

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3971355号

(P3971355)

(45) 発行日 平成19年9月5日(2007.9.5)

(24) 登録日 平成19年6月15日(2007.6.15)

(51) Int. Cl.

F I

**F 1 6 J 15/43 (2006.01)**  
**C 2 3 C 16/44 (2006.01)**

F 1 6 J 15/40 A  
 C 2 3 C 16/44 G

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2003-308175 (P2003-308175)	(73) 特許権者	000250339
(22) 出願日	平成15年9月1日(2003.9.1)		株式会社リガク
(65) 公開番号	特開2005-76758 (P2005-76758A)		東京都昭島市松原町3丁目9番12号
(43) 公開日	平成17年3月24日(2005.3.24)	(74) 代理人	100091421
審査請求日	平成17年9月28日(2005.9.28)		弁理士 鈴木 利之
		(72) 発明者	野口 学
			東京都昭島市松原町3丁目9番12号 理
			学電機株式会社内
		(72) 発明者	平嶋 修
			東京都昭島市松原町3丁目9番12号 理
			学電機株式会社内
		(72) 発明者	加藤 友康
			東京都昭島市松原町3丁目9番12号 理
			学電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁性流体シール装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

次の構成を備える磁性流体シール装置。

- (ア) 磁性材料で形成された回転シャフト。
- (イ) 前記回転シャフトを取り囲むハウジング。
- (ウ) 前記回転シャフトと前記ハウジングとの間に配置された複数のポールピース。
- (エ) 前記回転シャフトと前記ハウジングとの間に配置されて、前記ポールピースと前記回転シャフトとの間に磁気通路を形成する複数の磁石。
- (オ) 前記ポールピースと前記回転シャフトとの隙間に滞留する磁性流体。
- (カ) 前記ハウジングの外周面に取り付けられて前記ハウジングを冷却する冷媒ジャケットであって、その取り付け位置が前記回転シャフトの軸方向に変更可能となっている冷媒ジャケット。

【請求項2】

請求項1に記載の磁性流体シール装置において、温度検出素子を挿入するための挿入穴が前記ハウジングに形成されていることを特徴とする磁性流体シール装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シール部を所望の温度に維持することが可能な磁性流体シール装置に関する

。

## 【背景技術】

## 【0002】

磁性流体シール装置の主要な用途として、気密容器の外部から内部に回転運動を伝達するための回転導入機構がある。気密容器の内部では、例えば、半導体関連の成膜処理などを実施するが、そのような成膜処理においては、特殊な反応ガスを使って高温で成膜するなどの特殊な環境を使うことが多い。このような特殊な環境で磁性流体シール装置を使用するときは、そのような環境でも支障なく動作することが要求される。

## 【0003】

CVD装置で窒化シリコン( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )膜を成膜するときに、副生成物の付着の問題が生じることが知られている。窒化シリコン膜を成膜するには、原料ガスとして、 $\text{SiH}_4$ と $\text{NH}_3$ の組み合わせ、または、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ と $\text{NH}_3$ の組み合わせを用いるが、その際に、副生成物として塩化アンモニウム( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )が生成される。この副生成物が反応空間の露出面に付着する問題がある。この塩化アンモニウムは、成膜時の圧力条件(数10Pa)では、120 μm付近に気相と固相の境界がある。したがって、反応空間の露出面の温度を120 μmよりも高温にすれば、塩化アンモニウムは露出面に付着しないが、120 μmよりも低温になると、露出面に付着することになる。

## 【0004】

磁性流体シール装置を上述のCVD装置で用いる場合、磁性流体シール装置のシール部付近の温度が120 μm以下であると、この部分に塩化アンモニウムが付着してシール性能が劣化するおそれがある。そこで、このような副生成物の付着を防ぐために、磁性流体シール装置をヒータで加熱したり、シール部の近傍に不活性ガスを流したりする対策が提案されている。ヒータで加熱することは次の特許文献1に開示されており、不活性ガスを流すことは特許文献2に開示されている。

【特許文献1】特開2000-205417号公報

【特許文献2】特開平10-335317号公報

## 【0005】

ところで、熱CVD装置では、基板の処理温度が例えば700~1000 程度になり、基板ホルダーはそのような高温に加熱される。その場合、基板ホルダーの回転導入機構として使われる磁性流体シール装置は、基板ホルダーからの熱の影響を受けて温度が上昇する。磁性流体は、高温になると蒸発したり変質したりするので、高温環境で使用するときには磁性流体シール装置を冷却する必要がある。上述の特許文献1や次の特許文献3は、ポールピースを冷却水で直接冷却している。また、特許文献4は、磁性流体シール装置のハウジングの外周に冷却水ジャケットを装着して、ハウジング全体を冷却している。

【特許文献3】特開平10-169789号公報

【特許文献4】特公平5-70034号公報

## 【0006】

図5は、特許文献4に開示された冷却水ジャケットを磁性流体シール装置のハウジングに装着した例を示す部分断面正面図である。円筒状のハウジング10の外周面には、環状の冷却水ジャケット12が装着されている。冷却水ジャケット12の内側には環状の凹部14が形成されていて、この凹部14とハウジング10の外周面とで環状の冷却水通路16が形成され、ここに冷却水20を流すようになっている。冷却水20は冷却水入口18から入り、冷却水通路16内を流れて、冷却水口22から出て行く。冷却水ジャケット12は止めねじ24によってハウジング10に着脱可能に取り付けることができる。これにより、水冷が必要なときだけ、冷却水ジャケット12を装着できる。この冷却水ジャケット12はハウジング10の外周のほぼ全体を取り囲んでいる。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

熱CVD装置で磁性流体シール装置を用いる場合には、高温になると磁性流体の蒸発や変質の問題があり、低温になると副生成物の付着の問題があるので、シール部を、どちら

10

20

30

40

50

の問題も生じないような適切な温度に維持することが大切になる。上述の窒化シリコン膜の成膜の例で言えば、塩化アンモニウムが付着しないで、かつ、磁性流体に支障が生じないような、130 程度に、シール部の温度を維持するのが好ましい。基板の処理温度が例えば700～1000 程度である場合は、磁性流体シール装置を適切に冷却すれば、シール部を130 程度に維持することは可能である。例えば、上述の特許文献3には冷却水の流量を制御して温度制御することが記載されている。このように、冷却水の温度や流量を適切に制御すれば、シール部を所望の温度に維持することは可能である。

**【0008】**

しかしながら、現実には、冷却水の温度や流量を制御することは困難な場合が多い。例えば、半導体製造プロセスでは、各種の装置において冷却水を循環利用しており、冷却水の供給源は共通になっている。このような場合、磁性流体シール装置の冷却水だけ、その温度や流量を変えるのは不可能である。また、磁性流体シール装置の冷却水だけ、専用の冷却水供給設備を準備するのは、高額になり、現実的ではない。したがって、冷却水の温度や流量を制御すれば磁性流体シール装置のシール部の温度を適切に維持できることが分かっている、現実には、これを実施できないことが多い。

10

**【0009】**

本発明はこのような問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、冷却水の温度や流量を変更することなく、冷却水ジャケットを用いてシール部の温度を所望の値に維持できる磁性流体シール装置を提供することにある。

**【課題を解決するための手段】**

20

**【0010】**

本発明の磁性流体シール装置は、冷媒ジャケットの取り付け位置を変更できる点に特徴があり、次の構成を備えている。(ア)磁性材料で形成された回転シャフト。(イ)前記回転シャフトを取り囲むハウジング。(ウ)前記回転シャフトと前記ハウジングとの間に配置された複数のポールピース。(エ)前記回転シャフトと前記ハウジングとの間に配置されて、前記ポールピースと前記回転シャフトとの間に磁気通路を形成する複数の磁石。(オ)前記ポールピースと前記回転シャフトとの隙間に滞留する磁性流体。(カ)前記ハウジングの外周面に取り付けられて前記ハウジングを冷却する冷媒ジャケットであって、その取り付け位置が前記回転シャフトの軸方向に変更可能となっている冷媒ジャケット。

**【0011】**

30

このように冷媒ジャケットの取り付け位置を変更することにより、冷媒の温度や流量が一定のままで、磁性流体シール装置のシール部の温度を所望の値に維持することができる。シール部の近傍の温度を測定するために、ハウジングには、熱電対などの温度検出素子を挿入するための挿入穴を形成するのが好ましい。

**【発明の効果】****【0012】**

本発明の磁性流体シール装置は、高温条件で用いる場合には、冷媒ジャケットを用いてシール部を冷却することができ、かつ、冷媒の温度や流量を変更することなく、きわめて簡単な構造で、シール部の温度を所望の値に維持できる。これにより、例えば、熱CVD装置の回転導入機構として磁性流体シール装置を利用したときに、シール部に副生成物が付着せずに、磁性流体シール装置の寿命が延びる。また、冷媒供給設備の冷媒温度や流量を変更することなく、シール部の温度を所望の値に維持することができる。

40

**【発明を実施するための最良の形態】****【0013】**

次に、図面を参照して本発明の実施例を詳しく説明する。図1は本発明の磁性流体シール装置のひとつの実施例を示す部分断面正面図である。磁性材料で形成された回転シャフト30は、円筒状のハウジング32(SUS316ステンレス鋼製)に取り囲まれている。回転シャフト30とハウジング32の間には軸受38が配置されていて、この軸受38によって回転シャフト30は回転可能に支持されている。回転シャフト30とハウジング32の間には複数のポールピース34が配置されている。隣り合うポールピース34の間

50

には磁石 3 6 が配置されている。この磁石 3 6 により、ポールピース 3 4 と回転シャフト 3 0 の間に磁気通路が形成される。そして、ポールピース 3 4 と回転シャフト 3 0 の隙間に磁性流体が滞留し、この磁性流体とポールピース 3 4 と回転シャフト 3 0 とによってシール部が形成される。ハウジング 3 2 の端部にはフランジ 6 8 が形成されていて、このフランジ 6 8 は例えば気密容器 7 6 に取り付けられる。

#### 【 0 0 1 4 】

次に、冷却水ジャケットを説明する。冷却水ジャケット 4 0 ( S U S 3 0 3 ステンレス鋼製 ) は円環状であり、ハウジング 3 2 の外周面 5 2 に装着される。図 2 は冷却水ジャケット 4 0 の一部を切り欠いた斜視図である。この冷却水ジャケット 4 0 は円環状であり、その内周面に環状の凹部 4 2 が形成されている。この凹部 4 2 とハウジングの外周面とによって空間が形成され、この空間が冷却水通路 4 3 ( 図 1 を参照 ) になる。したがって、ハウジング 3 2 の外周面 5 2 は冷却水によって直接冷却される。図 2 において、凹部 4 2 の上下には、それぞれ、環状の O リング溝 4 4 , 4 6 が形成されている。これらの O リング溝 4 4 , 4 6 には O リングが挿入され、この O リングが冷却水をシールする。ハウジングの外周面は、O リングのためのシール面になっている。

10

#### 【 0 0 1 5 】

この冷却水ジャケット 4 0 には管用ねじでできた 2 個のねじ孔 4 8 , 5 0 が形成されている。これらのねじ孔 4 8 , 5 0 は、一端が冷却水ジャケット 4 0 の外周面 4 1 に開口しており、他端は内側の凹部 4 2 に開口している。2 個のねじ孔のうち、一方のねじ孔 4 8 には、冷却水入口 5 4 ( 図 1 を参照 ) となる配管部品が接続され、他方のねじ孔 5 0 には、冷却水出口 5 6 ( 図 1 を参照 ) となる配管部品が接続される。また、冷却水ジャケット 4 0 には止めねじ用のねじ孔 5 8 が、外周面 4 1 から内面まで貫通するように、形成されている。このねじ孔 5 8 に六角穴付きの止めねじ 6 0 をねじ込んで、図 1 に示すように、その先端をハウジング 3 2 の外周面 5 0 に押し付けることで、冷却水ジャケット 4 0 をハウジング 3 2 に固定できる。

20

#### 【 0 0 1 6 】

図 1 において、冷却水ジャケット 4 0 の内径は、ハウジング 3 2 の外径よりも、わずかに大きくなっている。したがって、冷却水ジャケット 4 0 は、止めねじ 6 0 をゆるめれば、ハウジング 3 2 の外周面 5 2 に被せた状態で、回転シャフト 3 0 の軸方向 6 2 ( すなわち、ハウジング 3 2 の軸方向 ) に移動させることができる。そして、止めねじ 6 0 をねじ込んで、その先端をハウジング 3 2 の外周面 5 2 に押し付けることで、冷却水ジャケット 4 0 をハウジング 3 2 に固定することができる。

30

#### 【 0 0 1 7 】

次に、磁性流体シール装置を使用するときの温度条件について説明する。図 1 において、この磁性流体シール装置は、熱 C V D 装置の基板ホルダー 6 4 の回転導入機構として用いることを想定している。基板ホルダー 6 4 の表面 6 5 ( 基板を載せる面 ) は 7 0 0 ~ 1 0 0 0 に加熱される。このような高温の基板ホルダー 6 4 の影響を受けて磁性流体シール装置の温度も上昇する。磁性流体は、高温になると蒸発したり変質したりするので、冷却水ジャケット 4 0 に冷却水 6 6 を流して、磁性流体シール装置を冷却する必要がある。ところで、熱 C V D 装置で窒化シリコン膜を成膜するときには、副生成物として塩化アンモニウムが生成され、これが磁性流体シール装置のシール部 ( 磁性流体の近傍のポールピースや回転シャフトの部分 ) に付着するおそれがある。このような付着を防ぐには、シール部付近の温度を 1 2 0 以上にすることが必要である。そこで、このような熱 C V D 装置で磁性流体シール装置を使用する場合には、シール部付近の温度を 1 3 0 程度に維持するのが好ましい。この温度では、磁性流体の蒸発や変質も起こらず、かつ、塩化アンモニウムの付着も起こらない。それよりも温度を高くすると、磁性流体の蒸発や変質が生じるおそれがある。

40

#### 【 0 0 1 8 】

次に、シール部が所望の温度を維持するための冷却水ジャケットの取り付け位置について説明する。図 1 において、ハウジング 3 2 のフランジ 6 8 には熱電対挿入穴 7 0 が形成

50

されている。この熱電対挿入穴 70 に熱電対を挿入すると、磁性流体シール装置のシール部の近傍の温度を測定することができる。この熱電対で測定した温度が 130 になるように、冷却水ジャケット 40 の取り付け位置を変更すればよい。冷却水ジャケット 40 をフランジ 68 に近づければ、シール部近傍の温度が下がり、フランジ 68 から遠ざけると、シール部近傍の温度が上昇することになる。

#### 【0019】

次に、冷却水ジャケットの取り付け位置とシール部近傍の温度との関係を調べた実験について説明する。図 3 はその実験装置の部分断面正面図である。フランジ 68 には、真空排気可能な加熱容器 76 を取り付けした。そして、加熱容器 76 を真空に排気した状態で、ヒータ 78 を加熱した。そして、ヒータの温度が 170 になるようにヒータ 78 の加熱電源をフィードバック制御した。ヒータの温度は熱電対 80 で測定した。ヒータの温度を 170 に維持することにより、この加熱容器 76 が、図 1 に示す高温の基板ホルダー 64 と同等の熱源になることを想定している。このような加熱条件において、冷却水ジャケット 40 の端面 72 からフランジ 68 の下面 74 までの距離 L を変化させて、熱電対挿入穴 70 に挿入した熱電対で A 点の温度 T を測定した。冷却水ジャケット 40 に流す冷却水の温度は 25 であり、流量は毎分 1.5 リットルであり、どちらも一定にした。

#### 【0020】

図 4 は距離 L と温度 T の関係を示すグラフである。距離 L がゼロのときは温度 T は 103 であった。距離 L が大きくなるにつれて温度 T が上昇した。距離 L が 36 mm のときに温度 T は 138 になった。そして、温度 T がちょうど 130 になるときの距離 L は 20 mm であった。この実験により、冷却水ジャケット 40 の取り付け位置を変更することで、磁性流体シール装置のシール部近傍の温度を所望の値に維持できることが分かった。上述の加熱条件のもとでは、距離 L が 20 mm のときにシール部近傍の温度が 130 になったが、使用環境に応じて、距離 L の最適値は変化する。現実の使用環境において同様の実験をすれば、その使用環境における距離 L の最適値を容易に求めることができる。

#### 【0021】

この実施例では、ハウジングを冷却するための冷媒として水を使ったが、その他の液体冷媒を使ってもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0022】

【図 1】本発明の磁性流体シール装置のひとつの実施例を示す部分断面正面図である。

【図 2】冷却水ジャケットの一部を切り欠いた斜視図である。

【図 3】実験装置の部分断面正面図である。

【図 4】距離 L と温度 T の関係を示すグラフである。

【図 5】従来の磁性流体シール装置の部分断面正面図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0023】

30 回転シャフト

32 ハウジング

34 ポールピース

36 磁石

38 軸受

40 冷却水ジャケット

43 冷却水通路

54 冷却水入口

56 冷却水出口

60 止めねじ

66 冷却水

68 フランジ

70 熱電対挿入穴

10

20

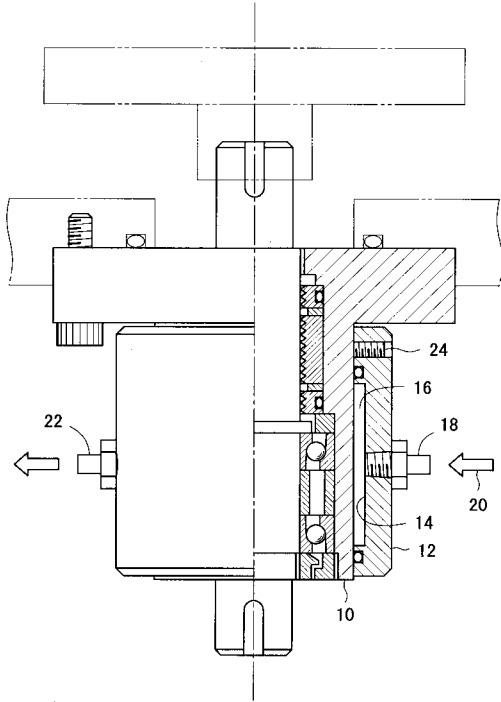
30

40

50



【図5】



---

フロントページの続き

審査官 島田 信一

- (56)参考文献 特開平02 - 051668 (JP, A)  
特開昭63 - 026490 (JP, A)  
実開平02 - 136866 (JP, U)  
特開昭63 - 081016 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16J 15/43  
C23C 16/44