

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3707060号

(P3707060)

(45) 発行日 平成17年10月19日(2005.10.19)

(24) 登録日 平成17年8月12日(2005.8.12)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

HO 1 L 21/027  
 F 2 1 V 8/00  
 GO 2 B 6/00  
 GO 2 F 1/133  
 GO 3 F 7/20

HO 1 L 21/30 5 1 5  
 F 2 1 V 8/00 B  
 GO 2 B 6/00 3 0 1  
 GO 2 B 6/00 3 3 1  
 GO 2 F 1/133 5 3 5

請求項の数 7 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-170087  
 (22) 出願日 平成6年6月29日(1994.6.29)  
 (65) 公開番号 特開平8-17223  
 (43) 公開日 平成8年1月19日(1996.1.19)  
 審査請求日 平成13年6月13日(2001.6.13)

(73) 特許権者 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
 (74) 代理人 100095256  
 弁理士 山口 孝雄  
 (72) 発明者 山元 規彰  
 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式  
 会社ニコン 大井製作所内  
 (72) 発明者 菊池 哲男  
 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式  
 会社ニコン 大井製作所内

審査官 新井 重雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

投影露光すべきマスク上の複数の領域を照明するための照明光学装置であって、少なくとも2つの光源と、各光源からの光を集光して光源像を形成するための集光光学系と、前記光源と同数の入射端および前記複数の照明領域と同数の射出端を有し、前記入射端の各々に入射した各光源像からの光を前記複数の射出端へ導くためのライトガイド手段と、該ライトガイド手段の各射出端から射出された前記光源像からの光を前記マスクの対応する領域に照射するための照明光学系とを備え、前記ライトガイド手段は束ねられた複数の光ファイバーからなり、各射出端における光量が互いにほぼ等しくなるように光分割することを特徴とする照明光学装置。

10

【請求項2】

前記ライトガイド手段は、ランダムに束ねられた複数の光ファイバーからなり、前記複数の光ファイバーの数が各射出端において等分になるように分枝され、且つ各入射端において対応する前記光源の出力に応じて分枝されることを特徴とする請求項1に記載の照明光学装置。

【請求項3】

前記照明光学装置は、前記マスク上において複数の矩形の照明領域を照明し、前記ライトガイド手段の前記入射端は、ほぼ円形断面を有し、前記ライトガイド手段の前記射出端は、対応する照明領域とほぼ相似な矩形断面を有することを特徴とする請求項1または2に記載の照明光学装置。

20

## 【請求項 4】

前記ライトガイド手段の前記複数の射出端と前記複数の照明領域との間の光路中には、前記射出端からの光束を平行光束に変換するためのインพุットレンズと、該インพุットレンズを通過した平行光束に基づいて複数の光源像を形成するための多光源形成手段と、該多光源形成手段により形成された前記複数の光源像からの光束を前記照明領域に導くためのコンデンサーレンズとがそれぞれ配置され、

前記多光源像形成手段は、前記照明領域とほぼ相似の矩形状断面を有するレンズ素子を、全体としてほぼ円形状またはほぼ正方形の断面をもつように配置することによって構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の照明光学装置。

## 【請求項 5】

マスク上で所定の方向に延びた複数の領域を照明し、前記マスクと感光性基板とを投影光学系に対して前記所定の方向と直交する方向に走査して前記マスク上のパターンを前記感光性基板上に露光する走査型露光装置であって、

請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の照明光学装置を用いて前記複数の領域を照明することを特徴とする走査型露光装置。

## 【請求項 6】

投影露光すべきマスク上の複数の領域を照明するための照明方法であって、

少なくとも 2 つの光源からの光を供給し、

前記光源と同数の入射端および前記複数の領域と同数の射出端を有し且つ束ねられた複数の光ファイバーからなるライトガイドの前記入射端のそれぞれに前記光源からの前記光を導き、

前記入射端に導かれた前記光を複数の前記射出端での光量が互いにほぼ等しくなるように前記複数の射出端へ導き、

前記複数の射出端からの光を前記マスク上の前記複数の領域に照射することを特徴とする照明方法。

## 【請求項 7】

マスク上で所定の方向に延びた複数の領域を照明し、前記マスクと感光性基板とを投影光学系に対して前記所定の方向と直交する方向に走査して前記マスク上のパターンを前記感光性基板上に露光する走査露光方法であって、

請求項 6 に記載の照明方法を用いて前記複数の領域を照明することを特徴とする走査露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【産業上の利用分野】

本発明は照明光学装置に関し、特に半導体素子や液晶表示基板製造用の露光装置においてマスク上の複数の領域を照明する照明光学系に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

図 3 は、従来の照明光学装置の構成を示す図である。なお、(a) および (b) は、光軸を Z 軸とする X Y Z 直交座標系においてそれぞれ X Z 平面および Y Z 平面に沿った断面図である。

図 3 の照明光学装置は、たとえば水銀アーク灯等の光源 201 を備えている。光源 201 は楕円鏡 202 の第 1 焦点位置に位置決めされており、光源 201 から射出される光束は、楕円鏡 202 により集光され、楕円鏡 202 の第 2 焦点位置 E に光源像を形成する。

## 【0003】

この光源像からの光束は、インพุットレンズ 203 に入射し、平行光束に変換された後、多光源形成手段であるオプティカルインテグレータ 204 に入射する(入射面を F で示す)。図 3 (c) に示すように、オプティカルインテグレータ 204 を構成するエレメントレンズ 207 は、照明領域の形状とほぼ相似な長形状の断面を有する。そして、オプティカルインテグレータ 204 は、図 3 (a) および (b) に示すように、全体としてほぼ

10

20

30

40

50

正方形断面を形成するように複数のエレメントレンズ 207 を縦横に配列して構成されている。

【0004】

このオプティカルインテグレータ 204 に入射した平行光束は集光され、その射出面 G において複数の光源像を形成する。この複数の光源像からの光束は、射出面 G の直後に位置決めされた開口絞り 205 を介してコンデンサーレンズ 206 に入射する。コンデンサーレンズ 206 を介した複数の光源像からの光束は、マスク面 R 上の矩形形状の照明領域を重畳的に且つ均一に照明する。

【0005】

なお、近年、マスクの大型化に伴い、所定の方向に延びた複数の領域においてマスクを照  
10  
明しながら、マスクと感光基板とを投影光学系に対して前記所定方向と直交する方向に走査することによって、マスク上のパターンを感光基板上に一括露光する、いわゆる走査型露光装置が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上述のようないわゆる走査型露光装置に対して図 3 の従来の照明光学装置を適用する場合、照明領域の個数分だけ従来の照明光学装置を並べることが必要となる。換言すれば、上述のような従来技術においては、照明領域の所要個数だけ光源が必要となる。

【0007】

したがって、装置全体が巨大なものとなり、特に個々の照明領域が小さい間隔を隔てて隣  
20  
接しているような場合、光源や楕円鏡の配置が困難になるという不都合があった。

さらに、照明領域の個数分だけ従来の照明光学装置を並べる場合には、光源に不具合が生じたとき、たとえば複数の光源のうちの 1 つが点灯しなくなったときには、露光装置が全く機能しなくなるという不都合があった。

また、オプティカルインテグレータの各レンズエレメントの断面形状を照明領域と相似の長方形にし、各レンズエレメントの入射端面とマスク面とを共役にすると、光量損失を防ぐのに有利である。しかしながら、各レンズエレメントの射出端に形成される光源像は長方形ではなくほぼ円形状であるため、レンズエレメントの射出端において光量損失が発生するという不都合があった。

【0008】

本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、マスク上において複数の照明領域を照射することのできる全体的に小型の照明光学装置を提供することを目的とする。  
30

【0009】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明においては、投影露光すべきマスク上の複数の領域を照明するための照明光学装置であって、少なくとも 2 つの光源と、各光源からの光を集光して光源像を形成するための集光光学系と、前記光源と同数の入射端および前記複数の照明領域と同数の射出端を有し、前記入射端の各々に入射した各光源像からの光を前記複数の射出端へ導くためのライトガイド手段と、該ライトガイド手段の各射出端から射出された前記光源像からの光を前記マスクの対応する領域に照射するための照明光学系とを備え  
40  
、前記ライトガイド手段は束ねられた複数の光ファイバーからなり、各射出端における光量が互いにほぼ等しくなるように光分割することを特徴とする照明光学装置を提供する。

【0010】

好ましい態様によれば、前記ライトガイド手段は、ランダムに束ねられた複数の光ファイバーからなり、前記複数の光ファイバーの数が各射出端において等分になるように分枝され、且つ各入射端において対応する前記光源の出力に応じて分枝される。

【0011】

【作用】

本発明では、各光源からの光束を集光手段である各楕円鏡によって集光して各光源の像を形成させた後、光源と同数の入射端を有するライトガイド手段の各入射端に各光源像の光  
50

束を入射させる。ライトガイド手段は束ねられた複数の光ファイバーからなり、入射した各光源像の光束を、所要数の照明領域と同数の射出端に導く。なお、ライトガイド手段の各射出端における光量が互いにほぼ等しくなるように、上記複数の光ファイバーは各入射端および各射出端において適宜分枝されている。ライトガイド手段の各射出端からの光束は、照明光学系を介してそれぞれ対応する照明領域を照射する。

#### 【0012】

このように、本発明の照明光学装置では、光源からの光を所要数の光源像に光分割することができる。このため、数の少ない光源により所要数の照明領域を照らすことができる。その結果、光源の数を減らすことができるので、装置全体が小型化する。また、照明領域の所要数およびその配置間隔にかかわらず、光源および楕円鏡の配置を容易に行うことが

10

可能になる。  
なお、光量不足の場合であって光源の配置が可能な場合には、逆に光源の個数を増やすこともできる。

#### 【0013】

また、ライトガイド手段はランダムに束ねられた複数の光ファイバーからなり、各入射端において対応する光源の出力に光ファイバーの数が比例するように按分分枝され、各射出端において光ファイバーの数が等分になるように等分分枝されているのが好ましい。

この場合、各光源の出力の変動（バラツキ）に依存することなく、ライトガイドの各射出端から射出される光束の光量はほぼ等しくなる。したがって、各照明領域の放射照度を等しくするのに有利である。

20

#### 【0014】

ライトガイド手段の各射出端からの光束は、それぞれインพุットレンズにより平行光束に変換された後、それぞれ多光源形成手段であるオプティカルインテグレータに入射する。そして、各オプティカルインテグレータの射出面に複数の光源像（ライトガイド手段の射出面の像）が形成される。

このオプティカルインテグレータのレンズ素子の入射面とマスク面とが共役であるため、レンズ素子の断面を照明領域の形状と相似の矩形状にすることにより光量損失を防ぐことができることは上述したとおりである。なお、本明細書において、矩形状とは全体的にはほぼ矩形であることを意味し、台形等の矩形に近い形状をすべて含む概念である。

#### 【0015】

そこで、ライトガイド手段の各入射端の断面形状をほぼ円形形状（光源像の形状）にし、ライトガイド手段の各射出端の断面形状をオプティカルインテグレータのレンズ素子の断面形状と相似、すなわち照明領域の形状と相似の矩形状に整形することにより、光量効率を向上させることができる。

30

こうして、各オプティカルインテグレータの各射出面に形成された複数の光源像からの光束は、それぞれコンデンサーレンズを通ることにより、光量損失することなくマスク面上の各照明領域を重畳的に均一照明することができる。

#### 【0016】

##### 【実施例】

本発明の実施例を、添付図面に基づいて説明する。

40

図1は、本発明の実施例にかかる照明光学装置の構成を模式的に説明する図である。また、図2(a)は図1のライトガイド103以降の照明光学系を横から見た図であり、(b)は図1のライトガイド103の各入射端の断面図であり、(c)は図1のライトガイド103の各射出端の断面図であり、(d)は図1のオプティカルインテグレータ105の各レンズ素子の斜視図である。

#### 【0017】

図1の照明光学装置は、たとえば3つの光供給手段110a~110cを備えている。光供給手段は、その数が3つに限定されるものではなく、またそれぞれ同じ構成を有する必要はない。しかしながら、本実施例では各光供給手段が同じ構成を有するので、光供給手段110aについてのみ構成を示し、他の光供給手段110bおよび110cについては

50

重複する説明を省略する。

【0018】

光供給手段110aは、集光手段としての楕円鏡102aと、楕円鏡102aの第1焦点位置に配置された光源101aとにより構成されている。光源101aは、たとえばg線、h線、i線等の輝線を有する光束を出力する水銀アーク灯等の光源である。

光源101aより射出された光束は楕円鏡102aにより集光され、楕円鏡102aの第2焦点位置A1に光源像を形成する。同様にして光供給手段110b、110cでは、位置A2、A3にそれぞれ光源像を形成する。

【0019】

位置A1～A3に形成された光源像の光は、同じく位置A1～A3に位置決めされたライトガイド103の各入射端に入射する。ライトガイド103は、ランダムに束ねられた複数の光ファイバーからなり、光源の個数（本実施例では3つ）と同数の入射端を有し、且つ照明領域の個数（本実施例では4つ）と同数の射出端を有する。なお、ライトガイド103を構成する複数の光ファイバーは、各入射端および各射出端において等分に分枝されている。そして、各入射端は図2（b）に示すように光源像とほぼ相似な円形状に、各射出端は図2（c）に示すように照明領域の形状とほぼ相似な矩形形状に構成されている。

10

【0020】

こうして、位置A1～A3に形成された各光源像からの光は、ライトガイド103の対応する入射端にそれぞれ入射し、ランダムに混合された後、各射出端から等分に光分割されて射出する。

20

ライトガイド103の各射出端の位置B1～B4以降には、それぞれ同じ構成を有する4つの照明光学系120a～120dが並列的に配置されている。したがって、照明光学系120aについてのみ構成を示し、他の照明光学系120b～120dについては重複する説明を省略する。

【0021】

ライトガイド103の4つの射出端のうち位置B1に位置決めされた射出端からの光束は、照明光学系120aのインพุットレンズ104aに入射する。インพุットレンズ104aを通過した光は平行光束に変換され、多光源形成手段であるオプティカルインテグレータ105aに入射する（入射面をC1で示す）。

30

図2（d）に示すように、このオプティカルインテグレータ105aを構成するエレメントレンズ108は、対応する照明領域の形状（矩形形状）とほぼ相似な形状の断面を有する。そして、図2（a）および図1に示すように、オプティカルインテグレータ105aは、全体としてほぼ正方形断面を形成するように複数のエレメントレンズ208を縦横に配列することによって構成されている。

【0022】

オプティカルインテグレータ105aに入射した光束は集光され、オプティカルインテグレータ105aの射出端D1において、複数の光源像（B1に配置されたライトガイド103の射出端の像）が形成される。

オプティカルインテグレータ105の射出端D1に形成された複数の光源像は、その直後に配置された円形開口絞り106aにより円形に整形される。円形に整形された複数の光源像からの光束は、コンデンサーレンズ107aを通過し、マスク面R上において矩形領域の領域を重畳的に均一照明する。

40

【0023】

同様に、位置B2～B4にそれぞれ配置されたライトガイド103の他の射出端の各々からの光束は、マスク面R上において対応する他の矩形領域を重畳的かつ均一に照明する。

なお、上述したように、ライトガイド103の各射出端の断面形状を、照明領域の形状とほぼ相似な、換言すればオプティカルインテグレータを構成するエレメントレンズ108の断面形状とほぼ相似な矩形形状に構成している。こうして、オプティカルインテグレータ

50

105 a ~ 105 d の各射出端 D 1 ~ D 4 における光量損失を防ぐことができる。

【0024】

このように、本実施例の照明光学装置によれば、複数の光供給手段からの光束を、ランダムに束ねられた光ファイバーにより構成されるライトガイドを介して所要数の光源像に等しく光分割し、後続する各照明光学系に導く。このため、各光源の出力の変動（バラツキ）に依存することなく、各照明領域の放射照度を等しくすることができる。

また、光源の個数が照明領域の個数と同数である必要がないので、光源の個数を減少させることにより、光源および楕円鏡の配置が容易になるとともに、省電力化を図ることができる。

【0025】

また、多光源形成手段であるオプティカルインテグレータの入射面とマスク面とは供役となっているため、オプティカルインテグレータのエLEMENTレンズの断面形状を照明領域と相似な矩形状にすることにより、光量損失なく均一に照明することができる。

さらに、ライトガイドの各射出端を照明領域と相似な矩形状にすることにより、オプティカルインテグレータの各射出端に形成される光源像もELEMENTレンズの断面形状と相似な矩形上となることから、オプティカルインテグレータ内での光量損失を抑えることができる。

【0026】

【効果】

以上説明したように、本発明の照明光学装置では、光源の個数を所要の照明領域の数よりも減少させることができるので、装置全体を小型化することができるとともに、光源および楕円鏡の配置が容易になる。

また、ランダムに束ねた複数の光ファイバーでライトガイドを構成することにより、各光源の出力に変動（バラツキ）があっても各照明領域の放射照度を等しくすることができるので、転写精度が著しく向上する。

さらに、ライトガイドの各射出端を照明領域と相似な矩形状にすることにより、オプティカルインテグレータの各射出端での光量損失を抑えることができるので、光量効率が著しく向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例にかかる照明光学装置の構成を模式的に説明する図である。

【図2】(a)は図1のライトガイド103以降の照射光学系を横から見た図であり、(b)は図1のライトガイド103の各入射端の断面図であり、(c)は図1のライトガイド103の各射出端の断面図であり、(d)は図1のオプティカルインテグレータ105の各レンズ素子の斜視図である。

【図3】従来の照明光学装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

101、201	水銀アーク灯	
102、102	楕円鏡	
103	ライトガイド	
104、203	インプットレンズ	
105、204	オプティカルインテグレータ	
106、205	開口絞り	
107、206	コンデンサーレンズ	
108、207	オプティカルインテグレータの各レンズ素子	

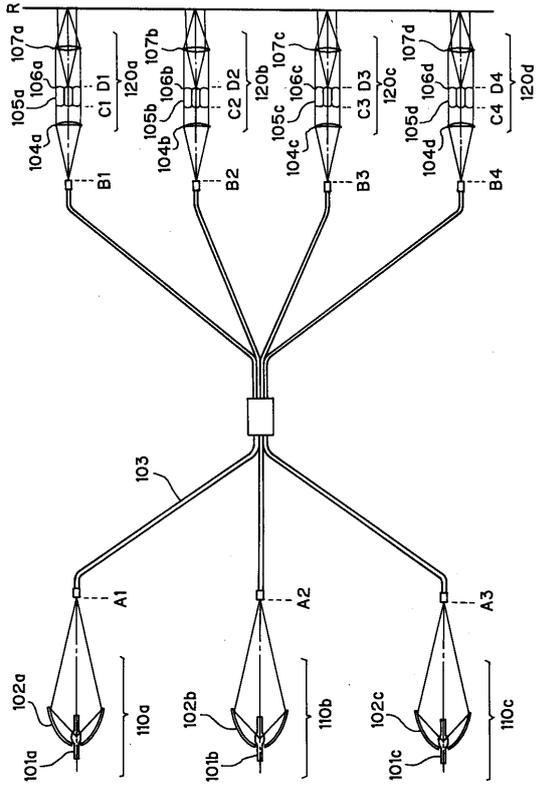
10

20

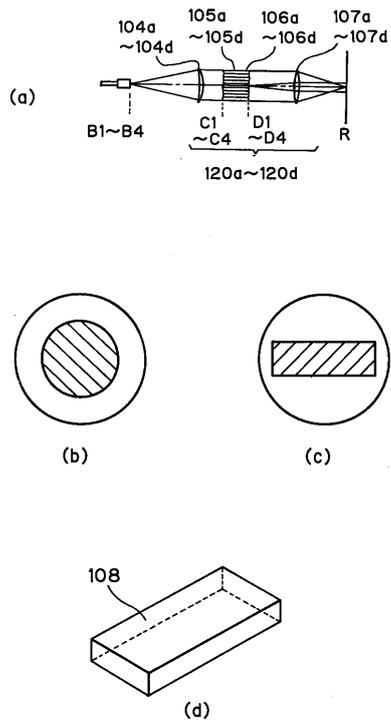
30

40

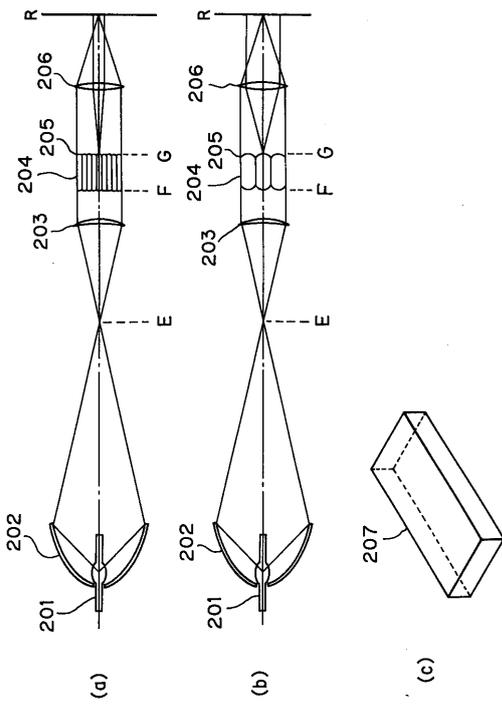
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

G 0 3 F 7/20 5 0 1

(56)参考文献 特開平 0 6 - 0 2 9 1 9 0 ( J P , A )

特開平 0 5 - 1 2 6 7 4 8 ( J P , A )

特開昭 6 4 - 0 0 5 0 1 6 ( J P , A )

特開平 0 6 - 0 2 9 1 8 9 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B 名)

H01L 21/027

G02B 6/00 301

G02F 1/133 535

G03F 7/20 501