

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4332137号  
(P4332137)

(45) 発行日 平成21年9月16日 (2009.9.16)

(24) 登録日 平成21年6月26日 (2009.6.26)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)  
G O 3 F 7/20 (2006.01)H O 1 L 21/30 5 1 6 F  
G O 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 25 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-172914 (P2005-172914)  
 (22) 出願日 平成17年5月17日 (2005.5.17)  
 (65) 公開番号 特開2005-333152 (P2005-333152A)  
 (43) 公開日 平成17年12月2日 (2005.12.2)  
 審査請求日 平成17年7月7日 (2005.7.7)  
 (31) 優先権主張番号 60/571534  
 (32) 優先日 平成16年5月17日 (2004.5.17)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 10/876760  
 (32) 優先日 平成16年6月28日 (2004.6.28)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 504151804  
 エーエスエムエル ネザーランズ ビー.  
 ブイ.  
 オランダ国 ヴェルトホーフエン 550  
 4 ディー アール, デ ラン 6501  
 (74) 代理人 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸  
 (74) 代理人 100093861  
 弁理士 大賀 眞司  
 (74) 代理人 100109346  
 弁理士 大貫 敏史  
 (72) 発明者 ニコラス アルバン ラルレマント  
 オランダ国、フェルトホーフエン、ニュフ  
 エルハイドスラーン 58

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフ装置及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リソグラフ装置であって、  
 放射の投影ビームを供給するための放射系と、  
 望ましいパターンにしたがって前記投影ビームをパターン形成する役割を果たすパター  
 ン形成手段を支持するための第1の支持構造と、  
 基板を支持するための第2支持構造と、  
 前記パターン形成したビームを前記基板の標的部分の上に投影し、かつ前記基板に対し  
 て作業距離を画定する下部表面を備える投影系と、  
 前記下部表面と前記基板との間に延在する容積の中に条件付けした気体流を発生させる  
 ための少なくとも1つの気体発生構造と、を備え、  
 前記気体発生構造は、前記投影系の前記下部表面の概ね下方に位置する下方容積に前記  
 気体流を案内するように構成される案内要素をさらに有し、前記案内要素は、前記気体流  
 を概ね下向きの方から前記投影系の前記下部表面に概ね平行な方向に誘導するものであ  
 り、

前記案内要素は、前記気体流を前記下方容積に向かってそらすように位置決めされるそ  
 らせ板を含み、前記そらせ板は、コアンダ効果にしたがって前記そらせ板の表面に沿って  
 前記気体流をそらすように、第1の下向きの流れ方向と、前記投影系の下部表面に概ね平  
 行な第2の流れ方向と、を与えるように形成される、  
 リソグラフ装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記投影系と前記基板との間の空間を浸液で満たすように構成される、  
請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

## 【請求項 3】

前記案内要素は、前記気体流の流れる方向に対して斜めに配向した案内表面を有する、  
請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

## 【請求項 4】

前記投影系を密封する外殻を有し、  
前記案内要素は、前記投影系を密封する前記外殻中の切欠き部分を含み、前記切欠き部分に沿って前記気体流を前記下方容積に向かって案内する、  
請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

10

## 【請求項 5】

前記切欠き部分は、前記投影系の概ね平坦な下部表面に達する概ね下向きに配向した傾斜を含む、  
請求項 4 に記載のリソグラフィ装置。

## 【請求項 6】

前記板は、前記投影系の前記下部表面を画定する Z - ミラーに隣接する、  
請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

## 【請求項 7】

前記板は、前記気体流を概ね水平な流れに向かって引き寄せる吸引手段に接続された吸引開口を有する、  
請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

20

## 【請求項 8】

前記板は凹部を有し、前記凹部はその中に干渉ビームを案内するためにある、  
請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

## 【請求項 9】

前記条件付けした気体流を発生させる前記構造は、一部が前記投影系の前記下部表面と前記基板との間の容積に誘導され、かつ一部が前記下方容積に誘導される分割気体流に到達させるために、前記気体流を局部的にそらすように前記気体流の中に配置される第 2 の案内要素を備える、  
請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

30

## 【請求項 10】

前記投影系の前記下部表面と前記基板との間の前記容積に誘導される前記気体流の一部が、前記下方容積に誘導される前記気体流の前記一部よりも高い速度を有する、  
請求項 9 に記載のリソグラフィ装置。

## 【請求項 11】

前記第 2 の案内要素は、前記気体流の中に配置した複数の羽根を有する、  
請求項 9 に記載のリソグラフィ装置。

## 【請求項 12】

前記板は、前記投影系の中心から眺めたとき、概ね径方向に配向した第 1 の径方向形状と、前記投影系の概ね一部の周りに配向した第 2 の接線形状と、を有し、前記気体発生構造は、前記板と概ね直交して誘導された気体流を供給するように配置される、  
請求項 1 に記載のリソグラフィ装置。

40

## 【請求項 13】

前記気体発生構造は、前記板の前記径方向形状と概ね直交して気体流を供給するための第 1 の部分を有し、さらに前記気体発生構造は、前記板の前記接線形状と概ね直交して気体流を供給するための第 2 の部分を有する、  
請求項 12 に記載のリソグラフィ装置。

## 【請求項 14】

前記案内要素は、前記投影系を支持する計測フレームに物理的に装着され、前記気体発

50

生構造は、前記計測フレームから機械的に切り離した基部フレームに装着される、  
請求項 1 に記載のリソグラフ装置。

【請求項 15】

前記案内要素は、前記気体流の流れる方向に配向した凸状に湾曲した案内表面を有する、  
請求項 1 に記載のリソグラフ装置。

【請求項 16】

リソグラフ装置であって、  
放射の投影ビームを供給するための放射系と、  
望ましいパターンにしたがって前記投影ビームをパターン形成する役割を果たすパターン形成手段を支持するための第 1 の支持構造と、  
基板を支持するための第 2 支持構造と、  
前記パターン形成したビームを前記基板の標的部分の上に投影し、かつ前記基板に対して作業距離を画定する下部表面を備える投影系と、  
前記下部表面と前記基板との間に延在する容積の中に条件付けした気体流を発生させるための少なくとも 1 つの気体発生構造と、を備え、  
前記気体発生構造は、前記下部表面の上方容積に向かって誘導される気体流を発生させるように配置され、さらに前記気体発生構造は、前記下部表面の概ね下方に位置する下方容積に前記上方容積中の前記気体流を案内するための案内要素をさらに有し、  
前記案内要素は、前記気体流を前記下方容積に向かってそらすように位置決めされるそらせ板を含み、前記そらせ板は、コアンダ効果にしたがって前記そらせ板の表面に沿って前記気体流をそらすように、第 1 の下向きの流れ方向と、前記下部表面に概ね平行な第 2 の流れ方向と、を与えるように形成される、  
リソグラフ装置。

【請求項 17】

前記案内要素は、前記気体流の流れる方向に配向した凸状に湾曲した案内表面を有する、  
請求項 16 に記載のリソグラフ装置。

【請求項 18】

前記案内要素は、前記投影系の中心から眺めたとき、概ね径方向に配向した第 1 の径方向形状と、前記投影系の概ね一部の周りに配向した第 2 の接線形状と、を有し、前記気体発生構造は、前記案内要素と概ね直交して誘導された気体流を供給するように配置される、  
請求項 16 に記載のリソグラフ装置。

【請求項 19】

前記案内要素は、前記気体流を概ね水平な流れに向かって引き寄せる吸引手段に接続された吸引開口を有する、  
請求項 16 に記載のリソグラフ装置。

【請求項 20】

前記案内要素は凹部を有し、前記凹部はその中に干渉ビームを案内するためにある、  
請求項 16 に記載のリソグラフ装置。

【請求項 21】

前記案内要素は、前記投影系を支持する計測フレームに物理的に装着され、前記気体発生構造は、前記計測フレームから機械的に切り離した基部フレームに装着される、  
請求項 16 に記載のリソグラフ装置。

【請求項 22】

放射のビームをパターン形成する工程と、  
投影系を備える基板の標的部分の上に前記パターン形成した放射のビームを投影する工程と、  
前記投影系の下部表面の下方に延在する容積の中に条件付けした気体流を発生させる工

程であって、前記投影系の前記下部表面の概ね下方に位置する下方容積に前記気体流を案内するように構成される案内要素を用いて、前記気体流を概ね下向きの方

向から前記投影系の前記下部表面に概ね平行な方向に誘導することによって前記気体流を発生させる工程と、を含むデバイス製造方法であって、  
前記案内要素は、前記気体流を前記下方容積に向かってそらすように位置決めされるそらせ板を含み、前記そらせ板は、コアング効果にしたがって前記そらせ板の表面に沿って前記気体流をそらすように、第 1 の下向きの流れ方向と、前記投影系の下部表面に概ね平行な第 2 の流れ方向と、を与えるように形成される、  
デバイスの製造方法。

【請求項 2 3】

前記気体流を発生させる工程において、  
前記気体流を障害なく概ね下向きの方

向へ誘導した後に前記気体流の流れる方向に対して斜めに配向した案内表面を用いて前記下部表面に概ね平行な方向へ誘導することによって前記気体流を発生させる、  
請求項 2 2 に記載のデバイス製造方法。

【請求項 2 4】

放射のビームをパターン形成する工程と、  
投影系を備える基板の標的部分の上に前記パターン形成した放射のビームを投影する工程と、

気体流を前記投影系の下部表面の上方に位置する上方容積の方向へ誘導する工程と、  
案内要素を用いて、前記下部表面の概ね下方に位置する下方容積に前記上方容積中の前記気体流を案内する工程と、を含むデバイス製造方法であって、

前記案内要素は、前記気体流を前記下方容積に向かってそらすように位置決めされるそらせ板を含み、前記そらせ板は、コアング効果にしたがって前記そらせ板の表面に沿って前記気体流をそらすように、第 1 の下向きの流れ方向と、前記下部表面に概ね平行な第 2 の流れ方向と、を与えるように形成される、  
デバイスの製造方法。

【請求項 2 5】

前記気体流を案内する工程において、  
前記気体流の流れる方向に配向した凸状に湾曲した案内表面上に前記気体流を誘導する

、  
請求項 2 4 に記載のデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はリソグラフ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフ装置は、基板の標的部分上に望ましいパターンを描画する機械である。リソグラフ装置は、例えば、集積回路（IC）の製造に使用可能である。その場合に、マスクなどのパターン形成手段を使用して IC の個々の層に対応する回路パターンを作成することが可能であり、このようなパターンは、放射感応材料（レジスト）の層を有する基板（例えば、シリコン・ウェーハ）上の標的部分（例えば、1 個又は数個のダイの一部を含む）の上に作成可能である。一般に、単一の基板は連続露光を受ける隣接する標的部分の網状構造を含む。知られたリソグラフ装置には、1 回の試みでパターン全体を標的部分上に露光することによって各標的部分を照射する、所謂ステッパと、投影ビームによって所与の方向（「走査」方向）にパターンを走査し、他方では、この方向に対して平行に又は逆平行に同期して基板を走査することによって各標的部分を照射する、所謂スキャナが含まれる。

【0003】

リソグラフ装置では、現在のところ、より微小な描画寸法でより高い解像力を達成しようと0.8を優に超える開口数を有する投影系が使用される。これらの投影系は、非常に大型で、特に、放射（光）が基板を照明するように投影系を出射する投影系の下部表面付近の寸法が広くなる嫌いがある。しかも、これらの大きな開口数は、極めて短い（数ミリメートルにすぎない）作業距離を有するのが通常であり、そのために投影系はウェーハ表面に非常に近接して配置されることになる。その結果、実際の構成では、投影系の下部表面と基板との間の領域内で動作する配置のための余地がほとんど存在しない。このような上に指摘した領域で動作する配置の1つが、この領域内で「空気」（通常は極めて繊細に条件付けした気体混合物である）を条件付けるために存在する空気シャワー・システムである。このような条件付けは、とりわけ、干渉測定ビームが屈折率の変動によって阻害されないように安定的な気体環境を画定するために必要である。これは、パターンが確実に基板の既定位置に描画されるように、投影系に対する基板の位置を確実に（サブ）ナノメートル単位で計測するために必要である。

10

#### 【0004】

しかし、上で指摘したより大型の投影系の開発及びより短い作業距離によって、このような領域全体を十分網羅するような方式で、空気シャワー・システムを位置決めすることが困難になる。特に、より短い作業距離及びより大きな投影系のために、気体流がウェーハ・テーブル上方における機械構成の下部平面の下方に位置する容積を条件付けることが十分可能であるように、空気シャワー・システムを配置できる程の余地が事実上存在しない。一般に、このような下部平面は、下部レンズの出射平面となり得る投影系の最下部平面によって形成可能である。別様に、この平面は照明すべき基板のZ高さを決定する際に使用されるZミラーによって形成可能である。

20

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

本発明の目的は、空気シャワー・システムによって投影系の下方の領域がより適切に網羅されるリソグラフ・システムを提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

この目的のために、本発明は、特許請求の範囲、特に、特許請求項1に係るリソグラフ・システムを提供する。本発明によれば、案内要素が、投影系下方の容積の中で前記投影系の下部表面に沿った方向に空気を案内して、投影系の下部表面の下方における気体流を最適化し、他方では、空気シャワー・システムの少なくとも一部が、投影系の下部表面の概ね上方に位置決め可能である。

30

#### 【0007】

前記案内要素は、気体流の流れる方向に概ね直交して配向された案内表面を備えることが好ましい。さらには、前記案内要素は、前記上方容積から前記下方容積へ概ね下方に向かう方向から、投影系の前記下部表面に概ね平行な方向に気体流を誘導することが好ましい。このような方式で、投影系の直下の容積は、投影系と並行して下方に向かって側面から流れる空気流によって網羅され得る。

40

#### 【0008】

一実施例では、前記上方容積は、前記投影系を密封する外被によって区分され、前記案内要素は前記投影系を密封する外被中の切欠き部分であり、前記切欠き部分に沿って空気流を前記下方容積に向かって案内する。したがって、このような方式で、これらの切欠き部分によって気体流の通路が概ね投影系の下部を貫通して設けられる。特に、前記切欠き部分は、前記投影系の概ね平坦な下部表面に達する概ね下向きに配向した傾斜を含む。これらの切欠き部分は投影系の外部表面を空気流から離隔するので、切欠き部分から別の利点が生まれることに留意されたい。このような方式では、空気は、気体流の条件付けした温度と僅かに異なり得る投影系の表面温度によって受ける影響がより少なくなる。

#### 【0009】

50

別の一実施例では、前記案内要素は、空気流を下方容積に向かってそらすように位置決めされるそらせ板であり得る。この実施例では、コアンダ効果によって空気流をそらすように、前記そらせ板は、第1の下向きの流れ方向と、投影系の下部表面に概ね平行である第2の流れ方向とを与えるように形成可能であることが好ましい。この効果は、ノズルから出現する空気（又は他の流体）の流れが、近接する湾曲表面に、特に、この表面の曲率又はこの表面が流れの傾斜と成す角度を辿る傾向があることを観察したヘンリ・マリー・コアンダ（Henri-Marie Coanda）によって1930年に発見された。

【0010】

実際の一実施例では、前記板は、投影系の下部表面を画定するZ-ミラーに隣接し得る。さらに、前記板は、空気流を概ね水平の流れに向かって引き寄せせる吸引手段で構成した吸引開口を備え得る。このような吸引は、コアンダ効果を促して気体流を「引き寄せ」、板の湾曲に密接させることができる。さらには、前記板は凹部を備えることが可能であり、前記凹部はその中に干渉ビームを誘導するためにあることが好ましい。

10

【0011】

実際の他の実施例では、前記条件付けした気体流（簡略に「空気シャワー」とも呼ぶ）の発生構造は、一部が前記上方容積に誘導されかつ一部が前記下方容積に誘導される分割気体流を到達させるために、空気流を局部的にそらすように気体流の中に配置される第2の案内要素を備えることが好ましい。前記分割気体流の気体流速は異なり得る。特に、前記投影系の前記容積に誘導される前記気体流の一部は、前記下方容積に誘導される前記気体流の一部よりも高い速度を有し得る。このような構成では、高速の気体流は投影系の下部表面直下の容積までより容易に貫通する。したがって、速度分布は、対流によって、案内効果を与えるように動作する圧力分布の変化を引き起こし、より大きな下向き速度の気体流の方向も同様に投影系の下部表面に対してより平行に配向される。

20

【0012】

第2の案内要素は、気体流の中に配置した複数のスラットによって形成可能である。

【0013】

前記板は、投影系に近接する実際の構成の中で最適に使用するために、投影系の中心から眺めるとき、概ね径方向に配向した第1の径方向形状と、前記投影系の概ね一部の周りに配向された第2の接線形状とを備えることが可能であり、さらに前記気体発生構造は、前記板構造と概ね直交して誘導した気体流を供給するように配置される。

30

【0014】

前記案内要素は、前記投影系を支持する計測フレームに物理的に装着され、さらに前記気体発生構造は、前記計測フレームから機械的に切り離された基部フレームに装着されることが好ましい。

【0015】

本文では、集積回路の製造にリソグラフ装置を使用することに特定の言及する場合があるが、本明細書で説明されるリソグラフ装置には、集積光学系、磁気ドメイン記憶装置用の誘導及び検出パターン、液晶ディスプレイ（LCD）、薄膜磁気ヘッド等々の製造など、他の応用例もあり得ることを理解されたい。このような別法による応用例の関連では、本明細書の「ウェーハ」又は「ダイ」という用語の使用はいずれも、より一般的な「基板」又は「標的部分」という用語とそれぞれに同義であると見なし得ることが当業者には理解されよう。本明細書で言及する基板は、露光前に又は露光後に、例えば、トラック（典型的にレジストの層を基板に塗布し、かつ露光済みのレジストを現像する手段）又は計測手段若しくは検査手段で処理可能である。応用可能であれば、本発明の開示をこのような手段及び他の基板処理手段に応用することもできる。さらには、本明細書で使用される基板という用語は、複数回処理された層を既に含んでいる基板を指し得るように、例えば、多層集積回路を作成するために、基板が2回以上処理される場合もある。

40

【0016】

本明細書で使用される「放射」及び「ビーム」という用語は、紫外線（UV）放射（例えば、365、248、193、157、又は126nmの波長を有する）及び極紫外線

50

(EUV)放射(例えば、5から20nmまでの範囲にある波長を有する)ばかりでなく、イオン・ビーム又は電子ビームなどの粒子ビームも含めて、電磁放射の全ての種類を包摂する。

#### 【0017】

本明細書で使用される「パターン形成手段」という用語は、基板の標的部分中にパターンを作成するためなどに、投影ビームの断面にパターンを付与するために使用可能な任意の手段を指すものと広義に解釈されるべきである。投影ビームに付与されたパターンは、基板の標的部分中の望ましいパターンに厳密に対応しない場合もあることに留意されたい。投影ビームに付与されたパターンは一般に、集積回路のような、標的部分中に作成されているデバイス中の特定機能層に対応することになる。

10

#### 【0018】

パターン形成手段は透過型又は反射型であり得る。パターン形成手段の実施例には、マスク、プログラマブル・ミラー・アレイ、及びプログラマブルLCDパネルが含まれる。マスクはリソグラフではよく知られており、バイナリ型、交番移相型、及び減衰移相型などのマスクの種類ばかりでなく、様々な複合型のマスクの種類も含まれる。プログラマブル・ミラー・アレイの1つの実施例は微小ミラーのマトリックス配置を使用し、これらのそれぞれのミラーは、入射する放射ビームを異なる方向に反射するように個々に傾斜させることが可能であり、このような状態で、反射されたビームがパターン形成される。パターン形成手段のそれぞれの実施例では、支持構造が架台又はテーブルであり得るが、例えば、それは必要に応じて固定式又は可動式が可能であり、例えば、投影系に対して望ましい位置にパターン形成装置を確保することができる。本明細書の「レチクル」又は「マスク」という用語の使用はいずれも、より一般的な「パターン形成手段」という用語と同義であると見なし得る。

20

#### 【0019】

本明細書で使用される「投影系」という用語は、屈折光学系、反射光学系、及び反射屈折光学系を含め、例えば、使用されている露光放射に適切な投影系、又は浸液の使用若しくは真空の使用など、他の要素に適切な様々な種類の投影系を包含するものと広義に解釈されたい。本明細書の「レンズ」という用語の使用はいずれも、より一般的な「投影系」という用語と同義であると見なし得る。詳細には、投影系は複数の部分的に積み重ねた光学要素を含み得るが、これらの要素は透過型(レンズ)であっても又は反射型(ミラー)であってもよい。一般に、投影系は放射が最下部の光学要素を介して投影系から出射するように構成され、この最下部の要素が投影系の下部表面を画定する。さらに詳細には、投影系の下部表面は、基板の走査領域上方に存在する最下部表面によって画定される。幾つかの構成では、この最下部表面がZ-ミラーによって形成されており、これは基板を支持する支持構造のZ-位置を制御するために使用される。

30

#### 【0020】

照明系も、屈折光学要素、反射光学要素、及び反射屈折要素を含めて、放射の投影ビームを誘導、成形、又は制御するための様々な種類の光学要素を包含するものと広義に解釈されるべきであり、このような要素を以下では一括して又は単独で「レンズ」と呼ぶこともできる。

40

#### 【0021】

リソグラフ装置は、2つ(2連ステージ)以上の基板テーブル(及び/又は2つ以上のマスク・テーブル)を有する種類であり得る。このような「多連ステージ」機械では、追加的なテーブルを並行して、即ち、1つ又は複数のテーブル上で予備工程を実行し、他方では1つ又は複数の他のテーブルを露光に使用することができる。

#### 【0022】

リソグラフ装置は、投影系の最終要素と基板との間の空間を満たすように相対的に大きな屈折率を有する液体、例えば、水の中に基板が液浸される種類でもよい。浸液は、リソグラフ装置の他の空間、例えば、マスクと投影系の最初の要素との間に使用してもよい。投影系の開口数を増大させるための液浸技法は当業ではよく知られている。

50

## 【 0 0 2 3 】

ここで、対応する参照符号が対応する部分を示す添付の模式的な図面を参照して、例示としてのみ本発明の実施例を説明する。

## 【実施例】

## 【 0 0 2 4 】

図 1 は、本発明の特定の一実施例にしたがうリソグラフ装置を模式的に示す。本装置は、

放射（例えば、紫外線放射又は極紫外線放射）の投影ビーム P B を供給するための照明系（照明器）I L、

パターン形成手段（例えば、マスク）M A を支持し、かつ要素 P L に対してパターン形成手段を正確に位置決めするための第 1 の位置決め手段 P M に連結された第 1 の支持構造（例えば、マスク・テーブル）M T、

基板（例えば、レジスト塗布ウェーハ）W を保持し、かつ要素 P L に対して基板を正確に位置決めするための第 2 の位置決め手段 P W に連結された基板テーブル（例えば、ウェーハ・テーブル）W T、及び

パターン形成手段 M A によって投影ビーム P B に付与されたパターンを基板 W の標的部分 C（例えば、1 個又は複数のダイを含む）の上に描画するための投影系（例えば、屈折投影レンズ）P L を備える。

## 【 0 0 2 5 】

図示のように、本装置は透過型である（例えば、透過型マスクを使用するもの）。別法として、本装置は反射型であってもよい（例えば、上で言及した種類のプログラマブル・ミラー・アレイを使用するもの）。

## 【 0 0 2 6 】

照明器 I L は放射源 S O から放射のビームを受け取る。放射源及びリソグラフ装置は、例えば、この放射源がエキシマ・レーザであるとき、別体の独立要素であり得る。このような場合には、放射源はリソグラフ装置の一部を構成するものとは見なされず、放射ビームは、例えば、適切な誘導ミラー及び / 又はビーム拡張器を備えるビーム送出システム B D の補助によって放射源 S O から照明器 I L に送られる。他の場合には、例えば、放射源が水銀ランプであるとき、放射源はこの装置の一体部分であり得る。ビーム送出システム B D（必要に応じて）と併せて、放射源 S O 及び照明器 I L を放射系と呼ぶことができる。

## 【 0 0 2 7 】

照明器 I L は、ビームの角強度分布を調整するための調整手段 A M を備えることができる。一般に、照明器のひとみ平面内における強度分布の少なくとも外半径範囲及び / 又は内半径範囲（通常はそれぞれ - 外半径及び - 内半径と呼ぶ）を調整することができる。さらに、照明器 I L は一般に、積分器 I N 及び集光器 C O などの様々な他の構成要素を備える。照明器は放射の条件付けしたビームを供給するが、それは投影ビーム P B と呼ばれ、その断面に望ましい均一性及び強度分布を有する。

## 【 0 0 2 8 】

投影ビーム P B は、マスク・テーブル M T の上に保持されているマスク M A 上に入射する。投影ビーム P B は、マスク M A を横切った後で、このビームを基板 W の標的部分 C の上に合焦する投影系 P L を通過する。第 2 位置決め手段 P W 及び位置センサ I F（例えば、干渉型素子）の補助によって、例えば、異なる標的部分 C をビーム P B の経路中に位置決めするために、基板テーブル W T を正確に移動させることができる。同様に、第 1 の位置決め手段 P M 及び別の位置センサ（これは図 1 に明示されていない）を使用して、例えば、マスク・ライブラリから機械的に取り出した後に又は走査時に、マスク M A をビーム P B の経路に対して正確に位置決めすることができる。一般には、物体テーブル M T 及び W T の移動は、位置決め手段 P M 及び P W の一部を構成する長行程モジュール（大まかな位置決め）並びに短行程モジュール（微細な位置決め）の補助によって実現されることになる。しかし、ステッパの場合は（スキャナとは異なり）、マスク・テーブル M T を短行



程アクチュエータのみに連結するだけでもよいし、又は固定してもよい。マスクM A及び基板Wは、マスク位置合わせ標識M 1、M 2及び基板位置合わせ標識P 1、P 2を使用して位置合わせ可能である。

#### 【0029】

次の好ましい方式で図示の装置を使用することができる。即ち、

1．ステップ方式では、投影ビームに付与されたパターン全体が1回の試みで標的部分Cの上に投影される間、マスク・テーブルM T及び基板テーブルW Tが本質的に静止状態に保持される(即ち、単一静的露光)。次いで、異なる標的部分Cを露光できるように、基板テーブルW TはX方向及び/又はY方向に移動される。ステップ方式では、露光領域の最大のサイズが、単一静的露光で描画される標的部分Cのサイズを限定する。

2．走査方式では、投影ビームに付与されたパターンが標的部分C上に投影される間、マスク・テーブルM T及び基板テーブルW Tが同期して走査される(即ち、単一動的露光)。マスク・テーブルM Tに対する基板テーブルW Tの速度及び方向は、投影系P Lの(縮小/ )拡大率と画像反転特徴によって決定される。走査方式では、露光領域の最大のサイズが、単一動的露光における標的部分の幅(非走査方向における)を限定するのに対して、走査移動の長さが標的部分の高さ(走査方向における)を決定する。

3．別の方式では、投影ビームに付与されたパターンが標的部分C上に投影される間、プログラム可能なパターン形成手段を保持するマスク・テーブルM Tが本質的に静止状態に維持され、かつ基板テーブルW Tが移動又は走査される。この方式では、一般にパルス放射源が使用され、プログラム可能なパターン形成装置は、基板テーブルW Tのそれぞれの移動後に又は走査時の連続的な放射パルスの合間に必要に応じて更新される。このような動作方式は、上で言及した種類のプログラマブル・ミラー・アレイなどのプログラム可能なパターン形成手段を利用するマスクレス・リソグラフィに直ちに应用可能である。

#### 【0030】

以上に説明した使用方式に関する組合せ及び/若しくは変形、又は全く異なる使用方式を用いることも可能である。

#### 【0031】

図2に注目すると、本発明の動作原理が模式的に図示されている。図2では、基板3の上方で作業距離2に位置する投影系1が図示されている。この投影系1は複数の部分的に積み重ねた光学要素(図示せず)を含むのが典型であり、それらの要素は透過型(レンズ)であっても又は反射型(ミラー)であってもよい。一般に、投影系1は放射が最下部の光学要素を介して投影系から出射するように構成され、この最下部の要素が投影系1の下部表面4を画定する。さらに詳細には、投影系1の下部表面4は、基板3の走査領域の上方に存在する最下部表面によって画定される。幾つかの構成では、この最下部表面は、図3を参照してさらに例示するように、基板3を支持する支持構造のZ - 位置を制御するために使用されるZ - ミラーによって形成される。この実施例では、本発明は、コアンダ効果を利用して、気体発生構造7のノズル6から出現する気体流5(簡略に空気シャワーと呼ぶ)を案内要素8の湾曲した表面に沿って案内する。このようにして、案内要素8は、概ね下向き方向から投影系1の前記下部表面4に概ね平行な方向へ、気体流5 Sを前記投影系1の下部表面4の概ね下方に位置する下方容積まで案内する。図2は、気体流が最初案内要素8と並行して誘導されるように示すが、図7に関連して示されているように、別法として、気体流5 Sを案内表面に対して全体的にある角度以下で誘導し、次いで案内要素によって概ね下向き方向へ下方にそらして、下部表面4に対して概ね平行に又は僅かに角度を付けて誘導することができる。

#### 【0032】

図3は、下から眺めて図示した、投影系1の下方の配置を示す平面図である。投影系1は、複数の積み重ねたレンズ(図示せず)を密封する概ね円形の外殻9として示されており、前記投影系を密封する外殻中に切欠き部分10を設けて、前記切欠き部分に沿って空気流を投影系1の概ね下方中心の容積に誘導する。これらの切欠き部分10は、図9を参照してさらに説明される。図3はさらに、この下方容積に向かって空気の流れをそらすよ

10

20

30

40

50

うに位置決めしたそらせ板 8 の形態で、空気を投影系 1 の下部表面に沿った方向に案内する別の案内要素を示す。この板の機能は図 2 を参照して例示した。Z - ミラー 11 は、この配置の概ね中心線に沿って配向されている。Z - ミラー 11 の機能は、基板 3 の Z - 位置（高さ）を測定する基準架台を形成するためにある。図示の実施例では、干渉基準ビーム 12 が、基板を支持するステージ（図示せず）の X - 位置及び / または Y - 位置を測定する干渉測定ユニット 13 から、Z - ミラー 11 に平行にかつその下方に（したがって図 3 では、Z - ミラー 11 の前方に例示する）放射される。一般的に言えば、条件付ける必要がある容積（点線で示す）は、気体の屈折率を制御する理由のために、干渉ビーム 12 の経路に沿って形成されかつその経路を囲む。したがって、投影系の中心にある容積（点線で示す）は、それが基板に対して低い位置にあるために、空気シャワー 7 から最も遠くに位置するので条件付けが難しいことが分かる。空気シャワーは、投影系 1 の下方の中心部分を捉え得るように、概ね 2 つに分かれる気体出力の主な方向を有する。即ち、一方は、Z - ミラー 11 と実質的に直交する第 1 の方向 Q であり、他方は、概ね径方向に投影系 1 の外周部から投影系 1 の中心に向かって配向した第 2 の方向 R である。気体流をこれらの方向に案内するために、板 8 の第 1 の部分 8 a が、投影系 1 の中心から眺めて概ね径方向に Z - ミラーに沿って位置合わせされ、かつ第 2 の部分 8 b が接線の形態で概ね前記投影系 1 の一部の周りに配向される。空気シャワー 7 はさらに、気体流（Q、R）を前記板構造 8 に対して全体的にある角度以下で誘導するように配置される。

10

#### 【0033】

図 4 は、線 X - X に沿った断面図で眺めた図 3 の配置を図示する。図 4 から明らかなように、案内板 8 は、投影系の下部表面を画定する Z - ミラーに隣接する。案内板 8 を使用すると、気体流は、板 8 の案内表面と接触したままで、Z - ミラー下方の領域 14、特に、パネル 8 に対向して位置決めされた、温度及び密度を干渉ビームに対して安定状態に維持すべき領域に到達し得る。矢印 Y が、空気流を概ね水平な流れに向かって引き寄せる吸引手段で構成される吸引開口を識別するように図示してある。このような吸引は、コアンダ効果を促す追加的な案内効果を有する。

20

#### 【0034】

図 5 では、最良の様態のシュミレーション（ $\theta = 68^\circ$  における）が断面図で示されている。気体流のより軽い部分 15 はより高い速度を示す。この配置では、気体流はそらせ板 8 の周りを適切に湾曲しかつ乱れもなく関係領域 14 に到達する。

30

#### 【0035】

図 6 及び図 7 は、そらせ板 8 が存在しない場合（図 6）又は存在する場合（図 7）の効果を視覚化するために組み合わせて例示してある。図 6 から分かるように、空気シャワー 7 の吐出口 16 は、Z - ミラー 11 の下部表面の上方における投影系の容積に向かって誘導される。そらせ板が存在しない状態では、空気流 5 S は Z - ミラー 11 の側壁に跳ね返り、特に、領域 14 に乱れ及び条件付けされていない空気をもたらすことになる。しかし、図 7 で明らかなように、空気流 5 S は、案内板 8 のためにコアンダ効果により案内板 8 の輪郭を辿ることによって領域 14 に向かって案内される。

#### 【0036】

さらに図 7 は、干渉ビーム 12 を案内するために Z - ミラー 11 に密接する凹部を示す。さらには、Z - ミラー 11、案内板 8、及び投影系 1 は、接地されかつ空気シャワー 7 を支持する基部フレーム 18 から動的に分離した計測フレームに取り付けられる。

40

#### 【0037】

さらに図 6 から 8 は、空気シャワー 7 が、気体流 5 T の一部を Z - ミラー 11 の下部表面の下方における下方容積に向かってそらせる第 2 の構造 19、20 を備えることを示す。この第 2 の気体流 5 T の流速は、気体流 5 S の速度よりも低いことが好ましい。空気流は、上部吐出口 16 を画定するスラット 19 によって分割される。このスラット 19 は、上部案内表面 20 と組み合わせて、気体流に加速効果を与えるように形成されている。さらには、安定した気体流 S を供給するために、気体流に最適の案内効果を与える複数のスラットが空気流の中に形成される。この配置では、気体流 5 S は、案内要素 8 によって下

50

向きにそらされて概ね下向き方向に誘導される。図 8 は、案内要素 8 を備えていないが、空気流 S を加速するためのスラット 19 を備えるように例示してあることに留意されたい。

【 0 0 3 8 】

図 9 は、複数の積み重ねたレンズ（図示せず）を備える投影系 1 の下部領域を示す側面図である。図 9 の側面図は、概ね図 3 の干渉ビーム 12 の経路に沿って図示されている。切欠き部分 10 を設けることによって、気体流は、投影系 1 に対してより中心にある容積にさらに到達し易くなる。この切欠き部分 10 は、投影系の概ね平坦な下部表面に達する概ね下向き配向の傾斜 21 を含む。この表面は、Z - ミラー 11 の基準表面（図示せず）と一致するように配置される。さらに、切欠きを設けることによって、投影系 1 からの温度がその下を流れる気体流に伝わる度合いが軽減し、干渉ビーム 12 を含む関係容積中により適切な条件付けされた気体流が得られる。これらのビームは、図 2 に示した基板 3 を支持するためのウェーハ支持体 22 に反射するように例示してある。

10

【 0 0 3 9 】

以上に本発明の特定の実施例を説明してきたが、本発明は説明とは別様に実施可能であることが理解されよう。以上の説明は本発明を限定しようとするものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 0 】

【図 1】本発明の一実施例によるリソグラフ装置を示す図である。

【図 2】本発明による案内要素を表す第 1 の実施例を示す図である。

20

【図 3】下方から眺めたときの投影系を表す一実施例を示す平面図である。

【図 4】線 X - X に沿った断面図で眺めた図 3 の配置を示す模式図である。

【図 5】図 4 の配置による最良の形態のシミュレーションを示す図である。

【図 6】案内要素が存在しないときの空気流を例示する模式図である。

【図 7】案内要素が存在するときの空気流を例示する模式図である。

【図 8】本発明の別の実施例を示す図である。

【図 9】本発明のさらに別の実施例を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 4 1 】

- 1 投影系
- 2 作業距離
- 3 基板
- 4 投影系の下部表面
- 5、5 S、5 T 気体流
- 6 気体発生構造のノズル
- 7 気体発生構造（空気シャワー）
- 8 案内要素（そらせ板）
- 9 投影系の外殻
- 10 外殻中の切欠き部分
- 11 Z - ミラー
- 12 干渉ビーム
- 13 干渉測定ユニット
- 14 Z - ミラーの下方領域
- 15 気体流のより軽い部分
- 16 吐出口
- 18 基部フレーム
- 19 スラット
- 20 上部案内表面
- 21 傾斜
- 22 ウェーハ支持体

30

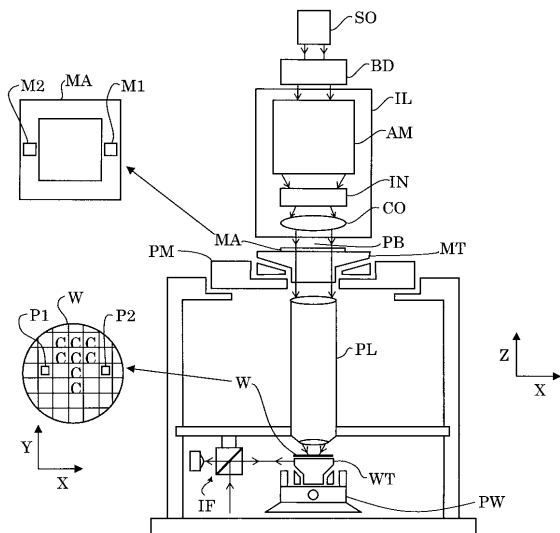
40

50

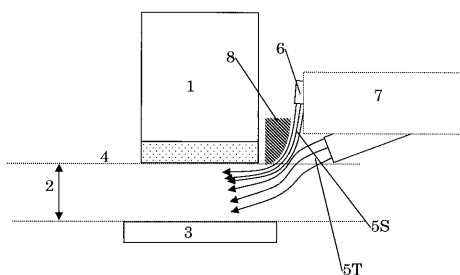
- A M 調整可能な光学要素  
 B D ビーム送出システム  
 C 標的部分  
 C O 集光器  
 I L 照明系（照明器）  
 I N 積分器  
 M A パターン形成手段（マスク）  
 M T 第1の支持構造（マスク・テーブル）  
 P B 投影ビーム  
 P L 投影系  
 P M 第1の位置決め手段  
 P W 第2の位置決め手段  
 S O 放射源  
 W 基板  
 W T 基板テーブル

10

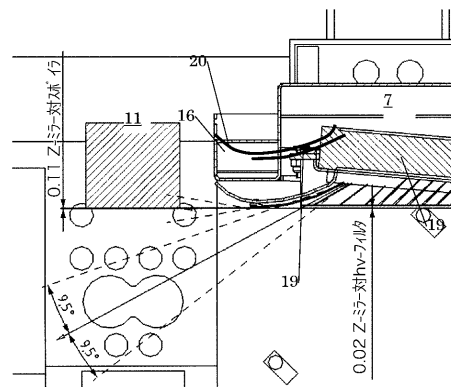
【図1】



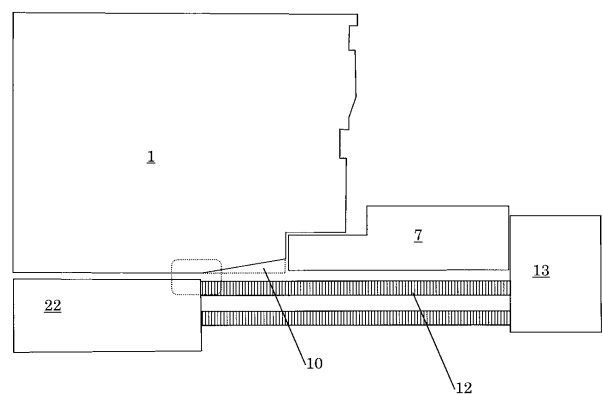
【図2】



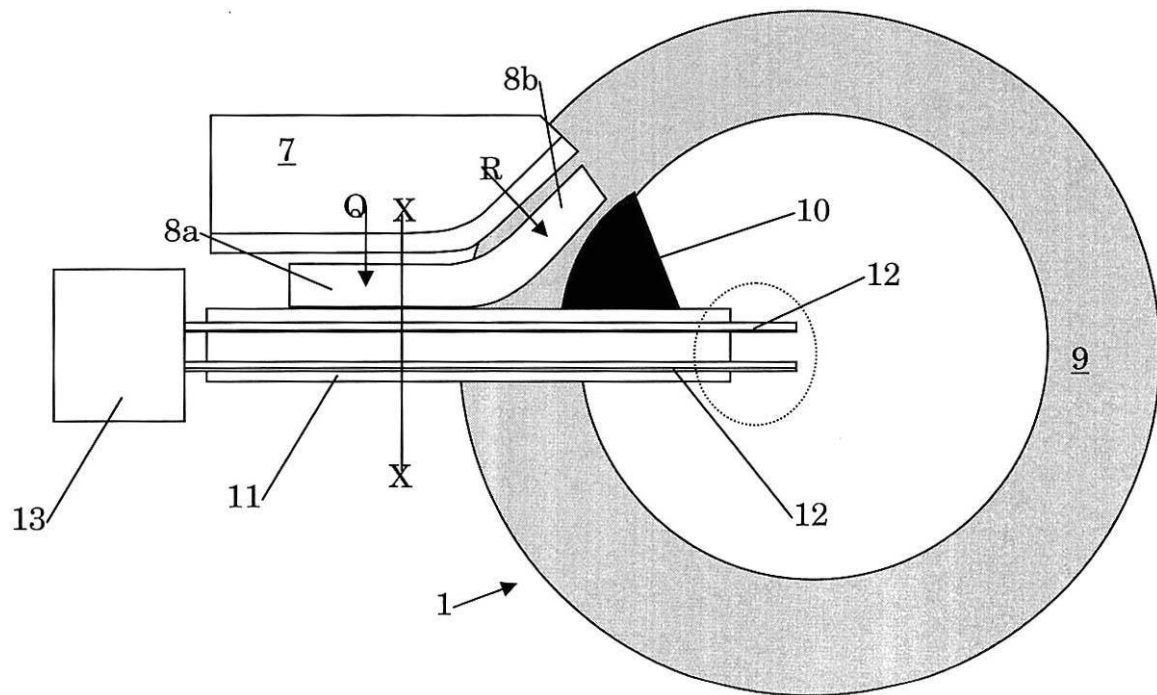
【図8】



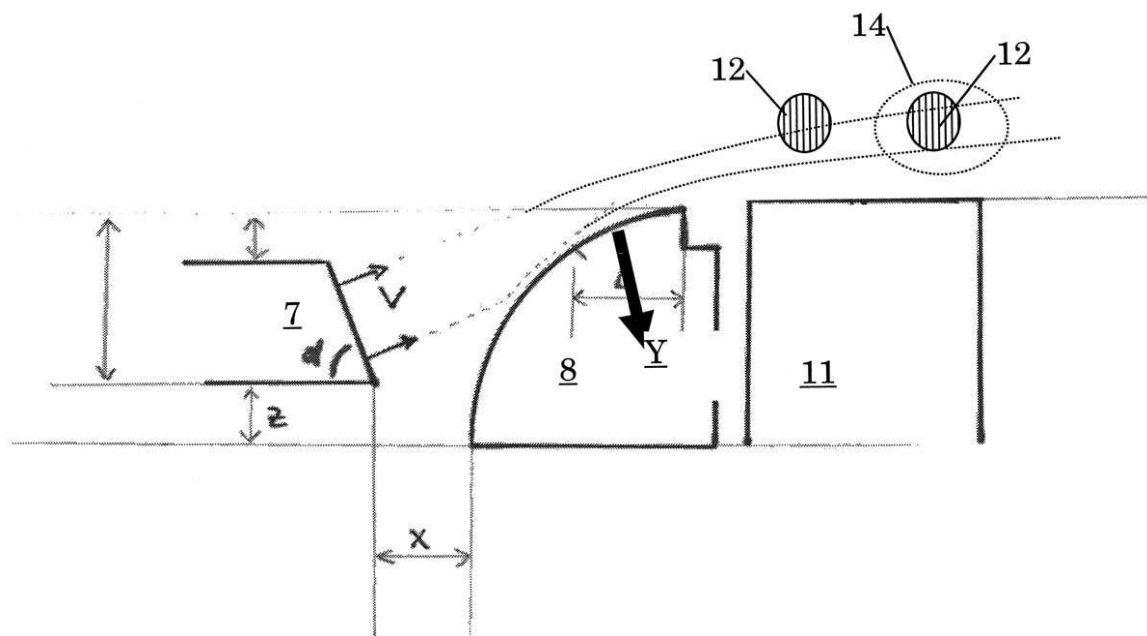
【図9】



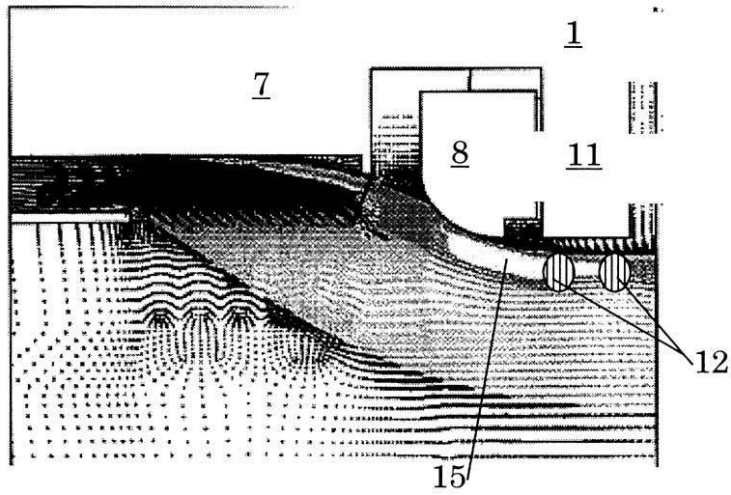
【図 3】



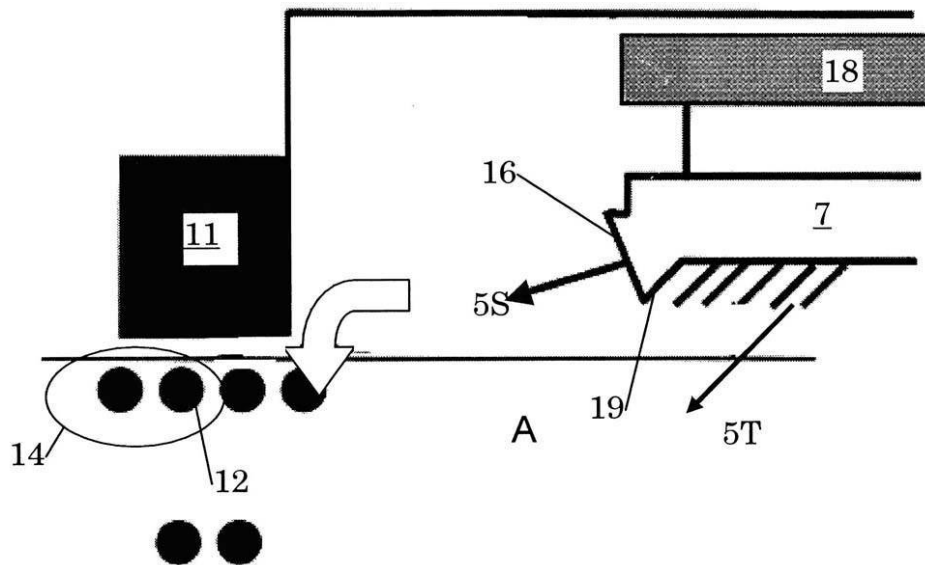
【図 4】



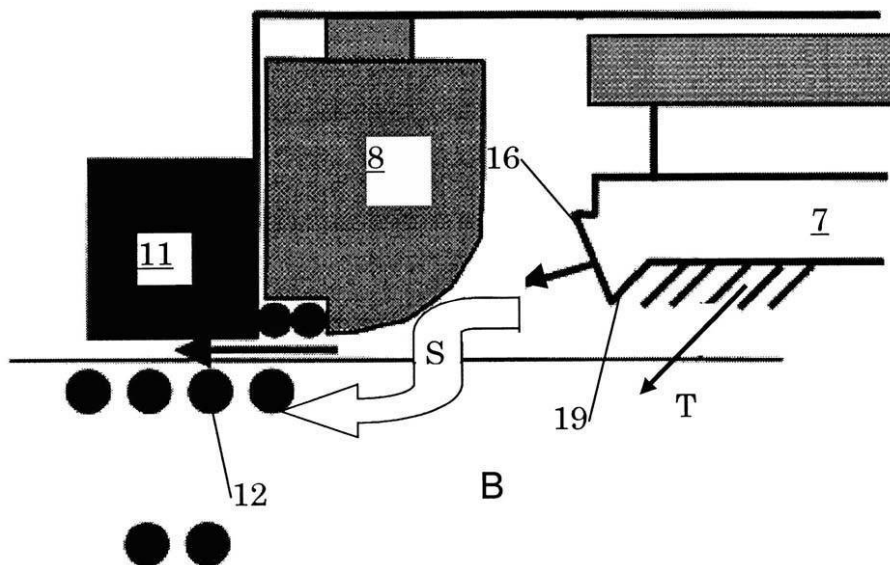
【図 5】



【図 6】



【図 7】



## フロントページの続き

- (72)発明者 マルティヌス コーネリス マリア フェルハーゲン  
オランダ国、フェルケンスヴァールト、フリユイテクルイトベームト 38
- (72)発明者 マルセル ベッカーズ  
オランダ国、アイントホーフェン、クリスティーナシュトラート 132
- (72)発明者 ロナルド シュトゥルタインス  
オランダ国、フェゲル、パーキーテンドンク 24
- (72)発明者 パスカル アントニウス スミッツ  
オランダ国、ゲンデーレン、メーロエク 12エイ
- (72)発明者 グラディミール フランシスクス ゲラルデウス マリア ヘルトグ  
オランダ国、フェルデン、アッケルヴィンデ 57
- (72)発明者 デビッド テオドルス ウィリー ファン デル プラス  
オランダ国、アイントホーフェン、ベルゲン オブ ツォームシュトラート 75
- (72)発明者 ステファン コエリンク  
オランダ国、アイントホーフェン、アンソニー ファン オベルゲンシュトラート 5
- (72)発明者 ヘンク クルーズ  
オランダ国、ヴァールレ、スヴェーリンクラール 4

審査官 多田 達也

- (56)参考文献 特開2001-284224(JP, A)  
国際公開第02/054460(WO, A1)  
国際公開第01/006548(WO, A1)  
特開2004-266051(JP, A)  
国際公開第2005/083758(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/027