

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年3月1日(01.03.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/037448 A1

(51) 国際特許分類:
G01J 9/00 (2006.01) G01M 11/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/074360

(22) 国際出願日: 2016年8月22日(22.08.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:尾野 仁深(ONO, Hitomi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電

機株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 二郎(SUZUKI, Jiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 三輪 佳史(MIWA, Yoshichika); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 安藤 俊行(ANDO, Toshiyuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

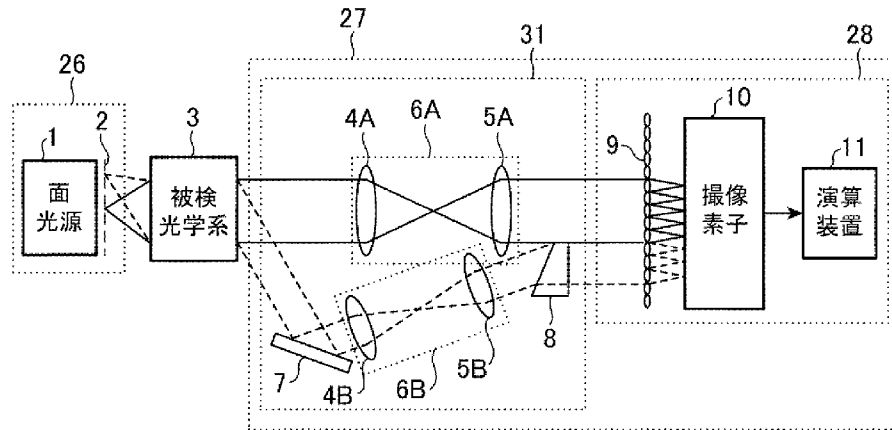
(74) 代理人:田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目1番2号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: WAVEFRONT MEASUREMENT DEVICE AND OPTICAL SYSTEM ASSEMBLY DEVICE

(54) 発明の名称: 波面計測装置及び光学系組み立て装置

【図1】



- 1 Surface light source
- 3 Optical system under inspection
- 10 Imaging element
- 11 Calculation device

(57) Abstract: A wavefront measurement device is provided with a light source system (26) for illuminating an optical system (3) under inspection and causing beams of light having a plurality of wavefront measurement fields of view to be emitted from the optical system (3) under inspection, a single wavefront sensor (28) for measuring the beams of light having a plurality of wavefront measurement fields of view emitted from the optical system (3) under inspection and calculating wavefront aberration, and an optical path optical system (31) for selectively causing the beams of light having a plurality of wavefront measurement fields of view emitted from the optical system (3) under inspection to fall on the

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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))

wavefront sensor (28).

(57) 要約: 被検光学系 (3) を照明し、複数の波面計測視野の光束を被検光学系 3 から出射させる光源系 (26) と、被検光学系 (3) から出射される複数の波面計測視野の光束を計測し、波面収差を算出する 1 つの波面センサ (28) と、被検光学系 (3) から出射される複数の波面計測視野の光束を、波面センサ (28) に選択的に入射させる光路光学系 (31) とを備える。

明 細 書

発明の名称：波面計測装置及び光学系組み立て装置

技術分野

[0001] この発明は、被検光学系の組み立て調整に使用する波面計測装置および光学系組み立て装置に関するものである。

背景技術

[0002] 撮像レンズの組み立て調整では、レンズを透過した波面を計測して波面収差を算出し、算出した波面収差に基づき、撮像レンズの調整量を算出する。

特許文献1には、透過パターンマスクを用いて、被検光学系の波面計測を行う検査装置が開示されている。当該検査装置では、透過パターンマスクを用いて、波面計測を行う各視野角に対応する光束を、被検光学系に同時に入射させる。そして、波面センサとしてシャックハルトマンセンサを用い、シャックハルトマンセンサを視野ごとに配置して、各視野の波面計測を行う。シャックハルトマンセンサは、光束を分割し集光するレンズアレイと、集光スポットを撮像する撮像素子から構成され、撮像素子が撮像した集光スポットの配置に基づいて波面収差を算出する。このように視野ごとにシャックハルトマンセンサを配置することで、複数の視野における被検光学系の波面収差の算出を同時に行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-240168号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の検査装置によれば、複数の視野における被検光学系の波面収差の算出を同時に行うことができる。しかし、当該構成では、測定視野数と同数の撮像素子が必要である。撮像素子は高価であるため、複数の撮像素子を使用することは、コスト増加の要因となる。また、複数のシャックハルト

マンセンサを用いる場合、シャックハルトマンセンサごとに特性のばらつきがあるため、視野ごとに算出された波面計測結果に対し、補正が必要となる。

[0005] この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、1つの波面センサで、複数の視野における被検光学系の波面収差の算出を行うことを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] この発明に係る波面計測装置は、被検光学系を照明し、複数の波面計測視野の光束を被検光学系から出射させる光源系と、被検光学系から出射される複数の波面計測視野の光束を計測し、波面収差を算出する1つの波面センサと、被検光学系から出射される複数の波面計測視野の光束を、波面センサに選択的に入射させる光路光学系とを備えるようにしたものである。

発明の効果

[0007] この発明によれば、1つの波面センサで、複数の視野における被検光学系の波面収差の算出を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]この発明の実施の形態1に係る波面計測装置を示す構成図である。

[図2]実施の形態1における被検光学系3の波面計測視野を示す説明図である。

[図3]実施の形態1における透過パターンマスク2を示す説明図である。

[図4]実施の形態1におけるレンズアレイ9と、撮像素子10により撮像された画像を示す説明図である。

[図5]図5Aは、波面収差が存在しない場合の集光スポットの配列を示す説明図である。図5Bは、波面収差が存在する場合の集光スポットの配列の違いを示す説明図である。

[図6]この発明の実施の形態2に係る波面計測装置を示す構成図である。

[図7]実施の形態2における被検光学系3の波面計測視野を示す説明図である。

[図8]実施の形態2における透過パターンマスク12を示す説明図である。

[図9]実施の形態2におけるレンズアレイ9と、撮像素子10により撮像された画像を示す説明図である。

[図10]この発明の実施の形態3に係る光学系組み立て装置を示す構成図である。

[図11]実施の形態3における被検光学系3の調整方向を示す説明図である。

[図12]実施の形態3の光学系組み立て装置における、演算装置11の処理内容を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態1.

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面にしたがって説明する。

[0010] 図1は、この発明の実施の形態1に係る波面計測装置を示す構成図である。実施の形態1に係る波面計測装置は、面光源1、透過パターンマスク2、像転送手段6A、6B、折り返し平面鏡7、ウェッジプリズム8、レンズアレイ9、撮像素子10、および演算装置11を備えて構成される。

[0011] 実施の形態1に係る波面計測装置は、被検光学系3から複数の光束を出射させ、複数の光束の波面を同時に計測し、波面収差を算出することを目的とする。被検光学系3の出射側において、被検光学系3の光軸に対する出射光の角度を視野と定義する。視野は、図2に示すように、被検光学系3の光軸に対して垂直な面における、x方向およびy方向の角度で表す。以下、当該角度を画角と称する。

[0012] 面光源1は、被検光学系3を照明する。面光源1の構成例として、LEDが挙げられる。面光源1の照度は均一であることが望ましい。面光源1の波長は、組み立て調整後に被検光学系3に使用する波長を選択する。

[0013] 透過パターンマスク2は、面光源1により照明され、面光源1から出射された光を分割する。透過パターンマスク2は、被検光学系3の設計上の像面に、高精度にアライメントし配置される。透過パターンマスク2は、複数の

貫通孔を有する。面光源 1 から出射された光は、透過パターンマスク 2 の各貫通孔を通過することにより分割される。各貫通孔を通過した光は、被検光学系 3 への入射光となる。透過パターンマスク 2 の各貫通孔は、被検光学系 3 から出射される光束が、波面計測視野の光束となるように設けられる。面光源 1 および透過パターンマスク 2 は、光源系 2 6 を構成する。

[0014] 図 2 に、被検光学系 3 を構成するレンズ 2 1 と、その波面計測視野を示す。

実施の形態 1 では、被検光学系 3 の複数の波面計測視野を、視野 F 1（画角 $(x, y) = (0^\circ, 0^\circ)$ ）、および、視野 F 2（画角 $(x, y) = (0^\circ, -a^\circ)$ ）とする。

一般に、被検光学系 3 の光軸と同軸に出射される光束の波面収差に対し、被検光学系 3 から広角に出射される光束ほど波面収差が大きくなる。よって、被検光学系 3 から広角に出射される光束の波面を計測するように視野 F 2 を設定することで、より波面計測の精度を向上させることができる。

[0015] 図 3 に、実施の形態 1 における透過パターンマスク 2 を示す。透過パターンマスク 2 には、被検光学系 3 から視野 F 1 の光束を出射させるための貫通孔 2 2、および、被検光学系 3 から視野 F 2 の光束を出射させるための貫通孔 2 3 が設けられる。これにより、視野 F 2 の光束は、被検光学系 3 から広角に出射される。

[0016] 被検光学系 3 は、実施の形態 1 に係る波面計測装置により、組み立て調整を行う対象となる光学系である。被検光学系 3 は、複数枚の屈折光学素子（レンズ 2 1）により構成される。

[0017] 像転送手段 6 A、6 B は、被検光学系 3 から出射される光束の光路上に配置される。像転送手段 6 A、6 B は、それぞれ 2 枚のレンズで構成される。ここでは、像転送手段 6 A は、被検光学系 3 から出射される複数の光束のうち、1 つの光束の光軸と、当該像転送手段 6 A の光軸が一致するように配置される。また、像転送手段 6 B は、被検光学系 3 から出射される光束のうち、他の 1 つの光束の光軸と、当該像転送手段 6 B の光軸が一致するように配

置される。

[0018] 図1に示すように、像転送手段6Aは、レンズ4A、5Aにより構成される。像転送手段6Aは、視野F1の光束の光路上に配置される。像転送手段6Aは、被検光学系3の出射面と、レンズアレイ9の入射面が、光学的に共役になるように設定される。これにより、被検光学系3の出射面における像がレンズアレイ9に転送される。

[0019] 図1に示すように、折り返し平面鏡7は、被検光学系3から広角に出射される視野F2の光束を反射するように配置される。折り返し平面鏡7の反射光は、像転送手段6Bへの入射光となる。

像転送手段6Bは、図1に示すように、レンズ4B、5Bにより構成される。像転送手段6Bは、視野F2の光束の光路上であり、かつ、折り返し平面鏡7とウェッジプリズム8の間となる位置に配置される。像転送手段6Bは、被検光学系3の出射面と、レンズアレイ9の入射面が、光学的に共役になるように配置される。これにより、被検光学系3の出射面における像がウェッジプリズム8を介してレンズアレイ9に転送される。

[0020] ウェッジプリズム8は、入射光束を屈折し、出射する。実施の形態1において、視野F1の光束は、被検光学系3から被検光学系3の光軸と同軸に出射され、像転送手段6Aを透過し、レンズアレイ9に入射する。また、視野F2の光束は、被検光学系3から広角に出射され、折り返し平面鏡7で反射され、像転送手段6Bを透過し、ウェッジプリズム8に入射する。ウェッジプリズム8は、ウェッジプリズム8で屈折された視野F2の光束が、視野F1の光束と平行となり、かつ視野F1の光束と重畳しない光束となるように視野F2の光束を屈折する。これにより、視野F2の光束は、視野F1の光束と平行となり、かつ視野F1の光束と重畳しない光束となり、ウェッジプリズム8から出射し、レンズアレイ9に入射する。

[0021] レンズアレイ9は、視野F1の光束を分割し、分割されて生じた部分光束を撮像素子10上に集光する。また、レンズアレイ9は、視野F2の光束を分割し、分割されて生じた部分光束を撮像素子10上に集光する。図1に示

すように、レンズアレイ 9 は、光束の入射面が被検光学系 3 の光軸と垂直になるように配置される。

[0022] 撮像素子 10 は、レンズアレイ 9 により撮像素子 10 上に集光された各部分光束（以下、「集光スポット」と称する。）を撮像する。撮像素子 10 は、レンズアレイ 9 から撮像素子 10 の撮像面までの距離が、レンズアレイ 9 の各レンズの焦点距離となるように配置される。撮像素子 10 の構成例として、CCD (Charge Coupled Device) カメラが挙げられる。

[0023] 図 4 に、レンズアレイ 9 と、撮像素子 10 により撮像された画像の例を示す。撮像素子 10 により撮像された画像には、視野 F 1 の光束による複数の集光スポット、および、視野 F 2 の光束による複数の集光スポットがそれぞれ現れる。上述のとおり、視野 F 1 の光束と視野 F 2 の光束は平行となり、かつ重畳することなく、レンズアレイ 9 に入射するため、撮像素子 10 で撮像された画像において、視野 F 1 の光束による集光スポットと、視野 F 2 の光束による集光スポットとが重なることはない。

[0024] 撮像素子 10 で撮像された画像は、演算装置 11 に入力される。演算装置 11 は、撮像素子 10 で撮像された画像から波面収差を算出する。演算装置 11 は、撮像素子 10 で撮像された画像から、視野 F 1 の集光スポットが現れた箇所、および、視野 F 2 の集光スポットが現れた箇所をそれぞれ分割し、分割画像を取得する。各分割画像は、例えば図 4 において一点鎖線で示した 2 つの略正方形の領域に、それぞれ相当する画像となる。そして、演算装置 11 は、取得した分割画像ごとに波面収差を算出する。

レンズアレイ 9、撮像素子 10、および演算装置 11 は、波面センサ 28 を構成する。

像転送手段 6 A、6 B、折り返し平面鏡 7、ウェッジプリズム 8、および波面センサ 28 は、波面計測系 27 を構成する。

像転送手段 6 A、6 B、折り返し平面鏡 7、およびウェッジプリズム 8 は、光路光学系 31 を構成する。

[0025] 被検光学系 3 から出射される光束に波面収差が存在しない場合、波面センサ 28 で計測される波面は平面となる。一方、被検光学系 3 から出射される光束に波面収差が存在する場合、波面センサ 28 で計測される波面は非平面となる。

図 5 に、波面収差が存在する場合と、波面収差が存在しない場合における、撮像素子 10 上に集光される集光スポットの配列の違いを示す。図 5 に示すように、撮像素子 10 の撮像面は、レンズアレイ 9 を構成する複数のレンズの配列に対応するように、格子状に分割されている。

図 5 A は、波面収差が存在しない場合である。撮像素子 10 上に集光される各部分光束に対応した集光スポットの位置は、撮像面の各格子の中心位置となる。

図 5 B は、波面収差が存在する場合である。撮像素子 10 上に集光される各部分光束に対応した集光スポットの位置は、撮像面の各格子の中心位置に対してずれる。

[0026] 演算装置 11 は、各分割画像の集光スポットの配列について、撮像面の各格子の中心位置からのずれを読み取る。そして、読み取ったずれに基づき、各分割画像、すなわち各波面計測視野における波面収差を算出する。

[0027] 実施の形態 1 において、視野 F1 の光束が入射する波面センサ 28 上の領域を第 1 の領域とする。第 1 の領域は、被検光学系 3 から被検光学系 3 の光軸と同軸に出射される光束がレンズアレイ 9 に入射する点を含む領域である。また、視野 F2 の光束が入射する波面センサ 28 上の領域を第 2 の領域とする。

光路光学系 31 は、視野 F1 の光束を、波面センサ 28 上の第 1 の領域に入射させるとともに、ウェッジプリズム 8 で屈折された視野 F2 の光束を、第 1 の領域とは異なる第 2 の領域に入射させることにより、複数の光束を波面センサ 28 上の異なる領域に選択的に入射させる。

このように構成することで、1つの波面センサ 28 で、複数の視野における被検光学系 3 の波面収差の算出を行うことができる。したがって、従来の

ように、波面計測視野ごとに波面センサを配置し、画像を取得する必要がない。

[0028] 上記説明では、視野 F 1 の他に計測する波面計測視野 F 2 を 1 つとしたが、さらに波面計測視野を増やしてもよい。その場合、増加分の波面計測視野に対応する像転送手段、折り返し平面鏡、ウェッジプリズムをそれぞれ追加して構成すればよい。

[0029] 以上のように実施の形態 1 に係る波面計測装置によれば、被検光学系 3 を照明し、複数の波面計測視野の光束を被検光学系 3 から出射させる光源系 2 6 と、被検光学系 3 から出射される複数の波面計測視野の光束を計測し、波面収差を算出する 1 つの波面センサ 2 8 と、被検光学系 3 から出射される複数の波面計測視野の光束を、波面センサ 2 8 に選択的に入射させる光路光学系 3 1 とを備えるようにしたので、1 つの波面センサで、複数の視野における被検光学系の波面収差の算出を行うことができる。

[0030] また、1 つの波面センサで、複数の視野における被検光学系の波面収差の算出を実質的に同時に行うことができるので、被検光学系の調整に要する時間を短縮することができる。

[0031] 実施の形態 2.

図 6 は、この発明の実施の形態 2 に係る波面計測装置を示す構成図である。

実施の形態 2 に係る波面計測装置は、図 1 に示した実施の形態 1 に係る波面計測装置に対し、透過パターンマスク 2、像転送手段 6 A、6 B、折り返し平面鏡 7、ウェッジプリズム 8 をそれぞれ、透過パターンマスク 1 2、像転送手段 1 6 A、1 6 B、折り返し平面鏡 1 3 A、1 3 B、ウェッジプリズム 1 8 に変更し、さらにプリズム駆動機構 1 7 を追加したものである。

以下、実施の形態 1 で説明した構成と同一または相当する機能を有する構成については、同一の符号を付し、その説明を省略または簡略化する。

[0032] 図 6 に示すように、実施の形態 2 では、ウェッジプリズム 1 8 を被検光学系 3 の光軸上に配置する。

[0033] 図 7 に、被検光学系 3 を構成するレンズ 2 1 と、その波面計測視野を示す。

実施の形態 2 では、被検光学系 3 の複数の波面計測視野を、例えば、視野 F 3 (画角 $(x, y) = (0^\circ, a^\circ)$)、視野 F 4 (画角 $(x, y) = (0^\circ, -a^\circ)$) とする。

[0034] 透過パターンマスク 1 2 は、面光源 1 により照明され、面光源 1 から出射された光を分割する。透過パターンマスク 1 2 は、実施の形態 1 における透過パターンマスク 2 とは、貫通孔の配置が異なる。面光源 1 および透過パターンマスク 1 2 は、光源系 2 9 を構成する。

[0035] 図 8 に、実施の形態 2 における透過パターンマスク 1 2 を示す。実施の形態 1 の透過パターンマスク 2 では、視野 F 1, F 2 の光束を出射させるための貫通孔 2 2, 2 3 を設けた。視野 F 1 の光束は、被検光学系 3 から被検光学系 3 の光軸と同軸に出射され、視野 F 2 の光束は、被検光学系 3 から広角に出射される光束であった。一方、実施の形態 2 の透過パターンマスク 1 2 では、視野 F 3, F 4 の光束を出射させるための貫通孔 2 4, 2 5 を設ける。視野 F 3, F 4 の光束は、いずれも被検光学系 3 から広角に出射される光束である。

[0036] 像転送手段 1 6 A, 1 6 B は、被検光学系 3 から出射される光束の光路上に配置される。像転送手段 1 6 A, 1 6 B は、それぞれ 2 枚のレンズで構成される。ここでは、像転送手段 1 6 A は、被検光学系 3 から出射される複数の光束のうち、1 つの光束の光軸と、当該像転送手段 1 6 A の光軸が一致するように配置される。また、像転送手段 1 6 B は、被検光学系 3 から出射される光束のうち、他の 1 つの光束の光軸と、当該像転送手段 1 6 B の光軸が一致するように配置される。

[0037] 図 6 に示すように、折り返し平面鏡 1 3 A は、被検光学系 3 から広角に出射される視野 F 3 の光束を反射するように配置される。折り返し平面鏡 1 3 A の反射光は、像転送手段 1 6 A への入射光となる。

像転送手段 1 6 A は、視野 F 3 の光束の光路上であり、かつ、折り返し平

面鏡 13 A とウェッジプリズム 18 の間となる位置に配置される。像転送手段 16 A は、レンズ 14 A, 15 A により構成される。像転送手段 16 A は、被検光学系 3 の出射面とレンズアレイ 9 への入射面が、光学的に共役になるよう配置される。これにより、被検光学系 3 の出射面における像がウェッジプリズム 18 を介してレンズアレイ 9 に転送される。

[0038] 図 6 に示すように、折り返し平面鏡 13 B は、被検光学系 3 から広角に出射される視野 F 4 の光束を反射するように配置される。折り返し平面鏡 13 B の反射光は、像転送手段 16 B への入射光となる。

像転送手段 16 B は、視野 F 4 の光束の光路上であり、かつ、折り返し平面鏡 13 B とウェッジプリズム 18 の間となる位置に配置される。像転送手段 16 B は、レンズ 14 B, 15 B により構成される。像転送手段 16 B は、被検光学系 3 の出射面とレンズアレイ 9 への入射面が、光学的に共役になるよう配置する。これにより、被検光学系 3 の出射面における像がウェッジプリズム 18 を介してレンズアレイ 9 に転送される。

[0039] ウェッジプリズム 18 は、入射光束を屈折し、出射する。実施の形態 2 において、ウェッジプリズム 18 には、折り返し平面鏡 13 A, 13 B で反射され、像転送手段 16 A, 16 B を透過した視野 F 3, F 4 の光束が入射する。

[0040] ウェッジプリズム 18 の光束入射面は、被検光学系 3 の光軸方向に対して垂直な面に対し、傾斜を有する。プリズム駆動機構 17 は、被検光学系 3 の光軸方向に対して垂直方向における、ウェッジプリズム 18 の長さの中心を回転中心とし、ウェッジプリズム 18 を回転する。これにより、ウェッジプリズム 18 の光束入射側の傾斜面が切り替わる。

プリズム駆動機構 17 の構成例として、モータとギアを組み合わせた回転機構が挙げられる。また、上記では、ウェッジプリズム 18 の光束入射側の傾斜面を切り替える方法を示したが、これに限定されるものではなく、他の方法により、入射光束に対してウェッジプリズム 18 が切り替わるように構成してもよい。

像転送手段 16、折り返し平面鏡 13A、13B、プリズム駆動機構 17、ウェッジプリズム 18、および波面センサ 28は、波面計測系 30を構成する。

像転送手段 16、折り返し平面鏡 13A、13B、プリズム駆動機構 17、およびウェッジプリズム 18は、光路光学系 32を構成する。

[0041] 実施の形態 1では、視野 F1の光束と視野 F2の光束が、平行となり、かつ重畳することなくレンズアレイ 9に入射し、各視野の集光スポットを実質的に同時に撮像するものを示した。一方、実施の形態 2では、視野 F3、F4の光束を時分割してレンズアレイ 9に入射し、各視野の集光スポットを時分割して撮像する。

[0042] 実施の形態 2では、視野 F3、F4の光束のうち、一方の視野の光束がレンズアレイ 9に入射する間、他方の視野の光束はレンズアレイ 9に入射しない。ウェッジプリズム 18は、視野 F3、F4の光束のうち、一方の視野の光束がレンズアレイ 9に入射するように屈折するとともに、他方の視野の光束がレンズアレイ 9に入射しないように屈折する。

[0043] プリズム駆動機構 17は、ウェッジプリズム 18を回転し、視野 F3、F4の光束のうち、いずれの光束をレンズアレイ 9に入射させるか、時分割で選択的に切り替える。これにより、視野 F3の光束がレンズアレイ 9の入射面に対して垂直に入射している間、視野 F4の光束はレンズアレイ 9に入射しない。また、視野 F4の光束が、レンズアレイ 9の入射面に対して垂直に入射している間、視野 F3の光束がレンズアレイ 9に入射しない。このようにして、視野 F3、F4の光束のうち、いずれか 1つの視野の光束のみがレンズアレイ 9に入射し、当該光束による部分光束が撮像素子 10上に集光される。

[0044] 図 9に、レンズアレイ 9と、撮像素子 10により撮像された画像の例を示す。実施の形態 1では、単一の撮像素子 10上に複数の視野の部分光束が集光され、各視野の集光スポットを実質的に同時に撮像するものを示した。その場合、一視野あたりの集光スポット数が減少する。これに対し、実施の形

態2では、各視野の集光スポットを時分割して撮像するため、図9に示すように、一視野を計測する際、撮像素子10の全体を使用することができる。このため、一視野あたりの集光スポット数は減少しない。実施の形態2によれば、従来の波面計測装置と同サイズのレンズアレイ9、撮像素子10を用いた場合、波面計測の分解能や精度を、当該従来の装置と同等の程度に維持することができる。

[0045] 上記説明では、波面計測視野をF3、F4の2つとしたが、さらに波面計測視野を増やしてもよい。その場合、増加分の波面計測視野に対応する像転送手段、折り返し平面鏡をそれぞれ追加して構成すればよい。また、視野F3、F4の計測に対し、波面計測視野を増やす場合、選択する視野は、図7に示す円A上の点とすることが好ましい。円A上の点とすれば、プリズム駆動機構17の回転角の調整のみで、当該視野の波面計測を行うことができるからである。

[0046] 以上のように実施の形態2に係る波面計測装置によれば、被検光学系3を照明し、複数の波面計測視野の光束を被検光学系3から出射させる光源系26と、被検光学系3から出射される複数の波面計測視野の光束を計測し、波面収差を算出する1つの波面センサ28と、被検光学系3から出射される複数の波面計測視野の光束を、波面センサ28に選択的に入射させる光路光学系32とを備えるようにしたので、1つの波面センサで、複数の視野における被検光学系の波面収差の算出を行うことができる。

[0047] また、1つの波面センサで、複数の視野における被検光学系の波面収差の算出を行うことができるので、被検光学系の調整に要する時間を短縮することができる。

[0048] 実施の形態3.

実施の形態1、2では波面計測装置について説明したが、実施の形態3では、光学系組み立て装置について説明する。実施の形態3に係る光学系組み立て装置は、実施の形態1に係る波面計測装置によって得られた波面計測結果を用いて被検光学系3の組み立て調整を実施する装置である。

[0049] 図10は、この発明の実施の形態3に係る光学系組み立て装置を示す構成図である。

実施の形態3に係る光学系組み立て装置は、図1に示した実施の形態1に係る波面計測装置に対し、記憶装置19および駆動装置20を追加して構成する。

以下、実施の形態1で説明した構成と同一または相当する機能を有する構成については、同一の符号を付し、その説明を省略または簡略化する。

[0050] 被検光学系3は、光学系組み立て装置による組み立て調整の対象となる光学系であり、複数枚の屈折光学素子（レンズ21）により構成される。

図11に、実施の形態3における被検光学系3の調整方向を示す。図11は、被検光学系3を構成する1枚のレンズ21について示したものである。被検光学系3を構成する複数枚のレンズはそれぞれ、図11では不図示の駆動装置20により、レンズの光軸に対する偏芯方向、すなわち、図11に示すx方向およびy方向に移動可能に構成されている。駆動装置20の構成例として、レンズを3点で支持し、かつ、レンズの縁部に90°ごとにピエゾ素子を配置し、ピエゾ素子に印加する電圧を変えることで、レンズを移動させる機構が挙げられる。

[0051] 次に、演算装置11における、駆動装置20が調整するレンズの移動量の算出について説明する。

演算装置11は、波面収差 $W(x, y)$ をツェルニケ多項式 $R_n^m(\rho)$ に分解し、ツェルニケ係数を算出する。波面収差 $W(x, y)$ とツェルニケ多項式 $R_n^m(\rho)$ の関係は、以下の式(1)となる。以下では、ツェルニケ多項式の各項の係数 A_{nm} をツェルニケ係数と称する。また、 n, m をツェルニケ次数と称する。

k は、ツェルニケ多項式の展開次数 n の最大値である。 k により、波面収差 $W(x, y)$ を表現するために使用するツェルニケ多項式の最大項数が決定する。

$$W(x, y) = W(\rho \sin \theta, \rho \cos \theta) = \sum_{n=0}^k \sum_{m=-n}^n A_{nm} R_n^m(\rho) \begin{cases} \cos |m| \theta : m \geq 0 \\ \sin |m| \theta : m < 0 \end{cases} \quad (1)$$

ρ は、 ζ 方向を光軸方向とする円柱座標系における、動径方向の座標である。

θ は、同座標系における角度方向の座標である。直交座標系と円柱座標系との関係は以下の式(2)となる。

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho \cos \theta \\ \rho \sin \theta \\ \zeta \end{pmatrix} \quad (2)$$

[0052] 被検光学系 3 を構成するレンズが N 枚あるとし、それぞれの i 番目のレンズの偏芯(偏芯量 x_i, y_i)に対する収差感度(a_{nm}^i, b_{nm}^i)とツェルニケ係数 A_{nm} が以下の式 (3) の関係にあるとする。収差感度 a_{nm}^i, b_{nm}^i は、 i 番目のレンズに対し、 x 方向、 y 方向それぞれに単位偏芯を与えた際の、被検光学系 3 のツェルニケ係数の変化量である。

$$(a_{nm}^1 \ a_{nm}^2 \ \dots \ a_{nm}^N \ b_{nm}^1 \ \dots \ b_{nm}^N) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_N \\ y_1 \\ \vdots \\ y_N \end{pmatrix} = A_{nm} \quad (3)$$

[0053] 式 (3) において、ツェルニケ係数 A_{nm} は、式 (1) により波面収差 $W(x, y)$ に基づき算出される。一方、各レンズの収差感度 a_{nm}^i, b_{nm}^i は、記憶装置 19 にあらかじめ記憶されている。よって、式 (3) を用いて、 $x_i, y_i (i=1 \sim N)$ を求めることにより、各レンズの偏芯量を算出することができる。そして、算出した各レンズの偏芯量の符号を反転したものが、駆動装置 20 が調整するレンズの移動量となる。

[0054] 式 (3) における未知数は $2N$ であり、式 (3) が $2N$ 個存在すれば、偏芯量 x_i, y_i を一意に決定することができる。ここで、式 (3) の立式数は、2つの要因により決まる。一つは波面計測を行う視野の数である。また、もう一つは波面収差 $W(x, y)$ をツェルニケ多項式に分解し、ツェルニケ係数を算出する際のツェルニケ多項式の項数である。

[0055] 波面計測視野数を C とすると、 C 個の式 (3) を立式することができる。また、波面収差 $W(x, y)$ をツェルニケ多項式に分解する際に選択する項数を D とすると、 D 個の式 (3) を立式することができる。ここで、 D と式 (1) 中の k の間には、以下の式 (4) の関係が成立する。

$$D = \frac{(k+1)(k+2)}{2} \quad (4)$$

これより、 C と D を合計した数の式 (3) を得ることができる。式 (3) の合計数が $2N$ 以上となるように条件を設定することで、偏芯量 $x_i, y_i (i=1 \sim N)$ を一意に決定することができる。

[0056] 演算装置 11 は、 C 個の式 (3) および D 個の式 (3) を立式し、連立方程式を得る。そして、当該連立方程式を解くことにより、レンズの偏芯量 $x_i, y_i (i=1 \sim N)$ を算出する。上記のとおり、算出したレンズの偏芯量の符号を反転したものが、駆動装置 20 が調整するレンズの移動量となる。

[0057] 記憶装置 19 には、レンズの移動量ごとに、各移動に必要となる、駆動装置 20 の piezo 素子に対する印加電圧があらかじめ記憶されている。演算装置 11 は、算出したレンズの移動量に対応する印加電圧を記憶装置 19 から

取得し、駆動装置 20 に出力する。駆動装置 20 は、演算装置 11 から入力された印加電圧をピエゾ素子に印加し、レンズを移動する。被検光学系 3 を構成する複数枚のレンズについて、駆動装置 20 による調整が完了すると、被検光学系 3 の組み立て調整は終了する。

[0058] 上記では、記憶装置 19 に印加電圧を記憶し、当該印加電圧に基づいて駆動装置 20 を駆動してレンズを移動する構成としたが、これに限定されるものではない。例えば、演算装置 11 で算出されたレンズの移動量を直接、駆動装置 20 に入力し、駆動装置 20 が当該移動量に基づいてレンズを移動する構成としてもよい。

[0059] 図 12 は、実施の形態 3 の光学系組み立て装置における、演算装置 11 の処理内容を示すフローチャートである。演算装置 11 は、まず、撮像素子 10 が撮像した画像を取得する（ステップ S T 3 1）。次に、演算装置 11 は、撮像素子 10 が撮像した画像を波面計測視野ごとに分割する（ステップ S T 3 2）。次に、演算装置 11 は、各分割画像における集光スポットの配列から、波面収差を算出する（ステップ S T 3 3）。次に、演算装置 11 は、算出した波面収差から式（1）を用いてツェルニケ係数を算出する（ステップ S T 3 4）。次に、演算装置 11 は、記憶装置 19 から調整対象のレンズの収差感度を取得する（ステップ S T 3 5）。次に、演算装置 11 は、取得したレンズの収差感度と各波面計測視野のツェルニケ係数とから、式（2）を用いてレンズの偏芯量を算出する（ステップ S T 3 6）。次に、演算装置 11 は、レンズの偏芯量の符号を反転し、レンズの移動量を算出する（ステップ S T 3 7）。次に、演算装置 11 は、レンズの移動量に対応する駆動装置 20 への印加電圧を記憶装置 19 から取得する（ステップ S T 3 8）。次に、演算装置 11 は、駆動装置 20 に印加電圧を出力する（ステップ S T 3 9）。

[0060] 上記では、実施の形態 3 に係る光学系組み立て装置が、実施の形態 1 に係る波面計測装置によって得られた波面計測結果を用いて被検光学系 3 の組み立て調整を実施する場合について説明したが、これに限定されるものではない。

く、実施の形態 2 に係る波面計測装置によって得られた波面計測結果を用いるように構成してもよい。すなわち、波面計測装置として実施の形態 1 の光源系 26 および波面計測系 27 を用いたが、これに代えて、実施の形態 2 の光源系 29 および波面計測系 30 を用いてもよい。この場合ステップ S T 32 は不要となる。

[0061] 以上のように実施の形態 3 に係る光学系組み立て装置によれば、波面計測の対象となる被検光学系 3 と、被検光学系 3 を照明し、複数の波面計測視野の光束を被検光学系 3 から出射させる光源系 26 と、被検光学系 3 から出射される複数の波面計測視野の光束を計測し、波面収差を算出する 1 つの波面センサ 28 と、被検光学系 3 から出射される複数の波面計測視野の光束を、波面センサ 28 に選択的に入射させる光路光学系 3 と、波面収差、および、被検光学系 3 の収差感度から波面センサ 28 が算出した被検光学系 3 の移動量に基づいて、被検光学系 3 を移動する駆動装置 20 とを備えるように構成したので、1 つの波面センサ 28 で、複数の視野における被検光学系 3 の波面収差の算出を行うことができる。

[0062] 演算装置 11 において、算出した波面収差、および、記憶装置から取得した収差感度から、被検光学系 3 の移動量を一意に決定することができる。これにより、光学系の組み立てにおける処理数を減らし、被検光学系の調整に要する時間を短縮することができる。

[0063] また、実施の形態 1 に係る光源系 26 および波面計測系 27 を用いた場合、1 つの波面センサで、複数の視野における被検光学系の波面収差の算出を実質的に同時に行うことができるので、被検光学系の調整に要する時間をより短縮することができる。

[0064] なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

産業上の利用可能性

[0065] この発明に係る波面計測装置は、被検光学系を照明し、複数の波面計測視

野の光束を被検光学系から出射させる光源系と、被検光学系から出射される複数の波面計測視野の光束を計測し、波面収差を算出する1つの波面センサと、被検光学系から出射される複数の波面計測視野の光束を、波面センサに選択的に入射させる光路光学系とを備えるようにしたので、1つの波面センサで、複数の視野における被検光学系の波面収差の算出を行うことができ、撮像レンズの組み立て調整に好適である。

符号の説明

[0066] 1 面光源、2, 12 透過パターンマスク、3 被検光学系、4 A, 4 B, 5 A, 5 B, 14 A, 14 B, 15 A, 15 B レンズ、6 A, 6 B, 16 A, 16 B 像転送手段、7, 13 A, 13 B 折り返し平面鏡、8, 18 ウェッジプリズム、9 レンズアレイ、10 撮像素子、11 演算装置、17 プリズム駆動機構、19 記憶装置、20 駆動装置、21 レンズ、22, 23, 24, 25 貫通孔、26, 29 光源系、28 波面センサ、27, 30 波面計測系、31, 32 光路光学系。

請求の範囲

- [請求項1] 被検光学系を照明し、複数の波面計測視野の光束を前記被検光学系から出射させる光源系と、
前記被検光学系から出射される複数の波面計測視野の光束を計測し、波面収差を算出する1つの波面センサと、
前記被検光学系から出射される複数の波面計測視野の光束を、前記波面センサに選択的に入射させる光路光学系と
を備えた波面計測装置。
- [請求項2] 前記光源系が前記被検光学系から出射させる複数の波面計測視野の光束は、前記被検光学系の光軸と同軸に出射される第1の光束と、前記被検光学系から広角に出射される第2の光束であり、
前記光路光学系は、前記第2の光束を反射する第1の折り返し平面鏡と、前記第1の折り返し平面鏡で反射された前記第2の光束を、前記第1の光束と平行となり、かつ前記第1の光束と重畳しない光束となるように屈折する第1のウェッジプリズムとを有し、前記第1の光束を、前記波面センサ上の第1の領域に入射させるとともに、前記第1のウェッジプリズムで屈折された前記第2の光束を、前記波面センサ上の前記第1の領域とは異なる第2の領域に入射させることにより、複数の光束を前記波面センサ上の異なる領域に選択的に入射させることを特徴とする請求項1記載の波面計測装置。
- [請求項3] 前記光源系が前記被検光学系から出射させる複数の波面計測視野の光束は、それぞれ前記被検光学系から広角に出射される第3の光束および第4の光束であり、
前記光路光学系は、前記第3の光束を反射する第2の折り返し平面鏡と、前記第4の光束を反射する第3の折り返し平面鏡と、前記第2の折り返し平面鏡で反射された前記第3の光束、および前記第3の折り返し平面鏡で反射された前記第4の光束を屈折し、いずれか1つの光束を前記波面センサに入射させる第2のウェッジプリズムと、前記

第2のウェッジプリズムを回転し、前記波面センサに入射させる前記1つの光束を、選択的に切り替えるプリズム駆動機構とを有することを特徴とする請求項1記載の波面計測装置。

[請求項4] 前記光路光学系は、前記第1の光束の光路上に配置され、前記被検光学系における像を前記波面センサに転送する第1の像転送手段と、前記第2の光束の光路上であり、かつ、前記第1の折り返し平面鏡と前記第1のウェッジプリズムの間となる位置に配置され、前記被検光学系における像を、前記第1のウェッジプリズムを介して前記波面センサに転送する第2の像転送手段とを有することを特徴とする請求項2記載の波面計測装置。

[請求項5] 前記光路光学系は、前記第3の光束の光束上であり、かつ、前記第2の折り返し平面鏡と前記第2のウェッジプリズムの間となる位置に配置され、前記被検光学系における像を、前記第2のウェッジプリズムを介して前記波面センサに転送する第3の像転送手段と、前記第4の光束の光束上であり、かつ、前記第3の折り返し平面鏡と前記第2のウェッジプリズムの間となる位置に配置され、前記被検光学系における像を、前記第2のウェッジプリズムを介して前記波面センサに転送する第4の像転送手段とを有することを特徴とする請求項3記載の波面計測装置。

[請求項6] 前記光源系は、面光源、および、前記面光源に照明され、前記波面計測視野の光束を出射する透過パターンマスクを有することを特徴とする請求項1記載の波面計測装置。

[請求項7] 前記波面センサは、光束を分割して集光するレンズアレイ、前記レンズアレイの集光スポットを撮像する撮像素子、および、前記撮像素子が撮像した画像から波面収差を算出する演算装置を有することを特徴とする請求項1記載の波面計測装置。

[請求項8] 前記演算装置は、前記撮像素子が撮像した画像を波面計測視野ごとに分割し、分割画像ごとに波面収差を算出することを特徴とする請求

項 7 記載の波面計測装置。

[請求項9]

波面計測の対象となる被検光学系と、

前記被検光学系を照明し、複数の波面計測視野の光束を前記被検光学系から出射させる光源系と、

前記被検光学系から出射される複数の波面計測視野の光束を計測し、波面収差を算出する 1 つの波面センサと、

前記被検光学系から出射される複数の波面計測視野の光束を、前記波面センサに選択的に入射させる光路光学系と、

前記波面収差、および、前記被検光学系の収差感度から前記波面センサが算出した前記被検光学系の移動量に基づいて、前記被検光学系を移動する駆動装置と

を備えた光学系組み立て装置。

[請求項10]

前記光源系が前記被検光学系から出射させる複数の波面計測視野の光束は、前記被検光学系の光軸と同軸に出射される第 1 の光束と、前記被検光学系から広角に出射される第 2 の光束であり、

前記光路光学系は、前記第 2 の光束を反射する第 1 の折り返し平面鏡と、前記第 1 の折り返し平面鏡で反射された前記第 2 の光束を、前記第 1 の光束と平行となり、かつ前記第 1 の光束と重畳しない光束となるように屈折する第 1 のウェッジプリズムとを有し、前記第 1 の光束を、前記波面センサ上の第 1 の領域に入射させるとともに、前記第 1 のウェッジプリズムで屈折された前記第 2 の光束を、前記波面センサ上の前記第 1 の領域とは異なる第 2 の領域に入射させることにより、複数の光束を前記波面センサ上の異なる領域に選択的に入射させることを特徴とする請求項 9 記載の光学系組み立て装置。

[請求項11]

前記光源系が前記被検光学系から出射させる複数の波面計測視野の光束は、それぞれ前記被検光学系から広角に出射される第 3 の光束および第 4 の光束であり、

前記光路光学系は、前記第 3 の光束を反射する第 2 の折り返し平面

鏡と、前記第4の光束を反射する第3の折り返し平面鏡と、前記第2の折り返し平面鏡で反射された前記第3の光束、および前記第3の折り返し平面鏡で反射された前記第4の光束を屈折し、いずれか1つの光束を前記波面センサに入射させる第2のウェッジプリズムと、前記第2のウェッジプリズムを回転し、前記波面センサに入射させる前記1つの光束を、選択的に切り替えるプリズム駆動機構とを有することを特徴とする請求項9記載の光学系組み立て装置。

[請求項12] 前記光路光学系は、前記第1の光束の光路上に配置され、前記被検光学系における像を前記波面センサに転送する第1の像転送手段と、前記第2の光束の光路上であり、かつ、前記第1の折り返し平面鏡と前記第1のウェッジプリズムの間となる位置に配置され、前記被検光学系における像を、前記第1のウェッジプリズムを介して前記波面センサに転送する第2の像転送手段とを有することを特徴とする請求項10記載の光学系組み立て装置。

[請求項13] 前記光路光学系は、前記第3の光束の光束上であり、かつ、前記第2の折り返し平面鏡と前記第2のウェッジプリズムの間となる位置に配置され、前記被検光学系における像を、前記第2のウェッジプリズムを介して前記波面センサに転送する第3の像転送手段と、前記第4の光束の光束上であり、かつ、前記第3の折り返し平面鏡と前記第2のウェッジプリズムの間となる位置に配置され、前記被検光学系における像を、前記第2のウェッジプリズムを介して前記波面センサに転送する第4の像転送手段とを有することを特徴とする請求項11記載の光学系組み立て装置。

[請求項14] 前記光源系は、面光源、および、前記面光源に照明され、前記波面計測視野の光束を出射する透過パターンマスクを有することを特徴とする請求項9記載の光学系組み立て装置。

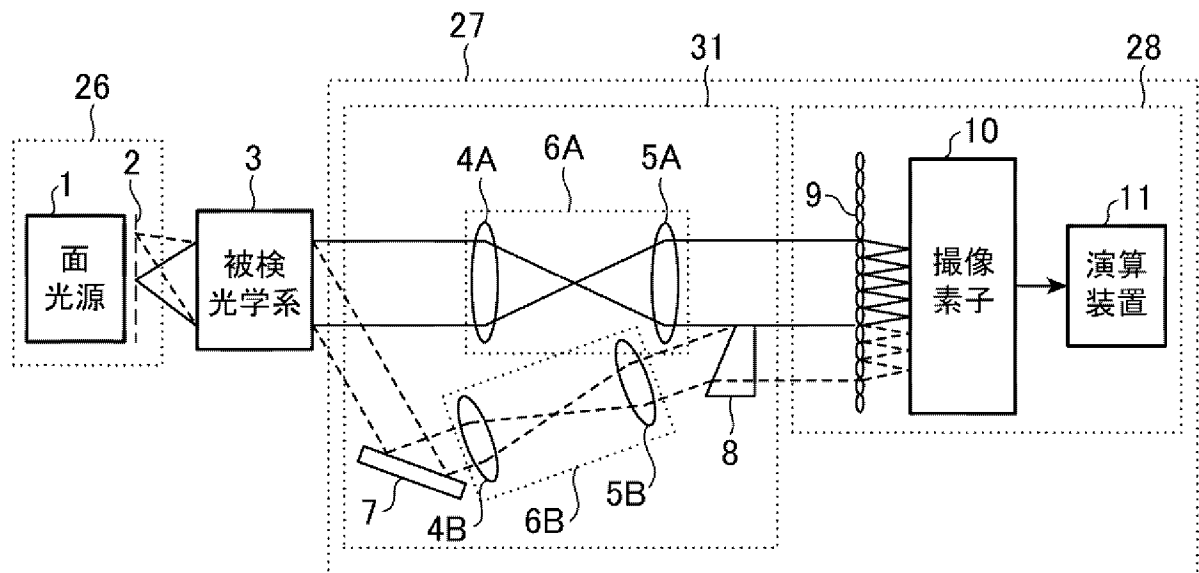
[請求項15] 前記波面センサは、光束を分割して集光するレンズアレイ、前記レンズアレイの集光スポットを撮像する撮像素子、および、前記撮像素

子が撮像した画像から波面収差を算出する演算装置を有することを特徴とする請求項 9 記載の光学系組み立て装置。

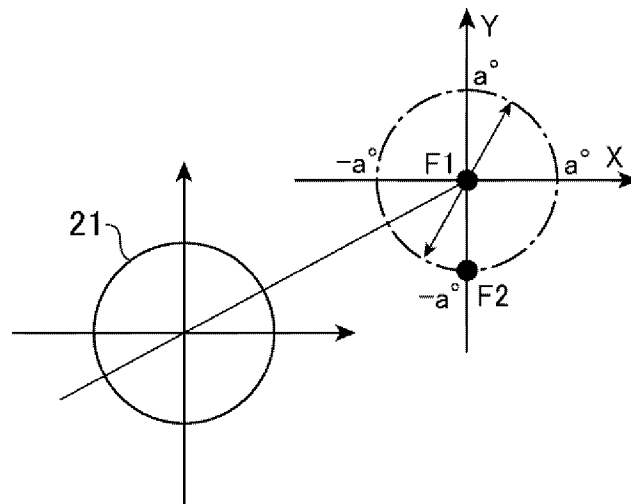
[請求項16] 前記演算装置は、前記撮像素子が撮像した画像を波面計測視野ごとに分割し、分割画像ごとに波面収差を算出することを特徴とする請求項 15 記載の光学系組み立て装置。

[請求項17] 前記被検光学系の収差感度が記憶された記憶装置を有することを特徴とする請求項 9 記載の光学系組み立て装置。

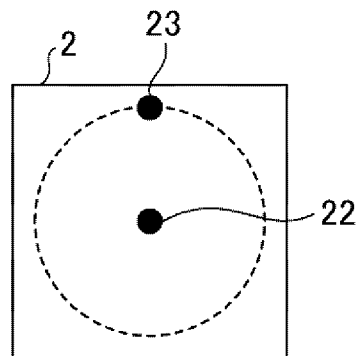
[図1]



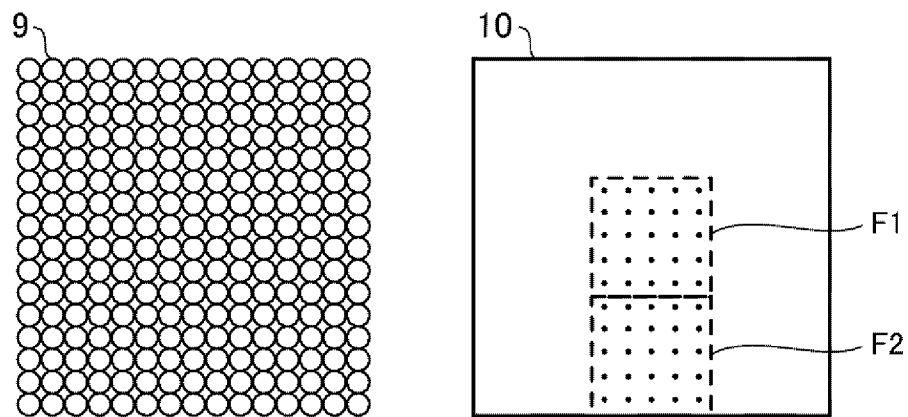
[図2]



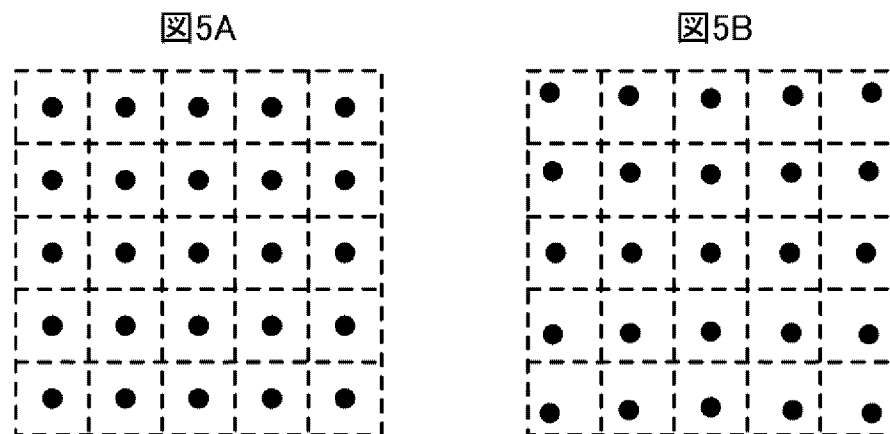
[図3]



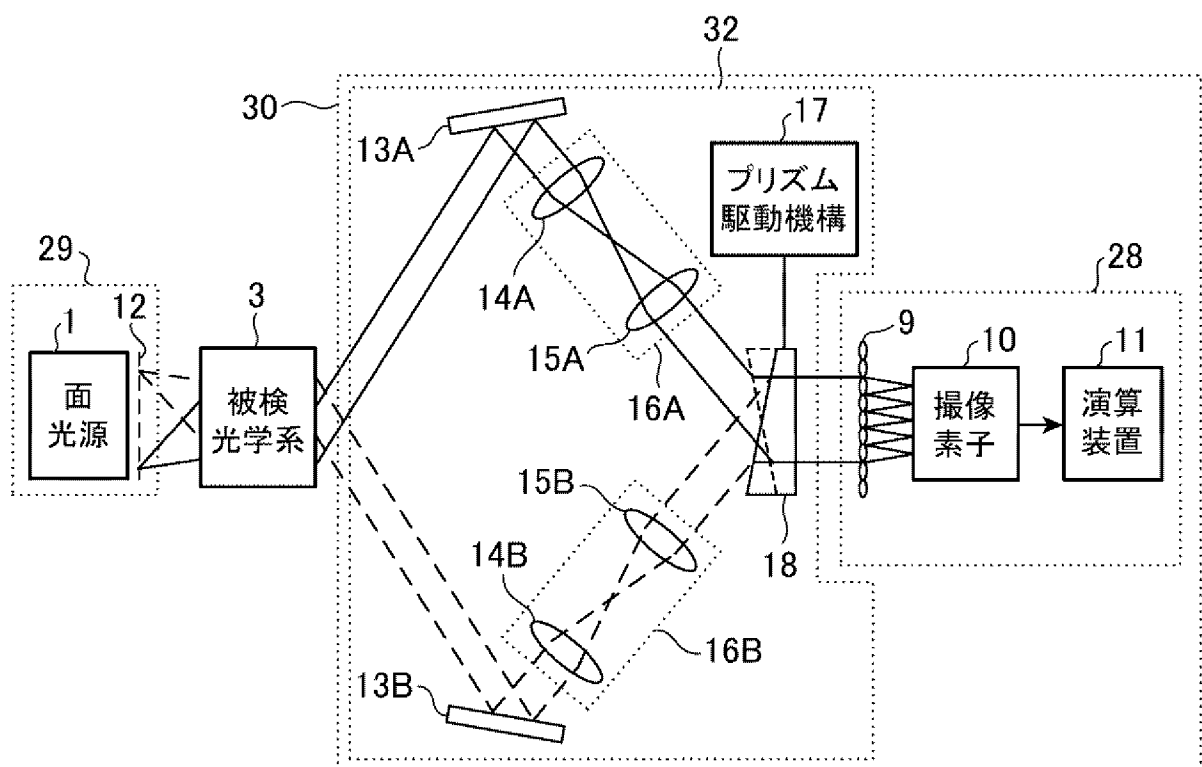
[図4]



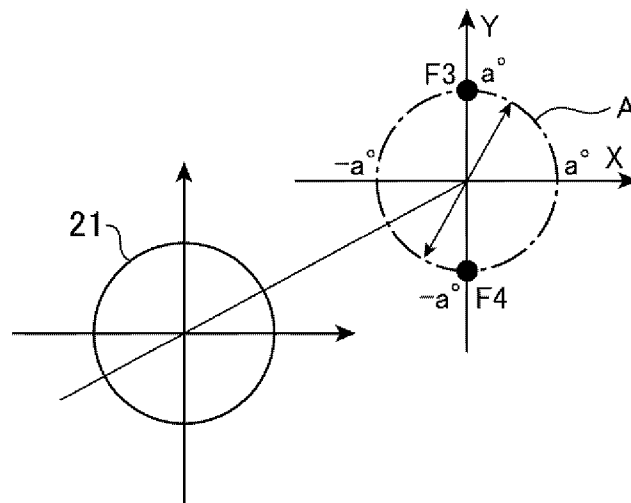
[図5]



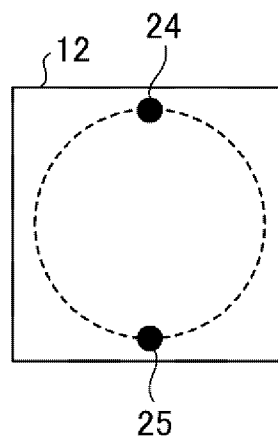
[図6]



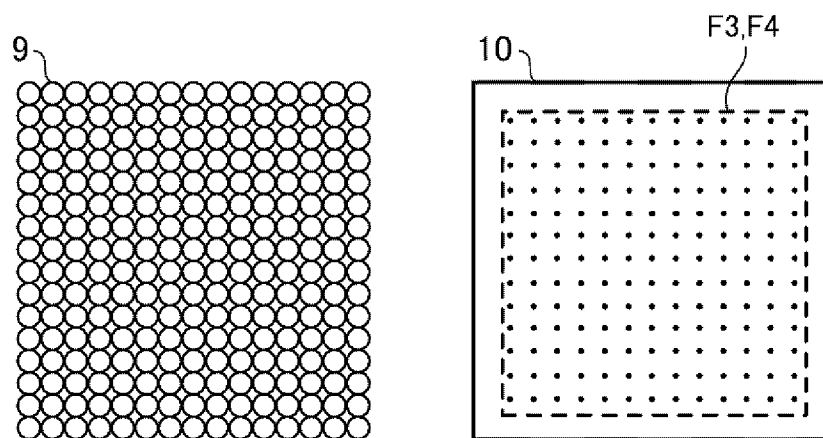
[図7]



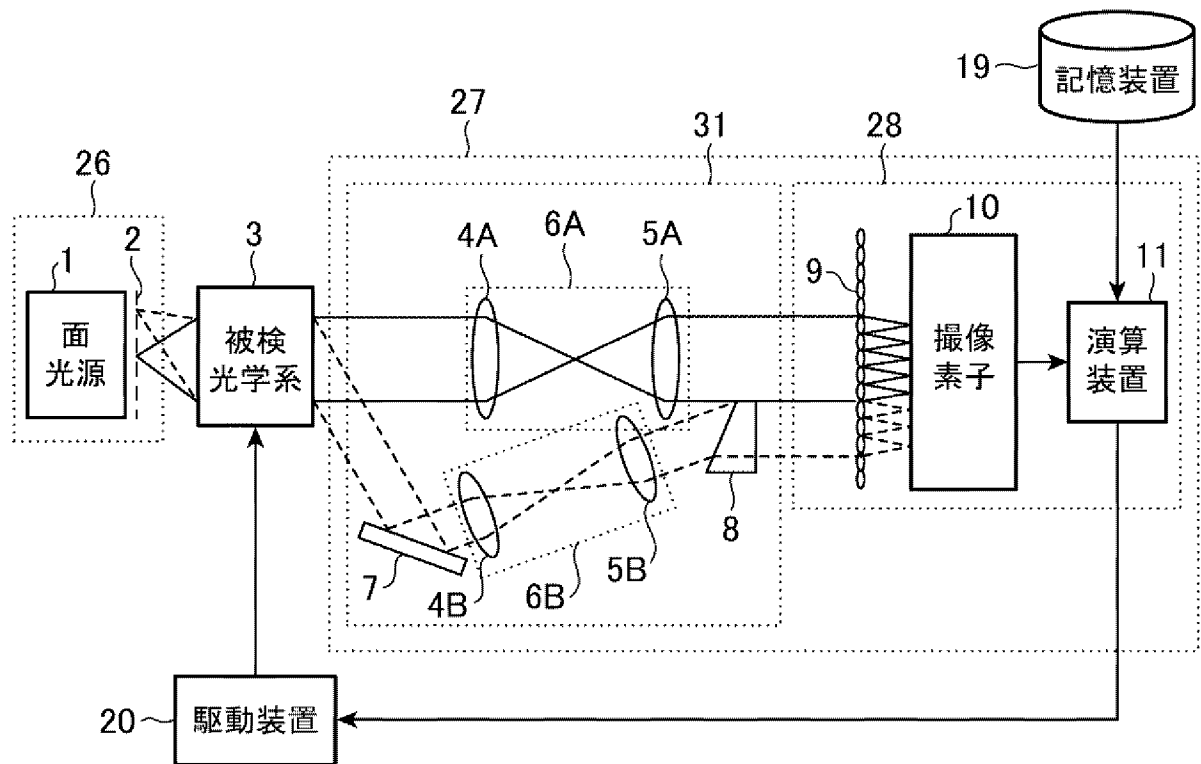
[図8]



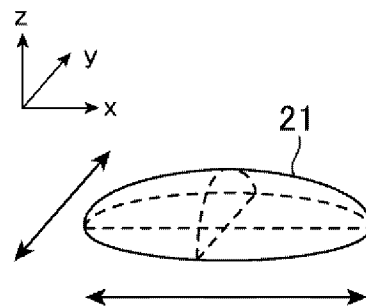
[図9]



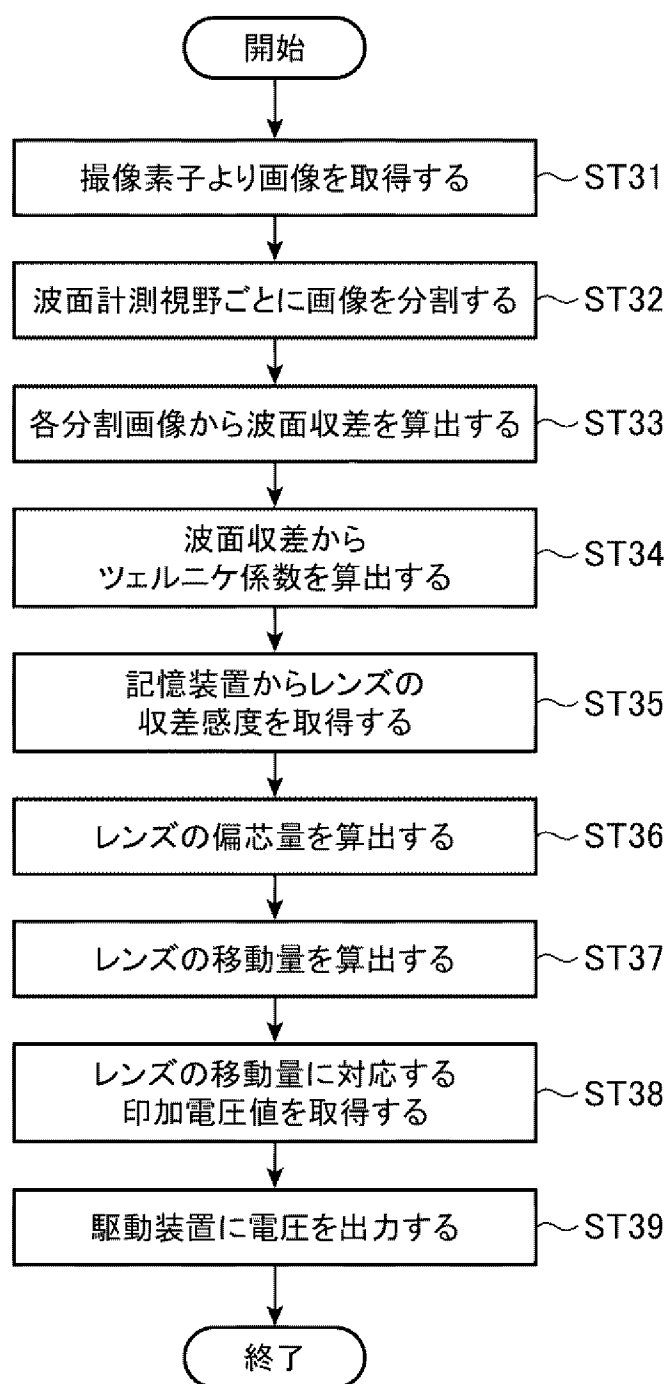
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/074360

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01J9/00(2006.01)i, G01M11/02(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)

G01J9/00-9/04, G01M11/00-11/08

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)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamIII)

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	JP 2010-185803 A (Hitachi, Ltd.), 26 August 2010 (26.08.2010), paragraphs [0017], [0022], [0027] to [0034], [0049] to [0052]; fig. 1, 2, 11 & US 2012/0019813 A1 paragraphs [0020], [0025], [0043] to [0050], [0068] to [0071]; fig. 1, 2A to 2E, 11 & WO 2010/092750 A1	1, 7-8 6, 9, 14-17 2-5, 10-13
Y A	JP 2006-032692 A (Nikon Corp.), 02 February 2006 (02.02.2006), paragraphs [0019] to [0024], [0067] to [0070]; fig. 1, 15 (Family: none)	6, 9, 14-17 2-5, 10-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
31 October 2016 (31.10.16)

Date of mailing of the international search report
08 November 2016 (08.11.16)

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/JP2016/074360

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012/0074294 A1 (RAYTHEON CO.), 29 March 2012 (29.03.2012), (Family: none)	1-17
A	WO 2007/120112 A1 (OWNER-PETERSEN, Mette), 25 October 2007 (25.10.2007), & US 2007/0247638 A1	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01J9/00(2006.01)i, G01M11/02(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. G01J9/00-9/04, G01M11/00-11/08

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）

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2010-185803 A (株式会社日立製作所) 2010.08.26, [0017]、 [0022]、[0027] - [0034]、[0049] - [005	1, 7-8
Y	2]、図1、図2、図11	6, 9, 14-17
A	& US 2012/0019813 A1 [0020], [0025], [0043]-[0050], [0068]-[0071], FIG. 1, FIG. 2A-FIG. 2E, FIG. 11 & WO 2010/092750 A1	2-5, 10-13

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

31.10.2016

国際調査報告の発送日

08.11.2016

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）

横尾 雅一

2W

3716

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 A	JP 2006-032692 A (株式会社ニコン) 2006.02.02, 「0019」 – 「0024」、[0067] – [0070]、図1、図15 (ファミリーなし)	6, 9, 14-17 2-5, 10-13
A	US 2012/0074294 A1 (RAYTHEON COMPANY) 2012.03.29, (ファミリーなし)	1-17
A	WO 2007/120112 A1 (OWNER-PETERSEN, Mette) 2007.10.25, & US 2007/0247638 A1	1-17