

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3678533号

(P3678533)

(45) 発行日 平成17年8月3日(2005.8.3)

(24) 登録日 平成17年5月20日(2005.5.20)

(51) Int.Cl.⁷

H O 1 L 21/027

F I

H O 1 L 21/30 5 4 1 L

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平9-92247	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成9年4月10日(1997.4.10)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開平10-284361		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成10年10月23日(1998.10.23)	(73) 特許権者	390005175
審査請求日	平成16年4月5日(2004.4.5)		株式会社アドバンテスト
			東京都練馬区旭町1丁目32番1号
		(74) 代理人	100094525
			弁理士 土井 健二
		(74) 代理人	100094514
			弁理士 林 恒徳
		(72) 発明者	川上 研一
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 荷電粒子ビーム露光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

荷電粒子ビームの光学系が収納されたコラム部と、該コラム部に結合されるチャンバ部と、該チャンバ部内に移動可能に設けられ試料が載置される試料ステージとを有する荷電粒子ビーム露光装置において、

所定の周波数のレーザーが投光され前記試料ステージに設けられた反射手段で反射される測定光路と、該測定光路の始点から前記コラム部内の光学系の原点までの距離にほぼ等しい長さを有し且つ前記チャンバ部の材料とほぼ同じ膨張率で膨張する参照光路とを有し、前記測定光路を通った測定レーザー光信号と前記参照光路を通った参照レーザー光信号とから前記試料ステージの位置の変化を測定するステージ位置測定装置を設けたことを特徴とする荷電粒子ビーム露光装置。

10

【請求項2】

請求項1において、

前記参照光路を構成する参照光路反射手段を少なくとも有し、該参照光路反射手段が前記チャンバ部の内壁に取り付けられていることを特徴とする荷電粒子ビーム露光装置。

【請求項3】

荷電粒子ビームの光学系が収納されたコラム部と、該コラム部に結合されるチャンバ部と、該チャンバ部内に移動可能に設けられ試料が載置される試料ステージとを有する荷電粒子ビーム露光装置において、

所定の周波数のレーザーが投光され前記試料ステージに設けられた反射手段で反射される

20

測定光路と、該測定光路の始点から前記コラム部内の光学系の原点までの距離のほぼN倍の長さを有し且つ前記チャンバ部のほぼ1/N倍の膨張率で膨張する参照光路とを有し、前記測定光路を通った測定レーザー光信号と前記参照光路を通った参照レーザー光信号とから前記試料ステージの位置の変化を測定するステージ位置測定装置を設けたことを特徴とする荷電粒子ビーム露光装置。

【請求項4】

請求項3において、

前記参照光路を構成する参照光路反射手段を少なくとも有し、該参照光路反射手段が前記測定光路の始点位置で前記チャンバ内壁に固定され前記チャンバ部の1/N倍の膨張率を有する支持体の先端に、前記参照光路反射手段が固定されてなることを特徴とする荷電粒子ビーム露光装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビームやイオンビーム等の荷電粒子ビームを利用した露光装置に関し、露光される試料を載置し移動可能なステージの位置を検出するステージ位置測定装置の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

荷電粒子ビームを使用した露光装置は、サブミクロンのオーダの精度で露光することができるので、次世代のLSIの露光装置として注目されている。この荷電粒子ビーム露光装置では、ビーム発生銃から発生したビームが所定の透過マスクの通過により所望の形状にされ、そのビームを試料であるウエハの表面の所望の位置に偏向して照射される。ビームを偏向する範囲は一定の限界を有するので、ウエハを載せたステージが水平方向に移動可能に設けられている。

20

【0003】

ビームの偏向は、ビーム銃や偏向器、光学レンズ等を有する光学系において行われる。一方、ウエハを載置したステージは、その光学系を収納するコラム部が取り付けられたチャンバ内に設けられる。従って、ステージを移動した場合、そのステージと光学系の原点との相対的な位置関係が正確に検出される必要がある。その相対的な位置関係に基づいて、ビームの原点からの偏向量が求められるからである。

30

【0004】

従来の一般的なステージ位置測定装置は、例えばヘテロダイン式の測定原理による。即ち、わずかにずれた周波数を有する2つのレーザー光を試料ステージに向かって投光し、ステージから反射されるレーザー光と、参照光路を通過した参照レーザー光との位相差を測定することで、ステージ位置の変位量を求める。この原理に従えば、高精度でステージ位置の変位量を測定することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、露光装置が設置されるクリーンルーム内の温度が変化する等、外気の温度の変化に伴い、ステージを内蔵するチャンバ部が熱膨張係数に従って膨張或いは縮小する。それに伴い、チャンバの内壁から通常チャンバの中央部に設けられるコラム部内の光学系の原点までの距離が、膨張あるいは縮小する。

40

【0006】

ところが、上記のレーザー干渉計によるステージ位置測定装置は、チャンバ内壁からステージに向かって投光されそのステージで反射される測定光路長の長さに対して、温度変化による膨張或いは縮小を考慮せずに、ステージ位置の変位量を出力する。その結果、光学系の原点とステージ位置との相対的距離が不正確に求められることになる。

【0007】

かかる不正確な測定結果は、ビームの照射位置を適切な位置から変位させ露光不良を招く

50

ことになる。温度変化による膨張または縮小を、ビームの偏向量に補正值として与えることで、かかる問題を解決することは原理的には可能であるが、現実的には熱膨張による変位量を検出することは困難であり、かえってノイズによる不必要な変位量の補正值を与えることもあり、適切な解決方法とは言えない。また、チャンバ部の温度変化を抑える方法の考えられるが、大がかりな装置が必要であり、正確に温度を一定に保つことは現実的には困難である。

【0008】

そこで、本発明は、チャンバの温度変化に伴う膨張または縮小が発生しても、光学系の原点に対するステージの変位量を正確に測定することができるステージ位置測定装置を有する荷電粒子ビーム露光装置を提供することにある。

10

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成する本発明は、荷電粒子ビームの光学系が収納されたコラム部と、該コラム部に結合されるチャンバ部と、該チャンバ部内に移動可能に設けられ試料が載置される試料ステージとを有する荷電粒子ビーム露光装置において、所定の周波数のレーザーが投光され前記試料ステージに設けられた反射手段で反射される測定光路と、該測定光路の始点から前記コラム部内の光学系の原点までの距離にほぼ等しい長さを有し且つ前記チャンバ部の材料とほぼ同じ膨張率で膨張する参照光路とを有し、前記測定光路を通った測定レーザー光信号と前記参照光路を通った参照レーザー光信号とから前記試料ステージの位置の変化を測定するステージ位置測定装置を設けたことを特徴とする。

20

【0010】

更に、より具体的には、前記参照光路を構成する参照光路反射手段を少なくとも有し、該参照光路反射手段が前記チャンバ部の内壁に取り付けられていることを特徴とする。

【0011】

本発明では、参照光路の長さが測定光路の始点から光学系の原点までの距離と同等にして、その原点までの距離が温度変化により膨張または縮小すると、同様に参照光路の長さも膨張または縮小する。従って、ステージ位置までの距離に対応する測定光路長から参照光路長を減じることにより、温度変化による膨張は縮小の影響を受けない原点に対するステージの変位量を求めることができる。

【0012】

30

更に、上記の目的を達成する別の発明は、荷電粒子ビームの光学系が収納されたコラム部と、該コラム部に結合されるチャンバ部と、該チャンバ部内に移動可能に設けられ試料が載置される試料ステージとを有する荷電粒子ビーム露光装置において、所定の周波数のレーザーが投光され前記試料ステージに設けられた反射手段で反射される測定光路と、該測定光路の始点から前記コラム部内の光学系の原点までの距離のほぼN倍の長さを有し且つ前記チャンバ部のほぼ $1/N$ 倍の膨張率で膨張する参照光路とを有し、前記測定光路を通った測定レーザー光信号と前記参照光路を通った参照レーザー光信号とから前記試料ステージの位置の変化を測定するステージ位置測定装置を設けたことを特徴とする。

【0013】

この発明では、参照光路は必ずしも原点までの距離に等しい長さを有する必要はなく、N倍の長さを有し且つチャンバの $1/N$ 倍の膨張率で膨張または縮小する場合でも同様に温度変化によるステージ変位誤差をなくすることができる。

40

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の例について図面に従って説明する。しかしながら、かかる実施の形態例が本発明の技術的範囲を限定するものではない。尚、本発明は荷電粒子ビーム露光装置に適用されるが、以下の実施の形態例では電子ビーム露光装置を例にして説明する。

【0015】

図1は、本発明のステージ位置測定装置が設けられる電子ビーム露光装置の全体構成図で

50

ある。電子ビームの光学系10を収納するコラム部12が、チャンバ30上に取り付けられる。チャンバ30内は真空状態に維持されて、露光試料であるウエハ34を搭載するステージ32を収納する。ステージ32は、例えばX方向とY方向に移動可能にチャンバ内部に取り付けられて、図示しない駆動モータによりそれぞれの方向に駆動される。また、ステージ32の変位量を検出する為のステージ位置検出装置が設けられ、ステージ位置検出装置は、レーザー干渉計38とステージ32に取り付けられた反射ミラー36により形成される測定光路40と、更に図示しない参照光路を有する。

【0016】

コラム部12内に収納される光学系10には、例えば、電子ビームを発生する電子銃14、電子ビームの形状を整える第一の透過マスク15、第二の透過マスク17及び第二の透過マスク上の所望の位置に偏向するマスク偏向器16、ブランキング用の偏向器18、絞り機能を持つラウンドアパーチャ19、主偏向器21、副偏向器20等を有する。また、図示しない各種のビームレンズや補正コイル等も含まれる。所定形状に整形された電子ビームは、主偏向器21と副偏向器20により偏向されて、ウエハ34の所望の位置に照射される。図中破線で示したのは、偏向が行われない場合の電子ビームの照射であり、点22が光学系の原点となる。

10

【0017】

このような、電子ビーム露光装置では、主偏向器21や副偏向器20では偏向できる範囲が限定されて、大口径のウエハ34の全面領域をカバーすることができない。したがって、露光制御部からのステージ駆動信号により、図示しないステージ駆動モータ等を駆動して、ステージ32を移動させる。その時、ステージ位置検出装置により、ステージ32の移動に伴う変位量がステージのサーボ制御部にフィードバックされて、所望の変位量だけのステージ32の移動が行われる。

20

【0018】

そして、電子ビームの原点22に対するステージ32の変位量と、ウエハ34内の露光位置から、電子ビームの偏向量が演算されて偏向器21、22に与えられる。従って、このステージ32の変位量を正確に測定しなければ露光不良を招く。

【0019】

図6は、一般的なステージ位置測定機構を示す図である。チャンバ30内に収納されたステージ32上にウエハ34が載置されている。ステージ32にはX方向の反射ミラー36xとY方向の反射ミラー36yが取り付けられる。このステージ32の位置測定装置は、X方向の変位量とY方向の変位量とを測定する。

30

【0020】

レーザ光源50は、例えばHe-Neガスレーザ発生部を有し、一般にはわずかに異なる周波数 f_1 、 f_2 を持つ2つのレーザを投光する。従って、このレーザは、 $f_1 - f_2$ の周波数のうなり（ビート）信号となる。このうなり信号の周波数は、例えば数MHz程度である。共通の光源50から投光されたレーザ光は、ハーフミラー52により、横方向と上方向に分離され、Y方向測定とX方向測定にそれぞれ利用される。上方向に進むレーザ光は、ハーフミラー55によりX方向（図中水平方向）に反射され、ステージ32に取り付けられてX方向反射ミラー36xで反射されX受光部57に受光される。このレーザ光の光路が測定用の光路である。一方、ハーフミラー55によりレーザ光は、参照光路用の反射ミラー56で反射され、ハーフミラー55を介してX受光部57に受光される。この光路は参照光路である。

40

【0021】

そして、測定光路を通過して受光されたうなり信号と参照光路を通過して受光されたうなり信号とでは、通過した光路長の相違から、両者の位相が異なる。そこで、その位相差を検出することで、測定光路Lx2の変位を測定することができる。Y側の測定原理も同様であり、ハーフミラー53、Y方向反射ミラー36y、ハーフミラー53更にY受光部58の測定光路のレーザ光と反射ミラー54から反射される参照光路のレーザ光との位相差から、Y方向のステージの変位が測定される。

50

【0022】

そこで、測定光路 $Lx2$ 、 $Ly2$ の距離の変位を基準にすることで、光学系の原点 22 に対するステージの位置を検出することができる。

【0023】

しかしながら、チャンバ 30 の内壁近くにある測定光路 $Lx2$ 、 $Ly2$ の始点からコラム部 12 内の光学系の原点 22 までの距離 $Lx1$ 、 $Ly1$ が共に一定である場合は、距離 $Lx2$ 、 $Ly2$ を所定値になる様にステージ移動のサーボ制御を行えば、ステージ 32 の原点 22 に対する位置を検出できるし、その位置への移動を制御することができる。

【0024】

ところが、温度の変化によりチャンバ 30 自体が伸縮すると、上記の距離 $Lx1$ 、 $Ly1$ の伸縮する。従って、測定光路 $Lx2$ 、 $Ly2$ を所定の値に制御しても、光学系の原点 22 に対してはステージが不正確な位置に制御されることになる。或いは、不正確な位置にあると検出される。

【0025】

図 2 は、露光装置が設置されるクリーンルームの温度とチャンバ 30 の温度との関係例を示すグラフ図である。このグラフ図は、横軸に時間、縦軸に温度が与えられる。そして、クリーンルームの温度が上下することに伴い、チャンバ温度も上下する。

【0026】

図 3 は、図 2 の温度変化に対応して検出された、電子ビームのオフセットドリフト量を示すグラフ図である。横軸には、図 2 の横軸に対応した時間が、縦軸には電子ビームが理想位置からどの程度オフセットした位置に変位したかを示すオフセット量がそれぞれ与えられる。図 3 に示される通り、チャンバ 30 の温度に対応して、オフセット量 Ox 、 Oy が大きく変動する。

【0027】

即ち、上記した通り、チャンバ温度の変動によりチャンバ 30 自体が伸縮し、距離 $Lx1$ 、 $Ly1$ が共に伸縮するので、ステージ移動を制御するサーボ制御装置が測定光路の始点からステージの反射ミラー 36x、36y までの距離が温度変化の影響なく所定値になる様に制御すると、光学系の原点 22 に対するステージの位置が不正確に制御されるのである。

【0028】

図 4 は、本発明の実施の形態例のステージ位置検出機構を説明する図である。この実施の形態例では、参照光路 $Lxref$ と $Lyref$ の距離を測定光路 $Lx2$ 、 $Ly2$ の始点から原点 22 までの距離 $Lx1$ 、 $Ly1$ とほぼ同じにして、かつ参照光路 $Lxref$ と $Lyref$ が、チャンバ温度の変化により距離 $Lx1$ 、 $Ly1$ と同様の膨張係数で伸縮する。そして、測定光路 $Lx2$ 、 $Ly2$ を通過したレーザ光のうねり信号の位相が、ステージの移動に従って変化すると同様に、参照光路 $Lxref$ と $Lyref$ を通過したレーザ光のうねり信号の位相もチャンバ 30 の伸縮に従って変化する。その結果、測定光路 $Lx2$ 、 $Ly2$ と参照光路 $Lxref$ と $Lyref$ との差もしくは位相差を検出することにより、常に原点 22 に対するステージ 32 の位置を正確に制御することができ、若しくは正確に検出することができる。

【0029】

参照光路を構成する反射ミラー 62、64 は、図示される通りチャンバ 30 の内壁に固定された支持体 63、65 に取り付けられる。一般にチャンバ 30 は、例えばアルミニウムなどで構成されて、温度変化による伸縮が大きいものに対して、ステージ 30 は、例えばシリコン等の温度膨張係数の小さい材料で構成され、殆ど温度変化による伸縮はない。

【0030】

X 受光部 57 と Y 受光部 59 によりそれぞれ得られたステージ 30 の位置情報に従って、サーボ制御部 59 がステージ駆動部 60 に X 方向の駆動モータと Y 方向の駆動モータを制御させる。即ち、クローズサーボ制御である。

【0031】

この実施の形態例では、参照光路長を測定光路の始点から光学系の原点 2 2 までの距離と同等にし、かつ反射ミラー 6 2、6 4 をチャンバ 3 0 の内壁に固定したので、距離 $Lx1$ 、 $Ly1$ のチャンバ温度変化に伴う伸縮と同じ伸縮が参照光路長にも与えられる。従って、参照光路と測定光路との位相差または距離の差を利用することで、光学系原点 2 2 に対するステージの位置に関し、チャンバの温度変化による伸縮の影響はない。

【0032】

図 5 は、本発明の別の実施の形態例のステージ位置検出機構を示す図である。この例では、参照光路 $Lxref$ と $Lyref$ は、距離 $Lx1$ 、 $Ly1$ と同等の距離ではなく、例えば N 倍 ($N < 1$) と短い。しかし、その参照光路を形成する反射ミラー 7 2、7 4 がチャンバ 3 0 の材料の熱膨張率より $1/N$ 倍の熱膨張率を持つ材料からなる支持部位 7 3、7 5 上に取り付けられている。従って、距離 $Lx1$ 、 $Ly1$ の温度変化による伸縮と、参照光路 $Lxref$ と $Lyref$ の伸縮とが同等になる。その結果、上記した図 4 の例と同様に温度変化によるチャンバ 3 0 の伸縮による影響をなくすることが可能になる。

10

【0033】

しかも、参照光路 $Lxref$ と $Lyref$ を実質的に短くすることができるので、狭いチャンバ 3 0 内に収納することができる。むろん、収納領域がある場合で支持部位 7 3、7 5 の材料の制約がある場合は、参照光路 $Lxref$ と $Lyref$ を距離 $Lx1$ 、 $Ly1$ より長くしても良い。

【0034】

それ以外の部分は、図 4 の場合と同等の構成である。

20

【0035】

【発明の効果】

以上説明した通り、本発明によれば、参照光路長も温度変化によるチャンバ 3 0 の伸縮と同様の伸縮を有するので、測定光路と参照光路との差に従ってステージの位置を測定することで、温度変化による伸縮の影響なくその位置を測定することができる。その結果、ウエハ等の資料表面の正確な位置に電子ビームを偏向して照射することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のステージ位置測定装置が設けられる電子ビーム露光装置の全体構成図である。

【図 2】露光装置が設置されるクリーンルームの温度とチャンバ 3 0 の温度との関係例を示すグラフ図である。

30

【図 3】電子ビームのオフセットドリフト量を示すグラフ図である。

【図 4】本発明の実施の形態例のステージ位置検出機構を説明する図である。

【図 5】本発明の別の実施の形態例のステージ位置検出機構を示す図である。

【図 6】一般的なステージ位置測定機構を示す図である。

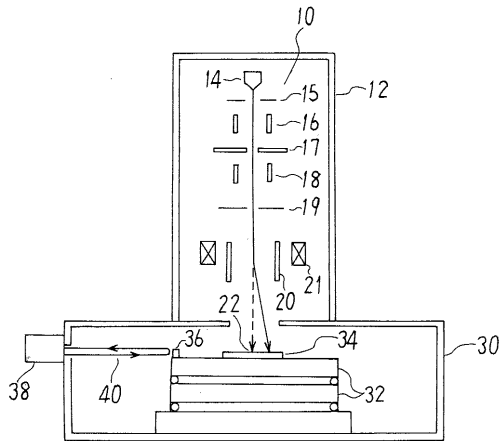
【符号の説明】

1 0	光学系
1 2	コラム部
2 2	光学系の原点
3 0	チャンバ部
3 2	ステージ
3 4	試料、ウエハ
$Lx1$, $Ly1$	始点から原点までの距離
$Lx2$, $Ly2$	測定光路
$Lxref$ と $Lyref$	参照光路
6 2, 6 4, 7 2, 7 4	参照光路反射ミラー
7 3, 7 5	支持体

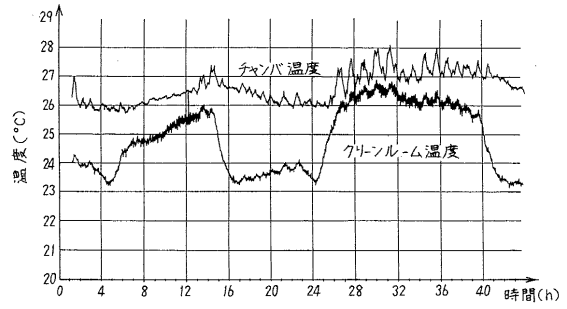
40

【図 1】

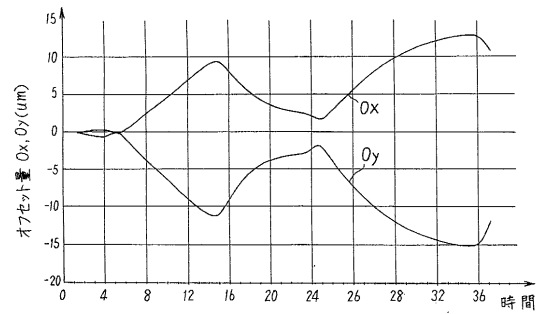
電子ビーム露光装置の全体構成図



【図 2】

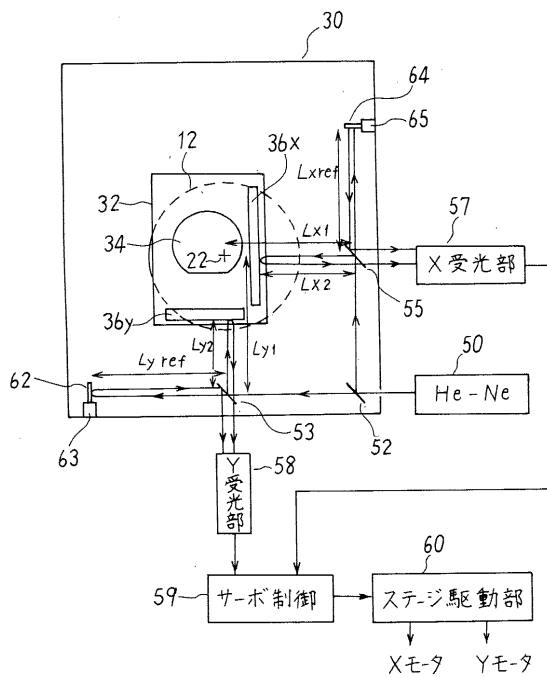


【図 3】



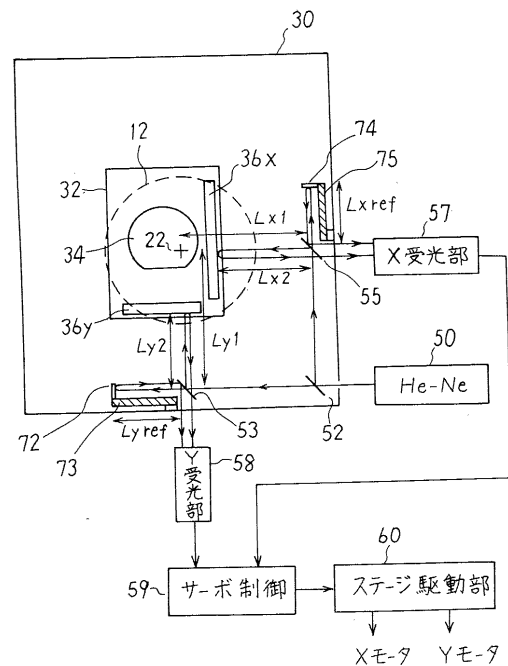
【図 4】

本発明の実施の形態例のステージ位置検出機構



【図 5】

本発明の別の実施の形態例のステージ位置検出機構



フロントページの続き

- (72)発明者 大川 達朗
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 石田 和司
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 津田 章義
東京都練馬区旭町1丁目3番1号 株式会社アドバンテスト内

審査官 岩本 勉

- (56)参考文献 特開平08-241842 (JP, A)
特開平05-283313 (JP, A)
特開平06-053112 (JP, A)
特開昭62-273722 (JP, A)
特開平07-086114 (JP, A)
特開平10-189442 (JP, A)
特開平10-012532 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 21/027