

(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2017-507358  
(P2017-507358A)

(43) 公表日 平成29年3月16日(2017.3.16)

(51) Int.Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

F 1

G03F 7/20

G03F 7/20

503

521

テーマコード(参考)

2H197

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-553420 (P2016-553420)  
 (86) (22) 出願日 平成27年2月11日 (2015.2.11)  
 (85) 翻訳文提出日 平成28年10月18日 (2016.10.18)  
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2015/052825  
 (87) 國際公開番号 WO2015/124471  
 (87) 國際公開日 平成27年8月27日 (2015.8.27)  
 (31) 優先権主張番号 102014203144.3  
 (32) 優先日 平成26年2月21日 (2014.2.21)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

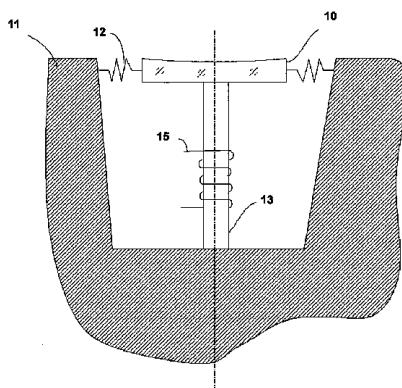
(71) 出願人 503263355  
 カール・ツァイス・エスエムティー・ゲー  
 エムベーハー  
 ドイツ連邦共和国、73447 オーバー  
 コッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラ  
 ーゼ 2  
 (74) 代理人 100147485  
 弁理士 杉村 慎司  
 (74) 代理人 100132045  
 弁理士 坪内 伸  
 (74) 代理人 100147692  
 弁理士 下地 健一  
 (72) 発明者 ティルマン シュペトナー  
 ドイツ国 69198 シュリースハイム  
 シラーシュトラーセ 23  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】特にマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系のサブアセンブリ

## (57) 【要約】

本発明は、特にマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系のサブアセンブリであって、素子(10、20、30、40、50、60、70)と、当該素子の温度を制御する少なくとも1つの温度制御デバイスとを備え、当該温度制御デバイスは、少なくとも1つの管状部を有する閉回路内に冷媒を有し、当該冷媒は、2相転移を行いながら管状部内で素子から又は素子へ輸送可能であり、加熱デバイス(15、25)が、冷媒を加熱することにより冷媒の輸送を遮断するために設けられるサブアセンブリに関する。

Fig.1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

特にマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系のサブアセンブリであって、  
素子(10、20、30、40、50、60、70)と、  
前記素子の温度を制御する少なくとも1つの温度制御デバイスと  
を備え、前記少なくとも1つの温度制御デバイスは、少なくとも1つの管状部を有する閉  
回路内に冷媒を有し、該冷媒は、2相転移を行いながら前記管状部内で前記素子から又は  
該素子へ輸送可能であり、  
加熱デバイス(15、25)が、前記冷媒を加熱することにより該冷媒の輸送を遮断す  
るために設けられるサブアセンブリ。

10

**【請求項 2】**

請求項1に記載のサブアセンブリにおいて、前記加熱デバイス(15、25)は電気加  
熱デバイスであることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 3】**

請求項1又は2に記載のサブアセンブリにおいて、前記管状部は弾性変形可能であるこ  
とを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 4】**

請求項1～3のいずれか1項に記載のサブアセンブリにおいて、前記管状部の長さ対外  
径の比が、少なくとも5：1、より詳細には少なくとも10：1であることを特徴とする  
サブアセンブリ。

20

**【請求項 5】**

請求項1～4のいずれか1項に記載のサブアセンブリにおいて、前記管状部の長さ対外  
径の比が、少なくとも50：1、より詳細には少なくとも80：1であることを特徴とする  
サブアセンブリ。

**【請求項 6】**

特にマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系のサブアセンブリであって、  
素子(10、20、30、40、50、60、70)と、  
前記素子の温度を制御する少なくとも1つの温度制御デバイスと  
を備え、前記少なくとも1つの温度制御デバイスは、少なくとも1つの管状部を有する閉  
回路内に冷媒を有し、該冷媒は、2相転移を行いながら前記管状部内で前記素子から又は  
前記素子へ輸送可能であり、

30

前記管状部は弾性変形可能であるサブアセンブリ。

**【請求項 7】**

特にマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系のサブアセンブリであって、  
素子(10、20、30、40、50、60、70)と、  
前記素子の温度を制御する少なくとも1つの温度制御デバイスと  
を備え、前記少なくとも1つの温度制御デバイスは、少なくとも1つの管状部を有する閉  
回路内に冷媒を有し、該冷媒は、2相転移を行いながら前記管状部内で前記素子から又は  
前記素子へ輸送可能であり、

前記管状部の長さ対外径の比が、少なくとも50：1であるサブアセンブリ。

40

**【請求項 8】**

請求項1～7のいずれか1項に記載のサブアセンブリにおいて、該サブアセンブリは、  
少なくとも1自由度での前記素子の調整を可能にする少なくとも1つのフレクシャ(26  
、36、46、56、66、76)を有することを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 9】**

請求項8に記載のサブアセンブリにおいて、前記フレクシャ(26、56、66)は管  
状部に形成されることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 10】**

請求項1～9のいずれか1項に記載のサブアセンブリにおいて、前記管状部は変断面を  
有することを特徴とするサブアセンブリ。

50

**【請求項 1 1】**

請求項 1 ~ 1 0 のいずれか 1 項に記載のサブアセンブリにおいて、ポンプデバイスも設けられることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 1 2】**

請求項 1 1 に記載のサブアセンブリにおいて、前記ポンプデバイスは、前記回路内に存在する前記冷媒を操作するよう構成されることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 1 3】**

請求項 1 1 に記載のサブアセンブリにおいて、前記ポンプデバイスは、第 1 回路と熱交換する 2 次回路に設けられることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 1 4】**

請求項 1 ~ 1 3 のいずれか 1 項に記載の方法において、前記温度制御デバイスはヒートパイプ ( 1 3 、 3 3 、 4 3 、 5 3 、 6 3 、 7 3 ) として構成されることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 1 5】**

請求項 1 ~ 1 4 のいずれか 1 項に記載のサブアセンブリにおいて、前記温度制御デバイスは 2 相熱サイフォン ( 2 3 、 5 3 ) として構成されることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 1 6】**

請求項 1 ~ 1 5 のいずれか 1 項に記載のサブアセンブリにおいて、該サブアセンブリは、特に行列状配置の複数の温度制御デバイスを有することを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 1 7】**

請求項 1 ~ 1 6 に記載のサブアセンブリにおいて、前記素子 ( 1 0 、 2 0 、 3 0 、 4 0 、 5 0 、 6 0 、 7 0 ) は反射光学素子であることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 1 8】**

請求項 1 ~ 1 6 のいずれか 1 項に記載のサブアセンブリにおいて、前記素子は E U V 光源のコレクタミラーであることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 1 9】**

請求項 1 ~ 1 6 のいずれか 1 項に記載のサブアセンブリにおいて、前記素子はマイクロリソグラフィマスクであることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 2 0】**

請求項 1 ~ 1 6 のいずれか 1 項に記載のサブアセンブリにおいて、前記素子 ( 1 0 、 2 0 、 3 0 、 4 0 、 5 0 、 6 0 、 7 0 ) は、相互に独立して調整可能な複数のミラー素子を備えたミラー構成体のミラー素子であることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 2 1】**

請求項 2 0 に記載のサブアセンブリにおいて、前記ミラー構成体は、ファセットミラー、特に視野ファセットミラー ( 8 0 3 ) 又は瞳ファセットミラー ( 8 0 4 ) であることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 2 2】**

請求項 1 ~ 2 1 のいずれか 1 項に記載のサブアセンブリにおいて、前記素子 ( 1 0 、 2 0 、 3 0 、 4 0 、 5 0 、 6 0 、 7 0 ) は、 3 0 n m 未満、特に 1 5 n m 未満の作動波長用に設計されることを特徴とするサブアセンブリ。

**【請求項 2 3】**

請求項 1 ~ 2 2 のいずれか 1 項に記載のサブアセンブリを備えたマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系、特に照明デバイス又は投影レンズ。

**【請求項 2 4】**

マイクロリソグラフィ投影露光装置 ( 8 0 0 ) であって、請求項 2 3 に記載の光学系を備えたマイクロリソグラフィ投影露光装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0 0 0 1】**

10

20

30

40

50

## [ 関連出願の相互参照 ]

本願は、2014年2月21日付けで出願された独国特許出願第10 2014 203 144.3号の優先権を主張する。当該出願の内容を、参照により本明細書に援用する。

## 【 0 0 0 2 】

本発明は、特にマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系のサブアセンブリに関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 3 】

マイクロリソグラフィは、例えば集積回路又はLCD等の微細構造コンポーネントの製造に用いられる。マイクロリソグラフィプロセスは、照明デバイス及び投影レンズを有するいわゆる投影露光装置で実行される。この場合、照明デバイスにより照明されたマスク(レチクル)を、投影レンズにより、感光層(フォトレジスト)で被覆されて投影レンズの像平面に配置された基板(例えばシリコンウェーハ)に投影することで、マスク構造を基板の感光コーティングに転写するようとする。

10

## 【 0 0 0 4 】

EUV領域、すなわち、例えば約13nm又は約7nmの波長用に設計した投影レンズでは、適当な光透過屈折材料(light-transmissive refractive materials)がないことにより、ミラーを結像プロセス用の光学コンポーネントとして用いる。

20

## 【 0 0 0 5 】

実際に生じる問題として、特にEUV光源が発した放射線の吸収の結果として、EUVミラーが加熱され、それに伴い熱膨張又は変形が生じ、これがさらに光学系の結像特性の低下という結果を招き得る。

20

## 【 0 0 0 6 】

EUV領域で動作するよう設計されたマイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイスにおいて、視野ファセットミラー及び瞳ファセットミラーの形態のファセットミラーを集束コンポーネントとして特に用いることが、例えば特許文献1から知られている。このようなファセットミラーは、調整のため又は特定の照明角分布を実現するためにフレクシヤによって傾斜可能であるようそれぞれ設計することができる複数の個別ミラー又はミラーファセットから構成される。これらのミラーファセットはさらに、複数のマイクロミラーを備えることができる。さらに、VUV領域の波長で動作するよう設計されたマイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイスに複数の相互に独立して調整可能なミラー素子を備えたミラー構成体を、規定の照明設定(すなわち、照明デバイスの瞳平面内の強度分布)を設定するために用いることも、例えば特許文献2から知られている。

30

## 【 0 0 0 7 】

特に、複数のミラー素子を備えたこのようなミラー構成体の場合、初めに述べた熱負荷の放散は、比較的限られた設置空間及び個々のミラー素子で生じる比較的高い熱負荷に主に起因して、厳しい課題となる。したがって、例えば柔軟に取り付けられた作動可能なミラー素子の熱負荷を除去する際、この熱除去が困難であると考えられる理由の1つには、高精度の位置決め又は作動に用いられるフレクシヤ、例えば可撓性板ばねの比較的小さな断面が、周囲構造への比較的小さな放熱しか可能にしないことがある。

40

## 【 0 0 0 8 】

換言すれば、少なくとも1自由度で調整可能な(例えば、少なくとも1つの傾斜軸に関して傾斜可能な)ミラー素子を有するミラー構成体では、柔軟な調整性を光学系の動作時にミラー素子で生じる熱負荷の効果的な除去と組み合わせることは、厳しい課題を特に示すものである。通常の真空条件(及び場合によっては既存の不活性ガス雰囲気)の結果として対流の形態の熱放射の割合が通常はごく僅かなので、本質的に熱伝導プロセスしか上記熱負荷の除去に利用可能でないことにより、この問題は、マイクロリソグラフィ投影露光装置の動作においてさらに悪化する。

50

## 【 0 0 0 9 】

上述の熱除去のほかに、マイクロリソグラフィ投影露光装置の動作時には、1つ又は複数のミラー素子を周囲と比べて高い温度に設定することもできるよう、具体的な温度制御を実施することも必要な可能性がある。これは、例えば、ミラー素子の光学有効面の領域における「ゼロ交差温度」として知られるものを設定するために望ましい場合がある。この「ゼロ交差温度」では、熱膨張率は、その温度依存性において、ミラー基板材料の熱膨張が全く又はごく僅かにしか起こらないようなゼロ交差を有する。したがって、例えばこの「ゼロ交差温度」が、一般的なシステム温度又は関連のミラー素子の周囲の温度を超える値を有する場合、ミラー素子を単に「冷却する」代わりに上述の種類の温度制御が望ましい場合もある。

## 【0010】

10

従来技術に関して、特許文献3、特許文献4、特許文献5、特許文献6、特許文献7を単に例として参照する。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0011】

【特許文献1】独国特許出願公開第10 2008 009 600号明細書

【特許文献2】国際公開第2005/026843号

【特許文献3】独国特許出願公開第10 2012 200 733号明細書

【特許文献4】独国特許出願公開第10 2004 046 764号明細書

20

【特許文献5】米国特許第8,188,595号明細書

【特許文献6】米国特許第4,467,861号明細書

【特許文献7】米国特許出願公開第2003/0192669号明細書

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0012】

上記背景に対して、本発明の目的は、特にマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系のサブアセンブリであって、光学系の動作時に電磁放射線が入射する少なくとも1つの素子の温度制御の改善を可能にするサブアセンブリを提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0013】

30

この目的は、独立請求項の特徴に記載の構成によって達成される。

## 【0014】

本発明の一態様によれば、本発明は、特にマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系のサブアセンブリであって、

素子と、

上記素子の温度を制御する少なくとも1つの温度制御デバイスと  
を備え、上記温度制御デバイスは、少なくとも1つの管状部を有する閉回路内に冷媒を有し、当該冷媒は、2相転移(two-phase transition)を行いながら管状部内で素子から又は素子へ輸送可能であり、

加熱デバイスが、冷媒を加熱することにより冷媒の輸送を遮断するために設けられるサブアセンブリに関する。

## 【0015】

40

本発明は、特に、(例えば、以下でより詳細に説明するように、ヒートパイプとして知られるものにおいて)2相転移を行うと共に素子(例えば、ミラー素子等の光学素子)の温度の制御を行いながら閉回路で輸送可能な冷媒を有する構造を基礎として、加熱デバイスによる遮断(すなわち、いわば回路又はヒートパイプの「スイッチオフ」)を行うことができるようとするという概念に基づく。

## 【0016】

冷媒の輸送は、例えば、毛管作用を用いること、液相と気相との間の対流がもたらす差圧の結果としての定常流又は非定常流を用いること、又はベーパチャンバ内の対流がもた

50

らす液体差圧を用いることにより行うことができ、上記差圧を重力差圧（gravitational differential pressures）と組み合わせて用いることも可能である。さらに、上記差圧は、受動形態で（すなわち、ポンプを必要とせず）又は能動形態で（すなわち、ポンプを用いて）実施することができる。さらに、例えばさらに別の回路又は2次閉回路で動作するポンプを設ける一方で、この回路と（素子の横又は下に配置された）受動回路との間で熱交換が行われることによる組合せも可能である。

#### 【0017】

この場合、本発明は、閉冷媒回路をヒートパイプの形態で実施することに限定されず、2相転移を（例えば、同じく以下により詳細に説明する2相熱サイフォンも）含むすべての熱輸送システムと共に用いることができる。これらのシステムは、閉回路（すなわち、例えばヒートパイプ）内にある液冷媒が、加熱時に気体状態に変化し、冷却時に液体状態に戻るというそれ自体が既知の機能原理にいずれの場合も基づく。10

#### 【0018】

したがって、上述の機能原理を基礎として、本発明は、閉回路内に存在する温度勾配を本発明に従って用いられる加熱デバイスにより特定の方法で変化させることができることを利用する。これは特に、例えば、素子と冷却器との間の冷媒の加熱による効果として、加熱領域と冷却器との間に冷媒の輸送又は2相転移に適した温度勾配がある（一方で、回路の方向では、光学素子は本質的に冷却器の温度ではなく加熱デバイスにより加熱された領域に対応する温度に「曝される（sees）」）状況を作るようにすることにより生じる。素子に関する限り、その場合、このような構成は回路又はヒートパイプの「スイッチオフ」と同義であり、その結果として、この光学素子は、光学系の動作時に作用する熱負荷により対応して温度上昇し得る。20

#### 【0019】

さらに、加熱デバイスを用いて冷媒を加熱することにより、回路全体の冷媒が気相である構成を設定することも可能である。このような構成の結果として、関連の2相熱輸送システム（例えばヒートパイプ）の機能が完全にオフになり、したがって熱移動が、関連のガス又はこのガスの周囲の（パイプ）壁による熱伝導の効果にのみ限られる。

#### 【0020】

本発明による加熱デバイスは、特に（好ましくはスイッチオン及びオフができる）電気加熱デバイスとして構成することができる。30

#### 【0021】

一実施形態によれば、この管状部の長さ対外径の比が、少なくとも5：1、より詳細には少なくとも10：1である。

#### 【0022】

一実施形態によれば、本発明による温度制御デバイスの管状部は弾性変形可能である。特に、この管状部の長さ対外径の比が、少なくとも50：1、より詳細には少なくとも80：1である。

#### 【0023】

（特に、管状部又はヒートパイプの外径を長さに対して小さくすることによる）このさらなる手法に従って達成される管状部の弾性変形性の結果として、剛性の大幅な低下と、その結果として望ましくない寄生力の影響とを得ることができ、その結果として、光学系の寿命にわたって弾性変形を達成しつつ（例えば接続された冷却システムからの）振動の導入を回避又は低減することが可能である。したがって、結果として、例えばファセットミラー等のミラー構成体の調整可能なミラー素子の、本発明により可能となる上述の温度制御は、この調整性に必要な移動性の実現と組み合わせることができる。40

#### 【0024】

本発明による2相熱輸送システム（例えばヒートパイプ）の柔軟な構成の最後に述べた態様は、加熱デバイス又はその結果として可能となる2相熱輸送システム又はヒートパイプのスイッチオフの概念に關係なく有利でもある。したがって、さらに別の態様によれば、本発明は、特にマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系のサブアセンブリであって50

、 素子と、

上記素子の温度を制御する少なくとも1つの温度制御デバイスとを備え、上記温度制御デバイスは、少なくとも1つの管状部を有する閉回路内に冷媒を有し、当該冷媒は、2相転移を行いながら管状部内で素子から又は素子へ輸送可能であり、管状部は弾性変形可能であるサブアセンブリにも関する。

**【0025】**

さらに、本発明は、特にマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系のサブアセンブリであって、

素子と、

上記素子の温度を制御する少なくとも1つの温度制御デバイスとを備え、上記温度制御デバイスは、少なくとも1つの管状部を有する閉回路内に冷媒を有し、当該冷媒は、2相転移を行いながら管状部内で素子から又は素子へ輸送可能であり、管状部の長さ対外径の比が、少なくとも50:1であるサブアセンブリにも関する。

**【0026】**

一実施形態によれば、サブアセンブリは、少なくとも1つの傾斜軸に関する素子の傾斜を可能にする少なくとも1つのフレクシヤを有する。

**【0027】**

一実施形態によれば、このフレクシヤは管状部に形成される。このように、素子の調整性（例えば傾斜）の実現に必要なキネマティクスを開回路の形成のために存在する管状部に組み込むことができる。しかしながら、本発明はこれに限定されない。したがって、さらに他の実施形態では、素子の調整性の実現に必要なキネマティクスを、管状部とは関係なく又は管状部に加えて設けることもでき、その結果として、付加的な熱的機能を担う必要なく関連のキネマティクスを設計することができる。

**【0028】**

一実施形態によれば、管状部は変断面を有する。

**【0029】**

一実施形態によれば、さらに、回路内に存在する冷媒圧力を操作するポンプデバイスが設けられる。これにより、2相熱輸送システム（例えばヒートパイプ）の単なるスイッチオン及びオフ以上に、2相熱輸送システムの機能又はこれがもたらす熱輸送の連続設定を達成することが可能となる。しかしながら、本発明は「能動圧送」システムに限定されず、ポンプデバイスを用いないか又は受動的な流れを用いるシステムさえも本発明に包含される。

**【0030】**

一実施形態によれば、温度制御デバイスはヒートパイプとして構成される。

**【0031】**

一実施形態によれば、温度制御デバイスは2相熱サイフォンとして構成される。

**【0032】**

一実施形態によれば、素子は反射光学素子である。さらに他の実施形態では、素子は、EUV光源のコレクタミラー又はマイクロリソグラフィマスクでもあり得る。

**【0033】**

特に、素子は、相互に独立して調整可能な複数のミラー素子を備えたミラー構成体のミラー素子であり得る。

**【0034】**

一実施形態によれば、このミラー構成体は、ファセットミラー、特に視野ファセットミラー又は瞳ファセットミラーである。

**【0035】**

一実施形態によれば、素子は、30nm未満、特に15nm未満の作動波長用に設計される。

**【0036】**

10

20

30

40

50

本発明は、上述の特徴を有するサブアセンブリを備えたマイクロリソグラフィ投影露光装置の光学系、特に照明デバイス又は投影レンズにも関し、かかる光学系を備えたマイクロリソグラフィ投影露光装置にも関する。

【0037】

本発明のさらに他の構成は、説明及び従属請求項から得ることができる。

【0038】

添付図面に示す例示的な実施形態に基づき、本発明を以下でより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本発明の一実施形態における本発明によるサブアセンブリの構造を説明する概略図を示す。 10

【図2】本発明の一実施形態における本発明によるサブアセンブリの構造を説明する概略図を示す。

【図3】本発明の一実施形態における本発明によるサブアセンブリの構造を説明する概略図を示す。

【図4】本発明の一実施形態における本発明によるサブアセンブリの構造を説明する概略図を示す。

【図5】本発明の一実施形態における本発明によるサブアセンブリの構造を説明する概略図を示す。

【図6】本発明の一実施形態における本発明によるサブアセンブリの構造を説明する概略図を示す。 20

【図7】本発明の一実施形態における本発明によるサブアセンブリの構造を説明する概略図を示す。

【図8】例えば本発明を実現できる、EUVで動作するよう設計されたマイクロリソグラフィ投影露光装置の概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0040】

本発明の第1実施形態における本発明によるサブアセンブリの構造を、最初に図1を参照して以下で説明する。

【0041】

図1に単に概略的に示すように、例えばミラー構成体のミラー素子、例えばファセットミラー等であり得る光学素子10が、機械式結合12により支持構造11に結合される。さらに他の実施形態でさらに詳細に説明するように、光学素子10は、特に少なくとも1自由度で調整可能（例えば、少なくとも1つの傾斜軸に関して傾斜可能）であるよう設計することができる。 30

【0042】

光学素子10の温度を制御するために、図1に示すサブアセンブリは、管状部を有する閉回路を形成するヒートパイプ13の形態の温度制御デバイスも有し、この中で（例えば、すでに述べたように毛管作用を用いて）2相転移を行いながら冷媒（図示せず）を光学素子10から又は光学素子10へ輸送することができる。それ自体が既知の方法で、閉回路において、液体冷媒は（高温端部又は光学素子10の領域での）加熱時に気体状態になり、低温端部又は支持構造11の領域（又はそこにあり得る冷却器）での冷却時に液体状態に戻る。 40

【0043】

液体冷媒を高温端部又は光学素子10の領域へ、すなわち気化する場所へ輸送し戻すことは、ここでは例えば毛管作用を用いて行うことができる。

【0044】

さらに他の実施形態では、冷媒の輸送は、液相と気相との間の対流がもたらす差圧の結果としての定常流又は非定常流を用いて、又はベーパチャンバ内の対流がもたらす液体差圧を用いて行うこともできる。 50

## 【0045】

液相又は気相の冷媒を流通させる役割を果たすチャネルを、原理上は所望の任意の幾何学的形状で配置し、単に例としてヒートパイプ13の場合のように入れ子状に重ねることができるか、又は他の実施形態で見られる2相熱サイフォンの場合のように空間的に分離して相互に離れて配置することができる。

## 【0046】

回路内に位置付けられる冷媒は、ヒートパイプ13の所望の温度範囲に従って適当に選択することができ、メタノール又はエタノールが適当な冷媒の例である（しかしながら、本発明はそれに限定されない）。延性（すなわち、長期可撓性が高い）且つ耐食性の材料、例えば銅（Cu）又は銀（Ag）等が、ヒートパイプ13又は管状部の材料として適していることが好ましい。さらに他の実施形態では、アルミニウム（Al）又は高級鋼をヒートパイプ13又は管状部の材料として用いることもできる。さらに、ヒートパイプ13は、異なる材料（例えば、外壁の領域は延性材料で、内壁の領域は例えば高級鋼のメッキ）から構成することもできる。特定の寸法に応じて、また使用冷媒に応じて、例えばケイ素（Si）含有材料を含むセラミック材料をヒートパイプ13又は管状部に用いることもできる。

10

## 【0047】

さらに、図1に示すサブアセンブリは、冷媒を加熱させる電気加熱デバイス15を有する。冷媒のこのような加熱による効果として、光学素子10から又は光学素子10への冷媒の輸送が停止することにより、ヒートパイプ13の機能がオフに切り換わり、その結果として光学系の動作時に熱負荷の作用により光学素子10が温度上昇する。オン及びオフに切換え可能な加熱デバイス15は、それゆえヒートパイプ13を介した熱伝導も切換え可能であり、したがって光学素子10の温度が特定の方法で制御可能であり得ることを意味する。

20

## 【0048】

例えば、単に例として、光学系の動作時に光学素子10の光学有効面に入射する電磁放射線の結果としての光学素子10の温度は、35°Cであり得る。加熱デバイス15をオンに切り換えると、光学素子10に面したその端部と支持構造11に面したその端部との間の中間領域を例えば50°Cの温度に加熱することができる。この結果として、（ヒートパイプ13の本来の熱的機能に対応した）光学素子10から支持構造11への熱の流出がなくなり、その代わりに加熱デバイス15の領域から支持構造11へ（さらに加熱デバイス15の領域から光学素子10へも）熱の流出があり、その結果として、入射電磁放射線の熱負荷及び加熱デバイス15により供給される熱の両方に起因して光学素子10が温度上昇する。

30

## 【0049】

光学素子10のこの加熱は、例えば、光学素子10又はミラー素子の光学有効面の領域において、ミラー基板材料の熱膨張が全く又はごく僅かにしか生じない「ゼロ交差温度」を、すなわちこのゼロ交差温度が一般的なシステム温度又は関連ミラー素子の周囲の温度を超える限りにおいて、設定するために行われる。

40

## 【0050】

本発明のさらに他の実施形態では、複数の温度制御デバイス又はヒートパイプ10を、図1に類似して例えば行列状配置で（「アレイ」として）設けることもできる。このようにして、（例えば光学素子10の断面積にわたって変わる光学素子10の熱誘起変形を達成するために）空間分解温度制御を達成することもできる。

## 【0051】

図1に示すサブアセンブリのさらに別の態様として、閉回路を形成する管状部が柔軟な又は弾性変形可能な構成である。これは、例示的な実施形態では、管状部の長さ対外径の比が少なくとも50:1、特に少なくとも80:1であることにより達成される。例えば、管状部の長さが50mm~100mmの範囲の値を有し得る一方で、外径は例えば1mmであり得る。

50

## 【0052】

実施形態において、ヒートパイプ 13 又はその管状部は、変断面及び / 又は螺旋状の幾何学的形状を有することもでき、それにより機械的柔軟性を高める（又は剛性を低下させる）ことができ、且つ場合によってはさらに他の実施形態と共にこれから説明する運動機能（kinematic functionality）も補助することができる。

## 【0053】

本発明の実施形態によれば、光学素子の調整性（例えば傾斜）の実現に必要なキネマティクスを閉回路の形成のために存在する管状部に組み込むか、又は管状部に加えて（例えば管状部と平行に）設けることができ、これらはそれぞれ、図 2 ~ 図 7 を参照して種々の実施形態に基づき以下でより詳細に説明される。

10

## 【0054】

図 2 は同様に、本発明によるサブアセンブリを単なる概略図で示しており、図 1 と比べて類似の又は本質的に機能的に同じコンポーネントは、「10」を足した参照符号で示す。この場合、図 2 からのサブアセンブリが図 1 からのものと異なる点の 1 つとして（on the one hand）、温度制御デバイスを形成する 2 相熱輸送システムが、図 1 におけるようにヒートパイプとしてではなく 2 相熱サイフォン 23 として知られるものとして構成され、相互に離間した平行な管状部が 2 相熱輸送のために設けられている（一方が光学コンポーネント 20 から気化冷媒を輸送し、他方が液体冷媒を光学素子 20 へ輸送する）。

## 【0055】

さらに、図 2 からのサブアセンブリには、少なくとも 1 自由度の光学素子 20 の調整性を実現する（例えば、少なくとも 1 つの傾斜軸に関する傾斜を実現する）フレクシャ 26 が管状部に形成されているか又は管状部に組み込まれており、これは、関連の管状部が適当な箇所で縮径される（すなわち、「くびれ」を有する）ということである。

20

## 【0056】

図 2 に示すサブアセンブリでは、さらに、光学素子 20 の温度制御が直接行われるのではなく、光学素子 20 を支持するマウント又は支持構造 24 により行われる。しかしながら、本発明はこれに限定されず、この実施形態では、記載されているさらに他の実施形態のように、光学素子の温度制御を任意に直接（例えば、図 1 に示すように）又は間接的に（例えば、図 2 に示すように）行うことができる。

30

## 【0057】

図 3 は、本発明によるサブアセンブリのさらに別の可能な実施形態を概略図で示しており、図 2 と比べて類似の又は本質的に機能的に同じコンポーネントは、「10」を足した参照符号で示す。図 3 からのサブアセンブリが図 2 からのものと異なる点の 1 つとして、温度制御デバイスが今度はヒートパイプ 33 として構成される（この点で図 1 と類似している）。さらに、光学素子 30 の調整性（例えば傾斜可能性）の実現に必要なキネマティクスは、図 3 によれば、対応するフレクシャ 36 を回路を形成する管状部又はヒートパイプ 33 とは別に構成することにより提供される。

## 【0058】

この機能分離の結果として、キネマティクス（すなわち、特にフレクシャ 36）は、こうして温度制御の機能を同時に担う必要もなく設計することができる。しかしながら、本発明はこれに限定されず、必要なキネマティクスの実現又はこれに必要なフレクシャの形成を、ここでは代替的に、さらに他の実施形態のように、場合によっては 2 相熱輸送システム（例えばヒートパイプ）に組み込むことによって（この点で図 2 と類似している）、又はそれとは別に（この点で図 3 と類似している）行うことができる。

40

## 【0059】

さらに、図 3 によれば、2 相熱輸送システム又はヒートパイプ 33 による熱素子 10 の熱的結合は、支持構造 31 に対して直接なされるのではなく冷却器 39 に対してなされ、冷却器 39 は、図 3 に単に示す冷却液 39a が流れしており、断熱層 38 により支持構造 31 から分離されている。しかしながら、さらに他の実施形態のように、ここでは、2 相熱輸送システムによる光学素子 30 の熱的結合は、場合によっては冷却器によって（この点

50

で図 3 と類似している)、又は支持構造に対して直接(この点で図 2 と類似している)行うことができる。

#### 【0060】

図 4 は、本発明によるサブアセンブリのさらに別の可能な実施形態を概略図で示しており、図 3 と比べて類似の又は本質的に機能的に同じコンポーネントは、「10」を足した参照符号で示す。図 4 からのサブアセンブリが図 3 からのものと異なる点は、図 4 によれば、ヒートパイプ 43 による光学素子 40 の温度制御が図 3 のようにマウント又は支持構造 34 によって間接的に行われるのではなく直接行われることだけである。

#### 【0061】

図 5 は、本発明によるサブアセンブリのさらに別の可能な実施形態を概略図で示しており、図 4 と比べて類似の又は本質的に機能的に同じコンポーネントは、「10」を足した参照符号で示す。図 5 からのサブアセンブリの構成は図 2 からのものに本質的に匹敵するが、図 2 からのサブアセンブリに存在する加熱デバイス 25 が省かれている。

#### 【0062】

図 6 は、本発明によるサブアセンブリのさらに別の可能な実施形態を概略図で示しており、図 5 と比べて類似の又は本質的に機能的に同じコンポーネントは、「10」を足した参照符号で示す。図 6 からのサブアセンブリの構成が図 1 からのものと異なる点の 1つとして、フレクシャ 66(くびれの形態)がヒートパイプ 63 に組み込まれ、すなわち少なくとも 1 自由度(例えば、少なくとも 1 つの傾斜軸に関する傾斜)の光学素子 60 の調整性の実現に必要なキネマティクスが、今度は閉回路の形成のために存在する温度制御デバイスの管状部に組み込まれる。他方では、図 6 では、図 1 にはある加熱デバイス 15 が、したがってヒートパイプ 63 のオン・オフを切り換える能力が省かれている。

#### 【0063】

図 7 は、本発明によるサブアセンブリのさらに別の可能な構成を概略図で示しており、図 6 と比べて類似の又は本質的に機能的に同じコンポーネントは、「10」を足した参照符号で示す。図 7 からのサブアセンブリが図 6 からのものと異なる点は、光学素子 70 の調整性(例えば傾斜可能性)の実現のためのフレクシャ 76 がヒートパイプ 73 に組み込まれるのではなく、別個のキネマティクスの形態で設けられることだけである。

#### 【0064】

図 8 は、本発明を実施できる、例として EUV で動作するよう設計された投影露光装置の概略図を示す。さらに他の例示的な実施形態では、本発明は、(例えば、通常は同様に高い熱負荷に曝される、EUV 光源に存在するコレクタミラーの温度制御を達成するために) 例えば EUV 光源で実施することもできる。

#### 【0065】

図 8 によれば、単に例として示す実施形態において、EUV 用に設計された投影露光装置 800 の照明デバイスが、視野ファセットミラー 803 及び瞳ファセットミラー 804 を有する。プラズマ光源 801 及びコレクタミラー 802 を備えた光源ユニットの光が、視野ファセットミラー 803 へ指向される。光路における瞳ファセットミラー 804 の下流には、ミラー 805 及びミラー 806 が配置される。光路におけるその後には、偏向ミラー 807 が配置され、これは入射した放射線を 6 個のミラー 851 ~ 856 を含む投影レンズの物体視野へ指向させる。物体視野の場所にあるマスクテーブル 820 の上には、反射構造持マスク 821 が配置され、その像が投影レンズを用いて像平面に投影され、像平面には、感光層(フォトレジスト)でコーティングされた基板 861 がウェーハテーブル 860 上に位置付けられる。

#### 【0066】

図 8 からの投影露光装置 800 における本発明の実施は、単に例として、光学素子としての視野ファセットミラー 803 又は瞳ファセットミラー 804 の個別ミラー素子又はミラーファセットを本発明に記載の方法で制御することにより行うことができる。しかしながら、本発明はこの用途に限定されず、任意の他の所望の光学素子に適用することができる。同時に、用途は反射光学素子に限定されず、任意の所望の光学素子(例えば、DUV

10

20

50

30

40

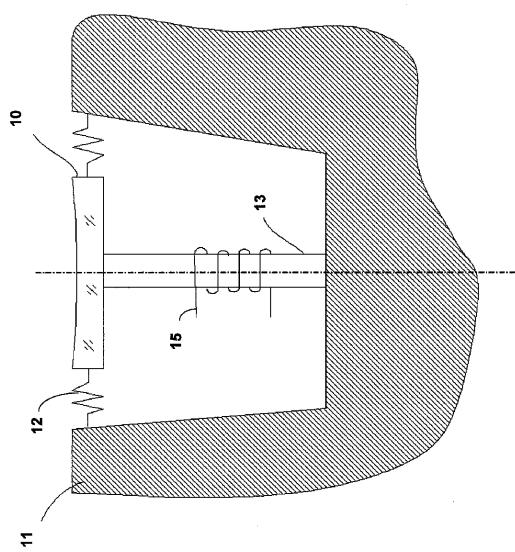
50

領域で、例えば 250 nm 未満、特に 200 nm 未満の波長で動作する屈折光学素子）と共に可能でもある。

**【0067】**

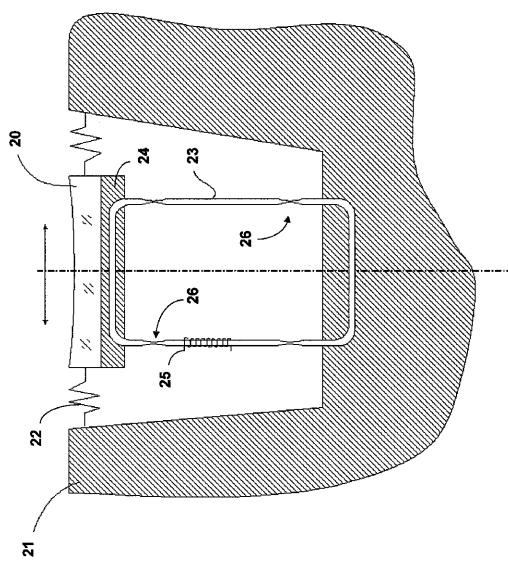
本発明を特定の実施形態に基づいて説明したが、多くの変形形態及び代替的な実施形態が、例えば個々の実施形態の特徴の組合せ及び／又は交換により当業者には明らかである。したがって、当業者には言うまでもなく、このような変形形態及び代替的な実施形態は本発明に付随して包含され、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲及びその等価物の意味の範囲内でのみ制限される。

**【図 1】**



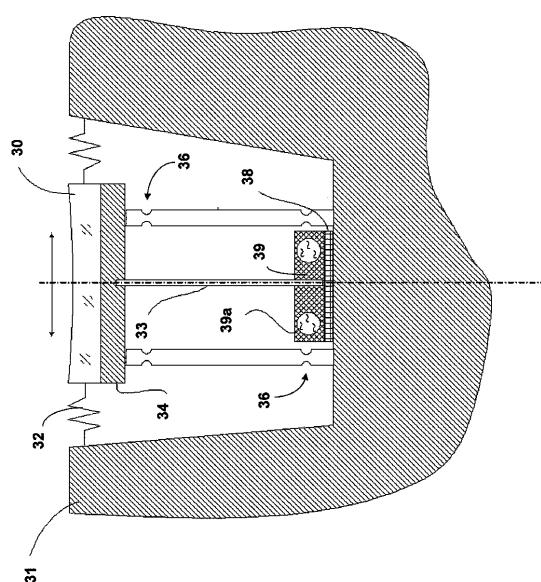
**Fig.1**

**【図 2】**

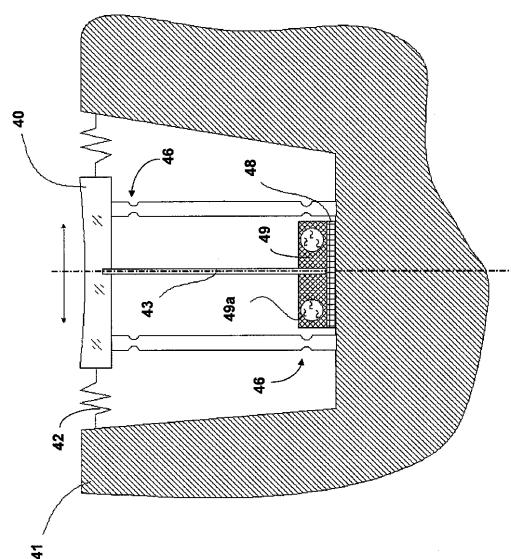


**Fig.2**

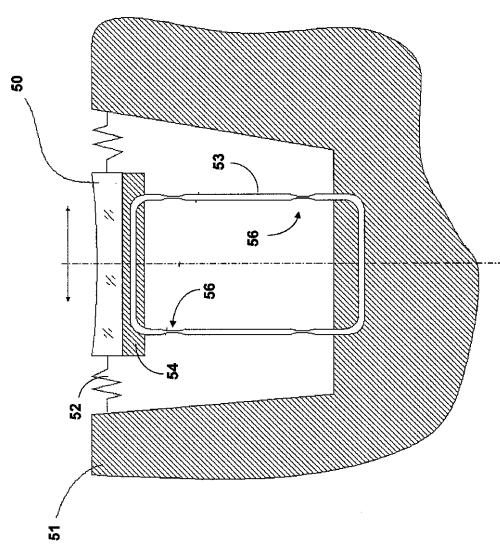
【図3】

Fig. 3

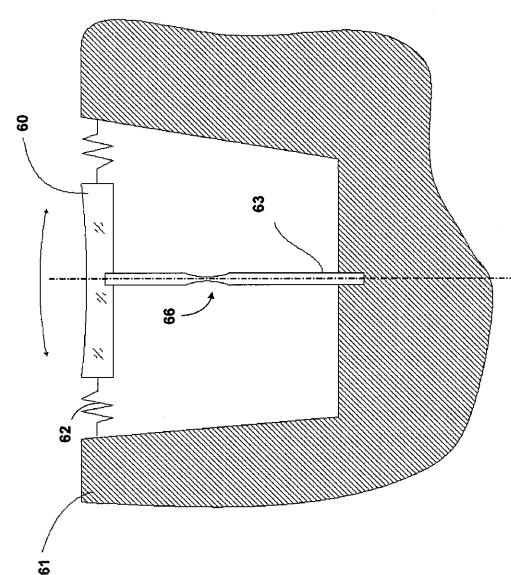
【図4】

Fig. 4

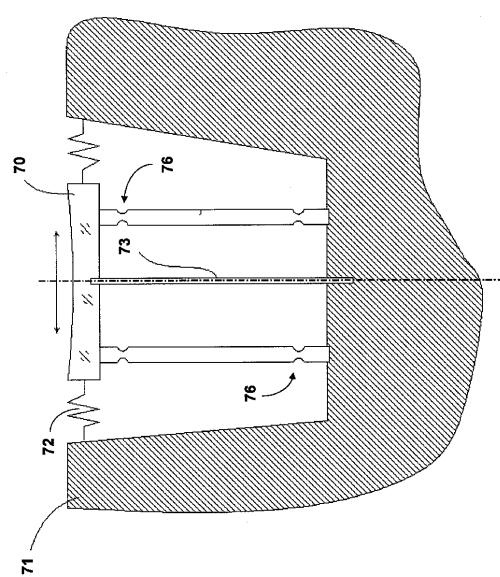
【図5】

Fig. 5

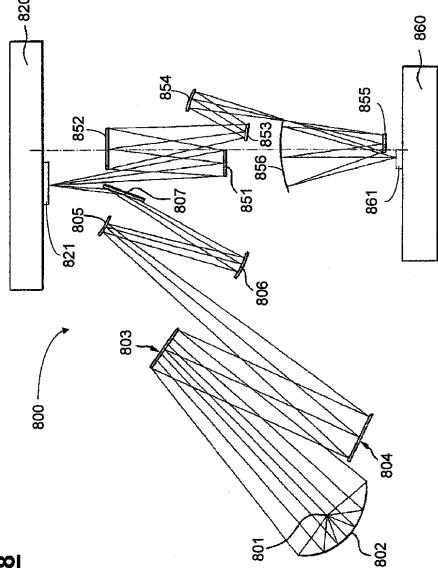
【図6】

Fig. 6

【図7】

Fig.7

【図8】

Fig.8

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/EP2015/052825												
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G03F7/20 ADD.														
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G03F G02B F28D														
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 practicable, search terms used)  EPO-Internal, WPI Data														
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <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="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">JP 2004 153064 A (NIPPON KOGAKU KK) 27 May 2004 (2004-05-27) abstract figures 1-3 paragraphs [0001], [0008] - [0020] -----</td> <td style="padding: 2px;">6-24</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">US 2010/051254 A1 (IPPOSHI SHIGETOSHI [JP] ET AL) 4 March 2010 (2010-03-04) abstract figure 1 paragraphs [0003], [0017] - [0020] -----</td> <td style="padding: 2px;">1-5</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">1-24</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP 2004 153064 A (NIPPON KOGAKU KK) 27 May 2004 (2004-05-27) abstract figures 1-3 paragraphs [0001], [0008] - [0020] -----	6-24	A	US 2010/051254 A1 (IPPOSHI SHIGETOSHI [JP] ET AL) 4 March 2010 (2010-03-04) abstract figure 1 paragraphs [0003], [0017] - [0020] -----	1-5	A		1-24
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	JP 2004 153064 A (NIPPON KOGAKU KK) 27 May 2004 (2004-05-27) abstract figures 1-3 paragraphs [0001], [0008] - [0020] -----	6-24												
A	US 2010/051254 A1 (IPPOSHI SHIGETOSHI [JP] ET AL) 4 March 2010 (2010-03-04) abstract figure 1 paragraphs [0003], [0017] - [0020] -----	1-5												
A		1-24												
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family 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 application or patent 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  29 May 2015		Date of mailing of the international search report  11/06/2015												
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Andersen, Ole												

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2015/052825

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2004153064 A	27-05-2004	NONE	
US 2010051254 A1	04-03-2010	JP 5125889 B2 JP 2010054122 A US 2010051254 A1	23-01-2013 11-03-2010 04-03-2010

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,D0,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(72)発明者 ステーシー フィゲレード

ドイツ国 8 0 6 3 9 ミュンヘン ローザ - バヴァレセ - シュトラーセ 17

F ターム(参考) 2H197 CA10 CB04 CB16 DB19 GA01 GA04 GA12 GA21 GA23 HA03

HA05