

(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
2020年4月30日(30.04.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/085224 A1

(51) 国際特許分類:

G01J 1/02 (2006.01) H01L 27/144 (2006.01)
G01B 11/08 (2006.01) H01S 3/00 (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/041026

(22) 国際出願日: 2019年10月18日(18.10.2019)

(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 2018-200032 2018年10月24日(24.10.2018) JP

(71) 出願人: 国立研究開発法人産業技術総合研究所(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関 1丁目3番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 沼田 孝之 (NUMATA Takayuki); 〒3058560 茨城県つくば市梅園 1-1-

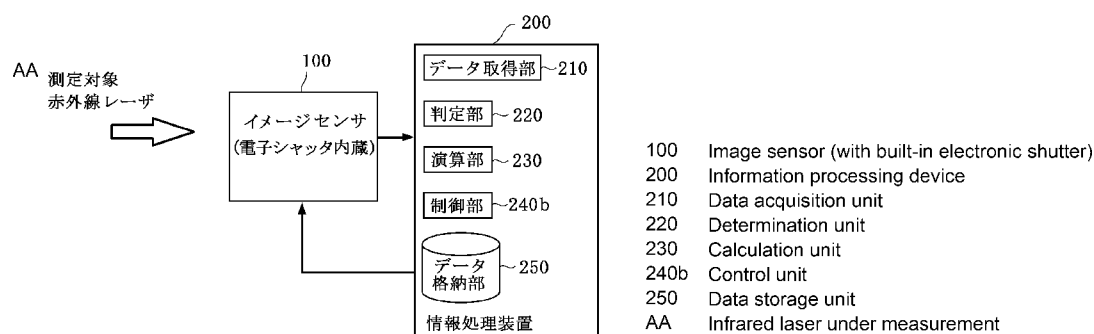
1 中央第1国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: INFRARED-LASER BEAM-PROFILE MEASUREMENT METHOD AND MEASUREMENT SYSTEM

(54) 発明の名称: 赤外線レーザーのビームプロファイルの測定方法及び測定システム



(57) Abstract: To make it possible to measure the beam profile of an infrared laser using an inexpensive image sensor, this measurement system is made to comprise: (A) an image sensor that is for visible light measurement and on which an infrared laser is emitted; and (B) an information processing device for determining whether a peak pixel value identified from pixel values measured by the image sensor during a given exposure time is within a prescribed numerical range and, upon determining that the peak pixel value is within the prescribed numerical range, calculating the beam profile of the infrared laser on the basis of the pixel values measured by the image sensor.

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：赤外線レーザのビームプロファイルを安価なイメージセンサにて測定できるようにするため、本測定システムは、（A）赤外線レーザを照射する可視光測定用のイメージセンサと、（B）ある露光時間にて上記イメージセンサにより測定された画素値から特定されたピークの画素値が所定の値域内であるか否かを判定し、上記ピークの画素値が所定の値域内であると判定された場合には、上記イメージセンサにて測定された画素値に基づき、赤外線レーザのビームプロファイルを計算する情報処理装置とを有する。

明 細 書

発明の名称：

赤外線レーザのビームプロファイルの測定方法及び測定システム

技術分野

[0001] 本発明は、赤外線レーザのビームプロファイルの測定技術に関する。

背景技術

[0002] 可視光レーザについては、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサやCMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) イメージセンサに測定対象のレーザを照射することによって、イメージセンサから出力される画素値の強度分布から、ビーム径などのビームプロファイルが得られる。

[0003] 一方、赤外線レーザについては、従来では、可視光測定用のCCDイメージセンサやCMOSイメージセンサに対して直接照射して測定することはできず、赤外光を可視光に変換するイメージコンバータを用いる方法、CCDイメージセンサ等に代わって焦電型イメージセンサを用いる方法などが実用化されている。しかしながら、コスト面やイメージセンサに含まれる画素のサイズ等の問題がある。

[0004] なお、特許文献1には、赤外線レーザのビーム径等をCCDやCMOSイメージセンサにて測定できるかのような記載がある。しかし、一般的には、波長変換などを行わなければ測定できず、赤外線レーザのビーム径等をCCDやCMOSイメージセンサで測定する具体的手段については、特許文献1には何らの記載もない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2008-122202号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従って、本発明の目的は、一側面として、赤外線レーザのビームプロファ

イルを安価なイメージセンサにて測定できるようにするための技術を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る測定方法は、（Ａ）赤外線レーザを可視光測定用のイメージセンサに照射するステップと、（Ｂ）ある露光時間にて上記イメージセンサにより測定された画素値から特定されたピークの画素値が所定の値域内であるか否かを判定するステップと、（Ｃ）上記ピークの画素値が所定の値域内であると判定された場合には、上記イメージセンサにて測定された画素値に基づき、赤外線レーザのビームプロファイルを計算するステップとを含む。

[0008] 本発明に係る測定システムは、（Ａ）赤外線レーザを照射する可視光測定用のイメージセンサと、（Ｂ）ある露光時間にて上記イメージセンサにより測定された画素値から特定されたピークの画素値が所定の値域内であるか否かを判定し、上記ピークの画素値が所定の値域内であると判定された場合には、上記イメージセンサにて測定された画素値に基づき、赤外線レーザのビームプロファイルを計算する情報処理装置とを有する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、実験結果の一例を示す図である。

[図2]図2は、レーザ照射時間と単位時間当たりの熱励起キャリア発生レートとの関係を示す図である。

[図3]図3は、ピーク画素値と目標範囲との関係を模式的に説明するための図である。

[図4]図4は、第1の実施の形態に係る測定システムの概要を示す図である。

[図5]図5は、第1の実施の形態に係る測定方法の流れを示す図である。

[図6]図6は、単位時間当たりの熱励起キャリア発生レートの調整を模式的に説明するための図である。

[図7]図7は、第2の実施の形態に係る測定システムの概要を示す図である。

[図8]図8は、調整パラメータの調整方針を表すテーブルを示す図である。

[図9]図9は、第3の実施の形態の概要を説明するための図である。

[図10]図10は、第3の実施の形態に係る測定システムの概要を示す図である。

[図11]図11は、第3の実施の形態に係る測定方法の流れを示す図である。

[図12]図12は、第3の実施の形態に係る測定方法の流れを示す図である。

[図13]図13は、可視光レーザを共用する例を模式的に示す図である。

[図14]図14は、アライメント用のフィルタの波長特性を説明するための図である。

[図15]図15は、フィルタの作用を説明するための図である。

[図16]図16は、可視光及び赤外線レーザ加工用のフィルタの波長特性を説明するための図である。

[図17]図17は、イメージセンサに付加するカバーを説明するための断面図である。

[図18]図18は、コンピュータ装置のブロック構成図である。

発明を実施するための形態

[0010] [本発明の実施の形態に係る着想]

本発明の実施の形態では、可視光測定用のイメージセンサ（より具体的にはモノクロ測定用イメージセンサ。CCDでもCMOSでもよい）を用いて、本来は測定対象ではない赤外線レーザのビームプロファイルを測定する。

[0011] このため、光励起されたキャリアによる信号ではなく、赤外線レーザによって熱励起されたキャリアによる信号（すなわち暗電流）を測定することで、イメージセンサ表面における温度分布を空間的に離散化して可視化することで、赤外線レーザのビームプロファイルを得ることとする。

[0012] しかしながら、熱励起を用いるため、イメージセンサの温度上昇による信号レベル（すなわち画素値）の変化により問題が発生する。

[0013] 実験結果の一例を図1に示す。図1の横軸はイメージセンサを横切るある直線上での位置を表し、縦軸は信号レベルを表す。ここでは、赤外線レーザを照射する前における信号レベルを繋ぐライン（0 s）、赤外線レーザを照射して5秒後における信号レベルを繋ぐライン（5 s）、赤外線レーザを照

射して10秒後における信号レベルを繋ぐライン(10s)、赤外線レーザを照射して20秒後における信号レベルを繋ぐライン(20s)、赤外線レーザを照射して30秒後における信号レベルを繋ぐライン(30s)、赤外線レーザを照射して40秒後における信号レベルを繋ぐライン(40s)、赤外線レーザを照射して50秒後における信号レベルを繋ぐライン(50s)、赤外線レーザを照射して60秒後における信号レベルを繋ぐライン(60s)が示されている。なお、各ラインで表される信号レベルは、全て同じ露光時間(電子シャッタのシャッタスピード)で測定されている。

[0014] 図1から分かるように、5sや10sのラインではピークが低すぎてビーム径を推定するには不適切である。また、40s、50s及び60sのラインではピークが高すぎて、飽和レベルに達してしまっている部分もあり、ビーム径を推定するには不適切である。一方、20sや30sのラインでは、ピークが高すぎず且つ低すぎず、ビーム径を推定するのに適している。

[0015] このように実際に測定を行う場合には、信号レベル、特にピークの信号レベルに留意しないと、妥当性のある測定結果を得ることができない。

[0016] 以下、このような実態を踏まえた具体的な測定方法について説明する。

[0017] [実施の形態1]

本実施の形態で用いるようなイメージセンサについて、レーザ照射時間[s]と単位時間当たりの熱励起キャリア発生レート $V(T)$ [e^-/s]とは、図2に示すような関係がある。すなわち、単位時間当たりの熱励起キャリア発生レートは、当初急激に増加するが、その後は緩やかに増加するようになり、ある程度のレーザ照射時間になるとほぼ一定となる。

[0018] このような場合に、本実施の形態では、イメージセンサが内蔵する電子シャッタの露光時間(シャッタースピード、稼働時間、シャッタ時間とも呼ぶ) t_a を調整することで、イメージセンサから回収する熱励起キャリアの量を調整する。図2の例では、領域A、領域B、領域Cの各々で示すように、異なる t_a を設定すれば、 $V(T)$ のカーブに応じた熱励起キャリアの回収量を調整できる。時刻Tにおいて露光時間 t_a で熱励起キャリアを回収すると、そ

の回収量（ $V(T)$ 以下の領域の面積）は $V(T) * t_a$ となる。熱励起キャリアの回収量は、測定可能な範囲に入っていれば画素値に対応するが、測定可能な範囲に入っていなければ、適切に測定できない。

[0019] 例えば、画素 i の画素値 S_i が全画素のなかで最も大きい値となっているものとする。図 3 において実線で模式的に示すように、 S_i が、予め定めておく目標範囲（ハッチング部分）内に入っていれば、他の画素の画素値も、適切な範囲内に入っていることが推定できるため、ビーム径などのビームプロファイル、イメージセンサから出力される全画素値から算出できる。しかしながら、図 3 において 2 本の点線で模式的に示すように、 S_i が目標範囲の上限値を超える場合や目標範囲の下限値を下回る場合には、一部又は全部の画素の画素値が飽和レベルに達したり、雑音レベルになってしまったりして、全体としてビーム径等のビームプロファイルを算出するのに適していない。

[0020] このため、本実施の形態では、調整パラメータとしてイメージセンサに内蔵される電子シャッタの露光時間を採用して、ピークとなる画素値（ピーク画素値）が目標範囲内になるように露光時間を調整するものとする。なお、ピーク画素値については、単純に最大画素値としてもよいが、雑音の問題もあるので、様々な決定方法を採用してもよい。例えば、各画素について、その画素の周辺画素の画素値を含めてピークとしての妥当性を判断し、妥当であればその画素の画素値を採用する、といった方法を採用してもよい。また、上位所定個の画素値から平均値等を算出して採用するようにしてもよい。

[0021] また、目標範囲については、実験により妥当な範囲を予め決定しておくものとする。

[0022] 次に、本実施の形態に係る測定システムの機能構成例を図 4 を用いて説明する。

[0023] 本実施の形態に係る測定システムは、可視光測定用のイメージセンサ 100（電子シャッタ内蔵）と、演算及び制御を行う例えばパーソナルコンピュータである情報処理装置 200 とを含む。情報処理装置 200 は、データ取得部 210 と、判定部 220 と、演算部 230 と、制御部 240 と、データ

格納部２５０とを有する。

[0024] データ取得部２１０は、イメージセンサ１００から測定結果である画素値を取得し、データ格納部２５０に格納する。判定部２２０は、ピーク画素値を特定し、ピーク画素値が目標範囲に入っているか否かを判定する処理を実行する。演算部２３０は、ピーク画素値が目標範囲に入っていると判定された場合に、画素値からビーム径などのビームプロファイルを演算する処理などを実行し、処理結果をデータ格納部２５０に格納したり、表示装置などの出力装置に出力する。制御部２５０は、判定部２２０の判定結果に基づきイメージセンサ１００に内蔵される電子シャッタの制御を行う。

[0025] 次に、図５を用いて、本実施の形態に係る測定方法について説明する。

[0026] まず、情報処理装置２００の制御部２４０は、調整パラメータ（本実施の形態ではイメージセンサ１００における電子シャッタの露光時間）に初期値を設定する（ステップＳ１）。電子シャッタの露光時間の場合、初期的には長めの値（例えば最大値）を設定して、その後短くすることが好ましい。

[0027] その後、測定者は、イメージセンサ１００に対する赤外線レーザの照射を開始させる（ステップＳ３）。

[0028] そして、情報処理装置２００のデータ取得部２１０は、イメージセンサ１００から各画素の画素値（すなわち暗電流信号）を取得し、データ格納部２５０に格納する（ステップＳ５）。そうすると、判定部２２０は、取得した画素値から上で述べたようにピーク画素値を特定し、当該ピーク画素値が目標範囲内に入っているか否かを判定する（ステップＳ７）。すなわち、ピーク画素値が、目標範囲の上限以下で且つ目標範囲の下限以上となっているか否かを判定する。

[0029] ピーク画素値が目標範囲外である場合には、制御部２４０は、調整パラメータの値を変更して設定する（ステップＳ９）。ピーク画素値が、目標範囲の上限を超えている場合には、電子シャッタの露光時間を短縮するように設定する。一方、ピーク画素値が目標範囲の下限値を下回っている場合には、電子シャッタの露光時間を延ばすように設定する。なお、ステップＳ５で取

得された測定結果は破棄する。そして処理は例えば所定時間後にステップS 5に戻る。変更の程度については、あらかじめ定めておくが、イメージセンサ100によっては制限がある場合がある。また、イメージセンサ100によっては設定可能な範囲が決まっているので、その範囲を超えて変更しなければならない場合には、測定不能ということを出力して測定を中止する。設定可能な範囲内であっても、所定回数変更してもピーク画素値が目標範囲内に収まらない場合には、測定不能ということを出力して測定を中止するようにしてもよい。

[0030] 一方、ピーク画素値が目標範囲内である場合には、演算部230は、赤外線レーザのビームプロファイルを計算し、データ格納部250に格納すると共に、表示装置などの出力装置に出力する（ステップS11）。

[0031] 例えば、ガウス分布近似する場合には、画素値の分布に対して周知のガウシアンフィッティングを行って $1/e^2$ 幅（最大強度の0.135倍になる二点間の距離）を算出し、予め求めておいた校正係数を用いて補正すれば、ビーム径が得られる。他の分布を想定してもよい。

[0032] さらに、イメージセンサ100の各画素温度と画素値との対応関係を予め求めておき、各画素の測定結果である画素値に対して画素温度を計算することで、イメージセンサ100上の温度分布を得るようにしてもよい。このような温度分布を表す画像に対して、点像分布関数のデコンボリューションを行えば、任意の入射ビーム形状を推定できる。また、熱伝導解析などを実行しても、入射ビームの形状を推定できる。このような処理も演算部230で行うようにしてもよい。

[0033] なお、熱励起過程を記述するアレニウス則を表す下記の式の各係数を予め算出しておけば、画素値から画素温度を算出できる。

$$\text{Temp}_i = E_g / \{ 2k * \log (-B * t_a / (A - S_i)) \}$$

Temp_iは、画素iの温度を表し、Aはオフセットを表し、Bは装置係数を表し、S_iは画素値を表し、E_gはバンドギャップエネルギーを表し、kはボルツマン定数を表し、t_aは、電子シャッタの露光時間を表す。

[0034] なお、他の特性曲線の多項式を求めておいて、それを用いて温度分布を得るようにしてもよい。

[0035] 図5の説明に戻って、測定を継続する場合には（ステップS13：Yesルート）、処理はステップS5に戻る。一方、測定を継続しない場合には（ステップS13：Noルート）、測定者は、赤外線レーザの照射を停止させる（ステップS15）。そして処理は終了する。

[0036] 以上のように、本実施の形態では、イメージセンサ100に内蔵される電子シャッタの露光時間を調整して、ピーク画素値が目標範囲内に収まるようにするので、継続的に妥当な測定結果を得ることができるようになる。

[0037] なお、ステップS11で得られた個々のビーム径をそのまま出力するだけでなく、所定時間毎に、その所定時間内で算出されたビーム径の平均値などを算出するようにしてもよい。

[0038] また、上では、調整パラメータの初期値の設定や後の変更を、制御部240が行う場合を示したが、測定者が、情報処理装置200からの指示などに応じて行うようにしてもよい。

[0039] [実施の形態2]

第1の実施の形態では、レーザの照射時間が長くなると、レーザの強度によってはイメージセンサ100の温度が高くなりすぎる場合もあるので、より継続的に且つ安定的に測定を行うことができるようにすることを考える。

[0040] 本実施の形態では、イメージセンサ100に対する入射レーザパワーを減衰させること、イメージセンサ100を冷却することの少なくともいずれかにて対処する。なお、電子シャッタの露光時間については一定とする。

[0041] そうすると、第1の実施の形態における図2は、図6に示すような形になる。すなわち、入射レーザパワーを減衰させない場合には、図6における実線カーブで表されるような、単位時間当たりの熱励起キャリア発生レートの変化となるが、入射レーザパワーをある程度減衰させれば、図6における長い点線のカーブとなり、入射レーザパワーをさらに減衰させれば、図6における短い点線のカーブとなる。同様に、イメージセンサ100を冷却しなけ

れば、図6における実線カーブで表されるような、単位時間当たりの熱励起キャリア発生レートの変化となるが、イメージセンサ100をある程度冷却させれば、図6における長い点線のカーブとなり、イメージセンサ100をさらに冷却させれば、図6における短い点線のカーブとなる。

[0042] 一定の露光時間 t_e であれば、幅は同一で高さが異なる領域D、領域E、領域Fが得られ、これらの領域の面積が熱励起キャリアの回収量に対応する。熱励起キャリアの回収量を適切に調整することは、第1の実施の形態と同様である。すなわち、入射レーザパワーを減衰させる度合い、イメージセンサ100を冷却する度合いを調整することで、単位時間当たりの熱励起キャリア発生レートのカーブの高さを調整して、結果として得られるピーク画素値が目標範囲に入るように制御する。

[0043] 本実施の形態に係る測定システムの機能構成例を図7を用いて説明する。

[0044] 本実施の形態に係る測定システムは、イメージセンサ100と、イメージセンサ100の赤外線レーザ入射側に設けられる減衰機構300と、イメージセンサ100に付加される冷却機構400と、情報処理装置200bとを有する。

[0045] 減衰機構300は、赤外線レーザの入射レーザパワーを調整する機能を有しており、可変フィルタや連続シャッタなどによって実現される。

[0046] 冷却機構400は、イメージセンサ100を冷却する機能を有しており、ペルチェ素子などである。

[0047] 図7では、減衰機構300と冷却機構400とが両方設けられている例を示しているが、いずれか一方であってもよい。

[0048] 情報処理装置200bは、ほぼ第1の実施の形態に係る情報処理装置200と同じであるが、制御部240bは、制御対象が減衰機構300と冷却機構400との少なくともいずれかであるので、この部分が異なっている。

[0049] 本実施の形態に係る測定方法も、ほぼ図5に示したものと同様である。

[0050] 但し、調整パラメータは、減衰機構300を採用する場合には減衰度合いであり、冷却機構400を採用する場合には冷却度合いとなる。なお、ピー

ク画素値が目標範囲に早期に入るように、初期値としては、減衰度合いを低くし、冷却度合いも低くすることが好ましい。

[0051] そして、ピーク画素値が目標範囲の上限値を超えている場合には、ステップS 9において、制御部240bは、減衰機構300の減衰度合いを上げ、冷却機構400の冷却度合いを上げる。一方、ピーク画素値が目標範囲の下限値を下回る場合には、ステップS 9において、制御部240bは、減衰機構300の減衰度合いを下げ、冷却機構400の冷却度合いを下げる。

[0052] 減衰度合い及び冷却度合いの調整幅については、予め設定しておく。減衰度合いや冷却度合いについて設定可能な範囲を超えるように変更することになった場合には、測定を中止すればよい。

[0053] 他の部分は、第1の実施の形態と同様である。

[0054] このようにすれば、第1の実施の形態と同様に、ピーク画素値を目標範囲内に収めることができ、適切にビーム径などのビームプロファイルを算出できるようになる。

[0055] 第1の実施の形態と第2の実施の形態とは、熱励起キャリアの回収量を調整する点において同じであるから、第1の実施の形態と第2の実施の形態とを組み合わせる図5に示す手順を実行してもよい。

[0056] その際、ステップS 9では、図8に示すような方針に従って調整パラメータの調整を行う。図8は、上で述べたことを表形式で表しただけであるが、電子シャッタの露光時間、減衰度合い及び冷却度合いの変更をすべて行わなければならないわけではない。例えば、予め設定された優先度に応じて、順番に変更してゆくようにしてもよい。

[0057] 例えば、以下のような精緻な制御を行うと、より好ましいと考えられる。

1. レーザ照射開始時は、減衰機構300の減衰度合いを最大化し、レーザ突入によるイメージセンサ100のダメージを回避する。

2. レーザ照射開始直後は、減衰機構300の減衰度合いを下げつつ電子シャッタの露光時間を最大化し、熱励起キャリアの回収量の増加を高速化させる。

3. 長時間に渡る測定では、信号レベルを維持しつつ、減衰機構300の減衰度合いを高くし冷却機構400の冷却度合いも高くしてイメージセンサ100の温度上昇を回避する。

4. 測定終了時は、レーザ照射停止後も冷却機構400による冷却を一定時間継続し、イメージセンサ100の冷却を促進して、次の測定に備える。

[0058] [第3の実施の形態]

第1の実施の形態及び第2の実施の形態では、照射時間が長くなっても対処できるようにイメージセンサ100の電子シャッタの露光時間、入射レーザパワーの減衰度合い、イメージセンサ100の冷却度合いを制御するものであったが、短い時間のみ測定できれば良い場合もある。

[0059] 例えば、電子シャッタの露光時間は固定として測定を始めると、図9に模式的に示すように、画素値の分布は、短い点線のカーブで示すように一部の画素値が雑音レベルになってしまい、ビーム径などのビームプロファイルを計算するのに適さない。その後長い点線のカーブで示すように、ピーク画素値が目標範囲内に入るようになって、ビーム径などのビームプロファイルを計算するのに好ましい状態になる。しかし、さらに時間が経過すれば、実線カーブで示すように、ピーク画素値などが飽和レベルに達してしまい、ビーム径などのビームプロファイルを計算するのに好ましくない状態になる。

[0060] このような特性に鑑みて、本実施の形態に係る測定システムは、図10に示すような機能構成となる。本実施の形態に係る測定システムは、イメージセンサ100と、情報処理装置200cとを有する。情報処理装置200cは、第1の実施の形態における情報処理装置200とほぼ同じであるが、データ取得部210cの処理の一部が異なる点、判定部220cの判定処理が一部異なる点、制御部240が含まれない点で異なる。

[0061] 次に、図11及び図12を用いて、本実施の形態に係る測定方法を説明する。

[0062] まず、赤外線レーザの照射前に、データ取得部210cは、イメージセンサ100から背景信号を取得して、判定部220cに出力する（図11：ス

テップS 2 1)。赤外線レーザの照射が行われていない状態であるから、背景信号は、どのような画素の画素値であってもよいし、全画素値の平均値等であってもよい。また、例えば、イメージセンサ100の外縁部における特定の画素の画素値であり、カバーなどにより赤外線レーザの照射が行われない画素等の画素値であってもよい。

[0063] そして、判定部220cは、背景信号が予め設定されている基準レベル以下であるか否かを判定する（ステップS 2 3）。このステップは、イメージセンサ100が十分に冷えているか否かを判定するために実行される。

[0064] もし、背景信号が予め設定されている基準レベルを超えている場合には、処理は例えば所定時間後にステップS 2 1に戻る。なお、戻るのではなく、測定を中止するようにしてもよい。

[0065] 一方、背景信号が予め設定されている基準レベル以下であれば、測定者は、イメージセンサ100に対する赤外線レーザの照射を開始する（ステップS 2 5）。

[0066] そうすると、データ取得部210cは、イメージセンサ100から各画素の画素値（すなわち暗電流信号）を取得し、データ格納部250に格納する（ステップS 2 7）。そして、判定部220cは、取得した画素値から上で述べたようにピーク画素値を特定し、当該ピーク画素値が目標範囲の下限未満であるか否かを判定する（ステップS 2 9）。ピーク画素値が目標範囲の下限未満である場合には、現状では熱励起キャリアの回収量が少なすぎるということになるので、処理はステップS 2 7に戻る。

[0067] 一方、ピーク画素値が目標範囲の下限值以上である場合には、処理は端子Aを介して図12の処理に移行する。そうすると、判定部220cは、ピーク画素値が目標範囲の上限値以下であるか否かを判定する（図12：ステップS 3 1）。この条件を満たさない場合には、ピーク画素値が高くなりすぎている、すなわち熱励起キャリアの回収量が多すぎる状態になってしまったので、測定者に赤外線レーザの照射停止を促し、処理はステップS 3 5に移行する。

[0068] 一方、ピーク画素値が目標範囲の上限値以下である場合には、演算部230は、赤外線レーザのビームプロファイルを計算し、データ格納部250に格納すると共に、表示装置などの出力装置に出力する（ステップS33）。この処理はステップS11と同様である。

[0069] そして、測定者は、赤外線レーザの照射を停止させる（ステップS35）。この後、測定を継続する場合には、処理は端子Bを介して図11のステップS27に戻る。一方、測定を終了する場合には、ここで処理終了となる。

[0070] このような測定方法を採用した場合でも、ピーク画素値が目標範囲内に入っている状態においては、適切にビーム径などのビームプロファイルを算出できる。

[0071] なお、一度も測定できずに処理終了となることもあるので、そのような場合には、露光時間を短く設定するように測定者に対して指示などを出力するようにしてもよい。

[0072] [他の技術的事項A]

可視光測定用のイメージセンサ100を用いているので、赤外線レーザの測定中でも可視光を含む環境光があれば、それに反応してしまう。従って、イメージセンサ100表面に、可視光を遮断するための可視光遮断部（例えばGe窓）を設けることが好ましい。

[0073] なお、この可視光遮断部は、以下で示す図15のフィルタの代わりに設けられる。

[0074] [他の技術的事項B]

不可視の赤外線レーザを利用する現場では、ミラーなどの光軸調整をし易くするため、可視光のレーザをガイドとしてビームに重畳（同じ光路を通らせる）させることが一般的で、重畳の精度は赤外線レーザのアライメントに大きく影響する。

[0075] そのため図13に模式的に示すように、ビーム重畳の度合いを確認するため、赤外線に感度のある感熱シート（可燃物）や蛍光板（別途励起光源を使用）などを利用していた。

[0076] そこで、図14に示すように、可視光領域において可視光レーザの波長を含む帯域においてある程度の透過率（可視透過率）を有し、赤外領域においても高い透過率（赤外透過率）を有するようなフィルタを設けるようにする。図14では参考までに、可視光では光励起感度が高く、赤外領域においては熱励起感度が存在することも示してある。なお、紫外は、例えば光の波長が $0.4\mu\text{m}$ 程度よりも短い領域であり、可視は、例えば光の波長が $0.4\mu\text{m}\sim 0.8\mu\text{m}$ 程度の領域であり、赤外は、例えば光の波長が $0.8\mu\text{m}$ 程度よりも長い領域である。本実施の形態では、イメージセンサ100の材料のバンドギャップエネルギーに相当する波長（Si単結晶ではおよそ $1.1\mu\text{m}$ ）を境に、光励起による感度が実質的に存在している領域を可視光領域とし、光励起による感度がほとんどなく波長の長い方の領域を赤外領域としている。

[0077] すなわち、図15に模式的に示すように、このような特性を有するフィルタを、例えば減衰機構300より外側又は内側に設けて、特定の波長を有する可視レーザ光及び赤外線レーザ光については透過させ、環境光については遮断させることで、情報処理装置200dの表示装置などの出力装置には、可視レーザ光の入射位置G、赤外線レーザ光の入射位置Hを示すことができるようになる。

[0078] このようなフィルタは、例えばZnSe窓の表面に誘電体多層膜による可視バンドパスフィルタを形成することで実現される。

[0079] また、可視光透過特性を有するフィルタと赤外光透過特性を有するフィルタを個別に着脱可能とし、測定者が波長特性を調整してもよい。

[0080] なお、第1乃至第3の実施の形態によれば、情報処理装置200乃至200cにおけるデータ格納部250には、各画素の画素値が格納されるので、それを表示装置などの出力装置に出力することで、イメージセンサ100上における赤外線レーザの入射位置を可視化できる。そのためアライメントのために可視光のレーザを用いることは少なくなるかもしれないが、可視光レーザと赤外線レーザとを両方用いて加工を行う場面も想定される。この場合、可視光レーザのパワーは大きいことが想定されるので、可視光レーザの波

長を含む帯域のみにある程度の透過率を有するようなフィルタでなくとも良い場合もある。例えば図16に示すような特性を有するようなフィルタを採用し得る。図16の例では、紫外線領域、可視領域においては、フィルタ透過率は低いレベルでおおよそフラットであるから、弱い環境光などはカットされるが、本実施の形態で対象とする赤外線レーザの領域においては、高い透過率が設定されている。例えば、イメージセンサ100の光励起感度（短い点線）を $V_{uv-vis}(\lambda)$ とし、熱励起感度（長い点線）を $V_{ir}(\lambda)$ とすると、本実施の形態に係るイメージセンサのグローバルな感度は、 $V_{glov} = V_{uv-vis}(\lambda) + V_{ir}(\lambda)$ と表される。そして、フィルタ透過率の設定（実線）は、 $T_{glov}(\lambda) \propto 1 / V_{glov}$ とする。すなわち、フィルタ透過率の分光特性を、光励起感度と熱励起感度とを足し合わせた形状の反転相似形状とする。そうすれば、紫外線領域から赤外線領域まで感度を有するビームプロファイラが実現されるようになる。

[0081] [他の技術的事項C]

本実施の形態における赤外線レーザの強度は、これまで可視光測定用のイメージセンサ100に照射されていたレーザの強度よりも高いことが想定されている。特に、不可視の赤外線レーザの場合、測定開始時点では、赤外線レーザのビームがイメージセンサ100に適切に入射されているか知るすべがなく、暗電流信号が検出されるまで、ビームの入射状態を把握できない。よって、イメージセンサ100の周辺の配線や回路基板を損傷させてしまう可能性が高くなる。

[0082] このため、本実施の形態では、イメージセンサ100に含まれるセンサ素子の外縁部における画素と周辺回路（基板を含む）とを遮蔽するカバー（保護機構）をイメージセンサ100に付加する。

[0083] 例えば図17において模式的な断面図で示すように、センサ素子の外縁部から配線が回路基板上の回路に左右に伸びているが、センサ素子の外縁部の画素及び周辺回路（基板を含む）を遮蔽するためのカバー110が設けられている。なお、センサ素子の下部には、冷却機構400が設けられている。

- [0084] このように、赤外線レーザに対する開口部のサイズは、センサ素子のサイズよりも小さくなっており、センサ素子の外縁部の画素には赤外線レーザが照射されない。また、周辺回路にも赤外線レーザが照射されないので、イメージセンサ１００の損傷を回避することができるようになる。
- [0085] なお、赤外線レーザが照射されない画素の画素値を、背景信号として採用する場合もある。
- [0086] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、情報処理装置２００乃至２００cの機能構成例は一例であり、プログラムモジュール構成とは一致しない場合もある。また、処理フローについても、処理結果が変わらない限り、ステップの順番を入れ替えたり、複数ステップを並列に実行するようにしてもよい。
- [0087] また、実施の形態の組み合わせや、各実施の形態における任意の技術的特徴の組み合わせは、その目的に応じて随時なされるものである。
- [0088] なお、上で述べた情報処理装置２００乃至２００dは、コンピュータ装置であって、図１８に示すように、メモリ２５０１とＣＰＵ（Central Processing Unit）２５０３とハードディスク・ドライブ（ＨＤＤ：Hard Disk Drive）２５０５と表示装置２５０９に接続される表示制御部２５０７とリムーバブル・ディスク２５１１用のドライブ装置２５１３と入力装置２５１５とネットワークに接続するための通信制御部２５１７と周辺機器（イメージセンサ１００、減衰機構３００、冷却機構４００などを含む）と接続するための周辺機器接続部２５２１とがバス２５１９で接続されている。なお、ＨＤＤはソリッドステート・ドライブ（ＳＳＤ：Solid State Drive）などの記憶装置でもよい。オペレーティング・システム（ＯＳ：Operating System）及び本発明の実施の形態における処理を実施するためのアプリケーション・プログラムは、ＨＤＤ２５０５に格納されており、ＣＰＵ２５０３により実行される際にはＨＤＤ２５０５からメモリ２５０１に読み出される。ＣＰＵ２５０３は、アプリケーション・プログラムの処理内容に応じて表示制御部２５０７、通信制御部２５１７、ドライブ装置２５１３を制御して、所定の動作

を行わせる。また、処理途中のデータについては、主としてメモリ 2501 に格納されるが、HDD 2505 に格納されるようにしてもよい。例えば、上で述べた処理を実施するためのアプリケーション・プログラムはコンピュータ読み取り可能なリムーバブル・ディスク 2511 に格納されて頒布され、ドライブ装置 2513 から HDD 2505 にインストールされる。インターネットなどのネットワーク及び通信制御部 2517 を経由して、HDD 2505 にインストールされる場合もある。このようなコンピュータ装置は、上で述べた CPU 2503、メモリ 2501 などのハードウェアと OS 及びアプリケーション・プログラムなどのプログラムとが有機的に協働することにより、上で述べたような各種機能を実現する。

[0089] なお、上ではイメージセンサと情報処理装置とが別々の装置として提供される例を示したが、それらが一体となった測定システム（例えばポータブルな計測器）として提供される場合もある。

[0090] 以上述べた実施の形態をまとめると以下ようになる。

[0091] 本実施の形態に係る測定方法は、（A）赤外線レーザを可視光測定用のイメージセンサに照射するステップと、（B）ある露光時間にてイメージセンサにより測定された画素値（すなわち暗電流信号）から特定されるピークの画素値が所定の値域内であるか否かを判定するステップと、（C）上記ピークの画素値が所定の値域内であると判定された場合には、イメージセンサにて測定された画素値に基づき、赤外線レーザのビームプロファイルを計算するステップとを含む。

[0092] このようにピークの画素値を基準にすることで測定の妥当性を担保しつつ、安価な可視光測定用のイメージセンサを用いて赤外線レーザの測定を行うことができるようになる。なお、ピークの画素値については、様々なバリエーションがあり、ある一つの画素の画素値を採用する場合も、複数の画素の画素値から算出される値を用いるようにしてもよい。

[0093] また、上で述べたピークの画素値が所定の値域内ではない場合であって、上記ピークの画素値が所定の値域を超える場合には、上記ある露光時間より

短い露光時間を新たな上記ある露光時間として設定し、上記ピークの画素値が所定の値域を下回る場合には、上記ある露光時間より長い露光時間を新たな上記ある露光時間として設定するようにしてもよい。この場合、その後、処理は上記判定するステップに戻る。

[0094] このようにすれば、熱励起キャリアの回収量を露光時間にて制御でき、妥当性のある測定状態に移行させることができるようになる。

[0095] また、上で述べたピークの画素値が所定の値域内ではない場合であって、上記ピークの画素値が所定の値域を超える場合には、イメージセンサの温度を下げるように制御し、上記ピークの画素値が所定の値域を下回る場合には、イメージセンサの温度を上げるように制御するようにしてもよい。この場合、その後、処理は上記判定するステップに戻る。

[0096] このような制御を行えば、熱励起キャリアの発生レートを調整することができるため、熱励起キャリアの回収量を制御できるようになり、妥当性のある測定状態に移行させることができるようになる。

[0097] さらに、上で述べたピークの画素値が所定の値域内ではない場合であって、上記ピークの画素値が所定の値域を超える場合には、イメージセンサへの赤外線レーザの入射パワーの減衰を増加させるように制御し、上記ピークの画素値が所定の値域を下回る場合には、イメージセンサへの赤外線レーザの入射パワーの減衰を減少させるように制御するようにしてもよい。この場合、その後の処理は上記判定するステップに戻る。

[0098] このような制御を行うことでも、イメージセンサの温度調整と同様に、熱励起キャリアの発生レートを調整できるようになる。

[0099] 本実施の形態に係る測定システムは、（Ａ）赤外線レーザを照射する可視光測定用のイメージセンサと、（Ｂ）ある露光時間にてイメージセンサにより測定された画素値から特定されたピークの画素値が所定の値域内であるかを判定する判定部と、ピークの画素値が所定の値域内であると判定部により判定された場合には、イメージセンサにて測定された画素値に基づき、赤外線レーザのビームプロファイルを計算する計算部とを有する情報処理装

置とを有する。

[0100] イメージセンサと情報処理装置により、上で述べた測定方法を自動的に実行できるようになる。

[0101] なお、上で述べた情報処理装置が、上記ピークの画素値が所定の値域内ではない場合であって、上記ピークの画素値が所定の値域を超える場合には、上記ある露光時間より短い露光時間を新たな上記ある露光時間として設定し、上記ピークの画素値が所定の値域を下回る場合には、上記ある露光時間より長い露光時間を新たな上記ある露光時間として設定する制御部をさらに有するようにしてもよい。少ないコストで継続して測定できるようになる。

[0102] また、上で述べた測定システムは、イメージセンサを冷却するための冷却機構 (Cooler) をさらに有するようにしてもよい。この場合、上で述べた情報処理装置は、上記ピークの画素値が所定の値域内ではない場合であって、上記ピークの画素値が所定の値域を超える場合には、イメージセンサの温度を下げるように冷却機構を制御し、上記ピークの画素値が所定の値域を下回る場合には、イメージセンサの温度を上げるように冷却機構を制御する制御部をさらに有するようにしてもよい。冷却機構を用いることで、より安定的に継続して測定を行うことができるようになる。

[0103] さらに、上で述べた測定システムは、イメージセンサへの赤外線レーザの入射パワーを減衰させる減衰機構 (Optical Attenuator) をさらに有するようにしてもよい。この場合、上で述べた情報処理装置は、上記ピークの画素値が所定の値域内ではない場合であって、上記ピークの画素値が所定の値域を超える場合には、赤外線レーザの入射パワーの減衰を増加させるように減衰機構を制御し、上記ピークの画素値が所定の値域を下回る場合には、赤外線レーザの入射パワーの減衰を減少させるように減衰機構を制御する制御部をさらに有するようにしてもよい。減衰機構を用いれば、イメージセンサの保護も図れ、さらに安定的に継続して測定を行うことができるようになる。

[0104] また、上で述べた測定システムは、イメージセンサに対する可視光遮断部 (Visible Light Shutter)、又は、イメージセンサに対して可視光領域にお

いて特定の波長の光以外を遮断し、赤外領域の光を透過させるフィルタをさらに有するようにしてもよい。可視光遮断部を設けることで、環境光の影響を抑制でき、フィルタを設けることで、環境光の影響を抑制できると共に例えば特定の波長の可視光レーザをも測定できるようになる。

[0105] さらに、上で述べたイメージセンサに、当該イメージセンサのセンサ素子に含まれる画素のうち外縁部の画素とイメージセンサの周辺部分とを遮蔽するカバーが付されるようにしてもよい。これにより、不可視の赤外線レーザがセンサ素子の周辺にある回路などを損傷させるような事態を回避できるようになる。

[0106] 以上述べた情報処理装置の処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを作成することができて、そのプログラムは、様々な記憶媒体に記憶される。

請求の範囲

- [請求項1] 赤外線レーザを可視光測定用のイメージセンサに照射するステップと、
- ある露光時間にて前記イメージセンサにより測定された画素値から特定されるピークの画素値が所定の値域内であるか否かを判定するステップと、
- 前記ピークの画素値が前記所定の値域内であると判定された場合には、前記イメージセンサにて測定された画素値に基づき、前記赤外線レーザのビームプロファイルを計算するステップと、
- を含む測定方法。
- [請求項2] 前記ピークの画素値が前記所定の値域内ではない場合であって、
- 前記ピークの画素値が前記所定の値域を超える場合には、前記ある露光時間より短い露光時間を新たな前記ある露光時間として設定し、
- 前記ピークの画素値が前記所定の値域を下回る場合には、前記ある露光時間より長い露光時間を新たな前記ある露光時間として設定し、
- 前記判定するステップに戻る
- 請求項1記載の測定方法。
- [請求項3] 前記ピークの画素値が前記所定の値域内ではない場合であって、
- 前記ピークの画素値が前記所定の値域を超える場合には、前記イメージセンサの温度を下げるように制御し、
- 前記ピークの画素値が前記所定の値域を下回る場合には、前記イメージセンサの温度を上げるように制御し、
- 前記判定するステップに戻る
- 請求項1記載の測定方法。
- [請求項4] 前記ピークの画素値が前記所定の値域内ではない場合であって、
- 前記ピークの画素値が前記所定の値域を超える場合には、前記イメージセンサへの前記赤外線レーザの入射パワーの減衰を増加させるように制御し、

前記ピークの画素値が前記所定の値域を下回る場合には、前記イメージセンサへの前記赤外線レーザの入射パワーの減衰を減少させるように制御し、

前記判定するステップに戻る

請求項 1 記載の測定方法。

[請求項5]

赤外線レーザを照射する可視光測定用のイメージセンサと、

ある露光時間にて前記イメージセンサにより測定された画素値から特定されたピークの画素値が所定の値域内であるか否かを判定する判定部と、前記ピークの画素値が前記所定の値域内であると前記判定部により判定された場合には、前記イメージセンサにて測定された画素値に基づき、前記赤外線レーザのビームプロファイルを計算する計算部とを有する情報処理装置と、

を有する測定システム。

[請求項6]

前記情報処理装置は、

前記ピークの画素値が前記所定の値域内ではない場合であって、

前記ピークの画素値が前記所定の値域を超える場合には、前記ある露光時間より短い露光時間を新たな前記ある露光時間として設定し、

前記ピークの画素値が前記所定の値域を下回る場合には、前記ある露光時間より長い露光時間を新たな前記ある露光時間として設定する制御部

をさらに有する請求項 5 記載の測定システム。

[請求項7]

前記イメージセンサを冷却するための冷却機構をさらに有し、

前記情報処理装置は、

前記ピークの画素値が前記所定の値域内ではない場合であって、

前記ピークの画素値が前記所定の値域を超える場合には、前記イメージセンサの温度を下げるように前記冷却機構を制御し、

前記ピークの画素値が前記所定の値域を下回る場合には、前記イメージセンサの温度を上げるように前記冷却機構を制御する制御部

をさらに有する請求項5記載の測定システム。

[請求項8]

前記イメージセンサへの前記赤外線レーザの入射パワーを減衰させる減衰機構をさらに有し、

前記情報処理装置は、

前記ピークの画素値が前記所定の値域内ではない場合であって、

前記ピークの画素値が前記所定の値域を超える場合には、前記赤外線レーザの入射パワーの減衰を増加させるように前記減衰機構を制御し、

前記ピークの画素値が前記所定の値域を下回る場合には、前記赤外線レーザの入射パワーの減衰を減少させるように前記減衰機構を制御する制御部

をさらに有する請求項5記載の測定システム。

[請求項9]

前記イメージセンサに対する可視光遮断部、又は

前記イメージセンサに対して可視光領域において特定の波長の光以外を遮断し、赤外領域の光を透過させるフィルタ

をさらに有する請求項5乃至8のいずれか1つ記載の測定システム。

[請求項10]

前記イメージセンサに、当該イメージセンサのセンサ素子に含まれる画素のうち外縁部の画素と前記イメージセンサの周辺部分とを遮蔽するカバーが付されていることを特徴とする

請求項5乃至9のいずれか1つ記載の測定システム。

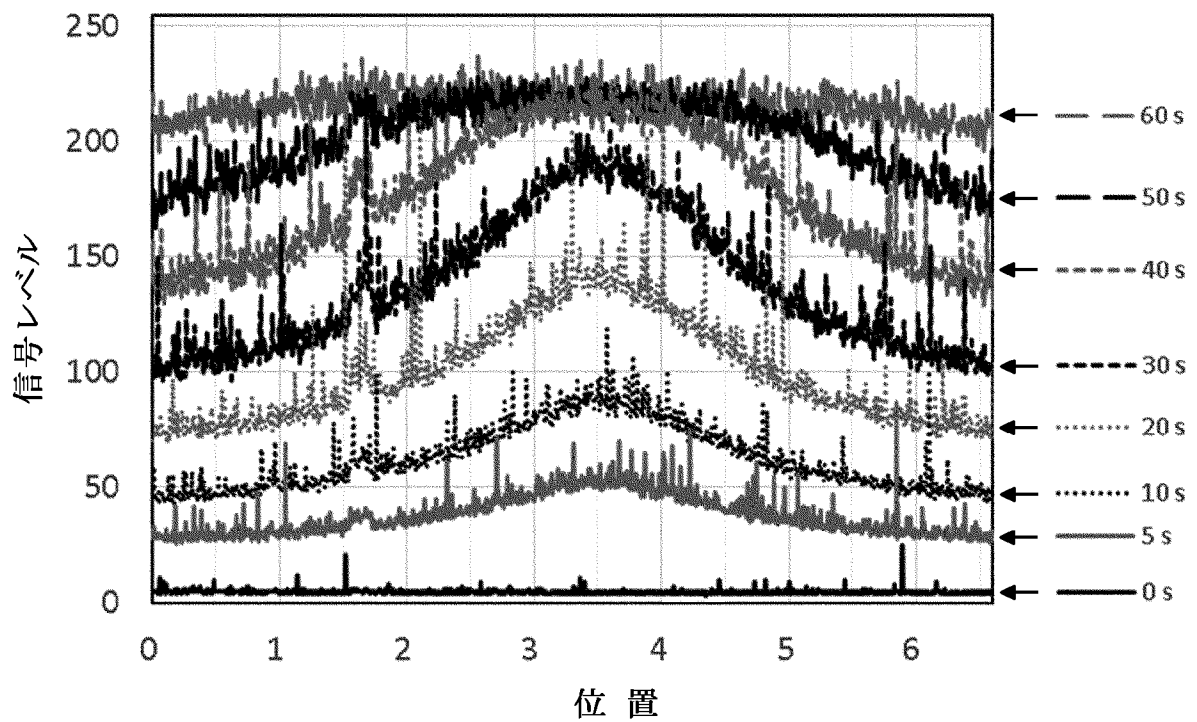
[請求項11]

赤外線レーザが照射された可視光測定用のイメージセンサによりある露光時間にて測定された画素値から特定されたピークの画素値が所定の値域内であるか否かを判定するステップと、

前記ピークの画素値が前記所定の値域内である場合には、前記イメージセンサにて測定された画素値に基づき、前記赤外線レーザのビームプロファイルを計算するステップと、

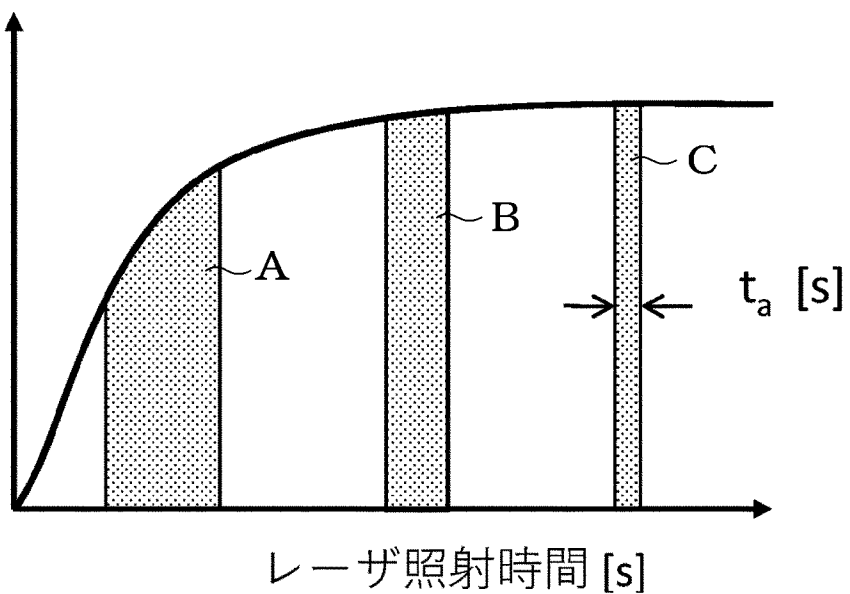
を、コンピュータに実行させるためのプログラム。

[図1]

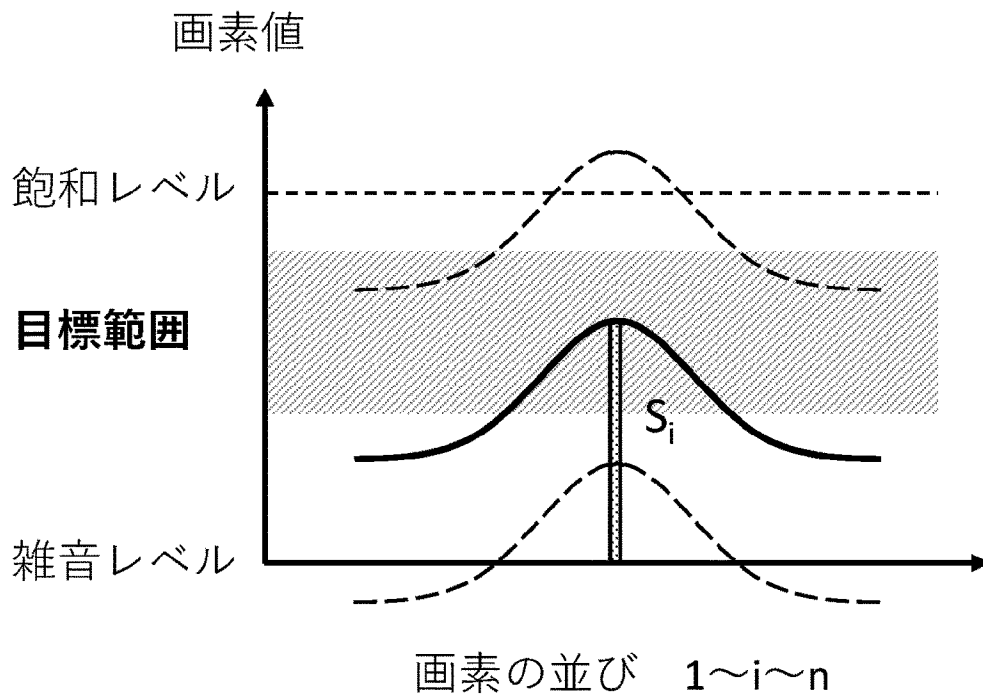


[図2]

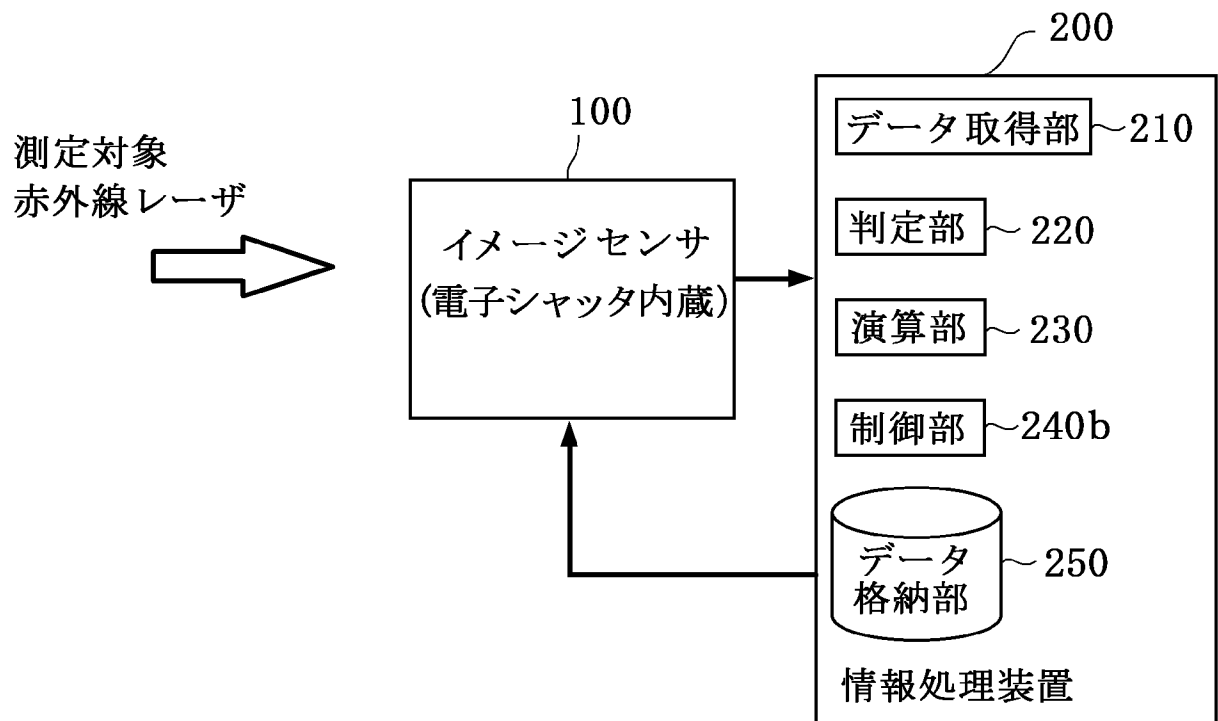
単位時間当たりの
熱励起キャリア発生レート
 $V(T)$ [e⁻/s]



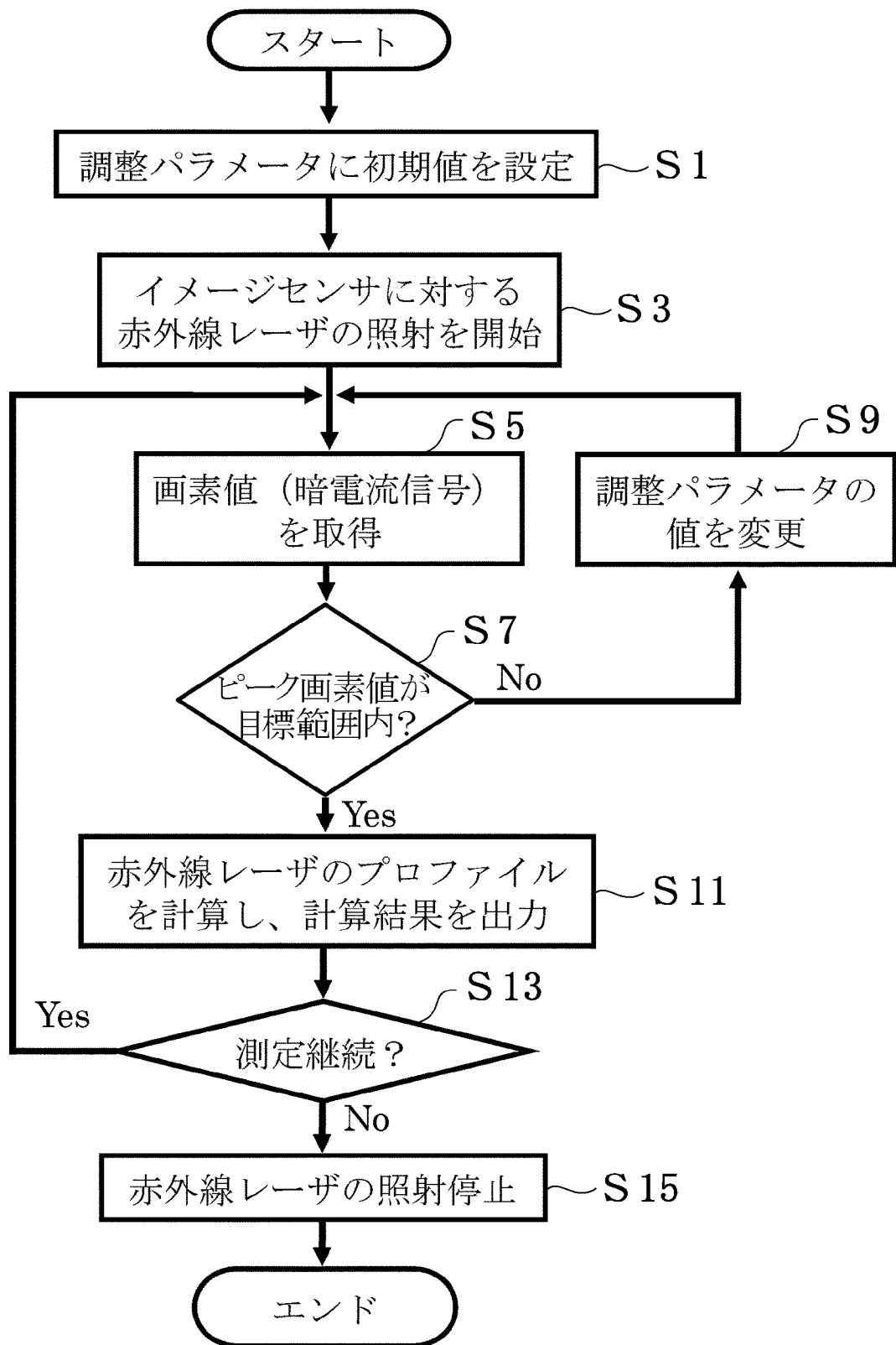
[図3]



[図4]



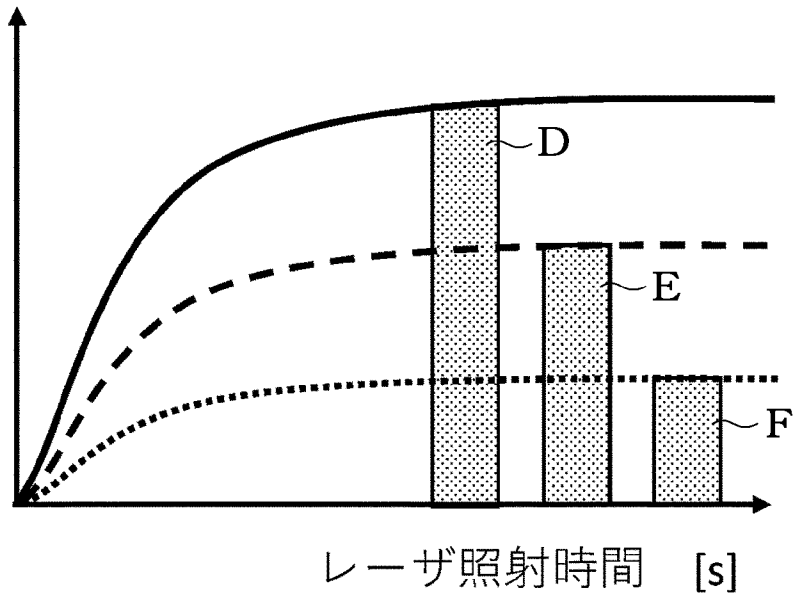
[図5]



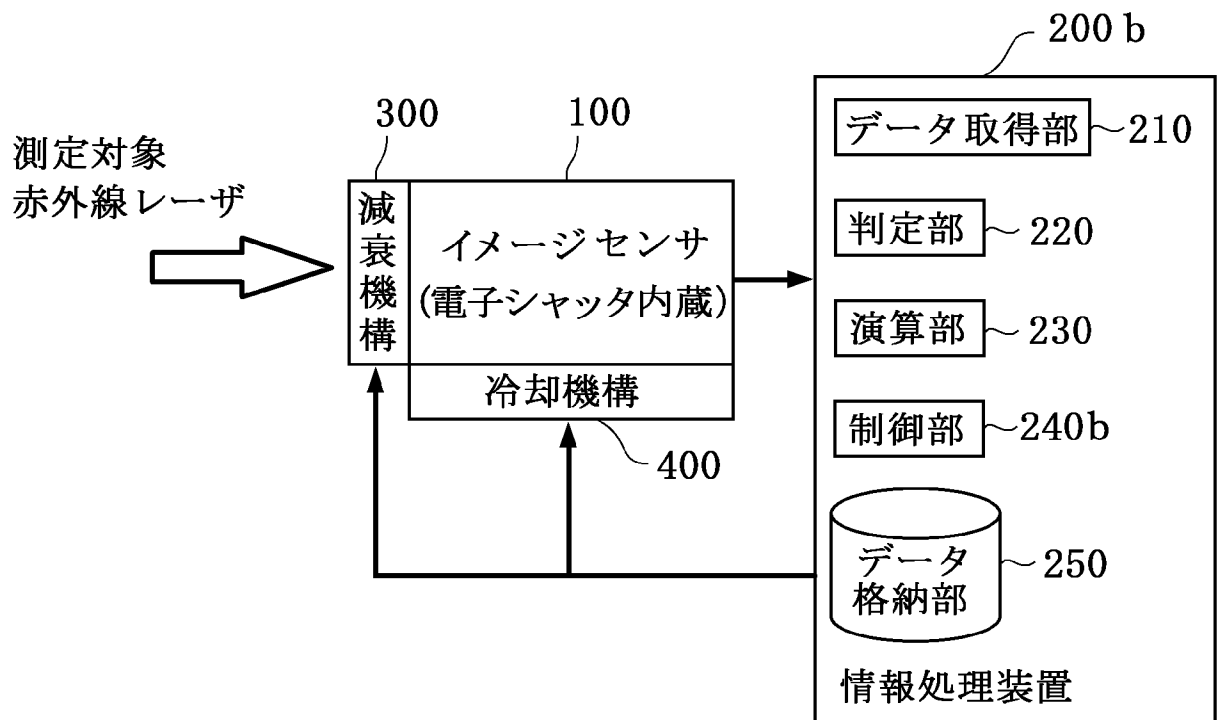
[図6]

単位時間あたりの
熱励起キャリア発生レート

$V(T)$ [e^-/s]



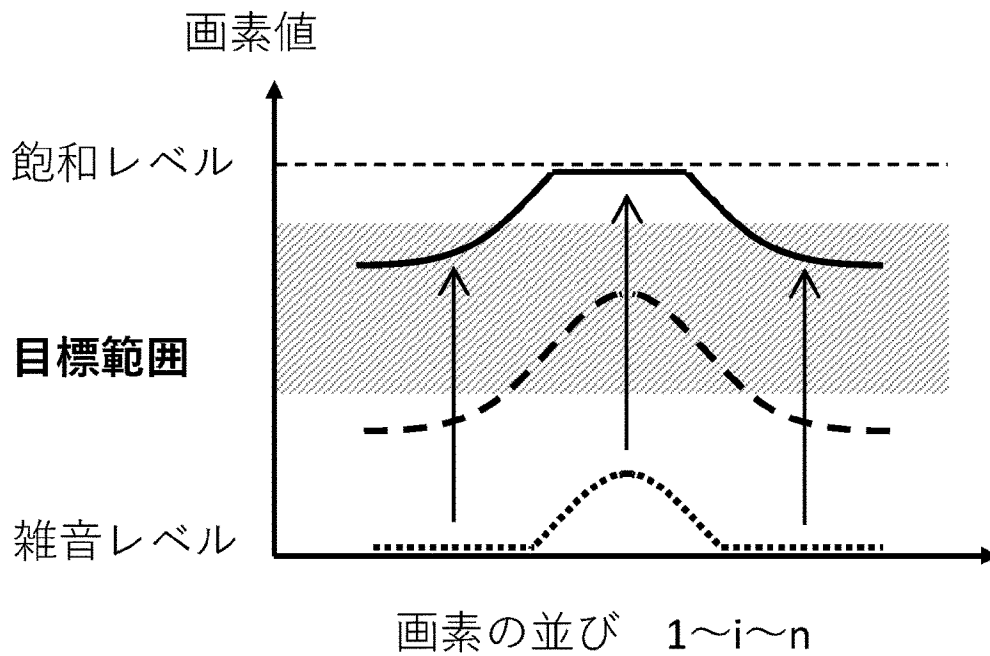
[図7]



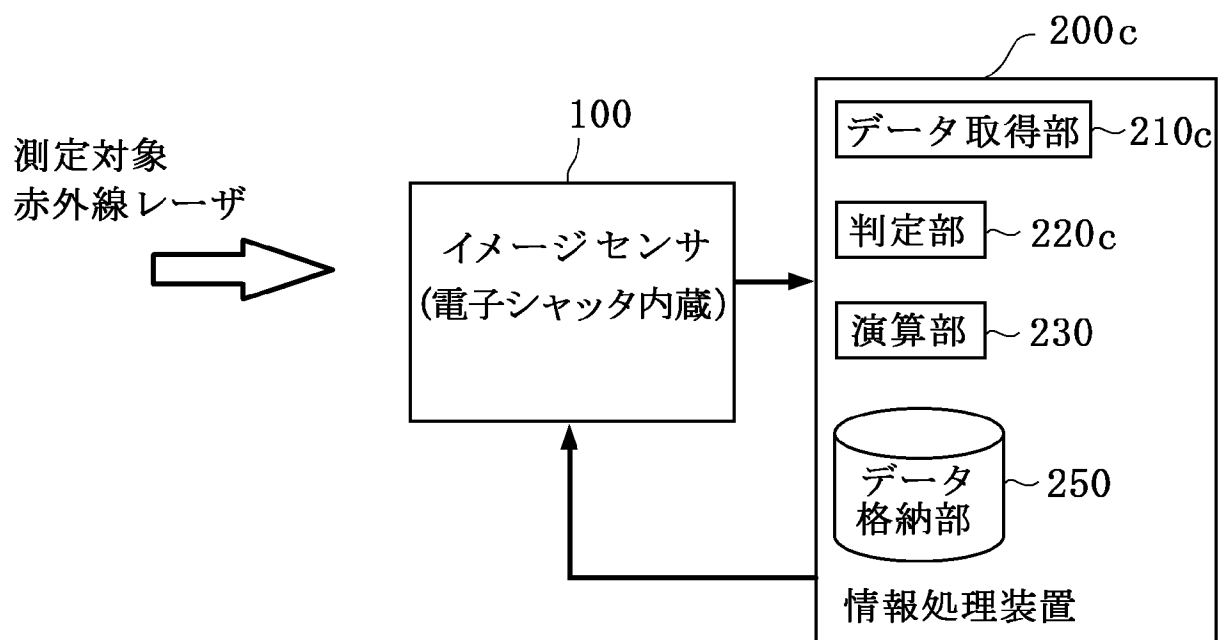
[図8]

	電子シャッタ の露光時間	入射レーザパワー の減衰度合い	冷却度合い
ピーク画素値＞目標範囲の上限	短縮	増加	増加
ピーク画素値＜目標範囲の下限	延長	減少	減少

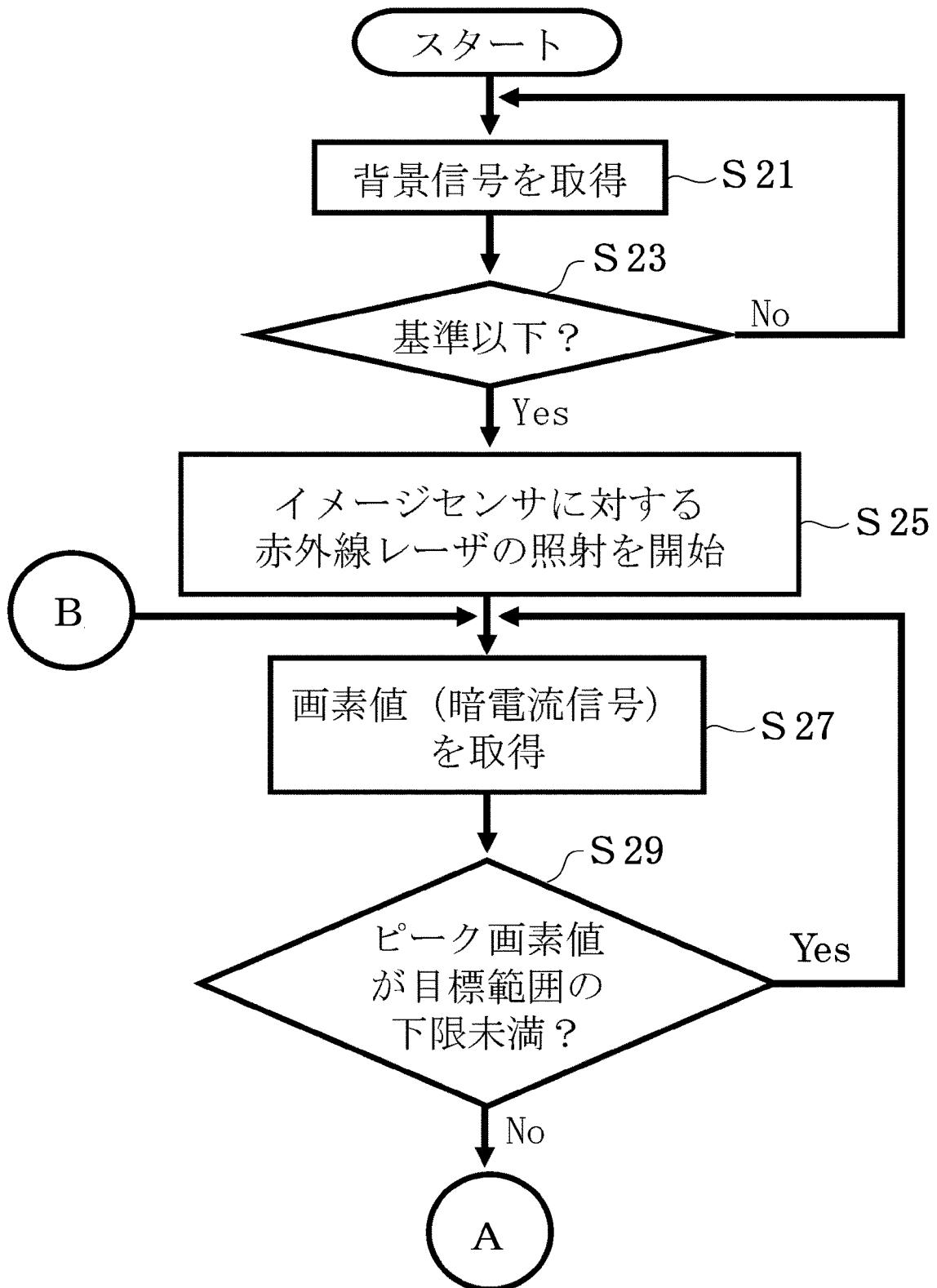
[図9]



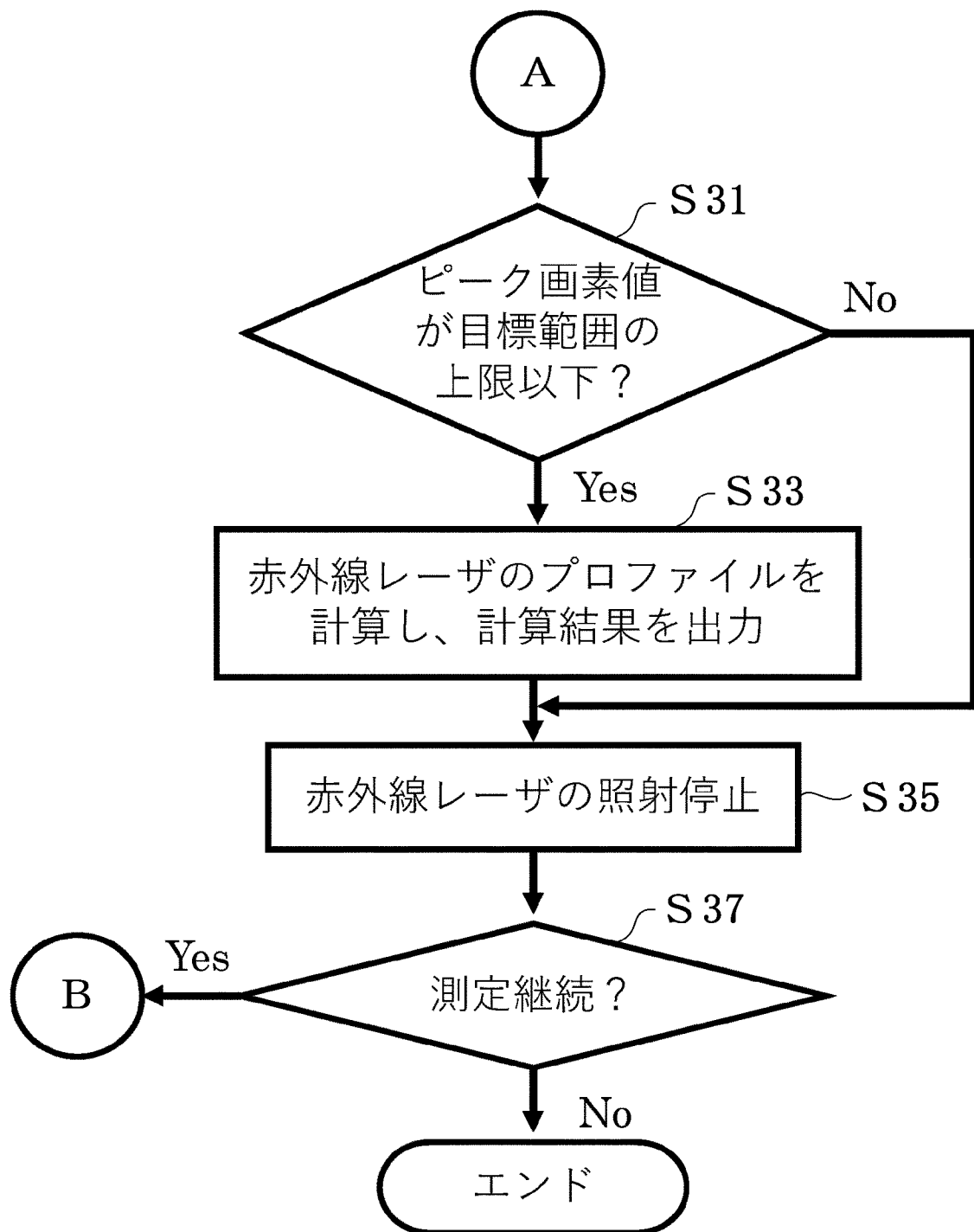
[図10]



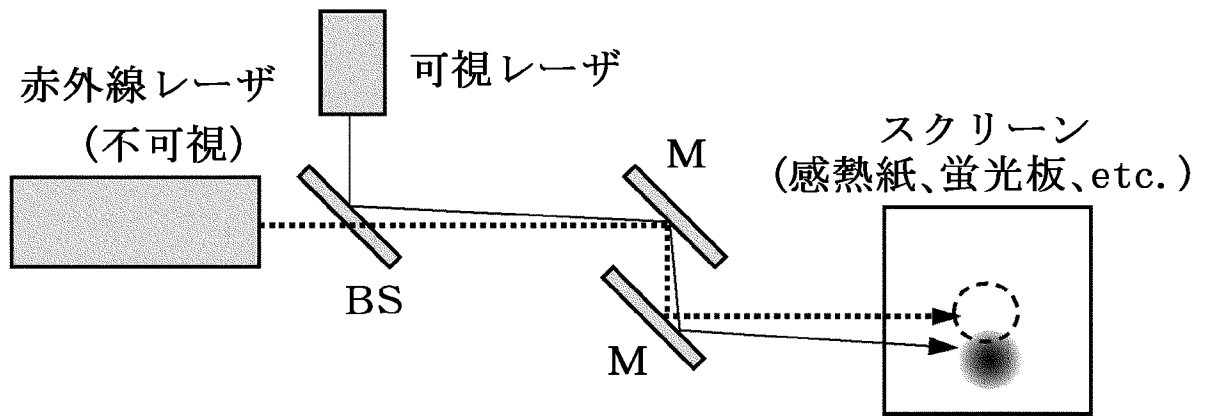
[図11]



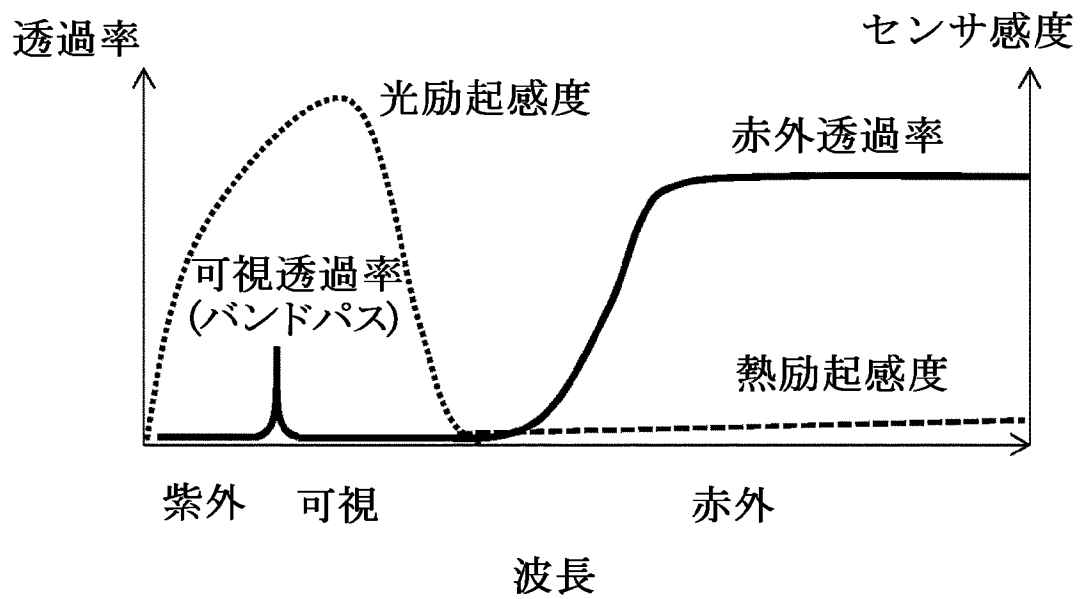
[図12]



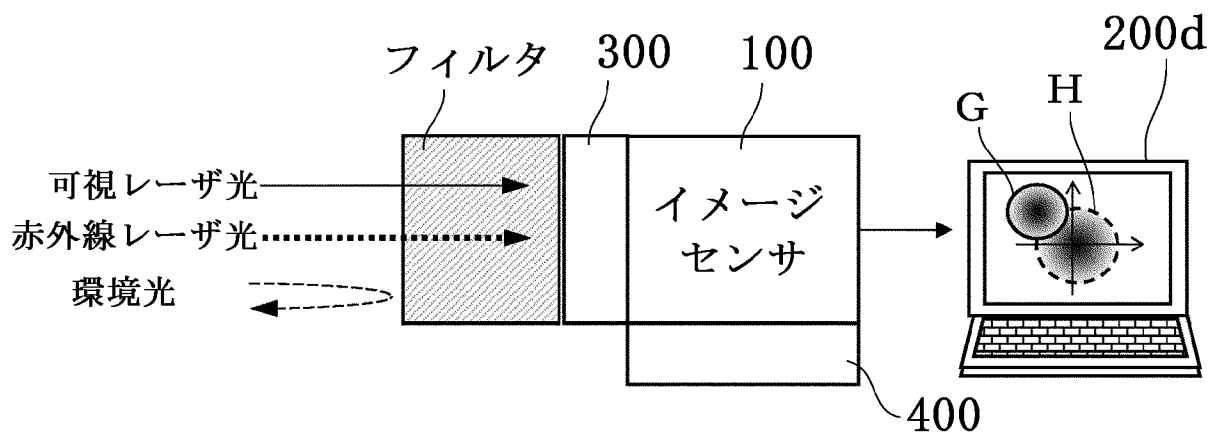
[図13]



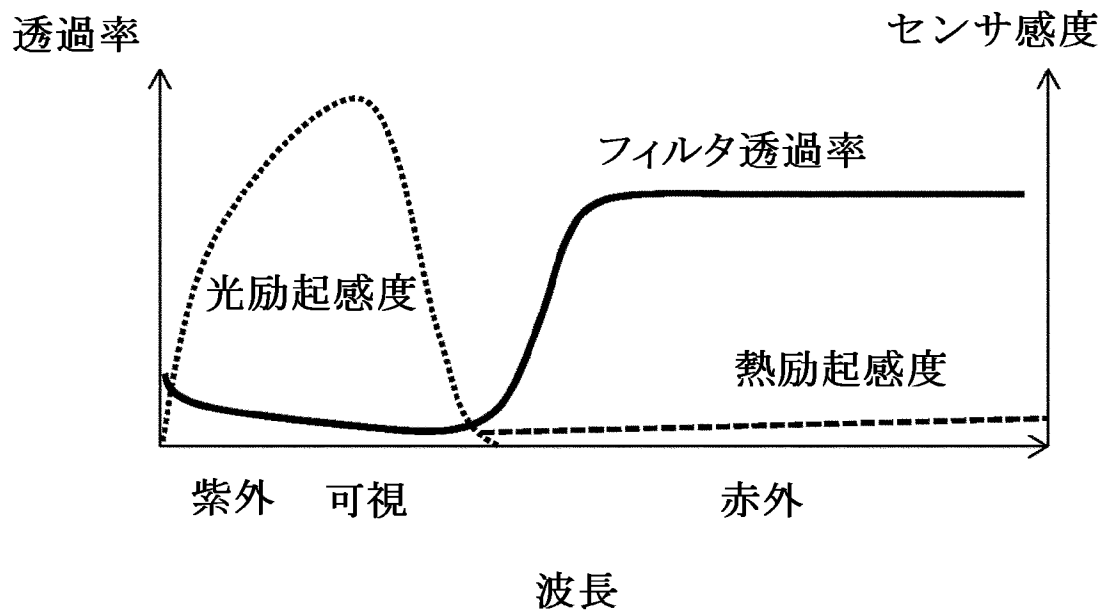
[図14]



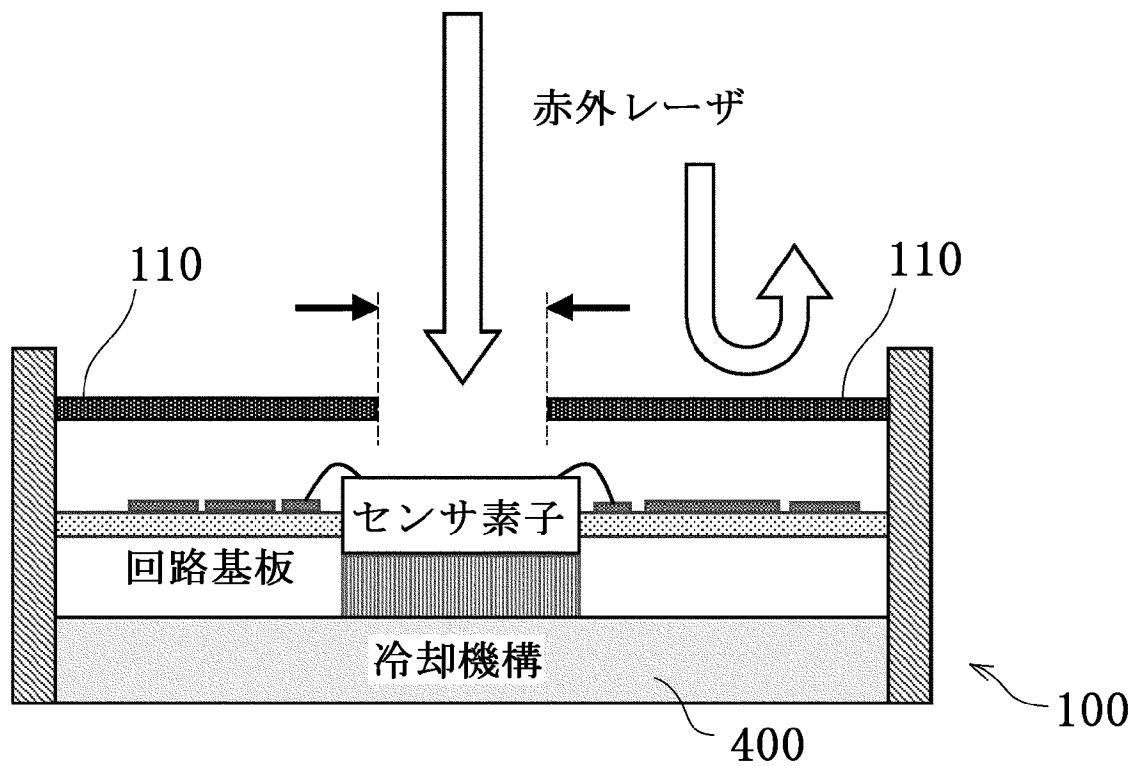
[図15]



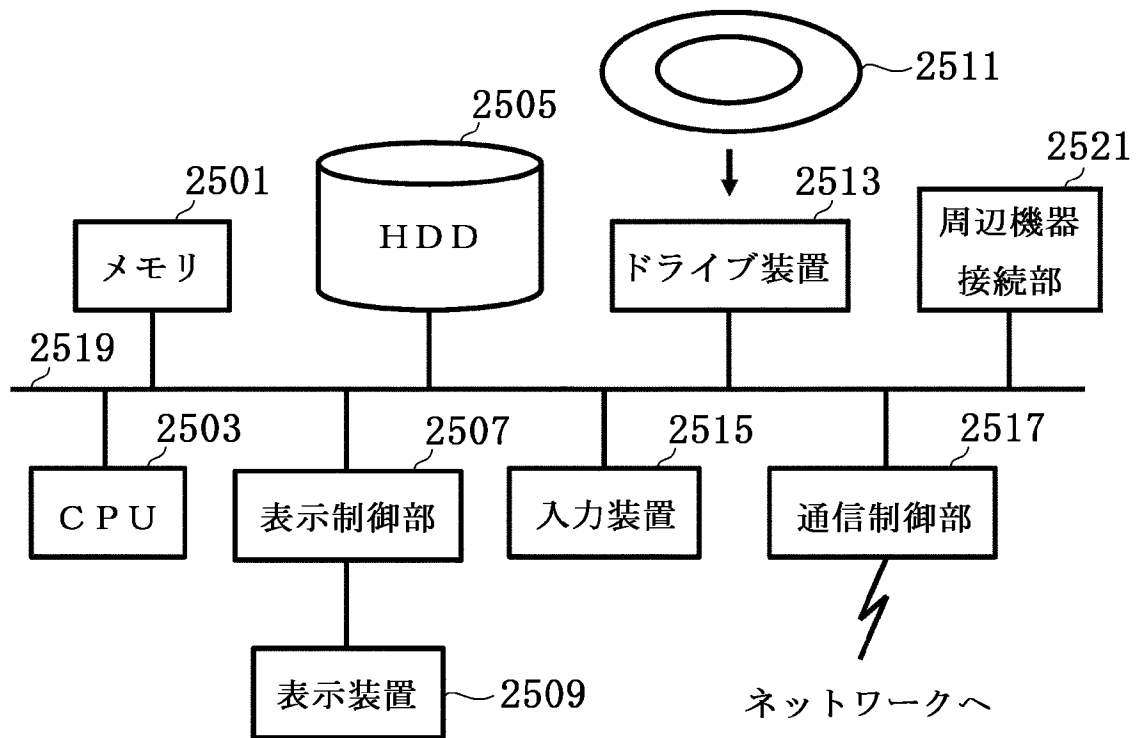
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/041026

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J 1/02(2006.01)i; G01B 11/08(2006.01)i; G01B 11/24(2006.01)i; H01L 27/144(2006.01)i; H01S 3/00(2006.01)i
 FI: G01J1/02 L; G01J1/02 K; H01S3/00 G; G01B11/08 H; G01B11/24 K; H01L27/144 K

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)

G01J1/00-1/04; G01J1/42-1/46; G01M11/00; G01B11/00-11/30; B23K26/00-26/02; H01L27/14-27/148; H01S3/00; H04N5/30-5/378

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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	沼田 孝之 , 半導体イメージセンサの熱雑音を用いた赤外線レーザビームプロファイラの開発, 2016 年度実施状況報告書, 16 January 2018, URL:https://kaken.nii.ac.jp/report/KAKENHI-PROJECT-15K13984/15K139842016hokoku, in particular, see column "Overview of research achievements", in particular, see column "Overview of research achievements", (NUMATA, Takayuki, "Infrared Laser Beam Profiling Technique using Thermal Noise in Semiconductor Image Sensors", 2016 Research-status Report)	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

"I" 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
 01 January 2020 (01.01.2020)

Date of mailing of the international search report
 21 January 2020 (21.01.2020)

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/JP2019/041026

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-089961 A (OLYMPUS CORP.) 06.05.2011 (2011-05-06), paragraph [0047]	1-11
Y	JP 63-019978 A (LEO GIKEN KK) 27 January 1988 (1988-01-27), page 3, upper left column, line 5 to page 3, lower left column, line 13, fig. 2(a)-2(C)	3, 7, 9-10
Y	JP 04-093728 A (ANDO ELECTRIC CO., LTD.) 26.03.1992 (1992-03-26), page 2, upper right column, line 19 to page 2, lower left column, line 3	4, 8-10
Y	JP 62-208784 A (CANON INC.) 14.09.1987 (1987-09-14), page 3, upper left column, lines 10-12	9-10
Y	WO 2016/185698 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 24.11.2016 (2016-11-24), paragraphs [0033]-[0039], fig. 1-5	10
A	Applied Optics, 18 July 2017, no. 21, vol. 56, pp. 5972-5977, entire text, all drawings	1-11
A	JP 2008-122202 A (MARUBUN CORPORATION) 29.05.2008 (2008-05-29), entire text, fig. 1-2	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/041026

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
---	------------------	---------------	------------------

JP 2011-089961 A	06 May. 2011	(Family: none)	
JP 63-019978 A	27 Jan. 1988	(Family: none)	
JP 04-093728 A	26 Mar. 1992	(Family: none)	
JP 62-208784 A	14 Sep. 1987	(Family: none)	
WO 2016/185698 A1	24 Nov. 2016	(Family: none)	
JP 2008-122202 A	29 May. 2008	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01J 1/02(2006.01)i; G01B 11/08(2006.01)i; G01B 11/24(2006.01)i; H01L 27/144(2006.01)i; H01S 3/00(2006.01)i FI: G01J1/02 L; G01J1/02 K; H01S3/00 G; G01B11/08 H; G01B11/24 K; H01L27/144 K																				
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）） G01J 1/00-1/04; G01J 1/42-1/46; G01M 11/00; G01B 11/00-11/30; B23K 26/00-26/02; H01L 27/14-27/148; H01S 3/00; H04N 5/30-5/378 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年										
日本国実用新案公報	1922-1996年																			
日本国公開実用新案公報	1971-2020年																			
日本国実用新案登録公報	1996-2020年																			
日本国登録実用新案公報	1994-2020年																			
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>沼田 孝之, 半導体イメージセンサの熱雑音を用いた赤外線レーザービームプロ ファイラの開発, 2016年度 実施状況報告書, 2018.01.16, URL:https:// kaken.nii.ac.jp/report/KAKENHI-PROJECT-15K13984/15K139842016hokoku, 特に、研 究実績の概要の欄を参照。 特に、研究実績の概要の欄を参照。</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2011-089961 A (オリンパス株式会社) 06.05.2011 (2011-05-06) 段落番号【0047】</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 63-019978 A (株式会社 レオ技研) 27.01.1988 (1988-01-27) 第3頁左上欄第5行-同頁左下欄第13行, 第2図(a)-第2図(c)</td> <td>3, 7, 9-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 04-093728 A (安藤電気株式会社) 26.03.1992 (1992-03-26) 第2頁右上欄第19行-同頁左下欄第3行</td> <td>4, 8-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 62-208784 A (キヤノン株式会社) 14.09.1987 (1987-09-14) 第3頁左上欄第10-12行</td> <td>9-10</td> </tr> </tbody> </table>			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	沼田 孝之, 半導体イメージセンサの熱雑音を用いた赤外線レーザービームプロ ファイラの開発, 2016年度 実施状況報告書, 2018.01.16, URL:https:// kaken.nii.ac.jp/report/KAKENHI-PROJECT-15K13984/15K139842016hokoku, 特に、研 究実績の概要の欄を参照。 特に、研究実績の概要の欄を参照。	1-11	Y	JP 2011-089961 A (オリンパス株式会社) 06.05.2011 (2011-05-06) 段落番号【0047】	1-11	Y	JP 63-019978 A (株式会社 レオ技研) 27.01.1988 (1988-01-27) 第3頁左上欄第5行-同頁左下欄第13行, 第2図(a)-第2図(c)	3, 7, 9-10	Y	JP 04-093728 A (安藤電気株式会社) 26.03.1992 (1992-03-26) 第2頁右上欄第19行-同頁左下欄第3行	4, 8-10	Y	JP 62-208784 A (キヤノン株式会社) 14.09.1987 (1987-09-14) 第3頁左上欄第10-12行	9-10
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	沼田 孝之, 半導体イメージセンサの熱雑音を用いた赤外線レーザービームプロ ファイラの開発, 2016年度 実施状況報告書, 2018.01.16, URL:https:// kaken.nii.ac.jp/report/KAKENHI-PROJECT-15K13984/15K139842016hokoku, 特に、研 究実績の概要の欄を参照。 特に、研究実績の概要の欄を参照。	1-11																		
Y	JP 2011-089961 A (オリンパス株式会社) 06.05.2011 (2011-05-06) 段落番号【0047】	1-11																		
Y	JP 63-019978 A (株式会社 レオ技研) 27.01.1988 (1988-01-27) 第3頁左上欄第5行-同頁左下欄第13行, 第2図(a)-第2図(c)	3, 7, 9-10																		
Y	JP 04-093728 A (安藤電気株式会社) 26.03.1992 (1992-03-26) 第2頁右上欄第19行-同頁左下欄第3行	4, 8-10																		
Y	JP 62-208784 A (キヤノン株式会社) 14.09.1987 (1987-09-14) 第3頁左上欄第10-12行	9-10																		
☒ 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。																				
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵 触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引 用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵 触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引 用するもの	"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"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							
* 引用文献のカテゴリー	"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵 触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引 用するもの																			
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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																			
"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	"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																			
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献																			
"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																				
国際調査を完了した日		国際調査報告の発送日																		
01.01.2020		21.01.2020																		
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 平田 佳規 2W 9807 電話番号 03-3581-1101 内線 3258																		

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	WO 2016/185698 A1 (富士フイルム株式会社) 24.11.2016 (2016 - 11 - 24) 段落番号【0033】 - 【0039】，第1 - 5図	10
A	Applied Optics, 2017.07.18, No.21 Vol.56, p.5972~5977 全文，全図	1-11
A	JP 2008-122202 A (丸文株式会社) 29.05.2008 (2008 - 05 - 29) 全文，第1 - 2図	1-11

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/041026

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2011-089961	A	06.05.2011	(ファミリーなし)	
JP	63-019978	A	27.01.1988	(ファミリーなし)	
JP	04-093728	A	26.03.1992	(ファミリーなし)	
JP	62-208784	A	14.09.1987	(ファミリーなし)	
WO	2016/185698	A1	24.11.2016	(ファミリーなし)	
JP	2008-122202	A	29.05.2008	(ファミリーなし)	