

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6038882号  
(P6038882)

(45) 発行日 平成28年12月7日(2016.12.7)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016.11.11)

(51) Int.Cl.	F 1			
HO 1 L 21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30	5 4 1 B
HO 1 J 37/305	(2006.01)	HO 1 L	21/30	5 4 1 W
GO2B 6/42	(2006.01)	HO 1 J	37/305	B
		GO 2 B	6/42	

請求項の数 14 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2014-505662 (P2014-505662)	(73) 特許権者	505152479 マッパー・リソグラフィー・アイピー・ビ ー・ブイ
(86) (22) 出願日	平成24年4月20日 (2012.4.20)		オランダ国、2628 エックスケー・デ ルフト、コンピューターラーン 15
(65) 公表番号	特表2014-517503 (P2014-517503A)	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(43) 公表日	平成26年7月17日 (2014.7.17)	(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
(86) 國際出願番号	PCT/EP2012/057331	(74) 代理人	100103034 弁理士 野河 信久
(87) 國際公開番号	W02012/143541	(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
(87) 國際公開日	平成24年10月26日 (2012.10.26)	(74) 代理人	100140176 弁理士 砂川 克
審査請求日	平成27年4月20日 (2015.4.20)		
(31) 優先権主張番号	61/477,228		
(32) 優先日	平成23年4月20日 (2011.4.20)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	61/479,263		
(32) 優先日	平成23年4月26日 (2011.4.26)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光ファイバの構成体及びこのような構成体を形成する方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光ファイバアレイを形成する方法であって、この方法は、  
第1の面と、対向する第2の面とを有する基板を与えることを具備し、前記基板には、  
前記第1の面から前記第2の面に前記基板を貫通して延びた複数のアパーチャが設けられ  
てあり、

この方法は、

前記アパーチャの最小直径よりも小さな直径を備えたファイバ端部を有する複数のファ  
イバを与えることと、

前記基板の前記第1の面上に曲げ構造体を与えることと、  
各ファイバに対して、前記ファイバ端部が前記第2の面に近接して位置決めされるよう  
に、前記基板の前記第1の面の側から対応するアパーチャにファイバを挿入して、前記フ  
ァイバが所定の位置で前記アパーチャの側壁と当接するように、前記ファイバを前記曲げ  
構造体の上で所定の方向に曲げることと、

接着材料を使用して前記曲げられたファイバを互いに結合させることと、を具備し、

前記曲げられたファイバを互いに結合させることは、

複数の前記曲げられたファイバの周りにモールドを形成することと、

前記モールドを接着剤で充填することと、

前記接着剤を硬化させることとを含む、方法。

## 【請求項 2】

10

20

全てのファイバが同じ方向に曲げられる請求項 1 の方法。

【請求項 3】

前記曲げられたファイバは、所定の空間配置で束にされる請求項 1 又は 2 の方法。

【請求項 4】

前記接着材料は、にかわ、エポキシ又はエポキシ封止剤を含む請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 の方法。

【請求項 5】

前記アーチャ内に前記ファイバ端部を取着することをさらに具備する請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 の方法。

【請求項 6】

前記アーチャは、円形部分と、溝の形態の追加部分とからなる横断面形状を有し、

前記ファイバは、前記ファイバが前記アーチャの側壁と当接する所定の位置が前記追加部分内にあるような方向に曲げられる請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 の方法。

【請求項 7】

荷電粒子マルチ小ビームリソグラフィシステムで使用する変調装置を製造する方法であって、この方法は、

請求項 1 - 6 のいずれか 1 項に記載の方法により光ファイバアレイを形成することと、

所定のパターンに従って複数の小ビームをパターニングするための小ビームプランカアレイを与えることと、

前記光ファイバアレイを前記小ビームプランカアレイに結合することと、を具備し、

前記小ビームプランカアレイは、複数の変調器と、複数の感光素子とを有し、

前記感光素子は、光ビームを伝送するパターンデータを受信して、前記光ビームを電気信号に変換するように構成され、

前記感光素子は、前記少なくとも 1 つの変調器に前記受信したパターンデータを与えるように、少なくとも 1 つの変調器に電気的に接続され、

光ファイバの構成体内のファイバは、光ビームを伝送する前記パターンデータを与えるように構成されている、方法。

【請求項 8】

複数の荷電粒子小ビームを使用してターゲット面にパターンを転写するための荷電粒子マルチ小ビームリソグラフィシステムを製造する方法であって、この方法は、

請求項 1 - 6 のいずれか 1 項に記載の方法により光ファイバアレイを形成することと、

複数の荷電粒子小ビームを発生させるためのビーム発生器を与えることと、

所定のパターンに従って前記複数の小ビームをパターニングするための小ビームプランカアレイを与えることと、

前記ターゲット面に前記パターニングされた小ビームを投影するための投影システムを与えることと、

前記光ファイバアレイを前記小ビームプランカアレイに結合することと、を具備し、

前記小ビームプランカアレイは、複数の変調器と、複数の感光素子とを有し、

前記感光素子は、光ビームを伝送するパターンデータを受信して、前記光ビームを電気信号に変換するように構成され、

前記感光素子は、前記少なくとも 1 つの変調器に前記受信したパターンデータを与えるように、少なくとも 1 つの変調器に電気的に接続されている、

方法。

【請求項 9】

第 1 の面と、対向する第 2 の面とを有する基板であって、前記基板には、前記第 1 の面から前記第 2 の面に前記基板を貫通して伸びた複数のアーチャが設けられている基板と、

各々が前記基板の対応するアーチャの最小直径よりも小さな直径を備えたファイバ端部を有する複数のファイバと、を具備し、

各ファイバは、前記基板の前記第 1 の面の側から対応するアーチャに挿入されていて

10

20

30

40

50

、前記ファイバ端部が前記第2の面に近接して位置決めされており、  
 前記ファイバは、前記第1の面から出て前記アーチャから伸びている所定の長さを有し、  
 複数の前記ファイバの伸びている長さの部分が、結合されたファイバ構成体を規定し、  
 前記ファイバの伸びている長さの部分が、全て同じ方向に曲げられており、  
 前記ファイバの伸びている長さの部分の少なくとも一部は、複数の光ファイバーの回りで硬化する接着剤を使用して互いに結合されており、  
 硬化する接着剤及び前記ファイバの伸びている長さの部分は、湾曲し、結合された構造が形づくられている、光ファイバの構成体。

## 【請求項10】

10

前記基板の前記アーチャは、感光素子のアレイに対応する位置にアレイ状に配置され、これにより、前記ファイバ端部は、前記ファイバ端部から出射された光が前記感光素子に向けられるように位置決めされる、請求項9の光ファイバの構成体。

## 【請求項11】

前記ファイバ端部は、前記アーチャ内に取着されている請求項9又は10の光ファイバの構成体。

## 【請求項12】

20

前記アーチャは、円形部分と、溝の形態の追加部分とからなる横断面形状を有し、

前記ファイバは、前記ファイバが前記アーチャの側壁と当接する所定の位置が前記追加部分内にある方向に曲げられている請求項9ないし11のいずれか1の光ファイバの構成体。

## 【請求項13】

荷電粒子マルチ小ビームリソグラフィシステムで使用する変調装置であって、この変調装置は、

所定のパターンに従って複数の小ビームをパターニングするための小ビームプランカアレイと、

請求項9ないし12のいずれか1の光ファイバの構成体とを具備し、

前記小ビームプランカアレイは、複数の変調器と、複数の感光素子とを有し、

前記感光素子は、光ビームを伝送するパターンデータを受信して、前記光ビームを電気信号に変換するように構成され、

前記感光素子は、前記少なくとも1つの変調器に前記受信したパターンデータを与えるように、少なくとも1つの変調器に電気的に接続され、

前記光ファイバの構成体内の前記ファイバは、光ビームを伝送する前記パターンデータを与えるように構成されている変調装置。

## 【請求項14】

30

複数の荷電粒子小ビームを使用してターゲット面にパターンを転写するための荷電粒子マルチ小ビームリソグラフィシステムであって、このシステムは、

複数の荷電粒子小ビームを発生させるためのビーム発生器と、

所定のパターンに従って前記複数の小ビームをパターニングするための小ビームプランカアレイと、

前記ターゲット面に前記パターニングされた小ビームを投影するための投影システムとを具備し、

前記小ビームプランカアレイは、複数の変調器と、複数の感光素子とを有し、

前記感光素子は、光ビームを伝送するパターンデータを受信して、前記光ビームを電気信号に変換するように構成され、

前記感光素子は、前記少なくとも1つの変調器に前記受信したパターンデータを与えるように、少なくとも1つの変調器に電気的に接続され、

前記小ビームプランカアレイは、請求項9ないし12のいずれか1の光ファイバの構成体に結合される荷電粒子マルチ小ビームリソグラフィシステム。

## 【発明の詳細な説明】

40

50

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光ファイバの構成体に関する。本発明は、さらに、光ファイバアレイを形成する方法に関する。最後に、本発明は、変調装置、及びこのような構成体を有するリソグラフィ装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

荷電粒子マルチ小ビームシステムは、例えば、本出願人の名前の米国特許第6,958,804号や国際公開第2009/127659号から、当技術分野で周知であり、後者は、特に、非常に大容量のスループットの操作に適合される。このようなリソグラフィシステムは、ターゲット面にパターンを転写するために複数の荷電粒子小ビームを使用する。このシステムは、連続的な放射線源を用いて、又は一定の周波数で動作する源を用いて動作することができる。パターンデータは、変調装置に光ビームを伝送するパターンデータによって送信される。変調装置は、受信した光信号を対応する電気信号に変換することができる感光素子を有することができる。そして、電気信号が、静電偏向によって小ビームを変調するために使用される。最後に、変調された小ビームがターゲット面に転写される。

**【0003】**

変調された光ビームは、光ファイバを使用して転送されることができる。しかしながら、正確なデータ転送を得るために、このような光ファイバは、正確で信頼できるデータ転送を可能にするように感光素子に対して非常に正確にアライメントされる必要がある。上で述べられたようなマルチビーム荷電粒子リソグラフィシステムでは、光ファイバの本数がかなり多く、優に10,000のオーダでありうる。従って、ファイバの位置決めが非常に正確に行われる必要がある。このような正確な配置は、簡単ではない。さらに、このような大量の光ファイバによって占有される容積は、装置のサイズを制限することができるよう、好ましくは、できるだけ小さい。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

【特許文献1】米国特許第6,958,804号

30

【特許文献2】国際公開第2009/127659号公報

**【発明の概要】****【0005】**

それ故、本発明の目的は、限られた空間を占有し、光ファイバの構成体又はファイバアレイに非常に正確な位置決めを提供することである。

**【0006】**

本発明は、一態様では、光ファイバアレイを形成する方法を提供し、この方法は、第1の面と、対向する第2の面とを有する基板を与えることを具備し、前記基板には、前記第1の面から前記第2の面に前記基板を貫通して延びた複数のアーチャが設けられており、この方法は、さらに、前記アーチャの最小直径よりも小さな直径を備えたファイバ端部を有する複数のファイバを与えることと、各ファイバに対して、前記ファイバ端部が前記第2の面に近接して位置決めされるように、前記基板の前記第1の面の側から対応するアーチャにファイバを挿入して、前記ファイバが所定の位置で前記アーチャの側壁と当接するように、前記ファイバを所定の方向に曲げることと、接着材料を使用して前記曲げられたファイバを互いに結合させることとを具備する。

**【0007】**

基板のこれらアーチャは、フォトダイオードのような感光素子のアレイに対応する位置にアレイ状に配置することができる。基板は、フォトダイオードのような感光素子のアレイに対応する位置にファイバ端部を位置決めするために使用されることができ、基板の第2の面は、感光素子に面しており、第1の面は、感光素子から離れて面している。フ

40

50

ファイバ端部は、ファイバ端部から出射された光が感光素子に向けられるように位置決めされることができる。

【0008】

ファイバは、アーチャに挿入されるファイバの部分から取り去られた外側ジャケット又はコーティングを有することができるか、ファイバは、取り去ることなくアーチャに挿入されることができる。ファイバ端部は、アーチャの最小直径よりも小さな直径を有し、外側ジャケット又はコーティングを取り去ることによりアーチャの必要な直径を減少させる。

【0009】

ファイバは、ファイバ端部が第2の面と面一であるように、基板の第1の面の側からアーチャに十分に離れて挿入されるか、アーチャの内側にあるが第2の表面に近いか、アーチャのわずかに外側に延びている。代わって、ファイバは、アーチャを完全に貫通して挿入されることができ、ファイバの突出している部分は、第2の面に近接して位置決めされるファイバ端部となるように切り落とされることができる。

10

【0010】

各ファイバは、第1の面の側でアーチャから外に延びているファイバの長さ部分を残して、基板の第1の面の側から対応するアーチャに挿入されて、前記延びているファイバの長さ部分が所定の方向に曲げられる。全てのファイバが同じ方向に曲げられることができ。各ファイバの曲げ量は、対応するアーチャに位置決めされたファイバの少なくとも一部が所定の位置でアーチャの側壁と当接するよう押し込まれるのに十分な量である。各ファイバの曲げ量は、対応するアーチャに位置決めされたファイバの少なくとも一部が所定の位置で前記アーチャの側壁と当接して押し込まれるように、所定の量及び対応するアーチャに十分に近い所定の位置で行われることができる。これらファイバの各々は、基板の第1の面の側でアーチャから外に延びているファイバの長さ部分を有し、前記延びているファイバの長さ部分の少なくとも一部は、所定の方向に曲げられることができ。基板のアーチャは、複数の列を有する2次元アレイで配置されることができ、ファイバの各々は、基板の第1の面の側でアーチャから外に延びているファイバの長さ部分を有し、これらファイバの曲げ量は、第1の曲率半径でアーチャの第1の列に挿入されたファイバを曲げ、比較的大きな第2の曲率半径でアーチャの次の隣接する列に挿入されたファイバを曲げることによって行われることができる。

20

【0011】

前記曲げられたファイバは、所定の空間配置で束にされることができ、これら曲げられたファイバは、矩形配置で束にされることができる。これらファイバの各々は、基板の第1の面の側でアーチャから外に延びている長さ部分を有することができる。前記延びているファイバの長さ部分の少なくとも一部は、第1の面にほぼ平行であるように配置されることができ。前記延びているファイバの長さ部分の少なくとも一部は、所定の空間配置で同じ方向で互いにほぼ平行であるように配置されることができ。所定の空間配置は、アレイ形態で前記延びているファイバの長さ部分の等距離間隔を有することができ、間隔要素は、互いに対して前記延びているファイバの長さ部分を位置決めするように、前記延びているファイバの長さ部分間に位置されることができる。

30

【0012】

前記延びているファイバの長さ部分の少なくとも一部は、接着材料を使用して互いに結合されることができる。互いに結合される前記延びているファイバの長さ部分は、曲げられた部分、又は曲げられていない部分、あるいは曲げられた部分と曲げられていない部分との両方を含むことができる。前記接着材料は、にかわ、エポキシ又はエポキシ封止剤を含むことができる。結合されることは、ファイバに塗布された接着剤を硬化させることを含むことができる。硬化させることは、接着剤をUV光に晒すことと、接着剤に熱を加えることとの少なくとも一方を含むことができる。

40

【0013】

ファイバ端部は、アーチャ内に取着されることがある。アーチャにファイバ端部

50

を取着することは、対応するアーチャに全てのファイバを挿入した後に実行されることができる。ファイバ端部は、接着剤を使用してアーチャに取着されることができる。アーチャにファイバを挿入するのに先立って、接着剤がファイバ端部に塗布されることができ、ファイバ端部を取着することは、ファイバ端部に塗布された接着剤を硬化させることを含むことができる。硬化させることは、接着剤をUV光に晒すことと、接着剤に熱を加えることとの少なくとも一方を含むことができる。代わって、ファイバ端部は、クランプによって取着されてもよい。

【0014】

この方法は、さらに、基板の第2の面を研磨することを具備することができる。研磨することは、ファイバ端部及び第2の面を同時に研磨することを含むことができる。

10

【0015】

前記アーチャは、円形部分と、溝の形態の追加部分とからなる横断面形状を有することができ、前記ファイバは、前記ファイバが前記アーチャの側壁と当接する所定の位置が前記追加部分内にあるような方向に曲げられることができ。溝は、くさび形状を取ることができ、ファイバは、くさび形状の対向する2つの部分と当接する。各ファイバの曲げ量は、対応するアーチャに位置決めされたファイバの少なくとも一部が溝に押し込まれるのに十分な量である。基板のアーチャは、フォトダイオードのような感光素子のアレイに対応する位置にアレイ状に配置されることができ、各アーチャの溝は、ファイバ端部が感光素子に対して所望の位置に位置決めされるように位置されることができる。

【0016】

20

前記ファイバは、曲げ構造体の上部で曲げられることができる。前記曲げ構造体は、基板の第1の面の側で基板の一体部分を形成することができるか、前記曲げ構造体は、一時的に取り外し可能な構造体であることができ。ファイバの曲げは、ファイバの部分の曲げられた部分の曲率が曲げ構造体の曲率に追従するように、曲げ構造体の湾曲部分の上でファイバの一部を曲げることによって果たされることができる。基板のアーチャは、複数の列を有する2次元アレイで配置されることができ、ファイバの各々は、基板の第1の面の側でアーチャから外に延びているファイバの長さ部分を有し、ファイバの曲げは、アーチャの第1の列でのファイバの曲げられた部分の曲率が曲げ構造体の曲率に追従するように、曲げ構造体の湾曲部分の上でアーチャの第1の列に挿入されたファイバを曲げることによって果たされることができる。アーチャの次の隣接する列に挿入されたファイバの曲げは、アーチャの第1の列に挿入されたファイバの湾曲部分の上でアーチャの次の隣接する列に挿入されたファイバを曲げることによって果たされることができる。アーチャの各列に挿入されたファイバの曲げは、アーチャの前の列に挿入されたファイバの湾曲部分の上でファイバを曲げることによって果たされることができる。

30

【0017】

前記曲げられたファイバを互いに結合させることは、複数の前記曲げられたファイバの周りにモールドを形成することと、前記モールドを接着材料で充填することと、前記接着材料を硬化させることとを含む。結果として結合された構造体は、曲げられたファイバの剛性及び構造的完全性を向上させる。

【0018】

40

他の態様では、本発明は、第1の面と、対向する第2の面とを有する基板を具備し、前記基板には、前記第1の面から前記第2の面に前記基板を貫通して延びた複数のアーチャが設けられており、各々が前記アーチャの最小直径よりも小さな直径を備えたファイバ端部を有する複数のファイバを具備する。各ファイバは、前記ファイバ端部が前記第2の面に近接して位置決めされるように、前記基板の前記第1の面の側から対応するアーチャに挿入され、前記ファイバは、前記第1の面から出て前記アーチャから延びている長さ部分を有する。各ファイバの前記延びている長さ部分は、前記ファイバが所定の位置で前記対応するアーチャの側壁と当接するように、所定の方向に曲げられ、前記ファイバの前記延びている長さ部分は、接着剤を使用して互いに結合される。

【0019】

50

前記基板のアーチャは、感光素子のアレイに対応する位置にアレイ状に配置されることができ、これにより、ファイバ端部は、前記ファイバ端部から出射された光が前記感光素子に向けられるように位置決めされる。

【0020】

前記ファイバの前記延びている長さは、全て同じ方向に曲げられていることができる。前記基板の前記アーチャは、複数の列を有する2次元アレイで配置されることができ、前記アーチャの第1の列に挿入されたファイバは、第1の曲率半径で曲げられたこれらの延びている長さ部分の一部を有し、前記アーチャの次の隣接する列に挿入されたファイバは、比較的大きな第2の曲率半径で曲げられたこれらの延びている長さ部分の一部を有する。代わって、前記基板の前記アーチャは、複数の列を有する2次元アレイで配置されることができ、アーチャの各列に挿入されたファイバの全てが、同じ曲率半径で曲げられたこれらの延びている長さ部分の一部を有することができ、各列のファイバの曲率半径も同じであることができる。

【0021】

前記ファイバの前記延びている長さ部分の少なくとも一部は、所定の空間配置で束にされることができ、また、矩形配置で束にされることができる。前記延びているファイバの長さ部分の少なくとも一部は、前記第1の面にほぼ平行であるように配置されることができ。前記延びているファイバの長さ部分の少なくとも一部は、所定の空間配置で同じ方向に互いにほぼ平行であるように配置されることができ。所定の空間配置は、アレイ形態で前記延びているファイバの長さ部分の等距離間隔を有することができ、間隔要素は、互いに対して前記延びているファイバの長さ部分を位置決めするために、前記延びているファイバの長さ部分間に位置されることができる。

【0022】

前記ファイバの前記延びている長さ部分の少なくとも一部は、接着剤を使用して互いに結合されることができる。ファイバ端部は、アーチャ内に取着されることができ、接着剤は、ファイバ端部を取着するために使用されることができる。前記延びている長さ部分と前記ファイバ端部との少なくとも一方を結合させるための接着剤は、にかわ、エポキシ又はエポキシ封止剤を含むことができる。

【0023】

前記ファイバの前記延びている長さ部分の少なくとも一部は、ここに記載されるようにして曲げられ、ここに記載されるようにして空間配置で束にされ、一体構造体を形成するためにここに記載されるようにして互いに結合されることができる。この一体構造体は、ほぼ剛体であることができ、囲まれた構造体に囲まれることができる。

【0024】

前記アーチャは、円形部分と、溝の形態の追加部分とからなる横断面形状を有することができ、前記ファイバは、前記ファイバが前記アーチャの前記側壁と当接する所定の位置が前記追加部分内にあるような方向に曲げられることができる。

【0025】

本発明のさまざまな態様が、さらに、図面に示される実施の形態を参照して説明される。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1は、本発明の実施の形態で使用されることができるマスクレスリソグラフィシステムを概略的に示す図である。

【図2】図2は、図1のリソグラフィシステムにおける小ビームプランカアレイの一実施の形態の動作を概略的に示す図である。

【図3】図3は、モジュール式リソグラフィシステムの簡略化したブロック図である。

【図4】図4は、図1のリソグラフィシステムにおいて使用されることができる小ビームプランカアレイの一部の概略的な断面図である。

【図5】図5は、本発明の実施の形態で使用される小ビームプランカアレイ

10

20

30

40

50

のレイアウトの概略的な上面図である。

【図6】図6は、本発明の実施の形態で使用することができる小ビームプランカアレイのより詳細なレイアウトの概略的な上面図である。

【図7A】図7Aは、図5の小ビームプランカアレイの上部にある光ファイバ配置を概略的に示す図である。

【図7B】図7Bは、図7AのVII B - VII B'線に沿って示される配置の概略的な横断面図である。

【図8】図8は、光ファイバと対応する感光素子との間のアライメントを概略的に示すより詳細な図である。

【図9A】図9Aは、ファイバアレイ基板をプランカアレイに接続するやり方を概略的に示す図である。 10

【図9B】図9Bは、ファイバアレイ基板をプランカアレイに接続するやり方を概略的に示す図である。

【図10】図10は、ファイバアレイ基板をプランカアレイにアライメントする他のやり方を概略的に示す図である。

【図11】図11は、ファイバアレイ基板の一部の概略的な横断面図である。

【図12A】図12Aは、ファイバアレイ基板のアパー・チャの概略的な上面図である。

【図12B】図12Bは、ファイバアレイ基板のアパー・チャの概略的な上面図である。

【図13】図13は、光ファイバの配置を形成するために使用することができる把持装置を概略的に示す図である。 20

【図14A】図14Aは、本発明の一実施の形態に係る光ファイバの配置を形成する方法における一段階を示す図である。

【図14B】図14Bは、本発明の一実施の形態に係る光ファイバの配置を形成する方法における一段階を示す図である。

【図14C】図14Cは、本発明の一実施の形態に係る光ファイバの配置を形成する方法における一段階を示す図である。

【図14D】図14Dは、本発明の一実施の形態に係る光ファイバの配置を形成する方法における一段階を示す図である。

【図14E】図14Eは、本発明の一実施の形態に係る光ファイバの配置を形成する方法における一段階を示す図である。 30

【図15】図15は、図14ないし図14Eに示される方法を使用して準備されたファイバの空間的配置を示す横断面図である。

【図16】図16は、光ファイバ配置の他の実施の形態を概略的に示す図である。

【図17】

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下は、単なる例によって、図面を参照して与えられる、本発明のさまざまな実施の形態の説明である。図面は、スケール合わせされておらず、単に例示目的であることを意図している。

【0028】 40

図1は、荷電粒子マルチ小ビームリソグラフィシステム1の一実施の形態の簡略化された概略図である。リソグラフィシステム1は、好適には、複数の小ビームを発生させる小ビーム発生器と、変調された小ビームを形成するためにこれら小ビームをパターニングする小ビーム変調器と、変調された小ビームをターゲット面に投影するための小ビームプロジェクタとを有する。

【0029】

小ビーム発生器は、代表的には、ソースと、少なくとも1つのビームスプリッタとを有する。図1におけるソースは、ほぼ均質な、拡大する電子ビーム4を生成するように配置された電子源3である。電子ビーム4のビームエネルギーは、好ましくは、約1ないし10keVの範囲で比較的低く維持される。これを達成するために、加速電圧は、好ましくは 50

、低く、また、電子源3は、接地電位でターゲットに対して約-10ないし-1kVの電圧に保たれることができるが、他の設定が使用されてもよい。

### 【0030】

図1では、電子源3からの電子ビーム4は、電子ビーム4をコリメートするためのコリメータレンズ5を通過する。コリメータレンズ5は、任意のタイプのコリメート光学系であることができる。コリメーションの前に、電子ビーム4は、2つのオクトポール(図示されない)を通過することができる。続いて、電子ビーム4は、図1の実施の形態ではアパー・チャアレイ6であるビームスプリッタに入射する。アパー・チャアレイ6は、好ましくは、貫通孔を備えたプレートを有する。アパー・チャアレイ6は、ビーム4の一部を遮断するように配置されている。さらに、アレイ6は、複数の平行な電子小ビーム7を生成するように、複数の小ビーム7を通過させる。

10

### 【0031】

図1のリソグラフィシステム1は、非常に多くの、好ましくは約10,000ないし1,000,000の小ビームを発生させる。もちろん、これ以上又はこれ以下の小ビームが発生されることが可能である。他の既知の方法もまた、コリメートされた小ビームを発生させるために使用されうることに留意する。第2のアパー・チャアレイは、電子ビーム4のサブビームを生成して、これらサブビームから電子小ビーム7を生成するように、システム中に加えられることができる。これは、さらなる下流側でのサブビームの操作を可能にし、これは、特に、システム中の小ビームの数が5,000以上であるとき、システムの動作に有益であることがわかっている。

20

### 【0032】

変調システム8として図1に示される小ビーム変調器は、代表的には、複数のプランカの構成体を含む小ビームプランカアレイ9と、小ビーム停止アレイ10とを有する。これらプランカは、電子小ビーム7の少なくとも1つを偏向させることができる。本発明の実施の形態では、これらプランカは、特に、第1の電極と、第2の電極と、アパー・チャアレイとが設けられた静電偏向器である。そして、これら電極は、アパー・チャアレイを横切る電場を発生させるために、アパー・チャアレイの両側に位置されている。一般的に、第2の電極は、接地電極、即ち、接地電位に接続される電極である。

### 【0033】

プランカアレイ9の平面内に電子小ビーム7を集束させるために、リソグラフィシステムは、さらに、コンデンサレンズアレイ(図示されない)を有することができる。

30

### 【0034】

図1の実施の形態では、小ビーム停止アレイ10は、小ビームを通過させるためのアパー・チャアレイを有する。小ビーム停止アレイ10は、その基本形態では、代表的には円形孔であるが他の形状も使用されることができる貫通孔が設けられた基板を有する。いくつかの実施の形態では、小ビーム停止アレイ10の基板は、規則的に離間された貫通孔のアレイを備えたシリコンウェーハから形成されており、表面の帯電を防止するために金属の表層で覆われることができる。いくつかのさらなる実施の形態では、金属は、CrMoのような自然酸化物皮膜を形成しないタイプである。

### 【0035】

小ビームプランカアレイ9と小ビーム停止アレイ10とは、小ビーム7を遮断するか通過させるように協働する。いくつかの実施の形態では、小ビーム停止アレイ10のアパー・チャアレイは、小ビームプランカアレイ9において静電偏向器のアパー・チャアレイとアライメントされている。小ビームプランカアレイ9が小ビームを偏向させると、小ビームは、小ビーム停止アレイ10に対応するアパー・チャアレイを通過しない。代わって、小ビームは、小ビームプロックアレイ10の基板によって遮断される。小ビームプランカアレイ9が小ビームを偏向しなければ、小ビームは、小ビーム停止アレイ10の対応するアパー・チャアレイを通過する。いくつかの代わりの実施の形態では、小ビームプランカアレイ9と小ビーム停止アレイ10との間の協働は、プランカアレイ9の偏向器による小ビームの偏向が小ビーム停止アレイ10の対応するアパー・チャアレイの小ビームの通過をもたらし、一方、非偏向は、小ビーム停止アレイ10の対応するアパー・チャアレイの小ビームの通過をもたらす。

40

50

アレイ 10 の基板による遮断をもたらす。

【0036】

変調システム 8 は、制御ユニット 20 によって与えられた入力に基づいて小ビーム 7 にパターンを追加するように配置されている。制御ユニット 20 は、データ記憶ユニット 21 と、読み出しユニット 22 と、データコンバータ 23 とを有することができる。制御ユニット 20 は、システムの残りの部分から離れて、例えば、クリーンルームの内部の外側に位置されることができる。制御システムは、さらに、アクチュエータシステム 16 に接続されることができる。アクチュエータシステムは、図 1 に破線で示される電子光学鏡筒とターゲット位置決めシステム 14 との相対移動を実行するように配置されている。

【0037】

パターンデータを保持している変調された光ビーム 24 は、光ファイバを使用して小ビームプランカアレイ 9 に伝送される。特に、光ファイバ端部からの変調された光ビーム 24 は、小ビームプランカアレイ 9 上に位置された対応する感光素子上に投影される。感光素子は、光信号を異なるタイプの信号に、例えば、電気信号に変換するように配置されることができる。変調された光ビーム 24 は、対応する感光素子に結合された少なくとも 1 つのプランカを制御するためにパターンデータの一部を伝送する。いくつかの実施の形態において、光ビームは、少なくとも部分的に、光導波路によって感光素子に向けて転送されることができる。

【0038】

小ビーム変調器から出てくる変調された小ビームは、小ビームプロジェクタによってターゲット 13 のターゲット面にスポットとして投影される。小ビームプロジェクタは、代表的には、変調された小ビームをターゲット面上で走査するための走査偏向器と、変調された小ビームをターゲット面に集束させるための投影レンズ系とを有する。これらの構成要素は、単一のエンドモジュール内に存在することができる。

【0039】

このようなエンドモジュールは、好ましくは、挿入可能で交換可能なユニットとして構成されている。従って、エンドモジュールは、偏向器アレイ 11 と、投影レンズ構成体 12 を有することができる。挿入可能で交換可能なユニットもまた、小ビーム変調器を参照して上で述べられたように、小ビーム停止アレイ 10 を含むことができる。エンドモジュールを出た後、小ビーム 7 は、ターゲット面に位置されたターゲット面に衝突する。リソグラフィアプリケーションのために、ターゲット 13 は、通常、荷電粒子感光層、即ちレジスト層が設けられたウェーハを有する。

【0040】

偏向器アレイ 11 は、小ビーム停止アレイ 10 を通過した各小ビーム 7 を偏向するように配置された走査偏向器アレイの形態を取ることができる。偏向器アレイ 11 は、比較的小さな駆動電圧の印加を可能にする複数の静電偏向器を有することができる。偏向器アレイ 11 は、投影レンズ構成体 12 の上流側に描かれているが、偏向器アレイ 11 は、投影レンズ構成体 12 とターゲット面との間に配置されてもよい。

【0041】

投影レンズ構成体 12 は、偏向器アレイ 11 によって偏向の前又は後に小ビーム 7 を集束するように配置されている。好ましくは、集束は、直径約 10 ないし 30 ナノメートルの幾何学的なスポットサイズをもたらす。このような好ましい実施の形態では、投影レンズ構成体 12 は、好ましくは、約 100 ないし 500 倍の縮小、より好ましくはできるだけ大きな、例えば、300 ないし 500 倍の縮小を与えるように配置されている。この好ましい実施の形態では、投影レンズ構成体 12 は、効果的には、ターゲット面の近くに位置されることができる。

【0042】

いくつかの実施の形態では、ビームプロテクタ（図示されない）が、ターゲット面と投影レンズ構成体 12 との間に位置されることができる。ビームプロテクタは、適切に配置された複数のアパーチャが設けられたフォイル又はプレートであることができる。ビーム

10

20

30

40

50

プロテクタは、放出されたレジスト粒子がリソグラフィシステム 1 の感光素子に到達する前にこれら粒子を吸収するように配置されている。

【 0 0 4 3 】

このように、投影レンズ構成体 1 2 は、ターゲット面上の単一の画素のスポットサイズが正しいことを確実にすることができる、また、偏向器アレイ 1 1 は、ターゲット面上の画素の位置がマイクロスケールで正確であることを適切な走査動作によって確実にすることができる。特に、偏向器アレイ 1 1 の動作は、画素がターゲット面にパターンを最終的に構成する画素のグリッドに収まるようになっている。ターゲット面上の画素のマクロスケールの位置決めがターゲット位置決めシステム 1 4 によって適切に与えられることが理解される。

10

【 0 0 4 4 】

一般的に、ターゲット面は、基板の上部にレジスト膜を有する。レジスト膜の部分は、荷電粒子、即ち電子の小ビームの適用によって化学的に変質される。その結果として、膜の照射された部分は、現像液に多少溶解し、ウェーハ上にレジストパターンをもたらす。ウェーハ上のレジストパターンは、半導体製造の技術分野で周知であるようにして、インプリメンテーション、エッチング、蒸着工程によって、下層に転写されることができる。明らかに、照射が均一でない場合には、レジストは、均一であるようにして溶解されることができず、パターンのミスにつながる。それ故、高品質の投影が、再現可能な結果を与えるリソグラフィシステムを得ることと関連している。照射の差は偏向工程に起因すべきである。

20

【 0 0 4 5 】

図 2 は、図 1 のリソグラフィシステムにおける小ビームプランカアレイ 9 の一実施の形態の動作を示す図である。特に、図 2 は、小ビームプランカアレイ 9 と小ビーム停止アレイ 1 0 とを有する小ビーム変調器の一部を概略的に示す横断面図である。小ビームプランカアレイ 9 には、複数のアパーチャが設けられている。参照のために、ターゲット 1 3 もまた示されている。図は、スケール合わせされて描かれていない。

【 0 0 4 6 】

小ビーム変調器の図示される部分は、3 つの小ビーム 7 a、7 b、7 c を変調するように配置されている。これら小ビーム 7 a、7 b、7 c は、単一のソースに、又は単一のサブビームに由来するビームから発生することができる小ビームの 1 つのグループの一部を形成することができる。図 2 の小ビーム変調器は、各グループの共通収束点 P に向かって小ビームのグループを収束させるように配置されている。この共通収束点 P は、好ましくは、小ビームのグループの光軸 O 上に位置されている。

30

【 0 0 4 7 】

図 2 に示される小ビーム 7 a、7 b、7 c を考えると、小ビーム 7 a、7 c は、小ビームと光軸 O との間に延びた入射角を有する。小ビーム 7 b の向きは、光軸にほぼ平行である。小ビーム停止アレイ 1 0 の基板により偏向された小ビームの遮断を確立するために、小ビームの偏向の方向は、各小ビームに対して異なることができる。小ビーム 7 a は、左側に向かって、即ち、破線 7 a - で示される図 2 の「-」の方向に向かって偏向により遮断される。一方、小ビーム 7 b、7 c は、それぞれの小ビームの遮断を確立するために、右側に向かって、即ち、「+」の方向に向かって偏向される。これら遮断方向は、それぞれ、破線 7 b + 及び 7 c + で示される。偏向方向の選択は任意であることができないことに留意する。例えば、小ビーム 7 a に対して、破線 7 a + は、右側に向かう小ビーム 7 a の偏向が小ビーム停止アレイ 1 0 の通過をもたらすことを示している。それ故、線 7 a + に沿った小ビーム 7 a の偏向は不適切である。一方、破線 7 b - で示される、左側に向かう小ビーム 7 b の偏向は、選択できる。

40

【 0 0 4 8 】

図 3 は、モジュール式リソグラフィシステム 5 0 の簡略化されたブロック図である。リソグラフィシステムは、好ましくは、メンテナンスを容易にするために、モジュール方式で設計されている。主要なサブシステムは、好ましくは、自蔵式の取り外し可能なモジュ

50

ールで構成され、これにより、これらは、他のサブシステムへの外乱をできる限り少なくしてリソグラフィマシンから取り外されることができる。これは、特に、マシンへのアクセスが制限されている真空チャンバに囲まれたリソグラフィマシンにとって効果的である。このように、障害のあるサブシステムは、他のシステムを不必要に切断したり妨害したりすることなく、速やかに取り外して交換することができる。

#### 【0049】

図3に示される実施の形態では、これらモジュール式のサブシステムは、荷電粒子ビーム源71とビームコリメートシステム72とを含む照明光学モジュール81と、アーチャアレイ73とコンデンサレンズアレイ74とを含むコンデンサレンズモジュール82と、小ビームプランカアレイ75を含むビーム切替モジュール83と、ビーム停止アレイ76、ビーム偏向器アレイ77及び投影レンズアレイ78を含む投影光学モジュール84とを有する。モジュールは、アライメントフレームの内外に摺動するように設計されることができる。図3に示される実施の形態では、アライメントフレームは、アライメント内側サブフレーム85と、アライメント外側サブフレーム86とを有する。投影光学モジュール84は、少なくとも1つの撓み部によって、アライメント内側サブフレーム85及びアライメント外側サブフレーム86の少なくとも1つに接続することができる。

10

#### 【0050】

照明光学モジュール81、アーチャアレイ及びコンデンサレンズモジュール82、ビーム切替モジュール83及び投影光学モジュール84である上述の構成要素は、図1のリソグラフィシステム1における同様の構成要素の機能に対応して動作されるように構成されることができる。

20

#### 【0051】

図3の実施の形態では、フレーム88は、振動減衰マウント87を介してアライメントサブフレーム85、86を支持している。この実施の形態では、ウェーハ55は、ウェーハテーブル89に置かれ、続いて、さらなる支持構造体90に装着される。ウェーハテーブル89及びさらなる支持構造体90の組合せは、以下では、チャック90と称されることができる。チャック90は、ステージのショートストローク91とロングストローク92とに置かれる。リソグラフィマシンは、真空チャンバ60で囲まれ、この真空チャンバは、好ましくは、ミューメタルシールド層又は複数の層65を含む。マシンは、フレーム部材96で支持されたベースプレート95に置かれる。

30

#### 【0052】

各モジュールは、その動作のための多くの電気信号、光信号、及び電力を必要としうる。真空チャンバ内のモジュールは、代表的にはチャンバの外側に位置された少なくとも1つの制御システム99からこれら信号を受信する。真空チャンバ60は、ケーブルの周りの真空シールを維持しながら、真空ハウジングに制御システムからの信号を伝送するケーブルを導入するために、ポートと称される開口を含む。各モジュールは、好ましくは、そのモジュール専用の少なくとも1つのポートを経由される電気ケーブル、光学ケーブルあるいは電力ケーブルの接続の集合体を有する。これは、他のモジュールのいずれかのケーブルを乱すことなく、切断され、取り外され、交換される特定のモジュールのためのケーブルを可能にする。いくつかの実施の形態では、パッチパネルは、真空チャンバ60内に設けられることができる。パッチパネルは、少なくとも1つのモジュールを取り外し可能に接続するための少なくとも1つのコネクタを有する。少なくとも1つのポートは、真空チャンバ内に取り外し可能なモジュールの少なくとも1つの接続部を収容するために使用されることができる。

40

#### 【0053】

図4は、図1のリソグラフィシステムで使用されることがある小ビームプランカアレイ9の一部の概略的な横断面図である。小ビームプランカアレイ9は、複数の変調器101を有する。変調器は、第1の電極103aと、第2の電極103bと、アーチャ105とを有する。これら電極103a、103bは、アーチャを横切る電場を発生させるためにアーチャ105の両側に位置されている。

50

## 【0054】

受光素子107は、光ビーム（図示されない）を伝送するパターンデータを受信するように配置されている。受光素子107は、電気接続109を介して少なくとも1つの変調器101に電気的に接続されている。受光素子107は、光ビームを介してパターンデータを受信して、光信号を電気信号に変換して、少なくとも1つの接続された変調器101に向かって電気接続109を介して受信され変換されたパターンデータを転送する。そして、少なくとも1つの変調器101は、受信したパターンデータに応じて、電子小ビーム7のような通過する荷電粒子小ビームを変調する。受光素子107には、光ビームによって運ばれるデータの正しい読み出しを乱しうる反射光によって引き起こされるバックグラウンド放射線を低減せしめるように、反射防止膜108が設けられることができる。

10

## 【0055】

図5は、本発明の実施の形態で使用されることができる小ビームプランカアレイ9のレイアウトを概略的に示す上面図である。図5に示される小ビームプランカアレイ9は、ビーム領域121と、非ビーム領域122とに分割されている。ビーム領域121及び非ビーム領域122の幅はほぼ同じであることが示されているが、これは必須ではない。これら領域の寸法は、使用されるレイアウトに基づいて異なっていてもよい。

## 【0056】

ビーム領域121は、小ビームを変調するための少なくとも1つの変調器を有する。非ビーム領域122は、少なくとも1つの感光素子を有する。マスクレスリソグラフィシステムにおける鏡筒でのビーム領域121及び非ビーム領域122の使用は、変調器及び感光領域の密度が増加されることができるという利点を有する。

20

## 【0057】

ビーム領域121及び非ビーム領域122は、完全な矩形を形成している配置で示されているが、領域は、当業者に実際に理解されるように、ターゲット表面への小ビームの最適な投影を可能にするために斜めの配置を形成することができる。

## 【0058】

図6は、本発明の実施の形態で使用されることができる小ビームプランカアレイ9の一部のより詳細なレイアウトを示す上面図である。プランカアレイ部分は、シールド構造体141のために用意された領域で囲まれたビーム領域121を有する。小ビームプランカアレイ9は、さらに、効果的には、ビーム領域121及びシールド構造体141のために用意されていない全ての領域である非ビーム領域を有する。シールド構造体141は、非ビーム領域内に、例えば、フォトダイオードのような感光素子の近傍に、外部で発生された電場をほぼシールドするように配置されている。

30

## 【0059】

シールド構造体141は、オープンエンドのボックス状構造体を形成している側壁を有するものとして記載することができる。シールド構造体141は、必ずしも物理的に小ビームプランカアレイ9に接続されていないことに留意する。小ビームプランカアレイ9の十分に近い距離内に位置されれば、シールド構造体141は、十分に電場をシールドすることができる。

## 【0060】

シールド構造111に適した材料は、十分に高い電気伝導度を有する材料である。さらに、この材料は、十分な強度及び加工性を有しなければならない。シールド構造の主成分として使用する例示的な適切な材料は、チタン(Ti)である。使用されることができる他の例示的な材料は、モリブデン(Mo)及びアルミニウム(Al)を含む。例示的な実施の形態では、シールド構造は、Moで覆われたTiのプレートを使用して作られる。他の例示的な実施の形態では、シールド構造は、Alスペーサを備えたMoシートのスタッカを有する。

40

## 【0061】

図6の小ビームプランカアレイ部分は、さらに、小ビームプランカアレイ9内の光信号及び感光要素を運ぶために配置された光ファイバ間の光インターフェースを確立するため

50

に用意された光インターフェース領域 143 を有する。フォトダイオードのような感光素子は、かくして、光インターフェース領域 143 内に配置される。光ファイバは、全体の光インターフェース領域 143 又はその一部を覆うことができる。光ファイバは、物理的にリソグラフィシステムの使用中にビーム領域 121 内の電子小ビームを遮断しないように、適切に配置されている。

【0062】

さらに、小ビームプランカアレイ 9 の非ビーム領域は、電力インターフェース領域 145 を有する。電力インターフェース領域 145 は、光インターフェース領域 143 内に、感光素子に、及び、好適には他の要素に電力を適切に供給するように、電力構成体を収容するように構成されている。電力構成体 145 は、プランカアレイ 9 にほぼ垂直な方向に、プランカアレイ 9 から離れるように伸びていることができる。このような構成体 145 は、大きな表面積にわたって電力線の広がりを可能にし、これにより、効率を改善し、例えば、増加した放射面領域によって引き起こされる熱抵抗の減少起因する損失を減少させる。

【0063】

光インターフェース領域 143 の両側にある電力インターフェース領域 145 の位置は、感光素子への比較的短い電力供給線の使用を可能にする。従って、異なる電力線、即ち、近くの感光素子対さらに離れた感光素子の接続間の電圧降下のばらつきが低減されることができる。

【0064】

非ビーム領域は、さらに、例えば、クロック回路や制御回路であるさらなる回路の収容を可能にするために、追加のインターフェース領域 147 を有することができる。電力インターフェース領域 145 内の電力構成体もまた、追加のインターフェース領域 147 に十分な電力を提供するように構成されることができる。

【0065】

図 6 は、いくつかの領域のかなり特定のレイアウトを概略的に示しているが、さまざまなレイアウトを有することが可能であることが理解される。同様に、さまざまなインターフェース領域のサイズ及び形状は、特定のアプリケーションに応じて変わることができる。

【0066】

図 7A は、図 5 の小ビームプランカアレイ 9 の上に選択的に載置された光ファイバ構成体 161 の例示的な一実施の形態を概略的に示す図である。光ファイバ構成体 161 は、非ビーム領域 122 内の感光素子に向かって光ビームを伝送するパターンデータを導くように配置された複数の光ファイバ 163 を有する。これらファイバ 163 は、これらが小ビームプランカアレイ 9 のビーム領域 121 内でアパー・チャを通過するように配置された荷電粒子小ビームの通過を妨げないように位置決めされている。

【0067】

図 7A の例示的な光ファイバ構成体 161 は、非ビーム領域 122 当たり 2 つの部分を有する。第 1 の部分 161a は、一方の側から非ビーム領域 122 の上の空間に入る複数のファイバ 163 を有し、一方、第 2 の部分 161b は、対向している側から非ビーム領域の上の空間に入る複数のファイバ 163 を有する。各部分 161a、161b 内のファイバ 163 の数は、互いに等しいことができる。さまざまな部分の使用は、ファイバ 163 当たりにより多くの空間を与え、ファイバ 163 を損傷する危険性を低減させる。

【0068】

代わって、全てのファイバ 163 が、一方の側からの非ビーム領域 122 の上の空間に入ることができる。このような場合には、他方の側は、例えば、図 6 の電力インターフェース領域 145 で電力インターフェース内の電力線に電力を供給するために、電力回路を収容するために使用されることができる。さらに、一方の側のファイバの入口は、メンテナンス動作を単純化することができる。例えば、ファイバの交換の場合には、システムの一方の側のみが解体される必要がある。

10

20

30

40

50

## 【0069】

図7Bは、図7Aに示されるVII B - VII B'線に沿った構成体を概略的に示す横断面図である。構成体161内のファイバ163は、ファイバアレイを形成している本体165で終わっている。本体165は、代表的には、基板の形態を取り、以下では、基板165と称される。基板165内のファイバの端部は、小ビームプランカアレイ9の非ビーム領域内の感光素子(図示されない)に向けられている。より詳細に説明されるように、基板165は、小ビームプランカアレイ9の表面に近接して載置されるか、取り付けられるか、固定される。このような位置は、基板165内で不完全に向けられたファイバ163に因るアライメント誤差を最小にする。

## 【0070】

10

図8は、基板165内の光ファイバ163と、プランカアレイ9の非ビーム領域内の対応する感光素子107との間のアライメントを概略的に示すより詳細な図である。基板165は、好ましくは、約100マイクロメートル未満の間隔で、より好ましくは、約50マイクロメートル未満の間隔で、感光素子107に近接して載置される。感光素子107とファイバ端部との間の短い間隔により、光ビーム170を使用した光通信が、低減された光損失で達成されることができる。

## 【0071】

20

基板165内のファイバ163とプランカアレイ9の感光素子107とのアライメントは、固定される。これは、プランカアレイ9上の、光学マーカのようなマーカの使用を含みうるアライメント手順の後に行われることができる。代わって、基板165と、プランカアレイ9上の感光素子107のアレイとの両方が、互いに対する2つの構造体のアライメントが対応するファイバ163と感光素子107との間に十分なアライメントにつながるように、十分な精度で製造される。リソグラフィシステムの実際の動作の前の試験結果が、特定のファイバ163と対応する感光素子107との組合せが所定の仕様に従って動作しないことを示している場合には、このような組合せは、リソグラフィ処理中に制御ユニットによって除外されることができる。

## 【0072】

30

図9A並びに図9Bは、プランカアレイ9に基板165を接続する2通りのやり方を概略的に示す図である。図9A並びに図9Bには、ファイバ163及び受光素子107の単一の組合せのみが示される。

## 【0073】

図9Aでは、基板165は、接着剤175を使用してプランカアレイ9に接続されている。接着剤175は、適切なにかわであり、例えば、エポキシ接着剤である。接着剤175は、プランカアレイ9に接触し、接着剤と受光素子107との間には接触がない。この固定するやり方は、少量の接着剤の使用を与え、実行が容易である。

## 【0074】

40

また、図8に示されるように、ファイバ163を出る光ビーム170が発散する。結果として、プランカアレイ9の表面上のビームのスポットサイズは、基板165とプランカアレイ9との間の間隔の増加に伴い増加する。さらに、単位領域当たりのビームスポットの光強度は減少する。それ故、基板165とプランカアレイ9との間の間隔の増加は、受光素子107によって捕捉されることができる光ビーム170の一部を減少させることができる。特に、受光素子107上に形成された光のスポットが感光素子107の感光面内に完全に収まるように設計されている場合には、アライメント誤差は、基板165とプランカアレイ9との間の距離が大きすぎたようになつた場合には、より顕著な影響を有する。

## 【0075】

いくつかの場合には、特に、ファイバと感光素子との間の間隔を減少させることが望ましくないとき、固定は、好ましくは、図9Bに概略的に示されるように、しばしば下層と称される適切な透明接着層177を使用して行われる。透明接着層177は、プランカアレイ9と基板165との両方の大部分と接触しており、プランカアレイ9と基板165と

50

の間のギャップを効果的に充填するシリカのような充填剤として作用することができる。好ましくは、透明接着層 177 は、基板 165 及びプランカアレイ 9 の材料にできるだけ近い熱膨張係数を有する材料である。

#### 【 0076 】

図 9A に示される接着剤 175 とは逆に、図 9B の実施の形態に使用される接着層 177 も感光素子 107 に接触している。接着層 177 内の材料は、好ましくは、光ファイバ 163 を出る光ビーム 170 の開口角を減少させるように十分に高い屈折率を有する。十分に高い屈折率を有する接着層 177 の使用は、アライメントの許容範囲が改良されるという利点を有する。

#### 【 0077 】

例えば、図 9A では、光ファイバ 163 を出る光ビーム 170 は、感光素子 107 が完全に覆われるような開口角  $\theta$  を有する。しかしながら、光ファイバ 163 と受光素子 107 との間のアライメントが完全でなければ、光の一部が受光素子 107 上に収まらない。この結果、受光素子 107 で受光された光出力は、不完全なアライメントにより容易に減少する。

#### 【 0078 】

図 9B では、十分に高い屈折率を有する材料を含む接着層 177 の存在により、ファイバ 163 を出る光の開口角が角度  $\theta$  よりも小さな開口角  $\theta'$  を有する。小さな開口角は、感光素子上に収まる小ビームのスポットサイズを減少させ、一方、スポットの光出力は同じである。その結果、図 9B に概略的に示されるように、光ファイバ 163 と受光素子 107 が間隔  $d_x$  にわたってミスアライメントされていても、受光素子 107 は全体のビーム 170 を捕捉したままであり、受光素子によって受光された光出力は、ミスアライメントがこのような間隔  $d_x$  よりも大きくなれば、単に減少し始める。このように、図 9B に示される実施の形態は、小さなアライメント誤差によって引き起こされる性能の低下を受けにくい。

#### 【 0079 】

接着層 177 に適した材料は、ファイバ 163 によって放出される光に対して実質的に透明なエポキシ接着剤又はにかわであり、接着剤は、例えば、1.4 よりも高い、好ましくは、約 1.5 よりも高い十分に高い屈折率を有する。

#### 【 0080 】

他の固定する構造が同様に使用されることができることが認識される。例えば、基板 165 とプランカアレイ 9 とは、ノックピン等のコネクタ要素を使用することによって接続されることができる。

#### 【 0081 】

さらに、小ビームプランカアレイの少なくとも 1 つと固定されたファイバ基板とには、少なくとも 1 つの相互位置決め要素が設けられることができる。このような位置決め要素の例は、突起部及びストップであるが、これらに限定されるものではない。

#### 【 0082 】

アライメント誤差の影響を制限するための他の可能なやり方は、図 10 に概略的に示されるように、光ビーム 170 のスポットサイズが感光素子 107 の感光面よりも大きくなるようにすることである。このような場合には、受光素子 107 上に投影された光ビーム部分の強度は、その適切な動作のために十分であるべきである。図 10 の実施の形態では、光がビーム 170 全体にわたってほぼ均一に分散されていると仮定すると、間隔  $d_x$  又はそれ未満にわたる受光素子 107 に対する光ファイバ 163 のミスアライメントは、感光素子 107 によって捕捉される光の量に影響を与えない。ミスアライメントが間隔  $d_x$  を超えたなら、受光素子 107 によって受光される光出力が減少し始める。この結果、図 10 に示される実施の形態は、小さなアライメント誤差によって引き起こされる性能の低下を受けにくい。

#### 【 0083 】

図 11 は、ファイバアレイの一部を概略的に示す横断面図である。ファイバアレイは、

10

20

30

40

50

複数のファイバ163を収容するように配置された複数のアパーチャ180を備えた基板165を有する。明確にするために、単一のアパーチャ180及び対応するファイバ163のみが図11に示される。

【0084】

基板165は、第1の面として称されるファイバ受光側面185aと、第2の面として称される光伝送側面185bとを有する。アパーチャ180は、基板を貫通して第1の面から第2の表面に延びている。ファイバ163は、伝送端部186aと、トレイル端部186bとを有する。ファイバ163の長さは、代表的には、図11に示される長さよりもはるかに長い。

【0085】

アパーチャ180のファイバ163の配置は、ファイバ端部がアパーチャ180の少なくとも大部分を貫通して延びているように、第1の側面からアパーチャ180にファイバ163を挿入することによって行われることができる。換言すれば、ファイバ163の光伝送端部186aは、基板165の第2の側面185bに近接している。挿入後、少なくとも1つのファイバ163は、ファイバが(破線181で図11に示される)アパーチャを貫通して中心線の方向とは異なる方向に延びるように曲げられている。

【0086】

上で説明され図11に概略的に示される配置の技術は、ファイバ163の弾力性を利用している。この弾性力は、アパーチャ180の側(図11において左側にある側壁)にファイバ163を向かわせる。換言すれば、ファイバの曲げは、ファイバ163と基板165との間に、ファイバをアパーチャ側に向かって移動させる予圧を加える。その結果、所定の方向にファイバ163を曲げることによって、ファイバ163は、所定の位置で、即ち、ファイバ163が曲げられる方向とほぼ反対に、アパーチャ180の側壁と当接する。曲げにより生じた力は、ファイバ163の剛性及びその曲げ半径によって決まる。アパーチャ180の側壁に曲げられたファイバ163によって加えられた力の結果としての基板の変位と変形との少なくとも一方を最小にするために、基板165は、好ましくは、例えば、真空チャック構成体のようなチャック構成体を使用することによって、ファイバの配置中に取着される。

【0087】

アパーチャのサイズは、好ましくは、ファイバの載耐性を向上させるために、ファイバ163の外径と比較して大きい。代表的には、光ファイバ163は、クラッド層で囲まれたコアを有し、クラッド層は、外側コーティング又は「ジャケット」によって囲まれている。いくつかの実施の形態において、ファイバ163は、挿入前に取り去られる、即ち、外側コーティングが除去される。いくつかの他の実施の形態では、ファイバ163は取り去られていない。アパーチャ180に挿入されるファイバ163の部分が取り去られた場合、アパーチャのサイズは、好ましくは、ファイバのコア及びクラッド層の直径よりも大きい。ファイバ163が取り去られていない場合、アパーチャのサイズ180は、好ましくは、外側コーティングを含むファイバ163の外径よりも大きい。より好ましくは、アパーチャの直径は、基板165内で取り去られていないファイバの使用を可能にするために、取り去られていないファイバ163の外径よりも大きい。取り去られていないファイバ163の使用は、ファイバ163を取り去る必要がないので、ファイバの前処理に費やされる時間を短縮する。

【0088】

ファイバ163の挿入及び曲げの後、ファイバ163は、取着されることができ、固定される又は固定とも称される。固定は、適切なにかわのような接着剤を使用して果たされることができる。好ましくは、接着剤は、ファイバ163に接触して接着剤を広げることができ毛管力を与えるために、約100~500mPaの低粘度である。さらに、接着剤の熱膨張係数は、好ましくは、基板165の材料にできるだけ近い。いくつかの実施の形態では、接着剤は、UV光で硬化可能である。あるいは、接着剤は、異なるやり方で、例えば、熱を加えることによって硬化可能であることができる。一般的に、硬化には時

間がかかる。それ故、ファイバ165の取着は、好ましくは、全てのファイバ163の挿入及び曲げの後に行われる。

#### 【0089】

代わって、又はさらに、機械クランプのような異なるタイプの固定を使用することも可能である。接着剤の使用の場合には、接着剤は、アパーチャ180のファイバ163の配置に先立って光伝送ファイバ端部186aに設けられることができる。このような手順は、ファイバ端部186aへの接着剤の正確な配置を可能にし、一方、使用される接着剤の量が制限されうる。そして、接着剤の硬化は、それぞれのファイバ163を曲げた後、又は他の全てのファイバの挿入及び曲げの後に起こることができる。

#### 【0090】

ファイバ163の位置の許容誤差を向上させるために、アパーチャ170は、好ましくは、ファイバの曲げの結果として、ファイバ163を上述の所定の位置に導く形状を有する。図12A並びに図12Bは、基板165のアパーチャ180を概略的に示す上面図であり、アパーチャ180は、曲げ中、ファイバが所定の位置に向かって移動することを可能にするように、非対称形状を有する。アパーチャ180の横断面形状は、2つの部分191、192を有する。第1の部分191は、アパーチャ180に挿入されるファイバ部分の直径よりも大きな直径を有する円形部分191（白い破線の円で示される）である。第2の部分192は、円形部分191に直接隣接している追加部分であり、溝の形態を取る。追加部分192の図示される形状は、単なる例にすぎない。代替形状も同様に使用されうることが理解される。

10

#### 【0091】

図12A並びに図12Bに示されるアパーチャでは、ファイバ163がアパーチャ180に挿入されて、右に曲げられたならば、ファイバ163は、図12Bに概略的に示されるようにして、アパーチャ180の追加の「溝形状」部分192にそれ自身を位置決めさせる。追加部分192の形状により、ファイバ163が取り去られるファイバの位置は、予期されることができる。従って、追加部分174の形状及びサイズは、ファイバ163が、アパーチャの側壁と当接する所定の位置にそれ自信を位置決めすることを可能にする。追加部分192の形状及びサイズは、使用されるファイバ163のタイプや大きさに合わせて調整されることができる。

20

#### 【0092】

図13は、上に説明されたようなファイバアレイのような光ファイバの構成体を形成するためには、使用することができるグリップ装置200を概略的に示す図である。グリップ装置200は、第1のグリッパ210と、第2のグリッパ220と、第3のグリッパ230とを有する。第1のグリッパ210は、光伝送端部186aよりもトレイル端部186bに近い位置でファイバ163を保持するように配置されている。第1のグリッパ210は、その目的のためにV字溝211のような溝を有することができる。第2のグリッパ220は、トレイル端部186bよりも光伝送端部186aに近い位置でファイバ163を保持するように配置されている。第2のグリッパ220もまた、その目的のためにV字溝221のような溝を有することができる。第3のグリッパ230は、接着するためにファイバを固定するように配置されている。第3のグリッパは、その目的のために切り欠きを有することができる。グリップ装置200は、ファイバに予圧を与えるように配置されることができ、これにより、ファイバは、対応するアパーチャへの挿入に先立って、わずかに予め曲げられる。予圧を与えることは、ファイバの取り扱いを楽にする。

30

#### 【0093】

図14Aないし図14Fは、本発明の一実施の形態に係る光ファイバの構成体を形成する方法におけるさまざまな段階を示す図である。これら図から明らかのように、さまざまなタイプのグリップ装置が使用されることができる。

40

#### 【0094】

図14Aは、グリップ装置200が回転部材240と曲げ構造体250とを有する比較的大きな装置の一部である状況を示す図である。グリップ装置は、グリップ装置200が

50

ファイバ163を曲げることを可能にする方向に回転することができるよう、回転部材240に装着されている。

【0095】

図示される実施の形態では、グリップ装置は、対応するアーチャにファイバ163を挿入して、曲げ構造体250を使用してファイバ163を曲げるように構成されている。そして、曲げは、ファイバアレイ基板の第1の面から伸びたファイバ163の部分が曲げ構造体250の上で曲げられることができるか、他のファイバ163が既にこの構造体250の上部で曲げられている場合には、既に曲げられたファイバ163の上で曲げられることができる。曲げ構造体250は、所定の曲率での曲げを可能にする。曲げ構造250の上での実際の曲げの側面図が、図14Bに示される。

10

【0096】

好ましくは、特に、他のファイバ163が先に曲げられている場合には、結合の完了に先立って、接着剤260が、先に曲げられたファイバ163に曲げられたファイバを接着するために塗布される。好ましくは、ファイバは、例えば、図15に概略的に示されるような矩形配置である所定の空間配置で互いの上部で束にされる。矩形配置では、ファイバは、所定の長さ部分を有する。この長さ部分の知識は、ファイバを介して送信された信号を制御する精度を向上させることができる。

【0097】

他のファイバ163の上部にファイバ163を位置決めした後、グリップ装置200が、予め塗布された接着剤260の硬化を可能にするように、上方のファイバ163を固定するために使用されることがある。この目的のために、第3のグリッパ230が、例えば、適切な切り欠きを用いることによって、使用されることがある。この状況が図14Dに示される。

20

【0098】

図14Eは、最後のファイバが上部に置かれている状況を示す図である。ファイバのパケットが斜線領域として図示される。

【0099】

図16は、光ファイバ構成体の一実施の形態を概略的に示す図であり、ファイバ163は、装置を配置して曲げた後、例えば、適切なにかわである接着材料360を使用することによって取着される。この実施の形態に示されるように、ファイバ163は、アーチャを貫通して伸びることができる。好ましくは、基板165のアーチャを貫通して伸びているファイバ163の高さの差は、0.2マイクロメートル未満である。これは、ファイバ163の配置及び固定の後、基板を研磨することによって達成されることがある。

30

【0100】

ファイバ163は、基板165に、永久的に、又は一時的に接続された支持ユニット350を介してアーチャに向かって導かれることができる。支持ユニット350は、ファイバ163の曲げを簡単にすることができる。さらに、支持ユニット350の存在は、曲げ加工中にキンクのような欠陥が発生するのを回避することができる。支持ユニット350が、好ましくは、例えば、接着剤260を使用することによって、支持ユニット350に常設される場合には、ファイバ163及び基板165の全体構成は、ファイバ163を互いに接続することによってさらに補強されることがある。基板165のアーチャ内で使用される接着剤360は、接着剤260と同じであることができる。固定基板165にファイバ163を固定することにより、信頼できる光出力を提供するロバストなファイバアレイを提供する。ファイバ163を互いに固定することにより、設計のロバスト性をさらに向上させる。

40

【0101】

図17は、小ビームプランカアレイ400の表面に位置された複数の感光素子に近接して配置された結合されたファイバ構成体410を示す図であり、例えば、図5に示されるような非ビーム領域があり、レイアウトは、図6を参照してさらに説明される。構成体420は、電磁放射線をシールドするためのシールドに関する。結合された構成体を形成す

50

るために、モールドが、複数の曲げられたファイバの周りに形成されることができ、モールドは、接着材料で充填されることができる。最後に、接着材料は、例えば、UV照射、蒸発及び熱を使用することによって、硬化される。結果として結合された構造は、限られた空間を占有するロバストな構造である。

【0102】

本発明は、上述の所定の実施の形態を参照して説明した。これらの実施の形態は、本発明の意図並びに範囲から逸脱することなく、当業者に周知のさまざまな変更並びに代替形態とされうることが認識される。従って、特定の実施の形態が説明されてきたが、これらは単なる例であり、添付の特許請求の範囲に規定される本発明の範囲を限定するものではない。

10

以下に、本出願の出願当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[1] 光ファイバアレイを形成する方法であって、この方法は、第1の面と、対向する第2の面とを有する基板を与えることを具備し、前記基板には、前記第1の面から前記第2の面に前記基板を貫通して伸びた複数のアーチャが設けられており、この方法は、前記アーチャの最小直径よりも小さな直径を備えたファイバ端部を有する複数のファイバを与えることと、各ファイバに対して、前記ファイバ端部が前記第2の面に近接して位置決めされるように、前記基板の前記第1の面の側から対応するアーチャにファイバを挿入して、前記ファイバが所定の位置で前記アーチャの側壁と当接するように、前記ファイバを所定の方向に曲げることと、接着材料を使用して前記曲げられたファイバを互いに結合させることとを具備する方法。

20

[2] 全てのファイバが同じ方向に曲げられる[1]の方法。

[3] 前記曲げられたファイバは、所定の空間配置で束にされる[1]又は[2]の方法。

[4] 前記接着材料は、にかわ、エポキシ又はエポキシ封止剤を含む[1]ないし[3]のいずれか1の方法。

[5] 前記アーチャ内に前記ファイバ端部を取着することをさらに具備する[1]ないし[4]のいずれか1の方法。

[6] 前記ファイバ端部を取着することは、前記基板の対応するアーチャへの全てのファイバの挿入の後に実行される[5]の方法。

30

[7] 前記ファイバ端部は、接着剤を使用することによって取着され、この方法は、挿入に先立って、前記ファイバ端部に接着剤を塗布することをさらに具備する[5]又は[6]の方法。

[8] 前記アーチャは、円形部分と、溝の形態の追加部分とからなる横断面形状を有し、前記ファイバは、前記ファイバが前記アーチャの側壁と当接する所定の位置が前記追加部分内にある方向に曲げられる[1]ないし[7]のいずれか1の方法。

[9] 前記ファイバは、曲がる構造体の上部で曲げられる[1]ないし[8]のいずれか1の方法。

[10] 前記曲げられたファイバを互いに結合させることは、複数の前記曲げられたファイバの周りにモールドを形成することと、前記モールドを接着剤で充填することと、前記接着剤を硬化させることとを含む[1]ないし[9]のいずれか1の方法。

40

[11] 第1の面と、対向する第2の面とを有する基板を具備し、前記基板には、前記第1の面から前記第2の面に前記基板を貫通して伸びた複数のアーチャが設けられており、各々が前記アーチャの最小直径よりも小さな直径を備えたファイバ端部を有する複数のファイバを具備し、各ファイバは、前記ファイバ端部が前記第2の面に近接して位置決めされるように、前記基板の前記第1の面の側から対応するアーチャに挿入され、前記ファイバは、前記第1の面から出て前記アーチャから伸びている所定の長さを有し、各ファイバの前記伸びている長さは、前記ファイバが所定の位置で前記対応するアーチャの側壁と当接するように、所定の方向に曲げられ、前記ファイバの前記伸びている長さは、接着剤を使用して互いに結合される光ファイバの構成体。

[12] 前記アーチャは、感光素子のアレイに対応する位置にアレイ状に配置され、こ

50

れにより、前記ファイバ端部は、前記ファイバ端部から出射された光が前記感光素子に向けられるように位置決めされる [11] の構成体。

[13] 前記ファイバの前記延びている長さは、全て同じ方向に曲げられている [11] 又は [12] の構成体。

[14] 前記基板の前記アパーチャは、複数の列を有する2次元アレイで配置され、前記アパーチャの第1の列に挿入されたファイバは、第1の曲率半径で曲げられたこれらの延びている長さの一部を有し、前記アパーチャの次の隣接する列に挿入されたファイバは、比較的大きな第2の曲率半径で曲げられたこれらの延びている長さの一部を有する [11] ないし [13] のいずれか1の構成体。

[15] 前記基板の前記アパーチャは、複数の列を有する2次元アレイで配置され、前記アパーチャの各列に挿入された全てのファイバが、同じ曲率半径で曲げられたこれらの延びている長さの一部を有し、各列のファイバの曲率半径も同じである [11] ないし [13] のいずれか1の構成体。

[16] 前記ファイバの前記延びている長さの少なくとも一部は、所定の空間配置で束にされている [11] ないし [15] のいずれか1の構成体。

[17] 前記ファイバの前記延びている長さの少なくとも一部は、互いに平行である [16] の構成体。

[18] 前記ファイバの前記延びている長さの少なくとも一部は、接着剤を使用して互いに結合されている [11] ないし [17] のいずれか1の構成体。

[19] 前記ファイバ端部は、前記アパーチャ内に取着されている [11] ないし [18] のいずれか1の構成体。

[20] 前記アパーチャは、円形部分と、溝の形態の追加部分とからなる横断面形状を有し、前記ファイバは、前記ファイバが前記アパーチャの側壁と当接する所定の位置が前記追加部分内にある方向に曲げられている [11] ないし [19] のいずれか1の方法。

[21] 荷電粒子マルチ小ビームリソグラフィシステムで使用する変調装置であって、この変調装置は、所定のパターンに従って複数の小ビームをパターニングするための小ビームプランカアレイと、[11] ないし [20] のいずれか1の光ファイバの構成体とを具備し、前記小ビームプランカアレイは、複数の変調器と、複数の感光素子とを有し、前記感光素子は、光ビームを伝送するパターンデータを受信して、前記光ビームを電気信号に変換するように構成され、前記感光素子は、前記少なくとも1つの変調器に前記受信したパターンデータを与えるように、少なくとも1つの変調器に電気的に接続され、前記光ファイバの構成体内の前記ファイバは、光ビームを伝送する前記パターンデータを与えるように構成されている変調装置。

[22] 複数の荷電粒子小ビームを使用してターゲット面にパターンを転写するための荷電粒子マルチ小ビームリソグラフィシステムであって、このシステムは、複数の荷電粒子小ビームを発生させるためのビーム発生器と、所定のパターンに従って前記複数の小ビームをパターニングするための小ビームプランカアレイと、前記ターゲット面に前記パターンングされた小ビームを投影するための投影システムとを具備し、前記小ビームプランカアレイは、複数の変調器と、複数の感光素子とを有し、前記感光素子は、光ビームを伝送するパターンデータを受信して、前記光ビームを電気信号に変換するように構成され、前記感光素子は、前記少なくとも1つの変調器に前記受信したパターンデータを与えるように、少なくとも1つの変調器に電気的に接続され、前記小ビームプランカアレイは、[11] ないし [20] のいずれか1のファイバの構成体に結合される荷電粒子マルチ小ビームリソグラフィシステム。

10

20

30

40

【図15】

図15

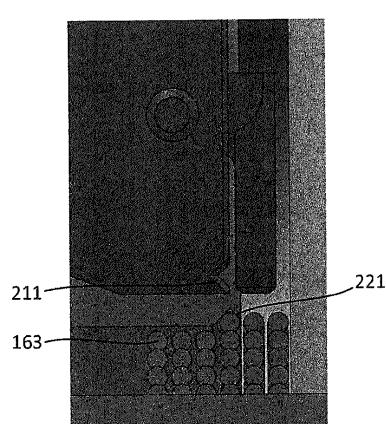
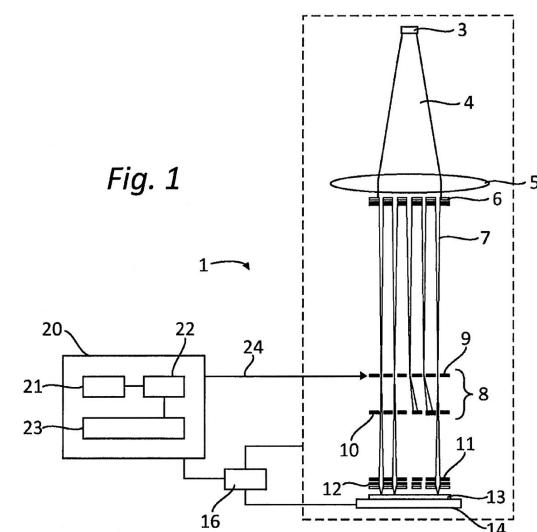


Fig. 15

【図1】

【図1】

図1



【図3】

図3

【図2】

図2

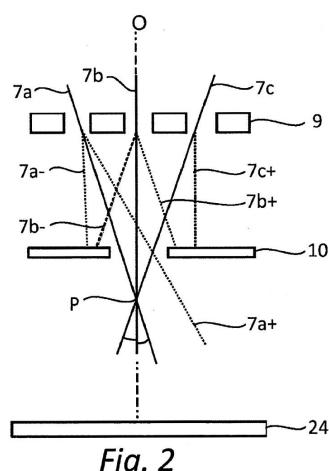


Fig. 2

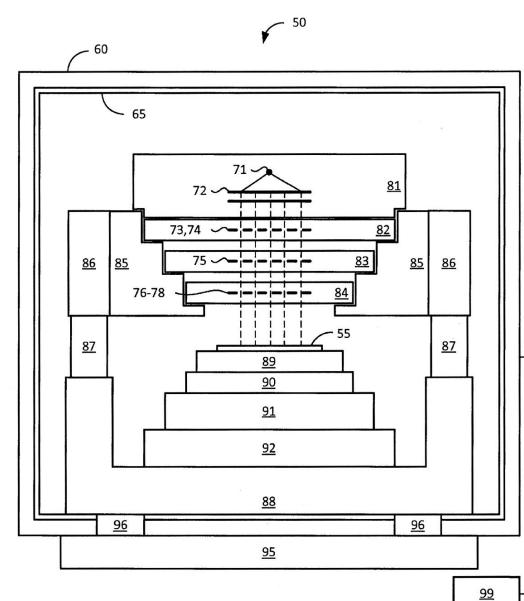


Fig. 3

【図4】

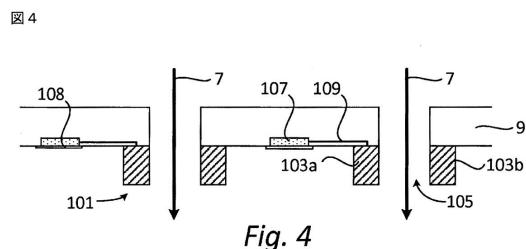


Fig. 4

【図6】

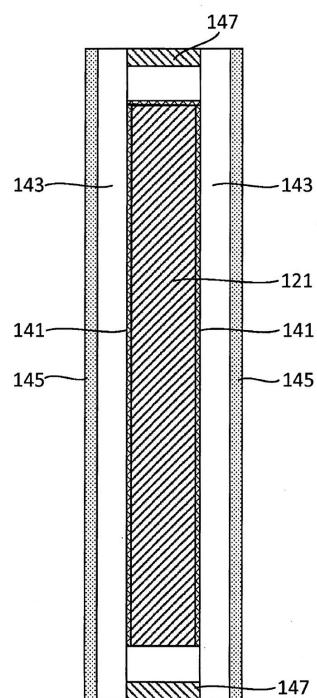


Fig. 6

【図5】

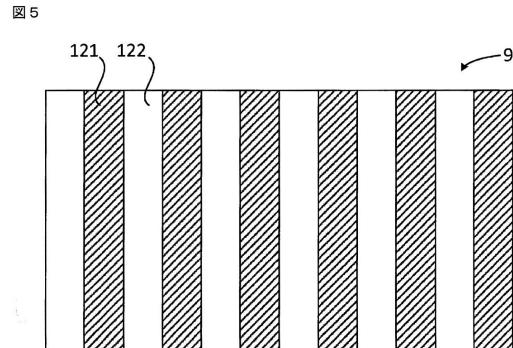


Fig. 5

【図7A】

図7A

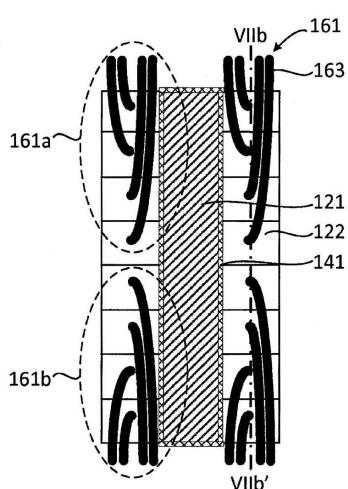


Fig. 7A

【図7B】

図7B

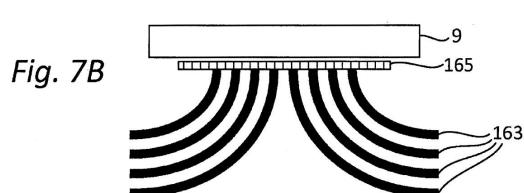


Fig. 7B

【図8】

図8

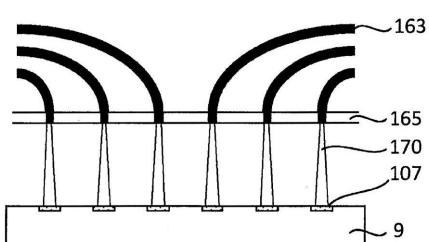


Fig. 8

【図9A】

図9A

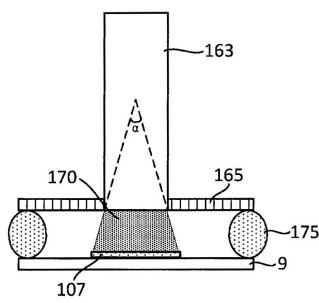


Fig. 9A

【図 9 B】

図 9 B

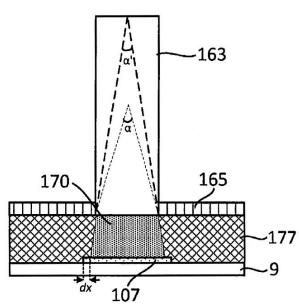


Fig. 9B

【図 10】

図 10

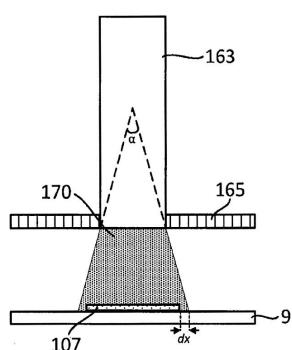


Fig. 10

【図 11】

図 11

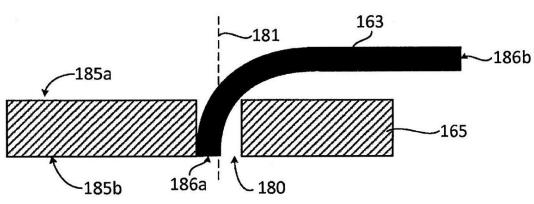


Fig. 11

【図 12 A】

図 12 A

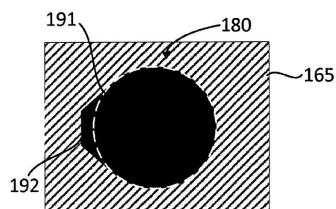


Fig. 12A

【図 12 B】

図 12 B

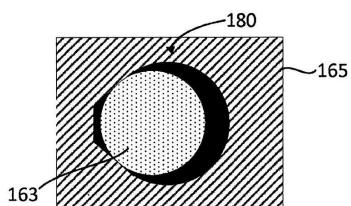


Fig. 12B

【図 14 A】

図 14 A

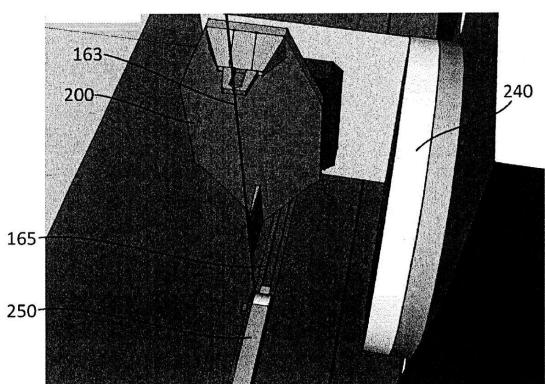


Fig. 14A

【図 13】

図 13

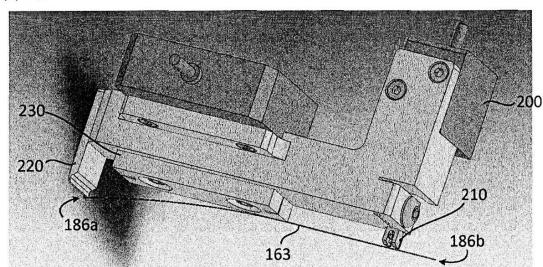


Fig. 13

【図 14 B】

図 14 B

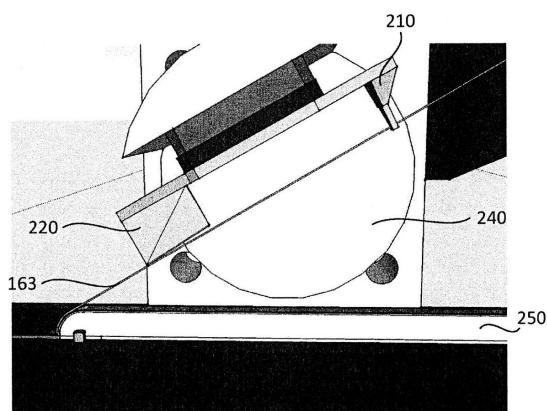


Fig. 14B

【図 14 C】

図 14 C

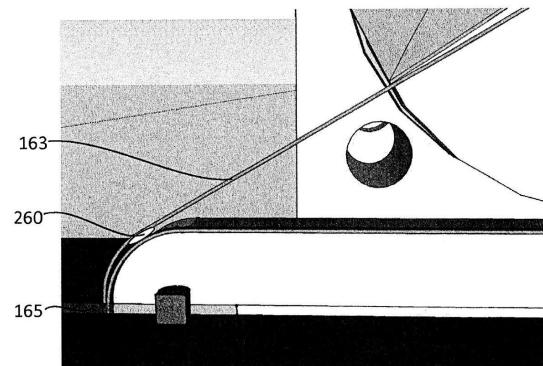


Fig. 14C

【図 14 D】

図 14 D

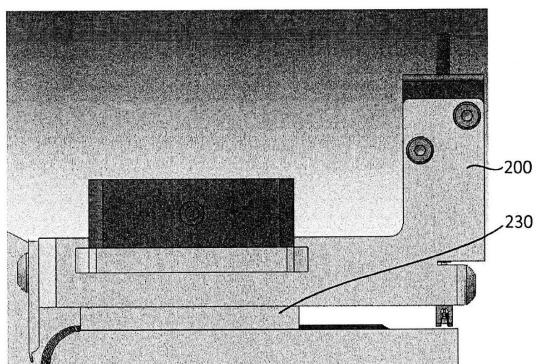


Fig. 14D

【図 14 E】

図 14 E

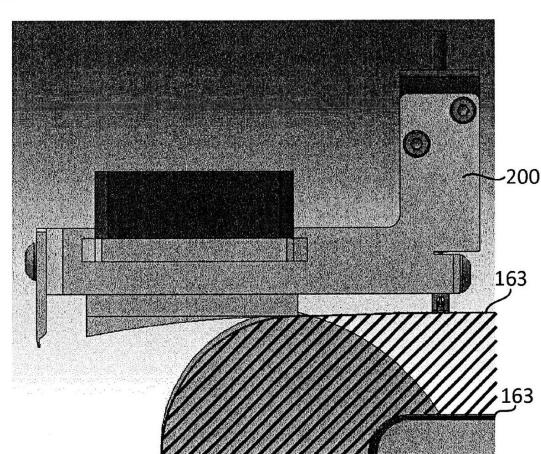


Fig. 14E

## 【図16】

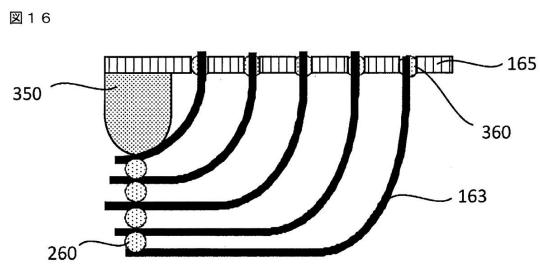


Fig. 16

## 【図17】

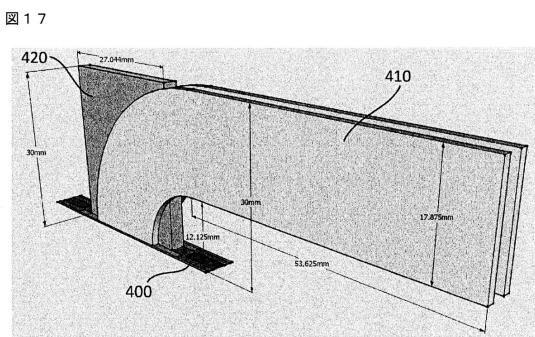


Fig. 17

---

フロントページの続き

(72)発明者 デ・ボア、ギード  
オランダ国、エヌエル 4143 エルエヌ・リールダム、レヒト・ファン・テル・レーデ 31

(72)発明者 ファン・メール、ラルフ  
オランダ国、エヌエル 3223 エルエー・ヘレポートスライス、アチテルディーク 4

(72)発明者 ファン・デ・ペウト、テウニス  
オランダ国、エヌエル 3831 ジェイディー・ルースデン、ガリシエ 14

(72)発明者 デルクス、ヘンク  
オランダ国、エヌエル 5583 ジーアール・ワールレ、ファレンドンク 45

(72)発明者 スピーゲルハルダー、フレデリク・マティアス  
オランダ国、エヌエル 2517 ビーゼット・デン・ハーグ、スエズカデ 98-アイ

(72)発明者 スムルデルス、エドウィン・ヨハンネス・テオドラス  
オランダ国、エヌエル 5672 エスジー・ヌエネン、トウェーフォレン 85

(72)発明者 デルクス、ロイ・ジョセフス・ステファヌス  
オランダ国、エヌエル 5825 エーエス・オーフエルローン、ショーツホフ 10

審査官 新井 重雄

(56)参考文献 特開2008-052028(JP, A)  
特開2003-066264(JP, A)  
特開平08-286079(JP, A)  
米国特許出願公開第2010/0232743(US, A1)  
特開2007-333936(JP, A)  
特表2006-504134(JP, A)  
米国特許出願公開第2004/0135983(US, A1)  
特開2006-210460(JP, A)  
特開2011-033719(JP, A)  
米国特許出願公開第2011/0033159(US, A1)  
特開2000-221357(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027  
G02B 6/42  
H01J 37/305