

(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)

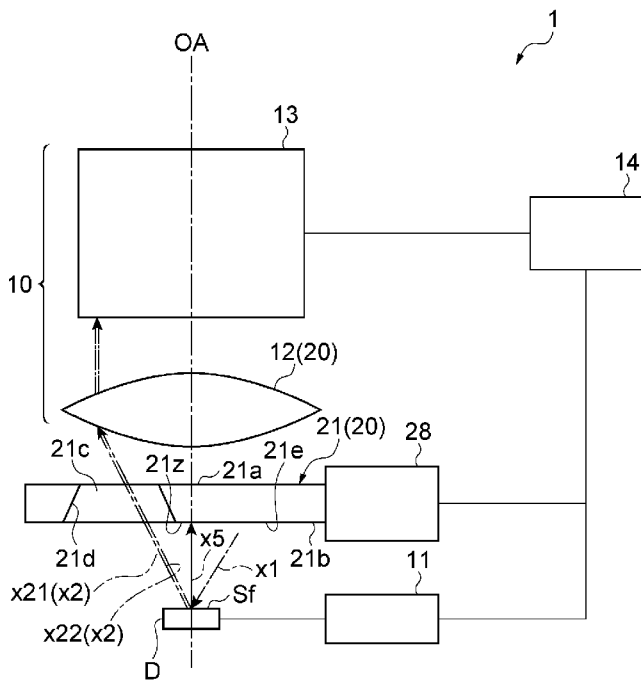


(10) 国際公開番号
WO 2016/190298 A1

- (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/JP2016/065278
 - (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 2015-107800 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1126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1126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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(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 is used to contactlessly measure the temperature of an object to be measured, and is provided with a substrate capable of adjusting temperature. The substrate is provided with: a central shielding portion formed in the shielding plate; an opening formed around the central shielding portion; and a black body surface which emits infrared, and which is formed on one surface of the substrate so as to sandwich the central shielding portion and include a section facing the opening.

(57) 要約: 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、基材は、遮蔽板に形成された中心遮蔽部と、中心遮蔽部周りに形成された開口部と、基材の一方の面において中心遮蔽部を挟んで開口部と対向する部分を含むように形成され、赤外線を放射する黒体面と、を有する。

WO 2016/190298 A1

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を含む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] まず、本発明者らは、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測定する技術に関して鋭意研究を行った。

[0007] その結果、本発明者らは、測定対象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、該基材の一方側の外面に位置する第1の面が黒体面である遮蔽板に想到するに至った。当該遮蔽板では、黒体面とされた第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（熱線）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、半導体デバイス検査装置等のマイクロ光学系において、測定対象と、赤外線を捉える撮像部（赤外線検出器）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が発生する赤外線を含む赤外線を、撮像部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、上記第1の面から照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が発生する赤外線を含む赤外線を撮像部で検出することができる。このことで、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、放射率が未知である測定対象の表面温度を非接触で測定することができる。

[0008] ここで、上述した遮蔽板を半導体デバイス検査装置等のマイクロ光学系の温度測定に用いる場合には、測定対象が発生する赤外線と測定対象において反射される赤外線を含む赤外線が撮像部により検出されてもよい。このため、測定対象が発生する赤外線のみが撮像部に検出された場合には、当該赤外線がノイズ成分となり、温度測定の精度が悪化するおそれがある。

[0009] 本発明者らは、黒体面を有する遮蔽領域を設けるとともに、当該遮蔽領域

の周りに開口部を形成し、更に、当該遮蔽領域を挟んで開口部に対向する領域を含む領域を黒体とすることができれば、上述した温度測定の精度悪化を抑制することができるという事実を見出すに至った。

[0010] すなわち、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る。基材は、遮蔽板に形成された遮蔽部と、遮蔽部周りに形成された開口部と、基材の一方の面において、遮蔽部を挟んで開口部に対向する部分を含むように形成され、赤外線を放射する黒体部と、を有する。

[0011] 本発明の一態様に係る遮蔽板では、遮蔽板が遮蔽部を有している。この場合、遮蔽板の遮蔽部が撮像部の光軸上に配置されるように遮蔽板を配置すると、撮像部の光軸において測定対象と撮像部の間には遮蔽部が配置されることとなる。遮蔽板の遮蔽部が撮像部の光軸上に位置しない場合には、測定対象から放射される赤外線のみが撮像部に伝達されるおそれがある。この点、遮蔽板の遮蔽部が撮像部の光軸上に位置することにより、測定対象から放射される赤外線のみが撮像部に伝達されることを抑制することができる。また、遮蔽部周りに開口部が形成されるとともに、遮蔽部を挟んで開口部に対向する部分を含むように、赤外線を放射する黒体部が形成されている。開口部と黒体部とが対向して形成されているので、補助熱源として作用する黒体部から測定対象に照射された赤外線は、測定対象において反射され、開口部を通過して撮像部に到達する。また、測定対象が発生する赤外線も開口部を通過して撮像部に到達する。よって、開口部及び黒体部が形成されていることにより、測定対象が発生する赤外線と測定対象において反射される赤外線を含む赤外線が撮像部により検出されることとなる。以上のように、遮蔽部によって、測定対象が発生する赤外線のみが撮像部に検出されることを抑制するとともに、開口部及び黒体部によって、測定対象が発生する赤外線と測定対象において反射される赤外線を含む赤外線が撮像部により検出される。このことにより、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ができる。

- [0012] また、開口部は、遮蔽部を中心とした奇数回回転対称となるように、遮蔽部周りに形成されていてもよい。これにより、遮蔽板において、開口部と黒体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、遮蔽板の熱伝導性を向上させ、遮蔽板の温度均一性を向上させることができる。
- [0013] また、開口部は、黒体部周りに円環状に形成されていてもよい。例えば、遮蔽部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、撮像部のレンズの偏った一部、すなわち撮像部のレンズのうち開口部に対応する領域のみが使われることとなる。このことにより、撮像部が検出した赤外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、遮蔽部を中心として遮蔽板を適宜回転させてレンズの一部のみが使われることを回避しながら、温度測定を行う必要がある。この点、円環状の開口部を通過した赤外線が撮像部により検出されることにより、撮像部が含むレンズの一部のみが使われることがない。このため、上述した画像流れが問題とならず、遮蔽板の回転等を行うことなく測定ができる。
- [0014] また、開口部は、基材の一方の面から基材の他方の面へ向かうにつれて小さくなるように形成されていてもよい。これにより、測定対象から放射された赤外線のみが撮像部に検出されることを防止することができる。
- [0015] また、黒体部は、基材の一方面において、遮蔽部を挟んで開口部と対向する部分の外縁を囲う領域を含んでおり、当該領域は、測定対象の温度の測定に用いる撮像部の有効視野のサイズに応じて画成された領域であってもよい。
- [0016] 測定対象の温度の測定に用いる撮像部は、上述したように、測定対象が発生する赤外線と測定対象において反射される赤外線とを含む赤外線のみを撮像してもよい。そして、測定対象において反射される赤外線は、黒体部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であってもよい。撮像部の有効視野を考慮しない場合、すなわち、当該有効視野のサイズ

が0であると仮定した場合には、撮像部が撮像する、測定対象において反射される赤外線は、黒体部から測定対象に照射された赤外線に応じて測定対象から反射された赤外線のみとなる。しかしながら、実際には、撮像部の有効視野のサイズ分だけ遮蔽部を挟んで開口部と対向する部分の外側の領域から測定対象に照射された赤外線に応じて、測定対象から反射された赤外線についても、撮像部は撮像することとなる。このため、当該有効視野のサイズ分だけ遮蔽部を挟んで開口部と対向する部分の外側の領域についても、黒体部としておいてもよい。この点、黒体部が、遮蔽部を挟んで開口部と対向する部分の外縁を囲うように、撮像部の有効視野のサイズに応じた領域を含むように設けられることにより、測定対象において反射される赤外線を、黒体部からの赤外線に応じて測定対象において反射される赤外線とすることができ、測定精度を担保することができる。

[0017] また、上述した領域は、撮像部の有効視野の外接円を、遮蔽部を挟んで開口部と対向する部分に対して周回させた軌跡によって画成された領域であってもよい。これにより、測定対象において反射される赤外線を、確実に、黒体部からの赤外線に応じて測定対象において反射された赤外線とすることができる。

[0018] 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測定装置であって、基材の一方の面が測定対象と対向して配置される上述の遮蔽板と、遮蔽板の開口部を通過した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され、導光された赤外線を検出し、検出信号を出力する赤外線検出器と、遮蔽板の温度を制御する温度制御部と、検出信号に基づいて、測定対象の温度を求める演算部と、を備え、遮蔽板は、遮蔽部が導光光学系の光軸上に位置するように配置される。

[0019] この測定装置では、遮蔽板が遮蔽部を有している。また、遮蔽板は、当該遮蔽部が導光光学系の光軸上に位置するように配置される。遮蔽板の遮蔽部が撮像部の光軸上に位置しない場合には、当該遮蔽されていない部分から撮像部に対して、測定対象が放射する赤外線のみが伝達されるおそれがある。

この点、遮蔽板の遮蔽部が撮像部の光軸上に位置する場合には、測定対象が放射する赤外線のみが撮像部に伝達されることを抑制することができる。また、遮蔽板においては、遮蔽部周りに開口部が形成されるとともに、遮蔽部を挟んで開口部に対向する部分を含むように、黒体部が形成されている。開口部と黒体部とが対向して形成されているので、補助熱源である黒体部から測定対象に照射された赤外線は、測定対象において反射され、開口部を通過して撮像部に到達する。また、測定対象が放射する赤外線も開口部を通過して撮像部に到達する。よって、開口部及び黒体部が形成されていることにより、測定対象が放射する赤外線と測定対象において反射される赤外線を含む赤外線が撮像部により検出されることとなる。すなわち、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、黒体部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を含む赤外線が、撮像部で検出される。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、補助熱源である黒体面の温度を変更しながら、上記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を含む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。以上のように、遮蔽部によって、測定対象が発生する赤外線のみが撮像部で検出されることを抑制するとともに、開口部及び黒体部によって、測定対象が放射する赤外線と測定対象において反射される赤外線とを含む赤外線が撮像部により検出されることとなるので、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。

[0020] また、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、演算部が第1の温度における検出信号及び第2の温度における検出信号に基づいて測定対象の温度を求めてもよい。更に、赤外線検出器が2次元赤外線検出器であってもよい。

発明の効果

[0021] 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

[0022] [図1]本発明の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。

発明を実施するための形態

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 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。

[0026] 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 1 1（信号入力部）と、対物レンズ 1 2（導光光学系）と、赤外カメラ 1 3（撮像部、赤外線検出器）と、計算機 1 4（演算部）と、遮蔽板 2 0 と、温度コントローラ 2 8（温度制御部）と、を備えている。

[0027] テスタユニット 1 1 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 1 1 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 1 1 は、変調電流信号を印加するものであってもよいし、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 1 1 は、ケーブルを介して計算機 1 4 に電氣的に接続されており、計算機 1 4 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 1 1 は、必ずしも計算機 1 4 に電氣的に接続されていなくてもよい。テストユニット 1 1 は、計算機 1 4 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。

[0028] 遮蔽板 2 0 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 2 0 は、半導体デバイス D と対物レンズ 1 2 との間に配置されており、より詳細には、対物レンズ 1 2 の光軸 O A 上にその中心遮蔽部 2 1 z が位置するように設けられている。遮蔽板 2 0 は、温度コントローラ 2 8 による制御に応じて温度を調整可能な基材 2 1 を備える。基材 2 1 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 2 1 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 2 1 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。

[0029] 図 3 に示されるように、基材 2 1 は、基板層 2 3 と、黒体層 2 4（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。

[0030] 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21b(黒体部)とされている。当該黒体面21bは、基材21における積層方向一方側の面である。黒体面21bは、半導体デバイスDと対向している。黒体層24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22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21b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21bの熱放射量は、基材21における黒体面21bの反対側の面、すなわち基材21の積層方向他方側の面である反射面21a(詳細は後述)の熱放射量よりも大きい。黒体層24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。

[0031] 反射層22は、基板層23と接する面と反対側の面(外面)が反射面21aとされている。すなわち、反射層22は、黒体層24との間に基板層23を挟むように設けられている。反射面21aは、対物レンズ12と対向して

いる。すなわち、反射面 21 a は、基材 21 において黒体面 21 b の反対側に位置する面である。反射層 22 としては、赤外カメラ 13 における検出波長において反射面 21 a の反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 21 a は、高い反射率（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 13 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 21 の温度の変化に応じて赤外カメラ 13 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。

[0032] 図 2 に示されるように、基材 21 は、黒体面 21 b における遮蔽板 20 の中心軸 CA 周りに形成された、中心遮蔽部 21 z（遮蔽部）を有している。中心遮蔽部 21 z は、少なくとも、中心軸 CA を中心とした、撮像部 10（少なくとも赤外カメラ 13 及び対物レンズ 12 を含む）に応じた有効視野 21 x の外接円 21 y の範囲に形成されている。撮像部 10 に応じた有効視野 21 x のサイズは、撮像部 10 に含まれる対物レンズ 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 21 z 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。

[0033] 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とを含む熱線が赤外カメラ 13 で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 21 b 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 21 z 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 21 b 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で検出される熱線は、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で検出されることを防止することができる。

[0034] 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のレンズの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。

[0035] 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（黒体部）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）よりも小さくてもよい。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。

[0036] 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 において検出される。

[0037] 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 x2 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 x21 であってもよい。撮像部 10 に応じた有効視野 21x を考慮しない場合すなわち撮像部 10 に応じた有効視野 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 x21 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、撮像部 10 に応じた有効視野 21x のサイズに応じて、熱線 x21 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 x21 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（黒体部）が設けられている。当該周辺遮蔽部 31 は、撮像部 10 に応じた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、撮像部 10 に応じた有効視野 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。

[0038] 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の温度調節器である。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）に対して液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。

[0039] 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いる。

[0040] 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、対物レンズ 12 を介して撮像する赤外線検出器である。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（検出信号））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、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 $0.7\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ の電磁波（光）を赤外線という。また、一般的には、波長 $2\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ 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 $0.7 \mu\text{m} \sim 1000 \mu\text{m}$ の電磁波を意味する。

[0041] 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面像に基づき、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、赤外面像に基づく温度導出の導出原理について説明する。

[0042] 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]

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

[0043] 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 $S_{1\text{low}}$ 、低放射率部について赤外カメラ 13 で検出される放射を $S_{2\text{low}}$ 、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、 $S_{1\text{low}}$ は高放射率部における熱放射輝度と、 $S_{2\text{low}}$ 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 の高放射率部から輻射された、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 $S_{1\text{low}}$ 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 の低放射率部から輻射された、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

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]

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

[数4]

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

[0044] 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]

$$S_{1high} = \varepsilon_1 L(T) + \rho_1 L_{high} = (1 - \rho_1)L(T) + \rho_1 L_{high} \\ = L(T) + \rho_1(L_{high} - L(T)) \dots \dots \dots (5)$$

[数6]

$$S_{2high} = \varepsilon_2 L(T) + \rho_2 L_{high} = (1 - \rho_2)L(T) + \rho_2 L_{high} \\ = L(T) + \rho_2(L_{high} - L(T)) \dots \dots \dots (6)$$

となる。

[0045] 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]

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

[0046] 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]

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

[0047] 上述した(8)式を変形すると、

[数10]

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

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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] つづいて、遮蔽板20の黒体面21b、より詳細には対向遮蔽部21e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。

[0051] 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21c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面像を生成する。赤外面像には、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、赤外面像から、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。

[0052] つづいて、遮蔽板20の黒体面21b、より詳細には対向遮蔽部21e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。

[0053] 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。

[0054] 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_{1high} 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。

[0055] 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_{high} とし、熱放射輝度を L_{low} 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、上記の手順を行う前に、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。

[0056] 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。

[0057] この遮蔽板 20 では、遮蔽板 20 の中心軸周りが中心遮蔽部 21 z により覆われている。遮蔽板 20 の中心軸が光軸 OA と一致するように遮蔽板 20 が

配置されると、半導体デバイスDの直上には中心遮蔽部21zが配置されることとなる。半導体デバイスDの直上が遮蔽されていない場合には、当該遮蔽されていない部分から赤外カメラ13に対して、半導体デバイスDが発生する熱線のみが伝達されるおそれがあり、温度測定の精度を担保する上で好ましくない。この点、半導体デバイスDの直上に中心遮蔽部21zが配置されることにより、半導体デバイスDが発生する熱線のみが赤外カメラ13に伝達されることを抑制することができる。また、中心遮蔽部21z周りに開口部21cが形成されるとともに、中心遮蔽部21zを挟んで開口部21cに対向するように、黒体状態の対向遮蔽部21eが形成されている。開口部21cと対向遮蔽部21eとが対向して形成されているので、補助熱源である黒体面21bの対向遮蔽部21eから半導体デバイスDに照射された熱線は、半導体デバイスDにおいて反射され、開口部21cを通過して赤外カメラ13に到達する。また、半導体デバイスDが発生する熱線も開口部21cを通過して赤外カメラ13に到達する。よって、開口部21c及び対向遮蔽部21eが形成されていることにより、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を含む熱線が赤外カメラ13により検出されることとなる。以上のように、中心遮蔽部21zによって、半導体デバイスDが発生する熱線のみが赤外カメラ13に検出されることを抑制するとともに、開口部21c及び対向遮蔽部21eによって、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を含む熱線が赤外カメラ13により検出されることとなる。このことにより、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ができる。

[0058] また、基材21は、対向遮蔽部21eの外縁を囲う、黒体状態の周辺遮蔽部31を更に有し、周辺遮蔽部31は、撮像部10に応じた有効視野のサイズに応じて画成された領域とされている。上述したように、赤外カメラ13は、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を含む熱線のみを撮像してもよい。そして、半導体デバイスDにおい

て反射される熱線は、黒体状態とされた面（例えば対向遮蔽部 21 e）からの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であってもよい。撮像部 10 に応じた有効視野を考慮しない場合、すなわち、当該有効視野のサイズが 0 であると仮定した場合には、赤外カメラ 13 が撮像する、半導体デバイス D において反射される熱線は、対向遮蔽部 21 e 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 から反射された熱線のみとなる。しかしながら、実際には、撮像部 10 に応じた有効視野のサイズに応じた領域だけ対向遮蔽部 21 e の外側の領域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 から反射された熱線についても、赤外カメラ 13 は撮像することとなる。このため、当該有効視野のサイズに応じた領域だけ対向遮蔽部 21 e の外側の領域についても、黒体状態としておいてもよい。この点、対向遮蔽部 21 e の外縁を囲うように、撮像部 10 に応じた有効視野のサイズに応じて黒体状態の周辺遮蔽部 31 を設けることにより、半導体デバイス D において反射される熱線を、黒体状態とされた面からの熱線に応じて半導体デバイス D で反射される熱線とすることができ、測定精度を担保することができる。

[0059] また、周辺遮蔽部 31 は、撮像部 10 に応じた有効視野の外接円 21 y を、対向遮蔽部 21 e 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。これにより、半導体デバイス D において反射される熱線を、確実に、黒体状態とされた面からの熱線に応じて半導体デバイス D において反射された熱線とすることができる。

[0060] 更に、測定装置 1 は、半導体デバイス D の温度を非接触で測定する測定装置であって、上述した遮蔽板 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、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て半導体デバイス D からの熱線を撮像する赤外カメラ 13 と、を備えている。この測定装置 1 では、遮蔽板 20 において、黒体面 21 b における遮蔽板 20 の中心軸周りが、黒体状態の中心遮蔽部 21 z により覆われている。また、遮蔽板 20 は、その中心軸

が、半導体デバイスDから赤外カメラ13に向かう熱線の光軸OAと一致するように設けられている。このため、半導体デバイスDの直上には中心遮蔽部21zが配置される。半導体デバイスDの直上が遮蔽されていない場合には、当該遮蔽されていない部分から赤外カメラ13に対して、半導体デバイスDが発生する熱線のみが伝達されるおそれがある。この点、半導体デバイスDの直上に中心遮蔽部21zが配置されることにより、半導体デバイスDが発生する熱線のみが赤外カメラ13に伝達されることを抑制することができる。また、遮蔽板20においては、中心遮蔽部21z周りに開口部21cが形成されるとともに、中心遮蔽部21zを挟んで開口部21cに対向するように、黒体状態の対向遮蔽部21eが形成されている。開口部21cと対向遮蔽部21eとが対向して形成されているので、補助熱源である黒体面21bの対向遮蔽部21eから半導体デバイスDに照射された熱線は、半導体デバイスDにおいて反射され、開口部21cを通過して赤外カメラ13に到達する。また、半導体デバイスDが発生する熱線も開口部21cを通過して赤外カメラ13に到達する。よって、開口部21c及び対向遮蔽部21eが形成されていることにより、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を含む熱線が赤外カメラ13により検出されることとなる。すなわち、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21bの対向遮蔽部21e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が発生する熱線を含む熱線が、赤外カメラ13で検出される。また、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21bの温度を変更しながら、上記半導体デバイスDにおいて反射される熱線と半導体デバイスDが発生する熱線とを含む熱線を赤外カメラ13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。以上のように、中心遮蔽部21zによって、半導体デバイスDが発生する

熱線のみが赤外カメラ13に撮像されることを抑制するとともに、開口部21c及び対向遮蔽部21eによって、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を含む熱線が赤外カメラ13により撮像されることとなるので、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。

[0061] 以上、本発明の第1実施形態について説明したが、本発明は上記第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21z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。

[0062] 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。

[0063] 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 21 B c は、扇形状であり、中心遮蔽部 21 z 周りに等間隔で 5 つ形成されている。また、中心軸 C A を中心として開口部 21 B c に対向するように、黒体状態とされた対向遮蔽部 21 B e が設けられている。対向遮蔽部 21 B e の形状及び大きさは、黒体面における開口部 21 B c の形状及び大きさに略一致している。更に、対向遮蔽部 21 B e の領域の外縁と、該外縁から有効視野 21 x の外接円 21 y 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 21 B e 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。

[0064] 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（黒体部）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、撮像部 10 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、黒体部として機能する。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。

[0065] 例えば、遮蔽板 20D の中心軸 CA 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 CA 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。

[0066] 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 84x を外面とする黒体層 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 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 82x を外面とする反射層 82 と、を有してもよい。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 8 3 a の代わりに、基板層 8 3 と反射層 8 2 の間に真空層を設けることで断熱層を形成してもよい。

[0067] 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 4 0 の基材 4 1 は、反射面 4 2 x を外面とする基板層 4 2 と、基板層 4 2 に重なるように設けられた、黒体面 4 3 x を外面とする黒体層 4 3 と、を有している。そして、黒体層 4 3 の熱放射量が、基板層 4 2 の熱放射量よりも大きくされている。これにより、黒体面 4 3 x の熱放射量及び反射面 4 2 x の熱放射量を、容易に異ならせることができる。また、基材 4 1 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 4 2 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 4 3 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。

[0068] 図 7 (b) の遮蔽板 5 0 の基材 5 1 は、黒体面 5 3 x を外面とする基板層 5 3 と、基板層 5 3 に重なるように設けられた、反射面 5 2 x を外面とする反射層 5 2 と、を有している。そして、反射層 5 2 の熱放射量は、基板層 5 3 の熱放射量よりも小さい。これにより、黒体面 5 3 x の熱放射量及び反射面 5 2 x の熱放射量を、容易に異ならせることができる。また、基材 5 1 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 5 3 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 5 2 としては、例えば金メッキを用いることができる。

[0069] 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 6 0 の基材 6 1 は、反射面 6 2 x を外面とする基板層 6 2 を有している。基板層 6 2 は、反射面 6 2 x の反対側の面が、黒化処理によって黒体面 6 3 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 6 2 としては、例えば金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。

[0070] 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 74 x を外面とする黒体層 74 と、反射面 72 x を外面とする反射層 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って遮蔽板 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。

[0071] また、中心遮蔽部 21 z 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（黒体部）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。

符号の説明

[0072] 1…測定装置、11…テストユニット（信号入力部）、12…対物レンズ（撮像部、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…遮蔽板、21, 21A, 21B, 21D, 41, 51, 61, 71, 81…基材、21c, 21Ac, 21Bc, 21Dc…開口部、21e, 21Ae, 21Be, 31D…対向遮蔽部（黒体部）、21a, 42x, 52x, 62x…反射面、21b, 43x, 53x, 63…黒体面、21z…中心遮蔽部（遮蔽部）、22, 52, 72, 82…反射層、23, 4

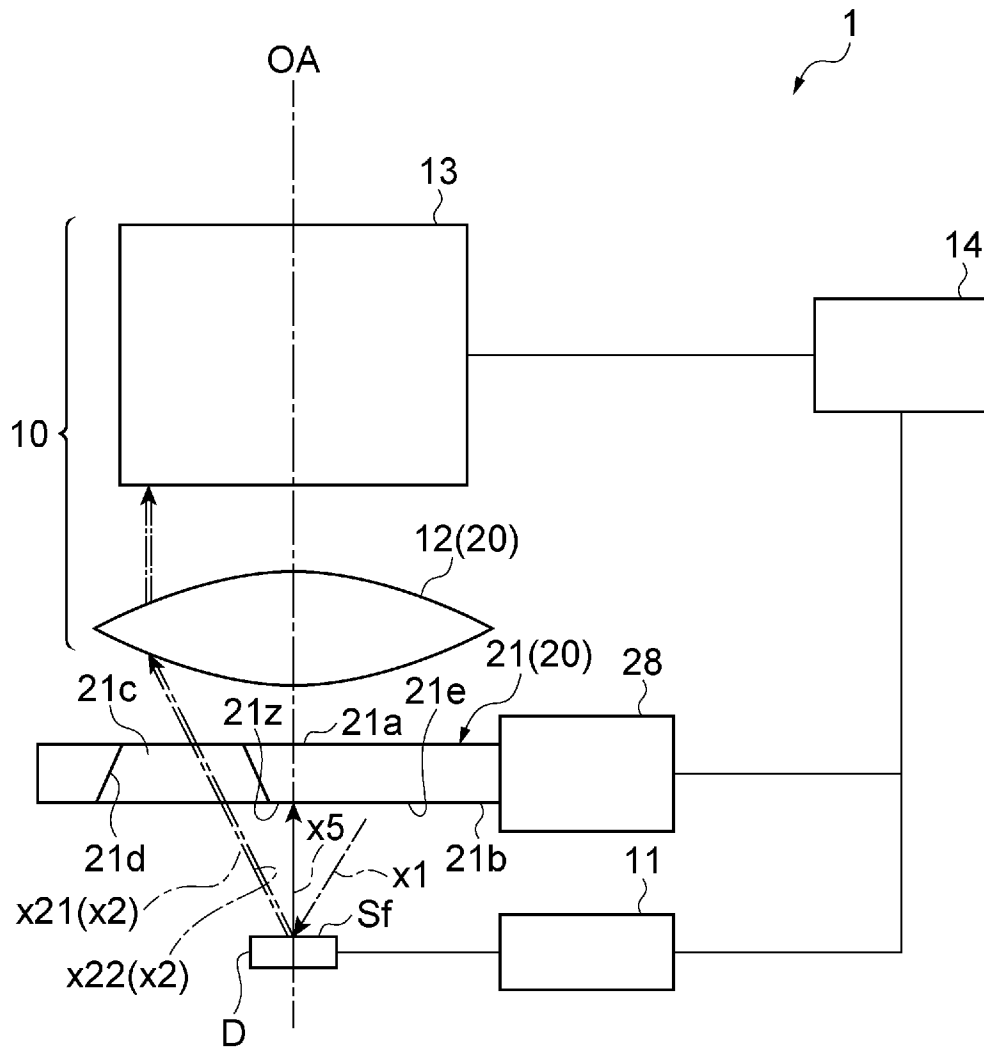
2, 53, 62, 73, 83…基板層、24, 43, 74, 84…黒体層、
28…温度コントローラ（温度制御部）、31, 31A, 31B…周辺遮蔽
部（黒体部）、83a…断熱材、CA…中心軸、D…半導体デバイス（測定
対象）、OA…光軸。

請求の範囲

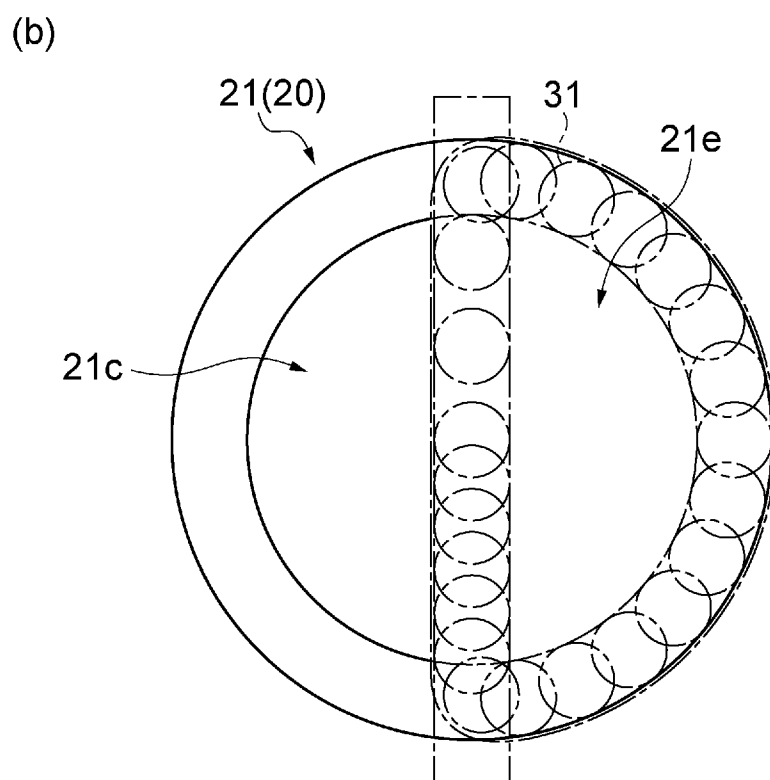
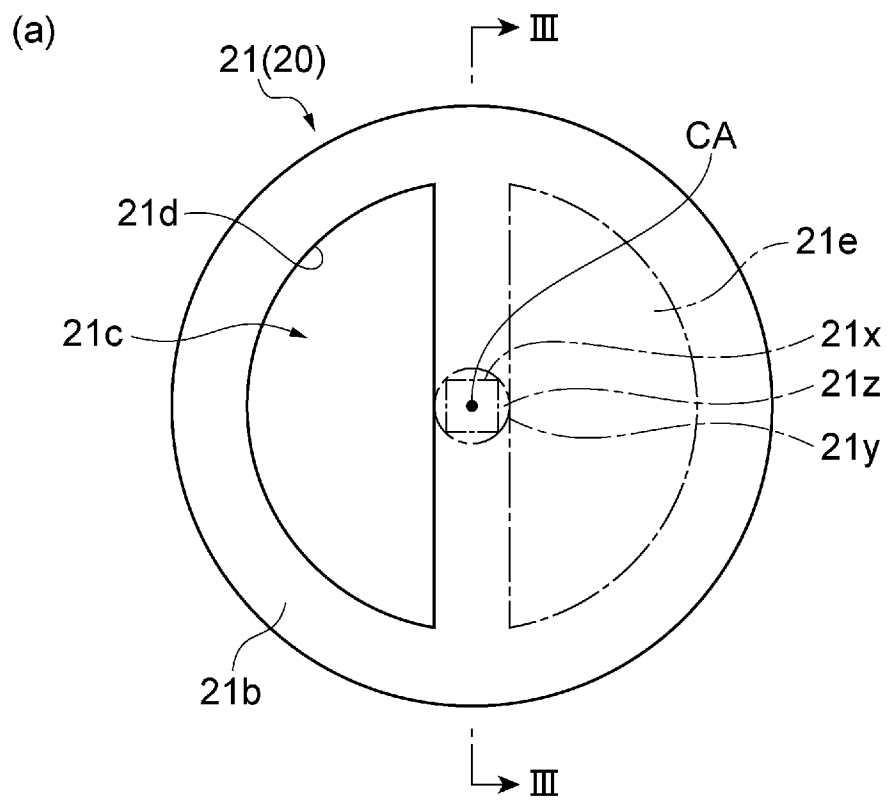
- [請求項1] 測定対象の温度の非接触測定に用いられる遮蔽板であって、
温度を調整可能な基材を備え、
前記基材は、
前記遮蔽板に形成された遮蔽部と、
前記遮蔽部周りに形成された開口部と、
前記基材の一方の面において、前記遮蔽部を挟んで前記開口部と対向する部分を含むように形成され、赤外線を放射する黒体部と、を有する遮蔽板。
- [請求項2] 前記開口部は、前記遮蔽部を中心とした奇数回回転対称となるように、前記遮蔽部周りに形成されている、請求項1記載の遮蔽板。
- [請求項3] 前記開口部は、前記黒体部周りに円環状に形成されている、請求項1記載の遮蔽板。
- [請求項4] 前記開口部は、前記基材の前記一方の面から前記基材の他方の面へ向かうにつれて小さくなるように形成されている、請求項1～3のいずれか一項記載の遮蔽板。
- [請求項5] 測定対象の温度の非接触測定を行う測定装置であって、
前記基材の一方の面が前記測定対象と対向して配置される、請求項1～4のいずれか一項記載の遮蔽板と、
前記遮蔽板の前記開口部を通過した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され、導光された前記赤外線を検出し、検出信号を出力する赤外線検出器と、
前記遮蔽板の温度を制御する温度制御部と、
前記検出信号に基づいて、前記測定対象の温度を求める演算部と、
を備え、
前記遮蔽板は、前記遮蔽部が前記導光光学系の光軸上に位置するように配置される、測定装置。

- [請求項6] 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検出信号及び前記第2の温度における前記検出信号に基づいて、前記測定対象の温度を求める、請求項5記載の測定装置。
- [請求項7] 前記赤外線検出器は、2次元赤外線検出器である、請求項5又は6記載の測定装置。

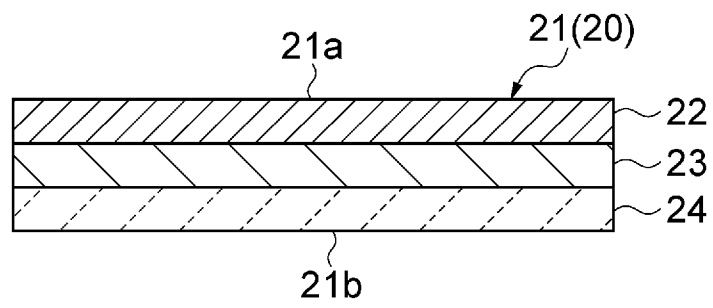
[図1]



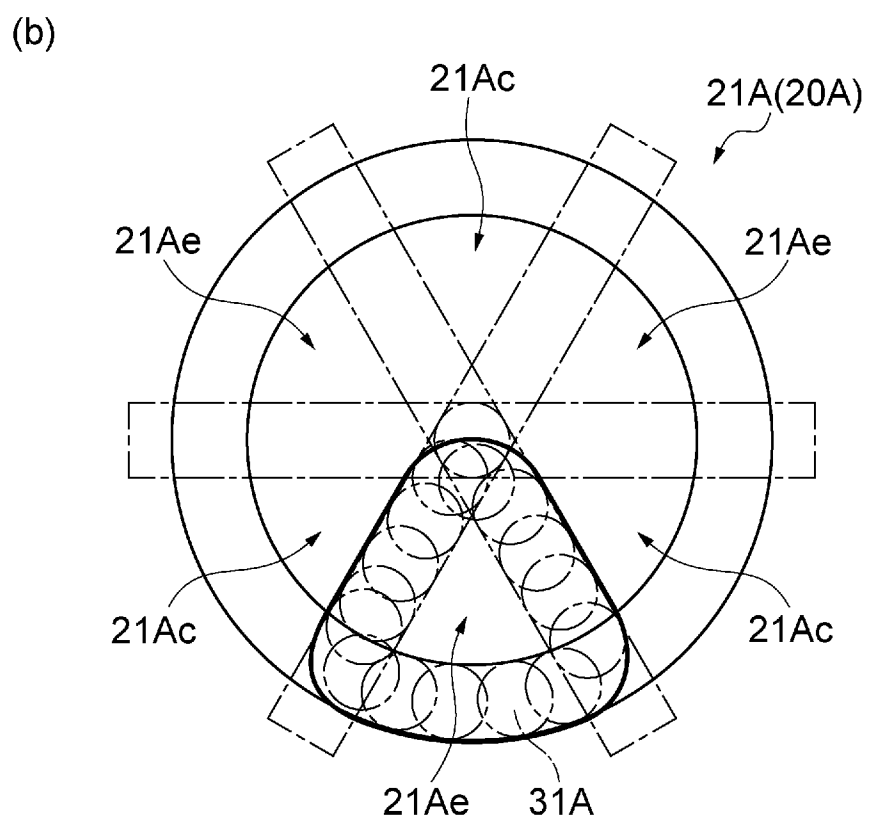
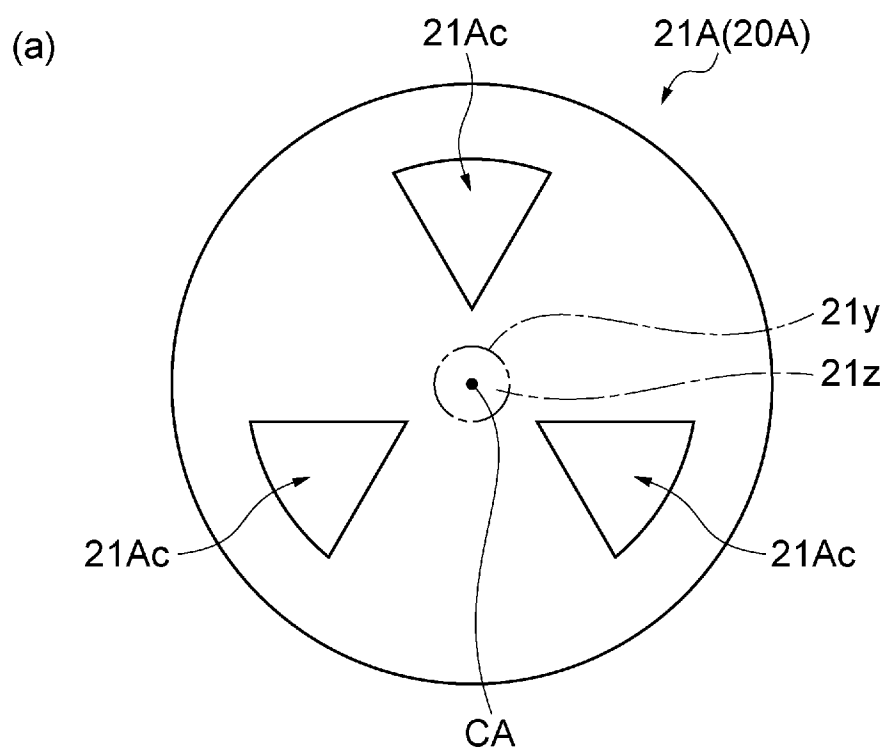
[図2]



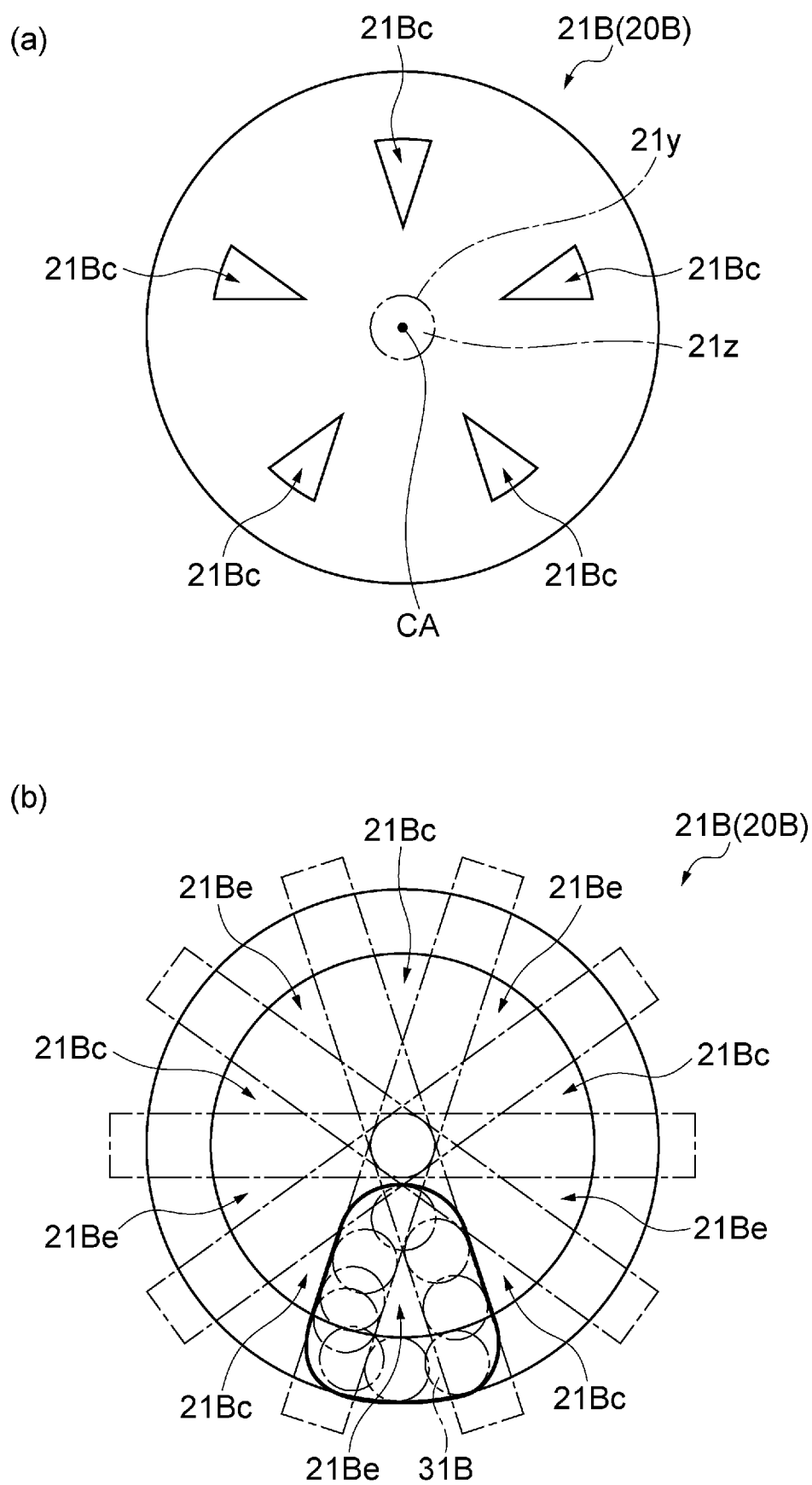
[図3]



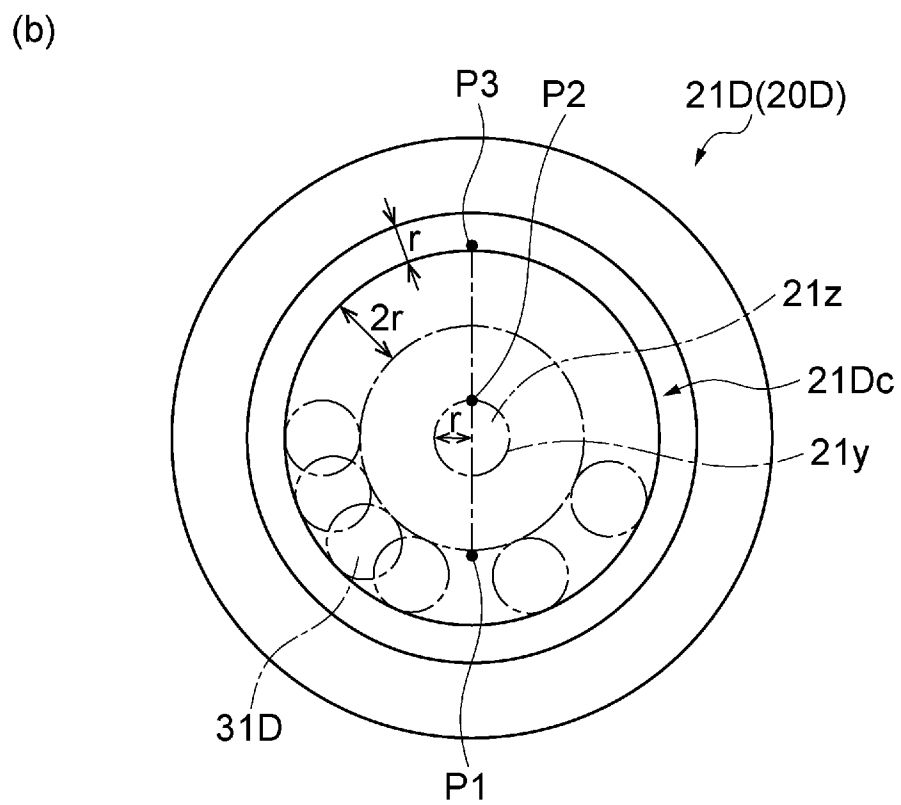
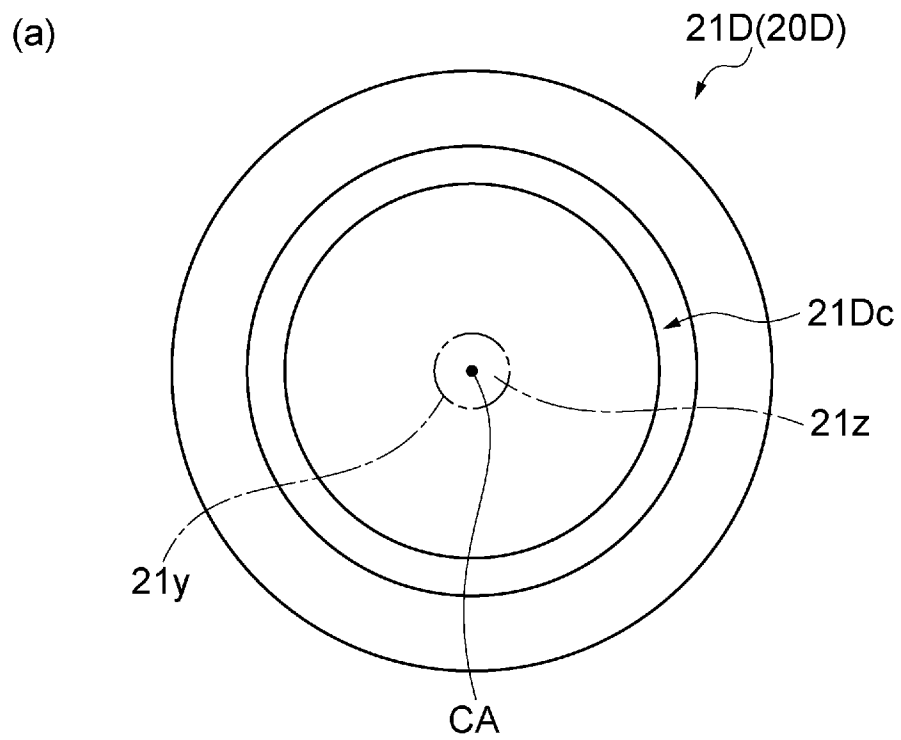
[図4]



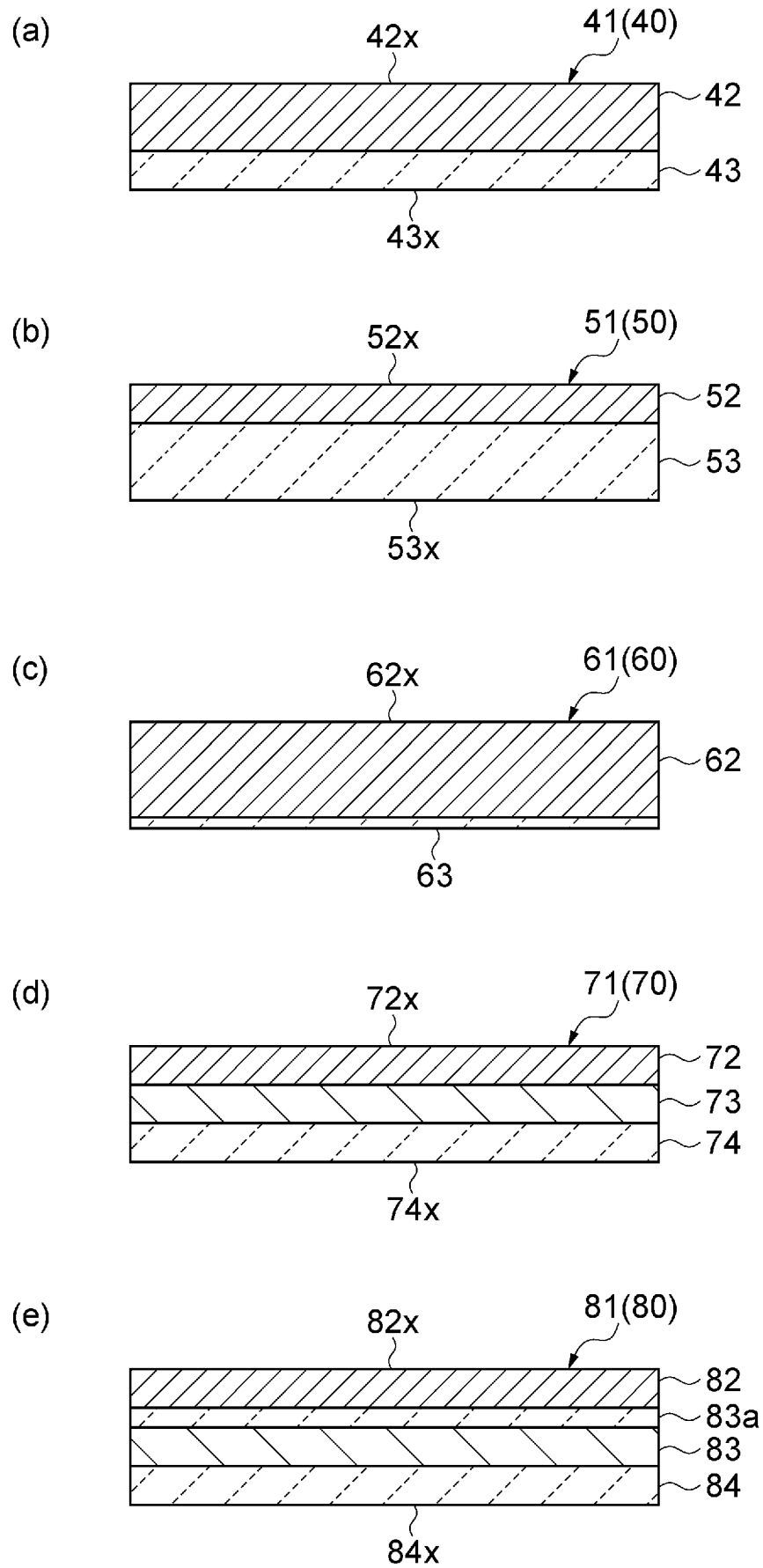
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/065278

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.
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 2-7
Y	JP 5-346351 A (Tokai Carbon Co., Ltd.), 27 December 1993 (27.12.1993), paragraphs [0007] to [0012]; fig. 4 (Family: none)	1
A	JP 47-33722 Y1 (Hiromichi TOYODA), 12 October 1972 (12.10.1972), entire text (Family: none)	1-7

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/JP2016/065278

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 58-58427 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 07 April 1983 (07.04.1983), entire text (Family: none)	1-7

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
Y A	US 2014/0314118 A1 (LA VEIGNE et al.) 2014.10.23, [0009], [0038]-[0046], 図1 & EP 2793006 A2	1 2-7
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)	1

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) 塚本 丈二 電話番号 03-3581-1101 内線 3258	2W	3304
--	--	----	------

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 47-33722 Y1 (豊田弘道) 1972. 10. 12, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 58-58427 A (松下電器産業株式会社) 1983. 04. 07, 全文 (ファミリーなし)	1-7