

(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2006-526757  
(P2006-526757A)

(43) 公表日 平成18年11月24日(2006.11.24)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>F28D 15/06 (2006.01)</b>	F28D 15/02 105A	5F046
<b>HO1L 21/027 (2006.01)</b>	HO1L 21/30 503A	
<b>GO3F 7/20 (2006.01)</b>	GO3F 7/20 521	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

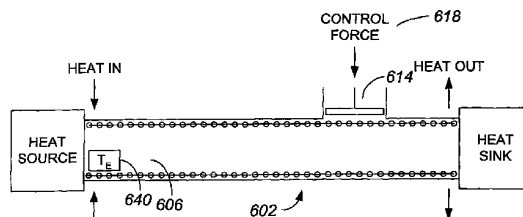
(21) 出願番号	特願2006-514959 (P2006-514959)	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(86) (22) 出願日	平成16年5月26日 (2004.5.26)	(74) 代理人	100099793 弁理士 川北 喜十郎
(85) 翻訳文提出日	平成18年2月3日 (2006.2.3)	(72) 発明者	ハゼルトン, アンドリュウ, ジェイ. アメリカ合衆国 94070 カリフォルニア州, サン カルロス, フェルプス ロード 409
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/016495	Fターム(参考)	5F046 CC01 CC02 DA26 DB02 DC05 DC12
(87) 国際公開番号	W02004/109757		
(87) 国際公開日	平成16年12月16日 (2004.12.16)		
(31) 優先権主張番号	10/455,004		
(32) 優先日	平成15年6月5日 (2003.6.5)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度制御付きヒートパイプ

(57) 【要約】

ヒートパイプ内の流体の沸点を制御するための方法及び装置が開示される。本発明の一の様態によると、流体を収容するとともに蒸発端を有するヒートパイプに関する温度制御方法は、ヒートパイプに関する温度を計測すること、及びヒートパイプに関する温度が所望レベルになったことを判断することを含んでいる。当該方法は、ヒートパイプに関する温度が所望レベルになっていないと判断される場合に、ヒートパイプ内の圧力を変化させることも含んでいる。ヒートパイプ内の圧力を変化させることにより、ヒートパイプに関する温度に変化を生じさせる。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

流体を収容するように構成され、熱源の近傍に配置される蒸発端を有するヒートパイプに関する温度の制御方法であって、

前記ヒートパイプに関する前記温度を計測することと、

前記ヒートパイプに関する前記温度が所望レベルであるかどうかを判断することと、

前記ヒートパイプに関する前記温度が所望レベルでないと判断される場合に、前記ヒートパイプ内の圧力を変化させて、前記ヒートパイプに関する前記温度を変化させることとを含む方法。

**【請求項 2】**

前記ヒートパイプ内の前記圧力を変化させることは、前記ヒートパイプ内の前記圧力を増加させて、前記ヒートパイプに関する前記温度を上昇させることを含む請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 3】**

前記ヒートパイプは圧力制御機構を含み、前記ヒートパイプ内の前記圧力を変化させることは、前記圧力制御機構を動作させることを含む請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記圧力制御機構はピストンアセンブリを含み、前記ヒートパイプ内の前記圧力を変化させることは、前記ピストンアセンブリを用いて制御された圧力を付与することを含む請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記ピストンアセンブリは電磁アクチュエータにより作動され、前記ヒートパイプ内の前記圧力を変化させることは、前記電磁アクチュエータを用いて前記ピストンアセンブリに制御された力を付与することを含む請求項 4 に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記ピストンアセンブリは空気ベローズによって作動され、前記ヒートパイプ内の前記圧力を変化させることは、前記空気ベローズを用いて前記ピストンアセンブリに制御された力を付与することを含む請求項 4 に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記ヒートパイプに関する前記温度を計測することは、前記蒸発端での温度を計測することを含む請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記蒸発端で計測される前記温度は前記流体の沸点である請求項 7 に記載の方法。

**【請求項 9】**

請求項 1 に記載の前記温度の制御方法を含む露光装置の作動方法。

**【請求項 10】**

少なくともフォトリソグラフィ工程を含む物体の製造方法であって、前記フォトリソグラフィ工程が請求項 9 に記載の露光装置の作動方法を利用する、方法。

**【請求項 11】**

請求項 9 に記載の露光装置の作動方法を利用するウエハの製造方法。

**【請求項 12】**

ヒートパイプであって、

蒸発端と、

流体と、

圧力制御機構とを備え、

前記圧力制御機構が、前記流体の沸点が変化されるように前記ヒートパイプ内の圧力を変化させるように構成されるヒートパイプ。

**【請求項 13】**

前記圧力制御機構は、前記流体の前記沸点が上昇されるように前記圧力を増加することにより、前記圧力を変化させるように構成される請求項 12 に記載のヒートパイプ。

10

20

30

40

50

## 【請求項 14】

前記圧力制御機構はピストン装置を含み、前記ピストン装置は制御圧を付与して前記ヒートパイプ内の前記圧力を変化するように構成される、請求項 12 に記載のヒートパイプ。

## 【請求項 15】

前記圧力制御機構はアクチュエータを更に含み、該アクチュエータは、前記ピストン装置が前記制御圧を付与して前記ヒートパイプ内の前記圧力を変化させるように、前記ピストン装置に制御力を付与するように構成される請求項 14 に記載のヒートパイプ。

## 【請求項 16】

前記圧力制御機構は空気ペローズを更に含み、該空気ペローズは、前記ピストン装置に前記制御圧を付与させて前記ヒートパイプ内の前記圧力を変化させるように構成される請求項 14 に記載のヒートパイプ。

10

## 【請求項 17】

前記流体の前記沸点を計測するように配置される温度センサを更に含む請求項 14 に記載のヒートパイプ。

## 【請求項 18】

前記計測された沸点は前記圧力制御機構に供給され、該圧力制御機構は前記計測された沸点を用いて決定される量によって前記圧力を変化させるように構成される請求項 17 に記載のヒートパイプ。

## 【請求項 19】

前記温度センサは前記蒸発端に配置される請求項 17 に記載のヒートパイプ。

20

## 【請求項 20】

凝縮端を更に備え、前記圧力制御機構は前記ヒートパイプの前記凝縮端の近傍に位置付けられる請求項 12 に記載のヒートパイプ。

## 【請求項 21】

前記蒸発端は外部熱源の近傍に位置付けられるように配置される請求項 12 に記載のヒートパイプ。

## 【請求項 22】

前記外部熱源はステージ装置内のリニアモータのコイルである請求項 21 に記載のヒートパイプ。

30

## 【請求項 23】

請求項 22 に記載の前記ステージ装置を備える露光装置。

## 【請求項 24】

請求項 23 に記載の露光装置で製造されるデバイス。

## 【請求項 25】

請求項 23 に記載の露光装置によって像が形成されたウエハ。

## 【請求項 26】

ヒートパイプの蒸発端に連通したステージ装置内のアクチュエータの温度の制御方法であって、

前記アクチュエータに関する所望温度を決定することと、

40

前記ヒートパイプ内の機構を調整して、該ヒートパイプの一部に関する対応所望温度を達成することを含み、前記機構の調整は、前記一部分の温度が調整されるように前記ヒートパイプ内の流体の沸点を調整させることとを含む方法。

## 【請求項 27】

前記アクチュエータに関する前記所望温度を用いて、前記一部分に関して前記対応所望温度を決定することを更に含む請求項 26 に記載の方法。

## 【請求項 28】

前記ヒートパイプ内の前記圧力を調整することは、前記ヒートパイプのピストン装置に第 1 の量の制御力を付与することを含み、前記第 1 の量の前記制御力は前記ピストン装置に前記ヒートパイプ内の前記圧力を変化させるように設定される請求項 26 に記載の方法

50

。

【請求項 29】

前記一部分の前記温度が前記一部分に関する前記所望温度であるかどうかを判断することを更に含み、前記一部分の前記温度が前記一部分に関する前記所望温度であると判断される場合に、前記制御力が前記第1の量で維持される請求項28に記載の方法。

【請求項 30】

前記一部分の前記温度が前記一部分に関する前記所望温度でないと判断される場合に、前記一部分に関する前記所望温度を達成するために前記ヒートパイプ内の前記圧力を調整することは、前記ピストン装置に第2の量の制御力を付与することを更に含み、前記第2の量の前記制御力は前記ピストン装置に前記ヒートパイプ内の前記圧力を変化させるように設定され、前記第1の量とは異なる請求項29に記載の方法。

10

【請求項 31】

前記一部分は前記蒸発端である請求項26に記載の方法。

【請求項 32】

請求項26に記載の温度の制御方法を含む露光装置の作動方法。

【請求項 33】

少なくともフォトリソグラフィ工程を含む物体の製造方法であって、前記フォトリソグラフィ工程が、請求項32に記載の露光装置の作動方法を利用する方法。

【請求項 34】

請求項32に記載の露光装置の作動方法を利用するウエハの製造方法。

20

【請求項 35】

ピストン装置を含むヒートパイプの蒸発端に連通したステージ装置内のアクチュエータの温度の制御方法であって、

前記アクチュエータに関する所望温度を決定することと、

前記ピストン装置を調整して前記ヒートパイプの一部分に関する対応所望温度を達成することを含み、前記ピストン装置の調整が、前記一部分の温度が変化されるように前記ヒートパイプ内の流体の沸点を変化させることを含む方法。

【請求項 36】

前記アクチュエータに関する前記所望温度を用いて前記一部分について対応所望温度を決定することを更に含む請求項35に記載の方法。

30

【請求項 37】

前記ピストン装置を調整することは、前記ヒートパイプの内部圧力を調整して前記一部分の前記温度を変えることを含む請求項35に記載の方法。

【請求項 38】

前記ピストン装置を調整することは、前記ヒートパイプの内部容積を調整して前記一部分の前記温度を変えることを含む請求項35に記載の方法。

【請求項 39】

前記ピストン装置を調整することは、前記ピストン装置に制御力を付与することを含む請求項35に記載の方法。

【請求項 40】

前記ピストン装置に前記制御力を付与することは、制御圧を前記ピストン装置を用いて付与させ、前記制御圧は前記流体の前記沸点を変化させるように設定される請求項39に記載の方法。

40

【請求項 41】

前記一部分は前記蒸発端である請求項35に記載の方法。

【請求項 42】

請求項35に記載の温度の制御方法を含む露光装置の作動方法。

【請求項 43】

少なくともフォトリソグラフィ工程を含む物体の製造方法であって、前記フォトリソグラフィ工程が請求項42に記載の露光装置の作動方法を利用する方法。

50

- 【請求項 4 4】  
請求項 4 2 に記載の露光装置の作動方法を利用する、ウエハの製造方法。
- 【請求項 4 5】  
冷却装置であって、  
熱源の近傍に配置される端部を有するヒートパイプと、  
前記ヒートパイプ内に収容される流体と、  
前記ヒートパイプに接続され、前記ヒートパイプ内の圧力を変更して前記流体の沸点が変更されるように構成される圧力制御機構とを備える冷却装置。
- 【請求項 4 6】  
前記ヒートパイプは、蒸発端と凝縮端を有し、前記蒸発端は前記端部に位置される請求項 4 5 に記載の冷却装置。 10
- 【請求項 4 7】  
熱輸送装置であって、  
流路と、  
熱源から熱が伝達され、前記流路の途中に配置される少なくとも一つの受熱部と、  
前記流路内に充填され、該流路内で循環される熱輸送媒体と、  
前記流路に接続され、前記熱輸送媒体の状態遷移温度を変化させる温度設定装置とを備える熱輸送装置。
- 【請求項 4 8】  
前記温度設定装置は前記熱輸送媒体の沸点を変化させる請求項 4 7 に記載の熱輸送装置 20  
。
- 【請求項 4 9】  
前記温度設定装置は前記流路内の圧力を変化させる請求項 4 7 に記載の熱輸送装置。
- 【請求項 5 0】  
前記熱源はステージ装置内のアクチュエータの一部である請求項 4 7 に記載の熱輸送装置。
- 【請求項 5 1】  
請求項 5 0 に記載の前記ステージ装置を備える露光装置。
- 【請求項 5 2】  
熱輸送装置であって、 30  
流路と、  
前記流路内に配置される熱源から熱が伝達され、前記流路の途中に配置される少なくとも一つの受熱部と、  
前記流路内に充填され、該流路内で循環される熱輸送媒体とを備える熱輸送装置。
- 【請求項 5 3】  
前記流路に接続され、前記熱輸送媒体の状態遷移温度を変化させる温度設定装置を更に備える請求項 5 2 に記載の熱輸送装置。
- 【請求項 5 4】  
前記温度設定装置は前記熱輸送媒体の沸点を変化させる請求項 5 2 に記載の熱輸送装置 40  
。
- 【請求項 5 5】  
前記温度設定装置は前記流路内の圧力を変化させる請求項 5 2 に記載の熱輸送装置。
- 【請求項 5 6】  
前記熱源はステージ装置内のアクチュエータの一部である請求項 5 5 に記載の熱輸送装置。
- 【請求項 5 7】  
請求項 5 6 に記載の前記ステージ装置を備える露光装置。
- 【請求項 5 8】  
熱輸送装置に関する温度の制御方法であって、  
熱源から熱が伝達される少なくとも一つの受熱部を含む流路内で、熱輸送媒体を循環す 50

ることと、

前記流路内で循環している前記熱輸送媒体の状態遷移温度を変化させることとを含む方法。

【請求項 59】

状態遷移温度を変化させることは、前記熱輸送媒体の沸点を変化させることとを含む請求項 58 に記載の方法。

【請求項 60】

状態遷移温度を変化させることは、前記流路内の圧力を変化させることとを含む請求項 58 に記載の方法。

【請求項 61】

請求項 58 に記載の前記温度の制御方法を備えるステージ装置の作動方法。

10

【請求項 62】

請求項 58 に記載の前記温度の制御方法を備える露光装置の作動方法。

【請求項 63】

少なくともフォトリソグラフィ工程を含む物体の製造方法であって、前記フォトリソグラフィ工程が請求項 62 に記載の露光装置の作動方法を利用する方法。

【請求項 64】

請求項 62 に記載の露光装置の作動方法を利用するウエハの製造方法。

【請求項 65】

熱輸送装置に関する温度の制御方法であって、

熱源を含む流路内に熱輸送媒体を充填することと、

前記流路内で前記熱輸送媒体を循環することとを含む方法。

20

【請求項 66】

前記流路内で循環する前記熱輸送媒体の状態遷移温度を変化させることを更に備える請求項 65 に記載の方法。

【請求項 67】

状態遷移温度を変化させることは、前記熱輸送媒体の沸点を変化させることとを含む請求項 66 に記載の方法。

【請求項 68】

状態遷移温度を変化させることは、前記流路内の圧力を変化させることとを含む請求項 66 に記載の方法。

30

【請求項 69】

請求項 65 に記載の前記温度の制御方法を含むステージ装置の作動方法。

【請求項 70】

請求項 69 に記載の前記温度の制御方法を含む露光装置の作動方法。

【請求項 71】

少なくともフォトリソグラフィ工程を含む物体の製造方法であって、前記フォトリソグラフィ工程が請求項 70 に記載の露光装置の作動方法を利用する方法。

【請求項 72】

請求項 70 に記載の露光装置の作動方法を利用するウエハの製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して半導体処理装置に関する。更に詳しくは、本発明は、その内部温度をその内部の圧力を変化させることによって容易に制御できるようにしたヒートパイプに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体プロセスに用いられるフォトリソグラフィ装置のような精密機器においては、精密機器の例えば精度のような性能に影響を与える要因は、一般に可能な限り除去されるよ

50

うに対処されなければならない。精密機器の性能が例えば外乱や過剰な熱によって悪影響を受けると、該精密機器を用いて製造される製品は不適切に形成され、従って不良品となる可能性がある。例えば、外乱の影響を受けやすいフォトリソグラフィ装置は、その投影像に位置ズレを生じさせる可能性があり、その結果、半導体ウエハの表面のような投影面上で不正確に整列される可能性がある。

#### 【0003】

ウエハ走査ステージやレチクル走査ステージのような走査ステージは、半導体製造工程によく用いられており、各種のフォトリソグラフィ及び露光装置に含まれることがある。ウエハ走査ステージは、一般に、ウエハの一部がマスキング又はエッチングのために適切に露光されるように、半導体ウエハの位置決め用に使われる。レチクル走査ステージは、一般に、半導体ウエハを露光するためのレチクル又はレチクル群を精密に位置決めするために用いられる。ウエハに対してマスク又はネガマスクとして機能するパターンは、一般に、レチクル上に形成されている。レチクルが要求通りにウエハ上に位置決めされると、光ビーム又は比較的広帯域の電子ビームが縮小レンズを介してコリメートにされ、薄膜金属パターンが設けられたレチクルに照射される。光ビームの一部は、例えば、レチクルによって吸収され、他の部分はレチクルを透過し、ウエハ上に集束される。

10

#### 【0004】

ウエハ走査ステージ又はレチクル走査ステージは、通常、ベース構造体によって直線方向に移動するように支持されている。ベース構造体は、多くの場合、ステージ装置全体の一部であるステージやテーブル(例えばウエハテーブル)の動作を制御に役立つ各種のセンサやアクチュエータを含み又は収容している。そのようなアクチュエータは、ウエハステージ全体のうちの粗動ステージを制御するために配置されることが多く、発熱するコイルを含んでいる。コイルにより発生された熱は、比較的少量で、例えば、ウエハステージ全体を用いて実行される露光処理に大きく影響する場合がある。発生された熱は、例えば、所望の周囲温度よりも高い、約10～約20の範囲であることがある。コイルで発生した熱は、例えば、干渉計のようなセンサの動作を妨げることによって、ウエハステージ全体の性能に悪影響を与える可能性があるため、発生した熱は、通常は、取り除かれるか、そうでなければ、ウエハステージ全体のうちの比較的重要な構成要素の近傍から除去される。比較的重要な、例えばウエハのような構成要素から熱を除去することは、該重要な構成要素の過熱の影響を軽減する。

20

30

#### 【0005】

比較的重要な構成要素から熱を除去するのに用いられることがあるデバイスとしては、ヒートパイプがある。例えば、ステージ装置内のリニアモータのような熱源には、該熱源から熱を除去して該熱を伝達するように構成されたヒートパイプが実質的に当接されることがある。図1は従来型のヒートパイプを示す図である。ヒートパイプ100は、蒸発端102及び凝縮端104を含んでいる。ヒートパイプ100は、通常、例えばコットンスリーブのようなウィッキング材112が実質的にライニングされた中空円筒として構成される。熱が熱源106によって発生された場合には、ヒートパイプ100内に含まれる液体状の流体は、蒸発端102で熱源106によりその沸点まで加熱されることがある。当該流体は、典型的に加熱時にガス又は気体の状態をとり、冷却時に液体の状態をとる。蒸発端102において流体が熱せられると、矢印108で表示されているように、当該流体は凝縮端104の近傍に位置されたヒートシンク107の方向に導かれる。ヒートシンク107は、ヒートパイプ100の周囲の環境であり、必ずしも物理的なコンポーネントでなくてもよいことが理解される。

40

#### 【0006】

ヒートシンク107は、当該液体から熱を除去するために設けられており、その結果、当該液体が冷却されることになる。即ち、流体は凝縮端104で凝縮され、その気化熱がヒートシンク107へ送られる。凝縮された流体はヒートパイプ100内に設置されたウィッキング材112に入り込み、冷却された流体がヒートパイプ100を介して熱源106へ還流されことになる。そのとき、矢印110で示されるように、凝縮された流体はウ

50

イッキング材 112 を介して、毛管現象により蒸発端 102 に戻されることになる。

【0007】

場合によって、図 1 の熱源 106 のような熱源の温度が制御されるように、ヒートパイプ内の流体の沸点の制御能力が必要とされることがある。多くのシステムでは、熱源の温度、例えばリニアモータのコイルの表面温度は可能な限り室内温度のような周囲温度に近くなるように維持されることが必要とされるので、熱源の温度制御は重要である。熱源の温度制御のため、ヒートパイプ内に収容される流体に関連する沸点が制御され得る。例えば、ヒートパイプは、該ヒートパイプ内に収容される流体の沸点が、リニアモータのコイルの表面温度を所望値に維持できる値まで低くなるように変更するために「充填」され得る。ヒートパイプを充填することは、該ヒートパイプの沸点を変更するために、例えばヒートパイプ内に水のような流体を加えること、又はヒートパイプから流体を取り除くことが通常含まれる。図 2 に示されるように、ヒートパイプ 200 に関する沸点が変更されることが必要な時に、追加流体 230 はヒートパイプ 200 の蒸発端 202 に加えられる。ヒートパイプ 200 の充填のプロセスは、ヒートパイプ 200 に関する沸点、従って蒸発端 202 に関する温度の変化に効果的であるけれども、製造プロセス中に 1 回を除いてヒートパイプ 200 を充填することは一般に困難である。従って、沸点はヒートパイプ 200 の使用中に事実上一定のままである。

10

【0008】

いくつかのヒートパイプは、ヒートパイプの温度を実質的に制御することができるように設計されているとはいえず、ヒートパイプの沸点を本質的に制御するものではない。ガス充填式の可変伝導性ヒートパイプは、例えば、ヒートパイプ内の温度をほぼ一定に保つために場合により用いられる。ヒートパイプ内の温度をほぼ一定に保つことによって、そのようなヒートパイプの蒸発端での温度は一般に可変でないにしても、より効果的なヒートパイプの動作を与えることが可能となる。図 3 a 及び図 3 b はガス充填式の可変伝導性ヒートパイプを示す図である。蒸発端 302 と凝縮端 304 を有するヒートパイプ 300 は、ガス蓄積器 340 を凝縮端 304 に備えている。蓄積器 340 内に収容されたガスは、ヒートパイプ 300 内の蒸気の温度に応じて移動するガスフロント 342 を有している。ガスフロント 342 が移動するにつれ、凝縮端 304 の表面領域は変化する。例えば、図 3 b に示されるように、ガスフロント 342 が凝縮端 304 内に移動すると、凝縮端 304 の表面領域は、図 3 a に示されるような凝縮端 304 の表面領域に対して減少される。

20

30

【0009】

凝縮端 304 の表面領域はガスフロント 342 の移動に従って変化するので、ヒートパイプ 300 の伝熱性もまたガスフロント 342 の位置の関数として変化する。凝縮端 304 の表面領域が増加すると伝熱性が増加し、凝縮端 304 の表面領域が減少すると伝熱性が減少する。その結果、蒸発端 302 と凝縮端 304 に渡る温度落差をガスフロント 342 を移動させることにより効果的に制御することができる。ヒートパイプ 300 内の温度落差が実質的に一定温度に維持されるように制御することはできても、ヒートパイプ 300 を用いて、蒸発端 302 の温度を制御することは通常はできない。

【0010】

ウエハステージシステム全体のうちの主要な構成要素から熱を除去するためにヒートパイプを使用することは効果的であるが、ヒートパイプは一般に熱源の温度を容易かつ効果的に制御するのに用いることはできない。上述したように、ヒートパイプの充填はヒートパイプ内を目標とする所望の温度にすることはできるけれども、製造工程中に 1 回を除きヒートパイプを充填することは一般に困難である。従って、ヒートパイプ内の沸点はヒートパイプの使用中に実質的に一定のままである。その結果、ヒートパイプ内で得られる沸点は、熱源の表面を所望の温度に維持するのに十分でない場合がある。なぜならば、ヒートパイプ内の流体の沸点は、典型的に熱源と接触するヒートパイプの蒸発端が保持される一定の温度を事実上に決定するからである。

40

【0011】

従って、ヒートパイプ内の流体が沸騰する温度を制御することを可能にする方法及び装

50

置が必要とされる。更に詳しくは、熱源の温度を効果的に制御するようにヒートパイプの蒸発端の温度を制御する方法及び装置が望まれる。

【発明の開示】

【0012】

本発明は、その内部の流体の沸点を調整できるようにしたヒートパイプに関する。本発明の一の態様によると、液体を収容し、蒸発端を有するヒートパイプに関する温度制御方法は、前記ヒートパイプに関する温度を計測すること、及び前記ヒートパイプの温度が所望レベルであるかどうかを判断することを含む。前記方法は、更に、前記ヒートパイプに関する温度が所望レベルに達していないと判断された場合に、前記ヒートパイプ内の圧力を変更することを含む。前記ヒートパイプ内の圧力の変更は、前記ヒートパイプに関する温度に変化を生じさせる。

10

【0013】

一実施形態においては、前記ヒートパイプは圧力制御機構を含み、該ヒートパイプ内の圧力の変更は該圧力制御機構を動作させることを含む。そのような実施形態では、前記圧力制御機構はピストンアセンブリを含み得、前記ヒートパイプ内の圧力の変更は該ピストンアセンブリを用いて制御された圧力を付与することを含み得る。

【0014】

ヒートパイプ内の温度を制御することにより、ヒートパイプによって冷却される熱源から熱が除去される温度を効果的に制御することができる。具体的には、流体の温度はヒートパイプ内の圧力を実質的に制御することによって制御し得る。ヒートパイプ内の流体の沸点が制御されると、ヒートパイプの蒸発端の温度が実質的に制御される。従って、熱源（例えば、リニアモータのコイル）から熱が除去される温度は、ヒートパイプ内の圧力を調整することによって実質的に制御し得る。熱源から熱が除去される温度を制御することにより、熱源の表面温度をより容易に一定レベルに維持することができ、それにより熱源を含む例えばステージ装置などのシステム全体の性能が向上する。

20

【0015】

本発明の他の態様によると、ヒートパイプは、蒸発端と、流体と、圧力制御機構とを含んでいる。前記圧力制御機構は、前記流体の沸点が変化されるように、前記ヒートパイプの内部圧力を変化させるように構成されている。一実施形態においては、前記圧力制御機構は、前記流体の沸点が上昇されるように、前記圧力を上昇させることによって該圧力を変化させるように構成されている。他の実施形態においては、前記圧力制御機構は、制御圧を付与して前記ヒートパイプ内の圧力を変化させるように構成されたピストン装置を含んでいる。

30

【0016】

本発明の更に他の態様によると、ヒートパイプの蒸発端に連通したステージ装置内のアクチュエータの温度制御方法は、前記アクチュエータに関する所望温度を決定することと、前記アクチュエータに関する前記所望温度を用いて前記蒸発端に関する対応所望温度を決定することと、前記ヒートパイプ内の機構を調整して前記蒸発端に関する前記所望温度を得ることとを含んでいる。前記圧力を調整することにより、前記ヒートパイプ内の流体の沸点が、前記蒸発端の温度が調整されるように調整される。

40

【0017】

一実施形態においては、前記ヒートパイプ内の圧力を調整することは、前記ヒートパイプのピストン装置に第1の量の制御力を付与することを含んでいる。前記第1の量の前記制御力は、前記ピストン装置に前記ヒートパイプ内の前記圧力を変更させるように設定されている。そのような実施形態では、前記方法は、前記蒸発端の前記温度が前記蒸発端に関する前記所望温度であるかどうかを判断することを含み得る。前記蒸発端の前記温度が前記蒸発端に関する前記所望温度である場合に、前記制御力は前記第1の量に維持される。あるいは、前記蒸発端の前記温度が前記蒸発端に関する前記所望温度でない場合には、前記ピストン装置に第2の量の制御力を付与することによって、前記蒸発端に関する前記所望温度が得られるようにヒートパイプ内の圧力を調整し得る。

50

## 【0018】

本発明の更に他の態様によると、熱輸送装置は流路と熱源から熱が伝達される少なくとも一つの受熱部を含んでいる。前記受熱部は前記流路の途中に配置されている。前記流路内に充填された熱輸送媒体は前記流路内を循環され、前記流路に接続された温度設定装置は前記熱輸送媒体の状態遷移温度を変化させる。一実施形態においては、前記温度設定装置は前記熱輸送媒体の沸点を変化させる。他の実施形態では、前記温度設定装置は前記流路内の圧力を変化させる。

## 【0019】

本発明の更なる態様によると、熱輸送装置は流路と、熱源から熱が伝達される少なくとも一つの受熱部と、前記流路内に満たされた熱輸送媒体を含んでいる。前記受熱部は前記流路の途中に配置され、前記熱源は前記流路内に配置されている。前記熱輸送媒体は前記流路内を循環される。

10

## 【0020】

本発明の他の態様によると、熱輸送装置に関する温度制御方法は、熱源からの熱が伝達される少なくとも一つの受熱部を含む流路内で、熱輸送媒体を循環することと、前記流路内を循環する前記熱輸送媒体の状態遷移温度を変化させることとを含んでいる。一実施形態では、状態遷移温度を変化させることは、前記熱輸送媒体の沸点を変化させることを含んでいる。他の実施形態では、状態遷移温度を変化させることは、前記流路内の圧力を変化させることを含んでいる。

## 【0021】

本発明の更に他の側面によると、熱輸送装置に関する温度制御方法は、流路内に熱輸送媒体を充填することと、前記流路内で前記熱輸送媒体を循環させることとを含んでいる。前記流路は熱源を含んでいる。

20

## 【0022】

本発明のこれら及び他の利点は、以下の詳細な説明の読解及び各種図面の検討により明らかになる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0023】

ステージ装置全体の周囲、例えばウエハステージ装置全体の環境温度がウエハ露光処理の間に上昇した場合には、ステージ装置の性能は劣化することがある。その結果、環境温度が、例えば約20～約25の範囲の所望温度から約30～約40の範囲の温度へと上昇した場合には、ステージ装置を用いて実行されるウエハ処理中に、誤差又は不整合が生じる可能性がある。ステージ装置に関連したアクチュエータによって生成される熱は、環境温度の上昇を引き起こすことが多い。上記のアクチュエータは、力を発生するため、コイル（導体）を有するとともに熱を発生する第1の部分（熱源）と、該第1の部分と協働する第2の部分とを備えている。環境温度がリニアモータ又は電磁コイルを有するモータのようなアクチュエータによって上昇される量の低減を目的として、該アクチュエータから熱を吸収するヒートシンクに熱を運び去るために、ヒートパイプ（熱輸送装置）が用いられ得る。

30

## 【0024】

一般的に、ヒートパイプ（熱輸送装置）は、例えばリニアモータのコイルのようなコイルの表面温度を、室温のような特定の温度に維持することを可能ならしめるために用いられる。ヒートパイプは、コイルから熱を取り去ることに一般に効果的ではあるものの、ヒートパイプがコイルから熱を運び去るために作用する温度が高すぎると、コイルは十分に冷却されないことがあり、コイルの周囲の空気における対流はその空気を熱し、従って、干渉計のようなセンサによって行われる計測に支障をきたすことがある。

40

## 【0025】

ヒートパイプ（熱輸送装置）内の熱輸送媒体、例えば流体の温度を制御することにより、アクチュエータのような熱源から熱が除去される温度を制御することが可能である。一実施形態において、熱輸送媒体の温度、特にヒートパイプの蒸発端での温度は、ヒートパ

50

イブ内の圧力を実質的に制御することによって制御可能となる。ヒートパイプ内の圧力を制御することにより、ヒートパイプ内の流体の沸点の制御が可能となり、それによって効果的にヒートパイプの蒸発端の温度制御が可能となる。結果として、例えばニアモータのコイルのような熱源から熱が除去される温度は、ヒートパイプ内の圧力を調整することによって実質的に制御できる。熱が熱源から除去される温度を制御することにより、熱源の表面温度をより容易に一定レベルに維持することが可能となる。この実施形態で開示されるヒートパイプのような熱輸送装置の構成は多様である。当該装置としては、米国特許第3,605,878号や米国特許第6,684,941号に開示されているような構成のものを用いることが可能である。上述の米国特許における開示は、この国際出願で指定又は選択された国の法令で許容される限りにおいて、ここに引用して援用し、本文の記載の一部とする。

10

**【0026】**

図4は、ヒートパイプであって、その内部の圧力が本発明の実施形態に従って制御されることが可能なヒートパイプを示す図である。ヒートパイプ404は例えばアクチュエータの発熱コイルのような熱源416と例えばヒートパイプ404の周囲環境のようなヒートシンク420との間に配置され得る。具体的には、熱源416はヒートパイプ404の蒸発端408に位置付けられ、ヒートシンク420はヒートパイプ404の凝縮端412に位置付けられる。事実上ヒートパイプ404の一部である圧力制御機構424は、ヒートパイプ404内の圧力を変化させることが出来るように構成されている。圧力制御機構424は一般にヒートパイプ404に対して、実質的にどこに位置されてもよい。一実施形態においては、圧力制御機構424は図5を参照して後述するように、制御力の対象となるピストンにし得る。しかしながら、圧力制御機構424は一般にヒートパイプ404内の圧力を変化させることが可能であれば、実質的には任意の機構であってもよい。また、熱源416はヒートパイプ(熱輸送装置)404内に位置され得る。又は、熱源416はヒートパイプ(熱輸送装置)404の外に位置され得る。

20

**【0027】**

一般的に、ヒートパイプ404内の圧力を増やすことによって、液体状又は気体-液体状の何れにおいても流体の沸点が上昇される。これに対して、ヒートパイプ404内の圧力を減らすことによって、液体状態又は気体-液体状態の何れにおいても流体の沸点が降下される。ヒートパイプ404内の流体の沸点又は沸騰温度が変化すると、一般的に液体状態の流体を収容する蒸発端408における温度は変化する。従って、流体の沸点を変化させることは、蒸発端408の温度を変化させ、それ故、熱源416は通常蒸発端408に連通しているので、熱源416が保持されている温度が効果的に変化し得る。一例として、ヒートパイプ404内の圧力が上昇され、ヒートパイプ404内の流体の沸点が上昇されると、熱源416により生成される熱はより高い温度でヒートパイプによって実質的に取り除かれる。従って、圧力制御機構424を用いてヒートパイプ404内の流体の沸点を実質的に制御することにより、蒸発端408に関する温度及び熱源416の温度が制御されることになる。

30

**【0028】**

上述したように、一つの好適な圧力制御機構424は、ピストン機構である。次に図5を参照しつつ、ピストンを用いてその内部の圧力が制御可能なヒートパイプの一実施形態について、本発明の実施形態に従って説明する。蒸発端508と凝縮端512を含むヒートパイプ504は、熱源516が蒸発端508に位置付けられ且つヒートシンク520が凝縮端512に位置付けられるように、熱源516とヒートシンク520との間に位置している。ピストン514は、制御機構によって制御されるアクチュエータを介して付与され得る制御力530がピストン514に付与された場合に、ヒートパイプ504内の圧力、即ちヒートパイプの内部圧力に変化を生じさせるように、ヒートパイプ504に対して位置付けられている。ピストン514は、ヒートパイプ504内に制御圧力を効果的に付与することによって、ヒートパイプ504内の圧力を変化させる。ヒートパイプ504からの流体の流出を防止するため、ピストン514とヒートパイプ504との間にある隙間

40

50

を介してヒートパイプ504から流体が漏れ出ること防止するシールを効果的に作り出すために、ダイヤフラム(不図示)が一実施形態で用いられ得る。ヒートパイプ504内に制御圧を付与することは、ヒートパイプ504内に少なくとも僅かな容積変化をも生じさせる。

#### 【0029】

ピストン514は、通常、ヒートパイプ504の内側と効果的に接触する対応表面を有している。従って、ピストン514によって付与される制御圧は、制御力530とピストン514の接触領域との関数として表現することが可能である。それ故、制御力530を上昇させることによって、ピストン514によって付与される制御圧は上昇し、ヒートパイプ504内の圧力は上昇され得る。一般に、制御力530が-y方向540に付与されると、ピストン514は-y540方向に移動し、ヒートパイプ内の圧力を上昇させる。これと反対に、制御力530が+y方向540に付与されると、ピストンは+y方向540に移動し、通常は、ヒートパイプ504内の圧力を減少させる。

10

#### 【0030】

図6を参照して、ヒートパイプアセンブリのピストンが移動される際の動作について、本発明の実施形態に従って説明する。アクション610において、例えば図5のピストン514のようなヒートパイプのピストンに付与される力が調整されると、アクション614において、ヒートパイプ内の圧力が変化する。一例として、ピストンに付与される力が上昇すると、ヒートパイプ内の圧力は上昇し得る。ヒートパイプ内の圧力変化は、動作618においてヒートパイプ内の流体の沸点に変化を生じさせる。所定の圧力の下で、ヒートパイプ内の流体が気体-液体状態にある場合、当業者に理解されるように、ヒートパイプ内の圧力の変化は、流体の沸点を変化させる。ヒートパイプ内の圧力が上昇される実施形態では、ヒートパイプ内の流体の沸点は一般に上昇する。

20

#### 【0031】

ヒートパイプ内の流体の沸点が一旦変化すると、アクション622において、ヒートパイプの蒸発端での温度が変化する。ヒートパイプの蒸発端は一般に熱源の近傍にあるので、ヒートパイプの蒸発端での温度を変化させることによって、熱源の熱が除去される温度も変化する。

#### 【0032】

ヒートパイプ内の流体の温度、又はより詳しくはヒートパイプの蒸発端の温度をモニターするため、ヒートパイプ内の流体の沸点が所望レベルかあるいは所望レベルに到達させるために変化される必要があるかを確認する目的で、温度センサをヒートパイプ内に位置付けてもよい。図7は、本発明の実施形態に従って、圧力コントローラとしての役割を果たすピストン及び内部温度センサを備えるヒートパイプを示す図である。ヒートパイプ602は、力618によって制御されるピストン614を含んでいる。ヒートパイプ602内の所望の沸点を達成するために、ピストン614に付与する力の適切な量を判断するため、温度センサ640はヒートパイプ602の蒸発端606に位置付けられている。温度センサ640は、通常、ヒートパイプ602内の流体の温度を計測するために用いられ得、実質的に任意の好適な温度センサ640でもよい。好適な温度センサ又はトランスデューサには、熱電対温度計のような温度計やサーミスタ温度計の他に、熱電センサや抵抗温度センサも含まれ得るが、これらには限定されない。

30

40

#### 【0033】

温度センサ640からの出力は力618を与えるコントローラに付与され得る。コントローラは、力618の大きさが適切に調整されてヒートパイプ602内の温度を上昇又は降下させるために好適な圧力がヒートパイプ602内に発生されるように、力618を与え得る。ヒートパイプ602のようなヒートパイプ内の温度制御に用いられ得る好適な制御ループを示す図である図8に示されるように、ヒートパイプの蒸発端のための所望温度802は、制御ループ800に制御入力として供給される。所望温度802は、例えばヒートパイプの所望のパラメータを特定するユーザによって、ヒートパイプのピストンに制御力を付与するアクチュエータ808を制御するコントローラ806に供給される。一実

50

施形態において、アクチュエータ 808 は、ボイスコイルモータ、リニアモータ、又は実質的には任意の電磁アクチュエータであってよい。

【0034】

ヒートパイプ内の温度センサによって供給される計測温度 810 もコントローラ 806 への入力として供給される。所望温度 802 及び計測温度 810 を用いて、コントローラ 806 は、計測温度 810 が所望温度 802 とほぼ同じになるように、アクチュエータ 808 によってヒートパイプのピストンに対して作用させられるべき力の適切な量又はレベルを決定し得る。必要に応じて、コントローラ 806 は、実質上連続的にアクチュエータ 808 を調整し得、それゆえに、所望温度 802 とほぼ同じであるレベルで計測温度 810 を効果的に維持するために、ヒートパイプ内の圧力が調整され得る。

10

【0035】

次に図 9 を参照して、ヒートパイプ内の圧力を調整することによってヒートパイプ内の温度を制御する一つの方法について、本発明の実施形態に基づいて説明する。ヒートパイプ内の温度を制御するプロセス 900 は、ヒートパイプの蒸発端についての所望温度を決定するステップ 902 で始まる。所望温度を決定することには、ヒートパイプのユーザから所望温度を取得すること、又はヒートパイプを用いるステージ装置全体の要求に基づいて所望温度を決定することが含まれ得る。例えば、ヒートパイプを用いて冷却されるアクチュエータについての所望表面温度は、ヒートパイプの蒸発端についての対応する所望温度を決定するために用いられ得る。ヒートパイプの蒸発端についての所望温度はアクチュエータについての所望温度と同じであってもよいし、かかる二つの所望温度は異なってもよい。

20

【0036】

所望温度が決定された後、ステップ 906 において、ヒートパイプの蒸発端での温度が計測される。その温度は、所望温度が蒸発端で維持されることを可能とするため、ヒートパイプ内の蒸発端で通常計測されるが、ヒートパイプ内の温度は実質的にヒートパイプ内のどこで計測されてもよい。あるいは、アクチュエータの温度、その他の温度、又はアクチュエータの温度に関する性能パラメータ、例えば気流の乱れやセンサノイズが計測されてもよい。ヒートパイプ内の温度が計測されると、ステップ 908 において、ヒートパイプの蒸発端での温度が所望通りであるかどうか判断される。ヒートパイプの蒸発端での温度が所望通りであると判断されるならば、ヒートパイプ内の圧力はヒートパイプ内の流体の沸点を所望温度で維持するために十分であるということである。従って、ステップ 912 において、ヒートパイプのピストンに付与されている現在の制御力は現在のレベルで維持される。つまり、効果的にピストンに付与されるべき制御力を生じさせるアクチュエータは、ピストンに付与される制御力の量を変化させない。ステップ 912 から、処理フローはヒートパイプの蒸発端での温度が計測されるステップ 906 に戻る。

30

【0037】

ステップ 908 に戻って、ヒートパイプの蒸発端での温度が所望通りでない場合には、ヒートパイプ内の圧力は達成すべき所望温度について高すぎるか又は低すぎるかのどちらかであることを暗示し得る。例えば、ヒートパイプの蒸発端での温度が高すぎる場合には、ヒートパイプ内の圧力が蒸発端での所望温度を達成するために高すぎると考えられる。従って、ステップ 908 から、処理フローは、ヒートパイプ内の圧力を調整するため、例えばアクチュエータを用いてヒートパイプのピストンに付与する制御力を調整するステップ 910 へ進む。通常は、制御力の調整は、ヒートパイプ内の圧力をヒートパイプの蒸発端での所望温度を達成するために適切な量によって変化させるのに十分となるように設定される。制御力が調整されると、処理フローはヒートパイプの蒸発端での温度が計測されるステップ 906 に戻る。

40

【0038】

一般に、ヒートパイプのピストンに付与される力を変更するために用いられるアクチュエータとしては、例えば、該アクチュエータによって生成される力を変更するために、該アクチュエータに信号を送るコントローラによって制御され得、実質的には任意の好適な

50

アクチュエータであってもよい。一例として、ヒートパイプのピストンに連結されるアクチュエータは、ボイスコイルモータ（VCM）のようなモータであってもよい。図10aは、本発明の実施形態に従って、VCMによって作動されるピストンを示す図である。ヒートパイプ950はVCM930に連結されたピストン944を含んでいる。図のように、VCM930の本体934は、コイル932と協働する磁石936が本体934を移動してピストン944に対する力を生じさせるように、ピストン944に連結されている。多くの場合、VCM930によって生成されるピストン944に対する力はピストン944を+y方向948に移動させ得、又は-y方向948に移動させ得る。ダイヤフラム940又は同様の機構は、ヒートパイプ950の内部954に収容される流体が、ピストン944の周囲及びヒートパイプ950の中から漏れ出すことを防止するように構成されている。ピストン944の移動につれて、内部954の圧力はピストン944及びピストン944の領域に対してVCM930によって付与される力の関数として変化し得る。

10

**【0039】**

ヒートパイプのピストンに力を付与するために用いられ得る別のアクチュエータは空気ベローズである。図10bは、本発明の実施形態に従って、空気ベローズによって作動されるピストンを示す図である。ヒートパイプ980はピストン974を含んでおり、ピストン974は該ヒートパイプ980の内部984に収容される流体の漏れ出しを防止するため、ダイヤフラム970を用いてシールされ得る。ピストン974は、該ピストン974へ付与される制御力を変更するため、そしてそれゆえに内部984の圧力を変更するために使用し得る空気ベローズ960に連結され得る。通常は、空気ベローズ960によりピストン974に対して付与される力の量は、ベローズ960内の空気圧を変更することによって変化され得る。その結果、y方向968におけるピストン974の移動は、ベローズ960内の空気圧を制御することによって制御され得る。

20

**【0040】**

内部温度を制御可能なヒートパイプは、一般に、フォトリソグラフィ装置のような装置の一部として組み込まれ得る。一例として、温度制御付きのヒートパイプ（熱輸送装置）はフォトリソグラフィ装置内の電磁アクチュエータのコイルに応用され得、あるいはフォトリソグラフィ装置内のリニアモータに接続され得る。図11を参照して、温度制御付きヒートパイプを含み得るフォトリソグラフィ装置について、本発明の実施形態に基づいて説明する。フォトリソグラフィ装置（露光装置）40は平面モータ（不図示）によって駆動され得るウエハ位置決めステージ52の他に、EIコアアクチュエータを利用して磁気によりウエハ位置決めステージ52に結合されるウエハテーブル51を含んでいる。ウエハ位置決めステージ52を駆動する平面モータは、通常、磁石とこれに対応して二方向に配置された電機子コイルにより生成される電磁力を用いている。ウエハ64はウエハテーブル51に結合されたウエハホルダ又はチャック74上に保持されている。ウエハ位置決めステージ52は、制御ユニット60及びシステム制御装置62の制御の下、複数自由度、例えば3～6の間の自由度において移動するように構成されている。ウエハ位置決めステージ52の移動により、投影光学系46に対して、所望の位置及び方向でウエハ64が位置決めされる。ウエハ位置決めステージ52の移動中に生成される熱は、ウエハ位置決めステージ52に結合されたヒートパイプ（不図示）によって除去され得る。

30

40

**【0041】**

ウエハテーブル51はいくつかのボイスコイルモータ（不図示）、例えば3つのボイスコイルモータによってz方向10bに揺動し得る。記載された実施形態では、少なくとも3つの磁気ベアリング（不図示）を結合し、Y軸10aに沿ってウエハテーブル51を移動する。ウエハ位置決めステージ52のモータアレイは、通常、ベース70に支持されている。ベース70はアイソレーター54を介して地面に支持されている。ウエハステージ52の動作に伴い生成された反力は、フレーム66を介して地面に機械的に解放される。一つの好適なフレーム66は、日本国公開特許公報平8-166475及び米国特許第5,528,118号に記述されており、上記日本公開特許公報及び米国特許それぞれその開示全体を本願明細書に引用して援用し本文の記載の一部とする。

50

## 【0042】

照明系42はフレーム72に支持されている。フレーム72はアイソレーター54を介して地面に支持されている。照明系42は光源を含むとともに、粗動ステージ及び微動ステージを含むレチクルステージを用いて支持及び走査されるレチクル68上のマスクパターンを介して放射エネルギー、例えば光を照射するように構成されている。放射エネルギーは投影光学フレーム50上に支持され、そしてアイソレーター54を介して地面に支持され得る投影光学系46を介して集束される。好適なアイソレーター54は、日本国公開特許公報平8-330224及び米国特許第5,874,820号に記述されたアイソレータを含んでおり、上記日本公開特許公報及び米国特許それぞれその開示全体を本願明細書に引用して援用し本文の記載の一部とする。

10

## 【0043】

第1干渉計56は投影光学フレーム50に支持されており、ウエハテーブル51の位置を検出するように機能する。干渉計56はウエハテーブルの位置に関する情報をシステムコントローラ62に出力する。一実施形態では、ウエハテーブル51は、干渉計56がウエハテーブル51の位置を正確に検出し得るように、ウエハテーブル51に生じる振動を低減するカダンパを有している。第2干渉計58は投影光学系46に支持され、レチクル68を支持するレチクルステージ44の位置を検出する。干渉計58もまた位置情報をシステムコントローラ62に出力する。

## 【0044】

当然のことながら、フォトリソグラフィ装置には、いくつかの異なるタイプのものがある。例えば、フォトリソグラフィシステム40又は露光装置は、レチクル68とウエハ64をほぼ同期して移動させつつ、ウエハ64上にレチクル68からのパターンを露光する走査型のフォトリソグラフィシステムとして用いられることがある。走査型のリソグラフィ装置においては、レチクル68は、レチクルステージ44によって、レンズアセンブリ（投影光学系46）又は照明系42の光軸に対して垂直に移動される。ウエハ64は、ウエハステージ52によって、投影光学系46の光軸に対して垂直に移動される。レチクル68及びウエハ64の走査は、通常、レチクル68とウエハ64が実質的に同期して移動されている間になされる。

20

## 【0045】

一方、フォトリソグラフィ装置又は露光装置40は、レチクル68とウエハ64とを静止させた状態でレチクル68を露光するステップ・アンド・リピート型のフォトリソグラフィシステムであってもよい。一つのステップ・アンド・リピート処理においては、ウエハ64は、個々の領域の露光中に、レチクル68及び投影光学系46に対して実質的に一定位置にある。その後、連続した露光ステップの間は、ウエハ64は、露光のため、ウエハ位置決めステージ52によって、投影光学系46及びレチクル68の光軸に垂直に連続的に移動される。この処理に続いて、半導体ウエハ64の次の領域が照明系42、レチクル68、及び投影光学系46に相対する位置に運ばれて、レチクル68上のイメージは順次にウエハ64の領域上に露光される。

30

## 【0046】

当然のことながら、フォトリソグラフィ装置又は露光装置40の使用は、上述したように、半導体製造のためのフォトリソグラフィシステムに用いられることに限定されない。例えば、フォトリソグラフィ装置40は、矩形状のガラスプレート上にLCDデバイスパターンを露光する液晶ディスプレイ（LCD）フォトリソグラフィシステムの一部、又は薄膜磁気ヘッドを製造するためのフォトリソグラフィシステムの一部として用いられてもよい。

40

## 【0047】

照明系42の光源としては、g線（436nm）、i線（365nm）、KrFエキシマレーザ（248nm）、ArFエキシマレーザ（193nm）、及びF<sub>2</sub>型レーザ（157nm）であってもよい。又は、X線や電子ビームなどの荷電粒子線を用いてもよい。例えば、電子ビームを用いる場合には、電子銃として、熱電子放射型のランタンヘキサボ

50

ライト (LaB<sub>6</sub>) 又はタンタル (Ta) を用いることができる。さらに、電子ビームを用いる場合には、マスクを用い又はマスクを用いずにパターンを基板上に直接形成する何れの構造でもよい。

#### 【0048】

投影光学系46に関しては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は、石英や蛍石などの遠紫外線を透過するガラス材料を用いるのが好ましい。F<sub>2</sub>型レーザやX線を用いる場合には、投影光学系46は反射屈折系または反射系(レチクルもそれに対応する反射タイプのもの)の何れを用いてもよく、また電子線を用いる場合には、電子光学系は電子レンズおよび偏向器を備えることができる。当業者によく理解されるように、電子線が通過する光路は、通常は真空状態である。

10

#### 【0049】

加えて、約200nm又はそれより低い波長の真空紫外放射線(VUV)を採用する露光装置では、反射屈折型の光学系の使用が考慮され得る。反射屈折型の光学系の事例としては、特許出願公開公報に掲載された日本国特許出願公開第8-171054及びそれに対応する米国特許第5,668,672号、及び日本国出願公開第10-20195及びそれに対応する米国特許第5,835,275号に記述されたものを含んでいるが、それらに限定されない。これらの文献の記載内容は全てを引用し援用して本文の記載の一部とする。これらの事例において、反射光学素子はビームスプリッタ及び凹面鏡を組み込んだ反射屈折光学系にし得る。出願公開公報に掲載された日本国特許出願公開平8-334695及びそれに対応する米国特許第5,689,377号の他に、日本国出願公開第10-3039及びそれに対応する米国特許第5,892,117号は、その記載内容の全てを引用し援用して本文の記載の一部とする。これらの事例は、ビームスプリッタは無いが、凹面鏡を組み込んだ反射屈折型の光学系を説明しており、本発明と共に用いるのに好適である。

20

#### 【0050】

また、フォトリソグラフィシステムにおいては、リニアモータ(それぞれその全体を本願明細書に引用して援用される、米国特許第5,623,853号又は第5,528,118号参照)がウエハステージ又はレチクルステージに用いられる場合には、リニアモータはエアベアリングが採用されるエア浮上型又はローレンツ力若しくはリアクタンス力を用いる磁気浮上型の何れでもよい。加えて、ステージはガイドに沿って動いてもよいし、ガイドを用いないガイドレス型のステージであってもよい。

30

#### 【0051】

その代わりに、ウエハステージ又はレチクルステージは、二次元に配置された磁石と、二次元に対向するコイルを有する電機子ユニットとにより生成される電磁力を用いてステージを駆動する平面モータによって駆動されてもよい。この型の駆動装置では、磁石ユニットと電機子ユニットの一方がステージに連結され、他方がステージの移動面側に搭載される。

#### 【0052】

ステージの移動は、上述したように、フォトリソグラフィシステムの全体の性能に影響し得る反力を生成する。ウエハステージの動作により生じた反力は、上述のフレーム部材の他に、米国特許第5,528,118号及び日本国特許出願公開第8-166475に記載されたようなフレーム部材を用いて、機械的に床又は地面に解放してもよい。更に、レチクル(マスク)ステージの動作により生じる反力は、米国特許第5,874,820号及び日本国特許出願公開第8-330224に記載されているようなフレーム部材を用いて、機械的に床(地面)に解放してもよい。上記米国特許及び日本公開特許公報はそれぞれその開示全体を本願明細書に引用して援用し本文の記載の一部とする

40

#### 【0053】

アイソレーター54のようなアイソレーターは、一般に、能動防振システム(AVIS: Active Vibration Isolation System)と関連し得る。AVISは、一般に、ステージアセンブリによって又はより一般的にはステージアセ

50

ンブリを含むフォトリソグラフィ装置 40 のようなフォトリソグラフィ装置によって生じる力、即ち振動力に伴う振動を制御する。

【0054】

上述した実施形態に従うフォトリソグラフィシステム、例えば一つの又はそれより多くのヒートパイプ（熱輸送装置）を含むフォトリソグラフィ装置は、所定の機械的精度、電気的精度、及び光学的精度が維持されるように、各種のサブシステムを組み立てることにより構築される。各種の制度を維持するために、この組立の前後には、実質的に全ての光学システムは、その光学的精度を達成するために調整され得る。同様に、実質的に全ての機械的システム及び電気的システムは個々の所望の機械的及び電気的精度を達成するために調整され得る。各サブシステムの組立処理は、各サブシステム間の機械的インタフェース、電気回路配線接続、及び空圧配管接続を構築することを含むが、これらに限定されない。各種のサブシステムからフォトリソグラフィシステムが組み立てられる前に、各サブシステムを組み立てる処理がある。フォトリソグラフィシステムが各種のサブシステムを用いて組み立てられると、個々の所望精度をフォトリソグラフィシステム全体の中で維持されることを確実にするため、総合調整が通常行われる。加えて、露光装置の製造は、温度及び湿度が制御されたクリーンルーム内で行われることが好ましい。

10

【0055】

さらに、図 12 を参照して説明するように、半導体デバイスは上述したシステムを用いて製造され得る。製造工程は半導体デバイスの機能又は性能特性が設計され又は決定されるステップ 1301 で開始される。次に、ステップ 1302 において、パターンを有するレチクル（マスク）が半導体デバイスの設計に基づいて設計される。当然のことながら、これと並行するステップ 1303 において、ウエハがシリコン材料から製造される。ステップ 1302 において設計されたマスクパターンは、フォトリソグラフィシステムによってステップ 1304 において、ステップ 1303 で製造されたウエハ上に露光される。以下に、ウエハ上にマスクパターンを露光する一つのプロセスを、図 13 を参照して説明する。ステップ 1305 において、半導体デバイスは組み立てられる。半導体デバイスの組立は、通常、ウエハダイシングプロセス、ボンディングプロセス、及びパッケージジグングプロセスを含むが、これらには限定されない。最後に、完成されたデバイスはステップ 1306 において検査される。

20

30

【0056】

図 13 は本発明の実施形態に従って、半導体デバイスを製造する場合におけるウエハ処理を示すステップを図解した処理フロー図である。ステップ 1311 において、ウエハの表面は酸化される。その後、化学蒸着（CVD）ステップであるステップ 1312 において、ウエハ表面に絶縁膜が形成され得る。絶縁膜が形成されると、ステップ 1313 において、ウエハ上に電極が蒸着によって形成される。そのとき、ステップ 1314 における適切な方法を用いてウエハにイオンが注入され得る。当業者に理解されるように、ステップ 1311 ~ ステップ 1314 は、通常、ウエハ処理中のウエハに対する前処理工程と考えられる。また、当然のことながら、各ステップにおいてなされる選択、例えば、ステップ 1312 における絶縁膜の形成に用いられる各種の薬品の濃度の選択は必要とされる処理に基づいてなされ得る。

40

【0057】

ウエハ処理の各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行され得る。後処理工程では、まず、ステップ 1315 において、フォトレジストがウエハに塗布される。次に、ステップ 1316 において、露光装置がレチクルの回路パターンをウエハに転写するために用いられ得る。レチクルの回路パターンのウエハへの転写は、通常、振動を抑制するためのカダンパを一実施形態において含み得るレチクル走査ステージを走査することを含んでいる。

【0058】

レチクル上の回路パターンがウエハに転写された後、露光されたウエハは、ステップ 1

50

317において現像される。露光されたウエハが現像されると、残存しているフォトレジスト以外の部分、例えば露光された材料の表面はエッチングによって除去される。最後に、ステップ1319において、エッチング後に残存している不必要なフォトレジストが除去される。当業者に明らかなように、多層回路パターンがこれらの前処理及び後処理工程の繰り返しによって形成される。

【0059】

本発明の実施形態のいくつかのみを上述したが、当然のことながら、本発明は、本発明の精神又は範囲から逸脱することなく、多くの他の具体的なやり方において具現することが可能である。一例として、ヒートパイプ（熱輸送装置）はピストンである圧力コントローラを含むものとして説明したが、圧力コントローラはヒートパイプ内の圧力を制御可能などのような機構であってもよい。換言すれば、ヒートパイプ（熱輸送装置）の圧力コントローラは必ずしもピストンでなくてもよい。

10

【0060】

ヒートパイプ内の圧力を制御することによって内部温度が制御されるヒートパイプは、各種の異なる応用のために用いることができる。例えば、上述したように、内部温度が制御可能なヒートパイプ（熱輸送装置）は、リニアモータ、ボイスコイルモータ、又は実質的に他の任意の電磁アクチュエータを冷却するために、フォトリソグラフィ装置内で使用することが可能である。しかしながら、当然ではあるが、このようなヒートパイプ（熱輸送装置）は、冷却の恩恵を受ける実質的に任意の機構又は装置を冷却するために用いてもよい。

20

【0061】

ピストンのような圧力制御機構がヒートパイプ（熱輸送装置）の凝縮端の近傍に位置付けられて示されているが、圧力制御機構は、一般に、ヒートパイプに対して実質的に任意の位置に位置付けられてもよい。主に気体又は蒸気を含む、ヒートパイプの凝縮端に密接して圧力制御機構を位置付けることにより、圧力制御機構をより容易に作動させることが可能である。しかしながら、いくつかの実施形態においては、圧力制御機構はその代わりにヒートパイプの中間部分の近傍に、あるいはヒートパイプの蒸発端に密接して位置付けられてもよい。

【0062】

ヒートパイプ（熱輸送装置）内の圧力を変化させることにより、一部の例では、ヒートパイプの内部容積にかなりの変化を生じさせることがある。逆に、ヒートパイプの内部容積を変化させることは、ヒートパイプ内の圧力の変化を導くことがある。従って、当然のことながら、ヒートパイプの内部容積は、例えばヒートパイプのピストンを変位させることによって、ヒートパイプ内の流体の沸点の変化を引き起こす、ヒートパイプ内の圧力に変化を生じさせるために、効果的に変化され得る。

30

【0063】

一般に、本発明の方法に関連する工程は大きく変更し得る。ステップは、本発明の精神又は範囲から逸脱しない限りにおいて、追加、削除、改変、又は再整理されてもよい。例えば、ヒートパイプ（熱輸送装置）内の温度を制御するプロセスは、ヒートパイプ内の所望温度を少なくとも周期的に判定することを含んでもよい。ヒートパイプ（熱輸送装置）のピストンに付与される制御力は所望温度への変化を補償するように調整され得るので、ヒートパイプ（熱輸送装置）内の所望温度を周期的に判断することは、ステージ装置全体に関連する必要条件に対する変化の原因を説明することを可能にする。それゆえに、本例は制限的なものではなく説明的なものとしてみなされるべきであり、本発明は本文中に記載された詳細に限定されることはなく、添付の特許請求の範囲内において改変され得る。

40

【図面の簡単な説明】

【0064】

本発明は、添付の図面と併せて以下の説明を参照することによって適切に理解され得る。

【図1】図1は、従来のヒートパイプを示す図である。

50

【図2】図2は、充填可能な従来のヒートパイプを示す図である。

【図3】図3 aは、ガス充填式の可変伝導ヒートパイプを示す図である。図3 bは、蓄積部からのガスが凝縮部の中に存在している、ガス充填式の可変伝導ヒートパイプ、例えば、図3 aのヒートパイプ300を示す図である。

【図4】図4は、本発明の実施形態に従って、その内部の圧力が制御可能なヒートパイプを示す図である。

【図5】図5は、本発明の実施形態に従って、その内部の圧力がピストン装置を用いて制御可能なヒートパイプを示す図である。

【図6】図6は、本発明の実施形態に従って、ヒートパイプアセンブリのピストンが移動される場合に生じる動作を示すブロック図である。

【図7】図7は、本発明の実施形態に従って、圧力コントローラとしての役割を果たすピストン及び内部温度センサを備えるヒートパイプを示す図である。

【図8】図8は、本発明の実施形態に従って、ヒートパイプ内の温度制御に用いられ得る制御ループを示す図である。

【図9】図9は、本発明の実施形態に従って、ヒートパイプ内の圧力を調整することによってヒートパイプ内の温度を制御する方法を説明する処理フロー図である。

【図10】図10 aは、本発明の実施形態に従って、ボイスコイルモータによって作動されるピストンを示す図である。図10 bは、本発明の実施形態に従って、空気ベローズによって作動されるピストンを示す図である。

【図11】図11は、本発明の実施形態に従うフォトリソグラフィ装置を示す図である。

【図12】図12は、本発明の実施形態に従って、半導体デバイスの製造に関連する工程を図解した処理フロー図である。

【図13】図13は、本発明の実施形態に従って、ウエハ処理、即ち図12のステップ1304に関連する工程を図解した処理フロー図である。

【図1】

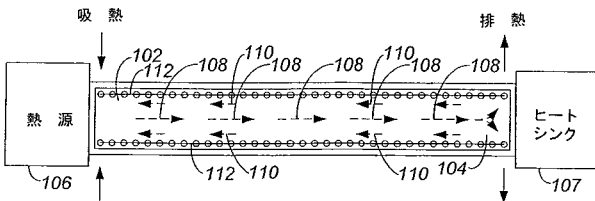


Fig. 1

【図3】

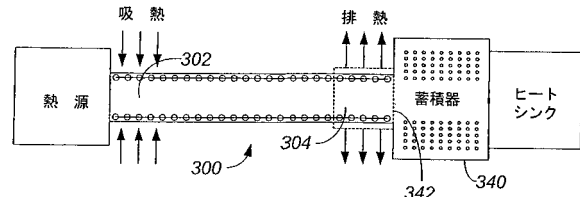


Fig. 3a

【図2】

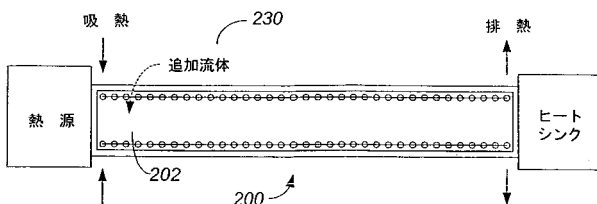


Fig. 2

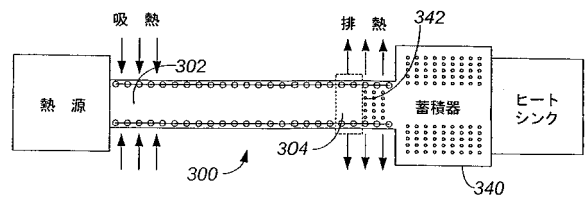


Fig. 3b

10

20

【 図 4 】

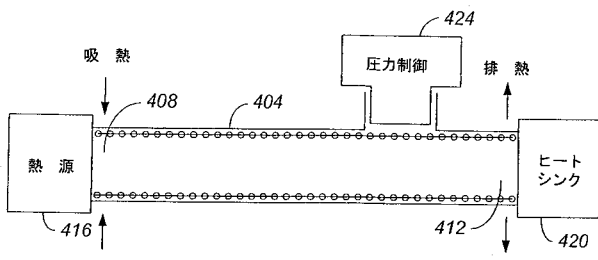


Fig. 4

【 図 5 】

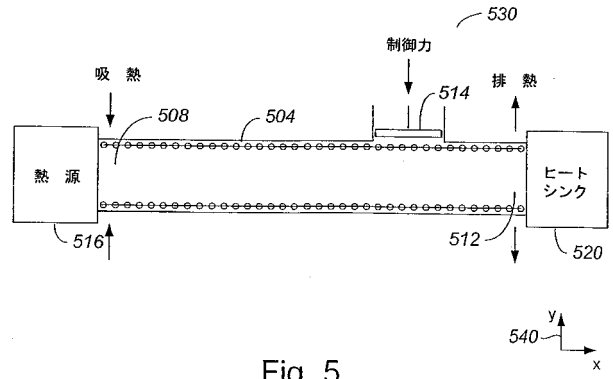


Fig. 5

【 図 6 】

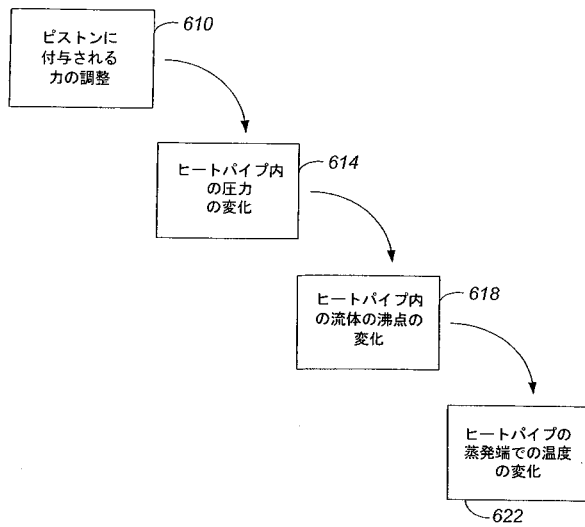


Fig. 6

【 図 7 】

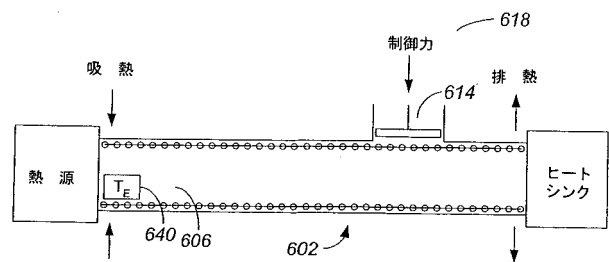


Fig. 7

【 図 8 】

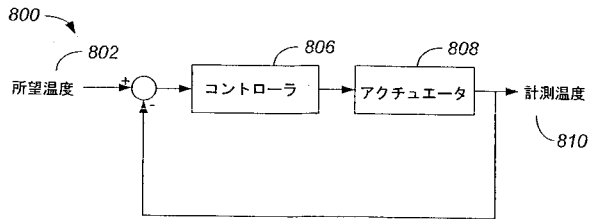


Fig. 8

【 図 9 】

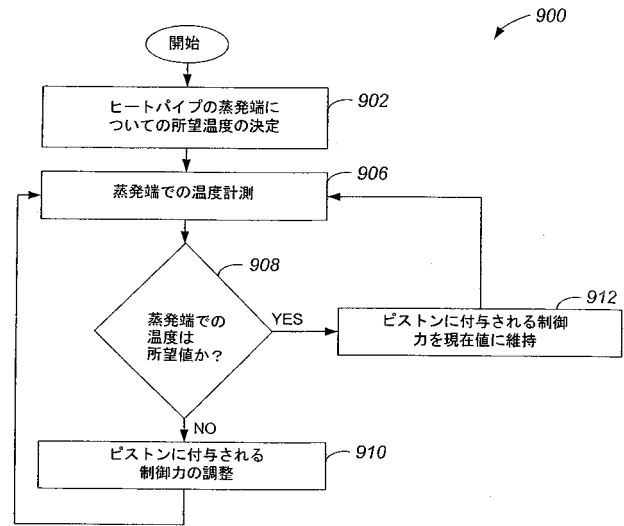


Fig. 9

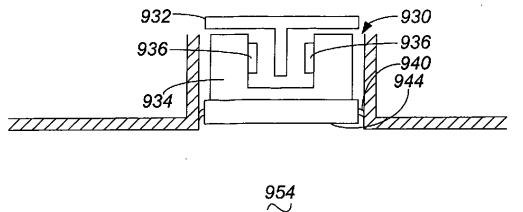


Fig. 10a

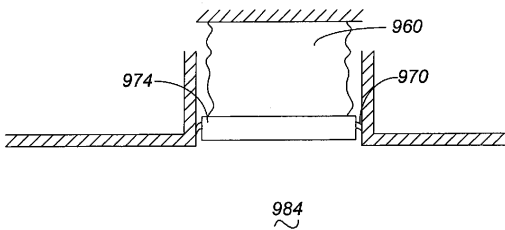
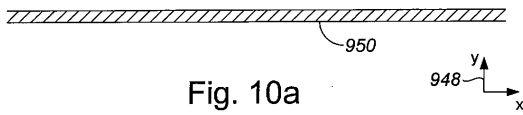
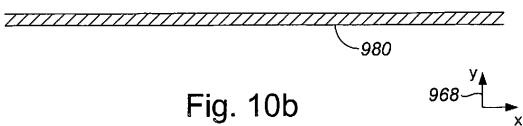


Fig. 10b



【 図 1 1 】

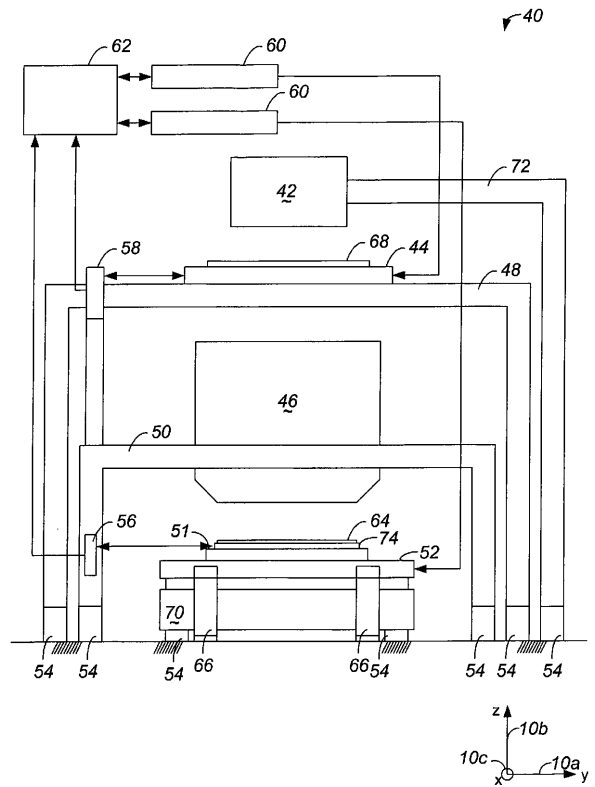


Fig. 11

【 図 1 2 】

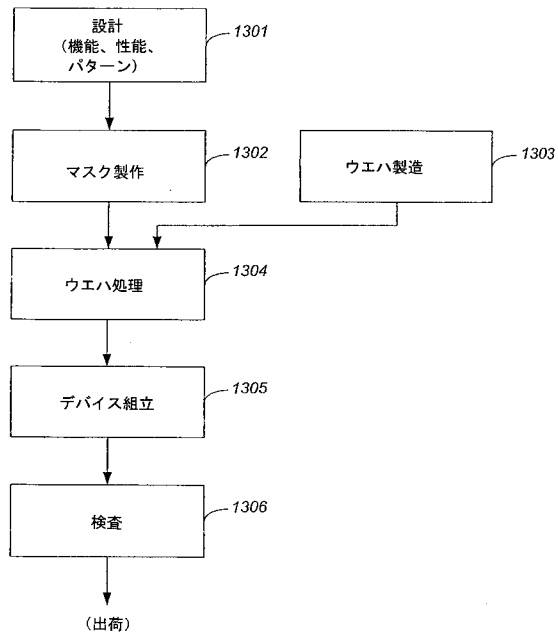


Fig. 12

【 図 1 3 】

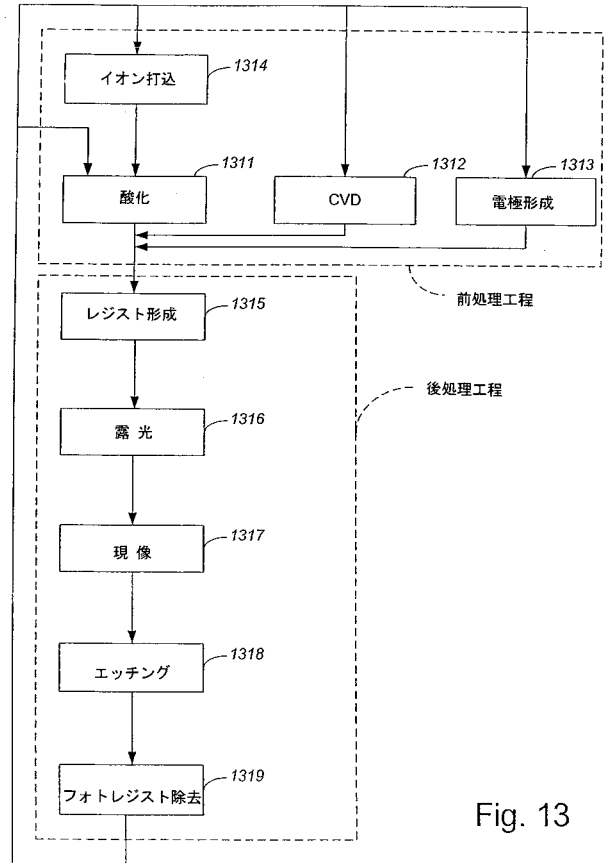


Fig. 13

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US04/16495
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(7) : F28F 27/00 US CL : 165/272, 104.26, 104.23, 104.25, 104.31; 361/700; 174/15.2; 29/890.032 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) U.S. : 165/272, 104.26, 104.23, 104.25, 104.31; 361/700; 174/15.2; 29/890.032  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) EAST		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X --- Y	US 3,605,878 A (J.B. COLEMAN) 20 September 1971 (20.09.1971), See the entire document.	1-5, 7-9, 12-15, 17-19, 21, 26-31, 35-41, 45-49, 52-55, 58-60 and 65-68.  6, 10, 11, 16, 22-25, 32-34, 42-44, 50, 51, 56, 57, 61-64 and 69-72.
Y	US 3,517,730 A (T. WYATT) 30 June 1979 (30.06.1979), See the entire document.	1-72
X --- Y	US 5,911,272 A (CORNOG et al) 15 June 1999 (15.06.1999), See the entire document.	1-72  1-72
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input 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	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"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)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"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 21 August 2004 (21.08.2004)	Date of mailing of the international search report <b>27 JAN 2005</b>	
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703) 305-3230	Authorized officer Terrell L Mckinnon Telephone No. 703-308-1148 <i>Sheila H. Veney</i> Patrol Specialist Tech. Center 3700	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No.  
 PCT/US04/16495

## C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X ---	US 5,535,818 A (FUJISAKI et al) 16 July 1996 (16.07.1996), See the entire document.	1-72
Y		1-72
Y	US 6,229,116 B1 (SHIRAKAWA et al) 08 May 2001 (08.05.2001), See the entire document.	10, 11, 22-25, 32-34, 42-44, 50, 51, 56, 57, 61-64 and 69-72
X,P ---	US 6,684,941 B1 (CAO et al) 03 February 2004 (03.02.2004), See the entire document.	1-72
Y,P		1-72
X ---	US 6,047,766 A (VAN BROCKLIN et al) 11 April 2000 (11.04.2000), See the entire document.	1-72
Y		1-72
Y	US 4,986,348 A (OKAYASU) 22 January 1991 (22.01.1991), See the entire document.	1-72
Y	US 4,898,231 A (MIYAZAKI) 06 February 1990 (06.02.1990), See the entire document.	1-72
X ---	US 3,637,007 A (SHLOSINGER) 25 January 1972 (25.01.1972), See the entire document.	1-72
Y		1-72
Y	US 4,787,843 A (HUFFMAN) 29 November 1988 (29.11.1988), See the entire document.	6,16 and 20

---

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, 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, MD, 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