

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5048869号  
(P5048869)

(45) 発行日 平成24年10月17日(2012.10.17)

(24) 登録日 平成24年7月27日(2012.7.27)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 21/027 (2006.01)  
 GO 3 F 7/20 (2006.01)  
 GO 2 B 5/04 (2006.01)  
 GO 2 B 5/08 (2006.01)

HO 1 L 21/30 5 2 9  
 GO 3 F 7/20 5 0 1  
 GO 2 B 5/04 F  
 GO 2 B 5/08 A  
 GO 2 B 5/04 A

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-510426 (P2011-510426)  
 (86) (22) 出願日 平成21年5月20日(2009.5.20)  
 (65) 公表番号 特表2011-521467 (P2011-521467A)  
 (43) 公表日 平成23年7月21日(2011.7.21)  
 (86) 国際出願番号 PCT/KR2009/002666  
 (87) 国際公開番号 W02009/142440  
 (87) 国際公開日 平成21年11月26日(2009.11.26)  
 審査請求日 平成22年11月22日(2010.11.22)  
 (31) 優先権主張番号 10-2008-0046474  
 (32) 優先日 平成20年5月20日(2008.5.20)  
 (33) 優先権主張国 韓国(KR)  
 (31) 優先権主張番号 10-2008-0121948  
 (32) 優先日 平成20年12月3日(2008.12.3)  
 (33) 優先権主張国 韓国(KR)

(73) 特許権者 510308861  
 チョン, ジン ホ  
 JUNG, Jin Ho  
 大韓民国, 467-866 キョンギード  
 , イチョンシ, プバルアップ, アミーリ  
 475  
 475 Ami-ri, Bubal-eu  
 p, Icheon-si, 467-866  
 Gyeonggi-do, Republi  
 c of Korea  
 (74) 代理人 110000338  
 特許業務法人原謙三国際特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マスクレス露光装置用光学部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を出射（放出）する光源と、前記光源から出射される光を各々制御信号に応じて変調する複数の画素部が提供されるデジタルマイクロミラーディスプレイ素子と、前記デジタルマイクロミラーディスプレイ素子の各画素部により変調された光を結像して、前記各画素部の像を結像させる光学系と、前記画素部により変調され、前記光学系を通過した光が各々入射する複数のマイクロレンズからなるマイクロアレイとを含み、前記変調された光による像を感光材料上に結像する結像光学系を備えた露光装置であって、

前記露光装置は、マイクロレンズアレイの代わりに、光入射部は広く形成され、光出射部は狭く形成され、透過する光が集光されて光量が上昇されるようにしたマイクロプリズムが複数配列されたマイクロプリズムアレイが形成されることを特徴とするマスクレス露光装置用光学部品。

【請求項 2】

光を出射（放出）する光源と、前記光源から出射される光を各々制御信号に応じて変調する複数の画素部が提供されるデジタルマイクロミラーディスプレイ素子と、前記デジタルマイクロミラーディスプレイ素子の各画素部により変調された光を結像して、前記各画素部の像を結像させる光学系と、前記画素部により変調され、前記光学系を通過した光が各々入射する複数のマイクロレンズからなるマイクロアレイとを含み、前記変調された光による像を感光材料上に結像する結像光学系を備えた露光装置であって、

前記露光装置は、マイクロレンズアレイの代わりに、光入射部は広く形成され、光出射

部は狭く形成され、透過する光が集光されて光量が上昇されるようにしたマイクロミラーが複数配列されたマイクロミラーアレイが形成されることを特徴とするマスクレス露光装置用光学部品。

【請求項 3】

前記マイクロプリズムアレイ及びマイクロミラーアレイは、入射角  $\theta$  に対する出射角が式： $n \left( \frac{\sin \theta}{n + 2m} \right)$  で与えられ、プリズムではない空気中の反射によるプリズム型光ガイドの形態で使用すると、前記  $n$  は空気の屈折率が 1 になることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の露光装置用光学部品。

【請求項 4】

前記マイクロプリズム及びマイクロミラーは、四角錐、円錐、多角錐形状又はこれらの組み合わせ形状のうち、何れか一つからなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のマスクレス露光装置用光学部品。

10

【請求項 5】

前記マイクロプリズム及びマイクロミラーは、1 回全反射する場合、全長 ( $L$ ) の範囲は、最長  $L = (D_1 - D_2) / (2 \times \tan \theta)$  の式であり、最短  $L = D_1 / (\tan \theta / n + \tan 2\theta)$  の式であり、前記露光装置の集光効率及び露光線幅に応じて全長が長いものを適用するか、又は全長が短いものを選択形成することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の露光装置用光学部品。

【請求項 6】

前記マイクロプリズムアレイは、隣の画素に影響を与える拡散光を遮断するための拡散光遮断部が形成されることを特徴とする請求項 1 に記載のマスクレス露光装置用光学部品。

20

【請求項 7】

前記マイクロプリズムは、全反射のために反射コートをししないもの、又は人為的反射のために反射コートしたもののうちの何れか一つからなることを特徴とする請求項 1 に記載のマスクレス露光装置用光学部品。

【請求項 8】

前記マイクロプリズムアレイの一方には、必要に応じて露光面のコントラストを向上させるために、アパーチャアレイを付加形成することができることを特徴とする請求項 1 に記載の拡散光遮断機能を有する露光装置用光学部品。

30

【請求項 9】

前記マイクロミラーアレイは、反射方式の金属材に貫通された入射部と出射部とを有するマイクロミラーが複数配列形成されることを特徴とする請求項 2 に記載のマスクレス露光装置用光学部品。

【請求項 10】

前記マイクロミラーアレイは、マイクロミラーの入射部に入射される光は、入射後、内側面から反射進行させ、入射部の外側面に一部拡散される光は、拡散光遮断領域により遮断されるようにしたことを特徴とする請求項 2 又は 9 に記載のマスクレス露光装置用光学部品。

【発明の詳細な説明】

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

〔技術分野〕

本発明は、マスクレス露光装置用光学部品に関し、特にマスクレス露光装置内部の第 1 結像レンズにより結像されるデジタルマイクロミラーディスプレイ素子画素の像を隣の画素の像に影響を与えないように拡散される光を遮断すると共に、反射又は屈折後に全反射させうる光学部品であるマイクロプリズムアレイ又はマイクロミラーアレイを備えることによって、透過される光量を損失なしで使用できるようにすると共に、開口数 ( $NA$ ) を増加させて露光性能を向上させることのできるマスクレス露光装置用光学部品に関する。

【0002】

50

## 〔背景技術〕

一般に、作ろうとする回路パターンと同じ形状のマスクを介して光を通過させて、その形状を、光学系を用いてマスクから感光剤に移す作業、すなわち光源を用いて所望の部分に微細パターンを形成させる技術を光微細加工技術（Photolithography）と言い、かかる工程を行う装置を露光装置と言う。

## 【0003】

このような露光装置は、半導体産業だけでなく、ディスプレイ産業などにおいて多く使用されており、露光方式によって近接露光（Proximity Exposure）と、投影露光（Projection Exposure）とに区分でき、投影露光は、再度図12に示したようにマスクを使用する大面積露光装置（伝統的な露光方式）と、図13に示すようにマスクを使用しないマスクレス（最近開発された露光方式）露光装置とがある。

10

## 【0004】

前記マスクレス露光装置は、画素サイズが $13.8\mu\text{m}$ で、サイズが約 $20\text{mm}$ であるDMD（Digital Micromirror Display）モジュールとビームエクステンダと呼ばれる第1結像レンズ、マイクロレンズアレイ、及び等倍の第2結像レンズと呼ばれる露光レンズを用いて、 $13.8\mu\text{m}$ であるDMD画素の像を約 $2\mu\text{m}$ まで縮小する露光方法である。

## 【0005】

また、マスクのある伝統的な大面積露光装置は、マスク（レチクル）を後ろから照明し、一つのプロジェクションレンズを使用しつつ大面積露光を行う装置であるのに対し、マスクの代わりにDMDを使用するマスクレス露光装置は、最近発明された露光方法であって、露光しようとする面積が少ないため、複数の露光光学系を並列配置して（図上では3個）、露光面積を拡大する方式を採択しつつ、パターンのサイズが比較的大きな場合には、一つの露光光学系として投射レンズが1個使用されるが、微細パターンを露光する場合には、2個の投射レンズを使用し、その中間にマイクロレンズアレイを設ける方式が採択されている。

20

## 【0006】

マスクレス露光方式で構成された露光装置の一例を説明すると、図1、図2及び図3に示すように、光を出射（放出）する光原10と、前記光源10から出射された光Leを入射させて略均一な光強度分布を有するように補正出射させる光強度分布補正光学系20と、前記光強度分布補正光学系20から出射された光Leを反射させて光路の方向を折り曲げるミラー30と、前記ミラー30に反射させた光Leを全反射させてDMD（Digital Micromirror Display）40に送るTIRプリズム50と各々所定の制御信号に応じて空間光変調する複数の画素部である微細ミラー41とを形成したデジタルマイクロミラーディスプレイDMD40と、前記デジタルマイクロミラーディスプレイ40の微細ミラー41により空間光変調させた各光Leを結像させるレンズ61a、61bからなる第1結像光学系61と、前記第1結像光学系61により結像させた各光Leの結像位置の近くに配置されると共に、前記各光Leを個別的に通過させる光学部品であって、マイクロレンズ63aを複数配列してなるマイクロレンズアレイ63と、複数のアパーチャー64aからなるアパーチャーアレイ64と、前記各マイクロレンズ63a及びアパーチャー64aを通過した各光Leを再度プリント配線基板用素材74上に結像されるレンズ62a、62bからなる第2結像光学系62などからなっている。

30

40

## 【0007】

しかしながら、このような従来のマスクレス露光装置100は、前記第1結像光学系61において、画素（微細ミラー）のサイズが $13\mu\text{m}$ で、画素間の間隔が $1\mu\text{m}$ に形成されたデジタルマイクロミラーディスプレイ40の像をマイクロレンズアレイ63に拡大結像させるが、前記第1結像光学系61の性能が完璧であるか、製作際の整列が完璧な場合、拡大された像の形状が図3のような形状で画素の間隔が完璧に現れるが、実際の状況では、レンズの分解能と歪曲、収差、整列誤差などにより各画素に入射する光が広がるか、

50

又は位置誤差が発生して隣の画素に影響を及ぼすようになる。これは、結果的に露光面における露光性能に影響を及ぼすようになって、所望の形状の柄を完璧に具現化し難いという問題点があった。

【 0 0 0 8 】

一方、前記第1結像光学系61は、2倍、2.5倍、3倍などのように拡大結像する場合と、1倍（等倍）に結像する光学系を使用する場合もあるが、本発明では、一例として、1倍結像する光学系について述べようとする。

【 0 0 0 9 】

すなわち、第1結像光学系61が1倍である光学系を使用する場合、前記画素のサイズが通常13.8  $\mu\text{m}$ で、画素間の間隔が1  $\mu\text{m}$ 、アパーチャーアレイ64のサイズが約3  $\mu\text{m}$ と仮定すると、前記マイクロレンズ63aを介して入射される光のすべてが効率的にアパーチャーを透過せず、一部の光線のみがこのアパーチャー64aを透過するようになる。すなわち、前記マイクロレンズ63aは、通常凸レンズで形成されるので、各光Leが前記マイクロレンズ63aを通過しつつ一部は屈折、拡散などにより完璧に集光及び透過されずに、光量の損失が生じて小さなサイズのアパーチャー64aから構成されたアパーチャーアレイ64に光Leが効率的に出射されないという問題点がある。

【 0 0 1 0 】

〔 発明の詳細な説明 〕

〔 技術的課題 〕

本発明の技術的課題は、デジタルマイクロミラーディスプレイにより変調された光を結像させる第1結像光学系を通過した光が隣に拡散されるのを遮断して、隣の画素に影響を及ぼさないようにし、同時に広い入射部に入射させて、光の屈折又は反射により集光をなすようにして、狭い出射部に全て透過されるようにすることによって、光量の損失のない使用を可能にし、露光性能の向上をなすようにしたマスクレス露光装置用光学部品を提供することにある。

【 0 0 1 1 】

〔 技術的解決方法 〕

上記課題を解決するための方法として、本発明は、光を出射（放出）する光源と、前記光源から出射される光を各々制御信号に応じて変調する複数の画素部が提供されるデジタルマイクロミラーディスプレイ素子と、前記デジタルマイクロミラーディスプレイ素子の各画素部により変調された光を結像して、前記各画素部の像を結像させる光学系と、前記画素部により変調され、前記光学系を通過した光が各々入射する複数のマイクロレンズからなるマイクロアレイとを含み、前記変調された光による像を感光材料上に結像する結像光学系を備えた露光装置であって、前記露光装置は、マイクロレンズアレイの代わりに、光入射部は広く形成され、光出射部は狭く形成され、透過する光が集光されて光量が上昇されるようにしたマイクロプリズムが複数配列されたマイクロプリズムアレイが形成されることを特徴とするマスクレス露光装置用光学部品を提供する。

【 0 0 1 2 】

また、本発明は、光を出射（放出）する光源と、前記光源から出射される光を各々制御信号に応じて変調する複数の画素部が提供されるデジタルマイクロミラーディスプレイ素子と、前記デジタルマイクロミラーディスプレイ素子の各画素部により変調された光を結像して、前記各画素部の像を結像させる光学系と、前記画素部により変調され、前記光学系を通過した光が各々入射する複数のマイクロレンズからなるマイクロアレイとを含み、前記変調された光による像を感光材料上に結像する結像光学系を備えた露光装置であって、前記露光装置は、マイクロレンズアレイの代わりに、光入射部は広く形成され、光出射部は狭く形成され、透過する光が集光されて光量が上昇されるようにしたマイクロミラーが複数配列されたマイクロミラーアレイが形成されることを特徴とするマスクレス露光装置用光学部品を提供する。

【 0 0 1 3 】

また、前記光学部品において、前記マイクロプリズムアレイ及びマイクロミラーアレイ

は、入射角  $\theta_i$  に対する出射角が式： $n \left( \frac{\sin \theta_i}{n + 2m} \right)$  で与えられ、プリズムではない空気中の反射によるプリズム型光ガイドの形態で使用すると、前記  $n$  は空気の屈折率が 1 になることを特徴とする。

【0014】

また、前記光学部品において、前記マイクロプリズム及びマイクロミラーは、四角錐、円錐、多角錐形状又はこれらの組み合わせ形状のうち、何れか一つからなることを特徴とする。

【0015】

また、前記光学部品において、前記マイクロプリズム及びマイクロミラーは、1 回全反射する場合、全長 ( $L$ ) の範囲は、最長  $L = (D_1 - D_2) / (2 \times \tan \theta)$  の式であり、最短  $L = D_1 / (\tan \theta / n + \tan 2\theta)$  の式であり、前記露光装置の集光効率及び露光線幅に応じて全長が長いものを適用するか、又は全長が短いものを選択形成することを特徴とする。

10

【0016】

また、前記光学部品において、前記マイクロプリズムアレイは、隣の画素に影響を与える拡散光を遮断するための拡散光遮断部が形成されることを特徴とする。

【0017】

また、前記光学部品において、前記マイクロプリズムは、全反射のために反射コートしないもの、又は人為的反射のために反射コートしたもののうちの何れか一つからなることを特徴とする。

20

【0018】

また、前記光学部品において、前記マイクロプリズムアレイの一方には、必要に応じて露光面のコントラストを向上させるために、アパーチャアレイを付加形成することができることを特徴とする。

【0019】

また、前記光学部品において、前記マイクロミラーアレイは、反射方式の金属材に貫通された入射部と出射部とを有するマイクロミラーが複数配列形成されることを特徴とする。

【0020】

また、前記光学部品において、前記マイクロミラーアレイは、マイクロミラーの入射部に入射される光は、入射後、内側面から反射進行させ、入射部の外側面に一部拡散される光は、拡散光遮断領域により遮断されるようにしたことを特徴とする。

30

【0021】

〔有利な効果〕

以上説明した本発明は、光の入射部は広くし、出射部は狭くして、デジタルマイクロミラーディスプレイ素子から入射される光を屈折又は反射により集光させ、また拡散光の遮断部を形成して、画素の光が広がるか、又は移動して隣の画素に影響を与えないように光の拡散を遮断することによって、より効果的に光が集光及び透過されるようにして、光量の損失なしで 100% 使用できるようにすると同時に、露光性能を向上させうる優れた効果がある。

40

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】従来のマイクロレンズアレイを設けた露光装置を示した図である。

【図 2】光が従来のマイクロレンズアレイを透過する状態を示した図である。

【図 3】デジタルマイクロミラーディスプレイを拡大して、画素と画素との間の間隔を示した図である。

【図 4】本発明の好ましい実施の形態によるマイクロプリズムを示した図である。

【図 5】図 4 に示したマイクロプリズムのうち一つを配列して示したマイクロプリズムアレイを示した図である。

【図 6】本発明による四角錐形状のマイクロプリズムを隙間なく配列し、拡散光遮断部を

50

分離形成したマイクロプリズムアレイの一実施の形態を示した図である。

【図 7】本発明にかかる四角錐形状のマイクロプリズムを互いに隙間を有するようにし、前記隙間に拡散光遮断部を一体に形成したマイクロプリズムアレイの他の実施の形態を示した図である。

【図 8】本発明の好ましい実施の形態によるマイクロプリズムの光路を示した図である。

【図 9】本発明の好ましい実施の形態によるマイクロプリズムの長さが入射角による屈折角、出射角などの変化を概略的に示した図である。

【図 10】本発明の好ましい実施の形態によるマイクロプリズムアレイの使用状態を示した図である。

【図 11】本発明の他の実施の形態であって、屈折方式のマイクロプリズムアレイの代わりに反射方式の金属材に貫通した入射部と出射部とを有するマイクロミラーを複数配列したマイクロミラーアレイを示した図である。

【図 12】大面積露光装置を示した図である。

【図 13】マスクを使用しないマスクレス露光装置を示した図である。

#### 【 0 0 2 3 】

〔 図面の主要部分に対する符号の説明 〕

1 0 0	露光装置	
1 0	光源	
2 0	光強度分布補正光学系	
2 1	集光レンズ	20
2 2	ロッドインテグレーター	
2 3	コリメートレンズ	
3 0	ミラー	
4 0	デジタルマイクロミラーディスプレイ ( D M D )	
4 1	微細ミラー ( 画素 )	
5 0	プリズム	
6 0	結像光学系	
6 1	第 1 結像光学系	
6 1 a、6 1 b	レンズ	
6 2	第 2 結像光学系	30
6 2 a、6 2 b	レンズ	
7 0	プリント配線基板用素材	
2 0 0	マイクロプリズムアレイ	
2 1 0	マイクロプリズム	
2 1 0 a、3 1 0 a	入射部	
2 1 0 b、3 1 0 b	出射部	
2 1 1	拡散光遮断部	
2 1 2	隙間	
3 0 0	マイクロミラーアレイ	
3 1 0	マイクロミラー	40

#### 【 0 0 2 4 】

〔 発明を実施するための最良の形態 〕

以下、本発明に係る好ましい実施の形態を、添付された図面を参照してさらに具体的に説明する。

#### 【 0 0 2 5 】

ここで、下記の全ての図面において同じ機能を有する構成要素は、同じ参照符号を使用することにより繰り返しの説明は省略し、後述する用語は、本発明における機能を考慮して定義されたもので、これらは、固有の通用される意味として解釈されなければならないことを明示する。

#### 【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

図4乃至図10に示すように、本発明は、光Leが入る入射部201aは、出射部210bに比べて広く形成され、出射部210bは、狭く形成されるマイクロプリズム210が複数配列されたマイクロプリズムアレイ200からなる。

【0027】

前記マイクロプリズム210は、四角錐形状や、円錐形状、多角錐形状又はこれらの組み合わせ形状からなりうる。

【0028】

例えば、組み合わせ形状の場合には、マイクロプリズムの入射部は、デジタルマイクロミラーディスプレイ(DMD: Digital Micromirror Display)40の画素(Pixel)の形状と同じ四角形状に形成され、出射部は、最終に所望するパターン

10

【0029】

ここで、前記デジタルマイクロミラーディスプレイ40は、光Leを反射する素子を用いて、高鮮明画像を実現する先端技法、数十万個の反射型素子をつ一つのチップに集積した装置を用いて光を選択的に反射することによって、高輝度、高解像度の映像を表現する技術であって、映写機、ブラウン管、液晶表示装置(LCD)を経つつ発展してきた投射型画面表現技術の延長線上にあるが、既に商用化された透過型LCDに比べて、光効率とコントラストとが高いという長所がある。

【0030】

また、前記マイクロプリズム210からなるマイクロプリズムアレイ200には、拡散光遮断部211が一体に形成されるか、又は少し間隔を置いて分離形成されることができ

20

【0031】

具体的には、前記拡散光遮断部211が一体又は分離形成されたマイクロプリズムアレイ200は、前記各マイクロプリズム210の一方、すなわち各マイクロプリズム210の入射部210aが相互隙間なく引き続いて配列された境界部分の前面に拡散光遮断部211を形成するか、又はマイクロプリズム210とマイクロプリズム210との間に隙間212を形成し、前記隙間212に拡散光遮断部211を形成して、デジタルマイクロミラーディスプレイ40により空間光変調させた各光Leを結像させるレンズ61a、61bからなる第1結像光学系61を介して入射される光Leが隣のマイクロプリズム210に拡散されるのを前記拡散光遮断部211が遮断して、隣の画素に影響を及ぼさないようにした。

30

【0032】

前記マイクロプリズム210は、原理的には全反射を用いるが、全反射を用いない光が全反射面から透過してコントラストを阻害するのを防止するために、必要な場合、反射コート(Mirror Coating)を行うこともできる。

【0033】

すなわち、通常、全反射を用いて露光するので、マイクロプリズム210に反射コートしないことを使用するが、コントラストを阻害することを防止しようとする場合には、人為的に反射のために反射コートしたものをを使用することもできる。

40

【0034】

これにより、前記マイクロプリズム210の表面から光の完璧な反射又は全反射をなすことができる。

【0035】

上記のような構成のマイクロプリズム210は、例えば、入射部210aのサイズが $13.8\mu\text{m}$ で、出射部210bのサイズが $3\mu\text{m}$ である場合の光路において、 $13.8\mu\text{m}$ 面積の入射部210aに入る光Leが全反射によって全て $3\mu\text{m}$ である出射部210bを透過するようになる。

【0036】

これにより、本発明のマイクロプリズムアレイ200は、マイクロプリズム210の出

50

射部 210b を通過する光 Le が従来のマイクロレンズを透過する光 Le の大きな有効サイズ（直径）を小さく結像されるように変更するために設けられたアパーチャアレイを通過した像のサイズ（直径）と同じ結像効果をなすことができるので、アパーチャアレイを設けなくても良い。

#### 【0037】

しかしながら、前記マイクロプリズムアレイ 200 の一方には、必要によって、露光面のコントラストを向上するために、アパーチャアレイをさらに形成することもできる。

#### 【0038】

上記のように、複数のマイクロプリズム 210 が配列されたマイクロプリズムアレイ 200 を形成する場合、図 8 に示すように、最初の入射角が  $15^\circ$  である場合、プリズムの屈折率が 1.5 であると仮定すると、プリズム内部の入射角は  $10^\circ$  ( $= 15^\circ / 1.5$ ) になり、プリズムの傾斜角が  $10^\circ$  であると仮定すると、側面から全反射するとき傾斜面と  $20^\circ$  の角度をなすようになる。

#### 【0039】

全反射条件であるか否かを確認すれば、傾斜面との角度が  $20^\circ$  であると、傾斜面に対する入射角は  $70^\circ$  ( $= 90 - 20$ ) であり、全反射の条件は、スネルの法則に基づいて、 $n \sin \theta = n' \sin \theta'$  であり、 $n = 1.5$ 、 $n' = 1.0$ 、 $\theta' = 90^\circ$  であるので、 $\theta = \sin^{-1}(n' \sin \theta' / n) = \sin^{-1}(1 / 1.5) = 41.81^\circ$ 、すなわち、入射角  $70^\circ$  が全反射角  $41.81^\circ$  より大きいから全反射条件となる。

#### 【0040】

全反射した光線は、出斜面に  $30^\circ$  の入射角で入射し、最終出射時には、屈折率 (1.5) が乗算されて  $45^\circ$  となる。

#### 【0041】

レンズやプリズムの境界面において入射又は反射する際には、スネルの法則に基づいて、 $n \sin \theta = n' \sin \theta'$  が適用されるが、角度が小さなときには  $n = n'$  が使用されるので、理解の便宜上、入射及び出射時に簡易式を採用した。

#### 【0042】

本発明では、このようなマイクロプリズム 210 を複数配列（接続）すると、マイクロレンズアレイのようにマイクロプリズムアレイ 200 になり、必要によってその後ろにアパーチャアレイを設けることもできるので、マイクロレンズを置き換える新しい発明となり、かつ透過光量を 100% 近く使用できるようになる。

#### 【0043】

前記マイクロプリズム 210 の入射部 210a のサイズが  $13.8 \mu\text{m}$  で、出射部 210b のサイズが  $3 \mu\text{m}$  である場合の光 Le の入射角を  $15^\circ$  として説明したが、実際には、 $15^\circ$  よりかなり小さな値となる。

#### 【0044】

実際の場合における入射角は、分解能から計算が可能である。すなわち、最初パターンを形成するデジタルマイクロミラーディスプレイの画素サイズは、 $13.8 \mu\text{m}$  で、画素の間隔は、約  $1 \mu\text{m}$  である。

#### 【0045】

前記マイクロプリズムアレイ 200 の前にある第 1 結像光学系 (Beam Expander) の分解能 (分解性能) は、最低  $13.8 \mu\text{m}$  で、最高  $1 \mu\text{m}$  であると言える。

#### 【0046】

前記分解能に対する式は、通常 [ 分解能 = ( 光の波長 ) / (  $2 \times \text{NA}$  ( レンズの開口数 ) ) ] で与えられ、この式の結果は、MTF ( Modulation Transfer Function : 被写体の像とレンズを通過して実際に撮像面に結ばれたレンズの像の形態を比較して示した値 ) 値が約 0.4 である場合の NA を表すようになる。

#### 【0047】

すなわち、波長 ( ) を紫外線  $0.365 \mu\text{m}$  とし、適当に  $0.35 \mu\text{m}$  を適用すると

10

20

30

40

50



、 $13.8\mu\text{m}$  (最低分解能)  $= 0.35\mu\text{m} / (2 \times \text{NA}) \Rightarrow \text{NA} = n \sin = 0.01268$  であって、 $n$  は空気の屈折率  $1.0$  で、角度  $= 0.73^\circ$  となる。

【0048】

最高分解能  $1\mu\text{m}$  を適用すると、 $= 10.08^\circ$  となって、本発明において実施の形態として挙げた最初入射角  $15^\circ$  より小さな値となる。

【0049】

ここで、本発明のマイクロプリズム 210 の長さを決定するための入射角 ( ) を適当に中間値である  $3^\circ$  を代入すると、以下のとおりである。

【0050】

すなわち、図 9 に示したように、前記マイクロプリズム 210 の長さ  $L$  を決定する第 1 の方法は、入射部 210 a のサイズ ( $D1$ ) は  $13.8\mu\text{m}$ 、出射部 210 b のサイズ ( $D2$ ) は  $3\mu\text{m}$  であり、傾斜角 ( ) を  $1.5^\circ$  とすると、

$D2 = D1 - (2 \times L \times \tan )$  において  $L$  (長さ)  $= (D1 - D2) / (2 \times \tan )$  (数 1)

$= (14 - 3) / (2 \times \tan 1.5) = 210.04\mu\text{m}$  となる。

【0051】

第 2 の方法は、入射部 210 a のサイズ ( $D1$ ) を  $13.8\mu\text{m}$ 、傾斜角 ( ) を  $1.5^\circ$  とし、最初光軸と平行に入射した光線 (入射角  $0^\circ$ ) が傾斜面の上部の終わりから 1 回反射した後、出斜面の下部終わりを通過すると、

$D1 = L \times (\tan + \tan 2 )$  において  $L$  (長さ)  $= D1 / (\tan + \tan 2 )$  (数 2)

$= 13.8 / (\tan 1.5 + \tan 3) = 178.13\mu\text{m}$  となる。

【0052】

第 3 の方法は、入射部 210 a のサイズ ( $D1$ ) を  $13.8\mu\text{m}$ 、傾斜角 ( ) を  $1.5^\circ$  とし、最初光線が  $3^\circ$  の入射角 ( ) で入射し、最終出射光が前記マイクロプリズム 210 の入射面の上部終わりから 1 回反射した後、出斜面の下部終わりを通過すると仮定する。

【0053】

最初入射前  $3^\circ$  の値は、入射後の屈折率で割り算されて  $2^\circ$  となり、傾斜面の上部から全反射するために、傾斜面と会う角度及び反射後の角度は、 $3.5^\circ$  ( $2 + 1.5$ ) であり、光軸となす角度は  $5^\circ$  ( $3.5 + 1.5$ ) となる。

【0054】

このようにして、最終出射光が前記マイクロプリズム 210 の入射面の上部終わりから 1 回反射した後、出斜面の下部終わりを通過すると、 $D1 = L$  (長さ)  $+ (\tan / n + \tan 2 )$  において、

$L = D1 (\tan / n + \tan 2 )$  (数 3)

$= 14 / (\tan 3 / 1.5 + \tan 2 \times 1.5) = 123.16\mu\text{m}$  となる。

【0055】

これにより、本発明に係る前記マイクロプリズム 210 の長さは、最小  $123.16\mu\text{m}$  から最大  $210.04\mu\text{m}$  までに行うことができるが、これは、全体透過光量と製作の効率性とを考慮して決定することが好ましい。

【0056】

言い換えれば、1 回全反射の場合、プリズムの長さは  $3^\circ$  の入射角で入射する場合、式は、最長:  $L = (D1 - D2) / (2 \times \tan )$  で、最短:  $L = D1 / (\tan / n + \tan 2 )$  である。

【0057】

本発明の前記マイクロプリズム 210 は、露光装置の集光効率及び露光線幅、製作の効率性に依りてマイクロプリズム 210 の全長が長いことを適用するか、又は全長の短いことを選択して形成することが好ましい。

【0058】

10

20

30

40

例えば、前記マイクロプリズム 2 1 0 の全長は、前記式 1、2、3 のように計算され、全長の範囲は、1 回反射する際に、最大は式 1、最小は式 3 により計算する。

【0059】

すなわち、前記マイクロプリズム 2 1 0 は、1 回全反射を行う場合、全長 L の範囲は、 $L = (D_1 - D_2) / (2 \times \tan \theta)$  の式で、 $L = D_1 / (\tan \theta / n + \tan 2\theta)$  の式であるので、露光装置の集光効率及び露光線幅、製作の効率性によって、前記範囲内のマイクロプリズム 2 1 0 を選択形成するようになる。

【0060】

以上では、1 回の全反射について説明したが、2 回又は 3 回以上多重全反射も可能である。

10

【0061】

すなわち、前記図 9 の場合に、事實は、光軸と平行に入射した光が 2 回全反射し、最終出射角は、 $9^\circ$  になる。

【0062】

これから整理すると、1 回全反射した後出射する場合には、下記の表 1 のとおりである。

【0063】

【表 1】

最初入射角	屈折角	屈折後傾斜面との角度	1 回反射後の光軸との角度	1 回反射後の出射角
0	0	10	20	30
+15	10	20	30	45
-15	-10	0	10	15
$\beta$	$\beta / n$	$\beta / n + \alpha$	$\beta / n + 2\alpha$	$n(\beta / n + 2\alpha)$

20

【0064】

また、2 回反射後出射する場合には、表 2 のとおりである。

【0065】

【表 2】

最初入射角	屈折角	屈折後傾斜面との角度	1 回反射後の光軸との角度	2 回反射後の光軸との角度	2 回反射後の出射角 ( $n = 1.5$ )
0	0	10	20	40	60
+15	10	20	30	50	75
-15	-10	0	10	30	45
$\beta$	$\beta / n$	$\beta / n + \alpha$	$\beta / n + 2\alpha$	$\beta / n + 4\alpha$	$n(\beta / n + 4\alpha)$

30

【0066】

次に、3 回反射以上多重全反射 (m 回) についての最終出射角は、 $n(\beta / n + 2m\alpha)$  で与えられる。

40

【0067】

ここで、 $n$  はプリズム媒質の屈折率で、 $\alpha$  は、傾斜面の角度、 $\beta$  は、最初入射角、 $m$  は、全反射回数であって、万一、プリズムではない空気中の反射によるプリズム型光ガイドの形態で使用するならば、 $n$  は、空気の屈折率である 1 となる。

【0068】

したがって、前記マイクロプリズムアレイ 2 0 0 は、上記のように入射角  $\beta$  に対する出射角が式： $n(\beta / n + 2m\alpha)$  で与えられるようになる。

【0069】

50

前記のように構成された本発明の作用状態を説明すると、以下のとおりである。

【 0 0 7 0 】

まず、露光装置 1 0 0 を用いてプリント配線基板用素材 7 0 中に積層されている感光材料を露光する際には、前記光源 1 0 から出射された光  $L_e$  は、集光レンズ 2 1 とロッドインテグレーター 2 2 及びコリメートレンズ 2 3 からなる光強度分布補正光学系 2 0 により、光強度分布が略一定な平行光に補正されて、ミラー 3 0 により反射されて、光路の方向を折り曲げてデジタルマイクロミラーディスプレイ 4 0 に入射させる。

【 0 0 7 1 】

前記デジタルマイクロミラーディスプレイ 4 0 の画素に入射された光  $L_e$  は、空間光変調されて、微小ミラー 4 1 がオンの状態であるときに、この微小ミラー 4 1 により反射されてレンズ 6 1 a、6 1 b からなる第 1 結像光学系 6 1 を透過しつつ、光路の光軸方向と直交する同一平面上、すなわち光学部品の一つである複数のマイクロプリズム 2 1 0 からなるマイクロプリズムアレイ 2 0 0 に結像される。

10

【 0 0 7 2 】

このとき、前記マイクロプリズムアレイ 2 0 0 に形成された拡散光遮断部 2 1 1 により、デジタルマイクロミラーディスプレイ 4 0 及び第 1 結像光学系 6 1 を介して入射される光  $L_e$  が隣のマイクロプリズム 2 1 0 に拡散されるのが遮断されて、隣の画素に影響を及ぼさないようになる。

【 0 0 7 3 】

また、前記マイクロプリズム 2 1 0 は、入射部 2 1 0 a のサイズが出射部 2 1 0 b のサイズより大きく形成、例えば入射部 2 1 0 a のサイズは  $13.8 \mu\text{m}$  で、出射部 2 1 0 b のサイズは  $3 \mu\text{m}$  で構成されているので、光路において、 $13.8 \mu\text{m}$  面積の入射部 2 1 0 a に入ってくる光  $L_e$  が全反射によって  $3 \mu\text{m}$  面積の出射部 2 1 0 b にすべて透過するようになる。

20

【 0 0 7 4 】

したがって、一部拡散される光は、拡散光遮断部 2 1 1 により遮断されて、隣の画素に影響を与えなくなることはもちろん、効果的に集光されて光量の損失もなくなるので、光量をすべて 1 0 0 % 使用できるようになるから、従来に比べて光量を桁違いに上昇させるようになる。

【 0 0 7 5 】

以後、前記マイクロプリズムアレイ 2 0 0 中に結像された光  $L_e$  は、直にレンズ 6 2 a、6 2 b からなる第 2 結像光学系 6 2 を経つつ拡大されて、プリント配線基板用素材 7 0 の感光材料上に配線パターンの像が形成され、感光材料上の各露光領域を露光するようになるので、露光性能を向上させうるようになる。

30

【 0 0 7 6 】

〔 発明を実施するための形態 〕

一方、図 1 1 は、本発明に係る他の実施の形態を示した図であって、前記屈折方式のマイクロプリズムアレイ 2 0 0 の代りに、反射方式の金属材に四角錐形状、円錐形状、多角錐形状、又はこれらの組み合わせ形状からなる貫通された入射部 3 1 0 a と出射部 3 1 0 b とを有するマイクロミラー 3 1 0 を複数配列したマイクロミラーアレイ 3 0 0 を形成することによって、拡散光の遮断のための別途の拡散光遮断部 2 1 1 を形成しないようにした。すなわち、前記マイクロミラーアレイ 3 0 0 を金属材で形成して、拡散光の遮断と入射光の集光透過をなすようにしたものである。

40

【 0 0 7 7 】

ここで、前記マイクロミラーアレイ 3 0 0 は、前記マイクロプリズムアレイ 2 0 0 と比較すると、材質、入射部及び出射部の構成のみが異なり、他の条件においては同様に構成される。

【 0 0 7 8 】

さらに具体的には、光の反射可能な金属材に四角錐形状、円錐形状、多角形状又はこれらの組み合わせ形状からなる貫通された入射部 3 1 0 a と出射部 3 1 0 b とを有するマイ

50

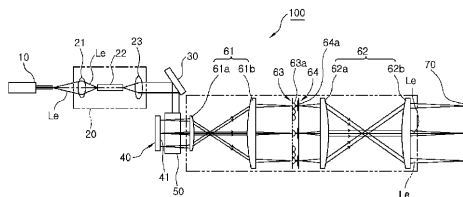
クロミラー 310 を複数形成して、各マイクロミラー 310 に入射される光  $L_e$  は入射後、マイクロミラー 310 の内側面から反射進行させ、ミラー穴 310 の外側に一部拡散される光  $L_e$  は、マイクロミラー 310 の入射部 310a の外側部分に形成された拡散光遮断領域により遮断されるようにすることによって、隣の画素に影響を及ぼす拡散光  $L_e$  は自然的に遮断されるようにする構成のみが異なり、他の条件や構成は同様である。

【0079】

以上説明した本発明は、上述の実施の形態及び添付した図面により限定されるものではなく、本発明の技術的思想から逸脱しない範囲内で様々な置換、変形及び均等な他の実施の形態への変形が可能であることは、本発明の属する技術分野における通常の知識を有する者にとって自明である。

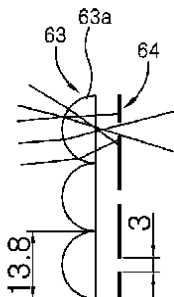
【図 1】

[Fig. 1]



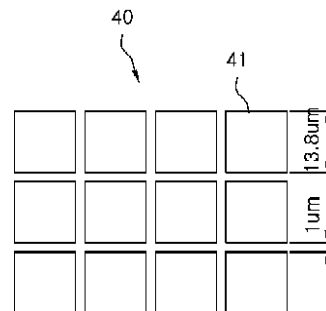
【図 2】

[Fig. 2]



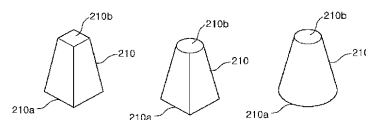
【図 3】

[Fig. 3]



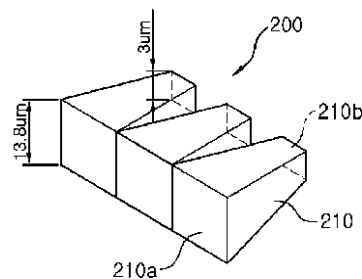
【図 4】

[Fig. 4]

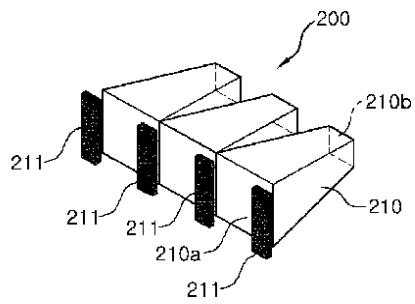


【図 5】

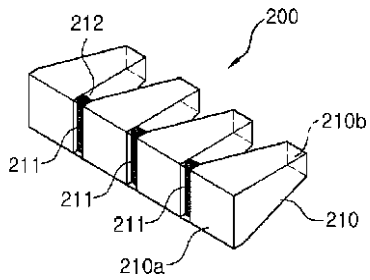
[Fig. 5]



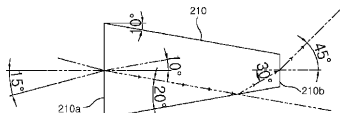
【図 6】  
[Fig. 6]



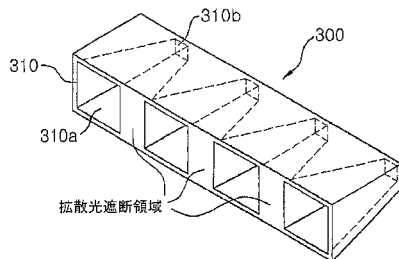
【図 7】  
[Fig. 7]



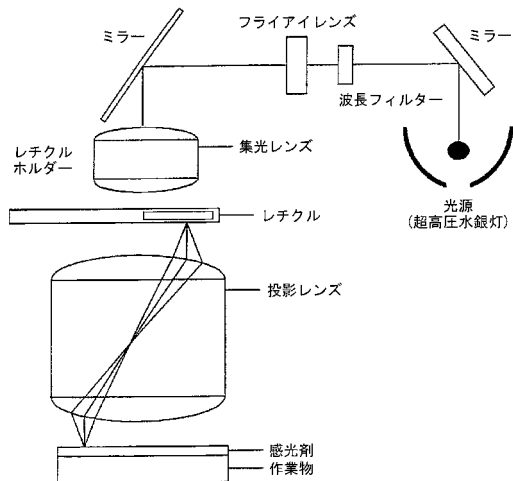
【図 8】  
[Fig. 8]



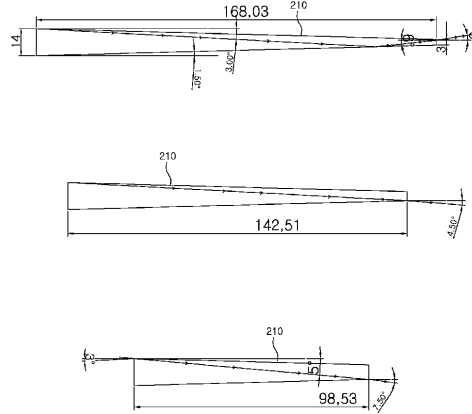
【図 11】



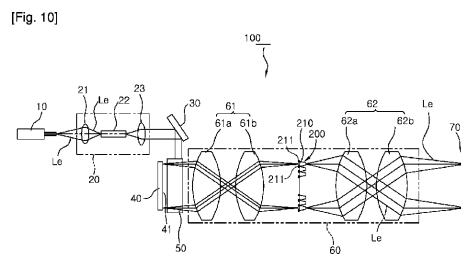
【図 12】



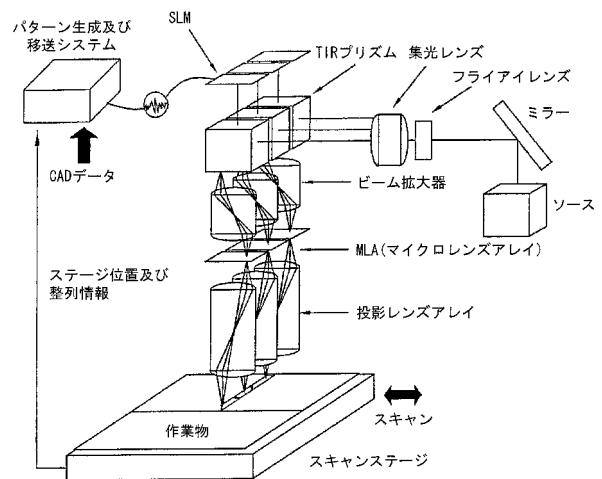
【図 9】  
[Fig. 9]



【図 10】



【図 13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 チョン, ジン ホ

大韓民国, 4 6 7 - 8 6 6 キョンギ - ド, イチョン - シ, プバル - ウプ, アミ - リ 4 7 5

審査官 渡戸 正義

(56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 2 9 3 0 9 9 ( J P , A )

特開 2 0 0 5 - 6 2 8 4 7 ( J P , A )

特開 2 0 0 3 - 2 3 2 9 0 1 ( J P , A )

特開 2 0 0 6 - 2 6 1 1 5 5 ( J P , A )

特開 2 0 1 0 - 1 0 7 0 1 ( J P , A )

特表 2 0 0 8 - 5 4 5 1 5 3 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 21/027

G03F 7/20

G02B 5/00 - 5/136