

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-74712

(P2012-74712A)

(43) 公開日 平成24年4月12日(2012.4.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO 1 L 21/027 (2006.01)</b>	HO 1 L 21/30 5 3 1 A	4 D 0 0 6
<b>GO 3 F 7/20 (2006.01)</b>	HO 1 L 21/30 5 1 6 F	5 F 1 4 6
<b>BO 1 D 63/02 (2006.01)</b>	GO 3 F 7/20 5 2 1	
<b>BO 1 D 71/32 (2006.01)</b>	BO 1 D 63/02	
<b>BO 1 D 71/36 (2006.01)</b>	BO 1 D 71/32	

審査請求 有 請求項の数 47 O L 外国語出願 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-235682 (P2011-235682)  
 (22) 出願日 平成23年10月27日 (2011.10.27)  
 (62) 分割の表示 特願2006-521216 (P2006-521216) の分割  
 原出願日 平成16年7月21日 (2004.7.21)  
 (31) 優先権主張番号 10/623, 180  
 (32) 優先日 平成15年7月21日 (2003.7.21)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 505307471  
 インテグリス・インコーポレーテッド  
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ・01  
 821-4600、ピレリカ、コンコード  
 ・ロード・129  
 (74) 代理人 100062007  
 弁理士 川口 義雄  
 (74) 代理人 100103920  
 弁理士 大崎 勝真  
 (72) 発明者 ビピン・エス・ペアカー  
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ・01  
 824、チエルムズフォード、カストラー  
 キ・プレイス・2

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフ投影装置、パージガス供給システムおよびガスパージ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 リソグラフ投影工程に使用される化学物質の活性に悪影響を与えないパージガスを提供する。

【解決手段】 リソグラフ投影装置は、投影システムおよび放射システム中、反射器、および反射要素等の部品の表面近くにパージガスを供給するように構成されたパージガス供給システム100を有する。パージガス供給システム100は、少なくとも1種のパージガスと水分を含むパージガス混合物を発生するように構成されたパージガス混合物発生器120を含む。パージガス混合物発生器は、パージガスに水分を加えるように構成された加湿器150と、パージガス混合物発生器120に接続されパージガス混合物を表面近くに供給するように構成されたパージガス混合物出口130とを有する。

【選択図】 図3

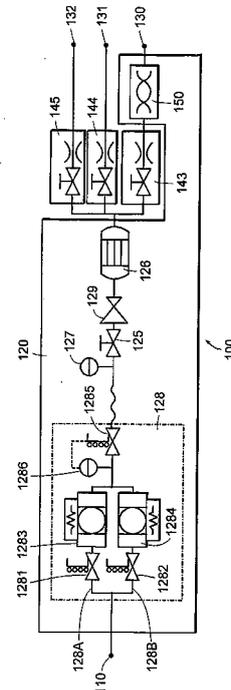


FIG. 3

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

パージガス源、  
水源、および

パージガスに水分を加えるように構成された加湿器を備えるパージガス混合物発生器とを備え、前記加湿器がパージガス流を含む第 1 の領域と水を含む第 2 の領域とを備え、前記第 1 と第 2 の領域が液体の侵入に実質的に抵抗性のあるガス透過性膜によって分離されている、パージガス混合物供給システム。

## 【請求項 2】

膜が熱可塑性ポリマーからなる請求項 1 に記載の供給システム。

10

## 【請求項 3】

膜が過フッ化ポリマーからなる請求項 1 に記載の供給システム。

## 【請求項 4】

過フッ化ポリマーがポリテトラフルオロエチレンである請求項 3 に記載の供給システム

。

## 【請求項 5】

膜が中空繊維を形成し、第 1 および第 2 の領域の一方が前記繊維内にあり、前記第 1 および第 2 の領域の他方が前記繊維の外側にある請求項 1 に記載の供給システム。

## 【請求項 6】

加湿器が、

20

( a ) 第 1 の端部と第 2 の端部を有する複数のガス透過性中空繊維膜からなる束を含み、前記膜が外部表面および内部表面を有し、前記内部表面が第 1 および第 2 の領域の一方を含み、

( b ) 前記束の各端部が液体封止シールで融着 ( p o t t i n g ) されて、前記繊維端部が流体の流れに開放された、周囲の筐体を有する端部構造を形成し、

( c ) 前記筐体は内壁および外壁を有し、前記内壁が前記内壁と前記中空繊維膜の間の第 1 の領域および第 2 の領域の他方を画定し、

( d ) 前記筐体はパージガス源に接続されたパージガス入口とパージガス混合物出口とを有し、

( e ) 前記筐体は水源に接続された水入口と水出口とを有し、パージガス入口は束の第 1 の端部に接続されパージガス混合物出口が束の第 2 の端部に接続される、または、水入口は束の第 1 の端部に接続され水出口が束の第 2 の端部に接続され、

30

前記パージガス混合物は少なくとも 1 種のパージガスと水分を含む請求項 5 に記載の供給システム。

## 【請求項 7】

パージガス源、  
水源、および

パージガスに水分を加えるように構成された加湿器を備えるパージガス混合物発生器とを備え、前記加湿器は、

( a )、第 1 の端部と第 2 の端部を有する複数の過フッ化ガス透過性熱可塑性中空繊維膜からなる束を含み、前記膜が外部表面および内部表面を有し、前記内部表面が管孔を含み、

40

( b ) 前記束の各端部が液体封止過フッ化熱可塑性シールで融着されて、前記繊維端部が流体の流れに開放された、周囲の過フッ化熱可塑性筐体を有する一体化された端部構造を形成し、

( c ) 前記筐体は内壁および外壁を有し、前記内壁が内壁と中空繊維膜の間の流体の流れの容積を画定し、

( d ) 前記筐体はパージガス源に接続されたパージガス入口とパージガス混合物出口とを有し、

( e ) 前記筐体は水源に接続された水入口と水出口とを有し、パージガス入口は束の第

50

1の端部に接続されパージガス混合物出口が束の第2の端部に接続される、または、水入口は束の第1の端部に接続され水出口が束の第2の端部に接続され、

前記パージガス混合物が少なくとも1種のパージガスと水分を含む、パージガス供給システム。

【請求項8】

水のための加熱装置をさらに備える請求項7に記載の供給システム。

【請求項9】

パージガス源が精製装置を備える請求項7に記載の供給システム。

【請求項10】

精製装置が再生可能である請求項9に記載の供給システム。

10

【請求項11】

パージガス源が2個の精製装置を備え、前記複数の精製装置が並列に接続される請求項10に記載の供給システム。

【請求項12】

中空繊維膜が、

(a)多孔質皮覆内部表面、および多孔質外部表面と中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜、

(b)非多孔質皮覆内部表面、および多孔質外部表面と中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜、

(c)多孔質皮覆外部表面、および多孔質内部表面と中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜、

20

(d)非多孔質皮覆外部表面、および多孔質内部表面と中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜からなる群から選択される請求項7に記載の供給システム。

【請求項13】

中空繊維膜の外径が約350ミクロン～約1450ミクロンである請求項12に記載の供給システム。

【請求項14】

中空繊維膜が、多孔質皮覆内部表面、多孔質外部表面および中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜、または、多孔質皮覆外部表面、多孔質内部表面および中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜であり、前記多孔質皮覆表面の孔が直径約0.001ミクロン～約0.005ミクロンである請求項12に記載の供給システム。

30

【請求項15】

束の第1の端部および第2の端部が、液体封止過フッ化熱可塑性シールで融着され、周囲の過フッ化熱可塑性筐体と第1の端部および第2の端部の両方を備える単一の一体化された端部構造を形成し、前記端部の繊維が個別に流体の流れに開放されている請求項7に記載の供給システム。

【請求項16】

少なくとも毎分約30標準リットルのパージガス流量および少なくとも約90の温度で運転可能である請求項7に記載の供給システム。

【請求項17】

パージガス混合物発生器が、約100以下の温度で揮発する化合物を実質的に除去するのに十分な温度で十分な時間加熱される請求項7に記載の供給システム。

40

【請求項18】

パージガスを加湿するのに十分な時間パージガスを加湿器に通すことを含み、加湿器がパージガス流を含む第1の領域と水を含む第2の領域とを備え、第1の領域および第2の領域が実質的に液体の侵入に抵抗性のあるガス透過性膜によって分離されている、パージガスの加湿方法。

【請求項19】

膜が熱可塑性ポリマーからなる請求項18に記載の方法。

【請求項20】

50

膜が過フッ化ポリマーからなる請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】

過フッ化ポリマーがポリテトラフルオロエチレンである請求項 18 に記載の方法。

【請求項 22】

膜が中空繊維を形成し、第 1 の領域および第 2 の領域の一方が繊維内にあり、第 1 の領域および第 2 の領域の他方が繊維の外側にある請求項 18 に記載の方法。

【請求項 23】

加湿器が、

(a) 第 1 の端部と第 2 の端部を有する複数のガス透過性中空繊維膜からなる束を含み、前記膜が外部表面および内部表面を有し、前記内部表面が第 1 および第 2 の領域の一方を含み、

(b) 前記束の各端部が液体封止シールで融着されて、前記繊維端部が流体の流れに開放された、周囲の筐体を有する端部構造を形成し、

(c) 前記筐体は内壁および外壁を有し、前記内壁が前記内壁と前記中空繊維膜の間の第 1 の領域および第 2 の領域の他方を画定し、

(d) 前記筐体はパージガス源に接続されたパージガス入口とパージガス混合物出口とを有し、

(e) 前記筐体は水源に接続された水入口と水出口とを有し、パージガス入口は束の第 1 の端部に接続されパージガス混合物出口が束の第 2 の端部に接続される、または、水入口は束の第 1 の端部に接続され水出口が束の第 2 の端部に接続される請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

パージガスを加湿するのに十分な時間パージガスを加湿器に通すことを含み、前記加湿器が、

(a) 第 1 の端部と第 2 の端部を有する複数の過フッ化ガス透過性熱可塑性中空繊維膜からなる束を含み、前記膜が外部表面および内部表面を有し、前記内部表面が管孔を含み、

(b) 前記束の各端部が液体封止過フッ化熱可塑性シールで融着されて、前記繊維端部が流体の流れに開放された、周囲の過フッ化熱可塑性筐体を有する一体化された端部構造を形成し、

(c) 前記筐体は内壁および外壁を有し、前記内壁が内壁と中空繊維膜の間の流体の流れの容積を画定し、

(d) 前記筐体はパージガス源に接続されたパージガス入口とパージガス混合物出口とを有し、

(e) 前記筐体は水源に接続された水入口と水出口とを有し、パージガス入口は束の第 1 の端部に接続されパージガス出口が束の第 2 の端部に接続される、または、水入口は束の第 1 の端部に接続され水出口が束の第 2 の端部に接続され、

それによって加湿されたパージガスを得るパージガスの加湿方法。

【請求項 25】

水が加湿器の中でまたは流入する前に加熱される請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】

パージガス源が精製装置を備える請求項 24 に記載の方法。

【請求項 27】

精製装置が再生可能である請求項 26 に記載の方法。

【請求項 28】

パージガス源が第 1 および第 2 精製装置を備え、前記複数の精製装置が並列に接続される請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

パージガスが第 1 または第 2 精製装置のいずれかで精製され、他の精製装置が再生される請求項 28 に記載の方法。

10

20

30

40

50

**【請求項 3 0】**

中空繊維膜が、

( a ) 多孔質皮覆内部表面、多孔質外部表面および中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜、

( b ) 非多孔質皮覆内部表面、多孔質外部表面および中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜、

( c ) 多孔質皮覆外部表面、多孔質内部表面および中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜、

( d ) 非多孔質皮覆外部表面、多孔質内部表面および中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜からなる群から選択される請求項 2 4 に記載の方法。

10

**【請求項 3 1】**

中空繊維膜の外径が約 3 5 0 ミクロン ~ 約 1 4 5 0 ミクロンである請求項 3 0 に記載の方法。

**【請求項 3 2】**

中空繊維膜が、多孔質皮覆内部表面、多孔質外部表面、および中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜、または、多孔質皮覆外部表面、多孔質内部表面および中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜であり、前記多孔質皮覆表面の孔が直径約 0 . 0 0 1 ミクロン ~ 約 0 . 0 0 5 ミクロンである請求項 3 0 に記載の方法。

**【請求項 3 3】**

束の第 1 の端部および第 2 の端部が、液体封止過フッ化熱可塑性シールで融着され、周囲の過フッ化熱可塑性筐体を有する第 1 の端部および第 2 の端部の両方を備える単一の一体化された端部構造を形成し、前記端部の繊維が個別に流体の流れに開放されている請求項 2 4 に記載の方法。

20

**【請求項 3 4】**

水の温度が少なくとも約 3 0 である請求項 2 4 に記載の方法。

**【請求項 3 5】**

水の温度が少なくとも約 5 0 である請求項 3 4 に記載の方法。

**【請求項 3 6】**

パージガスの流量が少なくとも毎分約 2 0 標準リットルである請求項 2 4 に記載の方法。

30

**【請求項 3 7】**

パージガスの流量が少なくとも毎分約 6 0 標準リットルである請求項 3 6 に記載の方法。

**【請求項 3 8】**

加湿されたパージガスの相対湿度が少なくとも約 2 0 % である請求項 2 4 に記載の方法。

**【請求項 3 9】**

加湿されたパージガスの相対湿度が少なくとも約 5 0 % である請求項 3 8 に記載の方法。

**【請求項 4 0】**

加湿されたパージガスが水分で実質的に飽和されている請求項 3 9 に記載の方法。

40

**【請求項 4 1】**

加湿器に流入するパージガスが、約 1 0 億分の 1 部 ( p p b ) 以下の汚染物を含み、加湿器を流出する加湿されたパージガスが 1 p p b 以下の汚染物を含む請求項 2 4 に記載の方法。

**【請求項 4 2】**

加湿器に流入するパージガスが、約 1 兆分の 1 0 0 部 ( p p t ) 以下の汚染物を含み、加湿器を流出する加湿されたパージガスが 1 0 0 p p t 以下の汚染物を含む請求項 4 1 に記載の方法。

**【請求項 4 3】**

50

加湿器に流入するパージガスが、約 1 p p t 以下の汚染物を含み、加湿器を流出する加湿されたパージガスが約 1 p p t 以下の汚染物を含む請求項 4 2 に記載の方法。

【請求項 4 4】

放射線の投影ビームを提供するように構成された照明器と、  
 所望のパターンに従って投影ビームをパターン形成するように構成されたパターン形成装置を支持するように構成された支持構造と、  
 基板を保持するように構成された基板テーブルと、  
 パターン形成されたビームを基板の目標部分に投影するように構成された投影システムと、

リソグラフ投影装置の少なくとも一部にパージガスを提供するように構成された少なくとも 1 個のパージガス供給システムとを備え、前記少なくとも 1 個のパージガス供給システムは、

パージガス流を含む第 1 の領域と水を含む第 2 の領域を備え、第 1 および第 2 の領域が液体の侵入に対して実質的に抵抗性のあるガス透過性膜によって分離されており、少なくとも 1 種のパージガスと水分を含むパージガス混合物を発生するように構成され、パージガスに水分を加えるように構成された加湿器を備えるパージガス混合物発生器と、

パージガス混合物をリソグラフ投影装置の少なくとも一部に供給するように構成されたパージガス混合物発生器に接続されたパージガス混合物出口とを備える、リソグラフ投影装置。

【請求項 4 5】

放射線の投影ビームを提供するように構成された照明器と、  
 所望のパターンに従って投影ビームをパターン形成するように構成されたパターン形成装置を支持するように構成された支持構造と、  
 基板を保持するように構成された基板テーブルと、  
 パターン形成されたビームを基板の目標部分に投影するように構成された投影システムと、

リソグラフ投影装置の少なくとも一部にパージガスを提供するように構成された少なくとも 1 個のパージガス供給システムとを備え、前記少なくとも 1 個のパージガス供給システムは、

( a ) 第 1 の端部と第 2 の端部を有する複数の過フッ化熱可塑性中空繊維膜からなる束を含み、前記膜が外部表面および内部表面を有し、前記内部表面が管孔を含み、

( b ) 前記束の各端部が液体封止過フッ化熱可塑性シールで融着されて、前記繊維端部が流体の流れに開放された、周囲の過フッ化熱可塑性筐体を有する一体化された端部構造を形成し、

( c ) 前記筐体は内壁および外壁を有し、前記内壁が内壁と中空繊維膜の間の流体の流れの容積を画定し、

( d ) 前記筐体はパージガス源に接続されたパージガス入口とパージガス混合物出口とを有し、

( e ) 前記筐体は水源に接続された水入口と水出口とを有し、パージガス入口は束の第 1 の端部に接続されパージガス混合物出口が束の第 2 の端部に接続される、または、水入口は束の第 1 の端部に接続され水出口が束の第 2 の端部に接続されたパージガスに水分を加えるように構成された加湿器を備え、

少なくとも 1 種のパージガスと水分を含むパージガス混合物を発生するように構成されたパージガス混合物発生器と、

パージガス混合物をリソグラフ投影装置の少なくとも一部に供給するように構成されたパージガス混合物発生器に接続されたパージガス混合物出口とを備える、リソグラフ投影装置。

【請求項 4 6】

放射線の投影ビームを提供するように構成された照明器と、  
 所望のパターンに従って投影ビームをパターン形成するように構成されたパターン形成

10

20

30

40

50

装置を支持するように構成された支持構造と、

基板を保持するように構成された基板テーブルと、

パターン形成されたビームを基板の目標部分に投影するように構成された投影システムとを備え、

加湿器でパージガスに水分を加えることによって少なくとも１種のパージガスと水分を含むパージガス混合物を発生し、前記加湿器はパージガス流を含む第１の領域と水を含む第２の領域とを備え、第１および第２の領域が液体の侵入に対して実質的に抵抗性のあるガス透過性膜によって分離されており、および

パージガス混合物をリソグラフ投影装置の少なくとも一部に供給することを含む、リソグラフ投影装置の少なくとも一部にパージガスを供給する方法。

10

【請求項４７】

放射線の投影ビームを提供するように構成された照明器と、

所望のパターンに従って投影ビームをパターン形成するように構成されたパターン形成装置を支持するように構成された支持構造と、

基板を保持するように構成された基板テーブルと、

パターン形成されたビームを基板の目標部分に投影するように構成された投影システムとを備え、

加湿器によってパージガスに水分を加えることによって少なくとも１種のパージガスと水分を含むパージガス混合物を発生し、前記加湿器は、

(a) 第１の端部と第２の端部を有する複数の過フッ化ガス透過性熱可塑性中空繊維膜からなる束を含み、前記膜が外部表面および内部表面を有し、前記内部表面が管孔を含み

20

、

(b) 前記束の各端部が液体封止過フッ化熱可塑性シールで融着されて、前記繊維端部が流体の流れに開放された、周囲の過フッ化熱可塑性筐体を有する一体化された端部構造を形成し、

(c) 前記筐体は内壁および外壁を有し、前記内壁が内壁と中空繊維膜の間の流体の流れの容積を画定し、

(d) 前記筐体はパージガス源に接続されたパージガス入口とパージガス混合物出口とを有し、

(e) 前記筐体は水源に接続された水入口と水出口とを有し、パージガス入口は束の第１の端部に接続されパージガス混合物出口が束の第２の端部に接続される、または、水入口は束の第１の端部に接続され水出口が束の第２の端部に接続され、

30

パージガス混合物をリソグラフ投影装置の少なくとも一部に供給することを含む、リソグラフ投影装置の少なくとも一部にパージガスを供給する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本出願は、２００３年７月２１日出願の米国特許出願第１０／６２３，１８０号の一部継続出願である。上記出願の全ての教示は参照により本明細書に組み込まれている。

【背景技術】

40

【０００２】

一般に、リソグラフ投影装置に存在する部品の表面は、大部分の装置が真空中で運転されていても、使用する間に汚染される。特に、リソグラフ投影装置中のミラーなどの光学部品の汚染は、それらの汚染が光学部品の光学特性に影響するので、装置の性能に悪影響を与える。

【０００３】

リソグラフ投影装置の光学部品の汚染は、それらの部品が配置されたリソグラフ投影装置の空間をパージガスと呼ばれる超高純度ガスでパージすることによって低減できることが知られている。パージガスは表面の汚染、例えば炭化水素による分子汚染を防止する。

【発明の概要】

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

この方法の欠点は、パージガスがリソグラフ投影工程に使用される化学物質の活性に悪影響を与え得ることである。したがって、リソグラフ工程に使用される化学物質の活性に悪影響を与えない改変されたパージガスが必要である。

**【課題を解決するための手段】****【0005】**

ある種の感放射線材料（レジスト）、特に紫外線に感受性のあるレジストおよびアセタール系フォトレジストは、パージガスを含む環境中で適切に機能せず、これらのレジストは現像するのに例えば水蒸気などの水分を必要とすることが見出された。しかし、水分は知られたフォトリソグラフ法に使用されるパージガス中には存在しない。したがって、これらの種類のレジスト用の知られたパージガス供給システムは適していない。さらに、パージガスはリソグラフ投影装置中に存在する干渉計などの測定装置の性能に影響を及ぼすことがある。水分がないために、パージガスは屈折率に影響を与え、それによって干渉測定の結果も変化することが見出された。さらに、膜接触器など、パージガスが液状の水に接触しない装置がパージガスに水分を加えるのに有用であることが見出された。特に、溶解過フッ化プラスチック製の膜接触器は、1兆分の1部を超えない汚染で、高い流量でパージガスに水分を与えることができる。

10

**【0006】**

本発明の一態様は改善されたリソグラフ投影装置、特にレジストの現像に影響を与えることなくパージガスで汚染を低減できるリソグラフ投影装置を提供することである。

20

**【0007】**

本発明の一態様によれば、リソグラフ投影装置は、放射線の投影ビームを提供するように構成された照明器およびパターン形成装置を支持するように構成された支持構造を含む。パターン形成装置は所望のパターンに従って投影ビームをパターン形成するように構成される。基板テーブルは基板を保持するように構成される。投影システムはパターン形成されたビームを基板の目標部分に投影するように構成される。少なくとも1つのパージガス供給システムはリソグラフ投影装置の少なくとも一部にパージガスを提供するように構成される。パージガス混合物発生器を有する少なくとも1つのパージガス供給システムは、パージガスに水分を加えるように構成された加湿器を含む。パージガス混合物発生器はパージガス混合物を発生するように構成される。パージガス混合物は少なくとも1種のパージガスと水分を含む。パージガス混合物出口がパージガス混合物発生器に接続され、パージガス混合物をリソグラフ投影装置の少なくとも一部に供給するように構成される。したがって、水分が存在し、化学物質の活性、例えばレジストの現像はパージガスによって影響を受けない。

30

**【0008】**

さらに本発明の他の態様によれば、パージガス供給システムは、パージガスに水分を加えるように構成された加湿器を備え、少なくとも1種のパージガスと水分を含むパージガス混合物を発生するように構成されたパージガス混合物発生器と、パージガス出口とを含む。一実施例において、パージガス出口はパージガス混合物をリソグラフ投影装置の少なくとも一部に供給するように構成される。

40

**【0009】**

好ましい実施形態において、パージガス混合物供給システムは、パージガス源と、水源と、パージガスに水分を加えるように構成された加湿器を有するパージガス混合物発生器とを含む。場合によって、供給システムは水が加湿器中で、または流入する前に加熱されるように、水の加熱装置も含む。

**【0010】**

パージガス供給システムおよびリソグラフ保護装置用の加湿器は、パージガス流を含む第1の領域と水を含む第2の領域を含み、第1および第2の領域は、実質的に液体の侵入に対して抵抗性のあるガス透過性膜によって分離されていることが好ましい。さらに好ま

50

しくは、加湿器は、

( a ) 膜が外部表面および内部表面を有し、該内部表面が管孔を含む、第 1 の端部と第 2 の端部を有する複数の過フッ化ガス透過性熱可塑性中空繊維膜からなる束を含み、

( b ) 前記束の各端部が液体封止過フッ化熱可塑性シールで融着されて、該繊維端部が流体の流れに開放された、周囲の過フッ化熱可塑性筐体を有する一体化された端部構造を形成し、

( c ) 前記筐体は内壁および外壁を有し、該内壁が内壁と中空繊維膜の間の流体の流れの容積を画定し、

( d ) 前記筐体はパージガス源に接続されたパージガス入口とパージガス混合物出口とを有し、

( e ) 前記筐体は水源に接続された水入口と水出口とを有し、パージガス入口は束の第 1 の端部に接続されパージガス混合物出口が束の第 2 の端部に接続される、または、水入口は束の第 1 の端部に接続され水出口が束の第 2 の端部に接続され、

パージガス混合物は少なくとも 1 種のパージガスと水分を含む。

#### 【 0 0 1 1 】

本発明の他の態様によれば、パージガスを加湿する方法は、パージガスの加湿に十分な時間パージガスを上述の加湿器に通すことを含む。特別の実施形態において、加湿されたパージガスはリソグラフ投影装置の少なくとも一部に供給される。この方法は、水分をパージガスに加えることによって少なくとも 1 種のパージガスと水分を有するパージガス混合物を発生させ、パージガス混合物をリソグラフ投影装置の少なくとも一部に供給することを含み、パージガス混合物はパージガスと水分を含む。したがって、リソグラフ投影装置中で使用される化学物質はパージガスによって影響を受けない。

#### 【 0 0 1 2 】

さらに本発明の他の態様によれば、装置の製造方法は、少なくとも部分的に感放射線材料で被覆された基板を提供すること、上述の方法を基板の少なくとも一部に適用すること、パターン化された放射線の投影ビームを提供すること、パターン化された放射線の投影ビームを感放射線材料層の目標部分に投影すること、パージガス混合物を装置製造方法に使用される部品の表面近くに供給することを含む。

#### 【 0 0 1 3 】

さらに本発明の詳細、および態様と実施形態を、添付図面を参照して例示の形で説明する。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本発明によるリソグラフ投影装置の一実施形態の実施例を示す概要図である。

【 図 2 】 本発明によるリソグラフ投影装置の E U V 照明システムおよび投影光学システムの側面図である。

【 図 3 】 本発明によるパージガス供給システムの実施例の回路図を示す概要図である。

【 図 4 】 図 3 の実施例に使用するのに適した加湿装置を示す概要図である。

【 図 5 】 図 3 の実施例に使用するためのさらに好ましい中空繊維膜加湿器を示す図である。

【 図 6 】 実施例 1 に使用される膜接触器試験マニホールドを示す図である。

【 図 7 】 超清浄乾燥空気 ( X C D A ) のガスクロマトグラフ / 火炎イオン化検出器 ( G C / F I D ) 読み取りを示す図である。

【 図 8 】 実施例 1 に説明した加湿器を通した X C D A の G C / F I D 読み取りを示す図である。

【 図 9 】 X C D A のガスクロマトグラフ / パルス火炎光度検出器 ( G C / P F P D ) 読み取りを示す図である。

【 図 1 0 】 実施例 1 に説明した加湿器を通した X C D A の G C / P F P D 読み取りを示す図である。

#### 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 5 】

本発明は、パージガスを加湿する装置と方法の両方を提供する。それらの加湿されたパージガスは、リソグラフィシステムに特に有益であるが、それらの用途はそれらのシステムに制限されない。本発明の方法によるシステムへの水の導入は、パージガスを汚染することのある水の導入方法を回避する。

## 【 0 0 1 6 】

本明細書に用いられる用語「パターン形成装置」は、基板の目標部分に作製すべきパターンに一致するパターン形成された断面を入射放射線ビームに与えるために使用することができる装置を指すものと広く解釈すべきである。用語「光パルプ」をこの意味で使用することができる。一般に、パターンは集積回路または他のデバイス（以下を参照）など、目標部分に作製されるデバイスの特殊な機能層に対応させることができる。それらのパターン形成装置の実施例はマスクである。マスクの概念はリソグラフィでは良く知られており、バイナリー、交互フェーズシフト、および減衰フェーズシフト、ならびに様々な混成マスクの種類を含む。それらのマスクを放射線ビーム中に置くと、マスク上のパターンに応じて、マスクに入射する放射線の選択的な透過（透過型マスクの場合）または反射（反射型マスクの場合）が起きる。マスクの場合、支持構造は一般にマスクテーブルであり、マスクを入射放射線ビームの所望の位置に確実に保持し、かつ、望むならば、ビームに対してそれを動かすことができる。

## 【 0 0 1 7 】

パターン形成装置の他の実施例はプログラム可能なミラーアレイである。それらのアレイの一実施例は、粘弾性制御層および反射表面を有するマトリクスアドレス可能な表面である。それらの装置の背後にある基本原理は、例えば、アドレスされた反射表面の領域は入射光を回折光として反射し、アドレスされない領域は入射光を非回折光として反射することである。適切なフィルタを用いて、非回折光を反射ビームから濾波し、回折光だけを後に残すことができる。このようにして、ビームはマトリクスアドレス可能な表面のアドレスされるパターンに従ってパターン化される。プログラム可能なミラーアレイの代替の実施形態は、微小ミラーのマトリクス配置を使用し、その各々は適切な局在化された電場を印加することによって、または piezo 電子アクチュエータを使用することによって、個別に軸の回りに偏向することができる。ここでも、アドレスされたミラーが、入射放射線ビームをアドレスされないミラーの方へ異なる方向に反射するように、ミラーはマトリクスアドレス可能である。このようにして、反射されたビームはアドレスされるマトリクスアドレス可能なミラーのアドレスされるパターンに従ってパターン形成される。必要なマトリクスアドレスは適切な電子機器を用いて行うことができる。上述の状況の両方において、パターン形成装置は1個または複数のプログラム可能なミラーアレイを備えることができる。本明細書に参照されるミラーアレイについてのさらなる情報は、例えば、米国特許第5,296,891号、第5,523,193号、およびPCT国際公開第W098/38597号および第W098/33096号に見ることができる。プログラム可能なミラーアレイの場合、支持構造はフレームまたはテーブルとして実施し、例えば必要に応じ固定または可動にすることができる。

## 【 0 0 1 8 】

パターン形成装置の他の実施例は、プログラム可能なLCDアレイである。それらの構造の実施例は米国特許第5,229,872号に与えられている。上記のように、この場合の支持構造はフレームまたはテーブルとして実施し、例えば必要に応じて固定または可動にすることができる。

## 【 0 0 1 9 】

簡略化のため、本明細書の残りはそれ自体、いくつかの場所で、特にマスクおよびマスクテーブルなどのリソグラフィ装置を含む実施例を対象とすることがある。しかし、それらの場合に議論される一般的な原理は、本明細書に説明される加湿されたパージガス発生器の広い意味に見るべきである。

## 【 0 0 2 0 】

リソグラフ投影装置は、例えば、集積回路（IC）の製造に用いることができる。それらの場合、パターン形成装置はICの個別の層に対応する回路パターンを生成することができ、このパターンは、感放射線材料（レジスト）の層で被覆された基板の目標部分（例えば1個または複数のダイを含む）上に像形成することができる。一般に、単一ウェーハは一時に一回投影システムによって逐次的に照射される、隣接する目標部分の全体のネットワークを含むであろう。マスクテーブル上のマスクによるパターン形成を用いる現在の装置では、2種の異なる種類の装置に区別することができる。リソグラフ投影装置の一種において、各目標部分はマスクパターン全体を目標部分に一回で露出することによって照射される。それらの装置は通常ウェーハステップと呼ばれる。通常ステップアンドスキャン装置と呼ばれる代替の装置では、マスクパターンを投影ビームの下で所与の参照方向（「走査」方向）に漸進的に走査し、基板テーブルはこの方向と平行または非平行に同期走査することによって各目標部分が照射される。一般に、投影システムは倍率M（一般に<1）を有し、基板テーブルが走査される速度Vは係数Mにマスク走査時間を乗じたものである。本明細書に説明するリソグラフ装置についてのさらなる情報は、例えば米国特許第6,046,792号に見ることができる。

#### 【0021】

リソグラフ投影装置を用いる、知られた製造工程において、パターン（例えばマスク中の）は、少なくとも部分的に感放射線材料（レジスト）層で被覆された基板上に像形成される。この像形成の前に、基板は下塗り、レジストコーティング、およびソフトベークなどの様々な工程を行うことができる。露出の後、基板は露光後ベーク（PEB）、現像、硬化ベーク、および像形成されたフィーチャーの測定/検査など、他の工程を行うことができる。この一連の工程は、例えばICなどのデバイスの個々の層をパターン形成する基本として用いられる。それらのパターン形成された層は、次いで、エッチング、イオン注入（ドーピング）、メタライゼーション、酸化、化学的機械的研磨等の様々な工程を行うことができ、全て個々の層を完成させるためである。いくつかの層が必要であれば、全体の工程またはその変形を新しい各層に繰り返さなければならない。様々な積み重ね層の被覆層（隣設位置）はできる限り正確にすることが重要である。この目的のために、小さな参照マークをウェーハの1箇所または複数箇所に設け、ウェーハ上の座標系の原点を画定する。基板保持具位置決め装置（以降「位置決めシステム」と呼ぶ）とともに光学および電子装置を用いて、このマークは既存の層の上に新しい層が隣設される度に再配置することができ、位置決め参照として使用することができる。最終的に、デバイスの一連のレイが基板（ウェーハ）上に存在するであろう。次いで、これらのデバイスは、ダイシングまたは鋸ひきなどの技術によって互いに分離され、それによって個々のデバイスはキャリアへの搭載やピンとの接続等を行うことができる。それらの工程に関するさらに他の情報は、例えば、Peter van Zantによる「Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing」、Third Edition、McGraw Hill Publishing Co., 1997、ISBN 0-07-067250-4から得ることができる。

#### 【0022】

簡略化のために、投影システムは本明細書では以降「レンズ」と呼ぶことがある。しかし、この用語は、例えば、屈折光学システム、反射光学システム、反射屈折光学システムを含んで、様々な種類の投影システムを包含するものと広く解釈すべきである。また、放射システムも、放射線のビームを導き、成形し、または制御するためのこれらの設計に応じて動作する部品を含むことがあり、それらの部品は、本明細書において、以降、集合的なまたは単一の「レンズ」と呼ぶことがある。さらに、リソグラフ装置は2個またはそれ以上の基板テーブル（および/または2個またはそれ以上のマスクテーブル）を有する種類とすることができる。それらの「多段」装置において、追加のテーブルは、1個または他のテーブルが露出のために使用されている間に、1個または複数のテーブル上で並列ステップまたは準備ステップの実施に使用することができる。2段リソグラフ装置は、例え

10

20

30

40

50

ば、米国特許第5,969,441号および国際公開第WO98/40791号に説明されている。

【0023】

本明細書において、本発明による装置はIC製造における使用に特定して参照されるが、それらの装置は多くの他の可能な用途があることを明確に理解すべきである。例えば、それは、一体化された光学システムの製造、磁気ドメインメモリの案内パターンおよび検出パターン、液晶表示パネル、薄膜磁気ヘッド等に使用することができる。当業者であれば、それらの代替の用途の内容において、本明細書の用語「レチクル」、「ウェーハ」または「ダイ」は、いずれもそれぞれより一般的な用語「マスク」、「基板」、および「目標部分」に置き換えて考えるべきであることを理解するであろう。

10

【0024】

本文書において、用語「放射線」および「ビーム」は、紫外(UV)放射線(例えば波長365、248、193、157、または126nm)、および超紫外(EUV)放射線(例えば、5~20nmの波長範囲を有する)、ならびにイオンビームまたは電子ビームなどの粒子ビームを含んで、全ての種類の電磁気放射線を包含して使用される。

【0025】

図1は、本発明の一実施形態によるリソグラフ投影装置1の概要を示す。装置1はベースプレートBPを含む。また、装置は放射線源LA(例えば、EITV放射線)を含むことができる。第1対象物(マスク)テーブルMTにはマスクMA(例えばレチクル)を保持するように構成されたマスク保持具が設けられ、投影システムまたはレンズPLに対してマスクを正確に位置決めする第1位置決め装置PMに接続される。第2対象物(基板)テーブルWTには基板W(例えばレジストで被覆されたシリコンウェーハ)を保持するように構成された基板保持具が設けられ、投影システムPLに対して基板を正確に位置決めする第2位置決め装置PWに接続される。投影システムまたはレンズPL(例えばミラー群)は、マスクMAの照射された部分を基板Wの目標部分C(例えば1個または複数のダイを含む)上に像形成するように構成される。

20

【0026】

ここで図示されるように、装置は反射式(すなわち反射マスクを有する)である。しかし、一般に、例えば透過型マスクを備える透過式とすることもできる。代りに、装置は、上で参照した種類のプログラム可能なミラーアレイなど、他の種類のパターン形成装置を使用することができる。

30

【0027】

線源LA(例えば、放電またはレーザ誘起プラズマ源)は放射線を発生する。この放射線は、直接または例えばビーム伸張器などの調整装置を横断した後、照明システム(照明器)ILに供給される。照明器ILは、ビーム強度分布の外方および/または内方半径広がり(通常それぞれ外方および内方と呼ばれる)を設定する調節装置AMを含むことができる。さらに、それはインテグレートINおよびコンデンサCOなどの様々な他の部品を含むであろう。このようにして、マスクMAに入射するビームPBは、その断面に望ましい均一性と強度分布を有する。

【0028】

図1に関して、線源LAは、しばしば線源LAが水銀ランプであるときの場合のように、例えばリソグラフ投影装置内にあることができるが、リソグラフ投影装置から離れることもできる。その発生する放射線は装置に導かれる。この後者のモデルは多くは線源LAがエキシマレーザの場合である。本発明はこれらのモデルの両方を含む。

40

【0029】

ビームPBは続いてマスクテーブルMT上に保持されたマスクMAで遮断される。マスクMAを横断したビームPBは、基板Wの目標部分C上にビームPBを合焦させるレンズPLを通過する。第2位置決め装置PWと干渉計IFによって、基板テーブルWTは、例えばビームPBの通路の異なる目標部分Cを位置決めするために正確に動くことができる。同様に、例えばマスクライブラリーからマスクMAを機械的に検索した後、または走査

50

中に、第1位置決め装置PMを用いてビームPBの通路に対してマスクMAを正確に位置決めすることができる。一般に、対象物テーブルMT、WTの動きは、長行程モジュール（粗い位置決め）および短行程モジュール（精密位置決め）によって実現されるが、図1には明確には示されていない。しかし、ウェーハステッパの場合（ステップアンドスキャン装置とは逆に）、マスクテーブルMTは短行程アクチュエータだけに接続することができ、あるいは固定することができる。マスクMAおよび基板Wはマスク配列マークM<sub>1</sub>、M<sub>2</sub>および基板配列マークP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>を用いて位置決めすることができる。

【0030】

示した装置は2つの異なるモードで用いることができる。

【0031】

(1)ステップモードにおいて、マスクテーブルMTは本質的に静止状態に保たれ、マスク像全体は目標部分C上に一回で、すなわち単一「露光」で投影される。次いで、基板テーブルWTはXおよび/またはY方向にシフトするので、異なる目標部分CをビームPBで照射することができる。

【0032】

(2)走査モードにおいて、所与の目標部分Cが単一「露光」で露出されないこと以外は本質的に同じモデルが適用される。代わりに、マスクテーブルMTは速度vで所与の方向（いわゆる「走査方向」、例えばY方向）へ動くことが可能であり、投影ビームPBはマスク像を走査する。併行して、基板テーブルWTは同時に速度V=Mvで同じまたは反対方向へ動く。式中、MはレンズPLの倍率（典型的にM=1/4または1/5）である。このようにして、解像度に妥協することなく比較的大きな目標部分Cを露出することができる。

【0033】

図2は、図1のリソグラフ投影装置1に用いることのできる投影システムPLと放射システム2を示す。放射システム2は照明光学ユニット4を含む。また、放射システム2は、線源コレクタモジュールまたは放射ユニット3を備える。放射ユニット3には放電プラズマによって形成することのできる放射線源LAが設けられる。放射線源LAは、XeガスまたはLi蒸気などのガスまたは蒸気を使用することができ、非常に熱いプラズマを形成してEUV範囲の電磁気スペクトルの放射線を放出することができる。非常に熱いプラズマは、部分的にイオン化された電氣的放電プラズマを光学軸0上へ減衰させることによって形成される。十分な放射線を発生するためには、Xe、Li蒸気または他の適切なガスまたは蒸気は0.1ミリバールの分圧が必要である。放射線源LAによって放出された放射線は、線源チャンバ7からガス遮断構造または「フォイルトラップ」9を経て、コレクタチャンバ8を通過する。ガス遮断構造9は、例えば欧州特許第1233468A号および欧州特許第1057079A号に詳細が説明されているものなどのチャンネル構造を含む。

【0034】

コレクタチャンバ8は放射線コレクタ10を備え、これはグレージング入射コレクタとすることができる。コレクタ10を通過した放射線は格子スペクトルフィルタ11を反射し、コレクタチャンバ8の開口の仮想線源点12に合焦する。投影ビーム16は、チャンバ8から、照明光学ユニット4中で直角入射反射器13および14によって反射し、レチクルまたはマスクテーブルMT上に配置されたレチクルまたはマスク上に至る。パターン形成されたビーム17が形成され、投影システムPL中で、反射要素18および19によってウェーハステージまたは基板テーブルWT上に像形成される。一般に、図示した要素よりも多くの要素が照明光学システム4および投影システムPLに存在することができる。

【0035】

図2に示すように、リソグラフ投影装置1は、パージガス供給システム100を含む。パージガス供給システム100のパージガス出口130~133は、図2に示すように、投影システムPLおよび放射システム2中、反射器13と14、および反射要素18と1

10

20

30

40

50

9の近くに配置される。しかし、望むならば、装置の他の部分に同様にパージガス供給システムを設けることもできる。例えば、リソグラフ投影装置のレチクルおよび1個または複数のセンサーにパージガス供給システムを設けることができる。

【0036】

図1および2において、パージガス供給システム100はリソグラフ投影装置1の内部に配置される。パージガス供給システム100は、装置1の外部の任意の装置を用いて、特定の実施に適した任意の方法で制御することができる。しかし、同様に、パージガス供給システム100の少なくともいくつかの部分、例えばパージガス混合物発生器120をリソグラフ投影装置1の外部に配置することができる。

【0037】

図3は、パージガス供給システム100の例示的实施例を示す。パージガス入口110は、実質的に水分のない乾燥ガスを供給するパージガス供給装置(示されていない)、例えば加圧ガス供給回路、圧縮乾燥空気他を有するシリンダーに接続される。乾燥ガスはパージガス混合物発生器120を経由して供給される。以下で説明するように、乾燥ガスはパージガス混合物発生器120中でさらに精製される。さらに、パージガス混合物発生器120は、パージガス出口130へ向けて乾燥ガスに水分を加える加湿器150を含む。他のパージガス出口131および132は加湿器150に接続されていない。したがって、パージガス出口130で、パージガスと水分を含むパージガス混合物が存在し、他のパージガス出口131および132では乾燥パージガスだけが存在する。それによって、パージガス混合物はウェーハテーブルWTなど水分の必要な化学物質が提供される表面近くでのみ供給することができ、リソグラフ投影装置1の他の部分には乾燥パージガス、すなわち水分のないパージガスを供給することができる。いずれにしても、本発明は、1個だけの発生器の出口がパージガス混合物を供給するパージガス混合物発生器に制限されない。

【0038】

さらに、水分がパージガスに加えられるので、相対湿度または水分の純度などのパージガス混合物の特性を良好な精度で制御することができる。また、加湿器のためにシステムは柔軟性があり、パージガスに多くまたは少なく水分を加えることによって、加湿器はパージガス混合物中に存在する水分の量を容易に調節することができる。

【0039】

パージガス混合物発生器120は、流れの方向に、精製装置128、流量計127、弁125、減衰器129、熱交換機126および加湿器150を含む。

【0040】

CDA源(示されていない)からの圧縮空気(CDA)はパージガス入口110を経由して精製装置128に供給される。CDAは精製器128によって精製される。精製器128は2個の平行流分岐128Aおよび128Bを含み、各々、流れの方向に、自動弁1281もしくは1282および再生可能な精製装置1283もしくは1284を含む。再生可能な精製装置1283および1284には、各々加熱するための加熱要素が設けられ、それによってそれぞれの精製装置1283および1284が再生される。流れ分岐は精製装置1283および1284の下流で純度センサー1286によって制御される遮断弁1285に接続される。

【0041】

精製器は再生可能であるので、システムがパージガスから除去された化合物で飽和された場合、精製器を再生することによって長期間使用することができる。再生可能な精製器は、例えば活性炭フィルタで行われる非再生可能な化学的工工程とは対照的に、例えば、吸着、触媒等などの物理工工程によって汚染化合物または粒子をガスから除去する任意の適したタイプとすることができる。一般に、再生可能な精製器は有機材料を含まず、再生可能な精製器は、ゼオライト、チタン酸化物、ガリウムまたはパラジウム化合物等を含んで、物理的にパージガスの汚染物質を結合するのに適した金属などの材料を典型的に含む。好ましい精製器は、Mykrolis Corpから入手可能なAeronex Iner

10

20

30

40

50

t または X C D A 精製器 ( C E - 7 0 K F - I、O、または N ) などの不活性ガスと酸素融和性の精製器である。

【 0 0 4 2 】

精製装置 1 2 8 3 および 1 2 8 4 は、C D A が精製される精製状態と再生状態に交互に入ることができる。再生状態において、精製装置はそれぞれの加熱要素によって再生される。したがって、例えば、精製装置 1 2 8 3 が C D A を精製する間に、精製装置 1 2 8 4 が再生される。精製装置 1 2 8 はこのようにして精製のレベルを一定に維持しながら連続的に運転することができる。

【 0 0 4 3 】

自動弁 1 2 8 1 および 1 2 8 2 は、対応する精製装置 1 2 8 3 および 1 2 8 4 の運転に  
10 応答して運転される。したがって、精製装置 1 2 8 3 または 1 2 8 4 が再生されるとき、対応する弁 1 2 8 1 または 1 2 8 2 が閉じる。精製装置 1 2 8 3 または 1 2 8 4 が精製のために使用されるとき、応答する弁 1 2 8 1 または 1 2 8 2 が開く。

【 0 0 4 4 】

精製された C D A は、純度センサー 1 2 8 6 によって制御される遮断弁 1 2 8 5 を経由して供給される。精製された C D A の純度が所定のしきい値以下であるとき、純度センサー 1 2 8 6 は自動的に遮断弁 1 2 8 5 を閉じる。したがって、不十分な純度レベルのパー  
ジガスによるリソグラフ投影装置 1 の汚染が自動的に防止される。

【 0 0 4 5 】

精製された C D A の流れは流量計 1 2 7 によって監視することができる。弁 1 2 5 を使用して流れを手動で遮断することができる。減衰器 1 2 9 は減衰器の出口で安定した圧力を提供し、したがって、安定したパー  
ジガス圧力が 1 4 3 ~ 1 4 5 の拘束部に提供される ( 熱交換機 1 2 6 を経て ) 。

【 0 0 4 6 】

熱交換機 1 2 6 は一定の精製された C D A の温度を提供する。熱交換機 1 2 6 は、特定の実施に適したガスの温度を達成するために、精製された C D A から熱を抽出し、または加える。例えば、リソグラフ投影装置では安定な加工条件が必要であり、熱交換機はこのようにして長期間一定のガス温度を有するように、精製された C D A の温度を安定化することができる。リソグラフ用途におけるパー  
ジガス出口でのパージガスの安定な条件は、例えば、流量が毎分 2 0 ~ 3 0 標準リットル、および / またはパージガスの温度が約 2 2  
、および / または相対湿度が 3 0 ~ 6 0 % の範囲であることが見出されている。しかし、本発明はこれらの条件に制限されず、これらの因子の他の値を本発明によるシステムに同様に用いることができる。  
30

【 0 0 4 7 】

熱交換機 1 2 6 は、拘束部 1 4 3 ~ 1 4 5 を経てパージガス出口 1 3 0 ~ 1 3 2 に接続される。拘束部 1 4 3 ~ 1 4 5 は、パージガス出口 1 3 0 ~ 1 3 2 の各々で、所望の一定のパージガス流および圧力が得られるように、ガスの流れを制限する。パージガス出口でのパージガス圧力の適切な値は、例えば 1 0 0 ミリバールである。同様に、調節可能な拘束部を用いて、パージガス出口 1 3 0 ~ 1 3 2 の各々で調節可能なガス流を提供することが可能である。  
40

【 0 0 4 8 】

加湿器 1 5 0 は熱交換機の下流に拘束部 1 4 3 とパージガス出口 1 3 0 の間に接続される。パージガス出口 1 3 0 は図 1 および 2 の実施例中ではウェーハテーブル W T 近くに設けられる。加湿器 1 5 0 は精製された C D A に水分を加え、したがって出口 1 3 0 へのパージガス混合物を提供する。この実施例においては、パージガス混合物は単一の出口のみで放出される。しかし、例えば複数のパージガス出口を別の加湿器に接続することによって、または 2 個または複数の出口を同じ加湿器に接続することによって、パージガス混合物を 2 個またはそれ以上のパージガス出口に放出することも同様に可能である。図 3 に示すものよりもパージガス混合物発生器の異なる位置に加湿器を設けることが同様に可能である。例えば、加湿器 1 5 0 は、弁 1 4 3 とパージガス出口 1 3 0 の間ではなく、パー  
ジ  
50

ガス混合物発生器 120 と弁 143 の間に配置することができる。加湿器 150 は、拘束器としても働き、望むならば、加湿器 150 に接続された拘束器 130 を省くことができる。

#### 【0049】

加湿器 150 は、例えば図 4 に示すように実施することができる。しかし、同様に加湿器 150 は異なるように実施することができ、例えば、流体をパージガスの流れの中に気化する気化器を含むことができる。

#### 【0050】

図 4 に示される加湿器 150 は、例えば高純度の水などの液体 154 で液体レベル A まで満たされる液体容器 151 を含む。ガス入口 1521 (以降、「湿りガス入口 1521」と呼ぶ) は、液体 154 に没して液体レベル A の下方に配置される。他のガス入口 1522 (以降、「乾燥ガス入口 1522」と呼ぶ) は、液体レベル A の上方、液体 154 で満たされない液体容器 151 の部分に配置される。ガス出口 153 は液体 154 上部の液体容器 153 の部分をパージガス供給システム 100 の他の部分と接続する。パージガス、例えば精製された圧縮乾燥空気は、湿りガス入口 1521 を経て液体容器 151 中に導かれる。したがって、パージガスの気泡 159 が液体 154 中に発生する。浮力によって、気泡 159 は液体 154 中に盛り上がった後、図 4 に矢 B で示されるように上方へ移動する。この上方への移動期間中に、液体 154 からの水分が例えば拡散工程によって気泡 159 中に入る。したがって、気泡 159 中のパージガスに水分が混入される。液体の表面、すなわち液体レベル A で、気泡 159 はそれらのガス状内容物を液体容器 151 中の液体 154 の上部に存在するガス(複数のガス)に供給する。得られるパージガス混合物はガス出口 153 を経由して容器から放出される。

#### 【0051】

湿りガス入口 1521 は、外側端部を液体容器 151 の外側で図 3 のパージガス混合物発生器 120 などのパージガス供給装置(示されていない)に接続された管状要素である。湿りガス入口 1521 には、液体容器 151 の内部に配置された、内側端部に小さな、例えば 0.5 ミクロンの通路を有するフィルタ要素 1525 が設けられる。フィルタ要素 1525 は、この実施形態においては全体的にであるが、少なくとも部分的に液体 154 中に配置される。したがって、湿りガス入口 1521 は非常に小さなパージガスの気泡を大量に発生する。それらの小さなサイズ(例えば、約 0.5 ミクロン)のため、気泡 159 は比較的短時間、すなわち液体 154 を通る比較的短い移動距離で飽和まで加湿される。

#### 【0052】

乾燥ガス入口 1522 には、湿りガス入口 1521 のフィルタ要素と類似のフィルタ要素 1524 が設けられる。それによって、湿りガス入口 1521 と乾燥ガス入口 1522 を通るガス流は実質的に類似し、パージガス混合物中の水分の量は、液体 154 を離れる瞬間の気泡 159 中の水分の量の実質的に半分である。すなわち、気泡 159 が水分で飽和され、すなわち相対湿度(Rh) 100%であれば、パージガス混合物は 50% Rh を有する。しかし、それぞれ湿りガス入口 1521 と乾燥ガス入口 1522 を経由して液体容器中に流れるガス流の比を異ならせ、それによって相対湿度を 0~100% Rh に調節することが同様に可能である。

#### 【0053】

ガス出口 153 にはその内側端部に微細メッシュの、例えば 0.003 ミクロンのフィルタ 1526 が設けられ、液体容器 151 を流出するガスから粒子と小さな液滴を濾過する。したがって、パージガス混合物が提供される表面のそれらの粒子による汚染は低減される。

#### 【0054】

パージガス混合物中の水分の相対量は異なる方法で制御することができる。例えば、液体容器 151 のパラメータを制御することができる。また、例えば、湿りガス入口 1521 によって発生した水分を有するパージガスの量に対して、乾燥ガス入口 1522 を経由

10

20

30

40

50

して容器 151 に入る水分のないパージガスの量を制御することができる。液体容器 151 の制御されるパラメータは、例えば 1 種または複数の内部温度、流量、圧力、液体中のパージガスの滞留時間とすることができる。

【0055】

例えば、温度はガス中に存在することのできる水分の飽和量に影響を与えることが知られている。温度を制御するために、液体容器 151 には、例えば温度測定装置によって提供される液体容器内部の温度を表す温度信号に应答して、制御装置または制御器によって制御される加熱要素を設けることができる。

【0056】

液体 154 中の気泡の滞留時間は、湿りガス入口 1521 を経てガス気泡が液体中に注入される位置を調節することによって、変化させることができる。例えば、フィルタ 1525 が液体 154 中にさらに深く配置されると、気泡が液体レベル A まで移動すべき距離は増加し、したがって滞留時間も同様に増加する。ガス気泡が長く液体中に存在すれば、より多くの水分がガス中に吸収される。したがって、滞留時間を変化させることによってガスの湿度を適合させることができる。

【0057】

加湿装置 150 には、制御装置 157 がさらに設けられ、それによってパージガス混合物中の水分の量を制御することができる。制御装置 157 は水分制御接点 1571 で乾燥ガス入口 1522 の制御弁 1523 へ接続され、それによって乾燥入口 1522 に供給されるパージガスの流量、したがって、加湿されたガスに相対する乾燥パージガスの量を制御することができる。

【0058】

制御装置 157 は液体容器 151 に存在する液体 154 の量をさらに制御する。制御装置 157 は液体制御接点 1572 で液体供給 156 の制御弁 1561 に接続され、オーバーフロー接点 1573 でガス出口 153 の制御弁 1531 に接続される。液体レベル測定装置 158 は制御装置 157 に通信可能に接続される。液体レベル測定装置 158 は、液体容器 151 の液体レベルの特性を表す液体レベル信号を制御装置 157 へ提供する。制御装置 157 は液体レベル信号に应答して制御弁 1561 と制御弁 1531 を作動する。

【0059】

この実施例において、液体レベル測定装置 158 は、液体容器 151 の底部に対して適切な異なる高さに配置された 3 個のフロートスイッチ 1581 ~ 1583 を含む。最下部のフロートスイッチ 1581 は底部に最も近く配置される。液体レベル A が最下部フロートスイッチ 1581 よりも下にあるとき、最下部のフロートスイッチ 1581 は制御装置 157 に空の信号を提供する。空の信号に应答して、制御装置 157 は制御弁 1561 を開き液体は自動的に容器へ供給される。

【0060】

中間のフロートスイッチ 1582 は、液体レベルがこのフロートスイッチ 1582 の高さに達する場合、満の信号を提供する。満信号に应答して制御装置 157 は制御弁 1561 を閉じ、それによって液体供給を停止する。

【0061】

最上部のフロートスイッチ 1583 は底部から最も遠く配置される。最上部のフロートスイッチ 1583 は、液体レベル A が頂部フロートスイッチ 1581 以上である場合に、制御装置 157 へオーバーフロー信号を提供する。過剰充填に应答して、制御装置 157 はガス出口 153 の制御弁 1531 を遮断し、液体がリソグラフ投影装置 1 の他の部分に漏洩することを防止する。

【0062】

相対湿度が 25% またはそれ以上など、20% 以上のパージガス混合物は、フォトレジストの性能に関して特に良好な結果を与える。さらに、相対湿度が 60% など、25% またはそれ以上および 70% 以下のパージガス混合物は、リソグラフ投影装置中の測定装置の精度に関して良好な予防効果を有する。さらに、例えば 40% の湿度、リソグラフ投影

10

20

30

40

50

装置の周囲の空間、例えばクリーンルーム中の湿度に類似の湿度は最適の結果を与えることが見出された。

【0063】

本発明に用いるための好ましい加湿器は、パージガス流れを含む第1の領域と、水を含む第2の領域を含み、第1および第2の領域は実質的に液体の侵入に抵抗性のあるガス透過性膜によって分離されている。膜用の適切な材料は、ポリ(テトラフルオロエチレン-コ-ペルフルオロ-3,6-ジオキサ-4-メチル-7-オクテンスルホン酸)などの熱可塑性ポリマーおよびポリテトラフルオロエチレンなどの過フッ化ポリマーを含む。過フッ化ポリマーなどの濡れ性のないポリマーは特に好ましく、高压液体とともに使用され実質的に無機酸化物(例えば、 $SO_x$ および $NO_x$ ( $x$ は1~3の整数))を含まないポリマーは特に適している。膜はシートとすることができ、折り畳み、または襞を付けることができ、あるいは両側を結合して中空繊維を形成することができる。唯一重要なことは、膜を筐体に結合する任意の封止材または接着剤と共に、膜が通常の運転条件(例えば30 p s i gまたはそれ未満の圧力)下でパージガスへの液体の侵入を防止することである。膜は、パージガスと水に接触する膜の表面積を最大化し、膜の容積を最小化するように構成されることが好ましい。加湿器は以下に説明するように、装置あたり1個以上の膜を含むことができる。

10

【0064】

中空繊維膜を有する加湿器は、典型的に、

(a) 膜が外部表面および内部表面を有し、内部表面が第1の領域と第2の領域の一方を取り囲む、第1の端部と第2の端部を有する複数のガス透過性中空繊維膜からなる束を含み、

20

(b) 前記束の各端部が液体シールで融着されて、前記繊維端部が流体の流れに開放された、周囲の筐体を有する端部構造を形成し、

(c) 前記筐体は内壁および外壁を有し、前記内壁が前記内壁と前記中空繊維膜の間の第1の領域および第2の領域の他方を画定し、

(d) 前記筐体はパージガス源に接続されたパージガス入口とパージガス混合物出口とを有し、

(e) 前記筐体は水源に接続された水入口と水出口とを有し、パージガス入口は束の第1の端部に接続されパージガス混合物出口が束の第2の端部に接続される、または、水入口は束の第1の端部に接続され水出口が束の第2の端部に接続されている。

30

【0065】

加湿器として使用するのに一般に適した中空繊維膜を有する装置は、典型的に膜接触器と呼ばれ、米国特許第6,149,817号、米国特許第6,235,641号、米国特許第6,309,550号、米国特許第6,402,818号、米国特許第6,474,628号、米国特許第6,616,841号、米国特許第6,669,177号、米国特許第6,702,941号に説明されており、その内容は参照により本明細書に組み込まれている。多くの膜接触器が液体(例えば水)にガスを与えまたは液体からガスを除去するのに有用であると先行特許に述べられているが、出願人は膜接触器が一般にパージガス流に水蒸気を加えるように運転できることを見出した。加湿器として使用するのに適した膜接触器の特定の実施例は、Pall Corporation製のInfuzor(登録商標)膜接触器モジュール、Membrane-Charlotte製のLiqui-Cell(登録商標)、およびPermaPure LLC製のNafion(登録商標)膜燃料電池加湿器を含む。

40

【0066】

特に好ましい加湿器の図は図5に示され、その商業的な実施形態はBillerica、MAのMykrolis Corporation製のpHasor(商標)II膜接触器である。図5に示すように、流体1は繊維管孔3を通して加湿器2に流入し、管孔3中で加湿器2内部を横断し、膜によって流体4から分離され、接続部40で繊維管孔を通して接触器2を流出する。流体4は接続部30を通して筐体に流入し、筐体の内壁と繊維

50

の外径間の空間を実質的に満たし、接続部 20 を通って流出する。パージガスと水のうち一つが流体 1 であり、他は流体 4 である。水が流体 4 であることが好ましい。

【0067】

本発明の好ましい加湿器に使用されるガス透過性中空繊維膜は典型的に以下の 1 種である。

(a) 多孔質皮覆内部表面、および多孔質外部表面と中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜。

(b) 非多孔質皮覆内部表面、および多孔質外部表面と中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜。

(c) 多孔質皮覆外部表面、および多孔質内部表面と中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜。

(d) 非多孔質皮覆外部表面、および多孔質内部表面と中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜。

【0068】

これらの中空繊維膜は約 350 ミクロン～約 1450 ミクロンの外径を有することが好ましい。

【0069】

これらの中空繊維膜が、多孔質皮覆内部表面、および多孔質外部表面と中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜、または多孔質皮覆外部表面、および多孔質内部表面と中間の多孔質支持構造を有する中空繊維膜であるとき、多孔質皮覆表面の孔は直径約 0.001 ミクロン～約 0.005 ミクロンであることが好ましい。皮覆表面の孔は液体流に面することが好ましい。

【0070】

これらの中空繊維膜用の適切な材料には、以下のポリマーが厳しい使用条件による悪影響を受けないので、ポリ(テトラフルオロエチレン-コ-ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル))(ポリ(PTFE-CO-PFVAE)、ポリ(テトラフルオロエチレン-コ-ヘキサフルオロプロピレン)(FEP)、またはその混合物などの過フッ化熱可塑性ポリマーが含まれる。PFA Teflon (登録商標)はポリ(PTFE-CO-PFVAE)の例であり、アルキルは主としてあるいは完全にプロピル基である。FEP Teflon (登録商標)はポリ(FEP)の例である。両方ともDuPontによって製造されている。Neoflon (商標) PFA (Daikin Industries)はDuPontのPFA Teflon (登録商標)に類似したポリマーである。アルキル基が主としてメチルであるポリ(PTFE-CO-PFVAE)は、米国特許第5,463,006号に記載され、その内容は参照により本明細書に組み込まれている。好ましいポリマーはHyflon (登録商標)ポリ(PTFE-CO-PFVAE)620であり、Thoro fare、N.J.のAusimont USA, Inc.から入手可能である。これらのポリマーを中空繊維膜に形成する方法は、米国特許第6,582,496号、米国特許第4,902,456号に記載されており、その内容は参照により本明細書に組み込まれている。

【0071】

融着 (potting) は各繊維の周囲に液体封止シールを有する管板 (tube sheet) の形成工程である。管板またはポットは、加湿器の内部を環境から分離する。ポットは筐体容器に熱接合され、一体的な端部構造を形成する。一体的な端部構造は、繊維とポットが筐体に接合されて完全に過フッ化熱可塑性材料からなる単一の物体を形成するときに得られる。一体的な端部構造は、融着された端部に包含される繊維束の部分と、ポット、および過フッ化熱可塑性筐体の端部を備え、その内部表面はポットに一致し、それに接合される。一体的な構造を形成することによってより堅牢な加湿器が製造され、ポットと筐体の界面で漏洩またはさもなければ破損が起こり難い。さらに、一体的な端部構造を形成することは繊維を所定の位置に接合するためのエポキシなどの接着剤を使用する必要がなくなる。それらの接着剤は、典型的に揮発性炭化水素を含み、加湿器を流れるパ

10

20

30

40

50

ージガスを汚染する。例えば、Perma Pure製のLiqui-cell加湿器を用いて加湿されたパージガスは、明らかにエポキシの臭気があり、これはパージガス中に、数百ppm程度の許容できない含有量の炭化水素を明確に示唆する。融着および接合工程は、1999年1月29日に出願の米国特許出願第60/117,853号に記載され、米国特許第6,582,496号に開示された方法の適用であり、その教示は参照により組み込まれている。中空繊維膜の束は、束の第1および第2の端部が液体封止過フッ化熱可塑性シールで融着され、第1および第2の端部の両方を備える単一の一体的な端部構造を周辺の過フッ化熱可塑性筐体と共に形成し、端部の繊維が個別に流体の流れに開くように調製されることが好ましい。

#### 【0072】

パージガス混合物供給システムは、典型的に少なくとも毎分約30標準リットルのパージガス流量、および少なくとも約90の温度で運転することが可能である。加湿器に加熱された水が使用されるとき、水温は少なくとも30、すなわち、少なくとも約50、または少なくとも約60など、少なくとも35であることが好ましい。加湿器を通るパージガスの流量は、典型的に少なくとも毎分約20標準リットル(slm)であり、例えば、少なくとも約60slmである。

#### 【0073】

本発明の好ましい加湿器を流出するパージガス混合物(加湿されたパージガス)は、少なくとも約20%の相対湿度を有することができる。加湿器の運転条件に応じて、少なくとも約50%または約100%(実質的に飽和したパージガスを生成するために)のより高い相対湿度の値が可能である。例えば、より高い安定化された相対湿度の値は、パージガスの加湿器中の滞留時間を長くすることによって(例えば流量を減らすかあるいは加湿器のサイズを大きくすることによって)、あるいは加湿器または少なくとも加湿器中の水を加熱することによって達成される。膜を横切るガス圧力および水の流れは質量流量制御器によってさらに制御することができる。具体的には、パージガスの圧力を低下させるとパージガスの加湿は増加する。パージガス圧力が低下されると、高い相対湿度を得るために水を加熱する必要は少なくなる。

#### 【0074】

図4に示した加湿器のように、図5の加湿装置には制御装置を設けることができ、それによってパージガス混合物中の水分の量を制御することができる。制御装置は水分制御接点で制御弁に接続され、それによって図5の加湿器を流出する加湿されたパージガスとともに混合チャンバーに供給される(例えばパージガス源から直接)加湿されないパージガスの流量を制御することができる。

#### 【0075】

本発明のパージガス混合物発生器は、約100以下の温度で揮発する化合物を実質的に除去するのに十分な温度で、十分な時間加熱することが有利である。これは、本質的に汚染のないガスが要求される用途へのそれらの使用を可能にする。本発明の目的のためには、パージガスは汚染レベルが1ppbを超えないガスまたはガスの混合物と定義される。パージガスは窒素およびアルゴンなどの不活性ガス、ならびに酸素含有ガス/圧縮乾燥空気および清浄な乾燥ガスを含む。適切なパージガスは、酸素などの非不活性ガスはある用途において汚染物質ではないが、他の用途においては汚染物質と考えられるように、意図する用途に対して決定される。パージガス混合物発生器(および加湿器)はパージガスの汚染物に寄与しないことが好ましい。例えば、約1ppb(または約1兆分の100部(ppb))を超えない汚染物を含むパージガスは、約1ppb(または約1兆分の100部(ppb))を超えない汚染物を含む加湿されたパージガスとして加湿器を流出する。本発明の特別の加湿器(実施例1参照)は、汚染物レベルが1ppt未満に留まるようにパージガスを加湿することが可能である。

#### 【0076】

本発明の水源に使用される水は、蒸留し濾過されたUHP水(例えばMillipore MilliQ水)であることが好ましい。

10

20

30

40

50

(実施例)

【実施例 1】

【0077】

Mykrolis (登録商標) pHAsor II 膜接触器を非メタン炭化水素と硫黄化合物の放出について試験した。汚染物を放出しない膜接触器はXCDA (登録商標) ガス流 (1兆分の1部 (ppt) 未満の炭化水素および硫黄化合物) への水分添加に使用することができる。

【0078】

pHAsor II を洗浄して揮発性化合物を除去した。図6はpHAsor からの加湿されたパージガス中の汚染物を測定するための実験装置を示す。圧力調節器を用いて質量流量制御器 (MFC) 上流のガスの圧力を維持した。MFCを用いてpHAsor II の管孔側を通る空気の流量を維持した。精製器を用いてpHAsor II 上流のガスから汚染物を除去しXCDA パージガスを製造した。pHAsor II の上流の圧力計を用いて入口の圧力を監視した。背圧調節器を用いてpHAsor II の出口圧力を維持した。pHAsor II のシェル側には水を充填しなかった。この試験の間、高い水分の濃度は検出器を不安定にするので、pHAsor II から水を除去した。火炎イオン化検出器およびパルス火炎光度検出器 (GC/FID/PFPD) を備えるガスクロマトグラフを用いて、pHAsor II 流出物中の炭化水素と硫黄化合物の濃度を測定した。冷却トラップ法を用いて炭化水素と硫黄化合物を濃縮し、検出下限値を1 pptの濃度レベルに下げた。

10

20

【0079】

図7はGC/FIDを用いる1 ppt 未満の炭化水素汚染物の清浄な背景読み取りを示す。図8はpHAsor II 下流のGC/FID読み取りを示す。示したように、両方の読み取りとも基本的に同一である。したがって、XCDAがpHAsor II を通過しているとき、1 ppt 未満の炭化水素汚染濃度が維持される。

【0080】

図9はGC/PFPDを用いる1 ppt 未満の硫黄汚染物の清浄な背景読み取りを示す。図10はpHAsor II 下流のGC/PFPD読み取りを示す。示したように、両方の読み取りとも基本的に同一である。したがって、XCDAがpHAsor II を通過しているとき、1 ppt 未満の硫黄汚染濃度が維持される。

30

【0081】

pHAsor II の流出物は1 ppt 未満の非メタン炭化水素および1 ppt 未満の硫黄化合物を含む。したがって、pHAsor II はXCDA パージガスの完全さを損なうことなく精製器の下流に用いることができる。

【実施例 2】

【0082】

様々な水温、CDA 流量、およびCDA 圧力を用い、Mykrolis pHAsor II 膜接触器を用いて、清浄な乾燥空気 (CDA) を加湿した。全ての実験について、pHAsor II を洗浄して揮発化合物を除去した。MFCを用いてpHAsor II の管孔側を通る空気の流量を維持した。pHAsor II のシェル側には脱イオン水を用い、熱交換機を用いて加熱した。水流はpHAsor の出口側の調節器を用いて制御した。水温はpHAsor II の入口および出口側で測定し、パージガスの圧力、温度、相対湿度はpHAsor II の出口側で測定した。

40

【0083】

第1の実験において、異なるCDA 流量ごとに水の温度を変化させた。この実験に使用したCDAは20 psi (約0.14 Pa) の背圧、初期温度19 °C、および相対湿度6%であった。自家製脱イオン水をpHAsor II に160 mL/分の速度で流した。第1実験の結果を表1~3に示す。

【0084】

【表 1】

表1 流量40SLMのCDAの加湿

水温(°C)	相対湿度(%)	出口ガスの温度(°C)
24	42	20
27	49	20
30	52	21
33	60	21
36	68	23
39	83	22
41	92	23
42	98	23

10

【 0 0 8 5 】

【表 2】

表2 流量70SLMのCDAの加湿

水温(°C)	相対湿度(%)	出口ガスの温度(°C)
24	40	21
27	44	21
30	47	22
33	58	22
36	60	24
39	75	23
41	81	24
42	90	24

20

30

【 0 0 8 6 】

【表 3】

表3 流量100SLMのCDAの加湿

水温(°C)	相対湿度(%)	出口ガスの温度(°C)
24	40	20
27	40	21
30	41	22
33	46	23
36	50	24
39	55	25
41	62	26
42	65	26

10

第2実験において、pHAsor II中のCDAの背圧を変化させた。この実験に使用したCDAは、初期温度19℃、および相対湿度1%であった。屋内脱イオン水は35℃に加熱し、pHAsor IIを156mL/分の速度で流した。第1実験の結果を表4～6に示す。

20

【0087】

【表 4】

表4 流量50SLMのCDAの加湿

CDA圧力(psig)	相対湿度(%)	温度(°C)
10	98	23
15	80	23
20	63	23
25	55	22

30

【0088】

【表 5】

表5 流量70SLMのCDAの加湿

CDA圧力(psig)	相対湿度(%)	温度(°C)
5	98	24
10	88	23
15	74	23
20	60	22
25	51	22

40

【0089】

【表 6】

表6 流量100SLMのCDAの加湿

CDA圧力 (psig)	相対湿度 (%)	温度 (°C)
5	68	26
10	68	24
15	60	24
20	51	24
25	46	24

10

第1実験は、水温が上昇するとパージガスの加湿が増加することを示す。CDAの相対湿度の最も顕著な増加は水温が30 またはそれ以上のときに観察された。30未満の温度では、水温の影響は少なかった。

【0090】

第2実験は膜接触器中のパージガスの背圧が低下すると、パージガスがより急速に水分で飽和されることを示す。この効果は試験した圧力範囲全体にわたってほぼ直線である。

【0091】

本発明を好ましい実施形態を参照して特に詳細に示し説明したが、当業者であれば、添付の請求項に包含される本発明の範囲から逸脱することなく、形状および詳細の様々な変更を加えることができることを理解するであろう。

20

【図 1】

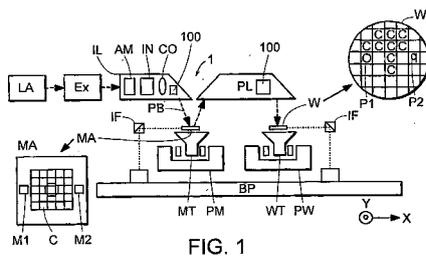


FIG. 1

【図 2】

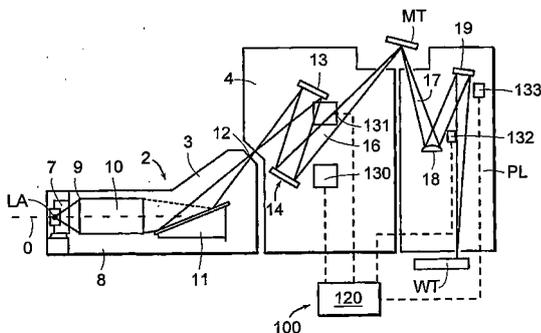


FIG. 2

【図 3】

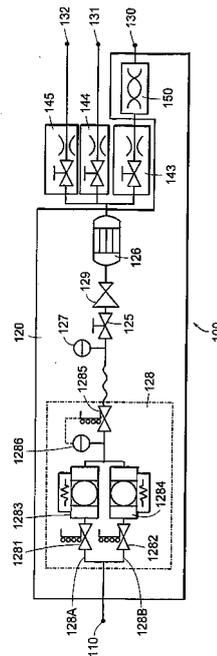


FIG. 3

【 図 4 】

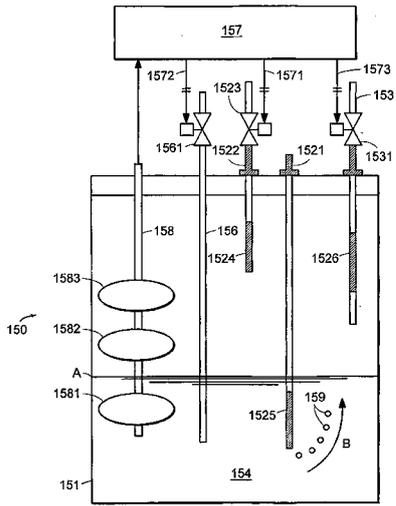


FIG. 4

【 図 5 】

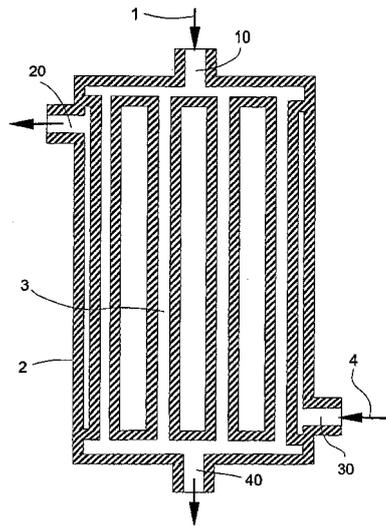


FIG. 5

【 図 6 】

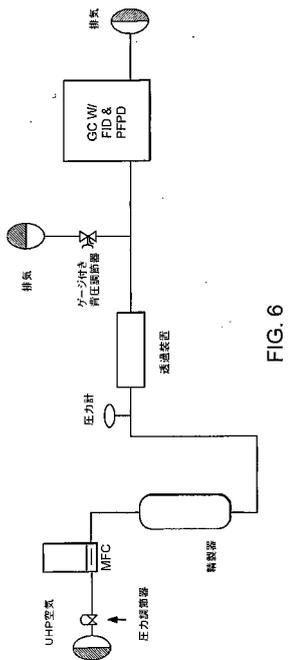


FIG. 6

【 図 7 】

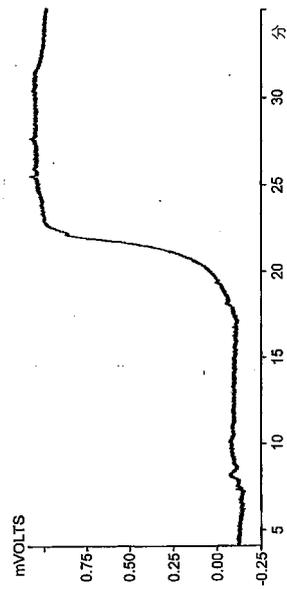
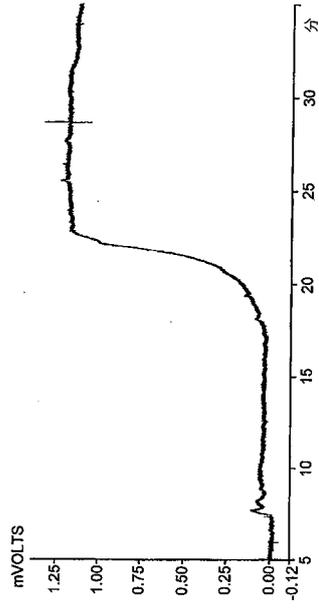
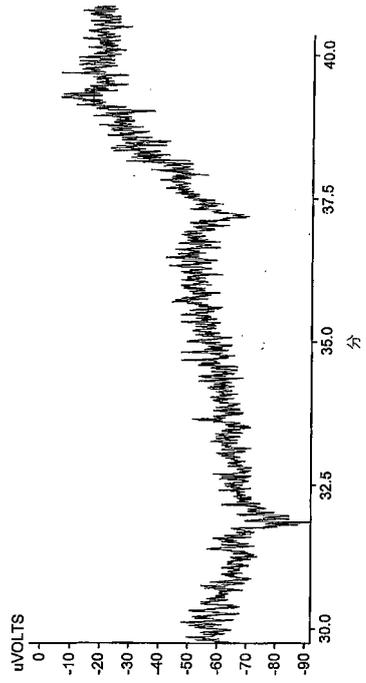


FIG. 7

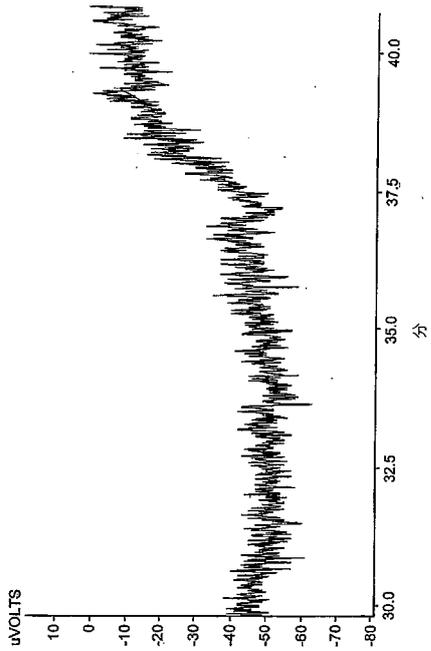
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**B 0 1 D 63/00 (2006.01)** B 0 1 D 71/36  
 B 0 1 D 63/00 5 0 0

(72)発明者 ジェフリー・ジェイ・スピーゲルマン  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア・9 2 1 3 0、サン・ディエゴ、メドース・デル・マー・5 3 8  
 9

(72)発明者 ロバート・エス・ツエラー  
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ・0 2 1 1 8、ボストン、ブラッドフォード・ストリート・3  
 2

(72)発明者 ラッセル・ジェイ・ホルムズ  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア・9 2 0 7 1、サンテイー、ラムソン・ドライブ・8 4 3 7

F ターム(参考) 4D006 GA41 HA02 HA72 JA13C JA66Z JB06 JB07 KA01 KB12 KB30  
 KE02P KE02R KE12P KE12R KE16R KE22Q KE30R MA01 MA03 MA22  
 MA25 MA30 MA33 MC28 MC30 MC74 PC01 PC80  
 5F146 BA03 CB02 CB12 DA27 GA07 GA24 GA27

【外国語明細書】

2012074712000001.pdf