤外カメラ 13 で検出される放射を S_{1high} 、低放射率部について赤外カメラ 13 で検出される放射を S_{2high} 、半導体デバイス D の温度 T における黒体状態の熱放射輝度を $L(T)$ とすると、以下の（5）式及び（6）式が成り立つ。

[数5]

$$S_{1high} = \epsilon_1 L(T) + \rho_1 L_{high} = (1 - \rho_1)L(T) + \rho_1 L_{high}$$

$$= L(T) + \rho_1(L_{high} - L(T)) \dots \dots \dots (5)$$

[数6]

$$S_{2high} = \epsilon_2 L(T) + \rho_2 L_{high} = (1 - \rho_2)L(T) + \rho_2 L_{high}$$

$$= L(T) + \rho_2(L_{high} - L(T)) \dots \dots \dots (6)$$

となる。

[0042] 高放射率部と低放射率部の反射率の比Rは、上記の(3)～(6)式より、以下の(7)式で表される。

[数7]

$$R = \rho_1/\rho_2 = (S_{1high} - S_{1low})/(S_{2high} - S_{2low}) \dots \dots \dots (7)$$

[0043] 上述した(3)式、(4)式、及び(7)式から、以下の(8)式が導出される。

[数8]

$$R = (S_{1high} - L(T))/(S_{2high} - L(T)) \dots \dots \dots (8)$$

同様に、上述した(5)式、(6)式、及び(7)式から、以下の(9)式が導出される。

[数9]

$$R = (S_{1low} - L(T))/(S_{2low} - L(T)) \dots \dots \dots (9)$$

[0044] 上述した(8)式を変形すると、

[数10]

$$L(T) = (S_{1high} - RS_{2high})/(1 - R) \dots \dots \dots (10)$$

となる。当該(10)式より、測定対象である半導体デバイスDの温度Tにおける熱放射輝度L(T)が得られるので、当該熱放射輝度から、半導体デバイスDの温度を導出することができる。

[0045] 次に、遮蔽板20を用いた、半導体デバイスDの温度測定の手順を説明する。

- [0046] 最初に、測定装置 1 のサンプルステージ（図示せず）に半導体デバイス D を配置する。半導体デバイス D にはテストユニット 11 が電氣的に接続されており、当該テストユニット 11 から、半導体デバイス D を駆動させる信号及びクロック信号等の測定用信号が入力される。
- [0047] つづいて、遮蔽板 20 の黒体面 21 b、より詳細には対向遮蔽部 21 e の熱放射輝度が L_{low} となる温度となるように、温度コントローラ 28 によって遮蔽板 20 の温度が制御される。このとき、半導体デバイス D に対して、遮蔽板 20 から熱放射輝度が L_{low} の熱線が照射される。
- [0048] そして、半導体デバイス D が発生する熱線と、遮蔽板 20 からの熱線に応じて半導体デバイス D で反射された熱線を含む熱線が、遮蔽板 20 の開口部 21 c 及び対物レンズ 12 を通過し、赤外カメラ 13 に検出される。赤外カメラ 13 は、当該熱線を撮像し赤外画像を生成する。赤外画像には、放射率が異なる 2 つのエリア、すなわち高放射率部及び低放射率部の放射が含まれている。計算機 14 は、赤外画像から、高放射率部の放射 S_{1low} と低放射率部の放射 S_{2low} とを特定する。
- [0049] つづいて、遮蔽板 20 の黒体面 21 b、より詳細には対向遮蔽部 21 e の熱放射輝度が L_{high} となる温度となるように、温度コントローラ 28 によって遮蔽板 20 の温度が制御される。このとき、半導体デバイス D に対して、遮蔽板 20 から熱放射輝度が L_{high} の熱線が照射される。
- [0050] そして、半導体デバイス D が発生する熱線と、遮蔽板 20 からの熱線に応じて半導体デバイス D で反射された熱線を含む熱線が、遮蔽板 20 の開口部 21 c 及び対物レンズ 12 を通過し、赤外カメラ 13 に検出される。赤外カメラ 13 は、当該熱線を撮像し赤外画像を生成する。赤外画像には、放射率が異なる 2 つのエリア、すなわち高放射率部及び低放射率部の放射が含まれている。計算機 14 は、赤外画像から、高放射率部の放射 S_{1high} と低放射率部の放射 S_{2high} とを特定する。
- [0051] 最後に、計算機 14 によって、熱放射輝度が L_{low} の熱線に基づく高放射率部の放射 S_{1low} 及び低放射率部の放射 S_{2low} と、熱放射輝度が L_{high} の熱線に基づく

高放射率部の放射 S_{high} 及び低放射率部の放射 S_{2high} とから、半導体デバイス D の温度が導出される。

[0052] 以上、半導体デバイス D の温度測定の手順について説明したが、本発明の一態様を用いた温度測定は上記手順に限定されない。例えば、上記では熱放射輝度を L_{low} から L_{high} となる温度となるように、温度コントローラ 28 によって遮蔽板 20 の温度を変化させたが、遮蔽板 20 とは異なる別の遮蔽板を用意し遮蔽板 20 と差し替えてもよい。この場合、例えば、遮蔽板 20 の熱放射輝度を L_{low} とし、別の遮蔽版の熱放射輝度を L_{high} とすることで、半導体デバイス D に照射される熱放射量を変化させることができる。また、上述の手順を行う前に、遮蔽板 20 を配置しない状態で、測定対象として極めて放射率の高い金属（例えば、金やアルミなど）等でコーティングされたサンプルを対物レンズ 12 と対向して配置し、当該サンプルが発した熱線がないダーク状態を赤外カメラ 13 で検出することで、赤外カメラ 13 のゼロ点補正を行ってもよい。

[0053] 次に、遮蔽板 20、及び遮蔽板 20 を含んだ測定装置 1 の作用効果について説明する。

[0054] この遮蔽板 20 では、黒体面 21b と反射面 21a とで熱放射量が異なっており、黒体面 21b の熱放射量が反射面 21a の熱放射量よりも大きく、黒体面 21b が赤外線に対して黒体状態とされている。このため、測定装置 1 等のマイクロ光学系において、黒体状態である黒体面 21b を半導体デバイス D に対向するように配置した場合には、黒体面 21b が補助熱源として作用し、黒体面 21b から半導体デバイス D に対して熱線が照射される。また、補助熱源として作用する黒体面 21b が半導体デバイス D に対向して配置された場合には、測定装置 1 等において、半導体デバイス D と、熱線を捉える赤外カメラ 13 との間に遮蔽板 20 が配置されることとなる。この場合、黒体面 21b から照射された熱線に応じて半導体デバイス D において反射される熱線と半導体デバイス D が発生する熱線とが重畳した熱線を、赤外カメラ 13 で検出することができる。また、黒体面 21b には温度調整自在な基

材 2 1 が備わっているので、補助熱源である黒体面 2 1 b の温度を変えながら、上記重畳した熱線を赤外カメラ 1 3 で検出することができる。このことで、上述した (1 0) 式により、放射率が未知である半導体デバイス D の表面温度を非接触で高精度に測定することができる。

[0055] ここで、半導体デバイス D と、熱線を捉える赤外カメラ 1 3 との間に遮蔽板 2 0 が配置された構成では、補助熱源である黒体面 2 1 b から半導体デバイス D に照射される熱線と、半導体デバイス D が発生する熱線とが同軸上に配置されることとなる。このことにより、補助熱源が、測定対象と赤外カメラとを結ぶ経路上とは異なる位置に設けられることとならず、測定装置 1 等のマイクロ光学系においても、測定対象の表面温度を非接触で測定することができる。以上より、この遮蔽板 2 0 によれば、マイクロ光学系の装置において測定対象の表面温度を非接触で高精度に測定することができる。

[0056] また、黒体面 2 1 b の放射率は、反射面 2 1 a の放射率よりも高い。これにより、黒体面 2 1 b の熱放射量を反射面 2 1 a よりも大きくすることができる。また、放射率が低い反射面 2 1 a は、放射率が高くなる。このため、上述した測定装置 1 において、反射面 2 1 a に対向する赤外カメラ 1 3 のレンズがナルシサス状態（自身を見る状態）となる。このことにより、半導体デバイス D からの熱線以外のノイズ成分を赤外カメラ 1 3 が捉えてしまうことを抑制することができ、より高精度に、半導体デバイス D の表面温度を測定することができる。また、黒体面 2 1 b の温度は、反射面 2 1 a の温度よりも高い。これにより、黒体面 2 1 b の熱放射量を反射面 2 1 a よりも大きくすることができる。

[0057] また、基材 2 1 は、基板層 2 3 と、黒体面 2 1 b を外面とする黒体層 2 4 と、黒体層 2 4 との間に基板層 2 3 を挟むように設けられた、反射面 2 1 a を外面とする反射層 2 2 と、を有しており、黒体層 2 4 の熱放射量は、反射層 2 2 の熱放射量よりも大きい。このように基材 2 1 が三層構造とされ、黒体層 2 4 の熱放射量が反射層 2 2 の熱放射量よりも大きくされることにより、黒体面 2 1 b の熱放射量と反射面 2 1 a の熱放射量とを容易に異ならせる

ことができる。

[0058] 更に、測定装置 1 は、半導体デバイス D の温度の非接触測定を行う測定装置であって、半導体デバイス D に測定用信号を入力するテストユニット 11 と、測定用信号の入力に応じた半導体デバイス D からの熱線を撮像する赤外カメラ 13 と、半導体デバイス D と赤外カメラ 13 との間に配置された遮蔽板 20 と、遮蔽板 20 の温度を調整自在に制御する温度コントローラ 28 と、を備えている。この測定装置 1 では、遮蔽板 20 の黒体面 21 b と反射面 21 a とで熱放射量が異なっており、黒体面 21 b の熱放射量が反射面 21 a の熱放射量よりも大きく、黒体面 21 b が赤外線に対して黒体状態とされている。そして、当該遮蔽板 20 の黒体面 21 b が半導体デバイス D に対向している。このため、例えばテストユニット 11 から半導体デバイス D に対して測定用信号が入力され、半導体デバイス D が駆動した状態において、黒体面 21 b が補助熱源として作用し、黒体面 21 b から半導体デバイス D に対して熱線が照射され、半導体デバイス D において反射される熱線と半導体デバイス D が発生する熱線とが重畳した熱線が、赤外カメラ 13 で撮像される。そして、遮蔽板 20 の基材 21 は、温度コントローラ 28 によって温度調整が行われる。このため、補助熱源である黒体面 21 b の温度を変更しながら、上記重畳した熱線を赤外カメラ 13 で撮像することができる。このことで、放射率が未知である半導体デバイス D の表面温度を非接触で高精度に測定することができる。また、遮蔽板 20 の黒体面 21 b が半導体デバイス D に対向しているため、補助熱源である黒体面 21 b から半導体デバイス D に照射される熱線と、半導体デバイス D が発生する熱線とが同軸上に配置されることとなる。このことにより、補助熱源が、測定対象と撮像部とを結ぶ経路上とは異なる位置に設けられることとならず、マイクロ光学系の装置である測定装置 1 において、半導体デバイス D の表面温度を非接触で高精度に測定することができる。

[0059] 以上、本発明の第 1 実施形態について説明したが、本発明の一態様は上記第 1 実施形態に限定されない。例えば、遮蔽板 20 には、中心遮蔽部 21 z

を中心として1回回転対称となるように開口部21cが1つ形成されているとして説明したが、これに限定されず、開口部は、中心遮蔽部21zを中心とした奇数回回転対称となるように中心遮蔽部21z周りに形成されていてもよい。奇数回回転対称となるように開口部が設けられることにより、開口部と対向遮蔽部とが確実に対向した形状とできる。また、回転対称に開口部が形成されることにより、遮蔽板の熱伝導性が向上し、遮蔽板の温度均一性を向上させることができる。具体的に、開口部が奇数回回転対称となるように設けられた例を、図4及び図5を参照して説明する。

[0060] 図4に示される遮蔽板20Aの基材21Aでは、開口部21Acが、中心遮蔽部21zを中心とした3回回転対称となるように、中心遮蔽部21z周りに形成されている。開口部21Acは、扇形状であり、中心遮蔽部21z周りに等間隔で3つ形成されている。また、中心軸CAを中心として開口部21Acに対向するように、黒体状態とされた対向遮蔽部21Aeが設けられている。対向遮蔽部21Aeの形状及び大きさは、黒体面における開口部21Acの形状及び大きさに略一致している。更に、対向遮蔽部21Aeの領域の外縁と、該外縁から有効視野21xの外接円21yの直径分だけ外側の位置との間の領域である周辺領域には、対向遮蔽部21Aeの外縁を囲うようにして、対向遮蔽部21Aeと同様に黒体状態の周辺遮蔽部31Aが設けられている。

[0061] 図5に示される遮蔽板20Bの基材21Bでは、開口部21Bcが、中心遮蔽部21zを中心とした5回回転対称となるように、中心遮蔽部21z周りに形成されている。開口部21Bcは、扇形状であり、中心遮蔽部21z周りに等間隔で5つ形成されている。また、中心軸CAを中心として開口部21Bcに対向するように、黒体状態とされた対向遮蔽部21Beが設けられている。対向遮蔽部21Beの形状及び大きさは、黒体面における開口部21Bcの形状及び大きさに略一致している。更に、対向遮蔽部21Beの領域の外縁と、該外縁から有効視野21xの外接円21yの直径分だけ外側の位置との間の領域である周辺領域には、対向遮蔽部21Beの外縁を囲う

ようにして、対向遮蔽部 21 B e と同様に黒体状態の周辺遮蔽部 31 B が設けられている。

[0062] また、図 6 に示される遮蔽板 20 D の基材 21 D のように、開口部 21 D c が、対向遮蔽部 31 D (第 2 遮蔽部) 周りに円環状に形成されていてもよい。基材 21 D では、中心軸 C A を覆うように、黒体状態とされた中心遮蔽部 21 z が形成されている。中心遮蔽部 21 z は、中心軸 C A を中心とした、赤外カメラ 13 の有効視野 21 x の外接円 21 y の範囲に形成されている。また、外接円 21 y の半径を r とすると、開口部 21 D c は、外接円 21 y の中心から $5r$ の位置から $6r$ の位置に形成されている。すなわち、円環状の開口部 21 D c の開口幅は r とされている。また、開口部 21 D c の内縁と、該内縁から外接円 21 y の直径 ($2r$) 分だけ内側の位置との間の領域には、黒体状態の対向遮蔽部 31 D が設けられている。当該対向遮蔽部 31 D は、第 2 遮蔽部として機能する。すなわち、対向遮蔽部 31 D は、中心遮蔽部 21 z の中心よりも開口部 21 D c 側の領域を中心として、開口部 21 D c に対向するように黒体面に形成されている。例えば、対向遮蔽部 31 D の一地点である遮蔽地点 P 1 は、中心遮蔽部 21 z における、中心遮蔽部 21 z の中心よりも対向する開口部 21 D c 側の地点である中心地点 P 2 を中心として、開口部 21 D c の開口地点 P 3 に対向している。なお、図 6 では図示されていないが、実際には開口部 21 D c の内側を支持したり、熱を伝導させたりする必要があるため、開口部 21 D c の少なくとも 1 箇所は、開口部 21 D c の内縁と開口部 21 D c の外縁とは物理的に接続されている。

[0063] 例えば、遮蔽板 20 D の中心軸 C A を中心とした回転方向において、開口部が形成されている部分と形成されていない部分とがある場合には、赤外カメラと測定対象との間にあるレンズの偏った一部のみが使われることとなり、赤外カメラが検出した熱線に基づく画像において画像流れが問題となる場合がある。画像流れが問題となる場合には、例えば中心軸 C A を中心として遮蔽板を適宜回転させながら赤外カメラで熱線を検出してもよい。そうする

ことで、レンズの一部のみが使われることを回避しながら温度測定を行うことができる。例えば、図2に示される1回回転対称の遮蔽板20であれば少なくとも1回転(360度回転)させながら赤外カメラで複数回熱線を検出して、複数枚の熱線に基づく画像を積算することで、画像流れを低減してもよい(図4に示される3回回転対称の遮蔽板20Aであれば少なくとも1/3回転(120度回転)させ、図5に示される5回回転対称の遮蔽板20Bであれば少なくとも1/5回転(72度回転)させる)。開口部21Dcが円環状に形成されている遮蔽板20Dでは、円環状の開口部21Dcを通過した熱線が赤外カメラにより検出されることにより、赤外カメラと測定対象の間にあるレンズの一部のみが使われることがないので、上述した画像流れが起きにくく、遮蔽板の回転等を行うことなく測定ができる。

[0064] また、遮蔽板20は、基板層23、黒体層24、及び反射層22が積層された三層構造であるとして説明し、基板層23は例えば銅(銅板や銅層)であるとして説明したがこれに限定されない。すなわち、例えば図7(e)に示される遮蔽板80のように、基材81が、基板層83と、黒体面(第1の面)84xを外面とする黒体層(第1の層)84と、黒体層84との間に基板層83を挟むように設けられた断熱材(断熱層)83aと、基板層83との間に断熱材83aを挟むように設けられた、反射面(第2の面)82xを外面とする反射層(第2の層)82と、を有していてもよい。基板層83と反射層82との間に断熱材83aが設けられていることにより、基板層83から黒体層84への熱伝導量よりも、基板層83から反射層82への熱伝導量を少なくすることができる。これにより、容易に、黒体面の熱放射量を反射面の熱放射量よりも大きくすることができる。断熱材83aは、繊維系断熱材や発泡系断熱材などを用いることができる。また、断熱材83aの代わりに、基板層83と反射層82との間に真空層を設けることで断熱層を形成してもよい。

[0065] また、例えば、図7(a)(b)に示されるように、遮蔽板の基材は二層構造であってもよい。図7(a)の遮蔽板40の基材41は、反射面(第2

の面) 42xを外面とする基板層42と、基板層42に重なるように設けられた、黒体面(第1の面)43xを外面とする黒体層(第1の層)43と、を有している。そして、黒体層43の熱放射量が、基板層42の熱放射量よりも大きくされている。これにより、黒体面43xの熱放射量及び反射面42xの熱放射量を、容易に異ならせることができる。また、基材41が二層構造とされることにより、遮蔽板の作成が容易になる。なお、基板層42としては、例えば銅(銅板や銅層)や金(金板や金層)を用いることができる。また、黒体層43としては、例えば黒色のセラミック被膜を用いることができる。

[0066] 図7(b)の遮蔽板50の基材51は、黒体面(第1の面)53xを外面とする基板層53と、基板層53に重なるように設けられた、反射面(第2の面)52xを外面とする反射層52と、を有している。そして、反射層52の熱放射量は、基板層53の熱放射量よりも小さい。これにより、黒体面53xの熱放射量及び反射面52xの熱放射量を、容易に異ならせることができる。また、基材51が二層構造とされることにより、遮蔽板の作成が容易になる。なお、基板層53としては、例えばカーボンやグラフェンを用いることができる。また、反射層52としては、例えば金メッキを用いることができる。

[0067] また、遮蔽板50は、基板層53、及び反射層52が積層された二層構造であるとして説明したがこれに限定されない。すなわち、例えば図7(f)に示される遮蔽板100のように、基材101が、黒体面(第1の面)103xを外面とする基板層103と、反射面(第2の面)102xを外面とする反射層102と基板層103との間に挟むように設けられた断熱材(断熱層)103aとを有していてもよい。基板層103と反射層102との間に断熱材103aが設けられていることにより、基板層103の熱伝導量よりも、基板層103から反射層102への熱伝導量を少なくすることができる。これにより、容易に、黒体面の熱放射量を反射面の熱放射量よりも大きくすることができる。断熱材103aは、繊維系断熱材や発泡系断熱材などを用

いることができる。また、断熱材103aの代わりに、基板層103と反射層102の間に真空層を設けることで断熱層を形成してもよい。

[0068] また、遮蔽板は、図7(c)に示されるように、基板層のみから構成されてもよい。図7(c)の遮蔽板60の基材61は、反射面(第2の面)62xを外面とする基板層62を有している。基板層62は、反射面62xの反対側の面が、黒化処理によって黒体面63(第1の面)とされている。このように、反射面を有する基板層の加工によって黒体面が形成されることにより、遮蔽板の作成がより容易になるとともに、部品点数を少なくすることができる。なお、基板層62としては、例えば金(金板など)を用いることができる。この場合、黒化処理が施された黒体面63とは、黒化金である。

[0069] また、図7(d)に示されるように、遮蔽板70の基材71は、三層構造であり、熱電素子を有する基板層73と、黒体面(第1の面)74xを外面とする黒体層(第1の層)74と、反射面(第2の面)72xを外面とする反射層(第2の層)72とが積層されていてもよい。熱電素子は、例えばペルチェ素子やゼーベック素子、トムソン素子である。黒体層74としては例えば黒色セラミック被膜を用いることができる。反射層72としては例えば金メッキを用いることができる。例えば、熱電素子としてペルチェ素子を用いた場合、基板層73は、電流又は電圧が加えられることにより、金メッキである反射層72との接合部分で吸熱を行うとともに、黒色セラミック被膜である黒体層74との接合部分で発熱を行う。これにより、黒体層74の黒体面の放射熱量が、反射層72の反射面の放射熱量よりも大きくなる。なお、熱電素子を有する基板層73を用いる場合には、温度コントローラ(温度制御部)は、熱電素子と電氣的に接続し、電流又は電圧を加えることにより遮蔽板70の温度を制御する。これにより、熱電素子を有した遮蔽板の温度を簡易且つ確実に制御することができる。

[0070] また、中心遮蔽部21zが黒体状態であるとして説明したがこれに限定されず、黒体面のうち、少なくとも、開口部と対向するように形成された対向遮蔽部(第2遮蔽部)が赤外線に対して黒体状態となっていればよく、必ず

しも中心遮蔽部が黒体状態とされていなくてもよい。

[0071] また、遮蔽板は、図10(a)に示される遮蔽板110のように、基材111が、温度を調整可能な第1の基板層(基板層)113aと、黒体面(第1の面)114xを外面とする黒体層(第1の層)114と、黒体層114との間に第1の基板層113aを挟むように設けられた温度を調整可能な第2の基板層113bと、第1の基板層113aとの間に第2の基板層(基板層)113bを挟むように設けられた、反射面(第2の面)112xを外面とする反射層(第2の層)112と、を有していてもよい。第1の基板層113aと反射層112との間に、反射層112と熱的に接続された第2の基板層113bが設けられていることにより、反射層112の温度を一定に調整することで、SNを向上させることができる。なお、反射層112の温度を一定に調整することができれば、赤外カメラ13のダークレベルが変化することを防止できるため、反射層112は必ずしも反射率が高くで鏡面となるような反射面を外面とする必要はない。また、第1の基板層113a及び第2の基板層113bは、例えば均一な温度を実現可能な熱伝導率の高い銅(銅板や銅層)等の部材が用いられ、当該部材に接続された温度コントローラ(温度制御部)によって温度が一定に調整されてもよい。また、例えば、温度調整層は熱電素子が用いられてもよく、当該素子に接続された温度コントローラによって、温度が一定に調整されてもよい。また、第1の基板層113aと第2の基板層113bの間は熱的に接続されていなくともよく、例えば第1の基板層113aと第2の基板層113bとの間に断熱材や真空層設けることで熱伝導量を抑えるようにしてもよい。

[0072] また、図10(b)に示される遮蔽板120のように、第1の基板層(基板層)123aと、黒体面(第1の面)124xを外面とする黒体層(第1の層)124を有する第1の基材121Aと、第2の基板層(基板層)123bと、反射面(第2の面)122xを外面とする反射層(第2の層)122を有する第2の基材121Bで構成されていてもよい。遮蔽板110と比較して、遮蔽板120は、第1の基板層123aと第2の基板層123bと

が物理的に接触しておらず、第1の基板層123aと第2の基板層123bとの間の熱伝導が抑えられるようになっている。また、遮蔽板120は上述のように2つの基材から構成されるため、図10(c)に示される測定装置1Aのように、基材121Aは温度コントローラ28Aと接続され、基材121Bは温度コントローラ28Bと接続されるように配置されて、半導体デバイスDの温度測定に用いられる。2つの基材(121A及び121B)は異なる温度コントローラで温度制御できるため、例えば、第1の基板層123aの温度を変えて基材121Aから半導体デバイスDに放射される熱放射量を変化させながら、第2の基板層123bの温度は一定に保ち、基材121Bから赤外カメラ13に放射される熱放射量を一定に保つことができる。

[0073] [第2実施形態]

次に、図8及び図9を参照して、第2実施形態に係る遮蔽板90、及び遮蔽板90を含んだ測定装置1Eを説明する。なお、本実施形態の説明では上述した第1実施形態と異なる点について主に説明する。

[0074] 図8に示されるように、測定装置1Eは、遮蔽板90を除いて、上述した測定装置1と同様の構成を備えている。遮蔽板90の基材91は、一方の面が熱放射量の大きい黒体面91bとされており、他方の面が黒体面91bよりも熱放射量が小さい反射面91aとされている。遮蔽板90は、半導体デバイスDと赤外カメラ13との間に配置されている。遮蔽板90は、半導体デバイスDと赤外カメラ13との間に配置された状態において、半導体デバイスDから発せられる熱線のみを含む熱線を遮蔽する、黒体状態とされた黒体面を有する光軸遮蔽部91zを有している。

[0075] ここで、半導体デバイスDと赤外カメラ13との間に配置された遮蔽板90は、上述した測定装置1の遮蔽板20とは異なり、開口部21cを有していない。また、図9に示されるように、遮蔽板90は、光軸OAよりも一方側に偏った領域が、半導体デバイスDの直上に位置している。

[0076] このように、開口部21cを有さない遮蔽板90を、光軸OAよりも一方側に偏った領域が半導体デバイスDの直上に位置するように配置することに

より、半導体デバイスDから対物レンズ12に向かう熱線の経路の一部を遮蔽板90が遮蔽しない構成とすることができる。つまり、遮蔽板90を光軸OAからずらして配置することによって、第1実施形態の遮蔽板20における開口部21cを形成することと同様の効果を得ることができる。これにより、半導体デバイスDが発生した熱線と、半導体デバイスDにおいて反射された熱線とが重畳された熱線を、対物レンズ12を介して赤外カメラ13まで到達させることができる。

符号の説明

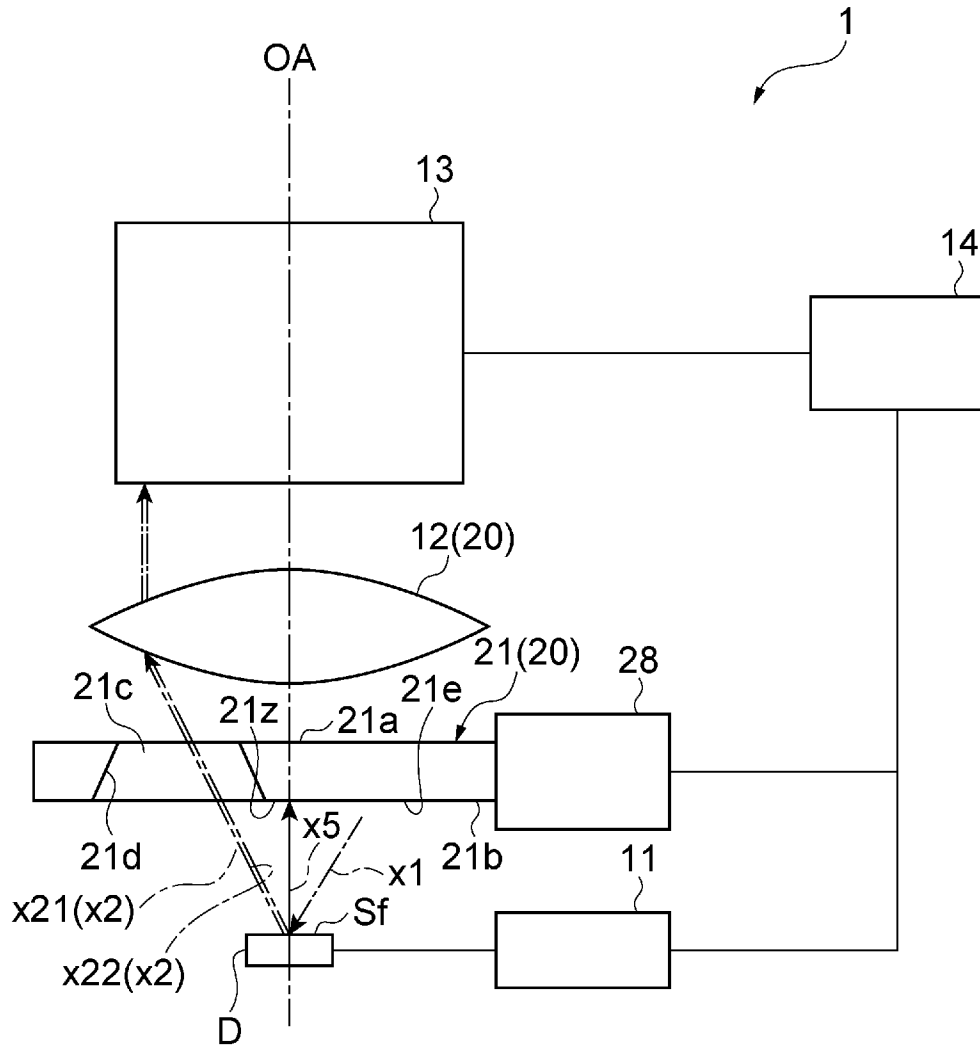
[0077] 1, 1E…測定装置、11…テストユニット（信号入力部）、12…対物レンズ（導光光学系）、13…赤外カメラ（撮像部、赤外線検出器）、14…計算機（演算部）、20, 20A, 20B, 20D, 40, 50, 60, 70, 80, 90…遮蔽板、21, 21A, 21B, 21D, 41, 51, 61, 71, 81, 91…基材、21c, 21Ac, 21Bc, 21Dc…開口部、21e, 21Ae, 21Be, 31D…対向遮蔽部、21a, 42x, 52x, 62x, 91a…反射面（第2の面）、21b, 43x, 53x, 63, 91b…黒体面（第1の面）、21z…中心遮蔽部、22, 52, 72, 82…反射層（第2の層）、23, 42, 53, 62, 73, 83…基板層、24, 43, 74, 84…黒体層（第1の層）、28…温度コントローラ（温度制御部）、31, 31A, 31B…周辺遮蔽部、83a…断熱材（断熱層）、CA…中心軸、D…半導体デバイス（測定対象）、OA…光軸。

請求の範囲

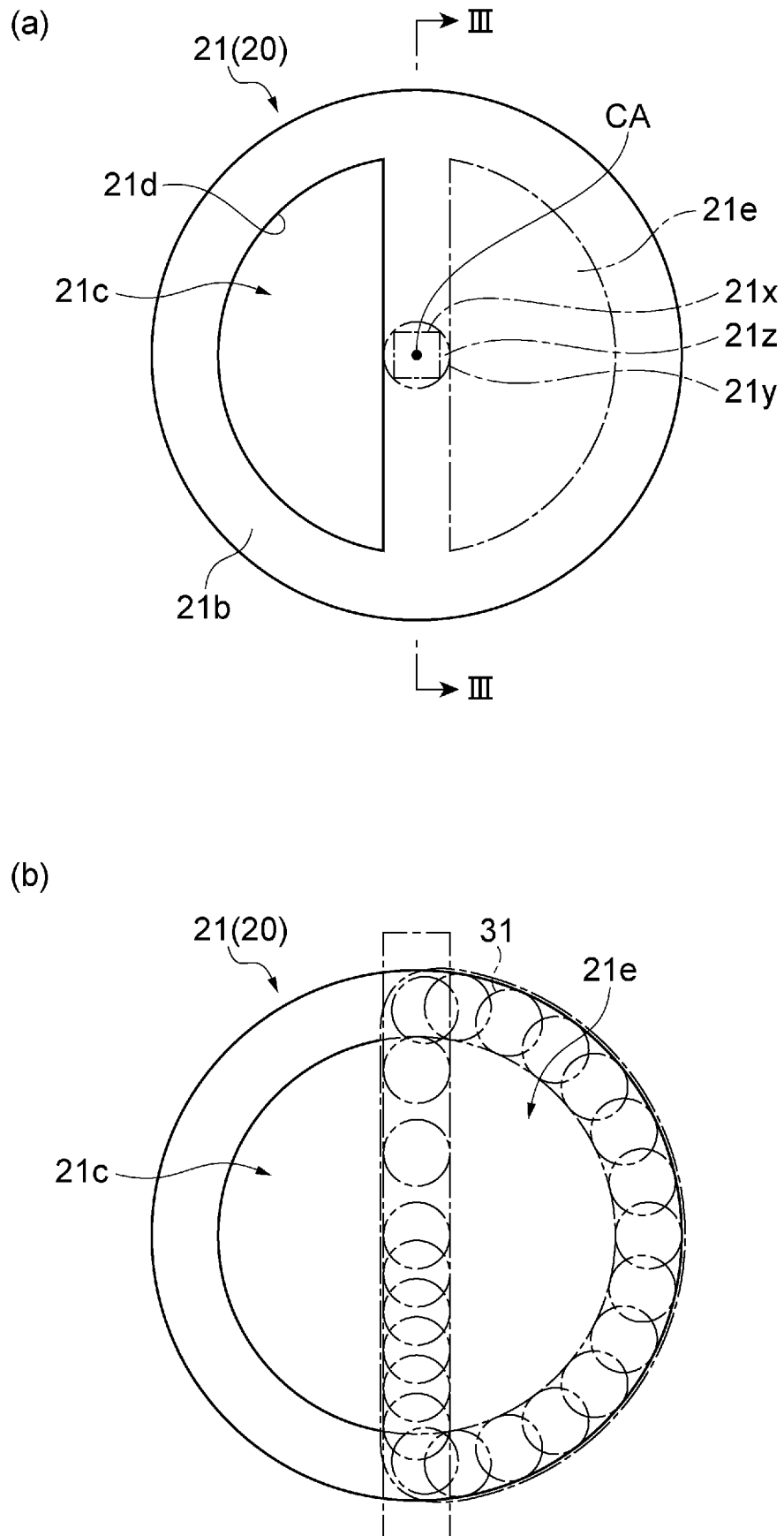
- [請求項1] 測定対象の温度の非接触測定に用いられる遮蔽板であって、
温度を調整可能な基材を備え、
前記基材の一方側に位置する第1の面の熱放射量は、前記第1の面の反対側に位置する第2の面の熱放射量よりも大きく、
前記第1の面は、赤外線を放射する黒体面である、遮蔽板。
- [請求項2] 前記基材は、基板層と、前記第1の面を外面とする第1の層と、前記第1の層との間に前記基板層を挟むように設けられた、前記第2の面を外面とする第2の層と、を有し、
前記第1の層の熱放射量は、前記第2の層の熱放射量よりも大きい、請求項1記載の遮蔽板。
- [請求項3] 前記基材は、前記第2の面を外面とする基板層と、前記基板層に重なるように設けられ前記第1の面を外面とする第1の層と、を有し、
前記第1の層の熱放射量は、前記基板層の熱放射量よりも大きい、請求項1記載の遮蔽板。
- [請求項4] 前記基材は、前記第1の面を外面とする基板層と、前記基板層に重なるように設けられた、前記第2の面を外面とする第2の層と、を有し、
前記第2の層の熱放射量は、前記基板層の熱放射量よりも小さい、請求項1記載の遮蔽板。
- [請求項5] 前記第1の面は、黒化処理されることによって形成されている、請求項1～4のいずれか一項記載の遮蔽板。
- [請求項6] 前記基材は、基板層と、前記第2の面を外面とする第2の層と、基板層と前記第2の層との間に設けられ、前記基板層から前記第2の層へ熱が伝わることを防ぐ断熱層と、を有する、請求項1記載の遮蔽板。
- [請求項7] 前記第2の面は、赤外線を反射する反射面である、請求項1～6のいずれか一項記載の遮蔽板。

- [請求項8] 前記第1の面の放射率は、前記第2の面の放射率よりも高い、請求項1～7のいずれか一項記載の遮蔽板。
- [請求項9] 測定対象の温度の非接触測定を行う測定装置であって、
前記測定対象と対向して配置され、前記測定対象からの赤外線を導光する導光光学系と、
前記導光光学系と光学的に結合し、前記測定対象からの前記赤外線を撮像し、熱画像データを出力する撮像部と、
前記測定対象と前記導光光学系との間に配置された請求項1～8のいずれか一項記載の遮蔽板と、
前記遮蔽板の基材の温度を制御する温度制御部と、を備える、測定装置。
- [請求項10] 前記熱画像データに基づいて、前記測定対象の温度を求める演算部を更に備える、請求項9記載の測定装置。
- [請求項11] 前記温度制御部は、前記遮蔽板の基材の温度が少なくとも第1の温度及び第1の温度とは異なる第2の温度となるように制御し、
前記演算部は、前記第1の温度における前記熱画像データ及び前記第2の温度における前記熱画像データに基づいて、前記測定対象の温度を求める、請求項10記載の測定装置。
- [請求項12] 前記撮像部は、赤外線検出器を有する、請求項9～11のいずれか一項記載の測定装置。

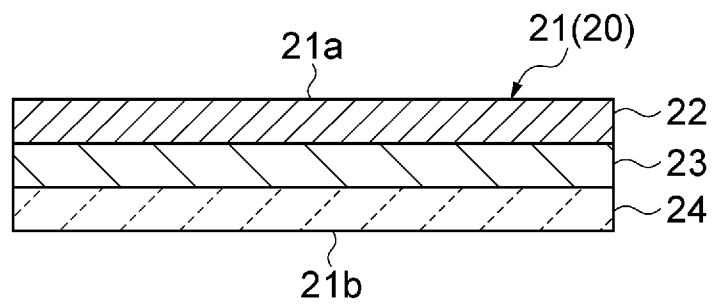
[図1]



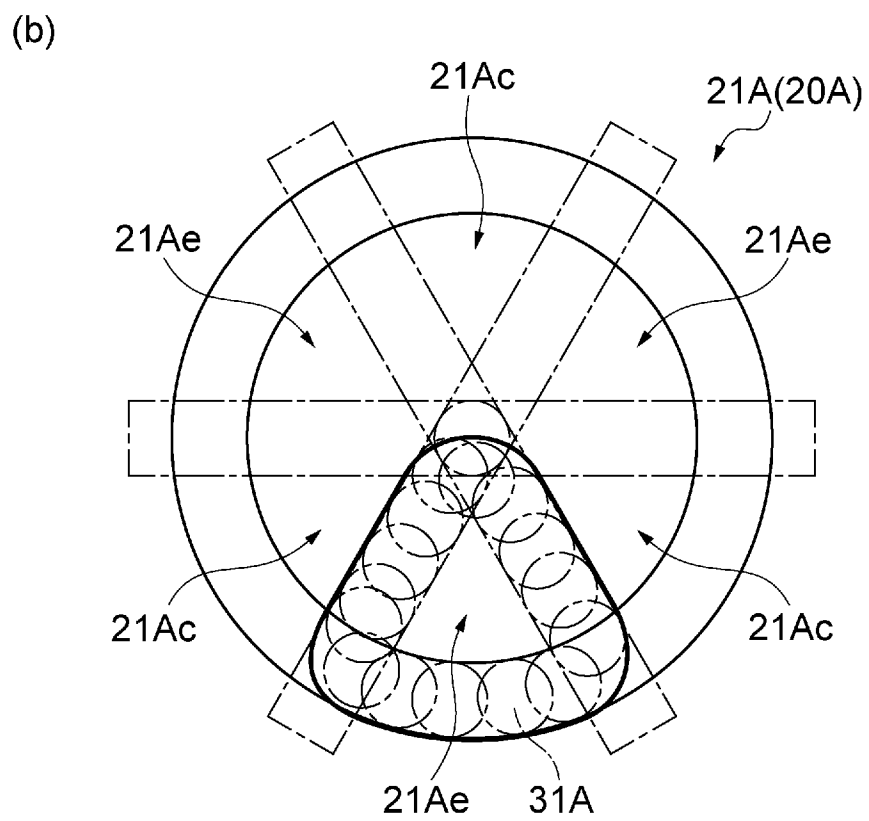
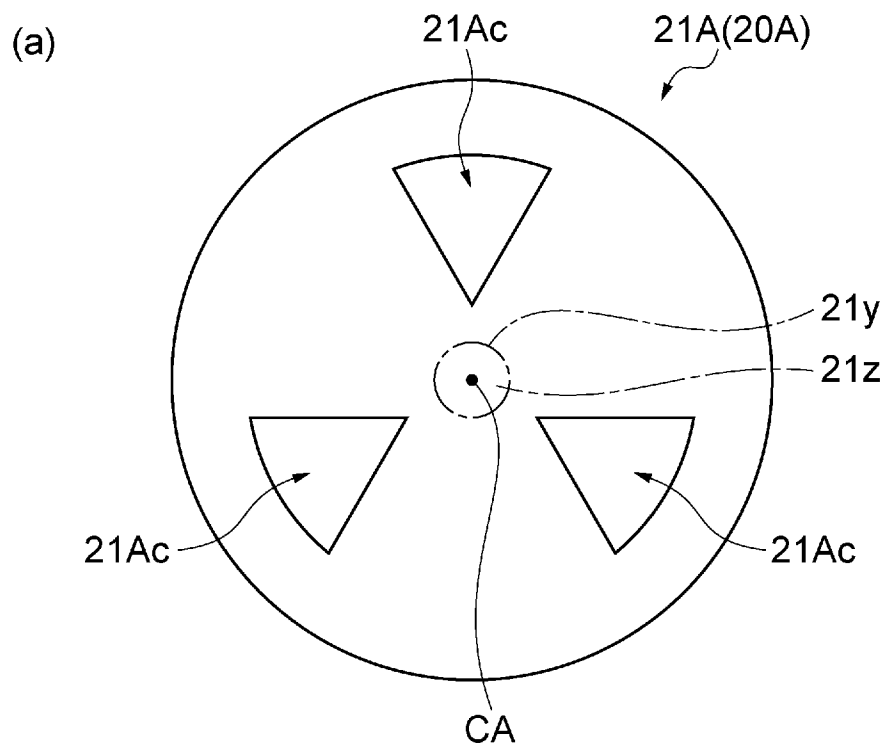
[図2]



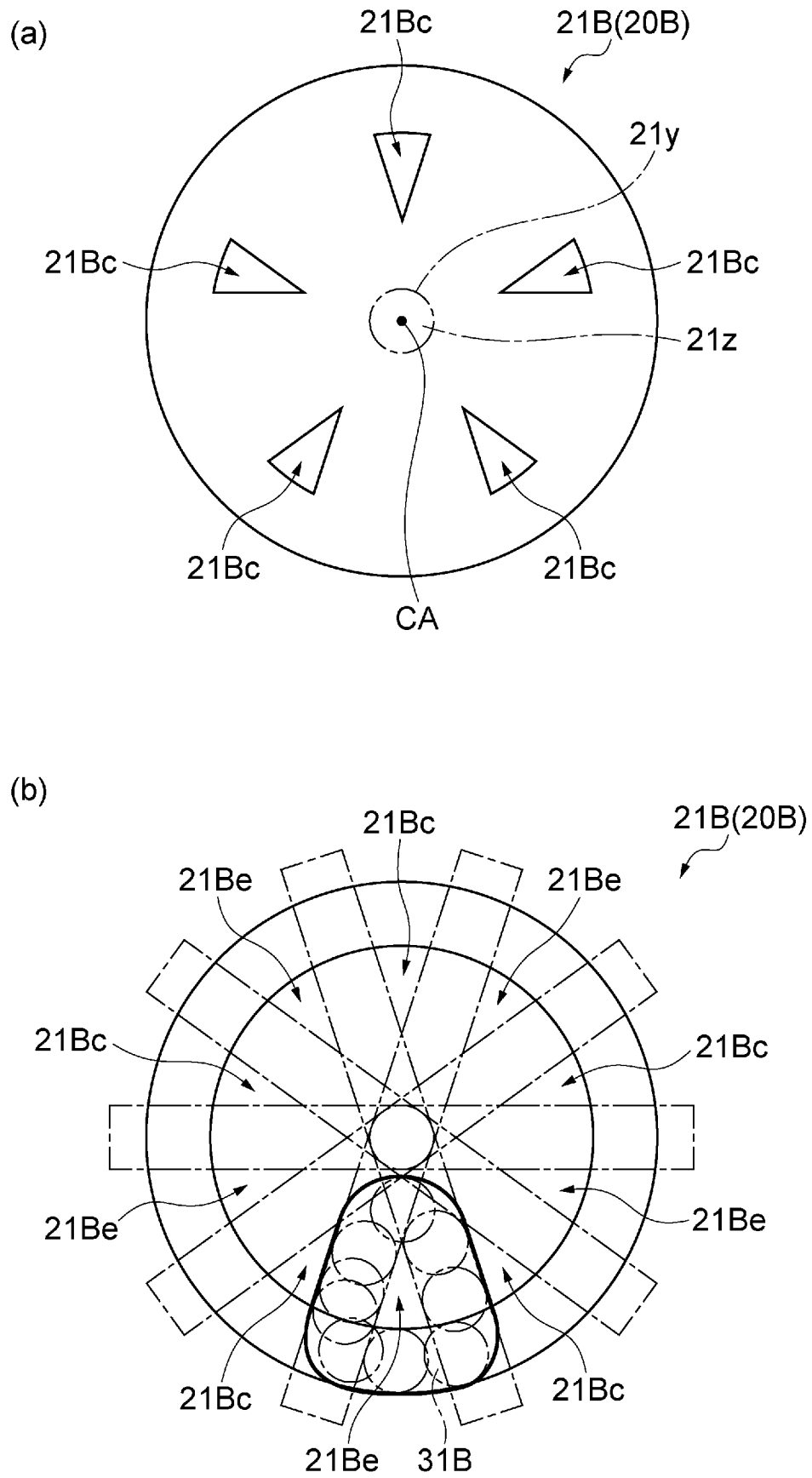
[図3]



[図4]

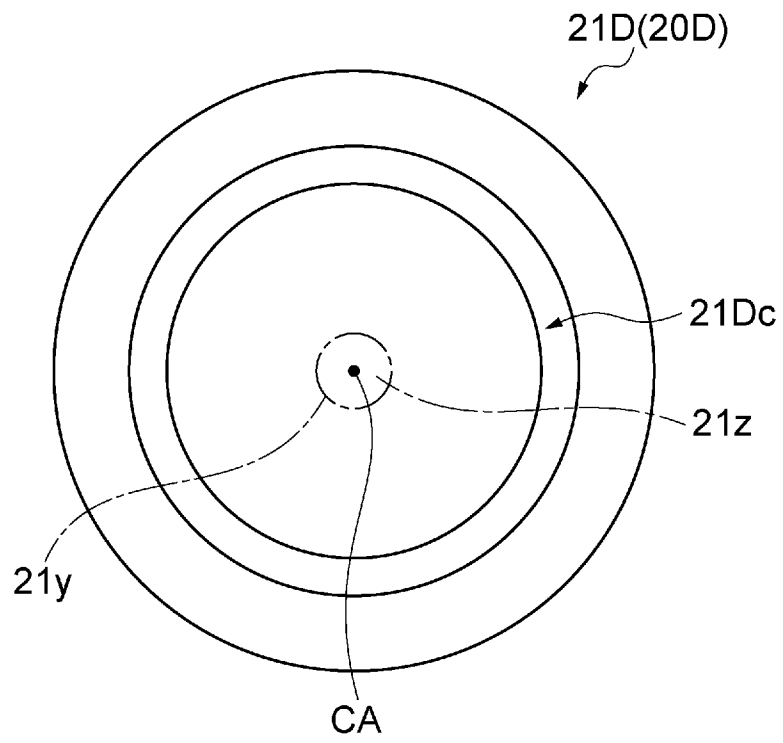


[図5]

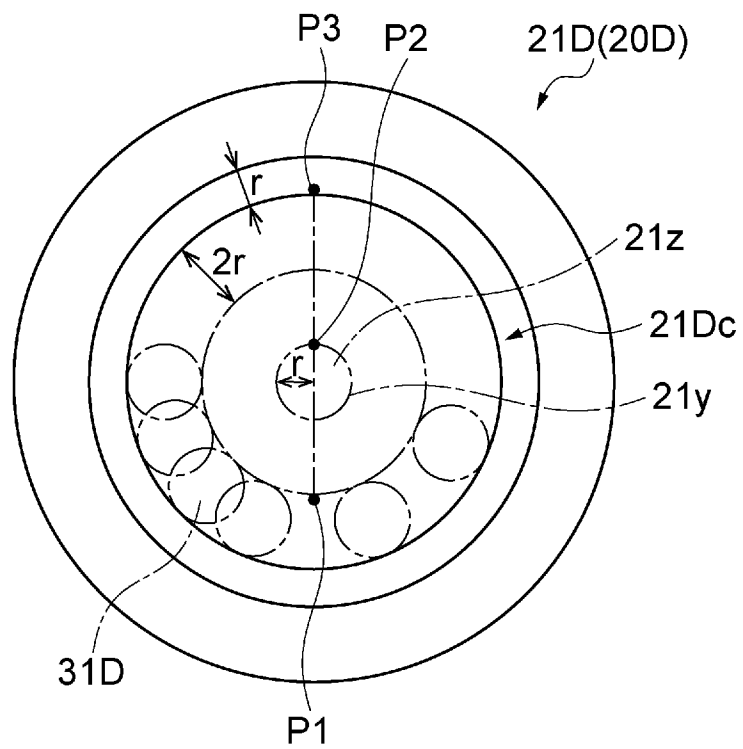


[図6]

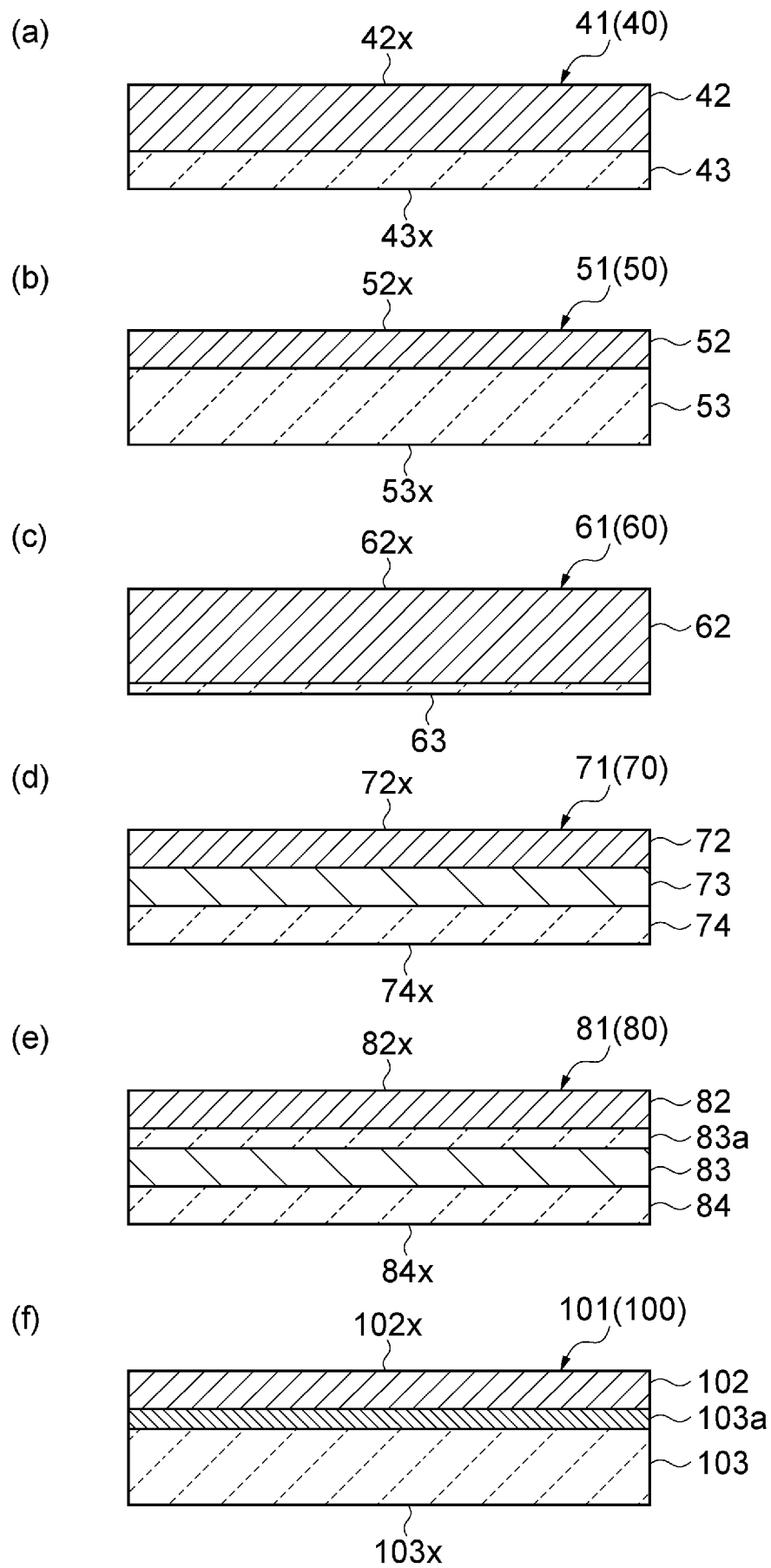
(a)



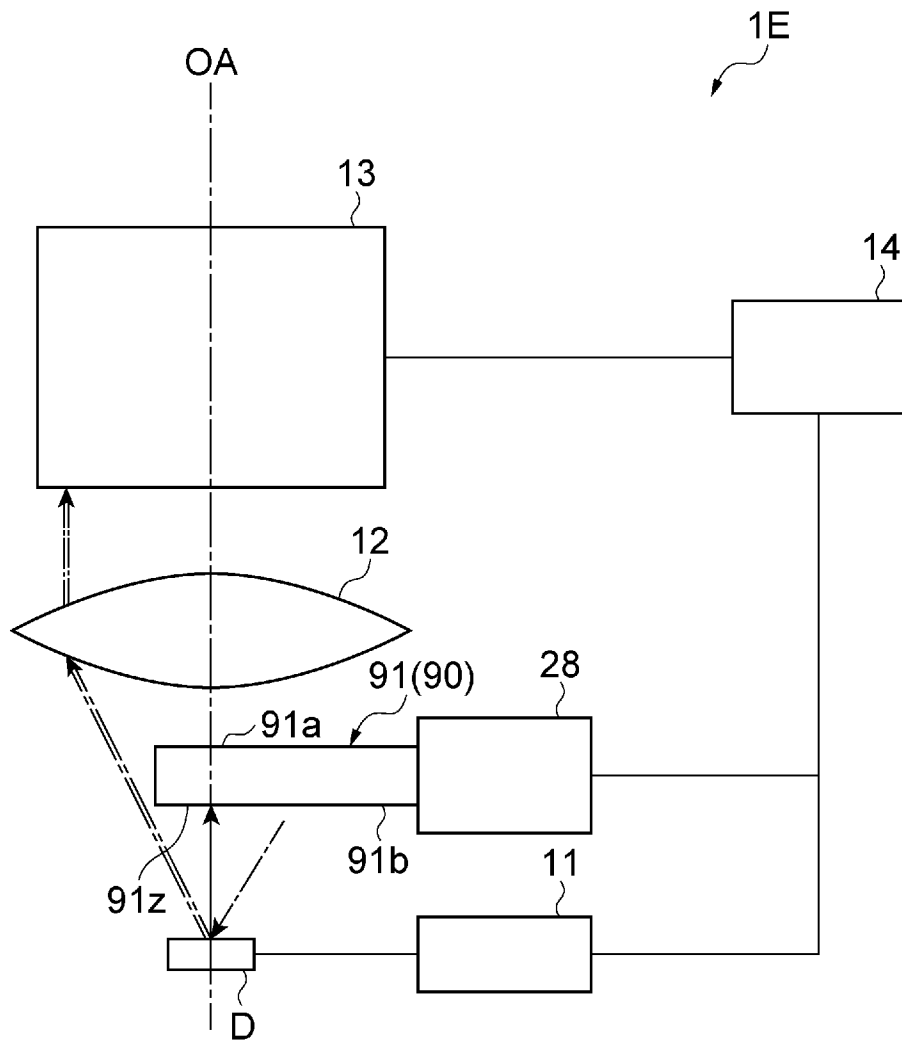
(b)



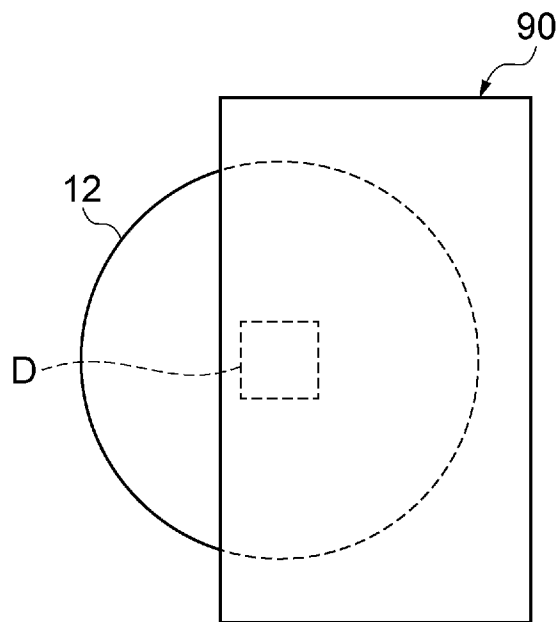
[図7]



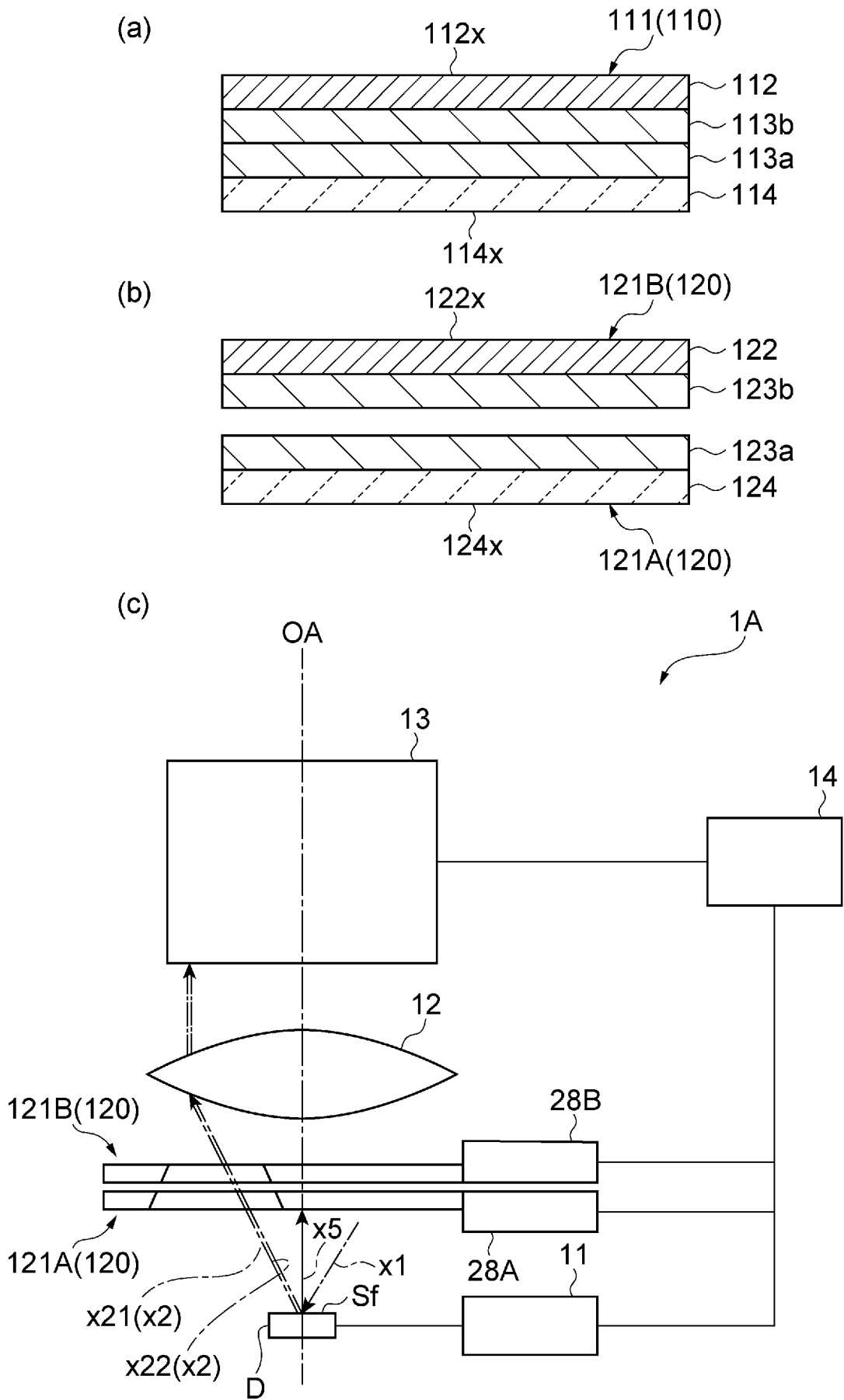
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/065319

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01J5/48(2006.01)i, G01J5/00(2006.01)i, G01J5/06(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)
G01J5/00-5/62

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	US 2014/0314118 A1 (LA VEIGNE et al.), 23 October 2014 (23.10.2014), paragraphs [0009], [0038] to [0046]; fig. 1 & EP 2793006 A2	1, 3, 5, 7-8 9-12 2, 4, 6
Y	JP 2012-127678 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 05 July 2012 (05.07.2012), paragraphs [0011] to [0017] & US 2013/0294480 A1 paragraphs [0037] to [0068] & WO 2012/081512 A1 & EP 2653843 A1	9-12
Y	JP 5-346351 A (Tokai Carbon Co., Ltd.), 27 December 1993 (27.12.1993), paragraphs [0007] to [0012]; fig. 4 (Family: none)	9-12

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 05 August 2016 (05.08.16)	Date of mailing of the international search report 16 August 2016 (16.08.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/065319

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 47-33722 Y1 (Hiromichi TOYODA), 12 October 1972 (12.10.1972), entire text (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. G01J5/48(2006.01)i, G01J5/00(2006.01)i, G01J5/06(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. G01J5/00-5/62

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	US 2014/0314118 A1 (LA VEIGNE et al.) 2014.10.23, [0009], [0038]-[0046], 図1 & EP 2793006 A2	1, 3, 5, 7-8 9-12 2, 4, 6
Y	JP 2012-127678 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2012.07.05, [0011]-[0017] & US 2013/0294480 A1, [0037]-[0068] & WO 2012/081512 A1 & EP 2653843 A1	9-12

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
 05.08.2016

国際調査報告の発送日
 16.08.2016

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁（ISA/J P）
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）	2W	3304
塚本 丈二		
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
Y	JP 5-346351 A (東海カーボン株式会社) 1993. 12. 27, [0007]-[0012], 図 4 (ファミリーなし)	9-12
A	JP 47-33722 Y1 (豊田弘道) 1972. 10. 12, 全文 (ファミリーなし)	1-12