

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-523944
(P2006-523944A)

(43) 公表日 平成18年10月19日(2006.10.19)

(51) Int.C1.

H01L 21/027	(2006.01)
G03F 7/20	(2006.01)
G02B 5/08	(2006.01)

F 1

H01L	21/30	531A
G03F	7/20	503
G02B	5/08	B

テーマコード(参考)

2H042
2H097
5FO46

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2006-505094 (P2006-505094)
 (86) (22) 出願日 平成16年4月13日 (2004.4.13)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年10月14日 (2005.10.14)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2004/003855
 (87) 國際公開番号 WO2004/092844
 (87) 國際公開日 平成16年10月28日 (2004.10.28)
 (31) 優先権主張番号 10317667.5
 (32) 優先日 平成15年4月17日 (2003.4.17)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(71) 出願人 503263355
 カール・ツァイス・エスエムティー・アーゲー
 ドイツ連邦共和国、ディー-73447
 オベルコッヘン、カールツァイスーシュトラーセ 22
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊

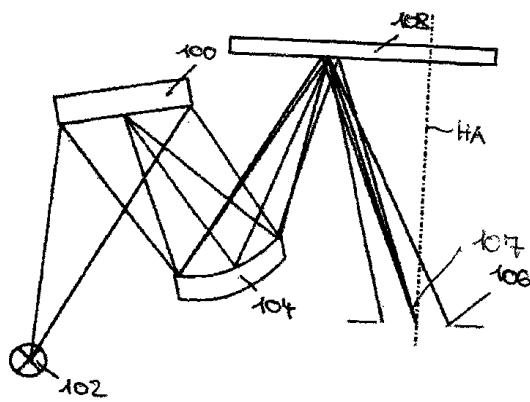
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置のための光学素子

(57) 【要約】

【課題】本発明は、193nmの波長を有する照明装置のための光学素子(100)であつて、この照明装置は光源(102)と、フィールド面(108)と、出射瞳(106)とを有してなる光学素子に関する。

【解決手段】光学素子(100)は多数のファセットを有し、これらのファセットは、各々のファセットが前記光源(102)から光を受け取り、光をフィールド面(24)における割り当てられた離散的な点に導くように設けられており、かような偏向角を有し、離散的な点は、フィールド面(108)におけるフィールドが所定の形で照明されるように、選択されており、各々のファセットは、フィールド面(24)における夫々に割り当てられた離散的な点によって、照明装置の出射瞳(106)の割り当てられた領域を照明する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

193 nm 以下の波長を有する照明装置のための光学素子(100)であって、前記照明装置は、光源(102)と、フィールド面(108)と、出射瞳(106)とを有してなる光学素子において、

この光学素子(100)は、多数のファセットを有し、これらファセットは、各ファセットが、前記光源(102)から光を受け取り、光をフィールド面(24)における割り当てられた離散的な点に導くよう偏向角を有して設けられており、前記離散的な点は、前記フィールド面(108)におけるフィールドが所定の形で照明されるように、選択されていること、および各々のファセットは、前記フィールド面(24)における夫々に割り当てられた離散的な点によって、前記照明装置の前記出射瞳(106)の割り当てられた領域を照明することを特徴とする光学素子(100)。

【請求項 2】

前記多数のファセットは、フィールド点から走査方向における路に沿って結果的に生じる、前記出射瞳(106)の積分された照明が、十分に均一であるように、偏向角およびかのような大きさを有して、設けられていることを特徴とする請求項1に記載の光学素子(100)。

【請求項 3】

フィールド点から走査方向における任意の路に沿って結果的に生じる、前記出射瞳(106)の積分された照明は、好ましくは円形または双極子形または四極子形または環状であることを特徴とする請求項2に記載の光学素子(100)。

【請求項 4】

前記フィールド面(108)における前記フィールドは、環状フィールドセグメントであり、前記環状フィールドセグメントの中央における径方向は、前記照明装置の走査方向を定めることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1に記載の光学素子(100)。

【請求項 5】

走査方向に延びている直線上に位置している、前記フィールド面におけるすべての点の、その照明成分の各々の積分によって、前記出射瞳(106)の、同一の、積分された部分照明が結果として生じることを特徴とする請求項4に記載の光学素子(100)。

【請求項 6】

前記光学素子(100)は、多数の光源の像によって作られ、これらの光源の像を前記フィールド面(108)に結像させることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1に記載の光学素子(100)。

【請求項 7】

前記光源(102)から前記光学素子(100)への光路は、他の光学素子を有しないことを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1に記載の光学素子(100)。

【請求項 8】

前記ファセットの前記偏向角は、集光作用を発生させるように設定されていることを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1に記載の光学素子(100)。

【請求項 9】

少なくとも1つのファセットが、光学的な屈折力を有することを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1に記載の光学素子(100)。

【請求項 10】

前記光学素子の少なくとも1つのファセットは、平面ファセットであることを特徴とする請求項1ないし8のいずれか1に記載の光学素子(100)。

【請求項 11】

光源(102)と、フィールド面(108)と、光学素子(100)と、出射瞳(106)とを有する、特に EUV リソグラフィのための、193 nm 以下の波長のための照明装置において、

前記光学素子(100)は、多数のファセットを有し、これらのファセットは、各々の

10

20

30

40

50

ファセットが前記光源（102）から光を受け取り、光をフィールド面（24）における離散的な点に導くような偏向角を有して設けられており、前記離散的な点は、前記フィールド面（108）におけるフィールドが所定の形で照明されるように、選択されていること、および各ファセットは、前記フィールド面（24）における夫々に割り当てられた離散的な点によって、前記照明装置の前記出射瞳（106）の、割り当てられた領域を照明することを特徴とする照明装置。

【請求項12】

前記多数のファセットは、フィールド点から走査方向における路に沿って結果的に生じる、前記出射瞳（106）の積分された照明が、十分に均一であるように偏向角およびかのような大きさを有して設けられていることを特徴とする請求項11に記載の照明装置。 10

【請求項13】

フィールド点から走査方向における任意の路に沿って結果的に生じる、前記出射瞳（106）の積分された照明は、好ましくは円形または四極子形または環状であることを特徴とする請求項12に記載の照明装置。

【請求項14】

前記フィールド面（108）における前記フィールドは、環状フィールドセグメントであり、前記環状フィールドセグメントの中央における径方向は、前記照明装置の走査方向を定めることを特徴とする請求項11ないし13のいずれか1に記載の照明装置。 20

【請求項15】

前記光学素子（100）は、前記フィールド面（108）における前記環状フィールドセグメントを形成することを特徴とする請求項14に記載の照明装置。 20

【請求項16】

前記光学素子（100）は、多数の光源の像によって作られ、これらの光源の像を前記フィールド面（108）に結像させることを特徴とする請求項11ないし15のいずれか1に記載の光学素子（100）。

【請求項17】

前記光源（102）から前記光学素子（100）への光路は、他の光学素子を有しないことを特徴とする請求項11ないし16のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項18】

前記照明装置は、更に、前記フィールド面（108）において前記環状フィールドセグメントを形成するためのすれすれ入射形のフィールド鏡（110）を有することを特徴とする請求項11ないし17のいずれか1に記載の照明装置。 30

【請求項19】

前記すれすれ入射形のフィールド鏡（110）は、凸面状の形を有することを特徴とする請求項18に記載の照明装置。

【請求項20】

前記照明装置は、更に、前記光学要素（100）を前記出射瞳へ結像させるための結像型の光学素子（104）を有することを特徴とする請求項11ないし19のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項21】

走査方向に延びている直線上に位置している、前記フィールド面におけるすべての点の、その照明成分の各々の積分のために、前記出射瞳（106）の、同一の、積分された部分照明が結果として生じることを特徴とする請求項11ないし20のいずれか1に記載の照明装置。 40

【請求項22】

前記光学素子は交換可能であり、この結果、照明の種々の形が前記出射瞳（106）において形成されることができる特徴とする請求項11ないし21のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項23】

特にEUVリソグラフィのための、193nm以下の波長のための照明装置であって、 50

この照明装置は、光源からまたは光源の像からフィールド面への光路において、ファセットのある只1つの光学素子を有し、この光学素子は、前記光源またはこの光源の像を、前記照明装置のフィールド面へ結像させるのみならず、前記照明装置の瞳も照明することを特徴とする照明装置。

【請求項24】

特にEUVリソグラフィのための、193nm以下の波長のための照明装置であって、この照明装置は、光源からまたは光源の像からフィールド面への光路において、ファセットのある只1つの光学素子および只1つの他の鏡を有し、前記光学素子は、前記光源を、前記照明装置のフィールド面へ投影するのみならず、照明装置の瞳も照明する照明装置。

【請求項25】

前記他の鏡は、垂直入射形の鏡であることを特徴とする請求項24に記載の照明装置。

【請求項26】

前記垂直入射形の鏡は、集光作用を有することを特徴とする請求項25に記載の照明装置。

【請求項27】

前記鏡は、すれすれ入射形の鏡であることを特徴とする請求項24に記載の照明装置。

【請求項28】

特にEUVリソグラフィのための、193nm以下の波長のための照明装置であって、只1つの、ファセットのある光学素子および少なくとも1つのすれすれ入射形の鏡を有する照明装置。

【請求項29】

更に、垂直入射形の鏡を有する請求項28に記載の照明装置。

【請求項30】

光源の光または光源の像を受け取るためのコレクタユニットを有し、前記光源の、受け取られた光は、前記只1つの、ファセットのある光学素子を照明する、請求項28または29に記載の照明装置。

【請求項31】

マイクロリソグラフィのための、特にEUV範囲にある特に193nm以下の波長のための投影露光装置であって、請求項11ないし30のいずれか1に記載の照明装置および投影対物レンズ(112/212)を有する投影露光装置。

【請求項32】

前記投影対物レンズは、少なくとも6つの鏡を有することを特徴とする、マイクロリソグラフィのための、特にEUVリソグラフィのための、特に193nm以下の波長のための請求項31に記載の投影露光装置。

【請求項33】

前記投影対物レンズは、少なくとも8つの鏡を有することを特徴とする請求項31または32に記載の投影露光装置。

【請求項34】

前記照明装置は、前記投影露光装置のフィールド面を照明し、このフィールド面にはマスクが設けられており、前記投影対物レンズは、前記マスクの像を、感光性の支持体基板に投影し、この支持体基板には、感光性の物体が設けられていることを特徴とする請求項31ないし33のいずれか1に記載の投影露光装置。

【請求項35】

マイクロ電子式の構成部材、特に半導体チップを、請求項31ないし34のいずれか1に記載の投影露光装置によって製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特にEUVリソグラフィ用の、193nm(193nm以下)の波長を有する照明装置のための、光学素子に関する。照明装置は、光源、フィールド面および出射

10

20

30

40

50

瞳を有し、照明装置は多数の多数のファセットを有する。

【0002】

特に好みの実施の形態では、本発明は、更に、特にEUVリソグラフィのための、193nmの波長のための照明装置を用いる。この照明装置は、光学素子が多数のファセットを有し、これらのファセットは、光学素子によってフィールド面におけるフィールドが照明され、かつ出射瞳が所定の形で照明されるような装置を、光学素子上に有することを特徴とする。

【0003】

電子式の構成部材のための構造体の幅を、特にサブミクロンの範囲で、なお一層減少させることができるためにには、マイクロリソグラフィのために用いられる光の波長を減少させる必要がある。193nm以下の波長の場合、例えば、軟X線を用いたリソグラフィ、いわゆるEUVリソグラフィが考えられる。

【0004】

EUVリソグラフィのために適切な照明装置が、出来る限り僅かな反射によって、EUVリソグラフィのために予め設定されたフィールド、特に環状フィールドセグメントを、均質にすなわち均一に照明することを意図される。更に、各々のフィールド点のための出射瞳が、走査過程後に、所定の充満度(Fuellgrad)まで照明され、照明装置の出射瞳が後続の対物レンズの入射瞳に位置していることが意図される。

【背景技術】

【0005】

US 5,339,346からは、EUV放射線を用いるリソグラフィ手段のための照明装置が公知である。レクチル面で均等に照明するためにおよび瞳を光で充満するために、US 5,339,346は、集光レンズとして構成されており、対称的に設けられた少なくとも4つの対の鏡ファセットを有するコンデンサを提案する。光源としては、プラズマ光源が用いられる。

【0006】

US 5,737,137には、プラズマ光源を有し、サブステージ用反射器を有する照明装置が示されている。この照明装置では、球の鏡によって、照明されるマスクまたはレチクルの明るさが達成される。この照明装置はクリティカル照明を有する照明装置である。

【0007】

US 5,361,292は、プラズマ光源が設けられており、点状のプラズマ光源が、偏心的に設けられた5つの非球面状の鏡を有するコンデンサによって、環状に照明される面に結像されてなる照明装置を示す。特別な後続した順序のすれすれ入射形の鏡によって、環状に照明された面が入射瞳に結像される。

【0008】

US 5,581,605からは、光子放射器がハニカム・コンデンサによって多数の二次光源に分割されてなる照明装置が公知である。このことによって、均等なまたは均一な明るさがレクチル面で達成される。露光されたウエハへのレクチルの結像が、従来の縮小光学系によってなされる。照明用光路には、まさしく1つの走査される鏡が、同じに湾曲された素子を有する。

【0009】

US 4,195,913からは、ファセットによって反射された多数の光線束が1つの面に重なるので、この面では、十分に均等なエネルギー配分が生じるように、ファセットが鏡面に設けられてなる、ファセットのある鏡要素が公知である。前記面では、フィールドは所定の形を有しない。

【0010】

US 4,289,380は、調整可能な、ファセットのある鏡を示す。この鏡は、多数の矩形のブロックセグメントを有し、これらのブロックセグメントは互いに傾動されるので、鏡によって反射された光線束が1つの面で重なる。US 4,195,913の場合のように、フィールドがその面で如何に見えるかについて記述はされない。

【0011】

10

20

30

40

50

US 4,202,605からは、冷却された六角形のファセットを有する、アクティブな、セグメント化された鏡が公知である。

【0012】

EUV放射源の、特にシンクロトン放射源の光を集めるために、US 5,485,498は、平面鏡としてデザインされている多数のファセットを有し、これらのファセットは、EUV放射源からの放射線が平行な束へ転向されるように、かのように設けられていてなるコレクタ鏡 (Kollektorspiegel) を提案する。

【0013】

DE 199 03 807 A1および対応のUS 6,198,793からは、ラスタ素子を有する2つの鏡またはレンズを具備するEUV照明装置が公知である。このような装置は、二重のファセットのあるEUV照明装置とも呼ばれる。

【0014】

DE 199 03 807 A1には、二重のファセットのあるEUV照明装置の原理的な構造が示されている。DE 199 03 807に記載の照明装置の出射瞳における明るさは、第2の鏡にラスタ要素を設けることによって、定められる。

【0015】

二重のファセットのあるEUV照明装置は、EP-A-1026547から公知である。EP-A-12628 36は、多数の鏡要素を有する反射型の光学素子を示す。多数の鏡要素は、平行になった光線を多数の個別光線へ分割しあつ偏向する。

【0016】

EP-A-1024408は、少なくとも2つの非結像型の光学素子を有するEUV照明装置を提案する。この場合、第1の非結像型の光学素子は光源の光を集め、EUV照明装置の出射瞳を照明するために、所定の光の分配を用いる。出射瞳は例えば環の形で存在することができる。従って、このコレクタは有限遠では光源の像を作らない。

【0017】

第2の非結像型の光学素子は光源の光を受け取る。この光は、光が実質的に平面波または球面波の形で放射されるように形成された基本形を有する。この場合、第2の光学素子の基本形は、光源が、第1のおよび第2の光学素子の組合せによって、無限遠か有限遠に位置している共役の面へ結像されるように、構成されている。

【0018】

第2の非結像型の光学素子は、EP-A-1024408に記載のように、フィールドの形成のみに用いられ、多数のファセットまたはラスタ要素を有する。これらは第2の光学素子の基本形に重なっている。その目的は、フィールド面で、均等な照明を用いるためである。これらのファセットが4ないし $10 \mu m^2$ の表面サイズで形成されていることは好ましく、EUV照明装置の入射瞳によって確定される面の付近に設けられている。

【0019】

以下、上記2つの非結像型の光学素子に対しては、EP-A-1024408では、更に、2つの光学素子が、この第2の非結像型の素子とフィールド面との間に設けられている。その目的は、フィールドの所望の形成を達成するためである。特に、短い波長に基づいて反射型の光学系が用いられるときには、各々の追加の光学素子は光の損失の増大を意味するので、EP-A-1024408で提案された解決策は、多数の光学構成要素の故に不都合である。

【0020】

更に、EP-A-1024408には、環状フィールドセグメントをフィールド面に形成するためには、第2の非結像型の光学素子におけるファセットの偏向角および配列が如何に選択されるべきは全然記載されていない。

【0021】

EP-A-1024408の他の不都合は、出射瞳において光の分配を用いるためにおよびフィールド面でフィールドを照明するために、常に2つの非結像型の光学素子、すなわち、コレクタおよびフィールド形成型の素子が必要とされることである。

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0022】**

本発明の課題は、従来の技術の欠点を解消することであり、特に、EUV照明装置の構成要素の数を減らしつつ光の損失を最小限にすることが意図される。

【課題を解決するための手段】**【0023】**

発明者は、驚いたことに、多数のファセットを有する光学素子の場合に、この光学素子によってフィールド面におけるフィールドおよび照明装置の出射瞳が所定の方法で照明されるように、光学素子におけるファセットの配列および偏向角を選択することができることを認識した。10

【0024】

上記課題は、多数のファセットを有する光学素子の場合に、この光学素子によってフィールド面におけるフィールドおよび照明装置の出射瞳が所定の方法で照明されるように、光学素子におけるファセットの配列および偏向角を選択することができることによって解決される。

【0025】

本発明の他の観点では、このような構成要素を有し、光の損失が非常に少ない照明装置が記載される。

【0026】

本発明では、このような、ファセットのある只1つの光学構成要素を有する照明装置を記載することが可能である。光源または光源の像が様々に実質的にフィールド面に結像され、この只1つの光学素子によって照明装置の瞳も照明される。20

【0027】

フィールド面における照明されるフィールドは環状フィールドセグメントであってよい。走査型の照明装置の場合、環状フィールドセグメントの中央における径方向が、照明装置の走査方向を定める。

【0028】

本発明に係わる光学素子を有する照明装置の場合、環状フィールドの形成は、光学素子自体によってもなされることができる。

【0029】

このような場合、フィールド形成型の光学構成要素を省略することができる。30

【0030】

環状フィールドセグメントの照明は、フィールド形成型の光学素子によてもなされることができる。この場合、ファセットのある光学素子は簡単な構造を有する。光の損失を防止するためには、フィールド形成のために、すれすれ入射形の鏡を用いることは好ましい。すれすれ入射形の鏡の場合、面に対する垂線に対する十分に大きな入射角がなければならない。入射角は60°よりも大きく、好ましくは70°よりも大きく調整される。更に、ファセットのある光学素子を照明装置の出射瞳へ結像する結像光学系が設けられてもよい。

【0031】

追加の光学構成要素、例えばフィールド形成型のおよび/または結像型の光学素子の、照明装置での使用または省略は、本発明に係わる、ファセットのある光学素子の配列および偏向角にのみ作用する。それ故に、このような素子の使用によって、EUV照明装置が非常に柔軟に構成されることができる。40

【0032】

本発明に係わる照明装置がクリティカルな照明装置として形成されていることは好ましい。クリティカルな照明装置は、光源または光源の像を実質的にフィールドを結像する照明装置を意味する。このことから出発して、以下に記述するように、本発明に係わる光学素子におけるファセットの配列および偏向角を、好ましくは格子ネット変換によって定める。

【 0 0 3 3 】

格子ネット変換の際には、まず、フィールド点の一部である各々の瞳が、ネット格子によって表わされる。照明装置のフィールド面に結像される光源の像の延在に対応して、およびテレセントリの誤差の要求を考慮して、若干数の離散的なフィールド点が選択される。これらのフィールド点によって、フィールド面のフィールドセグメントに、十分に均等な照明強度が達成される。次に、瞳のネット格子は、各々のフィールド点によって、光学素子の面へ逆方向に迫られる。それ故に、光学素子の面にファセットネットが生じる。光学素子の面には、変換ネットがデザインされる。変換ネットに関しては、1つのセル当たり同じ照射強度という周辺条件が満たされる。次に、ファセットネットが変換ネット上に置かれ、双方のネットは、変換ネットがデカルト座標の、すなわち等距離かつ直角のネットになるように、変換される。変換されたファセットネットの各々の格子点の回りに、1つのファセットが形成される。ファセットの大きさは、次の格子点からの最大限許される間隔によって定められる。以下に、ファセットネットが変換ネット上で再度逆変換される。次に、最後に得られたファセットネットでは、個々のファセットの傾斜角は、割り当てられたフィールド点によって定められる。改善された実施の形態では、最小限の光の損失を達成するために、瞳およびフィールドにおけるネット点の最適化がなされることが提案されていることができる。

【 0 0 3 4 】

前述のように、非結像型の光学素子を有する照明装置は、本発明では、EP-A-1024408の形の従来技術に比較して、光の損失の少なさを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

EP-A-1024408から公知の照明装置とは逆に、本発明に係わる照明装置は、只1つの、ファセットのある光学素子を有する。この光学素子は、フィールド面におけるフィールドおよび出射瞳を、所定の形に、例えば円形に、四極子形にまたは環状に照明する。このような、ファセットのある光学素子の場合、光学素子におけるファセットは、フィールド面におけるフィールドおよび出射瞳が所定の形に照明されるような配列およびそのような偏向角を有する。

【 0 0 3 6 】

このような素子は鏡面反射器とも呼ばれる。この素子は、入射波が、反射器の所定の個所で、所定の角度でのみ反射されることを特徴とする。鏡面反射器の、例えば、照明装置の入射瞳の面への位置の確定は不要である。それ故に、本発明に係わる照明装置の構造空間に関しては、何等の制約も存在しない。

【 0 0 3 7 】

本発明に係わる鏡面反射器が、クリティカルな照明装置に用いられることは好ましい。光学辞典（ハインツ・ハーファーコルン編、ライブチヒ、1990年）の192頁によれば、クリティカル照明とは、光源または光源の像が、この場合ではフィールド面である物体に結像されてなる照明である。

【 0 0 3 8 】

特に好ましい実施の形態では、光学素子におけるファセットは、六角形の装置を有する。

【 0 0 3 9 】

光学素子とフィールド面との間の光路では、1つまたは複数のフィールド形成型の光学素子は、結像作用を有することができる。絞りが用いられるように、環状フィールドセグメントの中間像を形成しつつ、複数の光学素子の挿入も可能であろう。ファセットのある只1つの光学素子が、光源の像、いわゆる中間像を実質的にフィールド面に種々に結像することも可能である。光源の中間像は、例えば、コレクタユニットによって形成されることがある。コレクタユニットは光源の光を受け取り、その光を中間像に投影する。コレクタとしては、特に、すれすれ入射形のコレクタ、例えば、US-2003-0043455 A1に記載の入れ子式のコレクタが適切である。この米国公報の開示内容は、全面的に、本願に取り入れられる。

【0040】

照明装置の種々のセッティング、例えば、照明装置の双極形の、環状のまたは四極子形のセッティングを、照明装置の出射瞳に調整するために、または種々の環状フィールドセグメントを作るために、光学素子を、交換可能に、例えば交換ドラムに形成することが提案されていることができる。その代わりに、ファセットのある個々の素子を溶暗する (ausblenden) ことは可能であるのは、例えば、四極子形のセッティングの代わりに、双極子形のセッティングを調整することが意図される場合である。逆に、双極子形のセッティングの代わりに、四極子形のセッティングを調整することができるのは、光学素子の所定のファセットを溶明させる (eingebendet werden) ことによってである。いわゆる極性の照明セッティング、特に、双極子形のまたは四極子形の照明セッティングは特に好みしい。

10

【0041】

種々の照明セッティングの調整に関しては、ドイツ特許出願第100 53 587.9号または平行的に許可された米国特許第6,658,084号を参照されたい。2つの公報の開示内容は、全面的に、本願に取り入れられる。

【0042】

光源の不均等な照明強度を補償するために、光学素子の個々のファセットに、屈折力を備えることは、特に好都合である。かようにして、照明装置の出射瞳には、ほぼ同じ大きさで照明される点を得ることができる。このような装置の場合、フィールド面では、クリティカル照明のばやけが得られる。しかし、このことは、フィールド領域が焦点ぼけせず、性能が失われない限りは、取るに足りない。

20

【0043】

個々のファセットはプラスの光学的な屈折力およびマイナスな光学的な屈折力を有することができる。

【0044】

非結像型の光学素子のための可能な製造法は、エッチング技術と関連したグレートン・リソグラフィまたは直接描画式リソグラフィ、端面に適当な傾斜角を有する小さな棒から鏡面反射器を組み立てること、およびグレートン・リソグラフィまたは直接描画式リソグラフィによって製造された母型 (Grundmuster) の亜鉛メッキ成形である。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。本発明に係わる光学素子によって、フィールド面で集束される束を、フィールド面で環状フィールドセグメントが形成されるのみならず、例えば環状フィールドセグメントの所定のフィールド点から見て、例えば照明装置の瞳が、所定の形に、例えば環状にまたは四極子形に照明されるように、偏向することが意図される。

40

【0046】

この目的のために、一定量の入射光が、照明装置のフィールドのフィールド点に属する、照明装置の瞳へ導かれる。このことは、例えば小さな平面ファセットによってなされることができる。この場合、これらの平面ファセットは、フィールドがフィールド面で均等に照明され、および、各々のフィールド点に対して、均等に満たされた瞳が形成され、すなわち、瞳が、離散的であるが適切に分配された「複数の点」で満たされるように、設けられている。図1には、鏡面反射器の原理とも呼ばれる、同心の瞳に関する原理、すなわち、瞳の位置が、環状フィールドセグメント3のみのフィールドのすべてのフィールド点に対し同一である、という原理が示されている。

【0047】

瞳1は、環状フィールドセグメント3の離散的な点によって、例えば面5へ逆方向に投影される。間に設けられた光学素子、例えば、フィールド形成型の鏡なしに、フィールド5に、腎臓状の照明が生じる。この照明は、環状フィールドの形状に実質的に対応する。照明の領域では、面5に、複数の小さなファセット鏡が、環状フィールドセグメント3に

50

おける離散的な点のみならず割り当てられた瞳 1 も均等に照明するように、設けられている。

【0048】

更に、図 1 には、 x - y 座標系が示されている。環状フィールド用スキャナでは、 y 方向が走査方向であり、 x 方向が走査方向に対し垂直方向にある。

【0049】

図 2 には、任意の入射瞳のための鏡面反射器の原理、すなわち、瞳の位置 1 . 1 , 1 . 2 が同心でなく、フィールドに依存することが示されている。面 5 には、逆方向に投影された瞳の異なる重なりがのみが生じる。

【0050】

x 方向および y 方向を有するデカルト座標系を示す図 3 には、照明装置のフィールド面に環状フィールドセグメント 3 が示されている。参照符号 10 は環状フィールドセグメントの中央にあるフィールド点を表わし、参照符号 12 は環状フィールドセグメントの縁部にあるフィールド点を表わす。 y 方向は、環状フィールド用スキャナの場合、照明装置の走査方向である。 x 方向は、走査方向に対し垂直方向に位置する方向である。 x 方向において環状フィールドセグメント 10 の中央にあるフィールド点からの距離は、フィールド高 x と呼ばれる。

【0051】

従来の光源の像が伸びているので、すなわち、非結像型の光学素子が、どの個所においても、所定の角度の拡がりをもって照明されるので、有限に多くの離散的なフィールド点の選択への制約がある場合でさえも、フィールド面での均等な照明を達成することができる。

【0052】

ファセットの配列およびファセットの偏向角を、格子ネット変換法によって測定することができる。

【0053】

格子ネット変換法では、フィールド点の一部である各々の瞳は、所定のネット格子によって表わされる。ネット格子は、所望のセッティングに応じて選択される。セッティングは、例えば四極子形のまたは環状のセッティングであってもよい。図 4 には、円形に照明される瞳 1 に関するこのようなネット格子 20 が示されている。格子 20 は大きさの同じのセル 22 を有する。セルの同じ大きさは同じ出力密度すなわち放射照度を意味する。

【0054】

照明装置の、ここに図示しない光源、すなわちクリティカル照明の場合にフィールド面に結像される光源の像の伸びによって、および出射瞳でのテレゼントリ (Telezentrie) への要求を考慮して、若干数の離散的なフィールド点が選択される。これらのフィールド点によって、瞳への均等な明るさが達成される。

【0055】

図 5 には、フィールド点が、環状フィールドセグメント 3 が形成されるフィールド面における多数の光源像 24 によって、示されている。

【0056】

瞳のネット格子 20 は、フィールド面における各々のフィールド点 24 および有り得る光学構成要素、例えば、フィールド形成型のまたは結像型の光学構成要素によって、本発明に係わる、ファセットのあるまたは鏡面の反射器の面へ逆方向に迫られる。そこには、重なりによって、複雑なネットが生じる。このネットには、種々の接続点が、種々のフィールド点に割り当てられている。このネットはファセットネット 26 とも呼ばれる。このようなファセットネット 26 は、図 6 に示されている。

【0057】

鏡面反射器には、変換ネットがデザインされる。この場合、1 つのセル当たり同じ照射強度という周辺条件が満たされる。ファセットネット 26 は変換ネット上に置かれ、双方のネットは、変換ネットがデカルト座標になる、すなわち等距離かつ直角になるように、

10

20

30

40

50

変換される。

【0058】

変換されたファセットネットの各々の格子点の回りに、1つのファセットが形成される。次に、ファセットネットが変換ネットに逆変換される。次に、大きさおよび位置の異なったファセットが結果として生じる。ファセットの傾斜角は、割り当てられたフィールド点によって定められている。傾斜角は、例えば光源の中心からの、入射光線が、割り当てられたフィールド点の方向に導かれるように、調整される。

【0059】

存在しているギャップでは、使用不可能な入射光線が、ファセットの所定の他の角度によって、使用されない光線成分 (Strahlensumpf) へ送られ、すなわち、ファセットが付けられていません。10

【0060】

この場合、フィールド点へ光を導く多数のファセットによって、所望の形の完全に照明された出射瞳が調整される必要は必ずしもない。走査式の露光の際に、すなわち、レチクルマスクおよびウエハが、露光中に、y 方向にまたはそれと反対方向に同期式に移動されるとき、所定のフィールド高 \times に亘る走査積分後に、出射瞳への所望の照明が調整されるだけで、むしろ十分である。従って、各々のファセットの傾斜角は、多数のファセットが、夫々、例えば、照明されるフィールド内の、他のフィールド点を、走査路に沿って、y 方向に照明するので、走査積分後にはじめて、完全に照明された出射瞳が調整されるよう、調整されることができる。20

【0061】

図7には、1つのセル当たり同じ照射強度という周辺条件下で例えば生じる変換された変換ネット27が、結像型のまたはフィールド形成型の追加の構成要素なしに、示されている。個々の傾斜角によって、夫々、多数の離散的なフィールド点および瞳の割り当てられた位置を照明する、多数の矩形のファセットが示されている。図7には、鏡面反射器に逆方向に投影されたフィールド点29が明示されている。一目瞭然のために、照明されたフィールドの輪郭が、変換された変換ネット27に略示されている。図7には、更に、逆方向に投影されたこれらのフィールド点29の1が強調されている。その目的は、このフィールド点に割り当てられた、ここでは黒く裏張りされているファセット31を例示することができるためである。30

【0062】

他の段階では、瞳におけるネット点の最適化を、例えば、フィールド点を異なって選択することにより、走査方向における均一性を考慮しつつ、フィールド点に依存して瞳およびフィールドにネットを構成することによって、行なうことができる。それ故に、使用されない光線成分では、最小限の光の損失が調整される。

【0063】

走査方向で均一性をデザインするために、図3に示した環状フィールドセグメントの形の、フィールド面での照明を出発点とする。示された環状フィールドセグメントには、x, y 座標系が示されており、走査方向は、座標系の y 方向に平行に延びている。走査方向に垂直な方向 x に依存する走査エネルギー (SE) は、以下のように、計算される。40

【0064】

$$SE(x) = E(x, y) dy$$

但し、x および y に依存する E は、x, y のフィールド面における強度分布である。均等な露光を得ようとするとき、走査エネルギーが x 位置に十分に独立していることは、好都合である。従って、走査方向における均一性は以下のように定義されている。

【0065】

$$\text{均一性 [%]} = 100\%^* (SE_{max} - SE_{min}) / (SE_{max} + SE_{min})$$

この場合、 SE_{max} は照明されたフィールド領域において最大限に発生する走査エネルギーであり、 SE_{min} は照明されたフィールド領域において最小限に発生する走査エネルギーである。50

【 0 0 6 6 】

照明装置の出射瞳の改善された明るさのためには、追加的に、鏡面反射器のファセットパラメータを、走査方向に延びている直線上に位置している、フィールド面におけるすべての点の、その照明成分の各々の積分のために、出射瞳の、同一の、積分された部分照明が結果として生じるように、調整することができる。

【 0 0 6 7 】

ファセットの偏向角および配列が上記のように選択されてなる本発明に係わる光学素子または鏡面反射器によって、僅かな、極端な場合には只1つの光学構成要素でのみ作動する照明装置を構成することができる。反射による損失がEUV放射線の場合に著しいので、このような照明装置は特に好都合である。以下、例として、本発明に係わる光学素子を有する照明装置を詳述しよう。10

【 0 0 6 8 】

図8には、本発明に係わる第1の照明装置が示されている。この照明装置では、照明装置が、只1つの光学構成要素、すなわち、本発明に係わる、ファセットのある光学素子および同時に光源102の光用のコレクタとして作用する鏡面反射器100を有する。

【 0 0 6 9 】

只1つの鏡を有する照明装置の鏡面反射器100は、ほぼ腎臓の形を有し、フィールド面108への光源102の投影、環状フィールドの形成および瞳106への照明を行なう。傾斜角の計算およびファセットの配列は、再度、格子ネットの変換によってなされる。図8に示した鏡面反射器100は、例えば数1000の個々のファセットを有する。瞳の位置は、投影装置内で、後続の投影対物レンズの光学軸HAと、光線束の、質量中心の光(Schwerstrahl)との交点によって定められることができ、照明されるフィールドのフィールド点、例えば中心のフィールド点(0, 0)が形成される。この場合、質量中心の光は、1つのフィールド点を通るすべての照明光に亘ってのエネルギー平均値である。図8に記載の投影露光装置の場合、照明装置の出射瞳106は、投影対物レンズの入射瞳と一致する。20

【 0 0 7 0 】

瞳106で明るさを形成するために、鏡面反射器100の個々のファセットに、屈折力を備えることは必要かも知れない。例えば、光源による照度が縁部へと減少するとき、そこでは、ファセットが大きくなればならないのは、相応に多くの光を集めためである。そのとき、出射瞳106では、同じ大きさで照明される点が再度得られるように、ファセットに僅かな屈折力を備えることは可能である。このことによって、フィールド面では、クリティカル照明のぼやけが得られる。しかし、このことは、フィールド領域が焦点ぼけせず、性能が失われない限りは、取るに足りない。30

【 0 0 7 1 】

図9には、図8の照明装置を有する投影露光装置が示されている。

【 0 0 7 2 】

図9に示した投影露光装置の場合、図8に示した照明装置の出射瞳106は、後続の投影露光対物レンズ112の入射瞳と一致する。後続の投影対物レンズ112は、例えばUS6,353,470に開示されたように、複数の鏡114.1, 114.2, 114.3, 114.4, 114.5および114.6を有する6つの鏡付き投影対物レンズである。この米国公報の開示内容は、全面的に、本願に取り入れられる。投影装置の光学軸は参照符号HAを有する。6つの鏡付き投影対物レンズの代わりに、結像装置、例えば6つよりも多い鏡を有し、フィールド面に設けられたマスクを感光性の物体に投影する投影対物レンズも考えられる。ここには、US-2002-0154395 A1に記載のように、8つの鏡付き投影対物レンズが、例としてのみ示される。この公報の開示内容は、全面的に、本願に取り入れられる。図8に示した照明装置および8つの鏡付き投影対物レンズを有する投影露光装置の場合、高いライトパワーおよび良好な結像の質を有する。投影対物レンズ112は、フィールド面108に設けられておりかつレチクルとも呼ばれるマスクを、感光性の物体、例えばウエハが設けられてなる像平面116へ投影する。マスクおよび感光性の物体は、フィ40

ールド面または像平面に、例えば、走査方向に移動可能であるいわゆる走査テーブルに可動に設けられることができる。

【0073】

腎臓状にデザインされる鏡面反射器100は、幾何学的な光の損失を有する。しかし、光の損失は、複数の鏡を有する照明装置と比較して僅かである。複数の鏡を有する照明装置の場合、非常に高い反射損失が生じる。例えば、複数の垂直入射形の鏡は、1つの鏡につき、70%より少ない反射率を有する。図8に示した照明装置における、腎臓状にデザインされる反射器は、形の点では、実質的に、フィールド面における照明される環状フィールドセグメントに対応する。

【0074】

図10には、他の実施の形態では、フィールド形成型の素子110を有する鏡面反射器100を具備する照明装置が示されている。図8と同一の部材は、同一の参照符号を有する。

【0075】

鏡面反射器100は、この実施の形態では、矩形のフィールドのためにデザインされている。環状フィールドの形成は、フィールド形成型の素子110によってなされる。この素子は、ここでは、フィールド形成型のすれすれ入射形の鏡である。環状フィールドセグメントを照明するためには、凸面状の形を有するフィールド鏡を用いることは好ましい。

【0076】

鏡面反射器100は、図10に示した実施の形態では、楕円形を有する。ファセットは任意の形を有し、例えば格子ネット変換によってデザインされる。

【0077】

図11には、図10に示した照明装置を有する投影露光装置が示されている。図9と同一の部材は、同一の参照符号を有する。

【0078】

図8ないし図10に示した実施の形態では、光をより良く集めるための鏡面反射器のファセット鏡が、湾曲した支持体にも設けられることができる。光源102の光は、他の変更の実施の形態では、結像型のコレクタによって集められ、追加の鏡を用いて、フィールド面108に投影される。実際また、光源102は光源の像でもある。

【0079】

その代わりに、投影露光装置は、本発明に係わる照明装置を有してもよい。この照明装置は、フィールド形成型の素子の他に、更に、1つまたは複数の結像型の素子104を有することができる。このような照明装置は図12に示されており、対応の投影露光装置は図13に示されている。図11と同一の部材は、同一の参照符号を有する。

【0080】

結像作用を有する素子104は、鏡面反射器100の像を、照明装置の出射瞳106に結像する。当然ながら、複数の結像型の素子も可能である。これらの素子は、場合によっては、絞りが用いられるように、環状フィールドセグメント3の中間像を、フィールド面108に。追加の結像型のまたは他の鏡の使用は、例えば、光源をより良く接近可能な構造空間に入れるために、更に光路を曲げなければならないときに、好都合である。このことは、図13に明らかである。ここでは、光源は、図9の比較の例よりもレクチルマスクから遠くはなれている。

【0081】

光路を曲げるための追加の鏡は、大きな構造空間を要する光源のためには、特に好都合である。

【0082】

図14には、鏡面反射器からは光源自体ではなく、光源の像Zが受け取られてなる、図13に示した装置が示されている。光源の像Zは、コレクタユニット、例えば、入れ子式の(genestet)すれすれ入射形のコレクタ200によって受け取られる。このコレクタはUS-2003-0043455 A1に示されている。この米国公報の開示内容は、全面的に、本願に取り

入れられる。図14に示した装置の鏡面反射器100は、中間像Zの光を受け取り、光源の像Zを、照明装置のフィールド面に結像する。

【0083】

図14に示した照明装置は、照明装置の他の構成要素の点で、図13に示した照明装置に対応する。図13の照明装置と同一の構成部材は同一の参照符号を有する。

【0084】

図15には、図14に示した照明装置が示されている。この照明装置では、6つの鏡14.1, 114.2, 114.3, 114.4, 114.5, 114.6を有する6つの鏡付き投影対物レンズ112の代わりに、8つの鏡付き投影対物レンズが投影対物レンズとして用いられる。この8つの鏡付き投影対物レンズは、例えばUS-2002-0154395 A1に示されている。この米国公報の開示内容は、全面的に、本願に取り入れられる。8つの鏡付き投影対物レンズ212は、8つの鏡214.1, 214.2, 214.3, 214.4, 214.5, 214.6, 214.7, 214.8を有する。

【0085】

更に、8つの鏡付き投影対物レンズの光学軸HAが示されている。

【0086】

図9ないし15に示されたすべての装置では、投影対物レンズの光学軸HAが示されている。投影露光装置の入射瞳と一致する、照明装置の出射瞳は、種々のフィールド点への、質量中心の光と、光学軸HAとの交点として定められている。このことは、特に、図8および10に明瞭に認められる。出射瞳は、図では、参照符号106を有する。当然ながら、当業者にとっては、発明的活動をすることなく、実の瞳の代わりに仮想の瞳を設けることは可能であるだろう。この場合、レクチルにおける主光線角度はマイナスである。このような装置はW02004/010224に示されている。W02004/010224の開示内容は、全面的に、本願に取り入れられる。

【0087】

以下、本発明に係わる、ファセットのある光学素子の、その具体的な実施の形態を説明する。

【0088】

テレセントリへの要求が1mradであり、および、フィールド面と出射瞳との間の、質量中心の光の長さとして定義されている、入射瞳のバックフォーカスが約1mであるとき、フィールド面108における光源の複数の像の、<2mmという理想的な間隔が生じる。この場合、2つの選択された目標点の間のフィールド面108におけるフィールドに一点を有する出射瞳106でのテレセントリの誤差(Telezentrieffehler)は1mradよりも下である。ファセットのある光学素子100では、50よりも多い目標点が必要である。

【0089】

光源の像がかなり大きくデザインされるとき、複数の目標点の間のフィールド点には、常に、瞳からの光が見える。この瞳には、少なくとも2つの目標点が割り当てられている。この場合、テレセントリは、目標点が僅かで、例えば30の目標点でも満たされる。図16の(A)および(B)には、本発明に係わる、ファセットのある光学素子の部分図に関する、六角形のファセットを有する光学素子が示されている。

【0090】

図16の(A)には、六角形のファセット130を有する、ファセットのある光学素子が例示されている。参照符号132はファセットのある光学素子の部分を表わしている。(B)に示すように、ファセットのある光学素子全体は、フィールド点に割り当てられた少なくとも30の個々のファセットを有する類似のセルからなる。

【0091】

瞳のために50よりも多い点がデザインされるとき、約2000ないし5000のファセットを有する非結像型の光学素子は必要ない。鏡の直径が250mmである場合、約5×5mm²のファセットの寸法、従って全く肉眼で見える素子の寸法が生まれる。

10

20

30

40

50

【0092】

本願に記載された鏡面反射器100を製造する製造法としては、以下の方法が考慮される。

【0093】

- エッティング技術(REE)と関連したグレートン・リソグラフィまたは直接描画式リソグラフィ

- 端面に適当な傾斜角を有する小さな棒から鏡面反射器を組み立てること

- 上記方法で製造されたマスターの亜鉛メッキ成形(GA)

本発明によって、第1に、光学素子におけるファセットの配列およびファセットの偏向角の種類によって、フィールド面および同時に射出瞳が照明されてなる光学素子を記載する。

10

【0094】

更に、本発明は、照明装置が、ファセットのある光学素子のみを有することを特徴とする照明装置を用いる。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】同心の瞳のための鏡面反射器の原理を示す。

【図2】非同心の瞳のための鏡面反射器の原理を示す。

【図3】照明装置のフィールド面における環状のフィールドを示す。

【図4】フィールド点のための瞳ネットを示す。

20

【図5】照明された環状フィールドセグメントおよびその中に設けられたフィールド点を示す。

【図6】非結像型の光学素子の面におけるファセットネットを示す。

【図7】均一な照明を基にして生じるファセットネットを示す。

【図8】只1つの光学構成要素としての鏡面反射器を有する照明装置を示す。

【図9】図8に示す照明装置を有する投影露光装置を示す。

【図10】鏡面反射器およびフィールド形成型の素子を有する照明装置を示す。

【図11】図10に示す照明装置を有する投影露光装置を示す。

【図12】鏡面反射器および結像型の素子を有する照明装置を示す。

【図13】結像型の鏡およびフィールド形成型の鏡を有する照明装置を具備する投影露光装置を示す。

30

【図14】すれすれ入射形のコレクタを有する、図13に同じの投影露光装置を示す。

【図15】8つの鏡付き投影対物レンズを有する、図11に同じの投影露光装置を示す。

【図16】(A)は、鏡にファセットを六角形に設けた鏡面反射器を示し、(B)は、(A)に示すファセット鏡の部分図を示す。

【符号の説明】

【0096】

1 瞳

1.1 瞳の異なった位置

1.2 瞳の異なった位置

40

3 環状フィールドセグメント

5 ファセットのある光学素子の面

10 環状フィールドセグメント3の中央のフィールド点

12 環状フィールドセグメント3の縁部のフィールド点

20 ネット格子

22 ネット格子のセル

24 フィールド面におけるフィールド点

26 ファセットネット

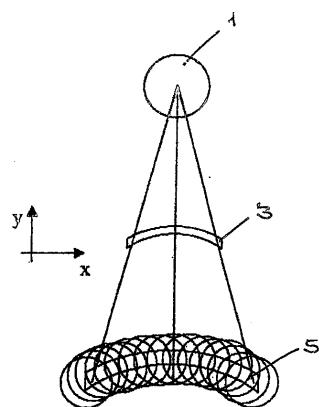
27 変換された変換ネット

29 鏡面反射器に逆方向に投影されるフィールド点

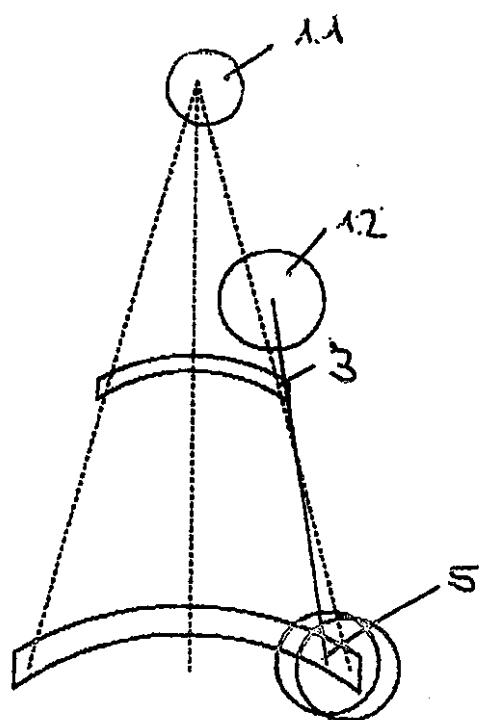
50

3 1	ファセットのある光学素子の、割り当てられたファセット	
1 0 0	ファセットのある光学素子	
1 0 2	光源	
1 0 4	結像型光学系	
1 0 6	照明装置の出射瞳	
1 0 7	質量中心の光	
1 0 8	フィールド面	
1 1 0	フィールド形成型の光学素子	
1 1 2	投影対物レンズ	
1 1 4 . 1	6つの鏡付き投影対物レンズの鏡	10
1 1 4 . 2	6つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
1 1 4 . 3	6つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
1 1 4 . 4	6つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
1 1 4 . 5	6つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
1 1 4 . 6	6つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
1 1 6	像平面	
1 3 0	六角形のファセット	
1 3 2	ファセットのある光学素子の部分	
2 0 0	入れ子式のコレクタ	
2 1 2	8つの鏡付き投影対物レンズ	20
2 1 4 . 1	8つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
2 1 4 . 2	8つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
2 1 4 . 3	8つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
2 1 4 . 4	8つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
2 1 4 . 5	8つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
2 1 4 . 6	8つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
2 1 4 . 7	8つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
2 1 4 . 8	6つの鏡付き投影対物レンズの鏡	
x 方向	フィールド面における走査方向に対し垂直の方向	
y 方向	フィールド面における走査方向での方向	30

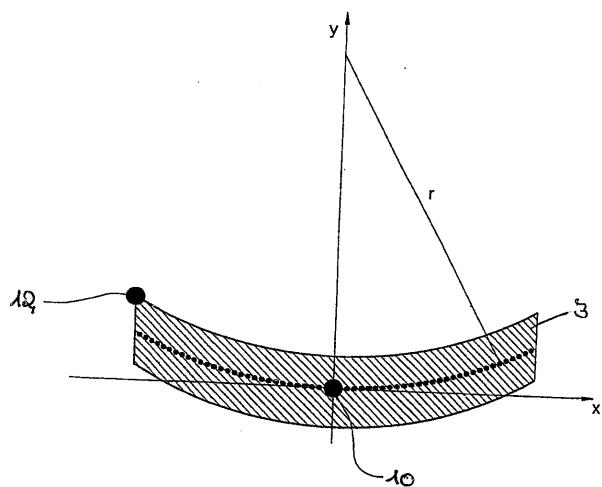
【図1】



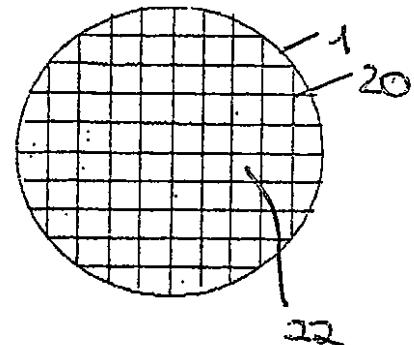
【図2】



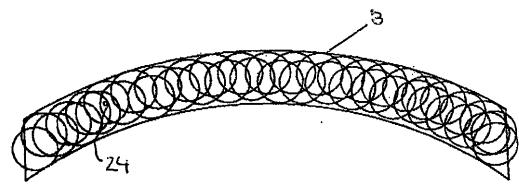
【図3】



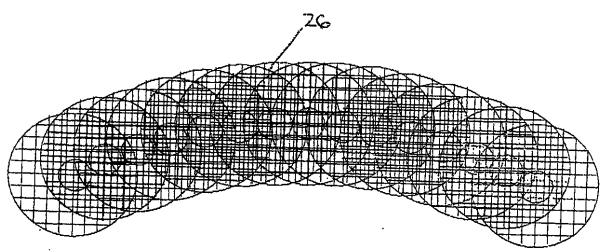
【図4】



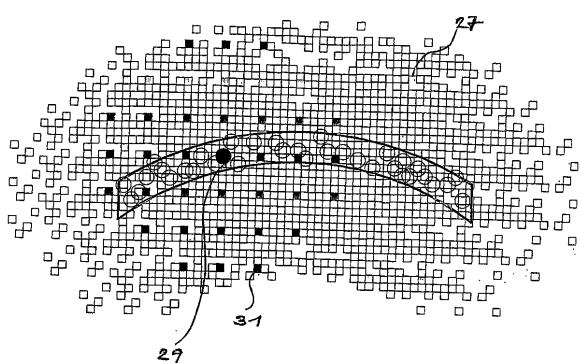
【図5】



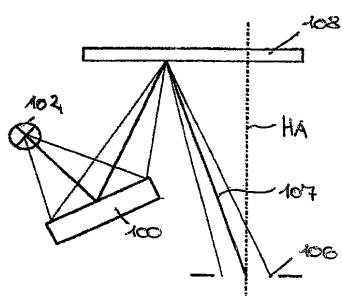
【図6】



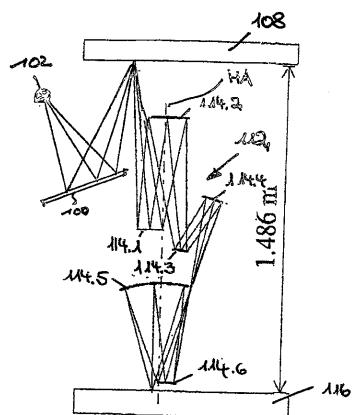
【図7】



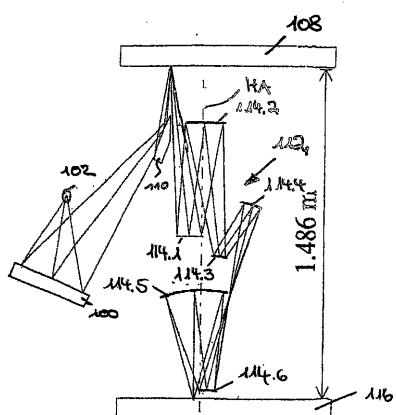
【図8】



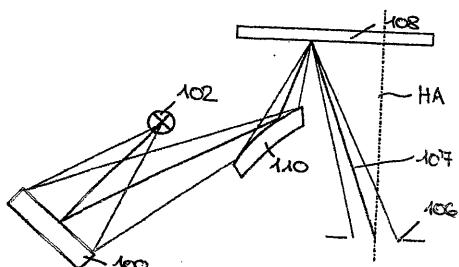
【図9】



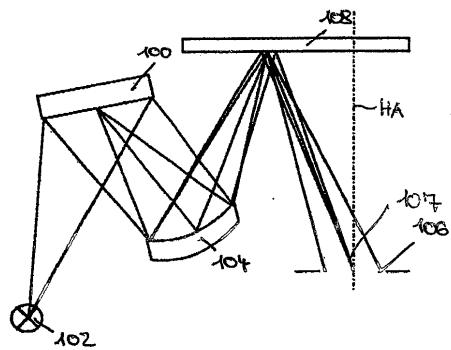
【図11】



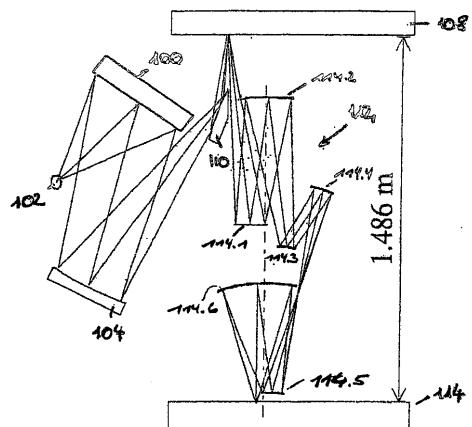
【図10】



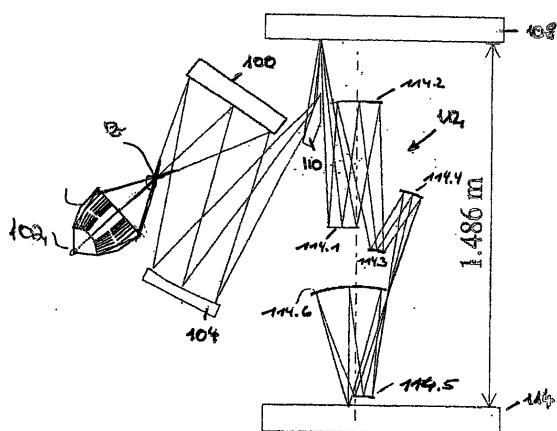
【 図 1 2 】



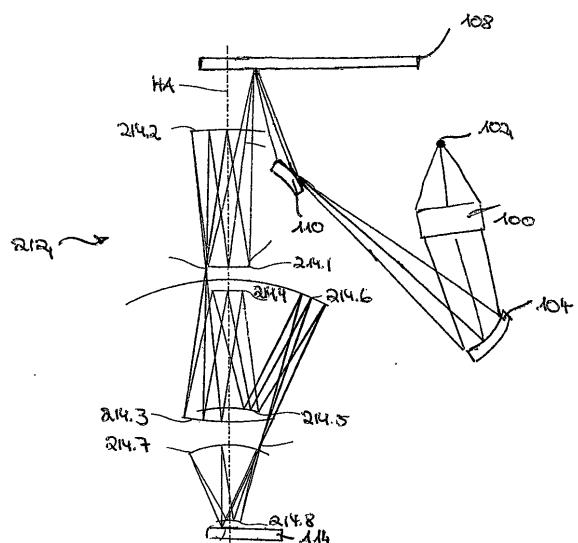
【 図 1 3 】



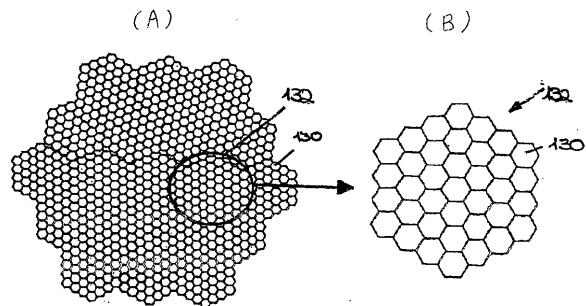
【図14】



【 図 1 5 】



【図16】



【手続補正書】

【提出日】平成18年1月20日(2006.1.20)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

193 nm以下の波長を有する照明装置のための光学素子(100)であって、前記照明装置は、光源(102)と、フィールド面(108)と、出射瞳(106)とを有してなる光学素子において、

この光学素子(100)は、多数のファセットを有し、これらファセットは、各ファセットが、前記光源(102)から光を受け取り、光をフィールド面(24)における割り当てられた離散的な点に導くよう偏向角を有して設けられており、前記離散的な点は、前記フィールド面(108)におけるフィールドが所定の形で照明されるように、選択されていること、および各々のファセットは、前記フィールド面(24)における夫々に割り当てられた離散的な点によって、前記照明装置の前記出射瞳(106)の割り当てられた領域を照明することを特徴とする光学素子(100)。

【請求項2】

前記多数のファセットは、フィールド点から走査方向における路に沿って結果的に生じる、前記出射瞳(106)の積分された照明が、十分に均一であるように、偏向角およびかような大きさを有して、設けられていることを特徴とする請求項1に記載の光学素子(100)。

【請求項3】

フィールド点から走査方向における任意の路に沿って結果的に生じる、前記出射瞳（106）の積分された照明は、好ましくは円形または双極子形または四極子形または環状であることを特徴とする請求項2に記載の光学素子（100）。

【請求項4】

前記フィールド面（108）における前記フィールドは、環状フィールドセグメントであり、前記環状フィールドセグメントの中央における径方向は、前記照明装置の走査方向を定めることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1に記載の光学素子（100）。

【請求項5】

走査方向に延びている直線上に位置している、前記フィールド面におけるすべての点の、その照明成分の各々の積分によって、前記出射瞳（106）の、同一の、積分された部分照明が結果として生じることを特徴とする請求項4に記載の光学素子（100）。

【請求項6】

前記光学素子（100）は、多数の光源の像によって作られ、これらの光源の像を前記フィールド面（108）に結像させることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1に記載の光学素子（100）。

【請求項7】

前記光源（102）から前記光学素子（100）への光路は、他の光学素子を有しないことを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1に記載の光学素子（100）。

【請求項8】

前記ファセットの前記偏向角は、集光作用を発生させるように設定されていることを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1に記載の光学素子（100）。

【請求項9】

少なくとも1つのファセットが、光学的な屈折力を有することを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1に記載の光学素子（100）。

【請求項10】

前記光学素子の少なくとも1つのファセットは、平面ファセットであることを特徴とする請求項1ないし8のいずれか1に記載の光学素子（100）。

【請求項11】

光源（102）と、フィールド面（108）と、光学素子（100）と、出射瞳（106）とを有する、特にEUVリソグラフィのための、193nm以下の波長のための照明装置において、

前記光学素子（100）は、多数のファセットを有し、これらのファセットは、各々のファセットが前記光源（102）から光を受け取り、光をフィールド面における離散的な点に導くような偏向角を有して設けられており、前記離散的な点は、前記フィールド面（108）におけるフィールドが所定の形で照明されるように、選択されていること、および各ファセットは、前記フィールド面（24）における夫々に割り当てられた離散的な点によって、前記照明装置の前記出射瞳（106）の、割り当てられた領域を照明することを特徴とする照明装置。

【請求項12】

前記多数のファセットは、フィールド点から走査方向における路に沿って結果的に生じる、前記出射瞳（106）の積分された照明が、十分に均一であるように偏向角およびかのような大きさを有して設けられていることを特徴とする請求項11に記載の照明装置。

【請求項13】

フィールド点から走査方向における任意の路に沿って結果的に生じる、前記出射瞳（106）の積分された照明は、好ましくは円形または四極子形または環状であることを特徴とする請求項12に記載の照明装置。

【請求項14】

前記フィールド面（108）における前記フィールドは、環状フィールドセグメントであり、前記環状フィールドセグメントの中央における径方向は、前記照明装置の走査方向を定めることを特徴とする請求項11ないし13のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項 15】

前記光学素子(100)は、前記フィールド面(108)における前記環状フィールドセグメントを形成することを特徴とする請求項14に記載の照明装置。

【請求項 16】

前記光学素子(100)は多数の光源の像を作り、これらの光源の像を前記フィールド面(108)に結像させることを特徴とする請求項11ないし15のいずれか1に記載の光学素子(100)。

【請求項 17】

前記光源(102)から前記光学素子(100)への光路は、他の光学素子を有しないことを特徴とする請求項11ないし16のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項 18】

前記照明装置は、更に、前記フィールド面(108)において前記環状フィールドセグメントを形成するためのすれすれ入射形のフィールド鏡(110)を有することを特徴とする請求項11ないし17のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項 19】

前記すれすれ入射形のフィールド鏡(110)は、凸面状の形を有することを特徴とする請求項18に記載の照明装置。

【請求項 20】

前記照明装置は、更に、前記光学要素(100)を前記出射瞳へ結像させるための結像型の光学素子(104)として凹面鏡を有することを特徴とする請求項11ないし19のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項 21】

走査方向に延びている直線上に位置している、前記フィールド面におけるすべての点の、その照明成分の各々の積分のために、前記出射瞳(106)の、同一の、積分された部分照明が結果として生じることを特徴とする請求項11ないし20のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項 22】

前記光学素子は交換可能であり、この結果、照明の種々の形が前記出射瞳(106)において形成されることを特徴とする請求項11ないし21のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項 23】

特にEUVリソグラフィのための、193nm以下の波長のための照明装置であって、この照明装置は、光源からまたは光源の像からフィールド面への光路において、ファセットのある只1つの光学素子を有し、この光学素子は、前記光源またはこの光源の像を、前記照明装置のフィールド面へ結像させるのみならず、前記照明装置の瞳も照明することを特徴とする照明装置。

【請求項 24】

特にEUVリソグラフィのための、193nm以下の波長のための照明装置であって、この照明装置は、光源からまたは光源の像からフィールド面への光路において、ファセットのある只1つの光学素子および只1つの他の鏡を有し、前記光学素子は、前記光源を、前記照明装置のフィールド面へ投影するのみならず、照明装置の瞳も照明する照明装置。

【請求項 25】

前記他の鏡は、垂直入射形の鏡であることを特徴とする請求項24に記載の照明装置。

【請求項 26】

前記垂直入射形の鏡は、集光作用を有することを特徴とする請求項25に記載の照明装置。

【請求項 27】

前記鏡は、すれすれ入射形の鏡であることを特徴とする請求項24に記載の照明装置。

【請求項 28】

特にEUVリソグラフィのための、193nm以下の波長のための照明装置であって、

只1つの、ファセットのある光学素子および少なくとも1つのすれすれ入射形の鏡を有する照明装置。

【請求項29】

更に、垂直入射形の鏡を有する請求項28に記載の照明装置。

【請求項30】

更に、光源の光または光源の像を受け取るためのコレクタユニットを有し、前記光源の、受け取られた光は、前記只1つの、ファセットのある光学素子を照明する、請求項28または29に記載の照明装置。

【請求項31】

193nm以下の波長のための照明装置であって、この照明装置は、ファセットのある光学素子を有し、この光学素子は、前記照明装置の出射瞳が、他の結像型の光学素子なしに、照明されるように形成されている、照明装置。

【請求項32】

前記ファセットのある光学素子は、1000より多い個々のファセットを有する1つの光学素子である、請求項31に記載の照明装置。

【請求項33】

前記ファセットのある光学素子は、フィールド面におけるフィールドを照明し、このフィールドはフィールドの或る形状を有する1つの光学素子である、請求項31または32に記載の照明装置。

【請求項34】

前記ファセットのある光学素子は、或る形状を有し、この形状は前記フィールドの前記形状と実質的に一致している1つの光学素子である、請求項33に記載の照明装置。

【請求項35】

前記ファセットのある光学素子は、腎臓状の形状を有する1つの光学素子である、請求項31ないし34のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項36】

前記ファセットのある光学素子は、多数のファセットを有し、各々のファセットは、多数の離散的なフィールド点および瞳の位置を照明する1つの光学素子である、請求項31ないし35のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項37】

前記ファセットのある光学素子は、多数のファセットを有し、これらファセットは、前記只1つの、ファセットのある光学素子上に、種々の大きさおよび種々の位置を有する1つの光学素子である、請求項31ないし36のいずれか1に記載の照明装置。

【請求項38】

193nm以下の波長のための照明装置であって、この照明装置は、1000より多い個々のファセットを有する、ファセットのある光学素子を具備する、照明装置。

【請求項39】

193nm以下の波長のための照明装置であって、この照明装置は、或る形状を有する、ファセットのある光学素子を具備し、この形状は、フィールド面における照明されるフィールドの、その形状と実質的に一致している、照明装置。

【請求項40】

193nm以下の波長のための照明装置であって、この照明装置は、多数のファセットを有する、ファセットのある光学素子を具備し、各々のファセットは多数の離散的なフィールド点および瞳の位置を照明する、照明装置。

【請求項41】

マイクロリソグラフィのための、特にEUV範囲にある特に193nm以下の波長のための投影露光装置であって、請求項11ないし40のいずれか1に記載の照明装置および投影対物レンズ(112/212)を有する投影露光装置。

【請求項42】

前記投影対物レンズは、少なくとも6つの鏡を有することを特徴とする、マイクロリソ

グラフィのための、特に EUV リソグラフィのための、特に 193 nm 以下の波長のための請求項 4 1 に記載の投影露光装置。

【請求項 4 3】

前記投影対物レンズは、少なくとも 8 つの鏡を有することを特徴とする請求項 4 1 または 4 2 に記載の投影露光装置。

【請求項 4 4】

前記投影対物レンズの入射瞳が実像であることを特徴とする請求項 4 1 ないし 4 3 のいずれか 1 に記載の投影露光装置。

【請求項 4 5】

前記投影対物レンズの前記入射瞳が虚像であることを特徴とする請求項 4 1 ないし 4 3 のいずれか 1 に記載の投影露光装置。

【請求項 4 6】

前記照明装置は、前記投影露光装置のフィールド面を照明し、このフィールド面にはマスクが設けられており、前記投影対物レンズは、前記マスクの像を、感光性の支持体基板に投影し、この支持体基板には、感光性の物体が設けられていることを特徴とする請求項 4 1 ないし 4 5 のいずれか 1 に記載の投影露光装置。

【請求項 4 7】

マイクロ電子式の構成部材、特に半導体チップを、請求項 4 1 ないし 4 6 のいずれか 1 に記載の投影露光装置によって製造する方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		National Application No PCT/EP2004/003855						
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G03F7/20								
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) IPC 7 H01L G03E								
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched								
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX								
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category *</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;"> US 5 339 346 A (WHITE ET AL) 16 August 1994 (1994-08-16) cited in the application abstract figures 3,8B column 2, lines 4-11 column 5, lines 17-27 column 6, line 44 - column 7, line 42 ----- -/- - </td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"> 1-4, 9, 11-14, 16, 20, 23, 24, 27, 28, 31-35 </td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 5 339 346 A (WHITE ET AL) 16 August 1994 (1994-08-16) cited in the application abstract figures 3,8B column 2, lines 4-11 column 5, lines 17-27 column 6, line 44 - column 7, line 42 ----- -/- -	1-4, 9, 11-14, 16, 20, 23, 24, 27, 28, 31-35
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.						
X	US 5 339 346 A (WHITE ET AL) 16 August 1994 (1994-08-16) cited in the application abstract figures 3,8B column 2, lines 4-11 column 5, lines 17-27 column 6, line 44 - column 7, line 42 ----- -/- -	1-4, 9, 11-14, 16, 20, 23, 24, 27, 28, 31-35						
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 document 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								
Date of the actual completion of the international search 14 June 2005		Date of mailing of the international search report 28/06/2005						
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Menck, A						

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/003855

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/69321 A (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 20 September 2001 (2001-09-20) abstract figures 4,6 page 24, line 10 - page 25, line 20 page 20, lines 3-21 -----	1,11,24, 28,31,35
X	CHAPMAN H N ET AL: "NOVEL CONDENSER FOR EUV LITHOGRAPHY RING-FIELD PROJECTION OPTICS" PROCEEDINGS OF THE SPIE, SPIE, BELLINGHAM, VA, US, vol. 3767, 1999, pages 225-236, XP000938184 ISSN: 0277-786X abstract Kapitel 4.2 figure 5 -----	1,11,24, 28,31,35
X	EP 0 627 667 A (AT&T CORP) 7 December 1994 (1994-12-07) figures 9,10,14B column 9, line 45 - column 11, line 8 column 12, line 57 - column 13, line 15 -----	1,11,24, 28,31,35

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP2004/003855

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5339346	A 16-08-1994	CA DE DE EP HK JP JP	2121819 A1 69421447 D1 69421447 T2 0626621 A1 1005836 A1 3291393 B2 7169677 A	21-11-1994 09-12-1999 06-07-2000 30-11-1994 28-04-2000 10-06-2002 04-07-1995
WO 0169321	A 20-09-2001	US AU WO	6398374 B1 2789101 A 0169321 A1	04-06-2002 24-09-2001 20-09-2001
EP 0627667	A 07-12-1994	US CA EP JP JP	5439781 A 2121608 A1 0627667 A1 3429361 B2 6333798 A	08-08-1995 11-11-1994 07-12-1994 22-07-2003 02-12-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Nationale Aktenzeichen
PCT/EP2004/003855

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G03F7/20		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestpräzisierung (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 H01L G03F		
Recherchierte aber nicht zum Mindestpräzisierung gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 339 346 A (WHITE ET AL) 16. August 1994 (1994-08-16) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Abbildungen 3,8B Spalte 2, Zeilen 4-11 Spalte 5, Zeilen 17-27 Spalte 6, Zeile 44 – Spalte 7, Zeile 42 -/-	1-4, 9, 11-14, 16, 20, 23, 24, 27, 28, 31-35
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu antnehmen		<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen: "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen derselben Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
14. Juni 2005	28/06/2005	
Name und Postanschrift der internationalen Recherchebehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Menck, A	

INTERNATIONÄLER RECHERCHENBERICHT

Nationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/003855

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 01/69321 A (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 20. September 2001 (2001-09-20) Zusammenfassung Abbildungen 4,6 Seite 24, Zeile 10 – Seite 25, Zeile 20 Seite 20, Zeilen 3-21 -----	1,11,24, 28,31,35
X	CHAPMAN H N ET AL: "NOVEL CONDENSER FOR EUV LITHOGRAPHY RING-FIELD PROJECTION OPTICS" PROCEEDINGS OF THE SPIE, SPIE, BELLINGHAM, VA, US, Bd. 3767, 1999, Seiten 225-236, XP000938184 ISSN: 0277-786X Zusammenfassung Kapitel 4.2 Abbildung 5 -----	1,11,24, 28,31,35
X	EP 0 627 667 A (AT&T CORP) 7. Dezember 1994 (1994-12-07) Abbildungen 9,10,14B Spalte 9, Zeile 45 – Spalte 11, Zeile 8 Spalte 12, Zeile 57 – Spalte 13, Zeile 15 -----	1,11,24, 28,31,35

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/003855

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5339346	A 16-08-1994	CA 2121819 A1 DE 69421447 D1 DE 69421447 T2 EP 0626621 A1 HK 1005836 A1 JP 3291393 B2 JP 7169677 A	21-11-1994 09-12-1999 06-07-2000 30-11-1994 28-04-2000 10-06-2002 04-07-1995
WO 0169321	A 20-09-2001	US 6398374 B1 AU 2789101 A WO 0169321 A1	04-06-2002 24-09-2001 20-09-2001
EP 0627667	A 07-12-1994	US 5439781 A CA 2121608 A1 EP 0627667 A1 JP 3429361 B2 JP 6333798 A	08-08-1995 11-11-1994 07-12-1994 22-07-2003 02-12-1994

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,M,D,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(74)代理人 100100952

弁理士 風間 鉄也

(72)発明者 ズィンガー、ボルフガング

ドイツ連邦共和国、7 3 4 3 1 アーレン、エガーラントシュトラーセ 4 5

(72)発明者 アントニ、マルティン

ドイツ連邦共和国、7 3 4 3 4 アーレン、シュラデンベルクシュトラーセ 7

F ターム(参考) 2H042 DB14 DD01 DD04 DE04

2H097 BA10 CA15 LA10

5F046 GB01