

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4633369号
(P4633369)

(45) 発行日 平成23年2月16日(2011.2.16)

(24) 登録日 平成22年11月26日(2010.11.26)

(51) Int.Cl.

F 1

GO2B 5/02	(2006.01)	GO2B 5/02	C
GO2B 3/00	(2006.01)	GO2B 3/00	A
GO3B 13/24	(2006.01)	GO3B 13/24	

請求項の数 9 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2004-26167 (P2004-26167)
(22) 出願日	平成16年2月3日 (2004.2.3)
(65) 公開番号	特開2005-221516 (P2005-221516A)
(43) 公開日	平成17年8月18日 (2005.8.18)
審査請求日	平成18年12月14日 (2006.12.14)

前置審査

(73) 特許権者	000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(74) 代理人	100075867 弁理士 向 寛二
(72) 発明者	岡崎 理子 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ ンパス株式会社内
審査官 藤岡 善行	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】拡散板及びこの拡散板を備える光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方の面に複数のマイクロレンズが配列され、前記複数のマイクロレンズの半分以上がその外周形状が $(2n+1)$ 角形である拡散板。

ただし、nは2以上4以下の整数である。

【請求項 2】

一方の面に複数のマイクロレンズが配列され、前記複数のマイクロレンズの半分以上がその外周形状が $(2n+1)$ 角形であり、その間にm角形の複数の領域を有する拡散板。

ただし、nは2以上4以下の整数、mは3以上12以下の整数である。

【請求項 3】

前記 $(2n+1)$ 角形の複数のマイクロレンズ、あるいは前記 $(2n+1)$ 角形の複数のマイクロレンズと前記複数の領域が2種類以上の高さの異なるマイクロレンズとからなる請求項1または2の拡散板。

【請求項 4】

請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の拡散板を備える光学装置。

【請求項 5】

請求項2に記載する拡散板であって、m角形の領域が平坦部であり、この平坦部が砂摺り状であることを特徴とする拡散板。

【請求項 6】

10

20

請求項 2 に記載する拡散板であって、m 角形の領域がマイクロレンズであることを特徴とする拡散板。

【請求項 7】

請求項 3 に記載する拡散板であって、前記 2 種類以上の高さの異なるマイクロレンズが、高さによって異なるパターンにて配置されていることを特徴とする拡散板。

【請求項 8】

請求項 3 あるいは 7 に記載する拡散板であって、前記複数のマイクロレンズまたは、前記複数のマイクロレンズと複数の領域からなる単位を一つの周期とした周期構造をなすことを特徴とする拡散板。

【請求項 9】

請求項 1、2 又は 3 あるいは 5 乃至 8 のいずれか 1 項に記載する拡散板を用いたカメラの焦点板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、拡散板及び該拡散板を有する光学装置に関する。

【背景技術】

【0002】

拡散板は、ある一方向から入射した光を、様々方向に向けて射出する光学素子である。図 26 は、透過型の拡散板 40 によって、入射光が拡散されている様子を示している。この例では、拡散光は円錐状に広がるものとしている。この場合、スクリーン 41 上の円形領域 D 内に、拡散光が到達する。ここで、拡散板の特性（以下、拡散特性とする。）は、拡散光の広がりを示す拡散角度 θ と、円形領域 D 内における光の明るさの分布で表すことができる。なお、拡散光が到達する領域（図 26 の場合は円形領域 D）を、拡散領域とする。

【0003】

ところで、拡散板としては、従来、次の文献等に記載された拡散板が知られている。

【特許文献 1】特開昭 58-60642 号

【特許文献 2】特開昭 57-148728 号

【特許文献 3】特開昭 59-189330 号

【特許文献 4】特開 2000-321626 号

多くの場合、拡散特性は、拡散板の表面の構造で決定される。従来、基板表面に微細な凹凸をランダムに形成した拡散板として、例えば、摺りガラスがある。また、基板表面にマイクロレンズを形成し、これを拡散板としたものもある。

【0004】

これらの拡散板は、光学装置にも用いられる。その一例が、一眼レフカメラに用いられる焦点板である。この焦点板は、撮像面と光学的に等価な位置に配置されている。

【0005】

一眼レフカメラでは、撮影レンズを通過した光が、この焦点板（拡散板）に入射する。そして、この焦点板上に被写体の像を形成する。この時、被写体の像を形成する光（入射光）はこの焦点板で拡散され、拡散光として射出される。なお、焦点板の拡散面は、拡散光が拡散する角度が制限されるように形成されている。よって、被写体の像を形成する光は、焦点板で完全に拡散されるわけではない。そこで、撮影者は、この焦点板に投影された被写体の像を、ファインダーを介して観察することができる。

【0006】

ここで、被写体にピントが合っている場合（合焦状態）、焦点板上には鮮明な像が形成される。一方、被写体にピントが合っていない場合（非合焦状態）、焦点板上の像もぼけてしまう。この時、焦点板の拡散作用によって、この像のぼけ具合が更に強調される。その結果、撮影者は、被写体の構図や合焦・非合焦を確認できる。

【0007】

10

20

30

40

50

以上のことから、焦点板には、自然なぼけ味、明るさ、ピント合わせの行ない易さ等の特性が求められる。ところで、ぼけ味、明るさ、ピント合わせの行ない易さ等は、焦点板（拡散板）の拡散特性に関係する。例えば、焦点板の拡散角度が大きいほど、ファインダーで見た時の像のぼけが大きくなる。そのため、ピントはあわせ易いが、観察している像が暗くなる。

【0008】

一般に、自然なぼけ味が得られるのは、特許文献1に記載された拡散板といわれている。この拡散板は、砂すり形状の面を持つ。この砂すり形状の面は、例えば、ある一定の大きさの砂を、毎秒一定の量で、十分広い面積にわたって基板表面に落下させることで形成される。

10

【0009】

このような拡散板は、広い拡散角度を有する。また、図27に示すように、拡散領域内における明るさの分布は、中心から周辺に向かってなだらかに変化する。そこで、図28に示すように、この拡散板40の全面に、平行な光束を入射させたとする。この場合、拡散板40から射出される光は、図27に示す拡散特性を持つ拡散光の総和になる。よって、スクリーン41上における明るさは一様となる。

【0010】

このような拡散特性を有する拡散板は、焦点板として用いた場合、よいぼけ味を有する。しかし、この拡散板は拡散角度が広すぎるため、ファインダーによる観察像が暗くなる。

20

【0011】

この観察像が暗くなるのを解消した従来例として、特許文献2に示す拡散板（焦点板）や、特許文献3に示す拡散板（焦点板）が知られている。

【0012】

これら拡散板（焦点板）のうち、特許文献2に示すものは、図30に示すような構成である。即ち、それは、基板表面に、外周形状が円形のマイクロレンズを、周期的に配列したものである。

【0013】

また、他の従来の拡散板（焦点板）は、図32に示すように、基板表面に、外周形状が正六角形のマイクロレンズを、周期的に隙間なく配列したものである。

30

【0014】

これら従来の拡散板（焦点板）は、拡散角度の広がり（＝拡散領域の大きさ）を制限することはできる。そのため、摺りガラスを用いた場合に比べて、像を明るくすることは容易である。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

前述のように、一眼レフカメラ焦点板には被写体の像が形成される。ところが、被写体は一様な明るさを持つものだけではなく、様々な明暗のパターンを有している。したがって、図28に示すように、焦点板全面に一様な明るさの光が入射することは少なく、明暗入り混じった光が入射する。

40

【0016】

図29は、明暗のパターンを有する光が、焦点板40に入射した様子を示している。ここでは、簡単のために、入射光は、明暗の格子状としている。この場合、焦点板の一部の領域に、光が入射することになる。

【0017】

例えば、この一部の領域が、図30に示す8つの円形マイクロレンズとする。この場合、スクリーン上には、図31に示すような明るさの分布が生じる。なお、図28では、明るい部分を強調して表現している。そのため、明るさの分布が、輝点によって離散的に示されている。しかしながら、各輝点の間にも、ある程度の明るさは存在している。ここ

50

で、各輝点によって形成される明るさの分布を、拡散パターンとする。

【0018】

図31の拡散パターンでは、中心部（縦方向の3つの輝点）の周囲に明るい領域（3つの輝点の左右に位置する4つの輝点）が存在する。そして、この明るい領域の周囲に暗い領域が存在し、更に、その周囲に明るい領域が存在する。すなわち、図31の拡散パターンは輪帯状となっている。そのため、図30の焦点板では、被写体の像が二線ぼけに見える傾向がある。

【0019】

また、光が入射する一部の領域が、図32に示す8つの六角形マイクロレンズとする。この場合、スクリーン上には、図33に示すような明るさの分布が生じる。なお、図33においても、明るい部分を強調して表現している。そのため、明るさの分布が、輝点によって離散的に示されている。しかしながら、各輝点の間にも、ある程度の明るさは存在している。

【0020】

図33の拡散パターンでは、中心部からやや離れた位置に、明るい輪帯部が存在する。よって、図32の焦点板は、図30の焦点板と同様に、ぼけ味が不自然になる。

【0021】

更に、最も外側に位置する輝点を結ぶと、拡散領域の外周形状が中心に対して回転非対称な形状になっている。特に斜め方向には、三角状の突起領域が生じている。そのため、非合焦時、被写体の像のぼけかたが、例えば、画面の左右方向と斜め方向で異なることになる。

【0022】

また、特許文献4に示すように、格子ピッチを不規則に組み合わせた従来例もある。この従来例は、ランダムパターンの焦点板（拡散板）である。ここでは、異なる3種類の高さを有するエレメントを用いることにより、拡散光を明るくしている。

【0023】

しかしながら、この焦点板（拡散板）は、面全体にランダムなパターンを形成する必要があるため、生産が容易でない。また、回折格子の形状が矩形であるために、高次の回折光により画面全体にフレアーやが生ずる。

【0024】

以上述べたように、従来のマイクロレンズを用いた拡散板は、砂摺り面よりなる拡散板に比べて、明るさにおいて改良されている。しかしながら、拡散パターンが輪帯状であったり、拡散領域が回転非対称である。そのため、光学装置の焦点板として使用した場合、非合焦時の像のぼけが不自然になる。

【0025】

本発明は、生産が容易で、所定の拡散領域において、拡散パターンがなだらかに変化する拡散板を提供するものである。また、焦点板として使用した場合、自然な像ぼけを発生し、且つ像の明るさが明るい拡散板を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0026】

本発明の拡散板は、一方の面に複数のマイクロレンズが配置されており、これらマイクロレンズのうちの半分以上がその外周形状が $(2n+1)$ 角形である。ここでnは、2以上の整数である。

【0027】

本発明の別の拡散板は、一方の面に複数のマイクロレンズが配列され、前記複数のマイクロレンズの半分以上がその外周形状が $(2n+1)$ 角形であり、その間にm角形の複数の領域を有する。ただし、nは2以上の整数、mは3以上の整数である。

【0028】

また、上記拡散板において、前記 $(2n+1)$ 角形の複数のマイクロレンズ、あるいは前記 $(2n+1)$ 角形の複数のマイクロレンズと前記複数の領域が2種類以上の高さの

10

20

30

40

50

異なるマイクロレンズとからなる。

【0029】

また、本発明の光学装置は、上記の拡散板を備える。

【発明の効果】

【0030】

本発明の拡散板は、以上述べたような構成を備えることにより、拡散領域内のいずれの方向にも均一に拡散され、光量分布の変化が滑らかな拡散板を実現できる。

【0031】

また、光学装置の焦点板として用いた場合、明るい像でありながら、自然なぼけ味が得られる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下に、本発明において上記構成をとる理由とその作用について説明する。

【0033】

本発明の拡散板は、一方の面に複数のマイクロレンズが配置されている。そして、これらマイクロレンズのうちの半分以上が、 $(2n + 1)$ 角形の外周形状となっている。ここで n は、2 以上の整数である。

【0034】

例えば、 $n = 2$ の場合について説明する。 $n = 2$ の場合、外周形状は 5 角形となる。外周形状が 5 角形の場合について、その外周形状による光学的な特徴を、5 角形の開口を用いて説明する。図 34 は、5 角形の開口を示している。また、図 35 は、この 5 角形の開口によって生じる回折像を示している。図 35 の回折像からわかるように、回折像は、開口の辺と角に対応する方向に、合計 10 の明るい領域を有している。

20

【0035】

比較のために、 $2n$ 角形の場合を示す。図 36 は 6 角形の開口を示している。また、図 37 は、この 6 角形の開口によって生じる回折像を示している。図 37 の回折像からわかるように、回折像は、辺に対応する方向に、6 つの明るい領域を有している。

【0036】

このように、5 角形の開口の方が 6 角形の開口に比べて、明るい領域が生じる方向が多い。すなわち、5 角形の開口の方が、より多くの方向に、明るい領域を分散させることができる。よって、外周形状が多角形のマイクロレンズで拡散板を構成する場合、外周形状が 6 角形の場合に比べて、外周形状が 5 角形の場合の方が、特定の方向に明るい領域が形成されにくいということである。これは、拡散領域における外形が、略回転対称な形状になるということである。

30

【0037】

更に、 $2n$ 角形の開口の場合、回折像において 10 の明るい領域を発生させるには、開口の形状を 10 角形にしなくてはならない。この場合、辺の数が増える他に、隣り合う辺どうしによって形成される角度が大きくなる。そのため、このような外周形状を、小さく、しかも正確に基板上に形成することは困難になる。

【0038】

40

これに対して、5 角形の場合、辺の外形形状が 10 角形に比べて単純になる。よって、基板上への形成も容易に行える。また、隣り合う辺どうしによって形成される角度も鋭角になる。そのため、基板上へ形成した時の角度誤差が少ない。以上のことから、拡散板の製造が容易に、しかも正確に行える。

【0039】

また、上述のように、本発明の拡散板は、拡散領域における外形が、略回転対称な形状になる。そのため、本発明の拡散板を焦点板として使用した場合、非合焦時、被写体の像のぼけかたが方向によって異なるということが少ない。すなわち、不自然な像のぼけが軽減され、より自然な像ぼけとなる。

【0040】

50

ここで、本発明の拡散板において、 $1 < n < 4$ とすることが好ましい。これにより、単純な外周形状でありながら、明るい領域を数多くの方向に発生させることができる。よって、拡散領域における外形がより略回転対称となる拡散板を、容易に製造することができる。

【0041】

また、本発明の拡散板では、 m 角形の領域を有するようにしてもよい。ここで m 角形の領域は、 $(2n + 1)$ 角形のマイクロレンズよりも小さくすることが好ましい。また、 m 角形領域が透明な平面であっても、拡散板全体に対する m 角形の領域の面積は少ないため、その光量の減少は極めて少ない。

【0042】

また、この m 角形の領域が平板状の面であり、砂摺り面にしてもよい。この m 角形の領域を砂摺りにすれば、入射光をより拡散させることができる。この場合、像を観察する際に観察者の瞳への入射光が少なくなる。しかしながら、 m 角形の領域は $(2n + 1)$ 角形のマイクロレンズよりも少ないため、 m 角形の領域による光量の減少は少ない。よって、像の明るさは、それほど暗くならない。

【0043】

また、 m 角形の領域を、マイクロレンズにしてもよい。この m 角形の領域をマイクロレンズにすれば、入射光を効率よく拡散することができる。

【0044】

また、 m 角形と $(2n + 1)$ 角形とを、異なる形状にしてもよい。これにより、回折光が強めあうことなく、輝点の集中が少なくなる。

【0045】

また、その頂点の高さが異なる 2 種類のマイクロレンズを用いてもよい。このようにすることにより、夫々の高さのマイクロレンズによる拡散パターンが重なる。その結果、拡散パターンを、中心から周辺に向かう明るさがより滑らかに変化するパターンにすることができる。

【0046】

尚、高さが異なるマイクロレンズを 3 種類以上にすると、設計及び製造工程が複雑になるため、好ましくない。

【0047】

また、頂点の高さが異なる 2 種類のマイクロレンズを配置する際、一方のマイクロレンズの配置パターンと、他方のマイクロレンズの配置パターンを異ならせるようにしてもよい。このようにすると、全体として所望の拡散パターンを容易に得ることができる。

【0048】

また、複数のマイクロレンズを 1 つのブロック（単位）とし、このブロックを周期的に配置してもよい。あるいは、複数のマイクロレンズと、複数の領域を 1 つのブロック（単位）とし、このブロックを周期的に配置してもよい。これによって、拡散板を容易に製作し得る。特に、後に述べる方法にて拡散板を製作する場合、拡散板を安価で精度良く生産し得る。

【0049】

なお、頂点の高さが異なる 2 種類のマイクロレンズを用いる構成では、1 つのブロックに 2 種類のマイクロレンズを含むようにする。この場合、2 種類のマイクロレンズが、同一のパターンで配置されることになる。このようにすれば、拡散板を容易に製作し得る。特に、後に述べる方法にて拡散板を製作する場合、拡散板を安価で精度良く生産し得る。

【0050】

また、本発明の別の拡散板では、拡散板を多角形のマイクロレンズで構成し、各マイクロレンズの頂点を結ぶ直線が、マイクロレンズの辺と直交しないように、各マイクロレンズを配置する。このとき、多角形のマイクロレンズが隣接して配置されている場合は、隣接部の辺は上記直線と直交する。よって、隣接部の辺は、上記マイクロレンズの辺には含まれない。

10

20

30

40

50

【0051】

このような構造にすることにより、同一形状の多角形が、周期的に配置されることを防ぐことができる。よって、拡散領域の外周形状が、より回転対称な形状になる。

【0052】

また、本発明の別の拡散板では、拡散板を複数のマイクロレンズで構成し、第1のマイクロレンズに第2のマイクロレンズが隣接し、第2のマイクロレンズに第3のマイクロレンズが隣接しており、第1のマイクロレンズの頂点と第2のマイクロレンズの頂点を結ぶ直線が、第2のマイクロレンズの頂点と第3のマイクロレンズの頂点を結ぶ直線と一致しないように、第1乃至第3のマイクロレンズが配置されている。

【0053】

上記のような構成にすることにより、特定方向に明るい領域が集中して生じることを緩和し得る。すなわち、拡散領域の外周形状が、より回転対称な形状になる。

【0054】

なお、これら別の拡散板においても、複数のマイクロレンズを1つのブロック（単位）とし、このブロックを周期的に配置してもよい。これによって、拡散板を容易に製作し得る。特に、後に述べる方法にて拡散板を製作する場合、拡散板を安価で精度良く生産し得る。

【0055】

以上述べた拡散板において、マイクロレンズの山の高さは、0.6 μm 以上で7 μm 以下であることが望ましい。

【0056】

又、マイクロレンズが異なる二つの高さの場合、第1のマイクロレンズの山の高さを h_1 、第2のマイクロレンズの山の高さを h_2 とした時、 h_1 / h_2 が下記の範囲内であることが好ましい。

【0057】

$$1.5 < h_1 / h_2 < 3$$

下限の1.5を下回ると、2つの高さにより生じる拡散パターンに差異がなくなる。一方、上限の3を上回ると、両者の拡散パターンにおいて、明るさの最大となる位置が大きく異なる。その結果、全体の拡散パターンにおいて輪帯状の暗部が発生しやすくなる。

【0058】

又、各マイクロレンズの頂点間の距離は、3 μm 以上、30 μm 以下であることが望ましい。

【0059】

各マイクロレンズの頂点間の距離が3 μm よりも小であると、拡散特性上好ましくない。又上記頂点間の距離が30 μm よりも大であると、拡散板の製造が困難になる。

【0060】

また、各マイクロレンズの頂点間の距離が5 μm 以上であれば拡散特性等の点でより好ましく、10 μm 以上であれば更に望ましい。又、上記距離が25 μm 以下であれば拡散板の製造上より好ましい。

【0061】

また、拡散板において、拡散面とは反対側の面をフレネル面としてもよい。このフレネル面をコンデンサレンズとして用いれば、光学系の設計において、瞳位置の配置を容易に適正化でき、中心から周辺までの明るさ分布等の性能の向上がはかれる。

【0062】

また、本発明の光学装置は、上記の拡散板を備えている。ここで、光学装置が撮像装置、例えば一眼レフカメラの場合、上記拡散板を焦点板として備えている。

【0063】

次に本発明の実施の形態を、図にもとづいて説明する。

【実施例1】

【0064】

10

20

30

40

50

図1は、本発明の実施例1を示す図である。この実施例1の拡散板は、 $n = 2$, $m = 4$ の例である。本実施例の拡散板では、拡散板の表面に、ほぼ正五角形のマイクロレンズ1が形成されている。そして、このマイクロレンズ1を、夫々が五角形の1辺にて互いに接触するように配置してある。また、これらマイクロレンズ1の間に四角形の領域2が形成されるように、マイクロレンズ1が配置されている。

【0065】

また、図示するように、マイクロレンズ1は、周期的に配置されている。また、この四角形の領域2は、平面にランダム形状をもつ砂摺り面であり、これにより拡散性を高めている。

【0066】

マイクロレンズ1は外周形状が正五角形であり、その一辺の長さは $12.4\mu\text{m}$ である。また、頂点の高さは $2.5\mu\text{m}$ である。また、四角形状の領域2はランダムな砂摺り面で、高さが $0.05\sim1\mu\text{m}$ 、平均粗さが $0.125\mu\text{m}$ である。また、面形状はランダムパターンとなっている。

【0067】

この実施例1の拡散板による拡散パターンを図2に示す。図2に示すように、実施例1の拡散板では、拡散パターンは、中心から周辺に向かって、明るさがなだらかに変化している。すなわち、途中に、輪帯状の明部や暗部がない。また、拡散領域の外周形状にも目立った角がなく、略回転対称な形状となっている。

【0068】

したがって、実施例1の拡散板を焦点板として使用した場合、不自然なぼけの原因が軽減された焦点板となる。

【0069】

また、図3に示すように、1つのブロックAを、2つのマイクロレンズ1と1つの四角形の領域2とすると、このブロックで拡散板が構成されていることになる。この場合、マイクロレンズ1の全体に占める割合は、 $2/3$ である。よって、本実施例の拡散板は、仮に四角形の領域2がマイクロレンズであっても、5角形のマイクロレンズ1が全体に半数以上を占めていることになる。

【0070】

また、1つのブロックBを、4つのマイクロレンズ1と、2つの四角形の領域2とすると、このブロックで拡散板が構成されていることになる。この場合、ブロックBは周期的に配置されている。

【0071】

また、図4に示すように、隣り合うマイクロレンズ1(a)と1(b)の頂点を結ぶ線と、別の辺で接するマイクロレンズ1(c)の頂点を結ぶ線とは一致しない。

【実施例2】

【0072】

本発明の実施例2を図5に示す。本実施例の拡散板も、実施例1の拡散板と同様に、 $n = 2$, $m = 4$ の例である。本実施例の拡散板も、拡散板の表面に、ほぼ正五角形のマイクロレンズ1(a) , (b)が形成されている。そして、このマイクロレンズ1を、夫々が五角形の1辺にて互いに接触するように配置してある。また、これらマイクロレンズ1の間に四角形の領域2が形成されるように、マイクロレンズ1が配置されている。

【0073】

この実施例の拡散板は、2種類の高さの異なるマイクロレンズ1(d)と1(e)を有する。また、マイクロレンズ1(d)と、マイクロレンズ1(e)は、夫々、周期的に配列されている。また、四角形状の領域2も、マイクロレンズにて構成されている。

【0074】

マイクロレンズ1(a)は、一辺の長さが $12.4\mu\text{m}$ 、高さが $2.5\mu\text{m}$ である。また、マイクロレンズ1(b)は一辺の長さが $12.4\mu\text{m}$ 、高さが $1.3\mu\text{m}$ である。また、4角形の領域2は、その高さが $2.5\mu\text{m}$ である。

10

20

30

40

50

【0075】

実施例2の拡散板による拡散パターンを図6に示す。4角形の領域2がマイクロレンズであることから、実施例1に比べると、中心付近での光量が増加している。また、拡散領域の外周形状にも目立った角がなく、略回転対称な形状となっている。

【0076】

また、本実施例では、高さの異なる2種類のマイクロレンズを組み合わせている。よって、それらの異なった周期性が重なり合うことによって、中心から周辺に向かって、明るさがなだらかに変化している。すなわち、途中に、輪帶状の明部や暗部がない。

【0077】

よって、本実施例の拡散板を焦点板として使用した場合も、不自然なぼけの原因が軽減された焦点板となる。よって、本実施例の拡散板も、焦点板として十分用いることができる。

【実施例3】

【0078】

次に、本発明の実施例3の拡散板を図7に示す。この実施例3は、 $n = 2, m = 0$ の例である。つまり、五角形のマイクロレンズのみからなる。本実施例では、外周形状は正五角形ではない。また、拡散板は、2種類の高さの異なるマイクロレンズ3と4を有する。ここで、マイクロレンズ3と、マイクロレンズ4は、夫々、周期的に配列されている。

【0079】

実施例3の拡散板では、マイクロレンズ1の一辺の長さは、13.5 μm から18.6 μm である。また、マイクロレンズの頂点の高さは、マイクロレンズ3が2.5 μm 、マイクロレンズ4が1.3 μm である。

【0080】

また、この実施例3の拡散板の拡散パターンは図8に示す通りである。図8に示すように、実施例3の拡散板でも、拡散パターンは、中心から周辺に向かって、明るさがなだらかに変化している。すなわち、途中に、輪帶状の明部や暗部がない。また、拡散領域の外周形状にも目立った角がなく、略回転対称な形状となっている。

【0081】

また、この実施例3拡散板は、五角形状のマイクロレンズのみにて構成されている。したがって、明るい拡散板である。

【0082】

また、図9に示すように、ブロックCを、2つのマイクロレンズ3と6つのマイクロレンズ4とすると、ブロックCは周期的に配置されている。

【0083】

また、この実施例3の拡散板では、図10に示すように、マイクロレンズ3(a)の頂点とマイクロレンズ4(a)の頂点を結ぶ線は、互いに接する辺を除いて、直交していない。また、隣り合うマイクロレンズ3(a)と4(a)の頂点を結ぶ線と、別の辺で接するマイクロレンズ4(b)の頂点を結ぶ線とは一致しない。

【実施例4】

【0084】

本発明の実施例4の拡散板を図11に示す。この実施例は、他の実施例とは異なり、マイクロレンズ5が $(2n+1)$ 角形ではなく、 $(2n$ 角形)である。この実施例では、マイクロレンズ5は六角形である。

【0085】

この実施例4の拡散板は、図12に示す通りの拡散パターンを有している。ここで、拡散領域の外形形状は、やや多角形に近い形となっている。しかしながら、図の正6角形のように、三角状の突起領域がない。また、中心から周辺に向かって、明るさがなだらかに変化している。すなわち、途中に、輪帶状の明部や暗部がない。

【0086】

このように、実施例4の拡散板は、六角形($2n$ 角形)であるにも拘らず、拡散パタ

10

20

30

40

50

ーンは、角が緩和されており、輪帯がなく、不自然なぼけの原因が軽減されている。

【0087】

また、図13に示すように、各マイクロレンズの頂点を結ぶ線と、多角形（六角形）の辺（互いに接する辺を除き）とは直交していない。また、隣り合う二つのマイクロレンズの頂点を結んだ直線と、別の面で接続するマイクロレンズの頂点を結ぶ線が一致しないような構成になっている。

【0088】

図14乃至図20は、夫々本発明の拡散板であって、他の構成を示す図である。

【0089】

これら拡散板のうち、図14に示す拡散板は、実施例1と同様に $n = 2, m = 4$ の構成である。つまり、マイクロレンズ1の外周形状が五角形であり、これと四角形の領域2を組み合わせた構成である。しかし、マイクロレンズ1と四角形の領域2の配列が、実施例1とは若干異なっている。

【0090】

図15に示す構成の拡散板は、実施例1と同様に、 $n = 2, m = 4$ の構成である。ただし、マイクロレンズ1と四角形の領域2の配置が、実施例1の拡散板や図14の拡散板のいずれとも異なっている。

【0091】

図16に示す拡散板は、 $n = 2, m = 3, m = 4$ の例である。つまり、五角形状のマイクロレンズ1と、三角形の領域6および四角形状の領域7とを組み合わせ夫々配列した例である。

【0092】

図17に示す拡散板は、 $n = 2, m = 3$ で、五角形状のマイクロレンズ1と、三角形の領域6とより構成されている。

【0093】

図18に示す拡散板は、 $n = 3, m = 8$ の例である。つまり、七角形状のマイクロレンズ8と八角形の領域9とより構成されている。

【0094】

図19に示す拡散板は、 $n = 3, m = 8$ の例である。七角形状のマイクロレンズ8と八角形の領域9の配列が、図18の拡散板とは異なった構成である。

【0095】

図20に示す拡散板は、 $n = 4, m = 12$ の例である。九角形状のマイクロレンズ1と12角形状の領域12とよりなる構成である。

【0096】

次に、拡散板の製法について次に述べる。

【0097】

図21、図22は、夫々本発明の拡散板の製造工程および製造方法を示す。まず、図21における基盤に対し塗布の工程S1が行なわれる。つまり、図22の(A)に示すように、基盤21の上に熱変形性の感光性材料であるフォトレジスト22を、既知の方法、例えはスピニ法を用いて0~20 μm の範囲内の所定の厚さに均一に塗布する。ここでフォトレジストとして、例えはTHMK-jp3100やTMR-P10（いずれも東京応化）等の溶剤と樹脂と感光剤との混合物を用いる。次のフォトレジスト22の中に残っている溶媒や水分を追い出して膜を緻密にするためにプリベークを行なう。

【0098】

次に、図21における露光工程S2、現像工程S3が行なわれる。それは図22の(B)に示すように、レンズパターンが形成されているフォトマスク23を露光機で光パターニング（露光）する。その後、静止パドル現像およびリンスを行ない、レジストパターンを形成する。

【0099】

ここで、通常は、その後ポストペークを行ない、残存現像液やリンス液を取り除いてフ

10

20

30

40

50

オトレジスト膜の密着性を上げる。しかしながら、次のフォトレジスト加熱処理工程にてフォトレジストの流動性を高めるため、ペストベータは行なわない。更に、図22(C)に示すように、パターンが形成されたフォトレジスト膜24は、現像直後は、レンズ形状にはなっていない。

【0100】

次に、図21における加熱工程S4が行なわれる。つまり、パターンが形成されたフォトレジスト膜をレンズ状にするため、N2ガス雰囲気のオープンにて加熱処理を行なう。

【0101】

このメルトフロー工程では、高温の加熱処理が行なわれる。その熱処理温度は、レジストの軟化点温度以上である。また、所望のレンズ形状を形成するための最適な時間を、予め求めておく。そして、その時間を加熱時間とする。この熱処理において、フォトレジストは、溶融、流動し、その際の熱変形性および表面張力に応じて変形して図22の(D)のようなレンズ形状25が形成される。このようにして、レンズ形状14が形成されたフォトレジストは、冷却固化される。

【0102】

以上の工程により、マイクロレンズアレーが形成された原盤20が完成する。

【0103】

次に、電鋳工程S5により、原盤20にNi等の導電膜コートが施される。更に、図22の(E)のように、Ni等を数ミリ積層して原盤20のパターンをNi等に転写し電鋳26を形成する。

【0104】

更に、この電鋳26をもとに、射出成形用金型(スタンパ)27を加工する工程S6が行なわれる。

【0105】

この射出成形用金型27を用いて、拡散板(焦点板)が形成される。拡散板の形成においては、射出成形法により、アクリル樹脂等よりなるマイクロレンズアレー28が形成される。つまり、図21のS8および図22の(H)に示す工程である。

【0106】

以上、1種類のマイクロレンズを有する拡散板について述べた。なお、2種類以上の高さのマイクロレンズよりなる拡散板を形成する場合は、図23に示すように、フォトマスクを2種類以上用意して作成する。

【0107】

図23(A)は、フォトレジスト層22を設けた平面基盤21を示している。ここで、平面基盤21はSiよりなる。これを前述のように、第1のフォトマスク30を用い、紫外線UVを照射して露光する。なお第1のフォトマスク30には、第1の種類(高さ)のレンズパターンが石英板31の表面に形成されている。更に、図23(D)のように、第2の種類(高さ)のレンズパターンを形成した第2のフォトマスク32を用い露光する。

【0108】

このように、順次第1、第2のフォトマスクを用いて、露光を行う、そして、露光したフォトレジスト層を現像して、図23(F)に示すようなパターンを有するレジスト層の基盤にする。これを図22の(D)にて述べた方法にてマイクロレンズパターン35を有する基盤を形成する。

【0109】

これをもとに、図22の(E)、(F)、(G)、(H)に示す工程と同様の工程を実施する。このような工程を経て、2種類の高さのマイクロレンズを有する拡散板が形成される。

【0110】

10

20

30

40

50

図24は、本発明の光学装置の一例として、1眼レフカメラを示す。ここで、この1眼レフカメラでは、撮像素子62でも被写体の撮像が可能な構成となっている。しかしながら、本実施例では、撮像素子62は使用しないものとして説明する。

【0111】

図24に於いて、カメラ本体51には、着脱自在な撮影レンズ鏡筒52が取付けられている。この撮影レンズ鏡筒52には、撮影光学系53が内蔵されている。そして、この撮影光学系を通った被写体からの光束は、ハーフミラー、ペリクルミラー等で構成される分光ミラー54で約30%が反射される。

【0112】

分光ミラー54で反射された光束は、焦点板55上に集光する。よって、焦点板55上には、被写体の像が形成される。ここで、上記実施例の拡散板のうち、いずれかの拡散板が焦点板55として用いられている。

【0113】

更に、この被写体像は、ペントプリズム56を介して、図示矢印方向に進退可能なファインダミラー57に導かれる。ここで、ファインダミラー57が破線で示される位置にある場合（アップ状態）は、上記被写体像が接眼レンズ58を通して撮影者の眼59によって観察可能となる。

【0114】

一方、実線で示される位置に上記ファインダミラー57がある場合（ダウン状態）は、ファインダミラー57で反射された被写体像が、結像レンズ61を介して撮像素子62に結像される。

【0115】

上述したように、ファインダミラー57は、実線で示されるダウン状態の位置で固定される。このとき、ファインダミラー57の先端部は、遮光壁64に形成されたミラー受け部65の受け部材66に当接する。尚、このファインダミラー57の接眼レンズ側は、遮光性を有している部材で構成されている。これにより、接眼レンズ58からの逆入射光はファインダミラー57で遮られる。

【0116】

また、分光ミラー54で反射されない約70%の光束は、分光ミラー54を透過する。そして、この光束はフォーカルプレーンシャッタ67を経て、銀塩フィルム（以下、単にフィルムと略記する）68に導かれる。撮影時には、上記フォーカルプレーンシャッタ67が開放状態となって、フィルム68上に被写体像が形成される。

【0117】

また、上記実施例の拡散板において、拡散作用を持つ面とは反対側の面に、別の機能を持たせても良い。例えば、図25に示すように、反対側の面をフレネル面としても良い。図25の拡散板は焦点板70であって、片側にフレネル面71、片側に微細凹凸パターン72を有するマット面73が形成されている。

【0118】

図25では、拡散作用を持つ面とは反対側の面に、集光作用を持たせている。よって、図24の一眼レフカメラの焦点板として用いた場合、他の光学系の設計がより自由に行える。

【0119】

以上述べた通り、本発明の拡散板は、特許請求の範囲の各請求項に記載したもののか、次の各項に示す構成の拡散板も発明の目的を達成し得るものである。

【0120】

（1）特許請求の範囲の請求項1に記載する拡散板であって、nの値が4以下である多角形のマイクロレンズであることを特徴とする拡散板。

【0121】

（2）特許請求の範囲の請求項2に記載する拡散板であって、m角形の領域が平坦部であり、この平坦部が砂摺り状であることを特徴とする拡散板。

10

20

30

40

50

【0122】

(3) 特許請求の範囲の請求項2に記載する拡散板であって、m角形の領域がマイクロレンズであることを特徴とする拡散板。

【0123】

(4) 特許請求の範囲の請求項3に記載する拡散板であって、前記2種類以上の高さの異なるマイクロレンズが、高さによって異なるパターンにて配置されていることを特徴とする拡散板。

【0124】

(5) 特許請求の範囲の請求項3あるいは前記の(4)の項に記載する拡散板であって、前記複数のマイクロレンズまたは、前記複数のマイクロレンズと複数の領域からなる単位を一つの周期とした周期構造をなすことを特徴とする拡散板。

10

【0125】

(6) 一方の面に複数の多角形のマイクロレンズが配置された拡散板であって、各マイクロレンズの頂点を結ぶ線とマイクロレンズの多角形の辺とが直交しないようにマイクロレンズが配置されていることを特徴とする拡散板。

【0126】

(7) 一方の面に複数のマイクロレンズが配置されている拡散板であって、隣り合うマイクロレンズの頂点を結ぶ直線と別の面で接するマイクロレンズの頂点を結ぶ直線とが一致しないように各マイクロレンズが配列されていることを特徴とする拡散板。

20

【0127】

(8) 前記の(6)または(7)の項に記載する拡散板であって、複数のマイクロレンズよりなる単位を一つの周期として配列されたことを特徴とする拡散板。

【0128】

(9) 特許請求の範囲の請求項1、2又は3あるいは前記の(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)又は(8)の項に記載する拡散板を用いたカメラの焦点板。

【産業上の利用可能性】

【0129】

本発明の拡散板は、生産性を考慮した上で、輪帯状の分布を軽減し、良好な拡散パターンと光量分布を有し、自然なぼけ味で明るい拡散板である。したがって、この本発明の拡散板は、これをカメラの焦点板として用いる場合、特に優れた効果を発揮し得る。

30

【図面の簡単な説明】

【0130】

【図1】実施例1の拡散板におけるマイクロレンズのパターンを示す図である。

【図2】実施例1の拡散パターンを示す図である。

【図3】実施例1の拡散板において、マイクロレンズが周期的に配列されている様子を示す図である。

【図4】実施例1の拡散板において、マイクロレンズの頂点を結んだ線とマイクロレンズの外周形状の関係を示す図である。

【図5】実施例2の拡散板におけるマイクロレンズのパターンを示す図である。

40

【図6】実施例2の拡散パターンを示す図である。

【図7】実施例3の拡散板におけるマイクロレンズのパターンを示す図である。

【図8】実施例3の拡散パターンを示す図である。

【図9】実施例3の拡散板において、マイクロレンズが周期的に配列されている様子を示す図である。

【図10】実施例3の拡散板において、マイクロレンズの頂点を結んだ線とマイクロレンズの外周形状の関係を示す図である。

【図11】実施例4の拡散板におけるマイクロレンズのパターンを示す図である。

【図12】実施例4の拡散パターンを示す図である。

【図13】実施例4の拡散板において、マイクロレンズの頂点を結んだ線とマイクロレン

50

ズの外周形状の関係を示す図である。

【図14】実施例5のマイクロレンズのパターンを示す図である。

【図15】実施例6のマイクロレンズのパターンを示す図である。

【図16】実施例7のマイクロレンズのパターンを示す図である。

【図17】実施例8のマイクロレンズのパターンを示す図である。

【図18】実施例9のマイクロレンズのパターンを示す図である。

【図19】実施例10のマイクロレンズのパターンを示す図である。

【図20】実施例11のマイクロレンズのパターンを示す図である。

【図21】拡散板を製造するための工程のフローチャートである。

【図22】拡散板の製造方法を示す図である。

10

【図23】他の拡散板の製造方法を示す図である。

【図24】光学装置の一例であって、実施例の拡散板を焦点板として備えた一眼レフカメラを示す図である。

【図25】拡散面とフレネル面を有する拡散板を示す図である。

【図26】拡散板における拡散の様子を示す図である

【図27】従来の拡散板における拡散光の光量分布を示す図である。

【図28】焦点板全面に一様な明るさの光が入射した時の様子を示す図である。

【図29】明暗のパターンを有する光が、焦点板に入射した様子を示している。

【図30】外周形状が円形のマイクロレンズからなる拡散板の一部を示す図である。

【図31】図30に示す拡散板の拡散パターンを示す図である。

20

【図32】外周形状が六角形のマイクロレンズからなる拡散板の一部を示す図である。

【図33】図32に示す拡散板の拡散パターンを示す図である。

【図34】開口が五角形の形状である場合を示す図である。

【図35】図34に示す開口の回折パターンを示す図である。

【図36】開口が六角形の形状である場合を示す図である。

【図37】図36に示す開口の回折パターンを示す図である。

【符号の説明】

【0131】

1、5、8、11 マイクロレンズ

2、7 4角形の領域

30

6 3角形の領域

8 8角形の領域

12 12角形の領域

20 原版

21 基盤

22、24 フォトレジスト

23 フォトマスク

25 レンズ形状

26 電鋳

27 射出成形用金型(スタンパ)

40

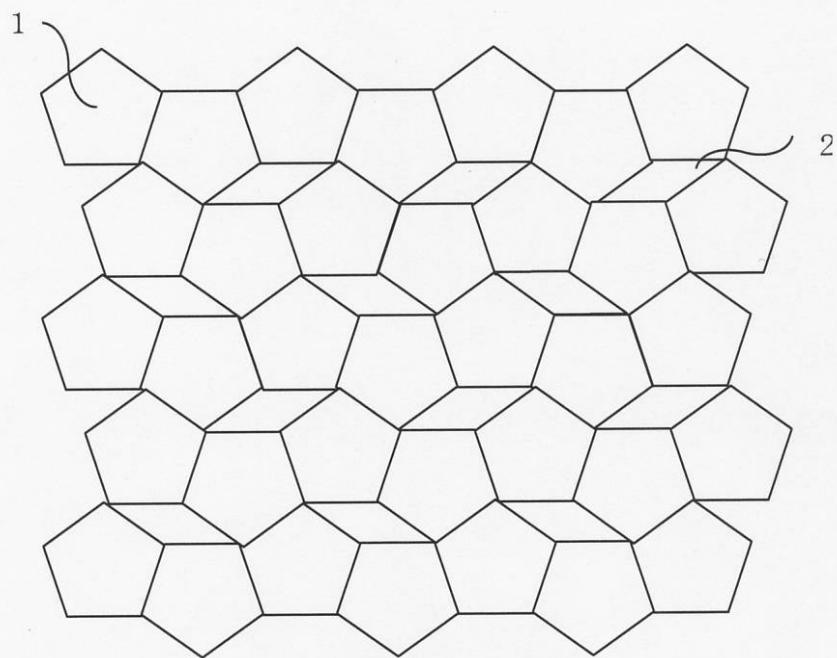
28 マイクロレンズアレー

30 第1のフォトマスク

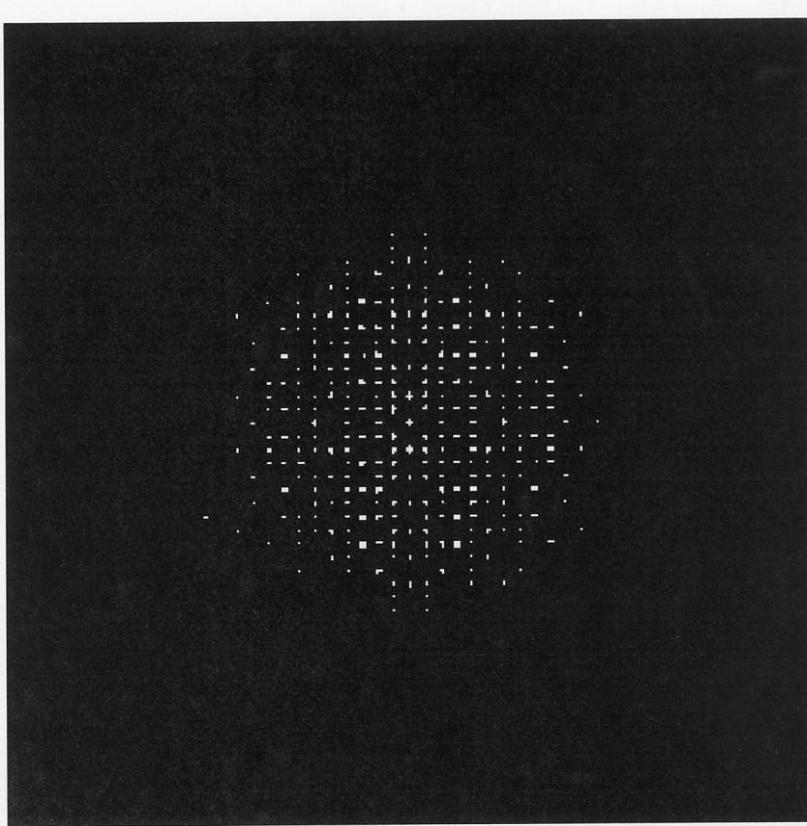
31 石英板

32 第2のフォトマスク

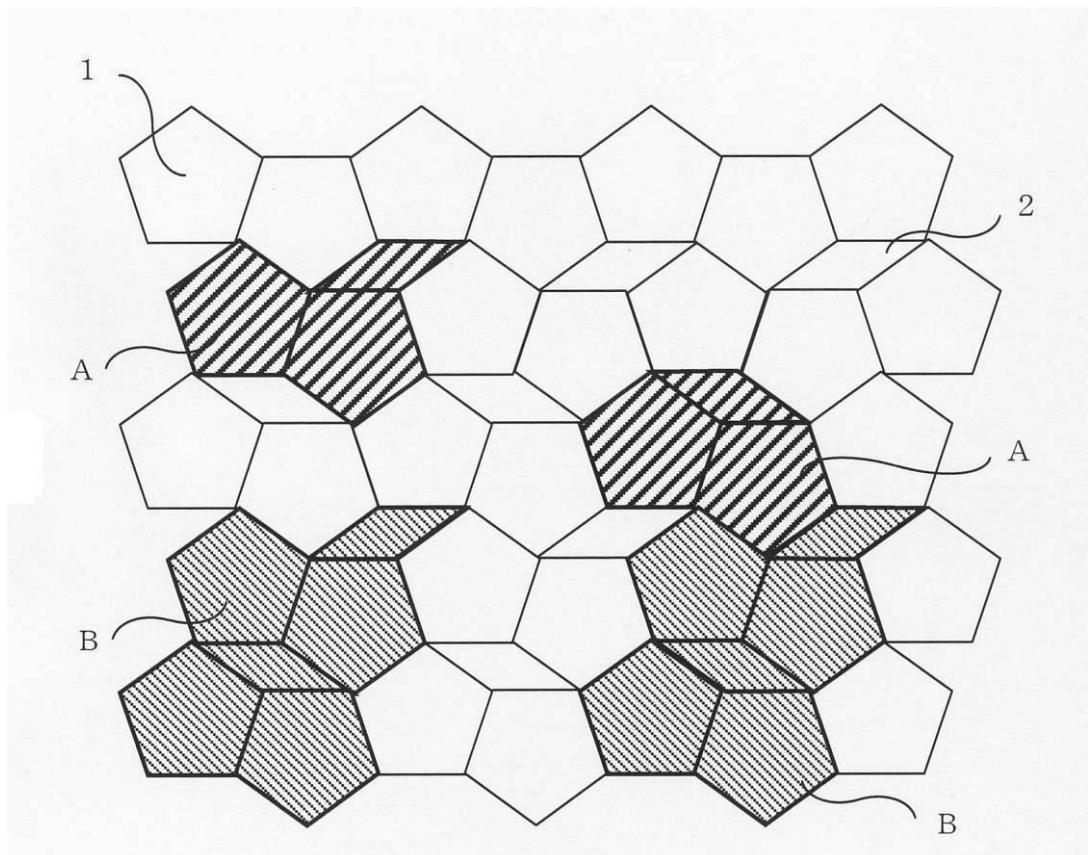
【図1】



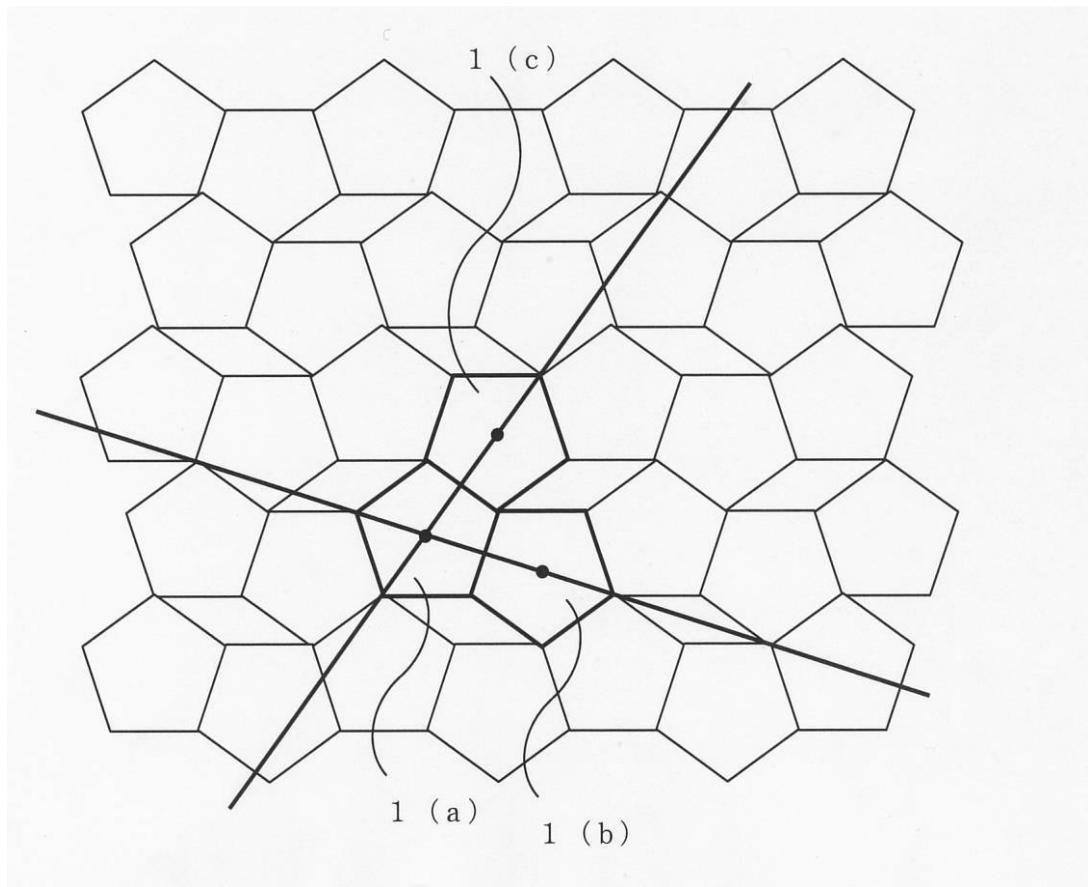
【図2】



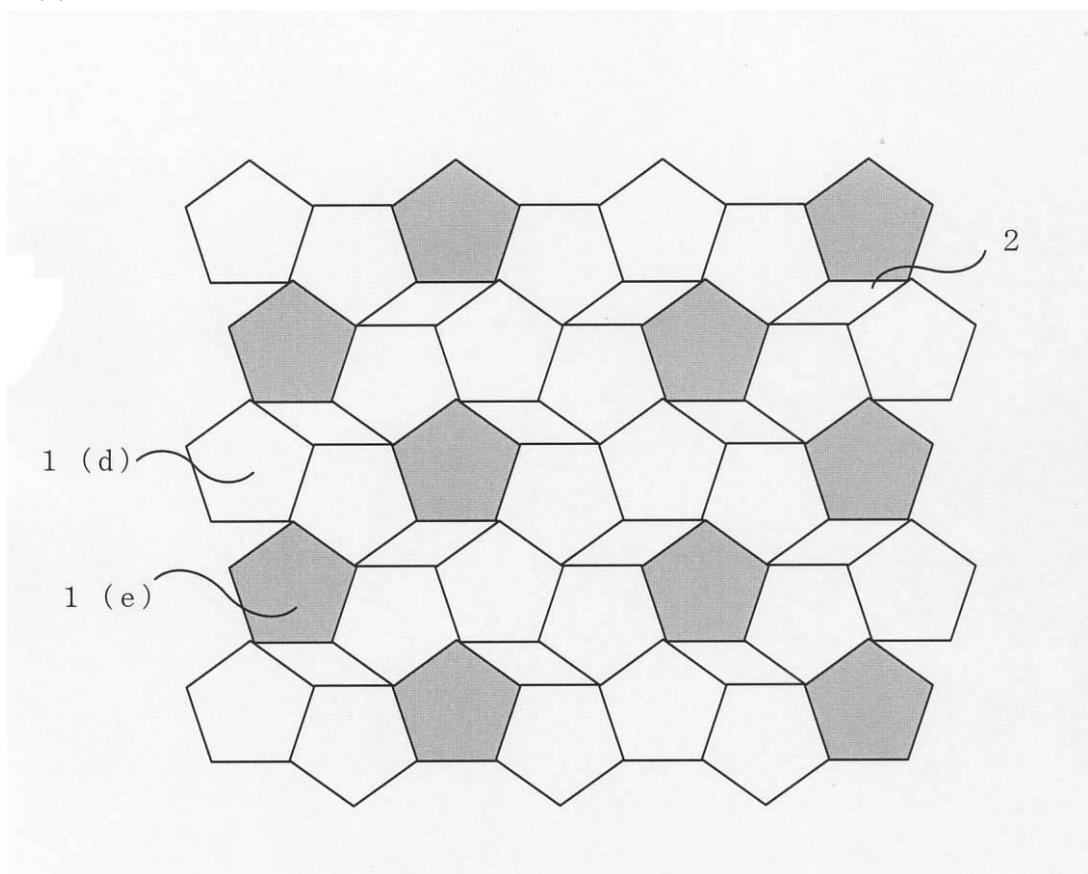
【図3】



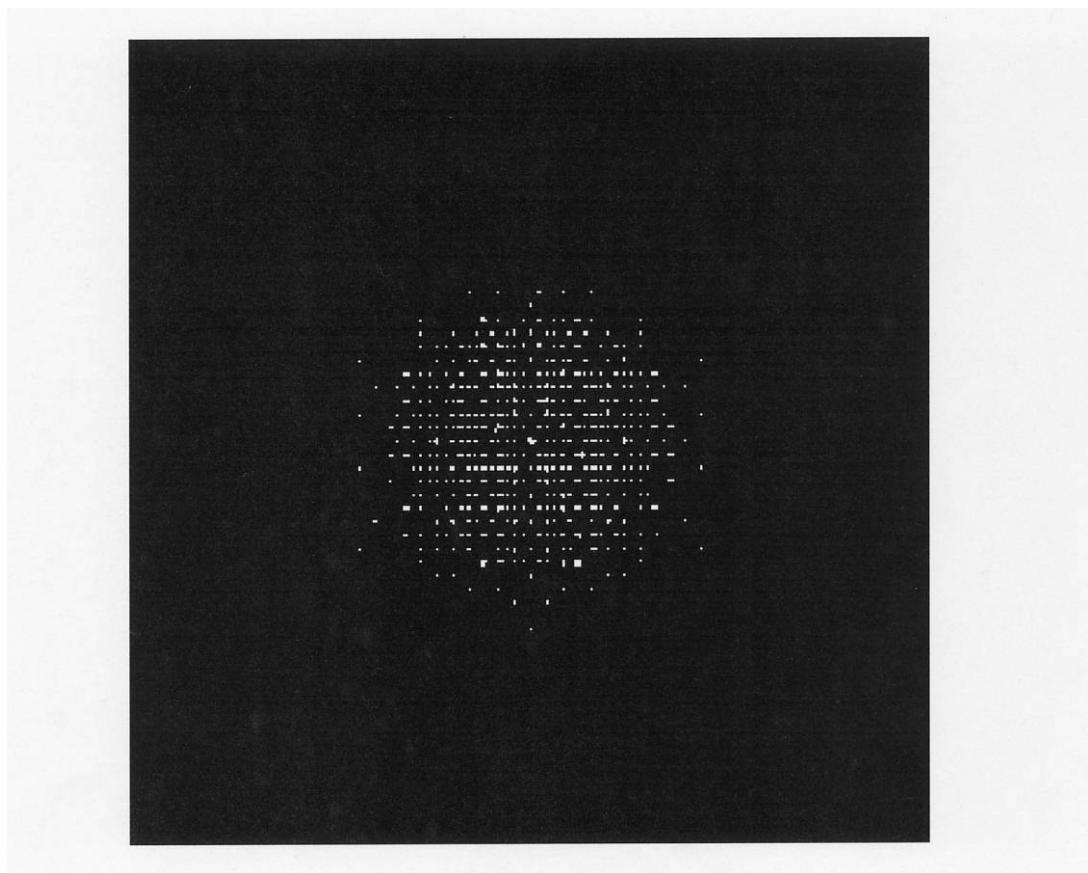
【図4】



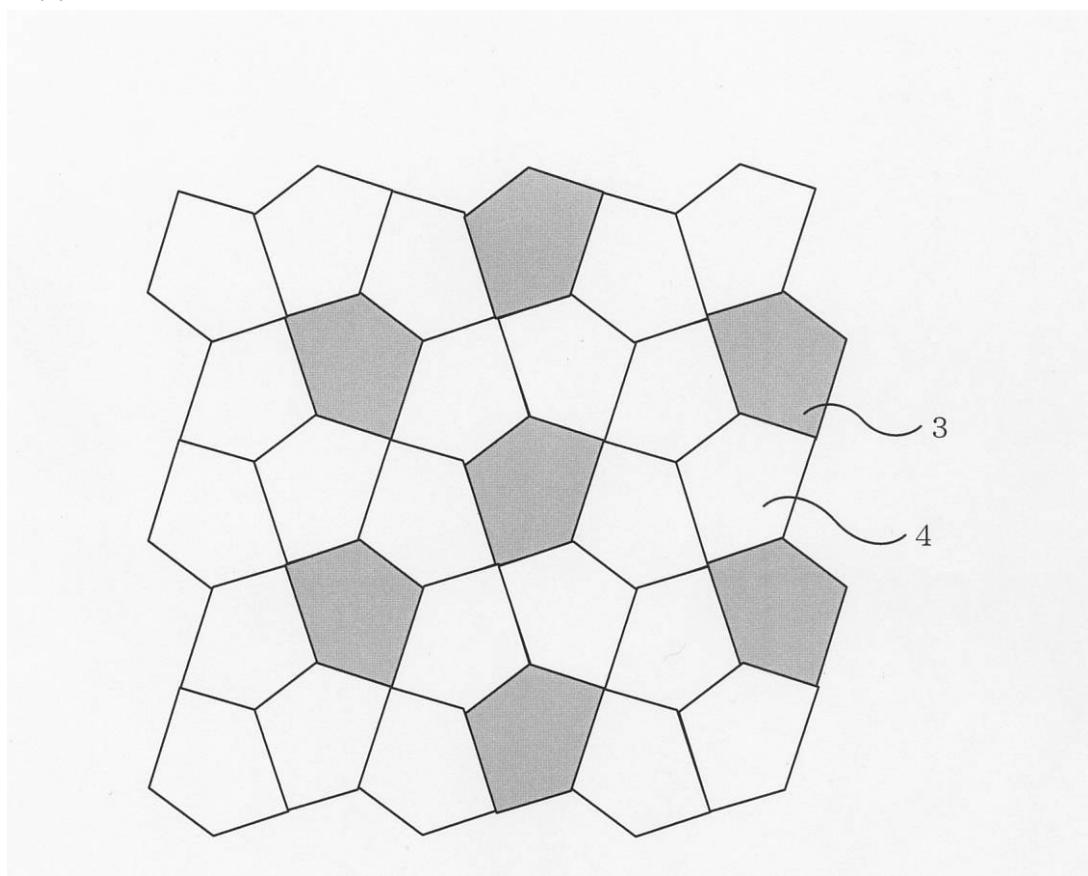
【図5】



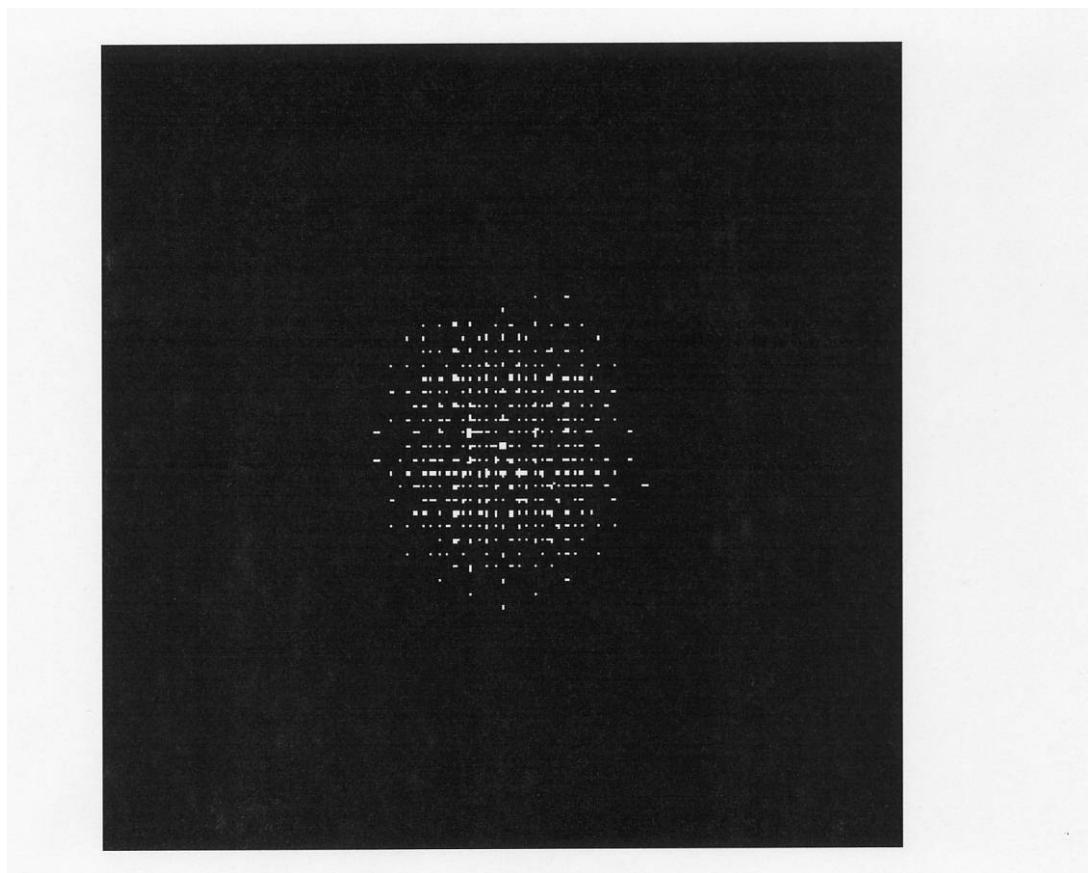
【図6】



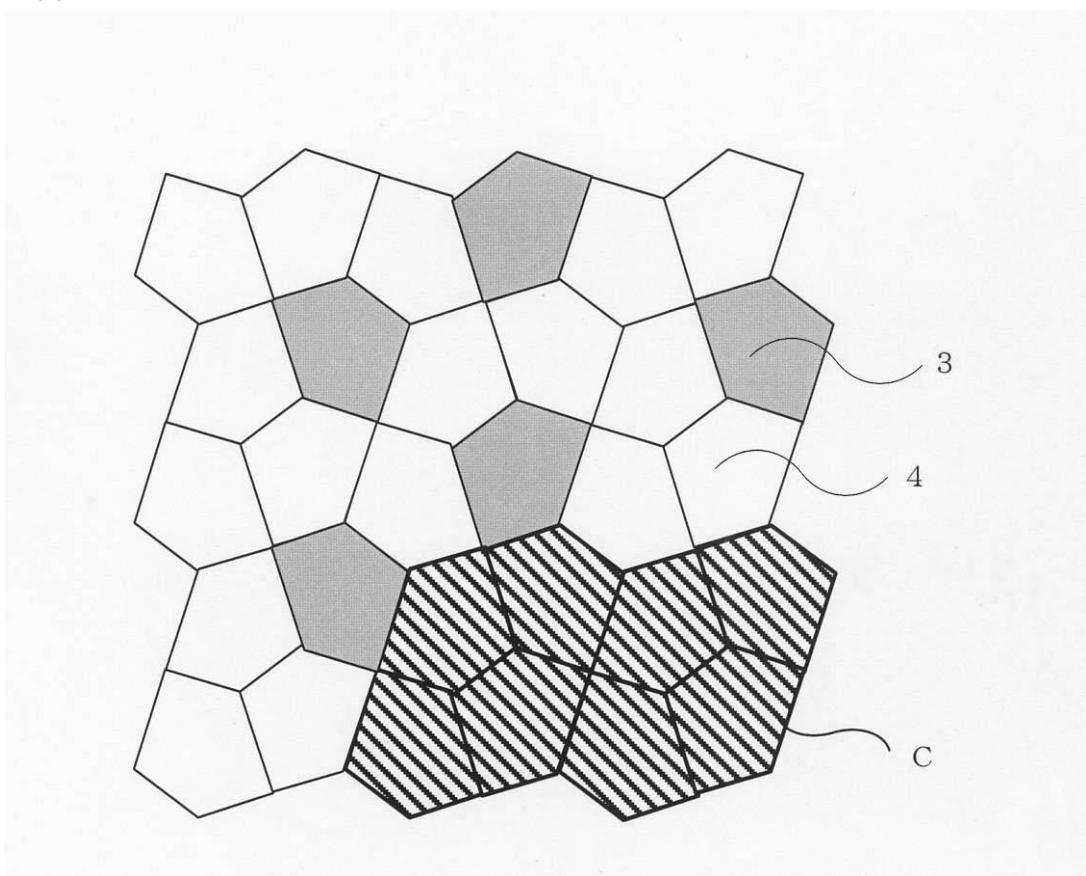
【図7】



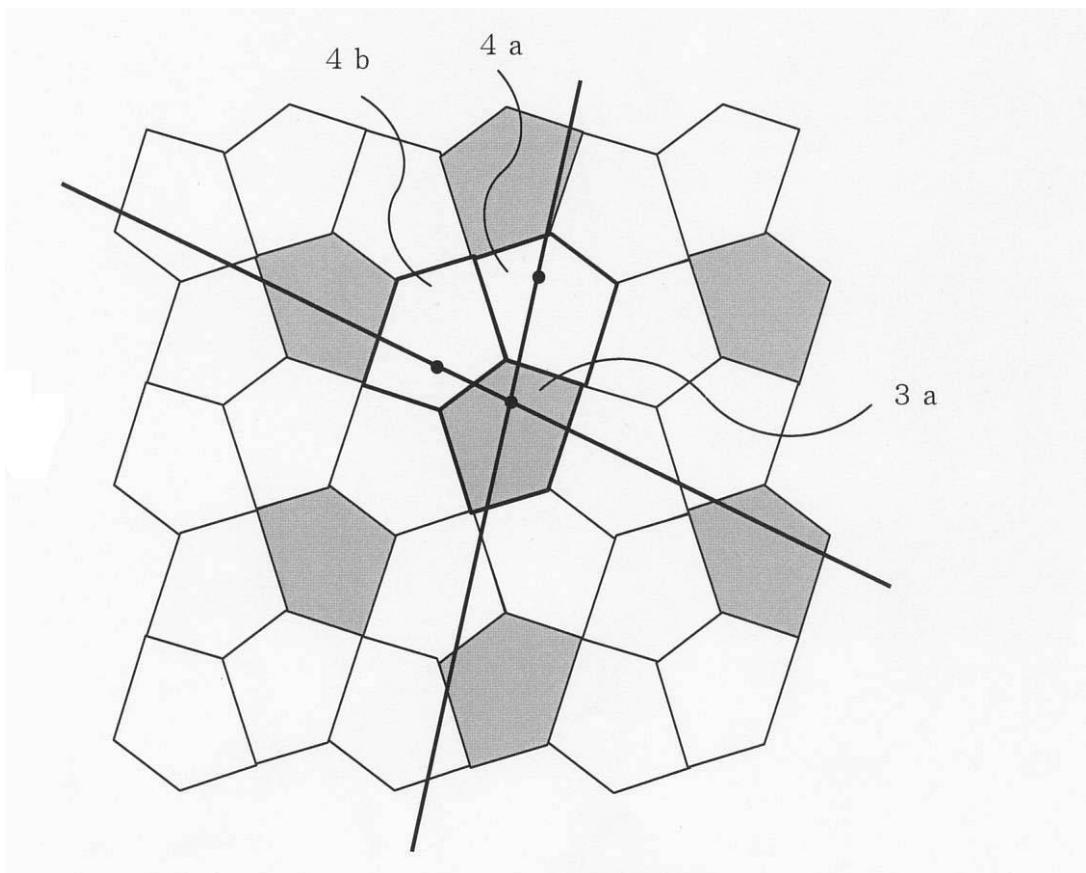
【図8】



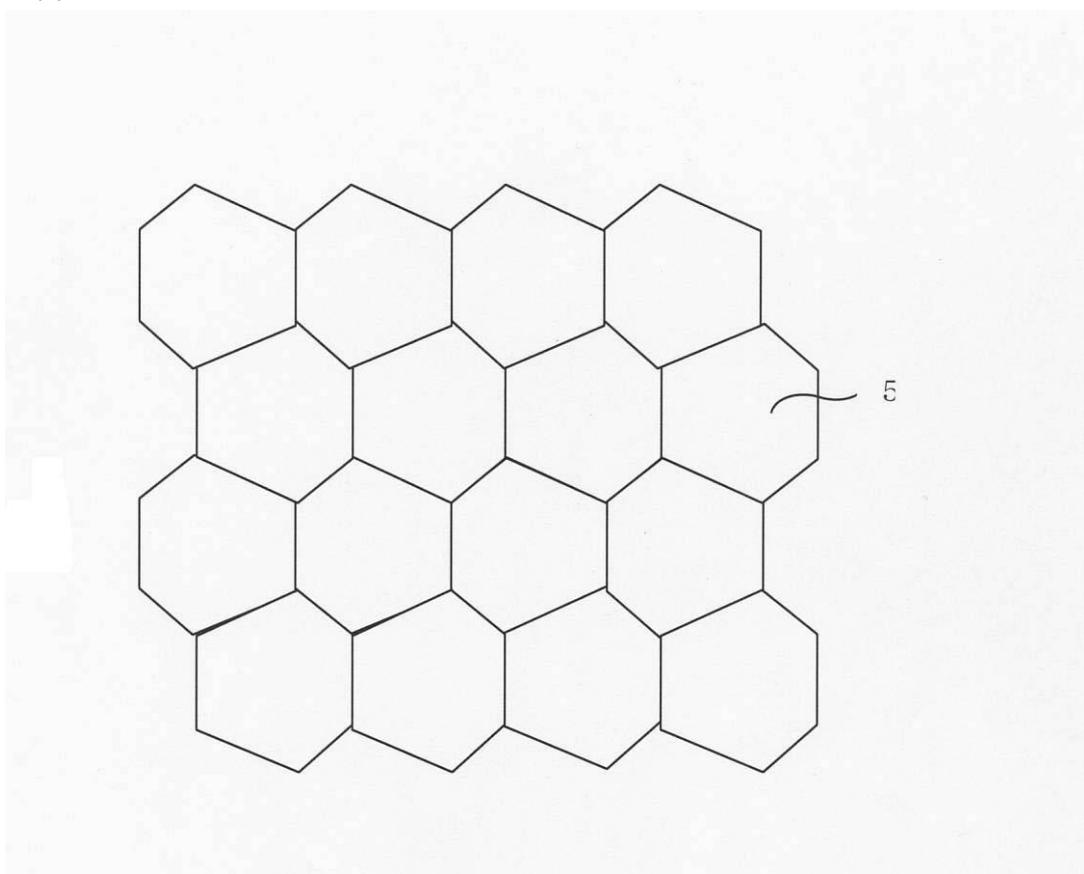
【図9】



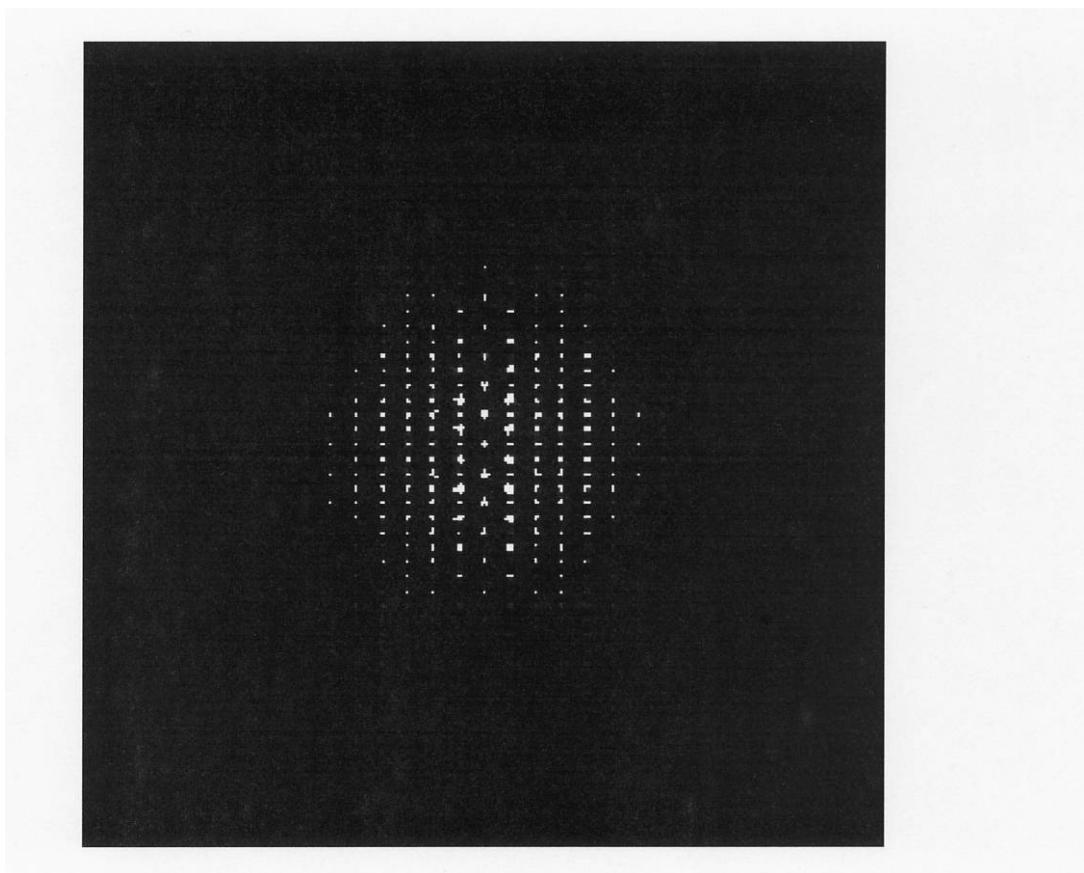
【図10】



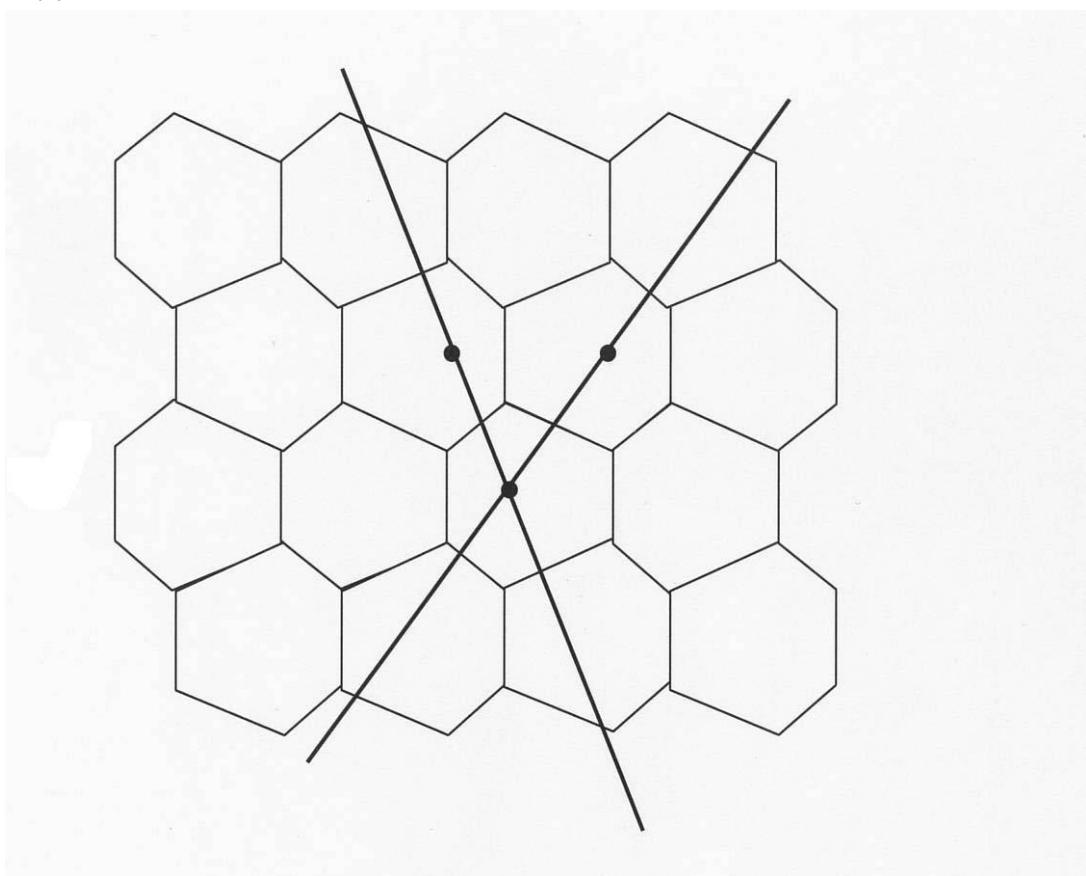
【図11】



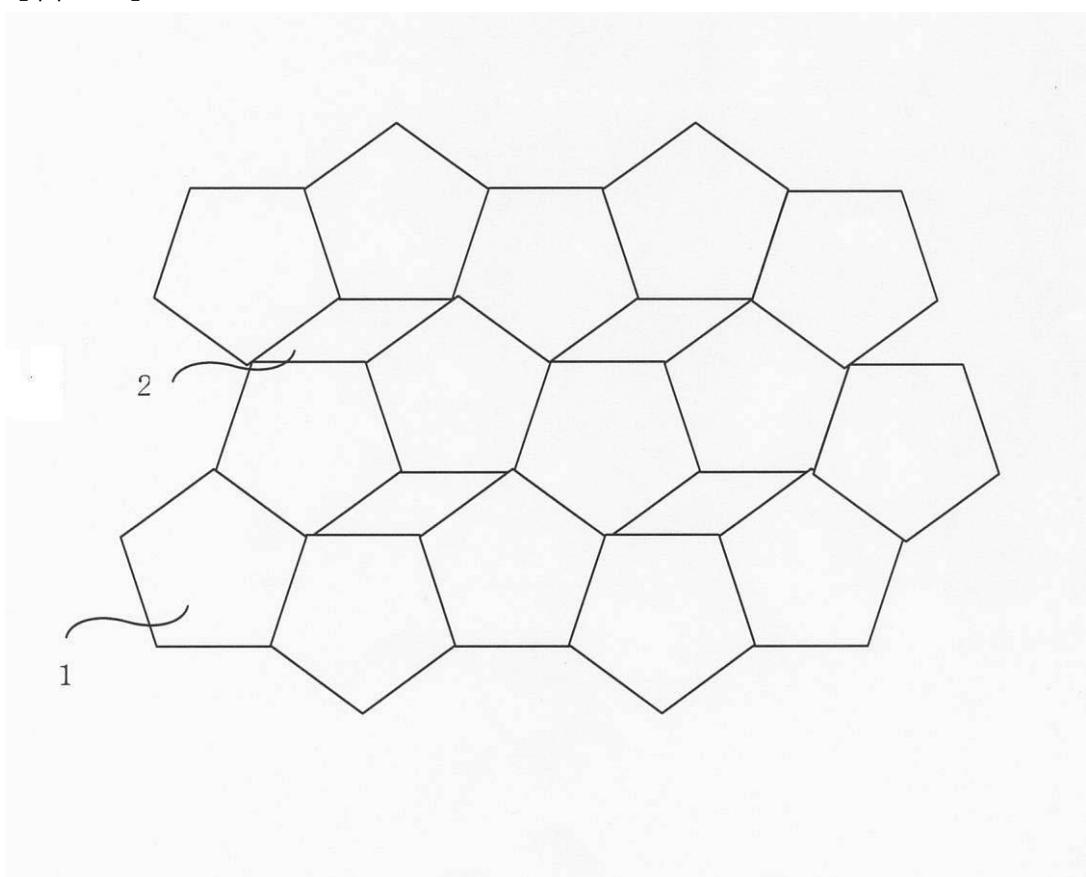
【図12】



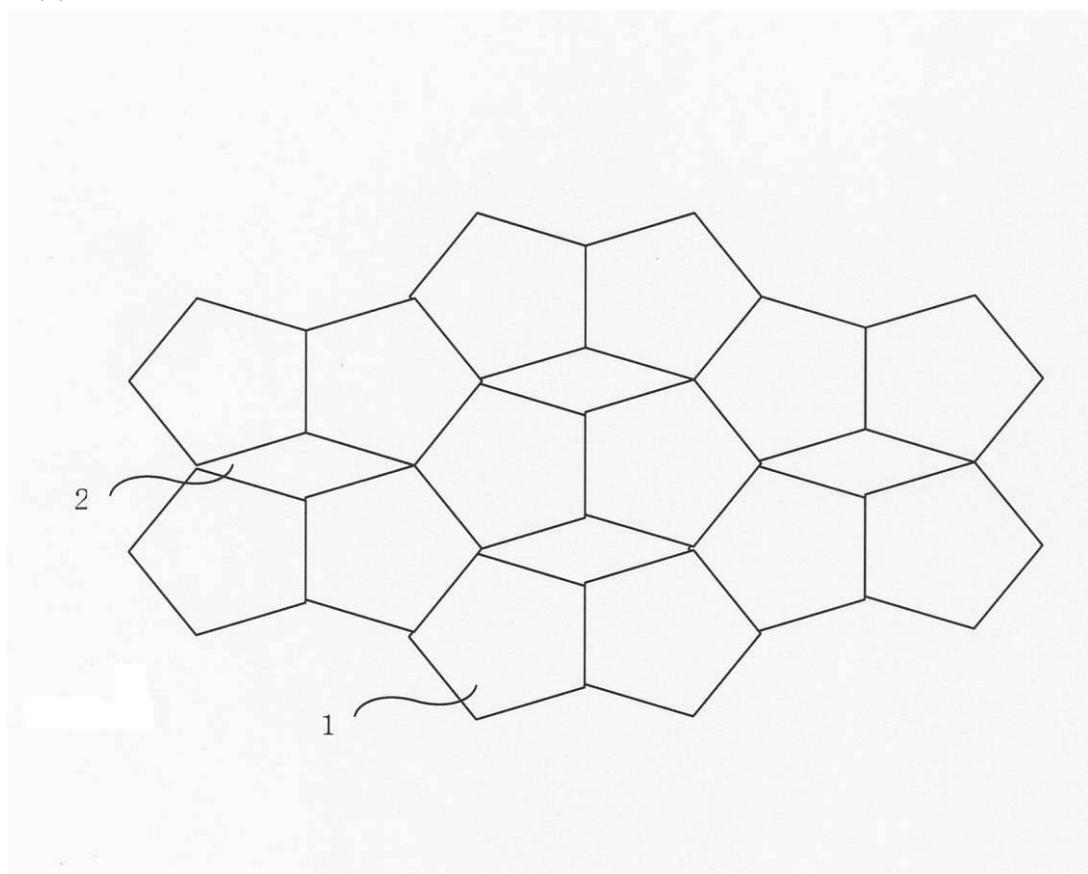
【図13】



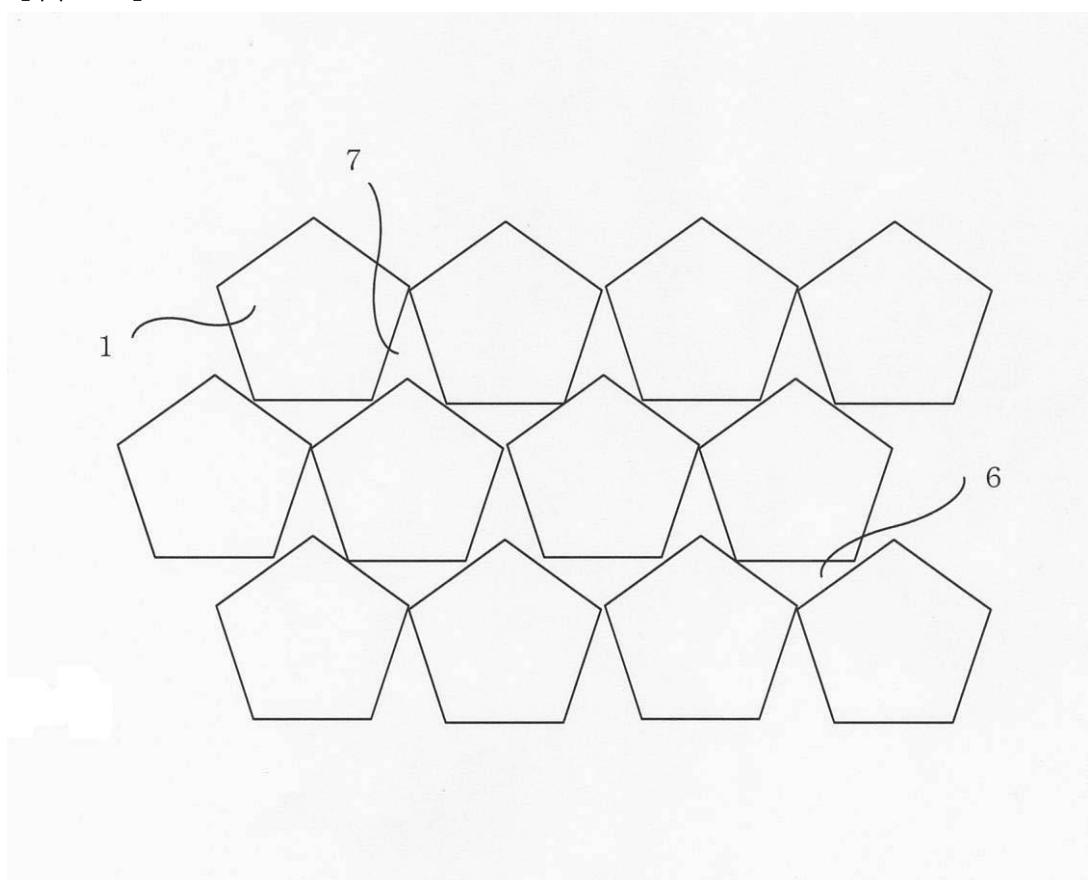
【図14】



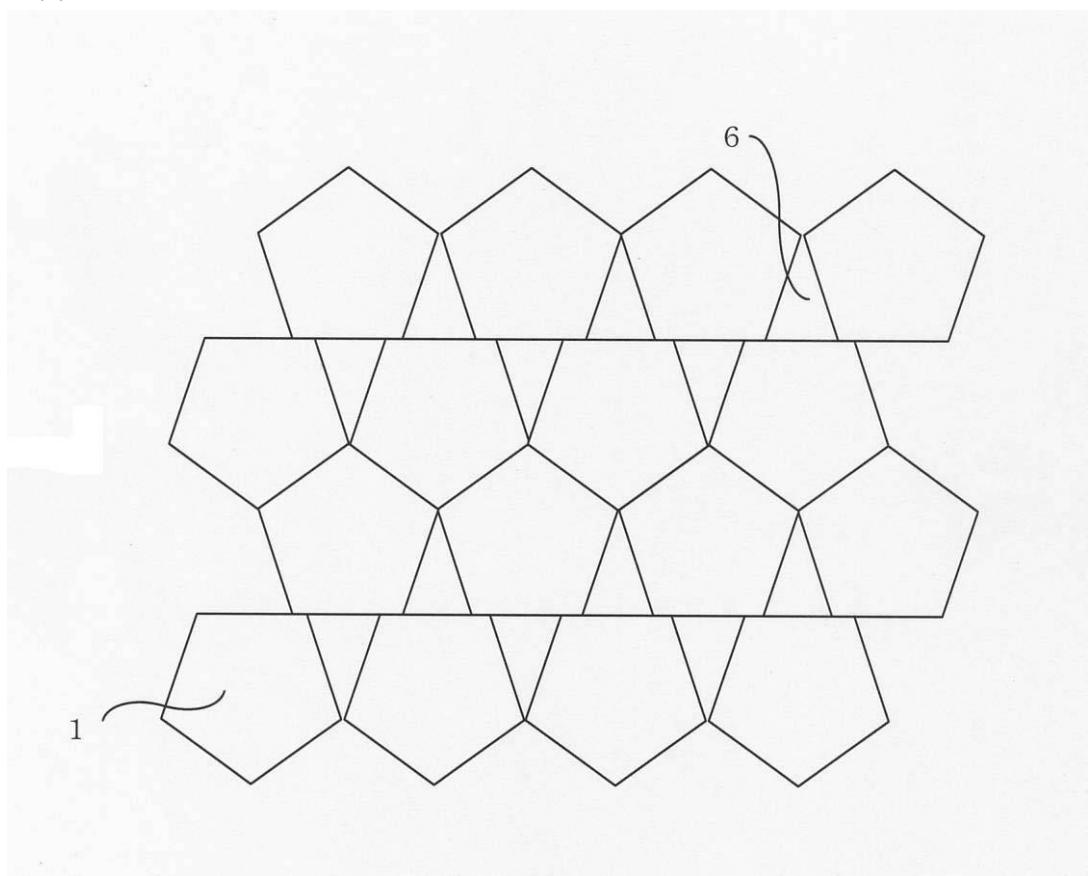
【図15】



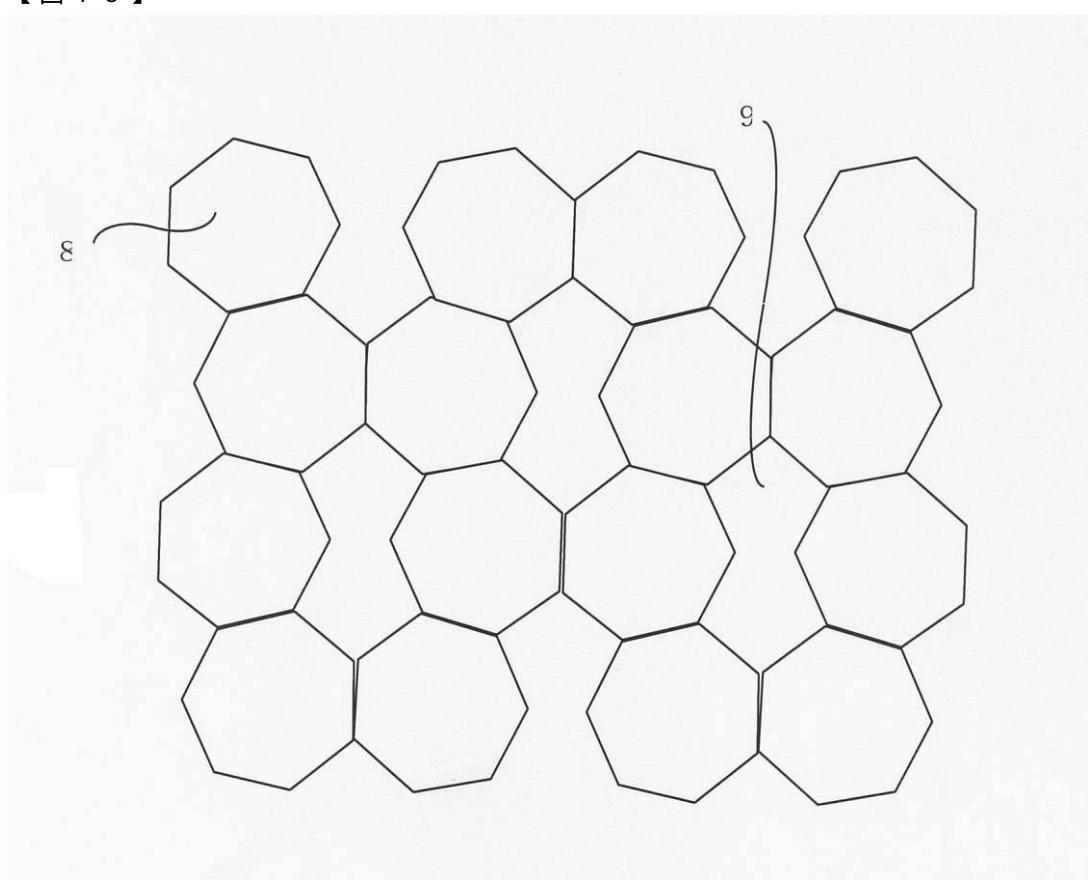
【図16】



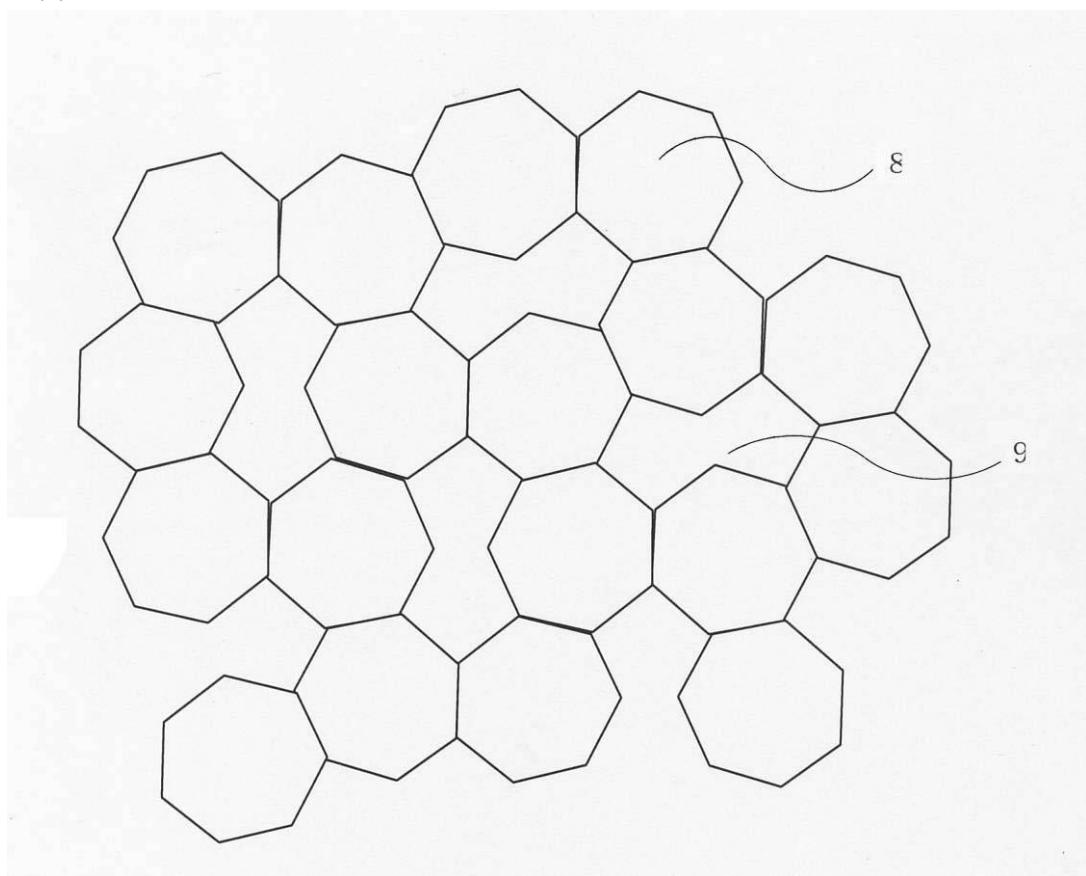
【図17】



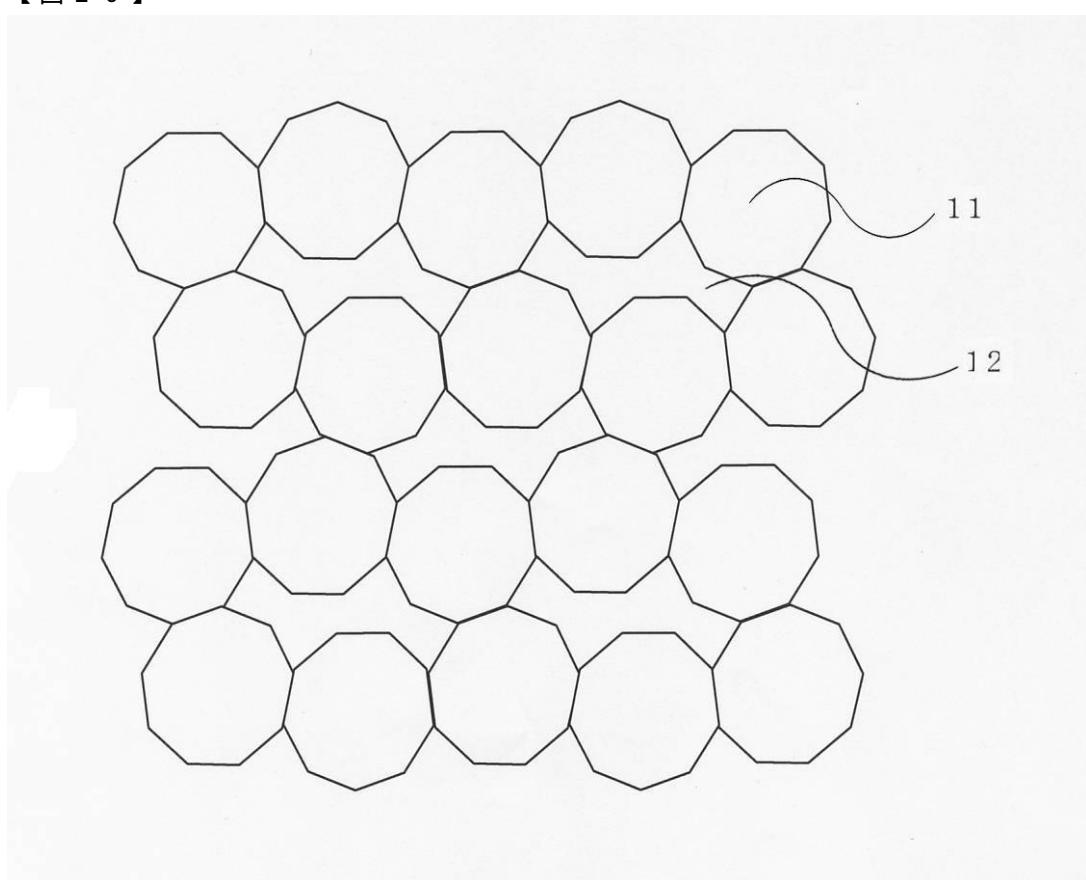
【図18】



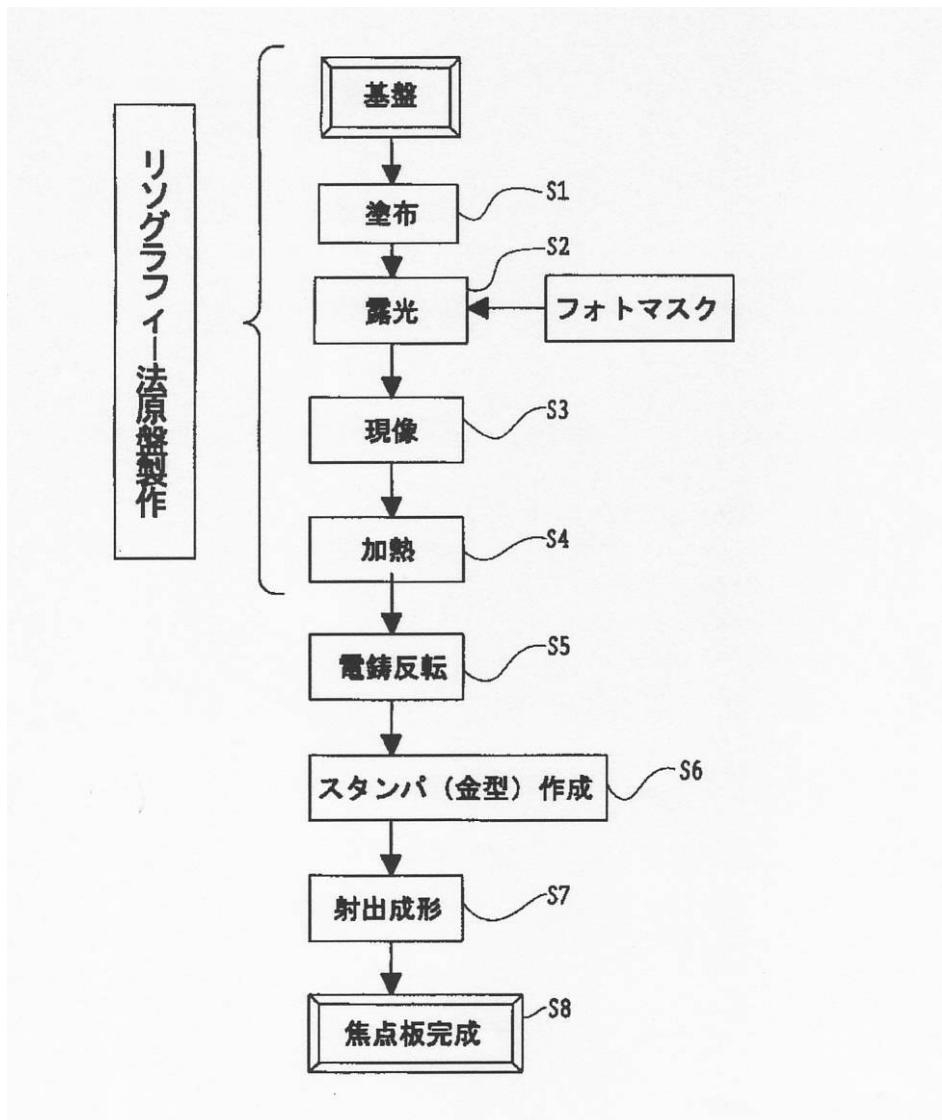
【図19】



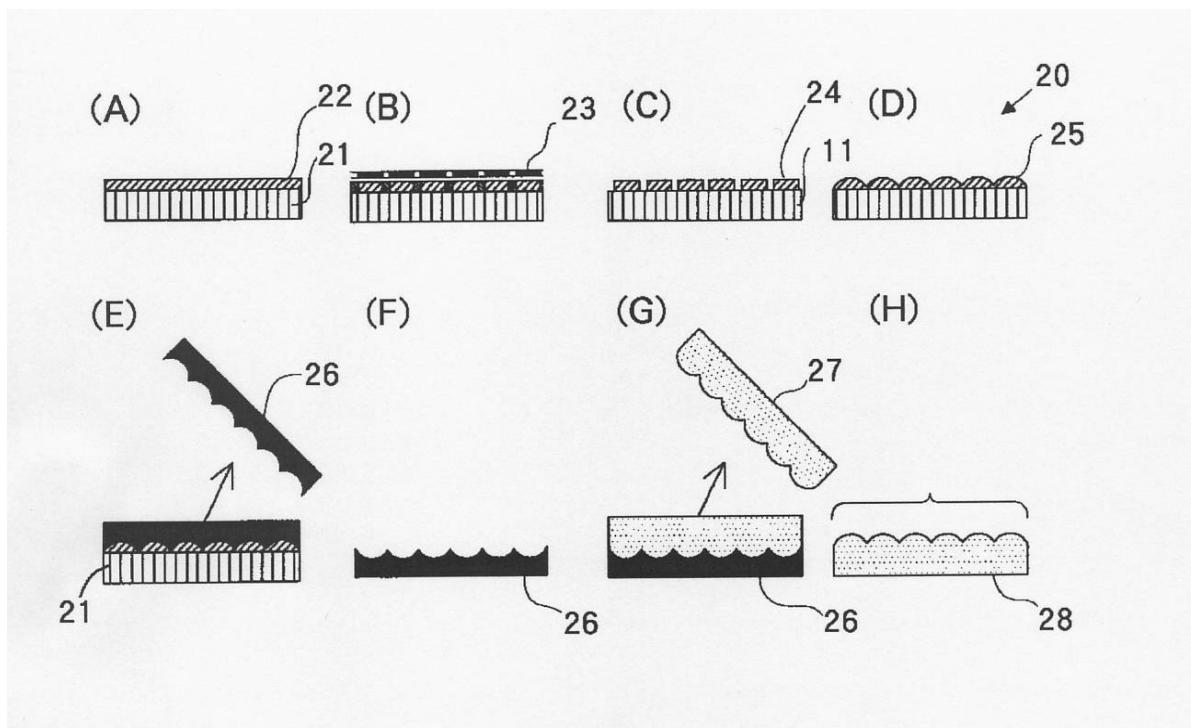
【図20】



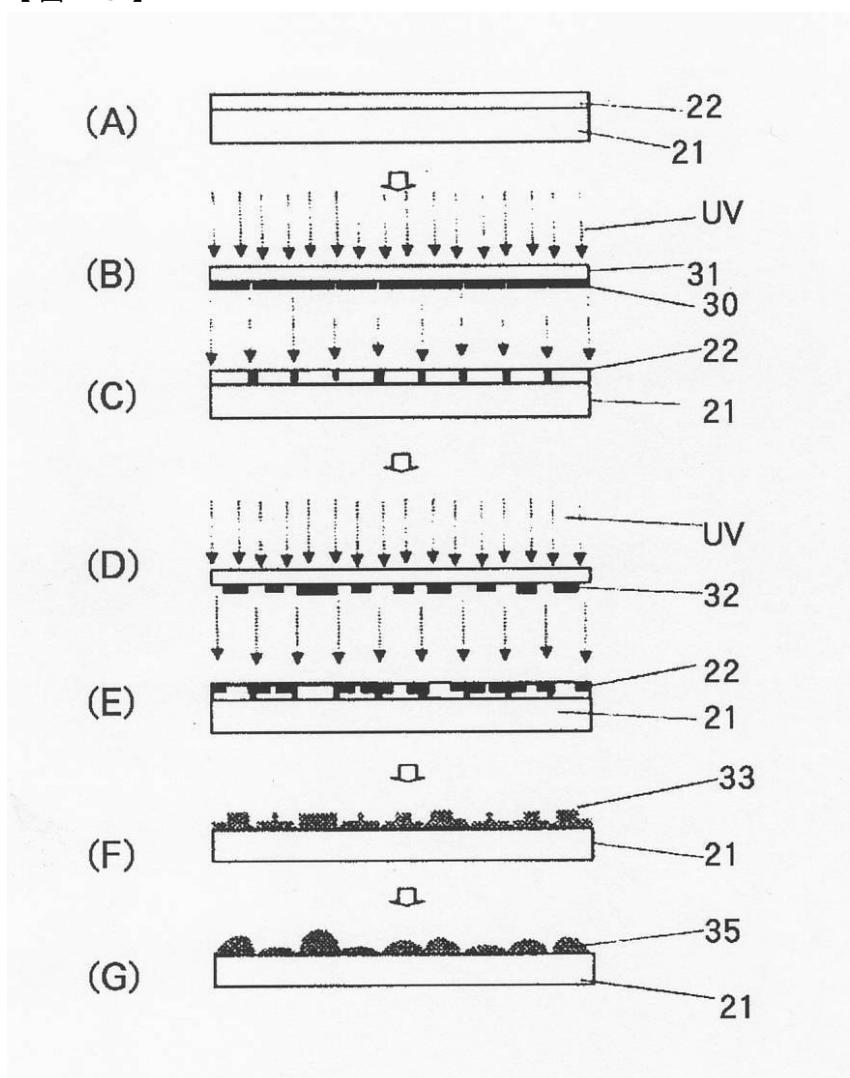
【 図 21 】



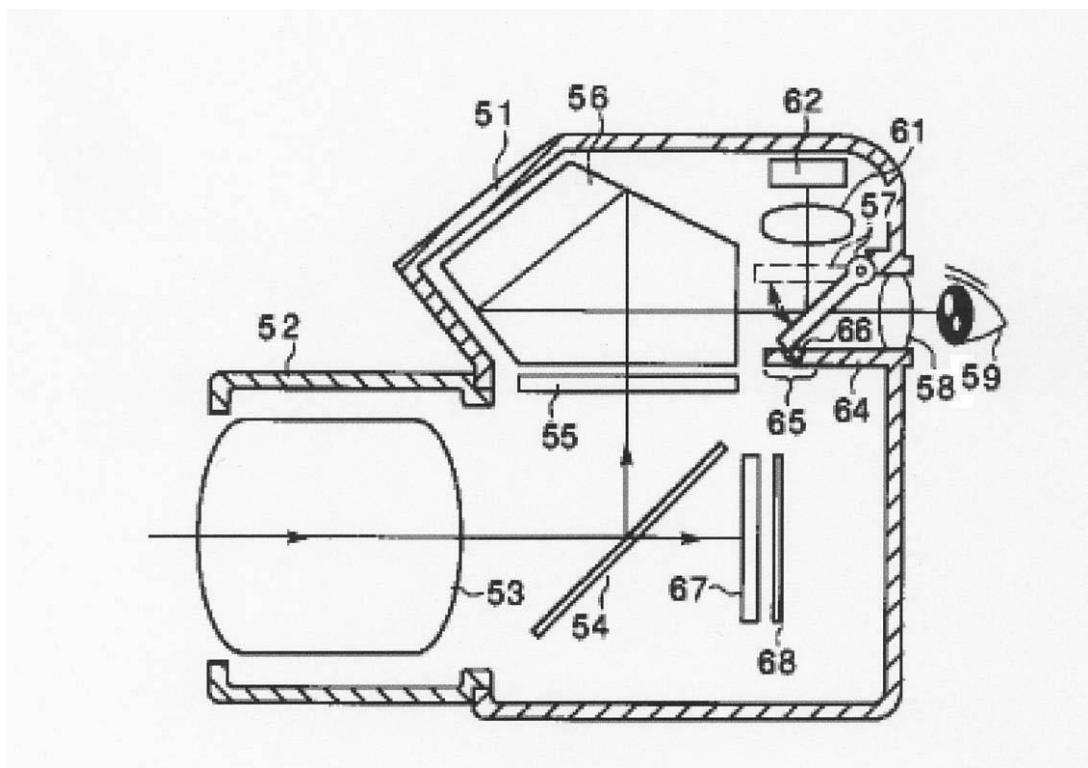
【図22】



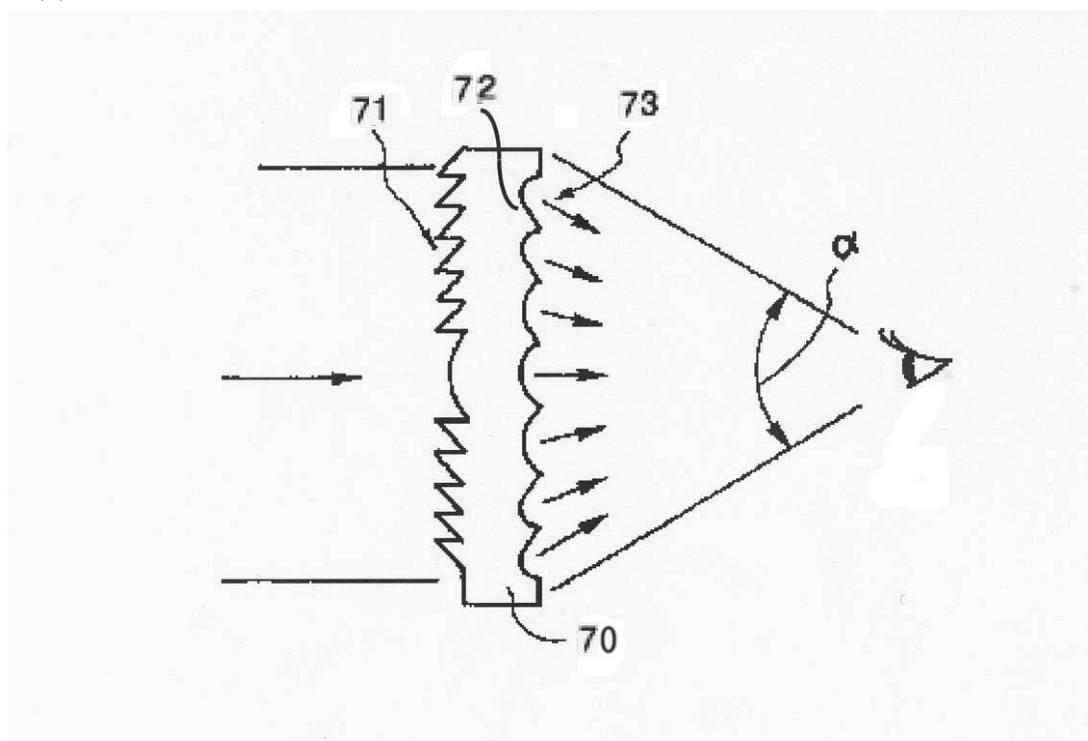
【図23】



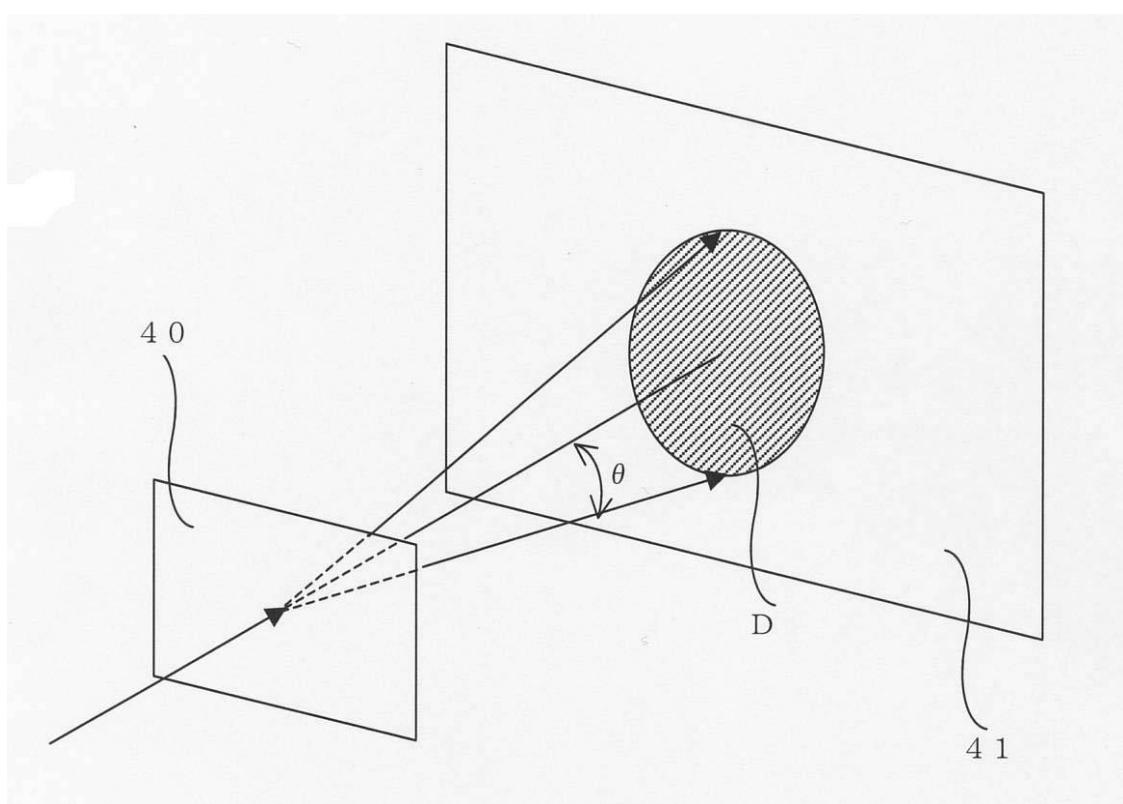
【図24】



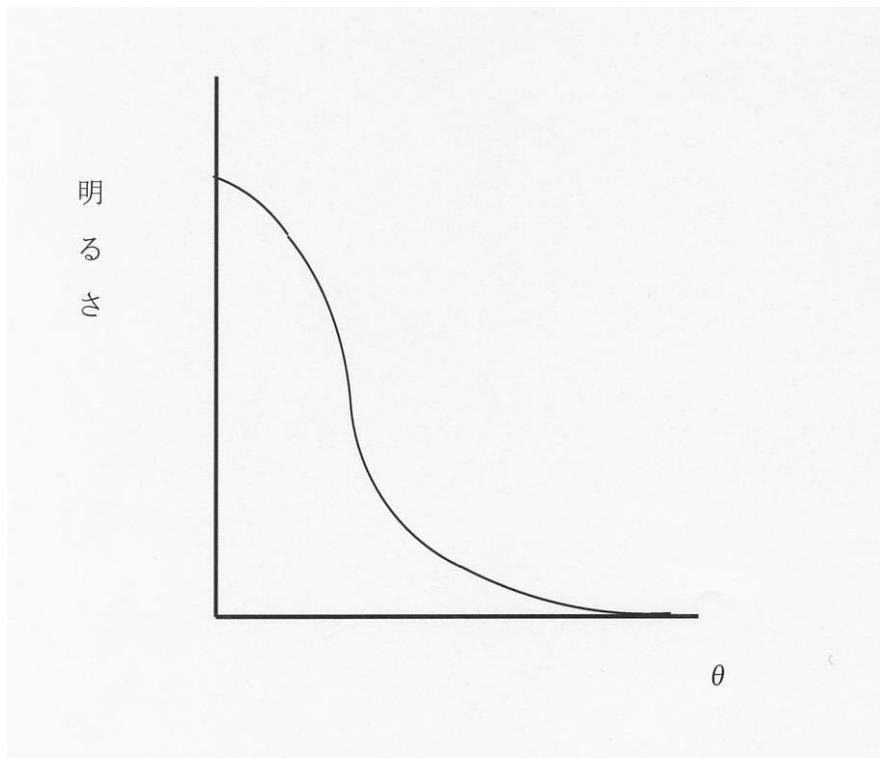
【図25】



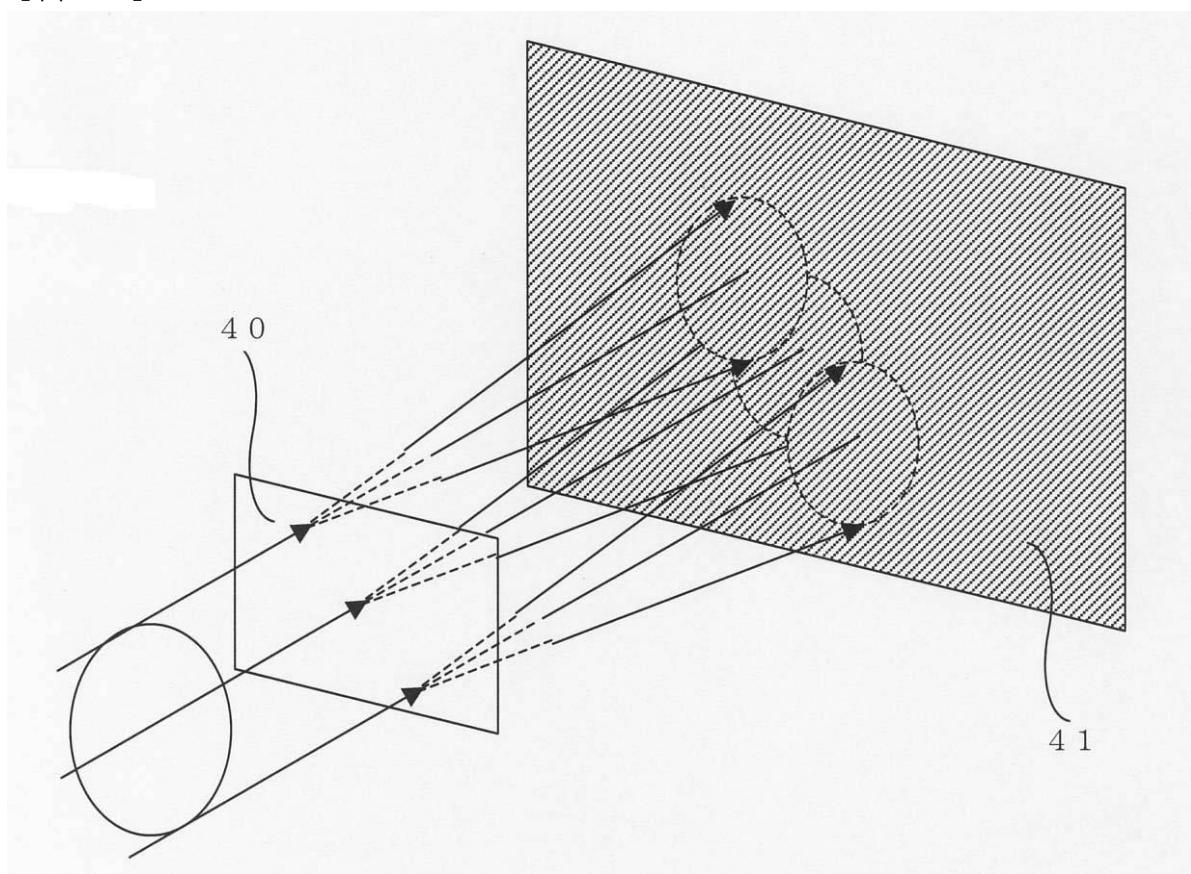
【図26】



【図27】

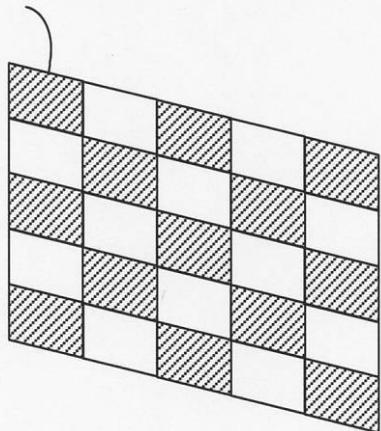


【図28】

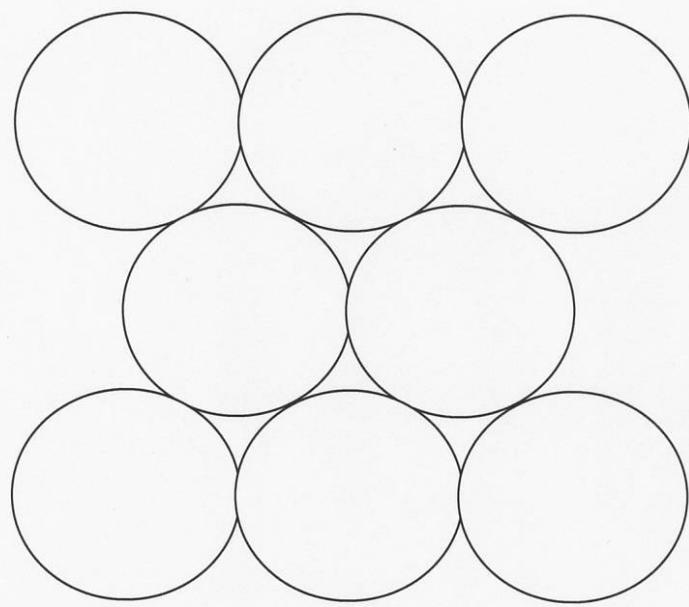


【図29】

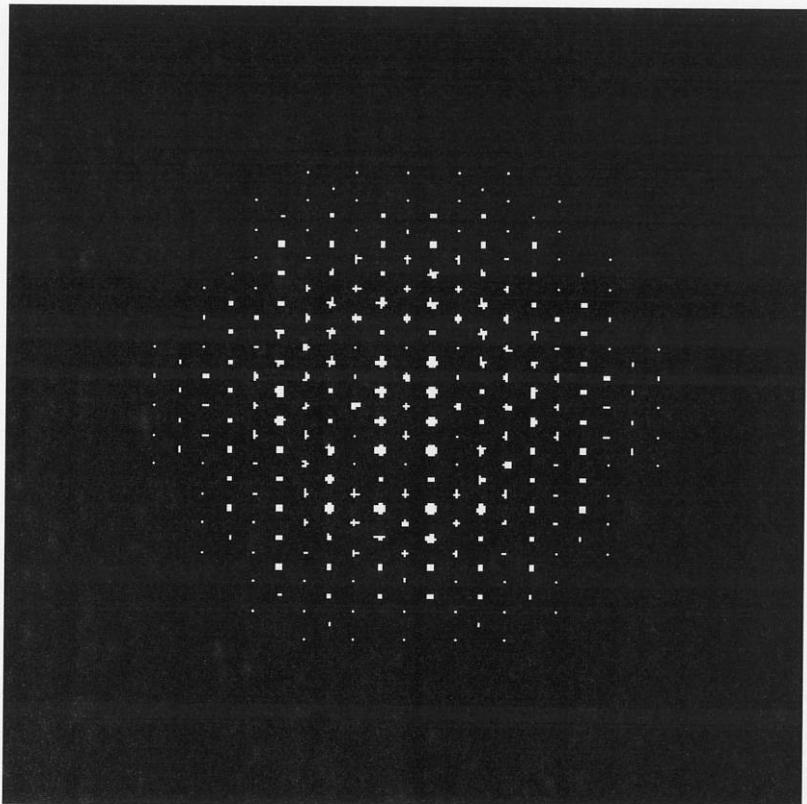
40



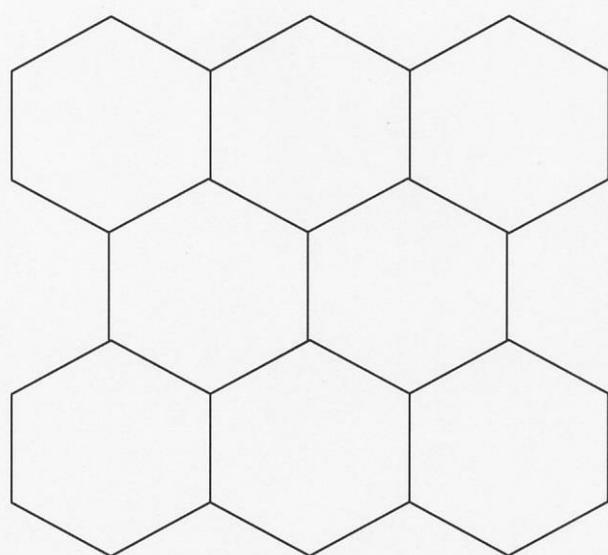
【図30】



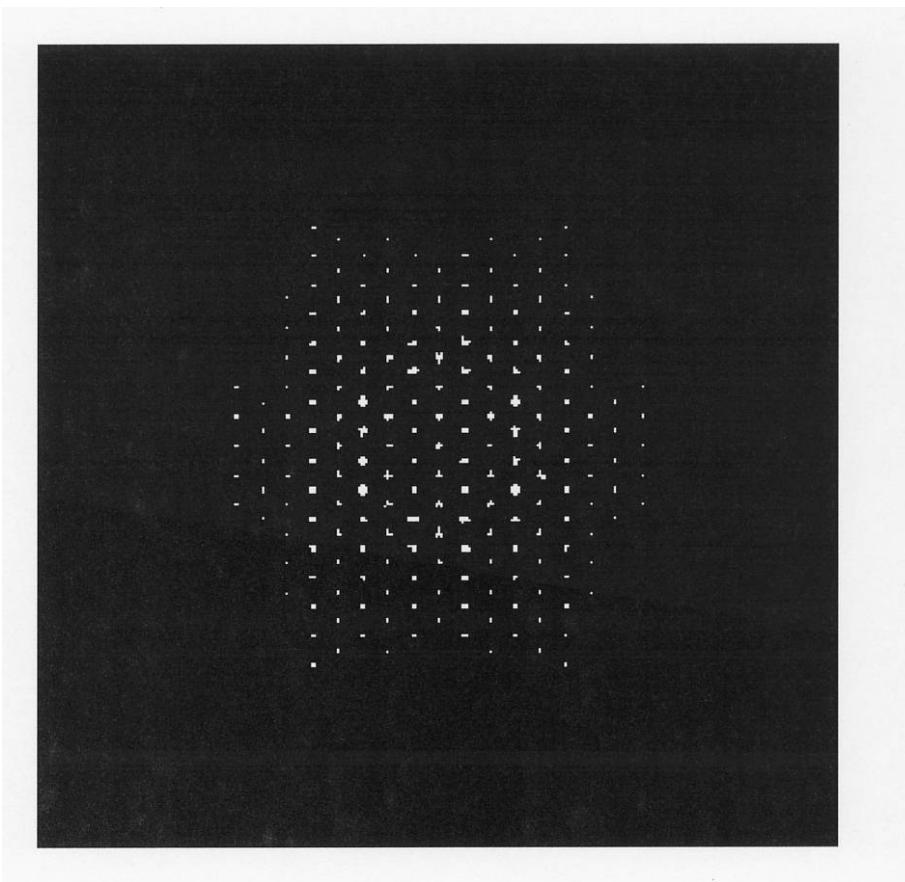
【図31】



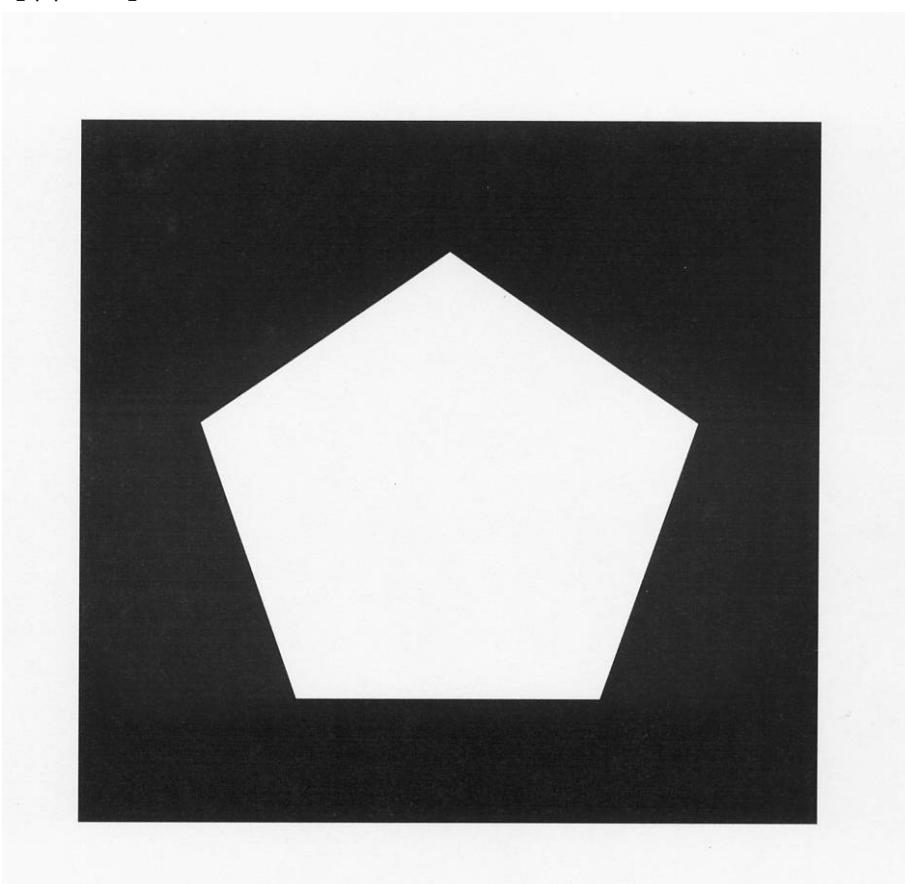
【図32】



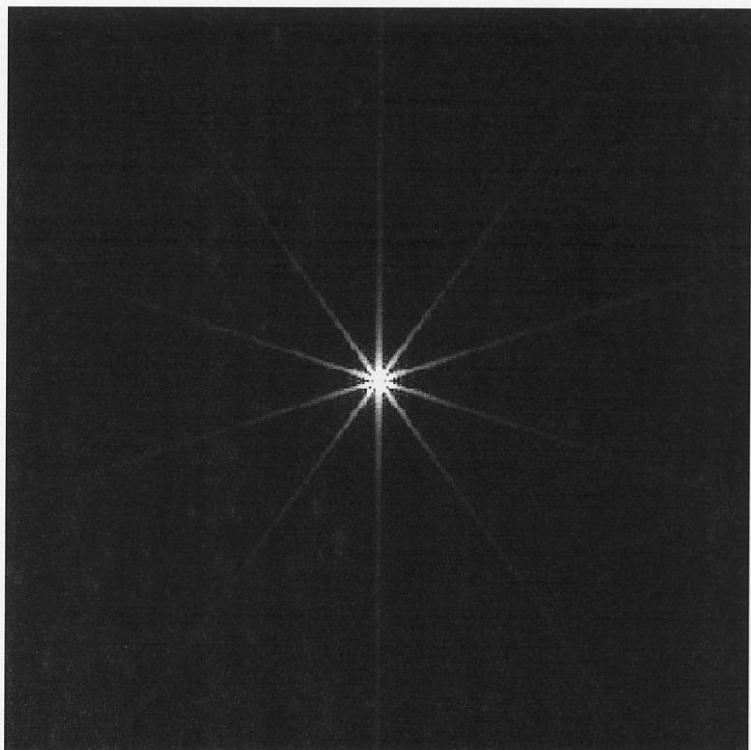
【図3-3】



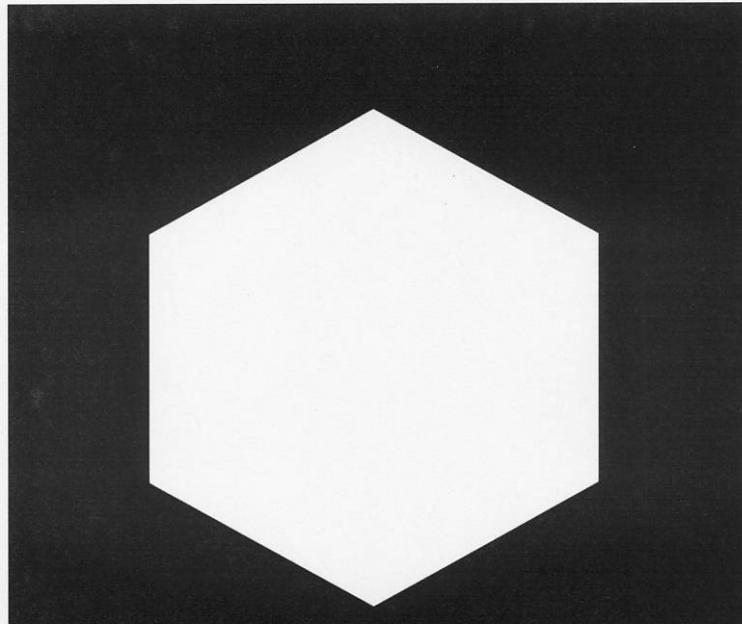
【図3-4】



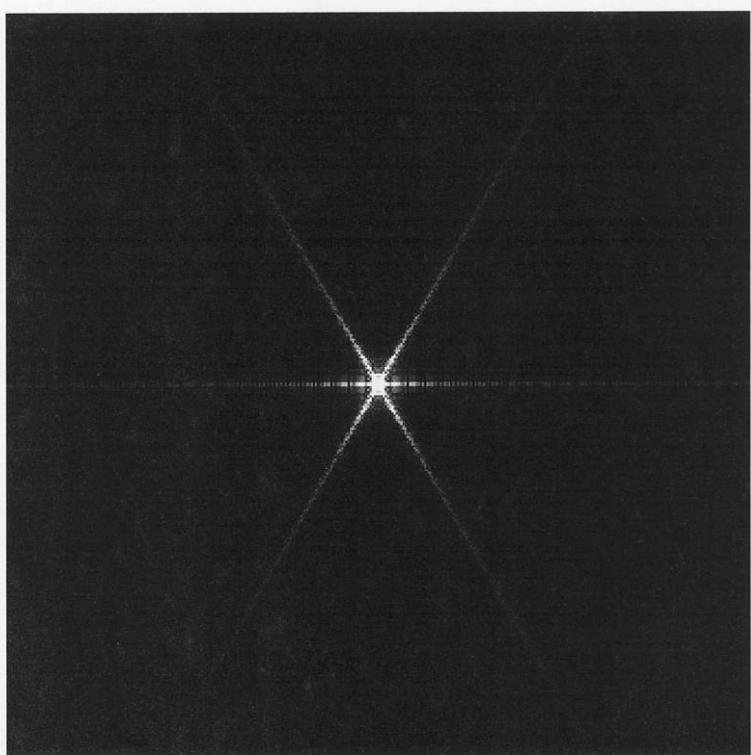
【図35】



【図36】



【図37】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-004907(JP,A)
特開平11-142609(JP,A)
特開平10-186275(JP,A)
特開昭54-083846(JP,A)
特開2002-107717(JP,A)
特開平04-119339(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 5 / 02
G 02 B 3 / 00
G 03 B 13 / 24