

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4298547号  
(P4298547)

(45) 発行日 平成21年7月22日 (2009. 7. 22)

(24) 登録日 平成21年4月24日 (2009. 4. 24)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006. 01)

H O 1 L 21/30 5 O 3 A

G O 3 F 7/20 (2006. 01)

G O 3 F 7/20 5 O 1

H O 1 L 21/68 (2006. 01)

H O 1 L 21/68 K

H O 2 K 41/03 (2006. 01)

H O 2 K 41/03 A

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-56225 (P2004-56225)  
 (22) 出願日 平成16年3月1日 (2004. 3. 1)  
 (65) 公開番号 特開2005-251788 (P2005-251788A)  
 (43) 公開日 平成17年9月15日 (2005. 9. 15)  
 審査請求日 平成19年2月28日 (2007. 2. 28)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100090538  
 弁理士 西山 恵三  
 (74) 代理人 100096965  
 弁理士 内尾 裕一  
 (72) 発明者 田中 英雄  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ  
 ノン株式会社内  
 審査官 新井 重雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置決め装置およびそれを用いた露光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1方向に平行な順方向および逆方向に移動可能な第1ステージと、該第1ステージの移動ストロークよりも小さな移動ストロークで前記第1ステージに対して移動可能な第2ステージを有する位置決め装置であって、

前記第2ステージに取り付けられ、前記第1方向に関して前記第2ステージの前後に設けられた磁性体板と、

前記第1ステージに取り付けられ、前記第1方向に関して各磁性体板の前後に設けられ各磁性体板を非接触で挟み込む少なくとも二対の電磁石と、

前記電磁石に流す電流を制御する制御手段と、  
 を有することを特徴とする位置決め装置。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記第1ステージが前記順方向に加速をとめない移動する場合に、前記第1ステージの前方側に設けられた磁性体板に対して前方側に設けられた電磁石と、前記第1ステージの後方側に設けられた磁性体板に対して前方側に設けられた電磁石との両方に通電することを特徴とする請求項1に記載の位置決め装置。

【請求項 3】

前記磁性体板は、前記第2ステージの前後に2つずつ設けられ、  
 前記電磁石は、各々の磁性体板を非接触で挟み込むように設けられることを特徴とする請求項1または2に記載の位置決め装置。

10

20

## 【請求項 4】

前記制御手段は、予め求めた、前記第 1 ステージの加減速時における前記第 2 ステージの変形量情報に基づいて、該変形を補正するように、前記複数の電磁石に流す電流を制御することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載の位置決め装置。

## 【請求項 5】

前記第 2 ステージに搭載された基板の前記第 2 ステージに対する変位量、または前記第 2 ステージの変形量を検出する検出手段を備え、

前記制御手段は、前記検出手段からの出力に基づいてリアルタイムに前記複数の電磁石に流す電流を制御することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載の位置決め装置。

10

## 【請求項 6】

原版のパターンを基板に露光する露光装置であって、前記原版および / または基板を請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の位置決め装置を用いて位置決めすることを特徴とする露光装置。

## 【請求項 7】

デバイス製造方法であって、請求項 6 に記載の露光装置を用いて基板にパターンを露光する工程と、前記基板を現像する工程とを有することを特徴とするデバイス製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

20

本発明は位置決め装置、特に半導体や液晶等のデバイスを製造する工程で用いられる露光装置に好適に用いられる位置決め装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体や液晶等のデバイスを製造するための露光装置は、原版としてのレチクル（マスク）および基板としてのウェハを位置決めするためのレチクルステージおよびウェハステージを有する。このようなステージ装置（位置決め装置）において、高精度な位置決めを達成するために、大ストロークで移動（粗動）するステージと、小ストロークで移動（微動）するステージとを設ける方法が非特許文献 1 に開示されている。

## 【0003】

30

図 8 は、特許文献 1 に記載の粗動と微動の機構を有するステージ装置を示す図である。大ストロークに移動する送りねじ系の可動部 311 に連結された支持棒 306（粗動ステージ）は平面ガイド 302 上で移動可能となっている。支持棒 306 には、小ストローク移動用のリニアモータ固定子 305 が設けられており、リニアモータ可動子 304 が設けられたステージ 301（微動ステージ）との間で力を発生することで、ステージ 301 を支持棒 306 に対して微小に移動可能としている。

## 【0004】

支持棒 306 にはさらにステージ 301 を Y 軸方向で挟み込むように一対の電磁石 308 が設けられており、ステージ 301 に設けられた磁性体板 307 との間で吸引力を発生することで電磁継手として機能している。支持棒 306 が大加速度で加減速する際には、一対の電磁石 308 のうち片方の吸引力を用いてステージ 301 に力を伝達している。

40

【非特許文献 1】小林昭監修，「超精密生産技術体系 第 3 巻 計測・制御技術」，初版，1995 年 7 月 15 日フジ・テクノシステム発行，p 20 - 27

【特許文献 1】特開 2000 - 106344 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

これらの技術は、当時として望まれる精度を十分に満たすものであったが、近年、位置決め装置には、さらなる高精度化が求められるようになってきた。具体的には、図 6 では電磁継手は吸引力により力を伝達しているが、ステージを一方向の片側から大きな力で引

50

っ張ると、ステージの変形が問題となる。これらの変形は、特にナノメートルオーダの位置再現性が要求される露光装置用のステージ装置では、大きな問題となりうる。

【0006】

本発明は上述の問題に鑑みなされたものであり、その目的は粗動ステージの加減速に伴う微動ステージの変形を低減した、高精度な位置決め装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の課題を解決するために本発明は、第1方向に平行な順方向および逆方向に移動可能な第1ステージと、該第1ステージの移動ストロークよりも小さな移動ストロークで前記第1ステージに対して移動可能な第2ステージを有する位置決め装置であって、前記第2ステージに取り付けられ、前記第1方向に関して前記第2ステージの前後に設けられた磁性体板と、前記第1ステージに取り付けられ、前記第1方向に関して各磁性体板の前後に設けられ各磁性体板を非接触で挟み込む少なくとも二対の電磁石と、前記電磁石に流す電流を制御する制御手段と、  
を有することを特徴としている。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、粗動ステージの加減速に伴う微動ステージの変形を低減した、高精度な位置決め装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

(実施例1)

図1は実施例1に係るレチクルステージを示す図である。レチクルステージは粗動ステージ3および微動ステージ2を有する。粗動ステージ3は定盤4の上面で移動可能に支持されており、粗動用リニアモータ6によって走査方向としてのY軸方向に大ストロークで移動可能となっている。粗動用リニアモータ6は、ベースに支持されたコイルユニット(不図示)からなる固定子6aと、粗動ステージ2に固定された磁石ユニットからなる可動子6bを有し、固定子6aと可動子6bとの間でローレンツ力を発生させることで粗動ステージ3を駆動する。なお、粗動ステージの駆動機構はリニアモータにかぎるものではなく、その他の駆動機構であってもよい。

【0010】

粗動ステージ3は中央部に露光光を通過させるための開口部10を有している。開口部10にはレチクル1を搭載した微動ステージ2が設けられており、微動ステージ2は粗動ステージ3から不図示のバネ機構によって低剛性に支持されている。微動ステージ2と粗動ステージ3との間には、微動用リニアモータ5および電磁継手7が設けられている。微動用リニアモータ5により、微動ステージ2は粗動ステージ3に対して微小に移動することができる。微動用リニアモータ5は、従来例で挙げたような、コイルと磁石との間のローレンツ力により非接触で駆動するものであり、X方向、Y(走査)方向、Z(鉛直)方向の3軸方向に微小に駆動できるように配置されるか、さらにX軸回り、Y軸回り、Z軸回り方向の3軸を加えた6軸方向に微小に駆動できるように配置される。これらの軸数および軸方向は要求される精度およびスペース等の設計事項により自由に変更されてもよい。また、微動ステージ2の3軸方向または6軸方向における位置はレーザ干渉計11によって計測されている。

【0011】

電磁継手7は、微動ステージ2に設けられた磁性体であるIコア8a(磁性体板8)、粗動ステージ3に設けられた磁性体であるEコア9aおよびEコア9aに巻かれたコイル9b(電磁石9)を有する。本実施例の特徴の1つとして、微動ステージ2のY軸方向前後に設けられた2つの磁性体板8に対して、電磁石9がそれぞれの磁性体板8をY軸方向両側から挟み込むように1対ずつ設けられている。

【0012】

図 2 は、本実施例において電磁継手 7 が力を付与する方法を説明する図である。図 2 には - Y 方向に粗動ステージ 3 が加減速を伴う移動を行った際に、微動ステージ 2 に - Y 方向に力を付与する様子を示している。図において力を付与していない電磁石は省略している。微動ステージ 2 の Y 軸方向前後に設けられた板状の磁性体板 8 を挟み込むように電磁石 9 が設けられ、それぞれの磁性体板 8 で - Y 方向に吸引力を発生する電磁石を用いて力を付与している。このように微動ステージ 2 の前後に設けられた磁性体板 8 に対してそれぞれに力を付与することで、微動ステージ 2 の 2 つの側面から力を付与することができ、粗動ステージ 3 の加減速に伴う微動ステージ 2 の変形を低減している。

【 0 0 1 3 】

ここで、電磁継手 7 により付与される力は、ステージの質量や加速度に見合った慣性力を計算することによって求まるものである。

【 0 0 1 4 】

なお、電磁継手は微動ステージ側面（本実施例においては Y 軸方向と垂直な面）から力を付与するように配置されることが望ましく、さらには微動ステージの重心位置の近傍に作用線があることがより望ましい。これは不要なモーメントや変形を抑えるためである。

【 0 0 1 5 】

図 3 に微動ステージ（天板）の変形解析結果を示す。本解析は微動ステージの形状を簡略化した天板で行ったものである。図 3（a）は天板の片側の面のみに、天板が 2 G 加速するのに相当する力を加えたときの天板の変形量を解析したものであり、同様に図 3（b）は天板の両側の面に、天板が 2 G 加速するのに相当する力を加えたものである。図において、変形量を濃淡で表しているが、図 3（a）に比較して、図 3（b）の最大変形量は 1 / 4 程度に低減されている。

【 0 0 1 6 】

なお、本実施例では、電磁石を微動ステージ前後に設けられた磁性体板それぞれに対向させて構成し、通電する電磁石コイルを選択しているが、それぞれのコイルに流す電流の分配を制御することによって、微動ステージの変形量を小さくするように調整することも可能である。このような調整は、微動ステージ上の他点を計測する変形量検出手段 1 2 を用いることにより、リアルタイムに行うことができる。なお、変位量検出手段はレーザ干渉計であってもよく、微動ステージの変形量が計測できるものであればたとえば歪ゲージなどでもよい。また、微動ステージの変形量でなく、レチクルの微動ステージに対する変位量をリアルタイムに検出して、その変位量に基づいてリアルタイムに微動ステージに付与する力を調整してもよい。なお、微動ステージの変形量が予測できる場合には、予めデータとして所持しておき、そのデータに基づいて補正を行うことも可能である。

【 0 0 1 7 】

なお、上述の E コアと I コアを有する電磁継手以外にも以下のような変形例が考えうる。図 5 に電磁継手の変形例を示す。図 5（a）は、粗動ステージ、微動ステージともに E コアを設けた構成を示す図である。それぞれの E コアに巻いたコイルに流す電流の向きによって、吸引力と反発力を選択的に発生可能となる。図 5（b）は、微動ステージに設けた永久磁石 1 4 によって形成される磁界中に、粗動ステージに設けた空芯コイル 1 4 を設けている。空芯コイル 1 4 に流す電流の向きによって磁界によって受ける力の向きを 2 方向より選択することができる。ここで、永久磁石を微動ステージ側に設けたのは、コイル部を微動ステージ側に設けることは電力ケーブルの外乱やコイル熱の影響をできるだけ避けるためであり、E コアと I コアを有する実施例の場合も同様である。

【 0 0 1 8 】

なお、本実施例では電磁アクチュエータ（電磁継手）により力を伝達したが、エアーアクチュエータや弾性部材により力を伝達する構造も可能である。この場合には、発熱量を抑えることができる。

【 0 0 1 9 】

（実施例 2）

図 4 は実施例 2 に係るレチクルステージを示す図である。図 1 と同様の機能を有する構

10

20

30

40

50

成要素に対しては同じ符号を付して詳細な説明は省略する。実施例 2 においては、走査方向と垂直な方向の両側面にも電磁継手 10 を設けている。具体的には、微動ステージの Y 軸と垂直な 2 側面と、X 軸と垂直な 2 側面に対してそれぞれ磁性体板 8 が設けられており、各磁性体板を Y 軸方向の両側から挟み込むように粗動ステージには電磁石 9 が設けられている。

#### 【0020】

このように、電磁継手を複数設けることにより、微動ステージ 2 に印加する力を分散化し、変形を低減させることができる。電磁継手を設ける位置としては、走査方向の前後側面に 2 つずつ設ける構成でもよいが、微動ステージの四方側面に設けることでより力が均一化できる。さらに、各電磁継手が付与する力を制御することによって、微動ステージの変形が小さくなるように調整することができる。調整の方法については実施例 1 と同様であるが、本実施例においては電磁継手を複数設けているため、より精度よく調整することができる。

#### 【0021】

##### (実施例 3)

実施例 1 および実施例 2 に記載の位置決め装置は、レチクルステージにかぎらず高精度が要求される位置決め装置で適用可能である。したがって、上述の例では走査方向に一軸方向で粗動する構成を述べたが、二軸方向で粗動する構成であってもよい。図 6 は、上述の位置決め装置をレチクルステージまたはウェハステージおよびその両方として搭載した半導体デバイス製造用の露光装置を示す図である。

#### 【0022】

この露光装置は、半導体集積回路等の半導体デバイスや、マイクロマシン、薄膜磁気ヘッド等の微細なパターンが形成されたデバイスの製造に利用され、原版であるレチクルを介して基板としての半導体ウェハ W 上に照明系ユニット 101 からの露光エネルギーとしての露光光（この用語は、可視光、紫外光、EUV 光、X 線、電子線、荷電粒子線等の総称である）を投影系としての投影系ユニット 103（この用語は、屈折レンズ、反射レンズ、反射屈折レンズシステム、荷電粒子レンズ等の総称である）を介して照射することによって、ウェハステージ 104 に搭載された基板上に所望のパターンを形成している。

#### 【0023】

ウェハステージ 104 に搭載したチャック上に基板であるウェハ（対象物）を保持し、照明系ユニット 101 によって、レチクルステージ 102 に搭載された原版であるレチクルのパターンをウェハ上の各領域にステップアンドリピートもしくはステップアンドスキャンで転写する。

#### 【0024】

実施例 1 または実施例 2 に記載の位置決め装置をこのような露光装置に適用することによって、微動ステージ（天板）の変形の影響による精度劣化を抑え、結果として高精度および/または高スループットな露光装置を提供することができる。

#### 【0025】

また、さらに実施例 1 および実施例 2 で検出した微動ステージの変形量または基板の微動ステージに対する変位量が所定の値を超えた場合に、一旦露光作業を中断して、再度微動ステージの変形量または微動ステージに対する基板の位置関係をステージを停止させた状態で精密に測定して、その測定値をオフセット値として制御系内のメモリに格納、制御に反映させることができる。

#### 【0026】

##### (実施例 4)

次に、この露光装置を利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図 7 は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。ステップ 1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ 2（マスク作製）では設計した回路パターンに基づいてマスクを作製する。

#### 【0027】

一方、ステップ3（ウェハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウェハを製造する。ステップ4（ウェハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記のマスクとウェハを用いて、上記の露光装置によりリソグラフィ技術を利用してウェハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ5によって作製されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組み立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、ステップ7でこれを出荷する。

#### 【0028】

上記ステップ4のウェハプロセスは以下のステップを有する。ウェハの表面を酸化させる酸化ステップ、ウェハ表面に絶縁膜を成膜するCVDステップ、ウェハ上に電極を蒸着によって形成する電極形成ステップ、ウェハにイオンを打ち込むイオン打ち込みステップ、ウェハに感光剤を塗布するレジスト処理ステップ、上記の露光装置によって回路パターンをレジスト処理ステップ後のウェハに転写する露光ステップ、露光ステップで露光したウェハを現像する現像ステップ、現像ステップで現像したレジスト像以外の部分を削り取るエッチングステップ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト剥離ステップ。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウェハ上に多重に回路パターンを形成する。

#### 【0029】

このようなデバイス製造プロセスにおいて、実施例3に記載の露光装置を用いて露光することにより、高精度または高スループットでデバイスを生産でき、結果として、微細なデバイスおよび/または安価なデバイスを製造することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0030】

【図1】実施例1に係るレチクルステージ図

【図2】電磁継手の力伝達を示す図

【図3】天板変形の解析結果を示す図

【図4】実施例2に係るレチクルステージを示す図

【図5】電磁継手の変形例を示す図

【図6】露光装置を示す図

【図7】デバイス製造プロセスを示す図

【図8】従来例に示す図

#### 【符号の説明】

#### 【0031】

- 1 レチクル
- 2 微動ステージ
- 3 粗動ステージ
- 4 定盤
- 5 微動用リニアモータ
- 6 粗動用リニアモータ
- 7 電磁継手
- 8 Iコア
- 9 Eコア
- 10 開口部
- 11 レーザ干渉計
- 12 変形量検出手段
- 13 永久磁石
- 14 空芯コイル
- 15 ヨーク
- 16 コイル支持部

10

20

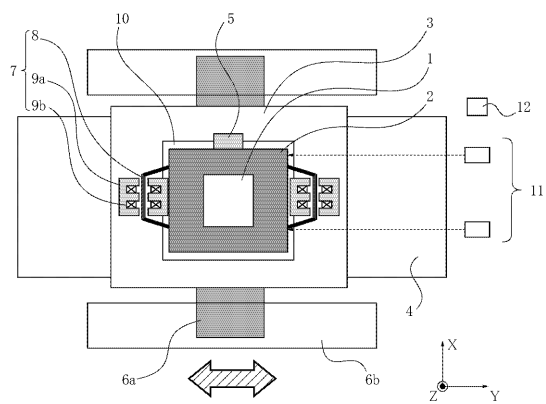
30

40

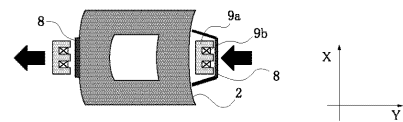
50

- 1 0 1 照明系ユニット
- 1 0 2 レチクルステージ
- 1 0 3 投影系ユニット
- 1 0 4 ウェハステージ
- 1 0 5 露光装置本体

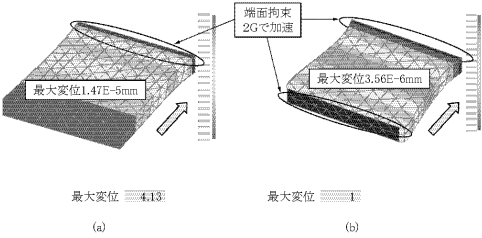
【図 1】



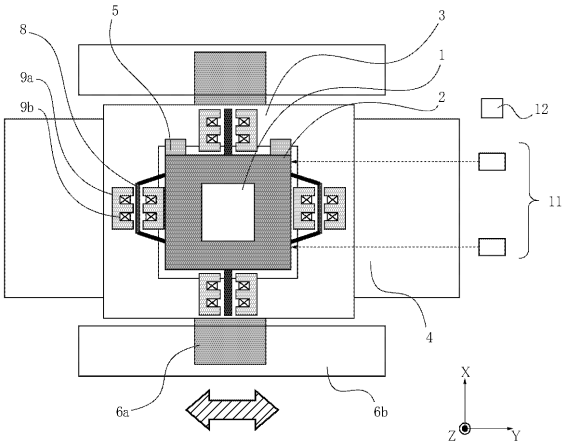
【図 2】



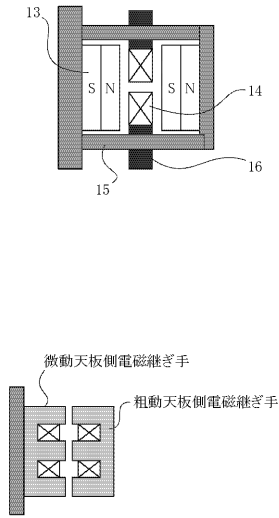
【図 3】



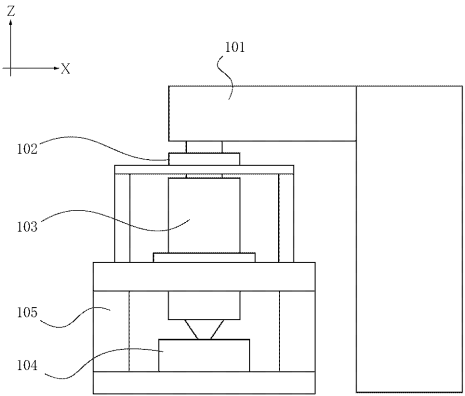
【図 4】



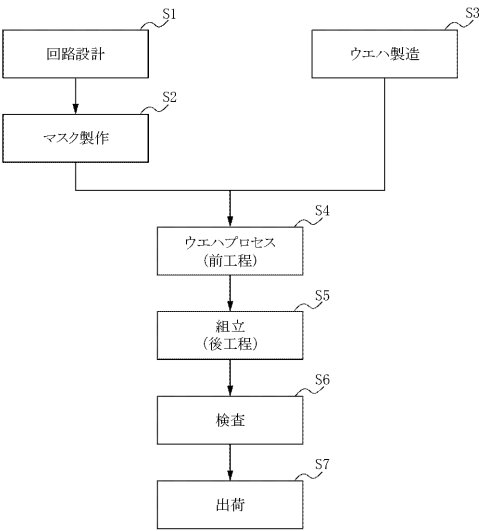
【図 5】



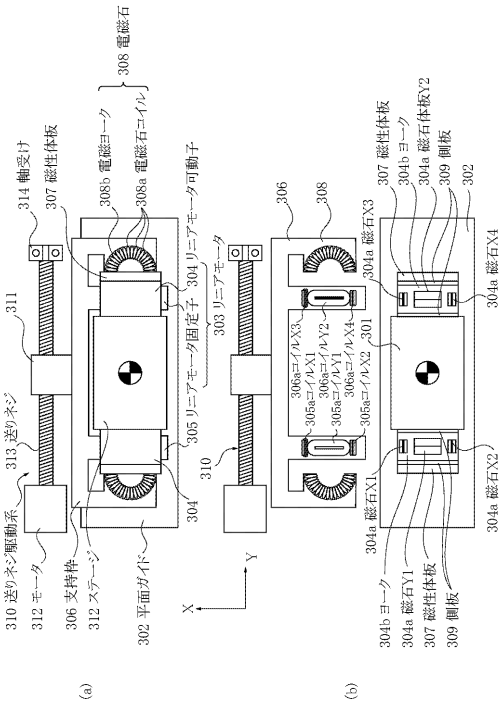
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-106344(JP,A)  
特開2003-022960(JP,A)  
特開2003-168721(JP,A)  
特開2000-029533(JP,A)  
特開2004-030616(JP,A)  
特開2001-118773(JP,A)  
特開2001-126977(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	21/027
G03F	7/20
H01L	21/68
H02K	41/03