

(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
2014年6月19日(19.06.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/091986 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/225 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
G03B 15/00 (2006.01) H04N 5/335 (2011.01)
G03B 19/07 (2006.01) H04N 5/357 (2011.01)
G03B 35/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/082587
- (22) 国際出願日: 2013年12月4日(04.12.2013)
- (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 2012-270686 2012年12月11日(11.12.2012) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 金野 賢治(KONNO Kenji); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 浅野 基広(ASANO

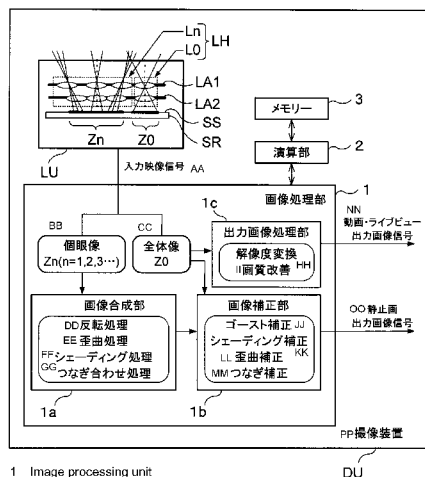
Motohiro); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 高山 淳(TAKAYAMA Jun); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 神 誠(JIN Makoto); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 古後 将司(KOGO Shoji); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 八木 克哉(YAGI Katsuya); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 波多野 洋(HATANO Hiroshi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内2丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 佐野 静夫(SANO Shizuo); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町2-6 天満橋八千代ビル別館 Osaka (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,

[続葉有]

(54) Title: COMPOUND OPTICAL SYSTEM AND IMAGING DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称: 複眼光学系とそれを用いた撮像装置



- 1 Image processing unit
1a Image composition unit
1b Image correction unit
1c Output image processing unit
2 Arithmetic calculation unit
3 Memory
AA Input image signal
BB Individual-lens image Zn (n=1, 2, 3, ...)
CC Overall image Z0
DD Inversion
EE Distortion
FF Shading
GG Connection
HH Resolution conversion
II Picture quality improvement
JJ Ghosting correction
KK Shading correction
LL Distortion correction
MM Connection correction
NN Video/live view output image signal
OO Still image output image signal
PP Imaging device

(57) Abstract: A compound optical system that, in order to connect a plurality of images having different visual fields and output one composite image, forms a plurality of images having different visual fields. The compound optical system has: a plurality of individual-lens optical systems in which a plurality of images having different visual fields are formed upon an imaging surface; and an overall optical system forming, upon the imaging surface, an image having a visual field encompassing the visual fields obtained by the plurality of individual-lens optical systems. The individual-lens optical systems and the overall optical system are configured by a lens array plate having a plurality of lenses integrally formed therein. The individual-lens optical systems, among the plurality of individual-lens optical systems, that do not have a vertical optical axis relative to the imaging surface perform imaging having different visual fields, by the apex of the lens surface and the center of the imaging surface being mutually eccentric; the composite image comprises a rectangular shape having short sides and long sides; and the overall optical system is arranged at a position displaced from the individual-lens optical systems in the short-side direction.

(57) 要約:

[続葉有]



BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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))

複眼光学系は、視野の異なる複数の像をつなぎ合わせて 1 枚の合成画像を出力するために、視野の異なる複数の結像を行う。視野の異なる複数の像を撮像面上に形成する複数の個眼光学系と、複数の個眼光学系で得られる視野を包含する視野の像を撮像面上に形成する全体光学系と、を有する。個眼光学系と全体光学系は、複数のレンズが一体に形成されたレンズアレイプレートで構成されている。複数の個眼光学系のうち、撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外のものは、レンズ面頂点と撮像面中心とが互いに偏心することで異なる視野の撮像を行い、合成画像が短辺と長辺を有する長方形をなし、個眼光学系から短辺方向にずれた位置に全体光学系が配置されている。

明 細 書

発明の名称：複眼光学系とそれを用いた撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、複眼光学系とそれを用いた撮像装置に関するものであり、例えば、アレイレンズからなる視野分割タイプの複眼光学系と、それにより得られた被写体像を撮像素子（例えば、ＣＣＤ(Charge Coupled Device)型イメージセンサー、ＣＭＯＳ(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)型イメージセンサー等の固体撮像素子）で取り込む撮像装置と、に関するものである。

背景技術

[0002] 近年の撮像光学系に対する薄型化の要求は非常に大きい。それに対応するために、光学設計による全長短縮やそれに伴う誤差感度増大に対応した製造精度向上を行ってきたが、さらなる要求に対応するためには、従来の１つの光学系と撮像素子とで像を得るということでは不十分になっている。そこで、薄型化への要求に対応するために、複眼光学系と呼ばれる撮像光学系が注目されている。複眼光学系はアレイ状に配置された複数のレンズからなるアレイ光学系であり、撮像素子において複数の分割された撮像領域に対して、それぞれが結像を行うものである。得られた複数の画像は、最終的に１つの画像となるように処理されて出力される。

[0003] 各種の複眼光学系が特許文献１～３や非特許文献１で提案されている。例えば、特許文献１に記載の複眼光学系は、同じ視野の撮像を行う複数のアレイ光学系からなり、そのわずかな視差のズレを用いて超解像処理を行うためのものである。非特許文献１に記載の複眼光学系は、１枚のアレイ光学系の偏心で視野分割を行うものであり、特許文献２，３に記載の複眼光学系は、光路変更用のプリズムで視野分割を行うものである。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2011-523538号公報

特許文献2：特開2012-151798号公報

特許文献3：特開2009-232278号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：22 November 2010 / Vol. 18, No. 24 / OPTICS EXPRESS 24379

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献1に記載の複眼光学系を用いて行われる超解像処理には、複雑な画像処理が必要であるため、計算時間が非常にかかることから連写等が困難であり、更に出力画像の画質が良くない等の問題がある。一方、非特許文献1に記載の複眼光学系では高画素化が難しく、特許文献2、3に記載の複眼光学系ではプリズムがあるため薄型化が難しい。したがって、従来より知られている複眼光学系には、いずれのタイプも超薄型化と高画質化を同時に達成することができないという問題がある。

[0007] 本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は、超薄型で高画質の複眼光学系とそれを用いた撮像装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、第1の発明の複眼光学系は、視野の異なる複数の像をつなぎ合わせて1枚の合成画像を出力するために、視野の異なる複数の結像を行う複眼光学系であって、

前記視野の異なる複数の像を撮像面上に形成する複数の個眼光学系と、前記複数の個眼光学系で得られる視野を包含する視野の像を前記撮像面上に形成する全体光学系と、を有しており、

複数のレンズが一体に形成されたレンズアレイプレートで、前記個眼光学系及び全体光学系が構成されており、

前記複数の個眼光学系のうち、前記撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外のものは、レンズ面頂点と撮像面中心とが互いに偏心することで異なる視野の撮像を行い、

前記合成画像が短辺と長辺を有する長方形をなしており、前記個眼光学系から前記短辺方向にずれた位置に前記全体光学系が配置されていることを特徴とする。

[0009] 第2の発明の複眼光学系は、視野の異なる複数の像をつなぎ合わせて1枚の合成画像を出力するために、視野の異なる複数の結像を行う複眼光学系であって、

前記視野の異なる複数の像を撮像面上に形成する複数の個眼光学系と、前記複数の個眼光学系で得られる視野を包含する視野の像を前記撮像面上に形成する全体光学系と、を有しており、

複数のレンズが一体に形成された少なくとも2枚のレンズアレイプレートで、前記個眼光学系及び全体光学系が構成されており、

前記複数の個眼光学系のうち、前記撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外のものは、レンズ面頂点が互いに偏心することで異なる視野の撮像を行い、

前記合成画像が短辺と長辺を有する長方形をなしており、前記個眼光学系から前記短辺方向にずれた位置に前記全体光学系が配置されていることを特徴とする。

[0010] 第3の発明の複眼光学系は、上記第1又は第2の発明において、前記撮像面は同一の撮像素子にあることを特徴とする。

[0011] 第4の発明の撮像装置は、撮像素子と、その撮像素子に対して視野の異なる複数の結像を行う複眼光学系と、その複眼光学系で形成された視野の異なる複数の像をつなぎ合わせて1枚の合成画像を出力する画像処理部と、を有する撮像装置であって、

前記複眼光学系が、前記視野の異なる複数の像を前記撮像素子の撮像面上に形成する複数の個眼光学系と、前記複数の個眼光学系で得られる視野を包

含する視野の像を前記撮像面上に形成する全体光学系と、を有しており、

複数のレンズが一体に形成された少なくとも 2 枚のレンズアレイプレートで、前記個眼光学系及び全体光学系が構成されており、

前記複数の個眼光学系のうち、前記撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外のものは、レンズ面頂点が互いに偏心することで異なる視野の撮像を行い、

前記合成画像が短辺と長辺を有する長方形をなしており、前記個眼光学系から前記短辺方向にずれた位置に前記全体光学系が配置されていることを特徴とする。

[0012] 第 5 の発明の撮像装置は、上記第 4 の発明において、前記撮像面は同一の撮像素子にあることを特徴とする。

[0013] 第 6 の発明の撮像装置は、上記第 4 又は第 5 の発明において、前記画像処理部が、動画出力機能、ライブビュー出力機能及び静止画出力機能を有し、静止画出力時には前記合成画像を出力するための画像処理を行うが、動画出力時又はライブビュー出力時には前記全体光学系の画像情報を用いた出力を行うことを特徴とする。

[0014] 第 7 の発明の撮像装置は、上記第 4 ～第 6 のいずれか 1 つの発明において、前記全体光学系の視野が、前記複数の個眼光学系で得られる視野全体よりも大きいことを特徴とする。

[0015] 第 8 の発明の撮像装置は、上記第 4 ～第 7 のいずれか 1 つの発明において、前記個眼光学系で形成される像を個眼像とすると、各個眼像の視野の周辺が重なるようになっており、その重なり量が以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする。

$$0.01 < L_a / L_b < 0.5 \quad \dots (1)$$

ただし、

L_a : 重なり量、

L_b : 画面の重なる方向の幅、

である。

[0016] 第9の発明の撮像装置は、上記第4～第8のいずれか1つの発明において、以下の条件式(2)を満足することを特徴とする。

$$-3 < F(\text{whole, img}) / F(\text{unit, img}) < 0 \quad \dots (2)$$

ただし、

$F(\text{unit, img})$: 撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系の最も像側のレンズの近軸焦点距離、

$F(\text{whole, img})$: 全体光学系の最も像側のレンズの近軸焦点距離、
である。

[0017] 第10の発明の撮像装置は、上記第4～第9のいずれか1つの発明において、前記複数の個眼光学系のうち、前記撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外のものは、自由曲面を少なくとも1面有する偏心光学系であることを特徴とする。

[0018] 第11の発明の撮像装置は、上記第4～第10のいずれか1つの発明において、前記個眼光学系で形成される像を個眼像とし、前記全体光学系で形成される像を全体像とし、前記撮像素子の撮像面において、前記個眼像が形成される領域を個眼領域とし、前記全体像が形成される領域を全体領域とするとき、各個眼領域の隙間よりも個眼領域と全体領域との隙間の方が大きいことを特徴とする。

[0019] 第12の発明の撮像装置は、上記第4～第11のいずれか1つの発明において、前記個眼光学系の数が縦横にそれぞれ3つ以上あり、 3×3 以上の配列における縦横方向にずれた視野で前記個眼光学系がそれぞれ結像することを特徴とする。

[0020] 第13の発明の撮像装置は、上記第4～第12のいずれか1つの発明において、前記画像処理部が前記全体光学系で得られる画像の情報をを用いて前記合成画像の画質を改善する補正を行うことを特徴とする。

[0021] 第14の発明の撮像装置は、上記第13の発明において、前記全体光学系で得られる画像の情報がゴーストの原因となるクロストークであり、前記画

像処理部が前記合成画像で生じたクロストークを特定してゴーストを目立たないように補正することを特徴とする。

[0022] 第15の発明の撮像装置は、上記第13又は第14の発明において、前記全体光学系で得られる画像の情報がシェーディングであり、前記画像処理部が前記全体光学系の画像の輝度分布情報を用いて前記合成画像の輝度分布を補正することを特徴とする。

[0023] 第16の発明の撮像装置は、上記第13～第15のいずれか1つの発明において、前記全体光学系で得られる画像の情報が合成画像のつなぎ目であり、前記画像処理部が前記全体光学系の画像情報を用いて前記合成画像のつなぎ目分布を補正することを特徴とする。

発明の効果

[0024] 本発明の構成を採用することにより、複眼光学系の厚みを増大させることなく画質を向上させることができる。したがって、超薄型で高画質の複眼光学系と、それを備えた超薄型で高画質の撮像装置を実現することができる。また、本発明に係る複眼光学系を携帯電話、携帯情報端末等のデジタル機器に用いることによって、デジタル機器に対し高性能の画像入力機能をコンパクトに付加することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]撮像装置の第1の実施の形態を示す模式図。

[図2]複眼光学系の第1の実施の形態を示す光学構成図。

[図3]第1の実施の形態における複眼光学系と撮像領域との位置関係を説明するための平面図。

[図4]第2の実施の形態における複眼光学系と撮像領域との位置関係を説明するための平面図。

[図5]全体光学系で得られる視野と個眼光学系で得られる合成視野との位置関係を示す平面図。

[図6]クロストーク補正を説明するための図。

[図7]シェーディング補正を説明するための図。

[図8]シェーディング補正前後のグレーチャート撮影結果を示す図。

[図9]つなぎ補正前後の合成画像を示す図。

[図10]被写体距離の違いによる視差がつなぎ合わせに及ぼす影響を示す図。

[図11]クロストーク補正の制御動作を示すフローチャート。

[図12]シェーディング補正の制御動作を示すフローチャート。

[図13]つなぎ補正の制御動作を示すフローチャート。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明に係る複眼光学系とそれを用いた撮像装置等を説明する。なお、実施の形態等の相互で同一の部分や相当する部分には同一の符号を付して重複説明を適宜省略する。

[0027] 複眼光学系は、撮像素子に対して複数のレンズ系がアレイ状に配置された光学系であり、各レンズ系が同じ視野の撮像を行う超解像タイプと、各レンズ系が異なる視野の撮像を行う視野分割タイプと、に通常分けられる。本発明に係る複眼光学系は、視野の異なる複数の像をつなぎ合わせて1枚の合成画像を出力するために、視野の異なる複数の結像を行う視野分割タイプである。

[0028] そして、本発明に係る複眼光学系は、前記視野の異なる複数の像を撮像素子の撮像面（例えば、固体撮像素子の光電変換部）上に形成する複数の個眼光学系と、前記複数の個眼光学系で得られる視野を包含する視野の像を前記撮像面上に形成する全体光学系と、を有しており、複数のレンズが一体に形成されたレンズアレイプレート（好ましくは少なくとも2枚）で、前記個眼光学系及び全体光学系が構成されている。撮像面は1つの撮像素子（つまり同一の撮像素子）にあることが好ましい。複数の個眼光学系が視野の異なる複数の像を1つの撮像素子の撮像面上に形成する構成であれば、撮像装置全体の小型化を効果的に達成することができる。また上記のように、レンズアレイプレートは少なくとも2枚からなることが好ましい。少なくとも2枚のレンズがあれば、より優れた光学性能を確保できる。前記複数の個眼光学系のうち、前記撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外のものは、

レンズ面頂点と撮像面中心とが互いに偏心することで異なる視野の撮像を行うか、あるいは、レンズ面頂点が互いに偏心することで異なる視野の撮像を行う。また、前記合成画像は短辺と長辺を有する長方形をなしており、前記個眼光学系から前記短辺方向にずれた位置に前記全体光学系が配置されている。

[0029] 本発明に係る撮像装置は、撮像素子と、その撮像素子に対して視野の異なる複数の結像を行う上記複眼光学系と、その複眼光学系で形成された視野の異なる複数の像をつなぎ合わせて1枚の合成画像を出力する画像処理部と、を有している。通常のデジタル撮像装置は、静止画の撮影機能に加えてライブビューや動画撮影の機能を有しているが、その際の消費電力低減は、電池の持ち、温度上昇等の理由から重要である。温度上昇が大きいと、動画撮影やライブビュー時に温度上昇による変形や屈折率変化の影響で光学性能が悪化してしまう。結果として、常に良好な画質を有する撮影光学系や撮像装置を提供することが困難となる。上記温度上昇を招く発熱の原因は、撮像素子の画像出力、画像の貼り合わせの演算等にある。

[0030] 個眼光学系と一体に形成された全体光学系を用いてライブビューや動画出力を行う撮像装置は従来知られていない。個眼光学系と一体で形成された全体光学系を有する視野分割タイプの撮像光学系では、全体光学系の画像を用いてライブビューや動画出力を行うことにより全体光学系のみを読み出しを行えば、つなぎ合わせ処理を必要としないので、画像出力や画像処理の負担が少なくなる。しかし、ライブビューや動画出力用に別の撮像素子を用いると、大きさ、処理回路、機構等が大型化してしまうため、撮像装置の小型化は困難になる。したがって、同一の撮像素子に個眼像と全体像を形成する構成が好ましい。そのためには、一体のアレイ素子（つまり、複数のレンズが一体に形成されたレンズアレイプレート）が必要となる。

[0031] ところで、個眼光学系を薄型化するには、異なる視野を見るためにプリズムを用いる方法ではなく、偏心による方法を採用することが好ましい。これにより、複眼光学系の薄型化を実現することができる。更に小型化するには

全体光学系の配置がポイントとなるが、画面が横長の場合は横方向に大きくレンズを偏心させることになる。全体光学系は偏心しないことから、偏心量に応じた撮像素子の空間ができてしまうので、この量を小さくすることが複眼光学系全体の小型化になる。したがって、偏心量の小さい方（言い換えれば、画面サイズの小さい方：短辺方向にズレた位置）に全体光学系を配置することが好ましい。これらの構成により、薄型化・小型化を実現し、消費電力も小さく、安定して良好な画質を出力できる撮像光学系及び撮像装置を実現することができる。

[0032] 上記特徴的構成によると、複眼光学系の厚みを増大させることなく画質を向上させることができる。したがって、超薄型で高画質の複眼光学系と、それを備えた超薄型で高画質の撮像装置を実現することができる。また、本発明に係る複眼光学系を携帯電話、携帯情報端末等のデジタル機器に用いることによって、デジタル機器に対し高性能の画像入力機能をコンパクトに付加することが可能となり、そのコンパクト化、高性能化、高機能化等に寄与することができる。こういった効果をバランス良く得るとともに、更に高い光学性能、小型化等を達成するための条件等を以下に説明する。

[0033] 前記画像処理部が、動画出力機能、ライブビュー出力機能及び静止画出力機能を有し、静止画出力時には前記合成画像を出力するための画像処理を行うが、動画出力時又はライブビュー出力時には前記全体光学系の画像情報を用いた出力を行うことが好ましい。本撮像装置をモバイル機器に組み込んで撮影動作を行う際には、通常モバイル機器の液晶や有機EL (Organic Electro-Luminescence) の表示画面で撮影状態を確認してから撮影を行うことになる。その際に、個眼光学系の合成画像を表示画面に表示するには、合成演算を高速に行う必要がある。しかしながら、そういった演算処理は負担が大きいため、処理速度が追いつかない、消費電力が大きくなって発熱が非常に大きくなる、といった問題を招くおそれがある。したがって、合成画像ではなく全体画像を表示させると、反転処理や貼り合わせ演算の必要がないため、高速かつ低消費電力のライブビュー出力を実現することができる。また、動

画撮影においても同様に全体画像を用いて行うことが好ましい。その際、動画ではHD画質が必要なので、全体画像をアップコンバージョンする処理を行ってもよい。

[0034] 全体光学系の視野（全体視野）が、複数の個眼光学系で得られる視野全体（合成視野）よりも大きいことが好ましい。図5（A）、（B）に、全体光学系で得られる全体視野S Oと個眼光学系で得られる合成視野S Lとの位置関係の例を示す（V：短辺方向、H：長辺方向）。全体光学系で得られる画像情報は、動画やライブビューに用いることができる。動画の画面サイズは16：9であり、ライブビューの画面サイズは撮像装置を搭載する機器（スマートフォン（高機能携帯電話）等）の画像表示装置（例えば、液晶表示装置）の画面サイズであるため、一般的な静止画の画面サイズ4：3（図5（B））と比較して横長（図5（A））になっている。全体光学系が全個眼光学系の一部の領域の画像切り出しであれば、静止画領域の全部を収めることができないので、ライブビューとしては好ましくない。したがって、複数の個眼光学系で得られる合成視野S Lよりも、全体光学系で得られる全体視野S Oを大きくすることが好ましく、それにより、全体光学系で得られる画像の情報をを用いた合成画像の画質を効果的に改善することができる。

[0035] 前記個眼光学系で形成される像を個眼像とすると、各個眼像の視野の周辺が重なるようになっており、その重なり量が以下の条件式（1）を満足することが好ましい。

$$0.01 < L_a / L_b < 0.5 \quad \dots (1)$$

ただし、

L_a ：重なり量、

L_b ：画面の重なる方向の幅、

である。

[0036] 複数の個眼像のつなぎ合わせ処理を行うためには、画像のオーバーラップ領域（隣接する個眼光学系で同じ場所を見る領域）が必要であるが、センサーの画素数を有効利用するためにはあまり多くても好ましくない。条件式（

1) は、必要なオーバーラップを有しながら、合成画素数を高く保つための好ましい条件を規定している。

[0037] 以下の条件式 (2) を満足することが好ましい。

$$-3 < F(\text{whole}, \text{img}) / F(\text{unit}, \text{img}) < 0 \quad \dots (2)$$

ただし、

$F(\text{unit}, \text{img})$: 撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系の最も像側のレンズの近軸焦点距離、

$F(\text{whole}, \text{img})$: 全体光学系の最も像側のレンズの近軸焦点距離、
 、
 である。

[0038] 視野角の広い全体光学系と視野角の狭い（焦点距離の長い）個眼光学系を通常の構成で設計すると、個眼光学系の全長が長くなってしまふ。したがって、全体光学系と個眼光学系を同一基板で形成するには設計上の工夫が必要である。同一基板で全体光学系と個眼光学系の両方を成立させるためには、レンズ全長の短縮が行いやすいテレフォトタイプを個眼光学系に採用することが好ましい。その際、全体光学系とのバランスを考慮すると、条件式 (2) を満足することが好ましい。条件式 (2) の上限を越えると、個眼光学系の全長が長くなりすぎて、全体光学系が大型化したり、同一基板での形成が困難になったりする。条件式 (2) の下限を越えると、個眼光学系の負のパワーが大きくなりすぎるために、良好な収差性能を有することが困難になる。

[0039] 以下の条件式 (3) を満足することが好ましい。

$$-2 < F(\text{unit}, \text{obj}) / F(\text{unit}, \text{img}) < -0.3 \quad \dots (3)$$

ただし、

$F(\text{unit}, \text{obj})$: 撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系の最も物体側のレンズの近軸焦点距離、

$F(\text{unit}, \text{img})$: 撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系の

最も像側のレンズの近軸焦点距離、
である。

[0040] 条件式(3)は、全体光学系を同一基板に配置するためのもう一つの条件を規定している。条件式(3)の下限を越えると、物体側のパワーが像側のパワーに対して小さくなるために、テレフォトタイプの特長である小型化のメリットが小さくなる。結果として、全長が大きくなってしまい、薄型化が困難になる。条件式(3)の上限を越えると、各レンズのパワーが強くなりすぎるために収差補正が困難になり、良好な性能を得ることが難しくなる。

[0041] 前記複数の個眼光学系のうち、前記撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系(例えば、合成視野の中心部分を構成する個眼光学系)以外のものは、自由曲面を少なくとも1面有する偏心光学系であることが好ましい。視野分割タイプの複眼光学系を薄型化するには、偏心が必要である(厚み増大の原因となる光路変更用プリズムを不要にするため)。しかし、偏心光学系では斜めからの光入射に対して良好に収差補正を行う必要がある。そのような収差補正を行って高性能化を達成するため、偏心面を有する個眼光学系には自由曲面を有することが好ましく、撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外の全偏心レンズが2面以上の自由曲面を有することが更に好ましい。

[0042] 前記個眼光学系で形成される像を個眼像とし、前記全体光学系で形成される像を全体像とし、前記撮像素子の撮像面において、前記個眼像が形成される領域を個眼領域とし、前記全体像が形成される領域を全体領域とするとき、各個眼領域の隙間よりも個眼領域と全体領域との隙間の方が大きいことが好ましい。視野分割のために個眼光学系を偏心させようとする、全体光学系との干渉を避けるために個眼領域と全体領域との間を大きくする必要が生じる。また、個眼光学系の偏心は配置の順に変化するので、個眼光学系同士の干渉は容易に回避可能であるが、個眼光学系と全体光学系との干渉を回避することは困難である。このため、個眼光学系の領域ごとの隙間(例えば0.2 mm)よりも個眼領域と全体領域との隙間(例えば2 mm)の方を大き

くするのが好ましい。そのように構成すれば、そこにクロストークを防ぐための遮光部材を配置できるので、全体光学系は個眼光学系よりもクロストークの影響が小さくなって、非常に良好な画像を得ることができる。

[0043] 前記個眼光学系の数が縦横にそれぞれ3つ以上あり、 3×3 以上の配列における縦横方向にずれた視野で前記個眼光学系がそれぞれ結像することが好ましい。視野分割で大きな画角を得るには、少なくとも 3×3 の配列が必要である。

[0044] 複眼光学系は前記両タイプとも撮像装置の薄型化を達成するのに向いているが、視野分割タイプでは一つ一つが小さい視野で撮像を行うので光学系全体の小型化を達成する上で特に有効である。しかし、視野の異なる複数の画像から1つの合成画像を得るには、それぞれの画像がレンズの作用によって反転して撮像素子上に写っているので、個々の画像を回転させてから貼り合わせる画像処理が必要となる。その際、一体に形成されたレンズアレイプレートを用いて、互いに偏心させて異なる視野の撮像を行う光学系を用いた場合には、以下のような課題(1)～(3)がある。

(1)：個眼に入射した不要光が隣接センサー面に到達するため、クロストークや面間反射による迷光ゴーストが発生する。

(2)：個々のレンズ系のシェーディングが個眼の偏心方向に関係して非対称になるため、貼り合わせの境界での輝度レベルの不一致が発生する。

(3)：レンズの調整ズレや被写体距離の差によって理想状態とは異なる視差が発生するため、つなぎ合わせ部分のズレが発生する。

[0045] これらの課題は個々のレンズ系の情報を用いて対策することもできるが、真の画像の様子は個々のレンズ系の情報だけでは分からないため、その解決には限界がある。そこで、本発明に係る複眼光学系は、複数の個眼光学系で視野の異なる複数の像を撮像面上に形成するとともに、複数の個眼光学系で得られる視野を包含する視野の像を全体光学系で撮像面上に形成する構成としている。全体光学系を有する構成にすることで、真の画像の情報をより正確に求めることが可能となるため、上記の課題(1)～(3)に対して的確

な補正を行うことができる。つまり、全体光学系を用いて得られる画像情報から、ゴースト、シェーディング、つなぎ合わせ、歪曲等の不具合を補正することが可能となる。しかも、個眼光学系で形成される像も全体光学系で形成される像も1つの撮像素子上に形成可能なので、撮像装置全体の小型化をより効果的に達成することができる。なお、個々の視野の理想状態（設計値）からのズレを小さくし、かつ撮像装置全体を小型にするためにも、同一の基板に載っていることが好ましい。

[0046] 前記撮像装置において、画像処理部が全体光学系で得られる画像の情報を用いて合成画像の画質を改善する補正を行うことが好ましい。全体光学系で得られる画像の情報を用いることにより、個眼光学系で得られる像から復元される合成画像（個眼合成画像）の画質を向上させることができる。

[0047] 前記全体光学系で得られる画像の情報がゴーストの原因となるクロストークであり、前記画像処理部が前記合成画像で生じたクロストークを特定してゴーストを目立たないように補正することが好ましい。クロストークとは、特定の光学系を射出した光が本来入射すべきセンサー領域とは異なるセンサー領域に入射することをいう。例えば、図6に示すように、レンズアレイプレートLA1、LA2からなるレンズ系L1～L3のうち、レンズ系L1に入射した光LBが、撮像面SSにおいて本来入射すべきセンサー領域P1に入射せず、その周囲のレンズ系L2、L3に入射した後、センサー領域P2、P3に入射することをクロストークという。このようなクロストークは、レンズアレイプレートLA1、LA2のように一体化されたレンズアレイを用いると発生しやすくなる。

[0048] 図11のフローチャートにクロストーク補正の制御動作を示す。クロストークの除去では、（1）ゴーストの特定処理と（2）ゴーストの低減処理の2つのステップを実行する。ゴーストの特定処理では、全体画像と複数の個眼像から得られた合成画像との輝度値の比較を行い、その輝度値に大きな差異がある個所（クロストークの発生場所）を特定する（#110）。そして、クロストークがあると判断し（#120）、そのクロストークが補正を要

するレベルにあると判断すれば（＃１３０）、クロストークの低減処理（ゴーストの低減処理）を行う（＃１４０）。このクロストーク低減処理では、合成画像から輝度値の差異だけ減算処理を行う。このように、全体光学系で得られた画像情報をクロストーク低減処理に用いることにより、ゴーストが目立たないような効果的な補正を行うことができる。

[0049] これらの具体的な処理は、例えば特開２０１２－７０４４３号公報に記述されている。特開２０１２－７０４４３号公報に記載のものは複眼光学系のクロストーク補正ではないが、画面内に高輝度部がある場合に、ゴーストの発生を予測し、取得画像とのマッチングを行いゴーストの有無を特定し、減算処理で画質改善を行っている。ゴーストの特定処理や減算処理の原理は、本発明におけるクロストーク補正と同様の考え方であるので、これらの処理を適用することでクロストークを補正することができる。また、特開２０１２－７０４４３号公報に記載されているように、特定処理と減算処理の間に除去判断処理を入れてもよい。

[0050] 前記全体光学系で得られる画像の情報がシェーディングであり、前記画像処理部が前記全体光学系の画像の輝度分布情報を用いて前記合成画像の輝度分布を補正することが好ましい。図７（Ａ）に個眼合成画像ＭＬの一例を示し、図７（Ｂ）に全体画像ＭＯの一例を示す。また、図７（Ａ），（Ｂ）中の領域ＣＰでの輝度の変化（ Δ ：輝度差）を図７（Ｃ）に示す。図７（Ａ）に示すように、個眼光学系で得られる照度分布が一様でないために、合成画像の貼り合わせ部分近辺には、個眼光学系のシェーディングによる輝度の不均一が生じることがある。事前のキャリブレーション等である程度の補正を行うことは可能であるが、全ての輝度レベルでの補正を行うことは難しいため、貼り合わせ部分での急激な輝度の変動が残ることがある。全体画像無しには、この変動が被写体によるものか、つなぎ合わせ残りによるものかは判断することができないが、全体光学系で得られた画像情報を用いることにより、これを判定することができ、シェーディングを補正することが可能となる。図８に、（Ａ）シェーディング補正前と（Ｂ）シェーディング補正後の

グレーチャート撮影結果の一例を示す。

- [0051] 図12のフローチャートにシェーディング補正の制御動作を示す。シェーディング補正では、(1)シェーディング有無の特定と(2)シェーディングの低減処理の2つのステップを実行する。シェーディング有無の特定では、全体画像と複数の個眼像から得られた個眼合成画像との輝度値の比較を行い、その輝度値に大きな差異がある個所(シェーディングの発生場所)を特定する(#210)。特につなぎ目近辺での輝度値を比較し、近傍部分の輝度差を見て、一定量以上であればシェーディング不良が発生していることを特定することができる。例えば、図7に示す(A)個眼合成画像MLと(B)全体画像MOにおいて、四角で囲った領域CPの(つなぎ目近傍)の断面や領域CPの輝度を比較し、その輝度差 Δ が一定の量以上あれば、シェーディング異常が目立つレベルであると判定することができる。
- [0052] そして、シェーディング異常があると判断し(#220)、そのシェーディングが補正を要するレベルにあると判断すれば(#230)、シェーディングの低減処理を行う(#240)。このシェーディングの低減処理では、全体画像MOの輝度分布が本来の輝度に近いので、輝度差 Δ をなくすように個眼合成画像MLの輝度を変化させる。その際に、補正するレベルを調整可能とすることが望ましい。
- [0053] 前記全体光学系で得られる画像の情報が合成画像のつなぎ目であり、前記画像処理部が前記全体光学系の画像情報を用いて前記合成画像のつなぎ目分布を補正することが好ましい。図9(A)につなぎ補正前の合成画像を示し、図9(B)につなぎ補正後の合成画像を示す。また、図10に、被写体距離の違いによる視差がつなぎ合わせに及ぼす影響を示す。図10(A)は、撮像装置DUで近距離物体NBと基準距離物体FBを撮影している状態を示しており、図10(B)は全体画像MOを示しており、図10(C)は個眼合成画像MLを示している。
- [0054] 図9及び図10から分かるように、個眼像の貼り合わせにおいては、温度変動によるレンズの中心位置のズレや被写体距離による視差の変動等の影響

(隣り合ったレンズ系の視差による距離の違い)で滑らかにつながらない場合が考えられる。合成画像を全体画像と比較することで、この貼り合わせのズレのエラー判定を行うことができる。つまり、被写体が実際に急激に曲がっているのか、貼り合わせのエラーが影響しているのか、について判定することができる。したがって、貼り合わせのエラーと判定された場合には、補正処理を行うこと(画像を動かして位置ズレをなくし、重なり of 視野の領域の情報を用いて間を埋めて滑らかなつながりにすること)で、不自然なつながりを補正することができる。

[0055] 図13のフローチャートにつなぎ補正の制御動作を示す。つなぎ補正では、(1)つなぎ異常の特定処理と(2)貼り合わせ補正処理の2つのステップを実行する。つなぎ異常の特定処理では、全体画像と複数の個眼像から得られた合成画像との輝度値の比較を行い、その輝度値に大きな差異がある箇所(つなぎ異常の発生場所)を特定する(#310)。そして、つなぎ異常があると判断し(#320)、そのつなぎ異常が補正を要するレベルにあると判断すれば(#330)、貼り合わせ補正処理(つなぎ異常の低減処理)を行う(#340)。このように、全体光学系で得られた画像情報をつなぎ補正処理に用いることにより、不自然なつながりが目立たないような効果的なつなぎ補正を行うことができる。

[0056] 図1に撮像装置の第1の実施の形態を示し、図2に複眼光学系の第1の実施の形態を示し、図3に第1の実施の形態における複眼光学系と撮像領域との位置関係を示す。図1に示すように、撮像装置DUは、撮像ユニットLU、画像処理部1、演算部2、メモリー3等を有している。そして、撮像ユニットLUは、1つの撮像素子SRと、その撮像素子SRに対して視野の異なる複数の結像を行う複眼光学系LHと、を有している。撮像素子SRとしては、例えば複数の画素を有するCCD型イメージセンサー、CMOS型イメージセンサー等の固体撮像素子が用いられる。撮像素子SRの光電変換部である受光面SS上には、被写体の光学像が形成されるように複眼光学系LHが設けられているので、複眼光学系LHによって形成された光学像は、撮像

素子 S R によって電氣的な信号に変換される。

[0057] 複眼光学系 L H は、図 1 及び図 2 に示すように、視野の異なる複数の個眼像 Z_n ($n = 1, 2, 3, \dots$) を撮像素子 S R の撮像面 S S 上に形成する複数の個眼光学系 L_n ($n = 1, 2, 3, \dots$) と、複数の個眼光学系 L_n で得られる視野全体を包含する視野の全体像 Z_0 を撮像面 S S 上に形成する全体光学系 L_0 と、を有している。個眼光学系 L_n 及び全体光学系 L_0 は、それぞれ物体側レンズと像側レンズとの 2 枚からなっており、複数の物体側レンズが一体に形成された第 1 レンズアレイプレート L A 1 と、複数の像側レンズが一体に形成された第 2 レンズアレイプレート L A 2 と、で構成されている。なお、第 2 レンズアレイプレート L A 2 の像側には、図 2 に示すように、撮像素子 S R のカバーガラス C G が配置されている。

[0058] 図 3 (A) では、撮像素子 S R の撮像面 S S において、個眼光学系 L_n で個眼像 Z_n が形成される個眼領域 P_n ($n = 1, 2, 3, \dots$) と、全体光学系 L_0 で全体像 Z_0 が形成される全体領域 P_0 ($P_{01} \sim P_{03}$) と、を撮像領域として示している。図 3 (B) では、個眼領域 P_n (図 3 (A)) に個眼像 Z_n (図 1, 図 2) を形成する個眼光学系 L_n の一部 ($L_{13} \sim L_{15}$, $L_{18} \sim L_{20}$, $L_{23} \sim L_{25}$) と、全体領域 P_0 (図 3 (A)) に全体像 Z_0 (図 1, 図 2) を形成する全体光学系 L_0 ($L_{01} \sim L_{03}$) と、を更に示している。そして、図 3 (B) 中の円形状は個眼光学系 L_n 及び全体光学系 L_0 を上方から見た状態 (例えば、楕円形状はレンズ系の偏心状態) を示している。なお、図 2 は図 3 (B) の Q-Q' 線断面図 (V 方向の 1 断面) に相当するが、個眼光学系 L_n は縦横対称な配置になっているので、図 3 (B) では 9 ポジション ($L_{13} \sim L_{15}$, $L_{18} \sim L_{20}$, $L_{23} \sim L_{25}$) の個眼光学系 L_n のみを示している。

[0059] 第 1 の実施の形態では 5×5 の視野分割を行う構成になっているので、図 3 から分かるように、個眼光学系 L_n 及び個眼領域 P_n は 5×5 で対応する配列になっている。中心の個眼光学系 L_{13} では被写体中心部分を結像し、周辺の個眼光学系 L_n (L_{13} 以外) では被写体周辺部分を結像する。ただ

し、視野分割しているののでいずれの個眼光学系 L_n も画角は狭くなっている。

[0060] 図2に示すように、個眼光学系 L_n はいずれもレンズ2枚構成になっており、図3(B)に示す中心の個眼光学系 L_{13} (撮像面 SS に対して垂直な光軸 AX を有している。)では、正負の望遠タイプのパワー配置になっている。また、中心の個眼光学系 L_{13} 以外の個眼光学系 L_n は、レンズ面が4面とも自由曲面からなっている。自由曲面を4面有する構成により、非常に良好な収差性能を実現することができる。中心の個眼光学系 L_{13} 以外の個眼光学系 L_n は、周辺視野を構成するために光軸 AX が偏心しているため、光路変更用のプリズム等を用いる必要がない。したがって、全個眼光学系 L_n の厚みを同じにすることができ、同一基板での設計が可能となる。周辺視野を構成する個眼光学系 L_n は撮像面 SS に対して斜めから光を入射させるので、軸対称光学系と同様の光学性能を得るには自由曲面を4面有することが好ましい。

[0061] 個眼光学系 L_n の下方には、全体光学系 L_0 として同一構成(負正の広角タイプのパワー配置)の3つのレンズ系 $L_{01} \sim L_{03}$ が配置されている。3つの全体光学系 $L_{01} \sim L_{03}$ はいずれも被写体全体を結像させるレンズ系(撮像面 SS に対して垂直な光軸 AX を有している。)であって、1つの個眼光学系 L_n の5倍の画角を有している。また、複眼光学系 L_H に含まれる全体光学系 L_0 は1つでもよく複数でもよい。全体光学系 L_0 を個眼光学系 L_n と共に配置しようとする、スペースに余裕が生じるので、全体光学系 L_0 を複数配置することが可能である。例えば、複数の全体光学系 L_0 を用いれば、それによって得られた複数の画像を距離情報や3D画像の出力に利用することができる。

[0062] 画像処理部1は、画像合成部1aと、画像補正部1bと、出力画像処理部1cと、を有している。画像合成部1aは、複眼光学系 L_H で形成された視野の異なる複数の個眼像 Z_n ($n=1, 2, 3, \dots$)をつなぎ合わせて1枚の個眼合成画像 ML (図7等)を出力する。その際、反転処理、歪曲処理、

シェーディング処理、つなぎ合わせ処理等を行う。画像補正部 1 b は、全体光学系 L 0 で得られる全体画像 M 0 の情報を用いて個眼合成画像 M L の画質を改善する補正を行うことにより、個眼光学系 L n で得られる個眼像 Z n から復元される個眼合成画像 M L の画質を向上させる。つまり、画像補正部 1 b は、前述したように、個眼合成画像 M L で生じたクロストークを特定してゴーストを目立たないように補正したり、全体光学系 L 0 の全体画像 M 0 の輝度分布情報を用いて個眼合成画像 M L の輝度分布をシェーディング補正したり、全体光学系 L 0 の画像情報 M 0 を用いて個眼合成画像 M L のつなぎ目分布を補正したりする。さらに、必要に応じて歪曲補正も行う。

[0063] 一方、出力画像処理部 1 c は、全体像 Z 0 を用いた解像度変換及び画質改善を行って全体画像 M 0 を出力する。画像処理部 1 は、動画出力機能、ライブビュー出力機能及び静止画出力機能を有しているので、静止画出力時には個眼合成画像 M L を出力するための画像処理を行うが、動画出力時又はライブビュー出力時には出力画像処理部 1 c で全体光学系 L n の画像情報を用いた出力を行う。

[0064] 図 4 に、第 2 の実施の形態における複眼光学系と撮像領域との位置関係を、図 3 と対応するように示す。第 2 の実施の形態では 4×3 の視野分割を行う構成になっているので、図 4 から分かるように、個眼光学系 L n 及び個眼領域 P n は 4×3 で対応する配列になっている。全個眼領域 P n の中心には個眼光学系 L n が存在しないので、個眼光学系 L n はいずれも偏心光学系である。個眼光学系 L n の下方には、全体光学系 L 0 として同一構成の 2 つのレンズ系 L 0 1, L 0 2 が配置されている。2 つの全体光学系 L 0 1, L 0 2 はいずれも被写体全体を結像させるレンズ系（撮像面 S S に対して垂直な光軸 A X を有している。）であって、1 つの個眼光学系 L n の 4 倍以上の画角を有している。また、各領域のサイズに関しては、例えば、撮像面 S S の画素数を 16 M ピクセルとすると、個眼領域 P n 全体に 12 M ピクセル、残りを各全体領域 P 0 に 2 M ピクセルずつ用いることができる。全体光学系 L 0 1, L 0 2 を用いることで、同じ画角で異なる視差の情報が得られるので

、3D画像出力や距離画像出力、さらに超解像画像出力を行ってもよい。本実施の形態では、それぞれ2Mピクセルあるのでハイビジョン画質の3D動画を出力することも可能である。

実施例

[0065] 以下、本発明を実施した複眼光学系の構成等を、コンストラクションデータ等を挙げて更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例は、前述した第1の実施の形態に対応する数値実施例であり、複眼光学系LHの第1の実施の形態を表す光学構成図(図2)は、対応する数値実施例のレンズ構成、光路等を示している。

[0066] 表1に、本実施例における個眼光学系Ln及び全体光学系L0のエリア配置を示す。個眼光学系Lnは5×5ポジションに配置されており、全体光学系L0は3ポジションに配置されている。ただし、個眼光学系Lnは縦横対称な配置になっているので、9ポジション(C, V1, V2, H1, H2, D1, D2, VD, HD)のみ示している。

[0067] 光軸AXまわりに回転対称な個眼光学系Ln(ポジション:C)や全体光学系L0(ポジション:Zentai)のコンストラクションデータでは、面データとして、左側の欄から順に、面番号、曲率C0(曲率半径の逆数, $1/\text{mm}$)、軸上面間隔d(mm)、d線(波長:587.56nm)に関する屈折率nd、d線に関するアッペ数vdを示す。また、偏心光学系である個眼光学系Ln(ポジション:V1, VD, D1, V2, D2, HD, H2, H1)のコンストラクションデータでは、面データとして、左側の欄から順に、面番号、曲率C0(曲率半径の逆数, $1/\text{mm}$)、軸上面間隔d(mm)、Y偏心(mm)を示す。なお、個眼光学系Lnの「90度回転」とは、コンストラクションデータの通りに面を作成して、それをZ軸まわりに90度回した状態がそのレンズの状態になる、ということである。したがって、偏心方向と自由曲面係数に関し、XとYを入れ替えた場合と同じことになる(H方向がX方向に対応し、V方向がY方向に対応する。)。

[0068] 光軸AXまわりに回転対称な個眼光学系Ln(ポジション:C)や全体光

学系 L_0 （ポジション：Z e n t a i）には、光軸 $A X$ まわりに回転対称な非球面が用いられており、非球面はその面頂点を原点とするローカルな直交座標系（ X ， Y ， Z ）を用いた以下の式（ $A S$ ）で定義される。また、偏心光学系である個眼光学系 L_n （ポジション： V_1 ， $V D$ ， D_1 ， V_2 ， D_2 ， $H D$ ， H_2 ， H_1 ）には、自由曲面が用いられており、自由曲面はその面頂点を原点とするローカルな直交座標系（ X ， Y ， Z ）を用いた以下の式（ $F S$ ）で定義される。非球面データとして非球面係数を示し、自由曲面データとして自由曲面係数を示す（ただし、 $A(j, k)$ を $X^j \cdot Y^k$ で表記する。）。なお、表記の無い項の係数は0であり、すべての非球面について $K=0$ 、すべての自由曲面について X ， Y 方向とも $K=0$ であり、すべてのデータに関して $E-n=\times 10^{-n}$ である。

$$[0069] \quad Z = (C_0 \cdot h^2) / [1 + \sqrt{\{1 - (1 + K) \cdot C_0^2 \cdot h^2\}}] + \sum (A_i \cdot h^i) \quad \dots (A S)$$

$$Z = (C_0 \cdot h^2) / [1 + \sqrt{\{1 - (1 + K) \cdot C_0^2 \cdot h^2\}}] + \sum \{A(j, k) \cdot X^j \cdot Y^k\} \quad \dots (F S)$$

ただし、

h ： Z 軸（光軸 $A X$ ）に対して垂直な方向の高さ（ $h^2 = X^2 + Y^2$ ）、

Z ：高さ h の位置での Z 軸方向の変位量（面頂点基準）、

C_0 ：面頂点での曲率（曲率半径の逆数）、

K ：円錐定数、

A_i ： i 次の非球面係数、

$A(j, k)$ ： X の j 次、 Y の k 次の自由曲面係数、

である。

[0070] 撮像ユニット L_U に関する各種データを以下に示す（図1～図3等）。

F_{no} ：3.2相当

個眼領域 P_n の間隔 $d = 0.2 \text{ mm}$

個眼領域 P_n と全体領域 P_0 との間隔 $D = 2 \text{ mm}$

個眼領域 P_n 全体のサイズ： $5.6 \text{ mm} \times 4.2 \text{ mm}$

各個眼領域 P_n のサイズ : $1.07 \times 0.79 \text{ mm}$

各個眼領域 P_n の画素数 : $L_b = 743 \times 543$ ピクセル ($1.12 \mu\text{m}$ ピッチ)

各全体領域 P_0 のサイズ : $1.43 \text{ mm} \times 0.81 \text{ mm}$

各全体領域 P_0 の画素数 : 1280×720 ピクセル

被写体の重なり画素数 : $L_a = 40$ ピクセル (被写体距離 : 2 m)

条件式 (1) : $L_a / L_b = 40 / 743 = 0.054$

条件式 (1) : $L_a / L_b = 40 / 543 = 0.074$

[0071] 個眼光学系 L_n 及び全体光学系 L_0 を構成する 2 枚のレンズのデータを以下に示す (図 2 等)。

[近軸焦点距離] 物体側レンズ (L_{A1}) 像側レンズ (L_{A2})

全体光学系 1.72 mm 1.54 mm

個眼光学系 (中心) 2.09 mm -2.01 mm

条件式 (2) : $F(\text{whole}, \text{img}) / F(\text{unit}, \text{img})$
 $= 1.54 / -2.01 = -0.77$

条件式 (3) : $F(\text{unit}, \text{obj}) / F(\text{unit}, \text{img})$
 $= 2.09 / -2.01 = -1.04$

[0072] [表1]

エリア配置				
		V1	VD	D1
		V2	D2	HD
		C	H2	H1
Zentai		Zentai		Zentai

[0073] ポジション : C

単位 : mm

面データ

面番号	C_0	d	n_d	v_d
1	1.534928	0.215	1.5178	56.1

2	0	0.305	1.5100	62.4
3	0	0.050	1.6020	28.6
4	0.7509255	0.850		
5	-0.354405	0.050	1.6020	28.6
6	0	0.300	1.5100	62.4
7	0	0.050	1.5178	56.1
8	0.5121223	0.150		
9	0	0.500	1.4714	66.02
10	0	0.050		

[0074] 非球面係数

第1面

$$A4 = 9.314E-03$$

$$A6 = 1.905E+00$$

$$A8 = -7.387E+00$$

$$A10 = 7.279E+00$$

$$A12 = 6.976E+01$$

$$A14 = 5.992E+01$$

$$A16 = -6.976E+02$$

$$A18 = 0.000E+00$$

[0075] 非球面係数

第4面

$$A4 = 2.155E-01$$

$$A6 = -1.015E+00$$

$$A8 = 1.017E+01$$

$$A10 = 3.338E+01$$

$$A12 = -5.537E+02$$

$$A14 = -1.397E+03$$

$$A16 = 9.251E+03$$

A18= 0.000E+00

[0076] 非球面係数

第5面

A4 = -1.146E+00

A6 = 6.744E+00

A8 = -6.907E+01

A10= 2.998E+02

A12= 3.951E-05

A14= 3.461E-05

A16= 3.316E-05

A18= 0.000E+00

[0077] 非球面係数

第8面

A4 = -1.468E+00

A6 = 1.973E+01

A8 = -3.199E+02

A10= 3.147E+03

A12= -1.691E+04

A14= 4.276E+04

A16= -2.996E+04

A18= 0.000E+00

[0078] ポジション : V 1

単位 : mm

面データ

面番号	C0	d	Y偏心
1	0.9527951	0.198	0.000
2	0	0.305	0.044
3	0	0.050	0.044

4	1.2505431	0.826	0.077
5	1.3377381	0.074	0.484
6	0	0.300	0.484
7	0	0.058	0.484
8	-2.338101	0.142	0.699
9	0	0.500	0.890
10	0	0.050	0.890

[0079] 自由曲面係数

第1面

$$\begin{aligned}
 Y &= -3.953E-02, & X2 &= 2.900E-01, & Y2 &= 2.953E-01, \\
 X2Y &= 5.393E-03, & Y3 &= 8.977E-03, & X4 &= 3.088E-01, \\
 X2Y2 &= 6.843E-01, & Y4 &= 2.743E-01, & X4Y &= 2.576E-02, \\
 X2Y3 &= -6.297E-02, & Y5 &= -1.055E-02, & X6 &= 5.192E-01, \\
 X4Y2 &= 1.088E+00, & X2Y4 &= 6.341E-01, & Y6 &= 2.794E-01, \\
 X6Y &= 1.828E-01, & X4Y3 &= -6.036E-01, & X2Y5 &= 7.031E-02, \\
 Y7 &= 5.121E-01, & X8 &= 3.359E-01, & X6Y2 &= 3.933E+00, \\
 X4Y4 &= 1.816E+01, & X2Y6 &= 1.070E+01, & Y8 &= 5.975E-01, \\
 X8Y &= 1.097E-02, & X6Y3 &= 6.167E+00, & X4Y5 &= 7.030E+00, \\
 X2Y7 &= 7.967E-01, & Y9 &= -5.618E-01, & X10 &= 3.461E+00, \\
 X8Y2 &= 1.459E+01, & X6Y4 &= -4.572E+01, & X4Y6 &= -7.086E+01, \\
 X2Y8 &= -2.802E+01
 \end{aligned}$$

[0080] 自由曲面係数

第4面

$$\begin{aligned}
 Y &= -5.516E-03, & X2 &= -1.491E-01, & Y2 &= -1.735E-01, \\
 X2Y &= 3.365E-01, & Y3 &= 4.063E-01, & X4 &= 2.486E-01, \\
 X2Y2 &= 9.696E-01, & Y4 &= 3.255E-01, & X4Y &= 8.729E-01, \\
 X2Y3 &= 1.784E+00, & Y5 &= 9.510E-01, & X6 &= 3.980E+00, \\
 X4Y2 &= 1.188E+01, & X2Y4 &= 1.168E+01, & Y6 &= 4.123E+00,
 \end{aligned}$$

$X6Y = 7.692E+00$, $X4Y3 = 3.888E+00$, $X2Y5 = 8.452E+00$,
 $Y7 = 1.886E+00$, $X8 = -3.478E+01$, $X6Y2 = -1.315E+02$,
 $X4Y4 = -2.233E+02$, $X2Y6 = -1.491E+02$, $Y8 = -4.374E+01$,
 $X8Y = 4.733E+00$, $X6Y3 = 1.695E+02$, $X4Y5 = 2.768E+02$,
 $X2Y7 = 1.064E+02$, $Y9 = 3.424E+01$, $X10 = 2.197E+02$,
 $X8Y2 = 1.099E+03$, $X6Y4 = 2.487E+03$, $X4Y6 = 2.746E+03$,
 $X2Y8 = 1.312E+03$, $Y10 = 2.927E+02$

[0081] 自由曲面係数

第5面

$Y = 2.497E-02$, $X2 = -2.321E-01$, $Y2 = -5.041E-01$,
 $X2Y = -6.330E-01$, $Y3 = -1.621E-01$, $X4 = -1.808E+00$,
 $X2Y2 = -1.465E+00$, $Y4 = -1.278E+00$, $X4Y = 2.683E-01$,
 $X2Y3 = 2.795E+00$, $Y5 = 2.758E-01$, $X6 = 5.808E+00$,
 $X4Y2 = 7.502E-01$, $X2Y4 = 8.454E+00$, $Y6 = 1.011E+01$,
 $X6Y = 2.889E+00$, $X4Y3 = 4.274E+00$, $X2Y5 = -3.082E+00$,
 $Y7 = 2.278E+01$, $X8 = -5.127E+01$, $X6Y2 = -1.478E+01$,
 $X4Y4 = 6.967E+01$, $X2Y6 = -1.326E+02$, $Y8 = -8.045E+01$,
 $X8Y = 4.752E+01$, $X6Y3 = 7.582E+01$, $X4Y5 = 8.368E+01$,
 $X2Y7 = 1.474E+02$, $Y9 = -6.233E+01$, $X10 = 1.544E+02$,
 $X8Y2 = 7.403E+01$, $X6Y4 = -6.087E+02$, $X4Y6 = -1.080E+02$,
 $X2Y8 = 2.065E+02$, $Y10 = 8.294E+01$

[0082] 自由曲面係数

第8面

$Y = 1.224E-01$, $X2 = 2.075E+00$, $Y2 = 1.383E+00$,
 $X2Y = -1.512E+00$, $Y3 = -7.844E-01$, $X4 = -1.540E+00$,
 $X2Y2 = 3.547E+00$, $Y4 = 1.814E+00$, $X4Y = 1.920E+00$,
 $X2Y3 = 4.295E+00$, $Y5 = 7.072E+00$, $X6 = 3.319E+01$,
 $X4Y2 = 8.159E+01$, $X2Y4 = 1.309E+01$, $Y6 = 2.509E+01$,

$X6Y = -2.759E+01$, $X4Y3 = 1.380E+01$, $X2Y5 = -7.415E+01$,
 $Y7 = 2.341E+01$, $X8 = -2.258E+02$, $X6Y2 = -8.530E+02$,
 $X4Y4 = -6.766E+02$, $X2Y6 = 9.905E+00$, $Y8 = -2.225E+02$,
 $X8Y = 1.344E+02$, $X6Y3 = 1.638E+02$, $X4Y5 = 1.627E+02$,
 $X2Y7 = 8.391E+02$, $Y9 = -1.233E+03$, $X10 = 1.038E+03$,
 $X8Y2 = 4.350E+03$, $X6Y4 = 7.412E+03$, $X4Y6 = 5.571E+03$,
 $X2Y8 = 1.823E+03$, $Y10 = -1.666E+03$

[0083] ポジション : V 2

単位 : mm

面データ

面番号	C0	d	Y偏心
1	1.0937088	0.228	0.000
2	0	0.305	0.011
3	0	0.065	0.011
4	1.2847229	0.764	0.022
5	0.5588239	0.119	0.210
6	0	0.300	0.210
7	0	0.050	0.210
8	-2.429775	0.150	0.338
9	0	0.500	0.445
10	0	0.050	0.445

[0084] 自由曲面係数

第 1 面

$Y = -2.084E-02$, $X2 = 2.206E-01$, $Y2 = 2.262E-01$,
 $X2Y = -6.550E-02$, $Y3 = -1.305E-02$, $X4 = 2.369E-01$,
 $X2Y2 = 6.352E-01$, $Y4 = 2.219E-01$, $X4Y = -7.399E-03$,
 $X2Y3 = -1.586E-02$, $Y5 = 6.438E-04$, $X6 = 9.268E-02$,
 $X4Y2 = 4.614E-01$, $X2Y4 = 9.744E-01$, $Y6 = 3.951E-01$,

$X6Y = -2.694E-01$, $X4Y3 = -7.160E-01$, $X2Y5 = -2.124E-01$,
 $Y7 = 4.055E-01$, $X8 = 1.929E+00$, $X6Y2 = 8.739E+00$,
 $X4Y4 = 1.386E+01$, $X2Y6 = 6.597E+00$, $Y8 = 1.099E+00$,
 $X8Y = 5.560E-02$, $X6Y3 = 2.631E-01$, $X4Y5 = 3.563E+00$,
 $X2Y7 = 9.587E-01$, $Y9 = 6.218E-02$, $X10 = 1.823E-01$,
 $X8Y2 = 2.736E+00$, $X6Y4 = 4.164E+00$, $X4Y6 = 3.366E+00$,
 $X2Y8 = -1.746E+00$, $Y10 = -3.665E-02$

[0085] 自由曲面係数

第4面

$Y = -1.011E-01$, $X2 = -1.456E-01$, $Y2 = -2.008E-01$,
 $X2Y = -1.783E-01$, $Y3 = 1.011E-01$, $X4 = 3.027E-01$,
 $X2Y2 = 1.578E+00$, $Y4 = 4.006E-01$, $X4Y = 6.951E-01$,
 $X2Y3 = 1.078E+00$, $Y5 = 5.638E-01$, $X6 = -4.986E-01$,
 $X4Y2 = -6.200E+00$, $X2Y4 = -8.856E+00$, $Y6 = -3.808E+00$,
 $X6Y = -8.530E+00$, $X4Y3 = -2.013E+01$, $X2Y5 = -3.285E+00$,
 $Y7 = 1.847E+00$, $X8 = 1.750E+01$, $X6Y2 = 1.164E+02$,
 $X4Y4 = 2.235E+02$, $X2Y6 = 1.354E+02$, $Y8 = 3.227E+01$,
 $X8Y = 1.458E+01$, $X6Y3 = 2.008E+01$, $X4Y5 = 7.803E+01$,
 $X2Y7 = 1.545E+00$, $Y9 = 2.166E+00$, $X10 = 2.547E+00$,
 $X8Y2 = 7.595E+01$, $X6Y4 = 1.214E+02$, $X4Y6 = 1.801E+02$,
 $X2Y8 = 3.141E+01$, $Y10 = 4.010E+00$

[0086] 自由曲面係数

第5面

$Y = -1.687E-01$, $X2 = 1.535E-01$, $Y2 = -1.860E-01$,
 $X2Y = -9.135E-01$, $Y3 = -4.695E-01$, $X4 = -1.810E+00$,
 $X2Y2 = -1.126E+00$, $Y4 = -2.371E+00$, $X4Y = -1.979E-02$,
 $X2Y3 = 1.917E+00$, $Y5 = -6.368E-01$, $X6 = 5.304E+00$,
 $X4Y2 = 7.163E+00$, $X2Y4 = -1.325E+00$, $Y6 = 1.064E+01$,

$X6Y = 1.209E+00$, $X4Y3 = -8.162E+00$, $X2Y5 = -1.824E+01$,
 $Y7 = 2.992E+01$, $X8 = -4.385E+01$, $X6Y2 = -5.348E+01$,
 $X4Y4 = 7.966E+01$, $X2Y6 = -9.465E+01$, $Y8 = -1.803E+02$,
 $X8Y = 5.740E+00$, $X6Y3 = 2.414E+01$, $X4Y5 = 2.081E+02$,
 $X2Y7 = 1.190E+01$, $Y9 = -2.409E+02$, $X10 = 1.338E+02$,
 $X8Y2 = -4.378E+01$, $X6Y4 = -4.346E+02$, $X4Y6 = -1.124E+01$,
 $X2Y8 = 3.977E+02$, $Y10 = 7.657E+02$

[0087] 自由曲面係数

第8面

$Y = 1.089E-02$, $X2 = 2.288E+00$, $Y2 = 1.653E+00$,
 $X2Y = -1.653E+00$, $Y3 = -1.171E+00$, $X4 = -1.421E+00$,
 $X2Y2 = 3.507E+00$, $Y4 = -8.067E-01$, $X4Y = 1.342E+00$,
 $X2Y3 = 5.001E+00$, $Y5 = 5.026E+00$, $X6 = 2.139E+01$,
 $X4Y2 = 8.740E+01$, $X2Y4 = 3.560E+01$, $Y6 = 2.333E+01$,
 $X6Y = 1.126E+01$, $X4Y3 = -3.083E+01$, $X2Y5 = -4.244E+01$,
 $Y7 = 1.486E+01$, $X8 = -1.213E+02$, $X6Y2 = -8.605E+02$,
 $X4Y4 = -8.703E+02$, $X2Y6 = -3.927E+02$, $Y8 = -1.100E+02$,
 $X8Y = -1.495E+02$, $X6Y3 = 2.230E+02$, $X4Y5 = 1.423E+02$,
 $X2Y7 = -8.262E+01$, $Y9 = -1.953E+02$, $X10 = 1.040E+03$,
 $X8Y2 = 4.701E+03$, $X6Y4 = 1.042E+04$, $X4Y6 = 8.246E+03$,
 $X2Y8 = 2.386E+03$, $Y10 = 4.922E+02$

[0088] ポジション : H 1 (90度回転)

単位 : mm

面データ

面番号	C0	d	Y偏心
1	1.0256853	0.132	0.000
2	0	0.305	0.034
3	0	0.050	0.034

4	1.1274901	0.849	0.058
5	1.1551341	0.051	0.660
6	0	0.300	0.660
7	0	0.075	0.660
8	-2.401183	0.124	0.917
9	0	0.500	1.177
10	0	0.050	1.177

[0089] 自由曲面係数

第1面

$X2 = 1.878E-01$, $Y2 = 2.560E-01$, $X2Y = 9.398E-02$,
 $Y3 = 2.422E-02$, $X4 = 1.978E-01$, $X2Y2 = 5.271E-01$,
 $Y4 = 2.698E-01$, $X4Y = 1.753E-01$, $X2Y3 = -1.102E-01$,
 $Y5 = -8.201E-02$, $X6 = 4.932E-01$, $X4Y2 = 2.524E+00$,
 $X2Y4 = 2.328E+00$, $Y6 = 5.979E-01$, $X6Y = 9.838E-01$,
 $X4Y3 = 2.382E+00$, $X2Y5 = 2.254E+00$, $Y7 = 7.306E-01$,
 $X8 = -1.251E+00$, $X6Y2 = -1.299E+01$, $X4Y4 = -6.919E+00$,
 $X2Y6 = -4.075E-01$, $Y8 = 6.251E-01$, $X8Y = -2.588E-01$,
 $X6Y3 = -1.171E+01$, $X4Y5 = -5.330E+00$, $X2Y7 = -1.499E+01$,
 $Y9 = -3.378E+00$, $X10 = 5.547E+00$, $X8Y2 = 8.282E+01$,
 $X6Y4 = 1.051E+02$, $X4Y6 = 3.272E+01$, $X2Y8 = 1.390E+01$,
 $Y10 = 4.288E+00$

[0090] 自由曲面係数

第4面

$Y = -1.836E-02$, $X2 = -2.282E-01$, $Y2 = -1.040E-01$,
 $X2Y = 3.345E-01$, $Y3 = 3.166E-01$, $X4 = 1.474E-01$,
 $X2Y2 = 1.166E+00$, $Y4 = 5.338E-01$, $X4Y = 1.013E+00$,
 $X2Y3 = 1.265E+00$, $Y5 = 1.009E+00$, $X6 = 7.702E-01$,
 $X4Y2 = 1.564E+00$, $X2Y4 = 3.430E+00$, $Y6 = 2.153E+00$,

$X6Y = -8.666E-01$, $X4Y3 = 2.318E+01$, $X2Y5 = -2.224E+01$,
 $Y7 = -1.371E+01$, $X8 = -9.248E+00$, $X6Y2 = 4.404E+01$,
 $X4Y4 = -7.762E+01$, $X2Y6 = 9.306E+01$, $Y8 = 2.650E+01$,
 $X8Y = 4.393E+01$, $X6Y3 = -2.438E+02$, $X4Y5 = 4.339E+02$,
 $X2Y7 = 1.837E+02$, $Y9 = 3.982E+01$, $X10 = 6.973E+01$,
 $X8Y2 = 1.279E+02$, $X6Y4 = 1.188E+03$, $X4Y6 = 1.773E+02$,
 $X2Y8 = -1.636E+02$, $Y10 = 2.876E+01$

[0091] 自由曲面係数

第5面

$Y = 1.531E-02$, $X2 = -3.014E-01$, $Y2 = -4.919E-01$,
 $X2Y = -1.137E+00$, $Y3 = -7.095E-01$, $X4 = -1.872E+00$,
 $X2Y2 = -1.305E+00$, $Y4 = -6.717E-01$, $X4Y = -4.863E-01$,
 $X2Y3 = 1.200E-01$, $Y5 = 3.202E+00$, $X6 = 9.609E+00$,
 $X4Y2 = 8.498E+00$, $X2Y4 = 1.721E+01$, $Y6 = 1.322E+01$,
 $X6Y = 6.642E+00$, $X4Y3 = 3.781E+01$, $X2Y5 = 4.661E+01$,
 $Y7 = -3.295E+00$, $X8 = -1.542E+02$, $X6Y2 = -1.858E+02$,
 $X4Y4 = -5.229E+01$, $X2Y6 = -1.536E+02$, $Y8 = -1.130E+02$,
 $X8Y = -1.576E+02$, $X6Y3 = 4.519E+01$, $X4Y5 = -1.965E+02$,
 $X2Y7 = -1.658E+02$, $Y9 = -2.307E+01$, $X10 = 1.487E+02$,
 $X8Y2 = -3.987E+01$, $X6Y4 = 1.859E+03$, $X4Y6 = 1.167E+02$,
 $X2Y8 = 5.062E+02$, $Y10 = 3.840E+02$

[0092] 自由曲面係数

第8面

$Y = 6.015E-02$, $X2 = 1.902E+00$, $Y2 = 1.119E+00$,
 $X2Y = -2.154E+00$, $Y3 = -9.440E-01$, $X4 = -9.126E-01$,
 $X2Y2 = 3.146E+00$, $Y4 = 2.758E+00$, $X4Y = 1.115E+01$,
 $X2Y3 = -1.215E+00$, $Y5 = 4.054E+00$, $X6 = 4.356E+01$,
 $X4Y2 = 7.900E+01$, $X2Y4 = 9.156E+01$, $Y6 = 2.336E+01$,

$X6Y = -2.496E+02$, $X4Y3 = -1.205E+02$, $X2Y5 = 4.169E+01$,
 $Y7 = -4.605E+00$, $X8 = -3.491E+02$, $X6Y2 = -3.246E+02$,
 $X4Y4 = -1.386E+03$, $X2Y6 = -6.821E+02$, $Y8 = -1.972E+02$,
 $X8Y = 1.558E+03$, $X6Y3 = 2.074E+03$, $X4Y5 = 1.703E+02$,
 $X2Y7 = -1.205E+02$, $Y9 = -1.067E+02$, $X10 = -1.134E+03$,
 $X8Y2 = -1.074E+03$, $X6Y4 = 9.524E+03$, $X4Y6 = 1.099E+04$,
 $X2Y8 = 3.821E+03$, $Y10 = 7.545E+02$

[0093] ポジション : H 2 (9 0 度回転)

単位 : mm

面データ

面番号	C0	d	Y偏心
1	0.8961863	0.246	0.000
2	0	0.305	0.018
3	0	0.050	0.018
4	1.2800572	0.789	0.033
5	1.204035	0.111	0.376
6	0	0.300	0.376
7	0	0.055	0.376
8	-2.297383	0.145	0.526
9	0	0.500	0.651
10	0	0.050	0.651

[0094] 自由曲面係数

第 1 面

$Y = -5.078E-02$, $X2 = 3.242E-01$, $Y2 = 3.152E-01$,
 $X2Y = -5.128E-02$, $Y3 = -2.492E-02$, $X4 = 3.496E-01$,
 $X2Y2 = 7.231E-01$, $Y4 = 2.838E-01$, $X4Y = -1.471E-01$,
 $X2Y3 = -4.139E-01$, $Y5 = -8.938E-02$, $X6 = 2.285E-01$,
 $X4Y2 = 8.105E-01$, $X2Y4 = 1.082E+00$, $Y6 = 3.792E-01$,

$X6Y = 2.305E-01$, $X4Y3 = 1.410E+00$, $X2Y5 = 2.366E+00$,
 $Y7 = 4.282E-01$, $X8 = 2.297E+00$, $X6Y2 = 8.788E+00$,
 $X4Y4 = 1.054E+01$, $X2Y6 = 3.929E+00$, $Y8 = 3.931E-01$,
 $X8Y = -1.503E+00$, $X6Y3 = -7.644E+00$, $X4Y5 = -1.384E+01$,
 $X2Y7 = -9.618E+00$, $Y9 = -1.470E-01$, $X10 = -4.389E-01$,
 $X8Y2 = -2.649E+00$, $X6Y4 = -7.282E+00$, $X4Y6 = 4.790E+00$,
 $X2Y8 = 3.937E-01$, $Y10 = -8.379E-01$

[0095] 自由曲面係数

第4面

$X2 = -1.385E-01$, $Y2 = -2.145E-01$, $X2Y = 6.643E-02$,
 $Y3 = 2.117E-01$, $X4 = 3.946E-01$, $X2Y2 = 1.001E+00$,
 $Y4 = 2.801E-01$, $X4Y = 7.592E-01$, $X2Y3 = 1.765E+00$,
 $Y5 = 1.113E+00$, $X6 = 1.566E+00$, $X4Y2 = 3.966E+00$,
 $X2Y4 = 8.273E-03$, $Y6 = -2.182E+00$, $X6Y = -6.261E+00$,
 $X4Y3 = -9.409E+00$, $X2Y5 = -9.576E+00$, $Y7 = -5.572E-01$,
 $X8 = 1.843E+00$, $X6Y2 = -6.612E+00$, $X4Y4 = -2.118E+01$,
 $X2Y6 = 2.937E+01$, $Y8 = 1.466E+01$, $X8Y = 4.782E+01$,
 $X6Y3 = 9.962E+01$, $X4Y5 = 5.797E+01$, $X2Y7 = 1.020E+02$,
 $Y9 = 6.326E+00$, $X10 = 6.155E+01$, $X8Y2 = 3.681E+02$,
 $X6Y4 = 1.017E+03$, $X4Y6 = 9.708E+02$, $X2Y8 = 7.952E+01$,
 $Y10 = 2.287E+01$, $BDX = 1.000E+00$

[0096] 自由曲面係数

第5面

$Y = 9.872E-02$, $X2 = -1.838E-01$, $Y2 = -3.341E-01$,
 $X2Y = -3.853E-01$, $Y3 = -4.275E-02$, $X4 = -1.458E+00$,
 $X2Y2 = -1.521E+00$, $Y4 = -1.517E+00$, $X4Y = 6.682E-01$,
 $X2Y3 = 3.317E+00$, $Y5 = -3.804E-01$, $X6 = 2.783E+00$,
 $X4Y2 = 2.728E+00$, $X2Y4 = 1.922E+00$, $Y6 = 1.215E+01$,

$X6Y = -5.489E+00$, $X4Y3 = -1.749E+01$, $X2Y5 = -3.003E+01$,
 $Y7 = 2.860E+01$, $X8 = -1.607E+01$, $X6Y2 = -3.411E+01$,
 $X4Y4 = 1.109E+02$, $X2Y6 = -4.523E+01$, $Y8 = -1.373E+02$,
 $X8Y = 5.569E+01$, $X6Y3 = 1.623E+02$, $X4Y5 = 2.493E+02$,
 $X2Y7 = 2.063E+02$, $Y9 = -1.485E+02$, $X10 = 3.485E+01$,
 $X8Y2 = 1.137E+02$, $X6Y4 = -7.481E+02$, $X4Y6 = -3.289E+02$,
 $X2Y8 = -1.856E+01$, $Y10 = 4.989E+02$

[0097] 自由曲面係数

第8面

$Y = 1.349E-01$, $X2 = 2.101E+00$, $Y2 = 1.667E+00$,
 $X2Y = -1.239E+00$, $Y3 = -9.641E-01$, $X4 = -1.628E+00$,
 $X2Y2 = 1.335E+00$, $Y4 = 2.472E-02$, $X4Y = 1.902E+00$,
 $X2Y3 = 5.411E+00$, $Y5 = 8.720E+00$, $X6 = 3.139E+01$,
 $X4Y2 = 9.677E+01$, $X2Y4 = 3.421E+01$, $Y6 = 2.752E+01$,
 $X6Y = -1.739E+01$, $X4Y3 = -1.590E+01$, $X2Y5 = -7.306E+01$,
 $Y7 = -5.877E+01$, $X8 = -2.290E+02$, $X6Y2 = -9.219E+02$,
 $X4Y4 = -8.638E+02$, $X2Y6 = -2.809E+02$, $Y8 = -2.947E+02$,
 $X8Y = 1.932E+01$, $X6Y3 = 2.877E+02$, $X4Y5 = 3.685E+02$,
 $X2Y7 = 3.789E+02$, $Y9 = -1.345E+02$, $X10 = 1.109E+03$,
 $X8Y2 = 3.995E+03$, $X6Y4 = 7.643E+03$, $X4Y6 = 6.428E+03$,
 $X2Y8 = 1.763E+03$, $XY9 = -1.026E-03$, $Y10 = 3.982E+02$,

[0098] ポジション：V D（90度回転）

単位：mm

面データ

面番号	C0	d	Y偏心	X偏心
1	-0.266211	0.229	0.000	0.000
2	0	0.305	0.042	0.055
3	0	0.050	0.042	0.055

4	2.4669029	0.836	0.084	0.113
5	2.6744631	0.064	0.350	0.420
6	0	0.300	0.350	0.420
7	0	0.051	0.350	0.420
8	-2.436125	0.149	0.458	0.631
9	0	0.500	0.598	0.826
10	0	0.050	0.598	0.826

[0099] 自由曲面係数

第1面

$X = 1.375E-02$, $Y = -5.534E-02$, $X2 = 7.099E-01$,
 $XY = 1.694E-02$, $Y2 = 7.242E-01$, $X3 = 6.264E-02$,
 $X2Y = 1.600E-01$, $XY2 = 7.898E-02$, $Y3 = 4.048E-02$,
 $X4 = 1.819E-01$, $X3Y = -1.005E-01$, $X2Y2 = 2.315E-01$,
 $XY3 = 1.246E-02$, $Y4 = 1.429E-01$, $X5 = 1.162E-01$,
 $X4Y = 2.835E-01$, $X3Y2 = 1.557E-01$, $X2Y3 = 3.915E-01$,
 $XY4 = 4.989E-02$, $Y5 = 1.281E-01$, $X6 = 2.824E-01$,
 $X5Y = 8.154E-02$, $X4Y2 = 3.890E-01$, $X3Y3 = 3.163E-02$,
 $X2Y4 = -9.571E-02$, $XY5 = 1.295E-01$, $Y6 = -1.917E-01$,
 $X7 = 2.419E-01$, $X6Y = 4.144E-01$, $X5Y2 = 1.171E+00$,
 $X4Y3 = 8.294E-01$, $X3Y4 = 1.162E+00$, $X2Y5 = 1.147E+00$,
 $XY6 = 4.459E-01$, $Y7 = 4.269E-01$, $X8 = 1.221E-02$,
 $X7Y = -1.301E+00$, $X6Y2 = -7.667E-01$, $X5Y3 = -1.401E+00$,
 $X4Y4 = 4.267E-01$, $X3Y5 = -1.677E+00$, $X2Y6 = 8.698E-01$,
 $XY7 = -4.053E-01$, $Y8 = 5.050E-01$

[0100] 自由曲面係数

第4面

$X = -4.899E-03$, $Y = -2.729E-02$, $X2 = -1.031E+00$,
 $XY = 4.676E-02$, $Y2 = -1.009E+00$, $X3 = 2.586E-01$,

$X2Y = 6.027E-01$, $XY2 = 3.057E-01$, $Y3 = 2.613E-01$,
 $X4 = -1.501E+00$, $X3Y = 3.976E-01$, $X2Y2 = -3.296E+00$,
 $XY3 = 5.853E-01$, $Y4 = -1.870E+00$, $X5 = 3.919E-01$,
 $X4Y = 4.691E-01$, $X3Y2 = 4.830E-01$, $X2Y3 = 8.431E-01$,
 $XY4 = 3.906E-01$, $Y5 = 3.248E-01$, $X6 = -1.516E+00$,
 $X5Y = 2.955E-01$, $X4Y2 = -5.904E+00$, $X3Y3 = -1.422E+00$,
 $X2Y4 = -5.865E+00$, $XY5 = -5.575E-01$, $Y6 = -1.026E+00$,
 $X7 = 5.910E+00$, $X6Y = 1.246E+01$, $X5Y2 = 1.817E+01$,
 $X4Y3 = 1.926E+01$, $X3Y4 = 1.629E+01$, $X2Y5 = 1.444E+01$,
 $XY6 = 4.713E+00$, $Y7 = 2.684E+00$, $X8 = -4.966E+01$,
 $X7Y = 1.958E+01$, $X6Y2 = -2.067E+02$, $X5Y3 = 7.242E+01$,
 $X4Y4 = -3.189E+02$, $X3Y5 = 5.889E+01$, $X2Y6 = -2.357E+02$,
 $XY7 = 1.700E+01$, $Y8 = -6.746E+01$

[0101] 自由曲面係数

第5面

$X = -9.377E-02$, $Y = -3.666E-02$, $X2 = -1.600E+00$,
 $XY = -3.212E-01$, $Y2 = -1.120E+00$, $X3 = -1.435E+00$,
 $X2Y = 2.684E-01$, $XY2 = -1.009E+00$, $Y3 = -4.916E-01$,
 $X4 = -2.793E+00$, $X3Y = 1.634E+00$, $X2Y2 = -5.274E+00$,
 $XY3 = 1.204E+00$, $Y4 = -3.730E+00$, $X5 = -6.266E+00$,
 $X4Y = 1.955E+00$, $X3Y2 = 3.720E+00$, $X2Y3 = 6.396E+00$,
 $XY4 = -5.747E-01$, $Y5 = -1.104E-01$, $X6 = -3.591E+01$,
 $X5Y = -3.426E+01$, $X4Y2 = -1.036E+02$, $X3Y3 = 5.339E+00$,
 $X2Y4 = -1.146E+02$, $XY5 = 1.423E+01$, $Y6 = -1.257E+01$,
 $X7 = 9.898E+01$, $X6Y = 5.286E+01$, $X5Y2 = -1.634E+02$,
 $X4Y3 = -6.610E+00$, $X3Y4 = -1.399E+02$, $X2Y5 = -5.663E+01$,
 $XY6 = -1.982E+00$, $Y7 = 1.376E+01$, $X8 = 2.603E+02$,
 $X7Y = 7.246E+02$, $X6Y2 = 1.257E+03$, $X5Y3 = 6.147E+02$,

$X4Y4 = 2.040E+03$, $X3Y5 = -2.834E+02$, $X2Y6 = 1.477E+03$,
 $XY7 = -2.169E+02$, $Y8 = 4.546E+01$, $X9 = -2.940E+02$,
 $X8Y = 4.605E+02$, $X7Y2 = 1.796E+03$, $X6Y3 = -2.795E+02$,
 $X5Y4 = 2.395E+03$, $X4Y5 = 7.214E+02$, $X3Y6 = 7.905E+02$,
 $X2Y7 = 4.812E+02$, $XY8 = 6.343E+01$, $Y9 = -1.217E+02$,
 $X10 = 1.099E+03$, $X9Y = -6.552E+03$, $X8Y2 = -9.861E+03$,
 $X7Y3 = -5.314E+03$, $X6Y4 = -1.874E+04$, $X5Y5 = -2.739E+03$,
 $X4Y6 = -2.349E+04$, $X3Y7 = 3.458E+03$, $X2Y8 = -1.151E+04$,
 $XY9 = 1.035E+03$, $Y10 = -1.245E+03$

[0102] 自由曲面係数

第8面

$X = 2.319E-02$, $Y = -3.883E-02$, $X2 = 1.082E+00$,
 $XY = -5.916E-01$, $Y2 = 1.898E+00$, $X3 = -1.148E+00$,
 $X2Y = 4.250E-01$, $XY2 = -8.305E-01$, $Y3 = -8.039E-01$,
 $X4 = 1.958E-01$, $X3Y = 7.084E-01$, $X2Y2 = 7.607E-01$,
 $XY3 = 3.926E+00$, $Y4 = -7.230E-01$, $X5 = -2.540E+00$,
 $X4Y = -2.536E+00$, $X3Y2 = 3.753E+00$, $X2Y3 = 1.820E-01$,
 $XY4 = -5.276E+00$, $Y5 = 1.820E+00$, $X6 = 5.354E+01$,
 $X5Y = -3.426E+01$, $X4Y2 = 1.130E+02$, $X3Y3 = -1.816E+01$,
 $X2Y4 = 1.022E+02$, $XY5 = -2.632E+01$, $Y6 = 2.764E+01$,
 $X7 = 1.322E+02$, $X6Y = 6.265E+01$, $X5Y2 = -2.159E+02$,
 $X4Y3 = -5.115E+00$, $X3Y4 = 9.243E+00$, $X2Y5 = 1.479E+00$,
 $XY6 = -2.034E-01$, $Y7 = -2.813E+01$, $X8 = -1.643E+02$,
 $X7Y = 9.771E+02$, $X6Y2 = -1.964E+03$, $X5Y3 = 2.911E+02$,
 $X4Y4 = -1.665E+03$, $X3Y5 = 1.221E+02$, $X2Y6 = -1.126E+03$,
 $XY7 = 3.180E+02$, $Y8 = -2.300E+01$, $X9 = -8.717E+02$,
 $X8Y = -6.154E+02$, $X7Y2 = 2.102E+03$, $X6Y3 = 1.094E+03$,
 $X5Y4 = 6.049E+02$, $X4Y5 = -2.400E+02$, $X3Y6 = -1.481E+02$,

$X2Y7 = 8.528E+01$, $XY8 = 2.831E+02$, $Y9 = 1.879E+02$,
 $X10 = 1.613E+02$, $X9Y = -9.666E+03$, $X8Y2 = 1.775E+04$,
 $X7Y3 = -7.887E+02$, $X6Y4 = 1.528E+04$, $X5Y5 = -5.540E+02$,
 $X4Y6 = 1.419E+04$, $X3Y7 = -4.282E+02$, $X2Y8 = 6.457E+03$,
 $XY9 = -1.717E+03$, $Y10 = -6.457E+02$

[0103] ポジション : H D (90度回転)

単位 : mm

面データ

面番号	C0	d	Y偏心	X偏心
1	1.0415235	0.126	0.000	0.000
2	0	0.305	0.070	0.026
3	0	0.050	0.070	0.026
4	2.7137362	0.824	0.131	0.058
5	1.8378488	0.076	0.637	0.250
6	0	0.300	0.637	0.250
7	0	0.077	0.637	0.250
8	-2.419797	0.122	0.937	0.321
9	0	0.500	1.224	0.449
10	0	0.050	1.224	0.449

[0104] 自由曲面係数

第1面

$X = -5.185E-02$, $Y = -5.740E-02$, $X2 = 1.564E-01$,
 $XY = 3.343E-04$, $Y2 = 2.398E-01$, $X3 = 3.315E-03$,
 $X2Y = 6.227E-03$, $XY2 = -2.085E-02$, $Y3 = -2.702E-03$,
 $X4 = 6.977E-02$, $X3Y = -1.256E-03$, $X2Y2 = 4.834E-01$,
 $XY3 = -8.799E-02$, $Y4 = 2.128E-01$, $X5 = 1.500E-01$,
 $X4Y = 1.049E-01$, $X3Y2 = -7.849E-02$, $X2Y3 = -2.823E-02$,
 $XY4 = -6.626E-02$, $Y5 = 4.489E-03$, $X6 = 3.434E-01$,

$X5Y = -1.540E-01$, $X4Y2 = 8.976E-01$, $X3Y3 = -7.423E-01$,
 $X2Y4 = 1.798E+00$, $XY5 = -5.831E-01$, $Y6 = 5.972E-01$,
 $X7 = 5.605E-01$, $X6Y = -2.909E-01$, $X5Y2 = 1.293E+00$,
 $X4Y3 = 5.382E+00$, $X3Y4 = -8.709E-01$, $X2Y5 = -1.086E+00$,
 $XY6 = 1.269E+00$, $Y7 = -2.145E-01$, $X8 = -7.711E-01$,
 $X7Y = -3.084E+00$, $X6Y2 = -2.073E+01$, $X5Y3 = -8.402E+00$,
 $X4Y4 = -5.062E+01$, $X3Y5 = 8.011E+00$, $X2Y6 = -2.683E+01$,
 $XY7 = -1.805E+00$, $Y8 = -2.439E+00$, $X9 = 2.249E+00$,
 $X8Y = 6.271E+00$, $X7Y2 = -1.184E+01$, $X6Y3 = -5.306E+01$,
 $X5Y4 = 1.103E+01$, $X4Y5 = -1.338E+01$, $X3Y6 = 1.341E+01$,
 $X2Y7 = 4.624E+01$, $XY8 = -6.880E+00$, $Y9 = 6.965E+00$,
 $X10 = -1.647E+01$, $X9Y = 1.264E+01$, $X8Y2 = 1.869E+02$,
 $X7Y3 = 1.260E+02$, $X6Y4 = 7.111E+02$, $X5Y5 = -2.391E+00$,
 $X4Y6 = 5.976E+02$, $X3Y7 = -4.830E+01$, $X2Y8 = 1.480E+02$,
 $XY9 = 3.442E+01$, $Y10 = 3.118E+00$

[0105] 自由曲面係数

第4面

$Y = -1.680E-02$, $X2 = -1.025E+00$, $XY = 4.119E-02$,
 $Y2 = -8.690E-01$, $X3 = 1.640E-01$, $X2Y = 3.402E-01$,
 $XY2 = 1.915E-01$, $Y3 = 5.069E-01$, $X4 = -2.446E+00$,
 $X3Y = 2.340E-01$, $X2Y2 = -3.681E+00$, $XY3 = -1.642E-02$,
 $Y4 = -1.730E+00$, $X5 = 6.306E-01$, $X4Y = 2.426E+00$,
 $X3Y2 = 4.623E-01$, $X2Y3 = 2.580E+00$, $XY4 = -7.551E-02$,
 $Y5 = 6.180E-01$, $X6 = -4.787E+00$, $X5Y = 7.592E-01$,
 $X4Y2 = -2.453E+01$, $X3Y3 = 2.788E+00$, $X2Y4 = -2.626E+01$,
 $XY5 = -1.114E+00$, $Y6 = -8.271E+00$, $X7 = 1.080E+00$,
 $X6Y = -5.211E+01$, $X5Y2 = -4.170E-01$, $X4Y3 = -3.794E+01$,
 $X3Y4 = 1.744E+01$, $X2Y5 = 4.910E+00$, $XY6 = 1.145E+01$,

$Y7 = 2.032E+01$, $X8 = -8.131E+01$, $X7Y = 2.452E+01$,
 $X6Y2 = -7.994E+01$, $X5Y3 = -1.034E+02$, $X4Y4 = -1.579E+02$,
 $X3Y5 = -7.070E+01$, $X2Y6 = 7.324E+01$, $XY7 = -1.309E+01$,
 $Y8 = -4.040E+00$, $X9 = 2.786E+01$, $X8Y = 6.013E+02$,
 $X7Y2 = 1.959E+02$, $X6Y3 = 8.620E+02$, $X5Y4 = -6.561E+01$,
 $X4Y5 = 6.569E+02$, $X3Y6 = -2.710E+02$, $X2Y7 = 1.592E+02$,
 $XY8 = -1.469E+02$, $Y9 = -1.115E+02$, $X10 = -2.883E+02$,
 $X9Y = -3.923E+02$, $X8Y2 = -4.066E+03$, $X7Y3 = 2.350E+02$,
 $X6Y4 = -3.580E+03$, $X5Y5 = 2.586E+03$, $X4Y6 = -6.822E+03$,
 $X3Y7 = 4.795E+02$, $X2Y8 = -4.836E+03$, $XY9 = 5.074E+02$,
 $Y10 = -4.879E+02$

[0106] 自由曲面係数

第5面

$Y = -1.200E-01$, $X2 = -5.991E-01$, $XY = 3.956E-02$,
 $Y2 = -8.312E-01$, $X3 = -1.645E-01$, $X2Y = -1.262E+00$,
 $XY2 = 4.011E-01$, $Y3 = -5.793E-01$, $X4 = -2.964E+00$,
 $X3Y = 8.447E-01$, $X2Y2 = -2.988E+00$, $XY3 = 4.505E-01$,
 $Y4 = -1.957E+00$, $X5 = -8.282E-01$, $X4Y = -1.741E+00$,
 $X3Y2 = 3.807E-01$, $X2Y3 = 2.135E+00$, $XY4 = 8.634E-01$,
 $Y5 = 1.501E+00$, $X6 = 1.003E+01$, $X5Y = 7.913E-01$,
 $X4Y2 = 1.025E+01$, $X3Y3 = 1.247E+01$, $X2Y4 = 1.342E+01$,
 $XY5 = 1.541E+00$, $Y6 = 1.309E+01$, $X7 = 2.100E+01$,
 $X6Y = 2.226E+01$, $X5Y2 = 3.391E+01$, $X4Y3 = 1.558E+01$,
 $X3Y4 = 3.105E+00$, $X2Y5 = 2.382E+01$, $XY6 = 5.916E+00$,
 $Y7 = -3.586E+00$, $X8 = -1.006E+02$, $X7Y = -1.095E+01$,
 $X6Y2 = -2.419E+02$, $X5Y3 = 1.350E+01$, $X4Y4 = -2.254E+02$,
 $X3Y5 = 6.799E-01$, $X2Y6 = -2.469E+02$, $XY7 = 7.454E+00$,
 $Y8 = -1.275E+02$, $X9 = 7.505E+01$, $X8Y = -1.092E+02$,

X7Y2 = -6.000E+01 , X6Y3 = -8.692E+01 , X5Y4 = -6.846E+00 ,
X4Y5 = -1.270E+02 , X3Y6 = 1.207E+01 , X2Y7 = -1.390E+02 ,
XY8 = 3.464E+01 , Y9 = 1.163E+01 , X10 = 6.123E+01 ,
X9Y = 8.967E+02 , X8Y2 = -3.488E+02 , X7Y3 = -5.052E+02 ,
X6Y4 = 1.241E+03 , X5Y5 = -5.379E+02 , X4Y6 = 1.069E+03 ,
X3Y7 = -2.135E+02 , X2Y8 = 7.053E+02 , XY9 = -3.848E+01 ,
Y10 = 3.955E+02

[0107] 自由曲面係数

第8面

X2 = 1.959E+00 , XY = -1.508E-01 , Y2 = 1.211E+00 ,
X3 = -3.859E-01 , X2Y = -2.238E+00 , XY2 = 6.912E-01 ,
Y3 = -1.105E+00 , X4 = -2.444E+00 , X3Y = 1.212E+00 ,
X2Y2 = 3.967E+00 , XY3 = -2.600E-02 , Y4 = 1.631E+00 ,
X5 = -6.429E-01 , X4Y = 4.968E+00 , X3Y2 = 1.246E+00 ,
X2Y3 = -2.948E-01 , XY4 = 1.649E+00 , Y5 = 2.699E+00 ,
X6 = 4.680E+01 , X5Y = 3.227E+00 , X4Y2 = 8.455E+01 ,
X3Y3 = 1.903E+00 , X2Y4 = 9.123E+01 , XY5 = 3.318E+00 ,
Y6 = 1.904E+01 , X7 = 9.566E+00 , X6Y = -1.944E+02 ,
X5Y2 = -2.034E+00 , X4Y3 = -6.620E+01 , X3Y4 = 2.015E+01 ,
X2Y5 = 4.157E+01 , XY6 = 6.231E+00 , Y7 = -1.327E+01 ,
X8 = -1.610E+02 , X7Y = -3.066E+01 , X6Y2 = -3.407E+02 ,
X5Y3 = -1.603E+01 , X4Y4 = -1.279E+03 , X3Y5 = 1.097E+01 ,
X2Y6 = -9.849E+02 , XY7 = 3.058E+01 , Y8 = -2.100E+02 ,
X9 = 3.779E+02 , X8Y = 1.457E+03 , X7Y2 = 6.346E+02 ,
X6Y3 = 1.397E+03 , X5Y4 = -7.076E+01 , X4Y5 = -2.317E+00 ,
X3Y6 = -2.093E+02 , X2Y7 = -2.141E+02 , XY8 = 6.833E+01 ,
Y9 = -4.904E+01 , X10 = -2.890E+02 , X9Y = -1.236E+03 ,
X8Y2 = -2.272E+03 , X7Y3 = -1.840E+03 , X6Y4 = 7.906E+03 ,

$$\begin{aligned} X5Y5 &= 7.324E+02, & X4Y6 &= 1.060E+04, & X3Y7 &= -1.234E+02, \\ X2Y8 &= 5.755E+03, & XY9 &= -1.060E+02, & Y10 &= 9.897E+02 \end{aligned}$$

[0108] ポジション : D 1 (9 0 度回転)

単位 : mm

面データ

面番号	C0	d	Y偏心	X偏心
1	0.8509305	0.156	0.000	0.000
2	0	0.305	0.056	0.062
3	0	0.035	0.056	0.062
4	3.03846	0.872	0.120	0.129
5	2.066558	0.050	0.679	0.607
6	0	0.300	0.679	0.607
7	0	0.094	0.679	0.607
8	-2.391376	0.102	0.930	0.655
9	0	0.500	1.169	0.835
10	0	0.050	1.169	0.835

[0109] 自由曲面係数

第 1 面

$$\begin{aligned} X &= -1.332E-01, & Y &= -5.273E-02, & X2 &= 1.481E-01, \\ XY &= 5.171E-05, & Y2 &= 2.364E-01, & X3 &= -3.973E-05, \\ X2Y &= 2.215E-02, & XY2 &= 4.181E-04, & Y3 &= 8.330E-03, \\ X4 &= 1.059E-01, & X3Y &= 7.962E-04, & X2Y2 &= 5.188E-01, \\ XY3 &= 3.031E-03, & Y4 &= 2.135E-01, & X5 &= -1.426E-04, \\ X4Y &= -8.646E-02, & X3Y2 &= 3.051E-03, & X2Y3 &= -6.310E-02, \\ XY4 &= -9.572E-03, & Y5 &= 1.490E-01, & X6 &= 4.921E-01, \\ X5Y &= 2.246E-02, & X4Y2 &= 2.064E+00, & X3Y3 &= 1.799E-02, \\ X2Y4 &= 2.224E+00, & XY5 &= -3.816E-02, & Y6 &= 5.927E-01, \\ X7 &= 6.678E-04, & X6Y &= 7.171E-01, & X5Y2 &= -3.800E-02, \end{aligned}$$

$X4Y3 = -7.353E-01$, $X3Y4 = 1.386E-01$, $X2Y5 = -1.834E+00$,
 $XY6 = 4.722E-02$, $Y7 = -4.578E-01$, $X8 = -3.851E+00$,
 $X7Y = -3.278E-01$, $X6Y2 = -1.128E+01$, $X5Y3 = -5.266E-03$,
 $X4Y4 = -1.464E+01$, $X3Y5 = -1.031E+00$, $X2Y6 = -1.340E+01$,
 $XY7 = 5.227E-02$, $Y8 = -2.628E+00$, $X9 = 3.096E-02$,
 $X8Y = 1.792E+01$, $X7Y2 = -1.206E+00$, $X6Y3 = 5.553E+01$,
 $X5Y4 = -1.963E+00$, $X4Y5 = 4.062E+01$, $X3Y6 = 4.309E+00$,
 $X2Y7 = -9.256E+00$, $XY8 = 6.265E-01$, $Y9 = 3.247E-01$,
 $X10 = 1.153E+01$, $X9Y = -6.218E+00$, $X8Y2 = 7.569E+01$,
 $X7Y3 = -1.225E+01$, $X6Y4 = 7.654E+01$, $X5Y5 = -3.033E+01$,
 $X4Y6 = 1.818E+02$, $X3Y7 = 3.217E+00$, $X2Y8 = 4.423E+01$

[0110] 自由曲面係数

第4面

$X = -5.759E-02$, $Y = -3.142E-02$, $X2 = -1.299E+00$,
 $XY = 3.179E-02$, $Y2 = -1.175E+00$, $X3 = 2.674E-01$,
 $X2Y = -2.538E-02$, $XY2 = 2.919E-01$, $Y3 = 3.291E-01$,
 $X4 = -4.311E+00$, $X3Y = -1.516E-01$, $X2Y2 = -5.115E+00$,
 $XY3 = 2.811E-01$, $Y4 = -2.863E+00$, $X5 = -1.191E+00$,
 $X4Y = 1.460E+01$, $X3Y2 = 4.597E-01$, $X2Y3 = 4.363E+00$,
 $XY4 = -4.809E-01$, $Y5 = -5.224E-01$, $X6 = -4.041E-01$,
 $X5Y = 1.352E+01$, $X4Y2 = -6.446E+01$, $X3Y3 = -1.204E+01$,
 $X2Y4 = -9.235E+01$, $XY5 = -5.247E+00$, $Y6 = -1.307E+01$,
 $X7 = -3.142E-03$, $X6Y = -3.244E+02$, $X5Y2 = -9.404E-02$,
 $X4Y3 = 6.440E+00$, $X3Y4 = 9.249E+01$, $X2Y5 = -4.700E+01$,
 $XY6 = 3.748E+01$, $Y7 = 3.975E+01$, $X8 = -1.627E+01$,
 $X7Y = 7.570E-02$, $X6Y2 = 5.417E+01$, $X5Y3 = -5.144E-01$,
 $X4Y4 = -1.216E+03$, $X3Y5 = -5.523E-03$, $X2Y6 = 1.829E+02$,
 $XY7 = -3.215E-03$, $Y8 = -2.518E+02$, $X9 = -1.674E-01$,

X8Y = 2.947E+01 , X7Y2 = 1.318E-01 , X6Y3 = -1.942E+02 ,
X5Y4 = 1.305E+00 , X4Y5 = 1.015E+02 , X3Y6 = 4.296E-01 ,
X2Y7 = -5.385E+01 , XY8 = -1.065E-01 , Y9 = -1.769E+02 ,
X10 = 1.333E+02 , X9Y = 5.210E+00 , X8Y2 = -2.898E+02 ,
X7Y3 = -1.806E+01 , X6Y4 = 5.520E+02 , X5Y5 = 2.873E+00 ,
X4Y6 = 1.884E+02 , X3Y7 = 7.997E-01 , X2Y8 = -3.562E+02 ,
XY9 = -3.939E-01 , Y10 = -3.786E+01

[0111] 自由曲面係数

第5面

X = 6.069E-02 , Y = -9.042E-02 , X2 = -7.967E-01 ,
XY = -1.023E-01 , Y2 = -1.100E+00 , X3 = -4.248E-01 ,
X2Y = -1.195E+00 , XY2 = 4.263E-01 , Y3 = -6.982E-01 ,
X4 = -4.930E+00 , X3Y = -5.400E-01 , X2Y2 = -3.295E+00 ,
XY3 = 1.480E+00 , Y4 = -7.855E-01 , X5 = -1.384E+00 ,
X4Y = -3.968E+00 , X3Y2 = -3.572E+00 , X2Y3 = 1.530E+00 ,
XY4 = -2.599E+00 , Y5 = 4.053E+00 , X6 = 3.270E+01 ,
X5Y = -2.233E+00 , X4Y2 = 4.741E+00 , X3Y3 = -1.747E+01 ,
X2Y4 = 4.620E+00 , XY5 = -2.445E-03 , Y6 = -6.190E+00 ,
X7 = 2.556E-02 , X6Y = 2.117E+01 , X5Y2 = -1.112E+02 ,
X4Y3 = -4.277E+01 , X3Y4 = 9.229E+01 , X2Y5 = 2.923E+01 ,
XY6 = 8.418E-02 , Y7 = -6.401E+01 , X8 = -3.353E+02 ,
X7Y = 3.465E-02 , X6Y2 = -6.826E+02 , X5Y3 = 3.525E-01 ,
X4Y4 = -1.440E+02 , X3Y5 = -1.216E-01 , X2Y6 = -2.287E+02 ,
XY7 = -2.559E+01 , Y8 = -6.273E+01 , X9 = 2.381E-03 ,
X8Y = -2.438E+02 , X7Y2 = -5.061E-01 , X6Y3 = -8.200E+01 ,
X5Y4 = -3.359E-01 , X4Y5 = -1.266E+02 , X3Y6 = 1.617E+00 ,
X2Y7 = -2.208E+02 , XY8 = 1.967E-01 , Y9 = 3.739E+02 ,
X10 = 1.281E+03 , X9Y = -2.271E+00 , X8Y2 = 8.767E+02 ,

$X7Y3 = 1.862E+00$, $X6Y4 = 1.968E+03$, $X5Y5 = 2.385E+00$,
 $X4Y6 = 1.282E+03$, $X3Y7 = -2.724E+00$, $X2Y8 = 1.031E+03$,
 $XY9 = -1.000E+00$, $Y10 = 3.599E+02$

[0112] 自由曲面係数

第8面

$X = -4.283E-04$, $Y = -3.215E-02$, $X2 = 2.003E+00$,
 $XY = -1.209E-04$, $Y2 = 1.165E+00$, $X3 = -2.680E-04$,
 $X2Y = -1.932E+00$, $XY2 = -1.084E-03$, $Y3 = -8.510E-01$,
 $X4 = -2.891E+00$, $X3Y = 3.983E-03$, $X2Y2 = 3.601E+00$,
 $XY3 = 1.714E-03$, $Y4 = 2.321E+00$, $X5 = 6.120E-03$,
 $X4Y = 2.694E+00$, $X3Y2 = -1.465E-02$, $X2Y3 = -2.248E+00$,
 $XY4 = 7.988E-03$, $Y5 = 2.223E+00$, $X6 = 4.380E+01$,
 $X5Y = 1.008E-02$, $X4Y2 = 6.944E+01$, $X3Y3 = 6.270E-02$,
 $X2Y4 = 9.703E+01$, $XY5 = 6.229E-02$, $Y6 = 2.004E+01$,
 $X7 = 8.757E-02$, $X6Y = -1.995E+02$, $X5Y2 = -2.734E-01$,
 $X4Y3 = -5.042E+01$, $X3Y4 = 4.367E-01$, $X2Y5 = 7.235E+01$,
 $XY6 = -1.257E-01$, $Y7 = -1.632E+01$, $X8 = -2.139E+02$,
 $X7Y = 1.709E+00$, $X6Y2 = -3.154E+02$, $X5Y3 = -5.113E-01$,
 $X4Y4 = -1.261E+03$, $X3Y5 = 8.526E-01$, $X2Y6 = -1.030E+03$,
 $XY7 = -1.094E+00$, $Y8 = -2.169E+02$, $X9 = 6.529E-01$,
 $X8Y = 1.718E+03$, $X7Y2 = -5.369E+00$, $X6Y3 = 1.646E+03$,
 $X5Y4 = 3.031E+00$, $X4Y5 = -6.258E+02$, $X3Y6 = -7.979E-01$,
 $X2Y7 = -2.917E+02$, $XY8 = -5.399E-01$, $Y9 = -4.715E+01$,
 $X10 = -1.480E+03$, $X9Y = -1.136E+01$, $X8Y2 = -2.847E+03$,
 $X7Y3 = -2.218E+01$, $X6Y4 = 7.360E+03$, $X5Y5 = -4.795E+00$,
 $X4Y6 = 1.130E+04$, $X3Y7 = 1.360E+01$, $X2Y8 = 5.383E+03$,
 $XY9 = -2.840E+00$, $Y10 = 8.617E+02$

[0113] ポジション : D 2 (9 0 度回転)

単位 : mm

面データ

面番号	C0	d	Y偏心	X偏心
1	-0.047356	0.153	0.000	0.000
2	0	0.305	0.029	0.024
3	0	0.050	0.029	0.024
4	2.8552766	0.843	0.058	0.050
5	2.3216459	0.058	0.353	0.265
6	0	0.300	0.353	0.265
7	0	0.053	0.353	0.265
8	-2.430046	0.147	0.452	0.313
9	0	0.500	0.603	0.398
10	0	0.050	0.603	0.398

[0114] 自由曲面係数

第 1 面

$X = -2.193E-02$, $Y = -2.430E-02$, $X2 = 8.033E-01$,
 $XY = 2.515E-04$, $Y2 = 8.209E-01$, $X3 = -3.260E-02$,
 $X2Y = 8.736E-02$, $XY2 = 3.878E-02$, $Y3 = 1.322E-02$,
 $X4 = 4.957E-01$, $X3Y = -7.800E-02$, $X2Y2 = 9.530E-01$,
 $XY3 = -1.130E-01$, $Y4 = 4.506E-01$, $X5 = -7.723E-02$,
 $X4Y = 1.447E-01$, $X3Y2 = -1.608E-01$, $X2Y3 = 5.339E-02$,
 $XY4 = 4.030E-02$, $Y5 = -2.232E-02$, $X6 = 1.364E+00$,
 $X5Y = 1.574E+00$, $X4Y2 = 7.622E-01$, $X3Y3 = 3.426E+00$,
 $X2Y4 = 2.311E+00$, $XY5 = 1.316E+00$, $Y6 = 2.146E+00$,
 $X7 = 4.344E-01$, $X6Y = 5.468E-01$, $X5Y2 = 1.906E+00$,
 $X4Y3 = 3.345E+00$, $X3Y4 = 2.089E+00$, $X2Y5 = 3.331E+00$,
 $XY6 = 1.018E+00$, $Y7 = 5.358E-01$, $X8 = -5.938E+00$,
 $X7Y = -1.453E+01$, $X6Y2 = 1.445E+01$, $X5Y3 = -5.252E+01$,

$X4Y4 = 1.915E+01$, $X3Y5 = -5.023E+01$, $X2Y6 = -1.004E+01$,
 $XY7 = -1.160E+01$, $Y8 = -1.141E+01$, $X9 = -2.097E+00$,
 $X8Y = -3.398E-02$, $X7Y2 = -1.010E+01$, $X6Y3 = -5.287E+00$,
 $X5Y4 = -1.649E+01$, $X4Y5 = -2.073E+01$, $X3Y6 = -8.978E+00$,
 $X2Y7 = -1.216E+01$, $XY8 = -3.179E+00$, $Y9 = -2.073E+00$,
 $X10 = 2.996E+01$, $X9Y = 3.615E+01$, $X8Y2 = 1.127E+01$,
 $X7Y3 = 1.904E+02$, $X6Y4 = -1.879E+01$, $X5Y5 = 2.964E+02$,
 $X4Y6 = 4.204E+01$, $X3Y7 = 1.599E+02$, $X2Y8 = 1.023E+02$,
 $XY9 = 2.185E+01$, $Y10 = 4.209E+01$

[0115] 自由曲面係数

第4面

$X = -1.239E-02$, $Y = -3.480E-03$, $X2 = -9.949E-01$,
 $XY = 5.972E-04$, $Y2 = -9.646E-01$, $X3 = 7.955E-02$,
 $X2Y = 4.600E-01$, $XY2 = 2.941E-01$, $Y3 = 2.731E-01$,
 $X4 = -1.449E+00$, $X3Y = 9.403E-02$, $X2Y2 = -2.927E+00$,
 $XY3 = 2.765E-02$, $Y4 = -1.393E+00$, $X5 = 1.001E+00$,
 $X4Y = 2.102E+00$, $X3Y2 = 1.869E+00$, $X2Y3 = 3.237E+00$,
 $XY4 = 1.488E+00$, $Y5 = 1.739E+00$, $X6 = -3.750E+01$,
 $X5Y = 6.935E+00$, $X4Y2 = -1.117E+02$, $X3Y3 = 1.394E+01$,
 $X2Y4 = -1.134E+02$, $XY5 = 5.879E+00$, $Y6 = -3.700E+01$,
 $X7 = -5.596E+00$, $X6Y = -1.005E+01$, $X5Y2 = -1.717E+01$,
 $X4Y3 = -1.250E+01$, $X3Y4 = -1.367E+01$, $X2Y5 = -1.895E+01$,
 $XY6 = -5.521E+00$, $Y7 = -1.359E+01$, $X8 = 4.433E+02$,
 $X7Y = -9.408E+01$, $X6Y2 = 1.771E+03$, $X5Y3 = -3.509E+02$,
 $X4Y4 = 2.653E+03$, $X3Y5 = -3.275E+02$, $X2Y6 = 1.846E+03$,
 $XY7 = -9.007E+01$, $Y8 = 4.475E+02$, $X9 = 6.760E+01$,
 $X8Y = 1.658E+02$, $X7Y2 = 3.041E+02$, $X6Y3 = 4.473E+02$,
 $X5Y4 = 4.318E+02$, $X4Y5 = 5.537E+02$, $X3Y6 = 2.841E+02$,

X2Y7 = 4.327E+02 , XY8 = 9.560E+01 , Y9 = 1.421E+02 ,
X10 = -3.574E+03 , X9Y = 5.624E+02 , X8Y2 = -1.801E+04 ,
X7Y3 = 2.887E+03 , X6Y4 = -3.512E+04 , X5Y5 = 4.426E+03 ,
X4Y6 = -3.594E+04 , X3Y7 = 2.511E+03 , X2Y8 = -1.851E+04 ,
XY9 = 5.426E+02 , Y10 = -3.573E+03

[0116] 自由曲面係数

第5面

X = -2.390E-02 , Y = 1.662E-02 , X2 = -1.097E+00 ,
XY = -1.743E-01 , Y2 = -1.066E+00 , X3 = -9.320E-01 ,
X2Y = -2.470E-01 , XY2 = -1.448E-01 , Y3 = -6.536E-01 ,
X4 = -2.975E+00 , X3Y = 1.601E+00 , X2Y2 = -4.166E+00 ,
XY3 = 1.330E+00 , Y4 = -2.766E+00 , X5 = 3.788E+00 ,
X4Y = 1.235E-01 , X3Y2 = 1.753E+00 , X2Y3 = 5.388E+00 ,
XY4 = -3.706E+00 , Y5 = 3.866E+00 , X6 = 2.511E+01 ,
X5Y = -3.542E+00 , X4Y2 = -2.268E+01 , X3Y3 = 1.795E+00 ,
X2Y4 = -3.121E+01 , XY5 = -9.832E+00 , Y6 = 1.445E+01 ,
X7 = -2.532E+01 , X6Y = 8.865E+01 , X5Y2 = 1.602E-01 ,
X4Y3 = 9.470E+00 , X3Y4 = 4.930E+01 , X2Y5 = -1.843E+01 ,
XY6 = 1.032E+02 , Y7 = -2.758E+01 , X8 = -3.383E+02 ,
X7Y = 2.958E+02 , X6Y2 = 7.710E+01 , X5Y3 = 1.239E+02 ,
X4Y4 = 6.315E+02 , X3Y5 = 7.467E+01 , X2Y6 = 4.029E+02 ,
XY7 = 2.572E+02 , Y8 = -1.628E+02 , X9 = 1.486E+02 ,
X8Y = -2.283E+02 , X7Y2 = 1.191E+02 , X6Y3 = -4.526E+02 ,
X5Y4 = -2.163E+02 , X4Y5 = 1.380E+02 , X3Y6 = -4.210E+02 ,
X2Y7 = 8.185E+01 , XY8 = -5.168E+02 , Y9 = 1.722E+02 ,
X10 = 1.191E+03 , X9Y = -1.369E+03 , X8Y2 = -8.551E+02 ,
X7Y3 = -1.706E+03 , X6Y4 = -4.823E+03 , X5Y5 = -1.283E+03 ,
X4Y6 = -6.330E+03 , X3Y7 = -4.948E+02 , X2Y8 = -3.122E+03 ,

$$XY9 = -1.496E+03, \quad Y10 = 5.874E+02$$

[0117] 自由曲面係数

第8面

$$\begin{aligned} X &= 7.164E-02, & Y &= 9.871E-02, & X2 &= 1.748E+00, \\ XY &= -4.022E-01, & Y2 &= 1.622E+00, & X3 &= -1.126E+00, \\ X2Y &= -7.848E-01, & XY2 &= 1.775E-02, & Y3 &= -1.165E+00, \\ X4 &= 1.266E+00, & X3Y &= 3.701E+00, & X2Y2 &= -9.767E-01, \\ XY3 &= 1.856E+00, & Y4 &= 8.312E-01, & X5 &= -1.668E-01, \\ X4Y &= 1.656E+00, & X3Y2 &= 3.667E+00, & X2Y3 &= 1.030E+01, \\ XY4 &= -4.692E+00, & Y5 &= 6.104E+00, & X6 &= -2.624E+01, \\ X5Y &= -4.944E+01, & X4Y2 &= 1.529E+02, & X3Y3 &= -2.405E+01, \\ X2Y4 &= 1.212E+02, & XY5 &= -1.400E+01, & Y6 &= 2.007E+01, \\ X7 &= 7.455E+00, & X6Y &= -5.104E+01, & X5Y2 &= -1.010E+02, \\ X4Y3 &= -7.803E+01, & X3Y4 &= 4.127E+00, & X2Y5 &= -1.203E+02, \\ XY6 &= 3.288E+01, & Y7 &= -4.747E+01, & X8 &= 1.506E+03, \\ X7Y &= 5.126E+02, & X6Y2 &= -2.144E+03, & X5Y3 &= 6.463E+02, \\ X4Y4 &= -2.177E+03, & X3Y5 &= 3.237E+01, & X2Y6 &= -1.240E+03, \\ XY7 &= 1.571E+02, & Y8 &= -1.167E+02, & X9 &= 3.505E+02, \\ X8Y &= 8.513E+02, & X7Y2 &= 1.047E+03, & X6Y3 &= 5.063E+02, \\ X5Y4 &= 7.300E+01, & X4Y5 &= 4.202E+02, & X3Y6 &= -1.382E+02, \\ X2Y7 &= 6.045E+02, & XY8 &= 8.528E+01, & Y9 &= 1.967E+02, \\ X10 &= -1.466E+04, & X9Y &= -7.133E+02, & X8Y2 &= 1.263E+04, \\ X7Y3 &= -5.046E+03, & X6Y4 &= 1.764E+04, & X5Y5 &= -1.492E+03, \\ X4Y6 &= 1.606E+04, & X3Y7 &= 6.352E+02, & X2Y8 &= 6.686E+03, \\ XY9 &= -4.887E+02, & Y10 &= 9.862E+02 \end{aligned}$$

[0118] ポジション: Z e n t a i

単位: mm

面データ

面番号	C0	d	nd	vd
1	-0.006592	0.215	1.5178	56.1
2	0	0.305	1.5100	62.4
3	0	0.050	1.6020	28.6
4	-0.959936	0.850		
5	-0.108578	0.050	1.6020	28.6
6	0	0.300	1.5100	62.4
7	0	0.179	1.5178	56.1
8	-1.339709	0.021		
9	0	0.500	1.4714	66.02
10	0	0.050		

[0119] 非球面係数

第1面

$$A4 = -4.087E-01$$

$$A6 = -2.315E+00$$

$$A8 = -4.957E+01$$

$$A10 = 8.716E+02$$

$$A12 = 1.186E+04$$

$$A14 = -2.680E+05$$

$$A16 = 1.113E+06$$

$$A18 = 0.000E+00$$

[0120] 非球面係数

第4面

$$A4 = 1.714E-01$$

$$A6 = -1.098E+01$$

$$A8 = 1.081E+02$$

$$A10 = 7.077E+02$$

$$A12 = -1.702E+04$$

$$A14 = 4.221E+04$$

$$A16 = 2.209E+05$$

$$A18 = 0.000E+00$$

[0121] 非球面係数

第5面

$$A4 = -3.811E-01$$

$$A6 = 5.801E+00$$

$$A8 = -6.603E+01$$

$$A10 = 2.424E+02$$

$$A12 = -1.074E+02$$

$$A14 = -2.199E+02$$

$$A16 = -2.461E+03$$

$$A18 = 0.000E+00$$

[0122] 非球面係数

第8面

$$A4 = 1.401E+00$$

$$A6 = 1.055E+01$$

$$A8 = -3.211E+02$$

$$A10 = 3.237E+03$$

$$A12 = -1.658E+04$$

$$A14 = 4.278E+04$$

$$A16 = -4.404E+04$$

$$A18 = 0.000E+00$$

符号の説明

[0123] D U 撮像装置

L U 撮像ユニット

L A 1 第1レンズアレイプレート

L A 2 第2レンズアレイプレート

L H	複眼光学系	
L n (n = 1, 2, 3 ...)	個眼光学系	
L O	全体光学系	
L O 1, L O 2, L O 3	全体光学系	
Z n (n = 1, 2, 3 ...)	個眼像	
Z O	全体像	
P n (n = 1, 2, 3 ...)	個眼ポジション (個眼領域)	
P O 1, P O 2, P O 3	全体ポジション (全体領域)	
M L	個眼合成画像	
M O	全体画像	
S L	合成視野	
S O	全体視野	
S R	撮像素子	
S S	受光面 (撮像面)	
C G	カバーガラス	
A X	光軸	
1	画像処理部	
1 a	画像合成部	
1 b	画像補正部	
1 c	出力画像処理部	
2	演算部	
3	メモリ	

請求の範囲

- [請求項1] 視野の異なる複数の像をつなぎ合わせて1枚の合成画像を出力するために、視野の異なる複数の結像を行う複眼光学系であって、
- 前記視野の異なる複数の像を撮像面上に形成する複数の個眼光学系と、前記複数の個眼光学系で得られる視野を包含する視野の像を前記撮像面上に形成する全体光学系と、を有しており、
- 複数のレンズが一体に形成されたレンズアレイプレートで、前記個眼光学系及び全体光学系が構成されており、
- 前記複数の個眼光学系のうち、前記撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外のものは、レンズ面頂点と撮像面中心とが互いに偏心することで異なる視野の撮像を行い、
- 前記合成画像が短辺と長辺を有する長方形をなしており、前記個眼光学系から前記短辺方向にずれた位置に前記全体光学系が配置されていることを特徴とする複眼光学系。
- [請求項2] 視野の異なる複数の像をつなぎ合わせて1枚の合成画像を出力するために、視野の異なる複数の結像を行う複眼光学系であって、
- 前記視野の異なる複数の像を撮像面上に形成する複数の個眼光学系と、前記複数の個眼光学系で得られる視野を包含する視野の像を前記撮像面上に形成する全体光学系と、を有しており、
- 複数のレンズが一体に形成された少なくとも2枚のレンズアレイプレートで、前記個眼光学系及び全体光学系が構成されており、
- 前記複数の個眼光学系のうち、前記撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外のものは、レンズ面頂点が互いに偏心することで異なる視野の撮像を行い、
- 前記合成画像が短辺と長辺を有する長方形をなしており、前記個眼光学系から前記短辺方向にずれた位置に前記全体光学系が配置されていることを特徴とする複眼光学系。
- [請求項3] 前記撮像面は同一の撮像素子にあることを特徴とする請求項1又は

2 記載の複眼光学系。

[請求項4]

撮像素子と、その撮像素子に対して視野の異なる複数の結像を行う複眼光学系と、その複眼光学系で形成された視野の異なる複数の像をつなぎ合わせて1枚の合成画像を出力する画像処理部と、を有する撮像装置であって、

前記複眼光学系が、前記視野の異なる複数の像を前記撮像素子の撮像面上に形成する複数の個眼光学系と、前記複数の個眼光学系で得られる視野を包含する視野の像を前記撮像面上に形成する全体光学系と、を有しており、

複数のレンズが一体に形成された少なくとも2枚のレンズアレイプレートで、前記個眼光学系及び全体光学系が構成されており、

前記複数の個眼光学系のうち、前記撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外のものは、レンズ面頂点が互いに偏心することで異なる視野の撮像を行い、

前記合成画像が短辺と長辺を有する長方形をなしており、前記個眼光学系から前記短辺方向にずれた位置に前記全体光学系が配置されていることを特徴とする撮像装置。

[請求項5]

前記撮像面は同一の撮像素子にあることを特徴とする請求項4記載の撮像装置。

[請求項6]

前記画像処理部が、動画出力機能、ライブビュー出力機能及び静止画出力機能を有し、静止画出力時には前記合成画像を出力するための画像処理を行うが、動画出力時又はライブビュー出力時には前記全体光学系の画像情報を用いた出力を行うことを特徴とする請求項4又は5記載の撮像装置。

[請求項7]

前記全体光学系の視野が、前記複数の個眼光学系で得られる視野全体よりも大きいことを特徴とする請求項4～6のいずれか1項に記載の撮像装置。

[請求項8]

前記個眼光学系で形成される像を個眼像とすると、各個眼像の視

野の周辺が重なるようになっており、その重なり量が以下の条件式
(1) を満足することを特徴とする請求項4～7のいずれか1項に記載の撮像装置；

$$0.01 < L_a / L_b < 0.5 \quad \dots (1)$$

ただし、

L_a : 重なり量、

L_b : 画面の重なる方向の幅、

である。

[請求項9] 以下の条件式(2) を満足することを特徴とする請求項4～8のいずれか1項に記載の撮像装置；

$$-3 < F(\text{whole}, \text{img}) / F(\text{unit}, \text{img}) < 0 \quad \dots (2)$$

ただし、

$F(\text{unit}, \text{img})$: 撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系の最も像側のレンズの近軸焦点距離、

$F(\text{whole}, \text{img})$: 全体光学系の最も像側のレンズの近軸焦点距離、

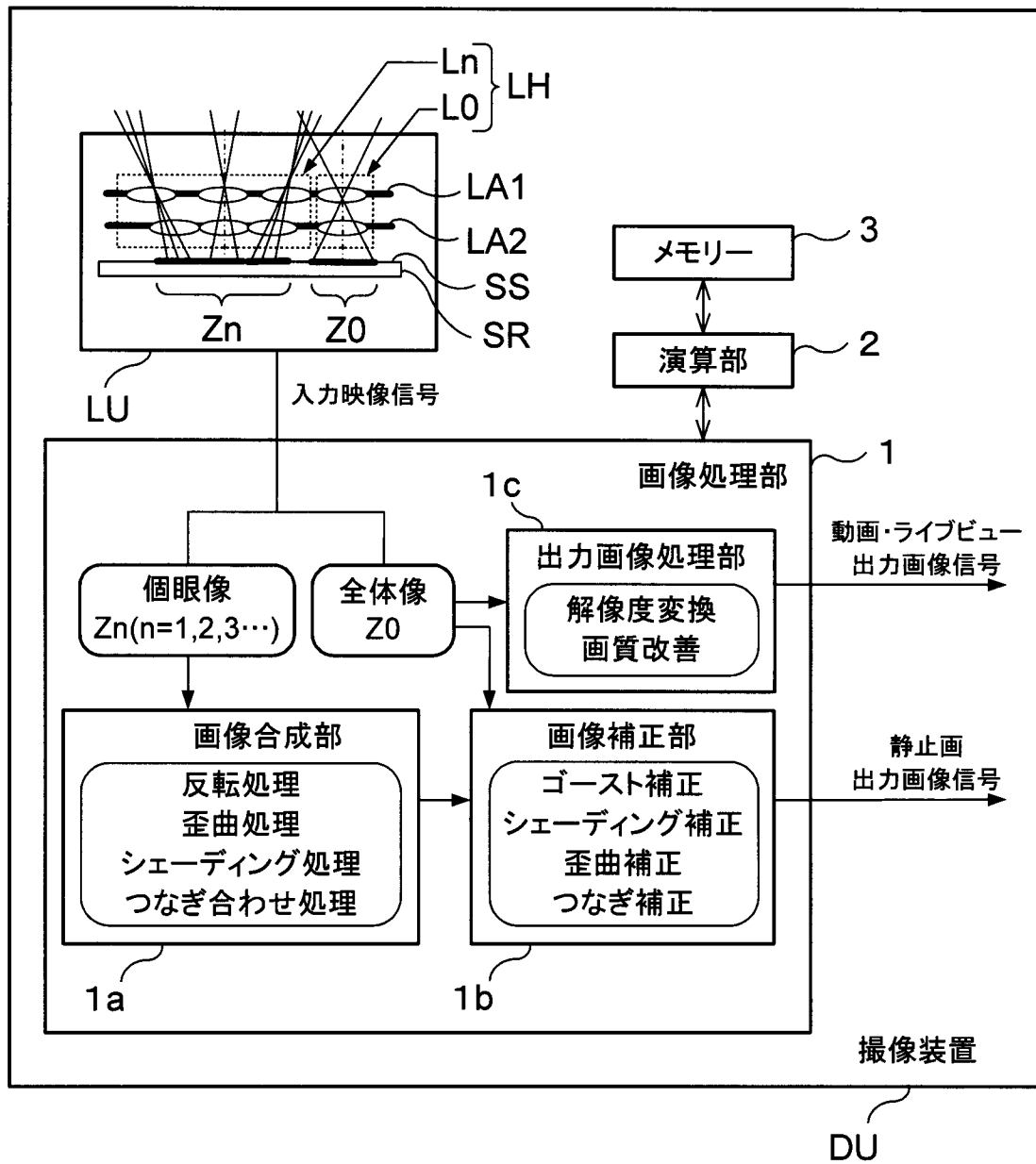
である。

[請求項10] 前記複数の個眼光学系のうち、前記撮像面に対して垂直な光軸を有する個眼光学系以外のものは、自由曲面を少なくとも1面有する偏心光学系であることを特徴とする請求項4～9のいずれか1項に記載の撮像装置。

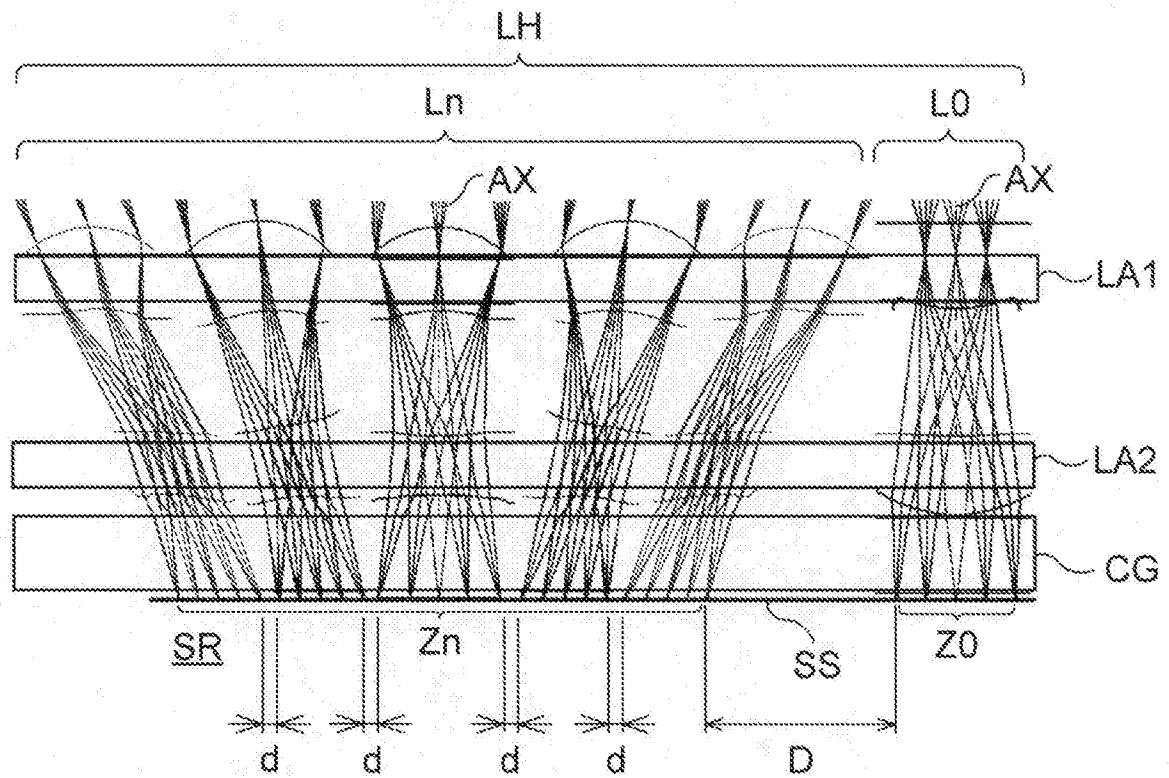
[請求項11] 前記個眼光学系で形成される像を個眼像とし、前記全体光学系で形成される像を全体像とし、前記撮像素子の撮像面において、前記個眼像が形成される領域を個眼領域とし、前記全体像が形成される領域を全体領域とするとき、各個眼領域の隙間よりも個眼領域と全体領域との隙間の方が大きいことを特徴とする請求項4～10のいずれか1項に記載の撮像装置。

- [請求項12] 前記個眼光学系の数が縦横にそれぞれ3つ以上あり、 3×3 以上の配列における縦横方向にずれた視野で前記個眼光学系がそれぞれ結像することを特徴とする請求項4～11のいずれか1項に記載の撮像装置。
- [請求項13] 前記画像処理部が前記全体光学系で得られる画像の情報を用いて前記合成画像の画質を改善する補正を行うことを特徴とする請求項4～12のいずれか1項に記載の撮像装置。
- [請求項14] 前記全体光学系で得られる画像の情報がゴーストの原因となるクロストークであり、前記画像処理部が前記合成画像で生じたクロストークを特定してゴーストを目立たないように補正することを特徴とする請求項13記載の撮像装置。
- [請求項15] 前記全体光学系で得られる画像の情報がシェーディングであり、前記画像処理部が前記全体光学系の画像の輝度分布情報を用いて前記合成画像の輝度分布を補正することを特徴とする請求項13又は14記載の撮像装置。
- [請求項16] 前記全体光学系で得られる画像の情報が合成画像のつなぎ目であり、前記画像処理部が前記全体光学系の画像情報を用いて前記合成画像のつなぎ目分布を補正することを特徴とする請求項13～15のいずれか1項に記載の撮像装置。

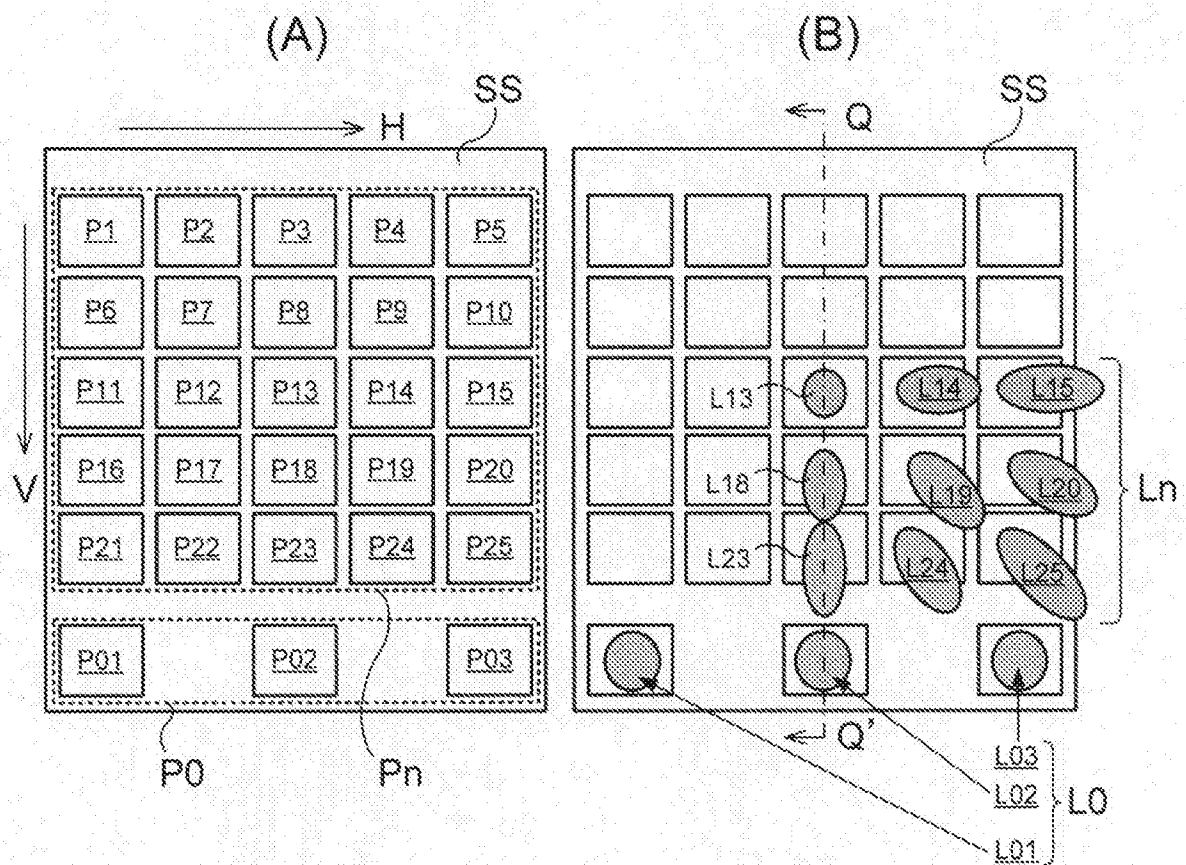
[図1]



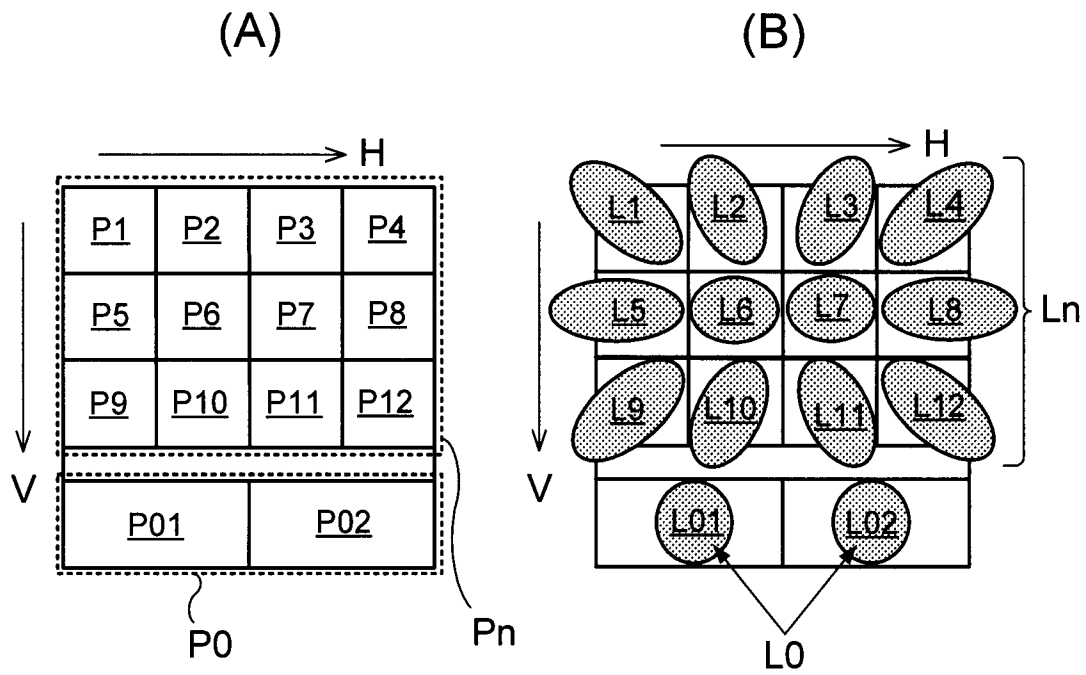
[図2]



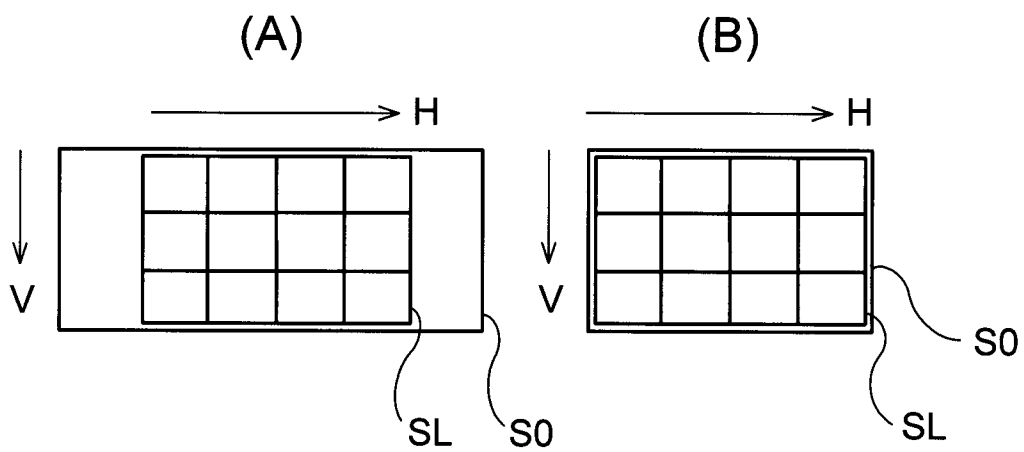
[図3]



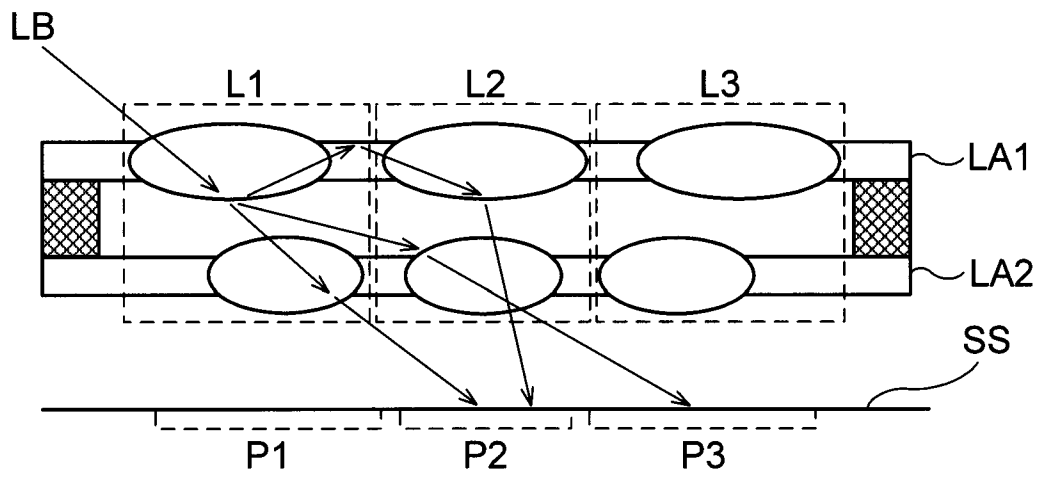
[図4]



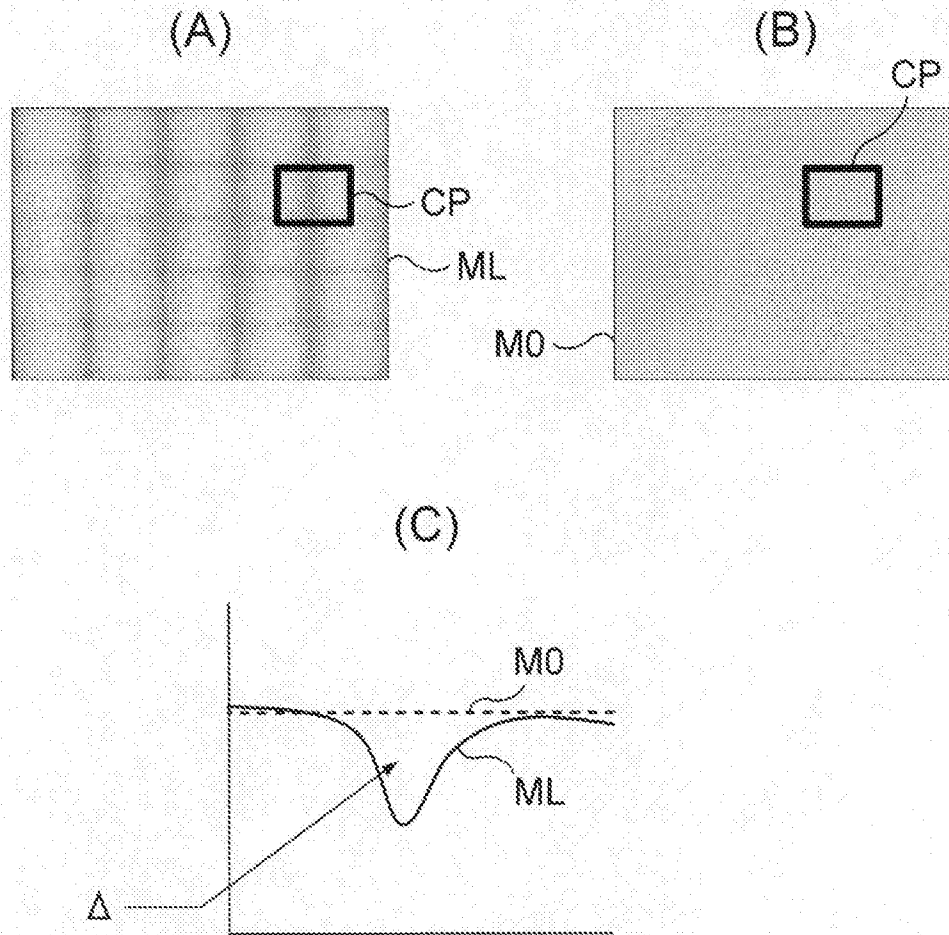
[図5]



[図6]

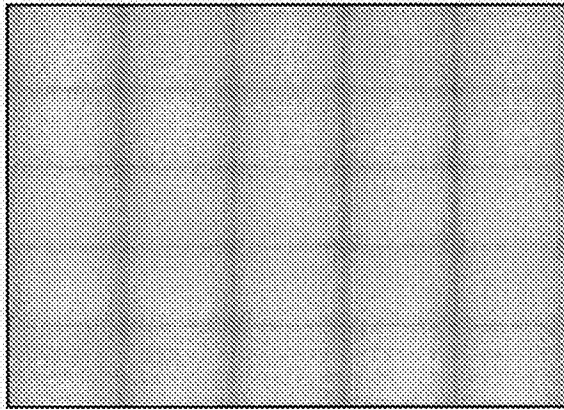


[図7]



[図8]

(A)

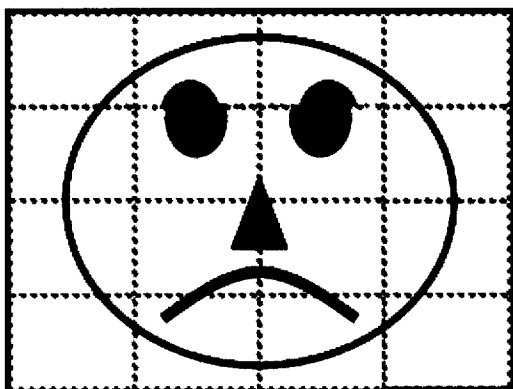


(B)

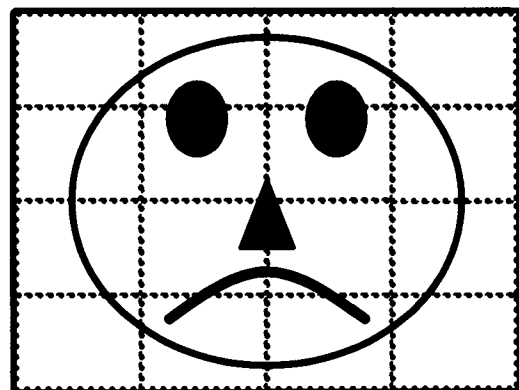


[図9]

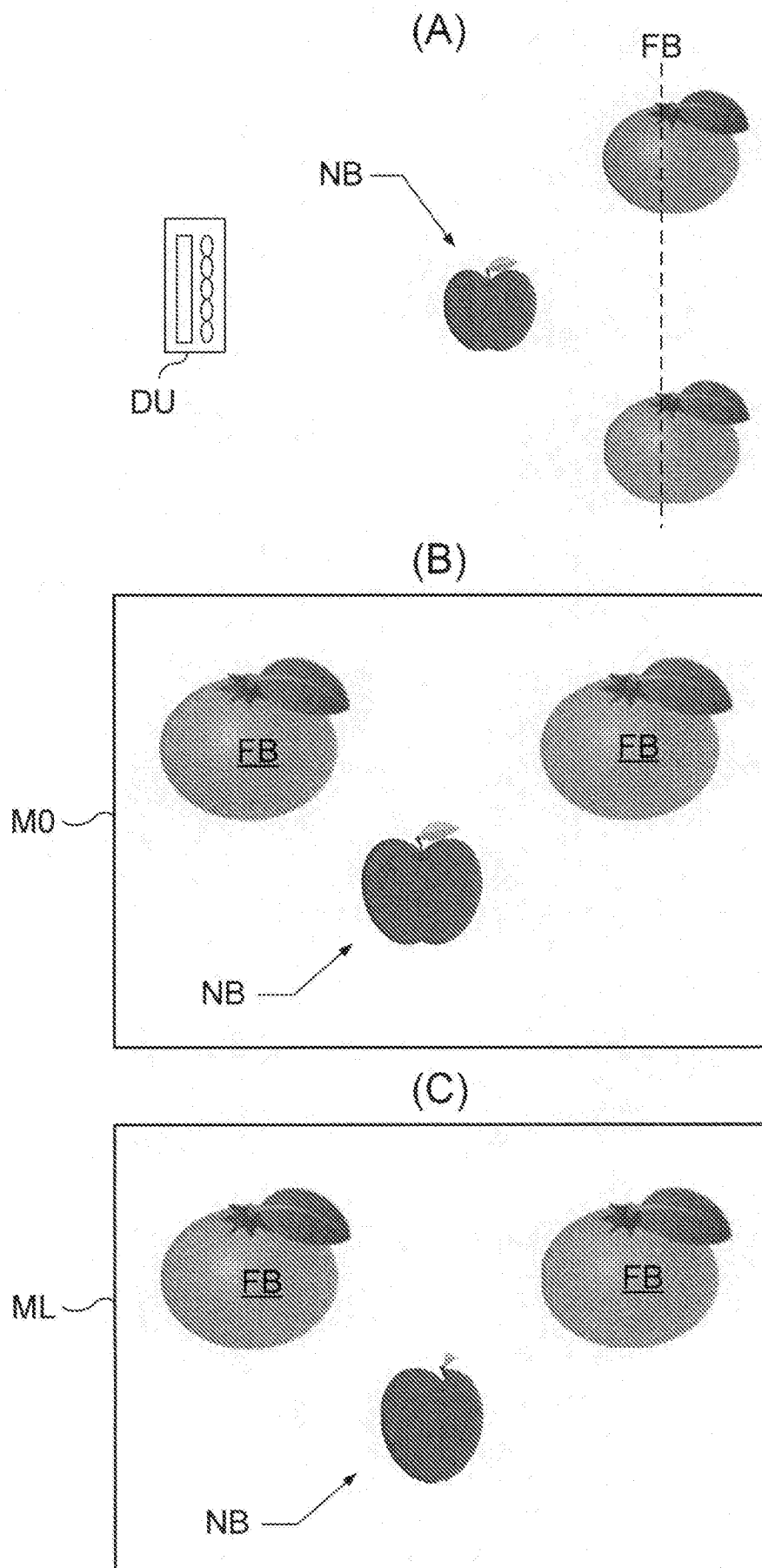
(A)



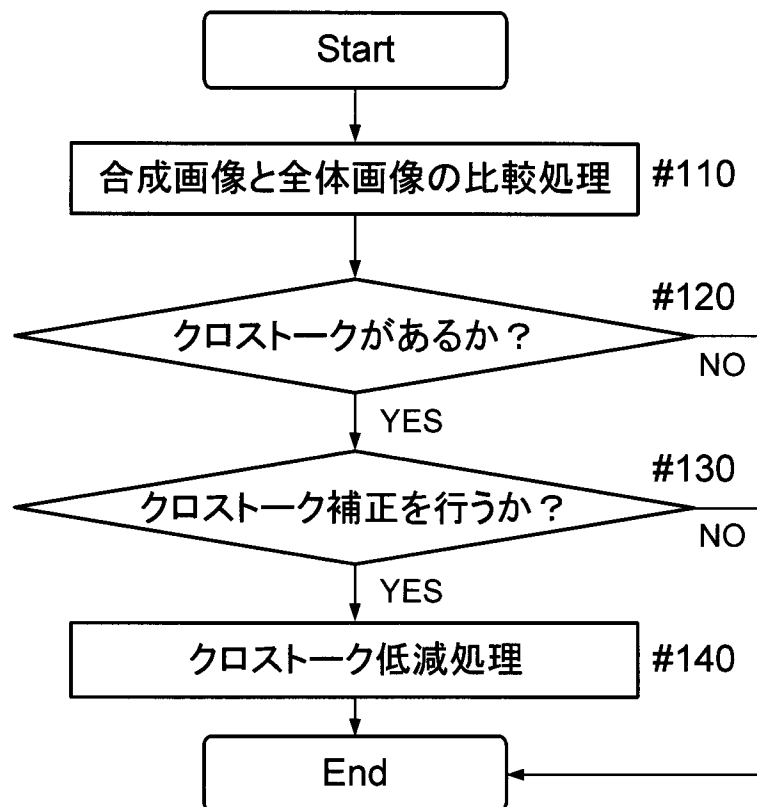
(B)



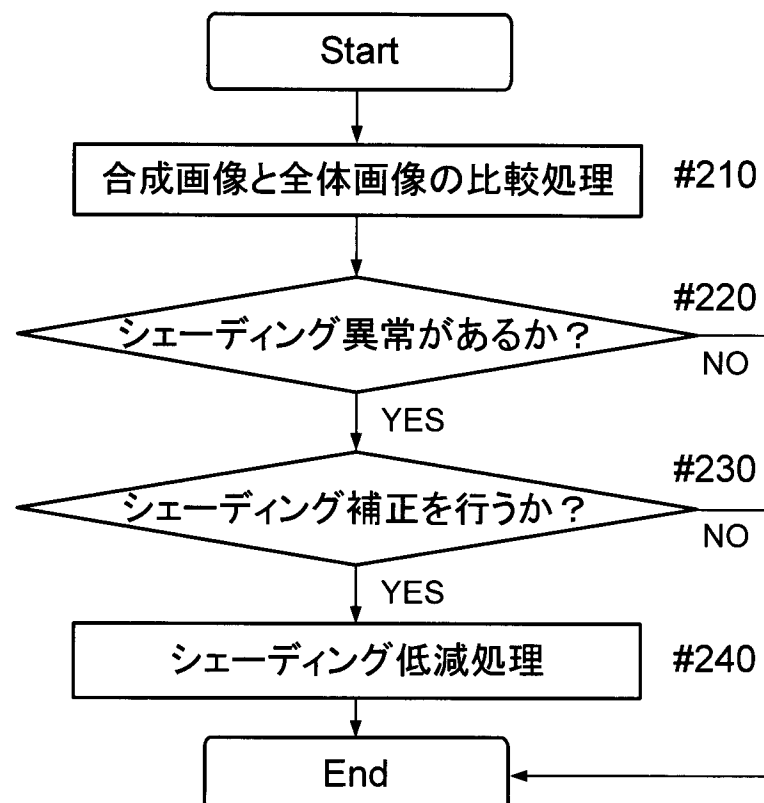
[図10]



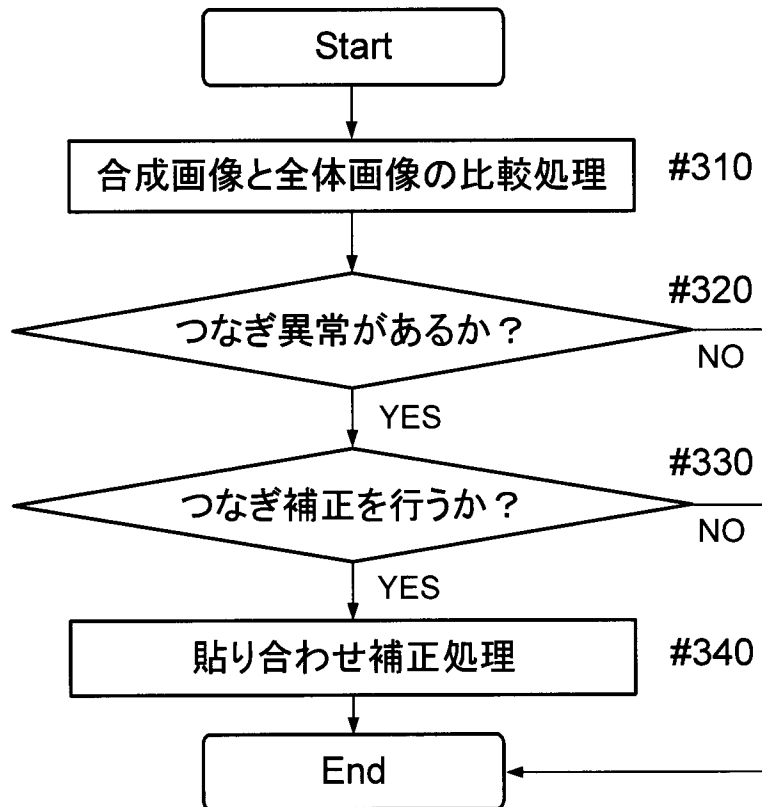
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/082587

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/225(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B19/07(2006.01)i, G03B35/08(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N5/335(2011.01)i, H04N5/357(2011.01)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)

H04N5/225, G03B15/00, G03B19/07, G03B35/08, H04N5/232, H04N5/335, H04N5/357

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-171939 A (Canon Inc.), 29 June 2006 (29.06.2006), paragraphs [0015] to [0029] (Family: none)	1-16
A	WO 2006/101064 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 September 2006 (28.09.2006), paragraphs [0021] to [0039] & US 2009/0122175 A1 & WO 2006/101064 A1	1-16
A	JP 2010-130628 A (Sharp Corp.), 10 June 2010 (10.06.2010), paragraphs [0016] to [0093] (Family: none)	1-16

☒ 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
18 February, 2014 (18.02.14)

Date of mailing of the international search report
04 March, 2014 (04.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/082587

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 2010-147695 A (Nikon Corp.), 01 July 2010 (01.07.2010), paragraphs [0007] to [0031] (Family: none)	1-16
P, A	JP 2013-45032 A (Fujifilm Corp.), 04 March 2013 (04.03.2013), paragraphs [0021] to [0040] (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N5/225(2006.01)i, G03B15/00(2006.01)i, G03B19/07(2006.01)i, G03B35/08(2006.01)i,
H04N5/232(2006.01)i, H04N5/335(2011.01)i, H04N5/357(2011.01)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（I P C））

Int.Cl. H04N5/225, G03B15/00, G03B19/07, G03B35/08, H04N5/232, H04N5/335, H04N5/357

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-171939 A（キヤノン株式会社）2006.06.29, 段落 0015-0029（ファミリーなし）	1-16
A	WO 2006/101064 A1（松下電器産業株式会社）2006.09.28, 段落 0021-0039 & US 2009/0122175 A1 & WO 2006/101064 A1	1-16
A	JP 2010-130628 A（シャープ株式会社）2010.06.10, 段落 0016-0093（ファミリーなし）	1-16

☒ 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

1 8 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

佐藤 直樹

5 P

9 5 6 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 8 1

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 2010-147695 A (株式会社ニコン) 2010. 07. 01, 段落 0007-0031 (ファミリーなし)	1-16
PA	JP 2013-45032 A (富士フイルム株式会社) 2013. 03. 04, 段落 0021-0040 (ファミリーなし)	1-16