(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3917237号
(P3917237)
(45)発行日　平成19年5月23日(2007.5.23)　(24)登録日　平成19年2月16日(2007.2.16)

(51)Int.Cl.　F I
H01L 21/027 (2006.01)　H01L 21/30 566

請求項の数 5 (全 9 頁)

(21)出願番号　特願平9-144552
(22)出願日　平成9年5月20日(1997.5.20)
(65)公開番号　特開平10-321493
(43)公開日　平成10年12月4日(1998.12.4)
審査請求日　平成15年6月6日(2003.6.6)

(73)特許権者　000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目３番６号
(74)代理人　100096389
弁理士　金本　哲男
(74)代理人　100095957
弁理士　亀谷　美明
(74)代理人　100101557
弁理士　萩原　康司
(72)発明者　戸島　孝之
山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢６５０　東京エレクトロン九州株式会社　プロセステクノロジーセンター内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】レジスト膜形成方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

基板表面に対して所定のレジスト膜を形成する方法であって、基板表面にレジスト液を塗布する工程と、

前記基板の下面を加熱すると共に上面を冷却して、前記塗布されたレジスト液によって形成された膜の一部を変質させて変質層と非変質層とを形成する工程と、

前記非変質層を除去して，残った変質層からなるレジスト膜を形成する工程と、を有し，基板上に残った前記変質層は，所定のパターンに露光されることを特徴とする、レジスト膜形成方法。

【請求項２】

基板表面に対して所定のレジスト膜を形成する方法であって，

基板表面にレジスト液を塗布する工程と，

前記基板の下面を加熱すると共に上面を冷却して，前記塗布されたレジスト液によって形成されたレジスト膜の下面側を変質させて変質層を形成する工程と，

前記レジスト膜の上面側の変質するに至らなかった非変質層を除去して，残った変質層からなるレジスト膜を形成する工程と、を有し，

基板上に残った前記変質層は，所定のパターンに露光されることを特徴とする，レジスト膜形成方法。

【請求項３】

基板表面に対して所定のレジスト膜を形成する方法であって，

基板表面にレジスト液を塗布する工程と，
前記基板の下面を加熱すると共に上面を冷却して，前記塗布されたレジスト液によって形成されたレジスト膜の下面側を変質させて一定の厚さの変質層を形成する工程と，
前記レジスト膜の上面側の変質するに至らなかった非変質層を除去して，残った変質層からなるレジスト膜を形成する工程と、を有し，
基板上に残った前記変質層は，所定のパターンに露光されることを特徴とする，レジスト膜形成方法。

【請求項４】
基板表面に対して所定のレジスト膜を形成する方法であって，
頂部と底部をもった凹凸が形成された基板表面にレジスト液を塗布する工程と，
前記基板の下面を加熱すると共に上面を冷却して，前記塗布されたレジスト液によって形成されたレジスト膜の下面側を変質させて，前記頂部，底部とも同一の厚さに変質層を形成する工程と，
前記レジスト膜の上面側の変質するに至らなかった非変質層を除去して，残った変質層からなるレジスト膜を形成する工程と、を有し，
基板上に残った前記変質層は，所定のパターンに露光されることを特徴とする，レジスト膜形成方法。

【請求項５】
前記レジスト膜の厚さに応じて前記基板の下面を加熱する温度と前記基板の上面を冷却する温度を設定し，前記レジスト膜を前記変質層と前記非変質層との２層に形成することを特徴とする，請求項２，３又は４のいずれかに記載のレジスト膜形成方法。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、基板表面にレジスト膜を形成するレジスト膜形成方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
例えば半導体製造プロセスにおけるフォトレジスト処理工程においては、半導体ウエハ（以下、「ウエハ」という）などの基板の表面にレジスト液を塗布してレジスト膜を形成し、次いでベーキング装置と呼ばれる加熱装置でこのウエハを加熱してレジスト膜中の溶剤を蒸発させ、その後露光処理装置で当該レジスト膜に所定のパターンを露光する処理が行われている。
【０００３】
前記レジスト膜を形成するにあたっては、従来からスピン・コーティング方法と呼ばれる方法が用いられてきた。即ち、ウエハを回転させながらレジスト液をウエハの中心に供給し、ウエハ表面のレジスト液を遠心力によって周辺方向に拡散させて所定のレジスト膜を形成するようにしていた。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
前記従来のいわゆるスピン・コーティング方法によれば、ウエハ表面が平坦な状態では問題はないが、既にパターンが形成され、表面に凹凸や段差などが形成された状態のウエハの場合には問題がある。
【０００５】
即ち、図８に示したように、ウエハＷの表面に既にパターンが形成された結果、ウエハＷ表面に凹凸や段差が形成されていた場合、従来のスピン・コーティング方法では、パターンの頂部１０１における膜厚ａが底部１０２における膜厚ｂよりも極端に薄くなり、そのため以後の露光処理装置による他のパターンの露光処理において、線幅がばらつくおそれがあったのである。この傾向は、例えばｉ線からＫｒＦエキシマ・レーザへと、露光処理装置における露光波長が短くなればより顕著になり、今後益々微細なパターン化が進む中でいっそう問題となる。

【０００６】
本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、前記したような表面に凹凸や段差がある基板であっても、当該表面に形成されるレジスト膜の厚さが、凹凸や段差を形成している頂部と底部との間で差がなく、これを同一の厚さにすることができるレジスト膜形成方法を提供して、前記問題の解決を図ることを目的としている。
【０００７】
【課題を解決するための手段】
前記目的を達成するための参考例として、基板表面に対して所定のレジスト膜を形成する方法であって、基板表面にレジスト液を塗布する工程と、前記塗布されたレジスト液によって形成された膜の一部を変質させて変質層と非変質層とを形成する工程と、前記非変質層を除去する工程とを有するレジスト膜形成方法が提案できる。
【０００８】
前記した基板表面にレジスト液を塗布する工程においては、従来と同様、例えばスピン・コーティング方法を用いることができるが、塗布厚については、従来よりも厚く塗布することが好ましい。例えば、少なくとも意図する所定のレジスト膜厚の厚さ以上の厚さで頂部、底部の部分とも塗布されるように塗布する。即ち、一般的に薄くなりやすい頂部の部分においても、意図する所定の膜厚以上の厚さとなるようにレジスト液を塗布する。もちろんスピン・コーティング方法に限らず、レジスト液を従来より厚く塗布できるものであれば、適宜使用することができる。
【０００９】
その後従来のプロセスでは、レジスト液塗布後の基板をそのままベーキング処理して溶剤を蒸発させる工程に入るのであるが、本発明では、塗布されたレジスト液によって形成された膜の一部を変質させて変質層と非変質層とを形成するプロセスを実施する。変質させる膜の一部とは、例えばレジスト膜における基板側であって、前記意図する所定の膜厚を形成する部分である。したがって、基板表面に凹凸や段差のある場合には、この凹凸や段差の表面に沿って前記所定の膜厚分を変質させる。ここで変質とは、塗布されたレジスト膜の化学的性質を変化させることをいい、例えば非変質部分と比べて、特定の化学剤に対して不溶性を備えるようにするとか、非変質部分よりもアッシング処理、エッチング処理に対して耐性を強くすることなどがその例として挙げられる。
【００１０】
本発明によれば，基板表面に対して所定のレジスト膜を形成する方法であって、基板表面にレジスト液を塗布する工程と、前記基板の下面を加熱すると共に上面を冷却して、前記塗布されたレジスト液によって形成された膜の一部を変質させて変質層と非変質層とを形成する工程と、前記非変質層を除去して，残った変質層からなるレジスト膜を形成する工程と、を有し，基板上に残った前記変質層は，所定のパターンに露光されることを特徴とするレジスト膜形成方法が提供される。
【００１１】
即ち、基板の下面側から加熱すると、基板を介して熱が均等に基板中を伝導していく。その結果、基板表面に凹凸や段差があった場合、基板を介して伝導してきた熱は、やがて凹凸や段差の表面部分からさらにレジスト膜に均等に伝導していく。したがって、レジスト膜における意図する所定の膜厚に相当する部分まで伝導して当該部分が変質した時点で熱の伝導を停止するように、加熱処理を停止させることにより、基板上のレジスト膜に、変質層と非変質装置を形成することができる。
【００１２】
ところで一般的にレジスト膜は温度に対して敏感であるため、不用意に熱が伝導してしまい、意図した変質層、非変質層が形成されない場合も考えられる。この点上記発明においては、下面側から加熱すると共に、基板の表面側から冷却するようにしているので、熱の伝導速度を抑えたり、不用意に伝導が進んでしまって意図した非変質層が形成されなくなるといった事態を防止することができる。即ち、熱の伝導を制御することが容易であり、意図した変質層、非変質層の形成が容易となる。

【００１３】
以上のようにして変質層と非変質層とを形成した後、非変質層を除去すれば、基板上のレジスト膜は、変質層のみが残置される。したがって、たとえ基板上に凹凸や段差があっても、前記したように当該凹凸や段差の表面に沿って所定膜厚の部分を変質させておけば、当該凹凸や段差における頂部、底部とも同一厚さのレジスト膜が残置（形成）される。
【００１４】
非変質層のみを除去するにあたっては、現像液やＩＰＡ（イソプロピルアルコール）、その他溶解性があまり高くない薬剤を非変質層に供給して除去したり、あるいはアッシング処理によって除去するようにしてもよい。
【００１５】
そのようにして非変質層を除去した際、変質層表面、即ちレジスト膜表面が平滑状態にない場合には、上述したように、適宜基板を加熱することにより、レジスト膜表面を平滑にすることができる。
【００１６】
参考例として、前記した基板の下面を加熱すると共に基板の上面を冷却してレジスト膜の下面側を変質させ、非変質層とに分ける工程を好適に実施できる装置として、基板を収容する容器と、前記容器内で基板を載置する載置台と、前記載置台上の基板を当該基板の下面側から加熱する加熱機構と、前記載置台上の基板を当該基板の上面側から冷却する冷却機構とを備えた基板処理装置が提案できる。
【００１７】
かかる構成を有する基板処理装置によれば、基板を載置台に載置させた状態で、当該基板の下面側を加熱すると同時に上面側を冷却することができるので、下面側からの熱の伝導速度を抑えたり、不用意に熱伝導が進むことを防止できる。したがって、前記基板におけるレジスト膜に対して、意図した変質層、非変質層の形成が容易である。なお加熱機構については載置台内に発熱体や熱流体を介した熱交換器を内蔵させてこれを実現することができ、他方冷却機構についても、載置台と対向する位置に、冷却板を配置し、この冷却板に冷媒を流通させたり、あるいはペルチェ効果を奏する材質で前記冷却板を構成したり、さらにはレジスト膜に化学的影響を与えない冷却ガスを吐出させたりすることで、これを容易に実現できる。かかる場合、いずれも加熱、冷却の制御を可能な構成としておけば、レシピ設定が容易であり、また種々の膜厚に対応することができる。
また，基板表面に対して所定のレジスト膜を形成する方法であって，基板表面にレジスト液を塗布する工程と，前記基板の下面を加熱すると共に上面を冷却して，前記塗布されたレジスト液によって形成されたレジスト膜の下面側を変質させて変質層を形成する工程と，前記レジスト膜の上面側の変質するに至らなかった非変質層を除去して，残った変質層からなるレジスト膜を形成する工程と、を有し，基板上に残った前記変質層は，所定のパターンに露光されることを特徴とするレジスト膜形成方法が提供される。
さらに，基板表面に対して所定のレジスト膜を形成する方法であって，基板表面にレジスト液を塗布する工程と，前記基板の下面を加熱すると共に上面を冷却して，前記塗布されたレジスト液によって形成されたレジスト膜の下面側を変質させて一定の厚さの変質層を形成する工程と，前記レジスト膜の上面側の変質するに至らなかった非変質層を除去して，残った変質層からなるレジスト膜を形成する工程と、を有し，基板上に残った前記変質層は，所定のパターンに露光されることを特徴とするレジスト膜形成方法が提供される。
その他，基板表面に対して所定のレジスト膜を形成する方法であって，頂部と底部をもった凹凸が形成された基板表面にレジスト液を塗布する工程と，前記基板の下面を加熱すると共に上面を冷却して，前記塗布されたレジスト液によって形成されたレジスト膜の下面側を変質させて，前記頂部，底部とも同一の厚さに変質層を形成する工程と，前記レジスト膜の上面側の変質するに至らなかった非変質層を除去して，残った変質層からなるレジスト膜を形成する工程と、を有し，
基板上に残った前記変質層は，所定のパターンに露光されることを特徴とするレジスト膜

形成方法が提供される。

前記レジスト膜形成方法は，前記レジスト膜の厚さに応じて前記基板の下面を加熱する温度と前記基板の上面を冷却する温度を設定し，前記レジスト膜を前記変質層と前記非変質層との２層に形成してもよい。

また，前記レジスト膜形成方法は，前記非変質層を除去した後に基板を加熱処理し，前記変質層の表面を平滑にする工程をさらに有していてもよい。

【００１８】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施の形態を図に基づいて説明すると、図１は処理対象となる基板としてのウエハＷであり、このウエハＷには既に第１回目のパターンが形成され、その結果図２の拡大図に示したように、その表面には頂部１、底部２をもった凹凸が形成され、いわゆる段差ウエハの様を呈している。

【００１９】

このウエハＷの表面に対して、まずレジスト液を供給してレジスト膜を塗布するのであるが、かかる場合、従来のレジスト液塗布の場合よりも厚く塗布する。即ち図３に示したように、頂部１、底部２のいずれにおいても、塗布するレジスト膜３の厚さが、所望のレジスト膜の厚さｄよりも厚くなるように塗布する。塗布にあたっては、従来のいわゆるスピン・コーティング方法に拠ってもよいし、その他の塗布方法を用いてもよい。

【００２０】

次にこのレジスト膜３に対して膜の一部、本実施形態ではレジスト膜３の下面側を変質させるのであるが、本実施形態では、図４に示した基板処理装置１１を用いてかかる処理を行った。この基板処理装置１１は、処理容器１２内に載置台１３を備えており、この載置台１３内には、電源１４からの給電によって発熱し、載置台１３上のウエハＷを下面側から所定温度にまで加熱するヒータ１５が内設されている。

【００２１】

載置台１３には、さらにステッピングモータなどを内蔵した昇降機構１６によって載置台１３に対して出没自在な、昇降ピン１７が設けられている。この昇降ピン１７は、処理容器１２の一側に形成されている搬入出口１８から搬送アーム（図示せず）などの搬送機構でウエハＷを載置台１３に対して授受する際に使用される。搬入出口１８には、この搬入出口１８を開閉自在なシャッタ１９が設けられている。また処理容器１２の底部には、処理容器１２内の雰囲気を下方から外部に排気するための排気口２０が設けられており、処理容器１２内の雰囲気を下方から排気するようにして、載置台１３からの熱が後述の冷却板２１に伝わるのを抑えている。

【００２２】

処理容器１２内の上方には、冷却機構としての冷却板２１が設けられて、載置台１３と対向している。この冷却板２１は、その内部に冷媒流通空間２２が形成されており、この冷媒流通空間２２内に、例えば、冷却水やチラーなどの冷媒を流通させることで、載置台１３上のウエハＷを上面から冷却するようになっている。

【００２３】

以上の構成にかかる基板処理装置１１内の載置台１３に、図３の状態、即ちレジスト液を従来よりも厚く塗布し、未だ乾いていない状態のウエハＷを搬入し、載置台１３内のヒータ１５によって当該ウエハＷの下面側を加熱すると共に、上面側を冷却板２１によって冷却する。このときの加熱温度は、例えば１４０℃前後に設定することが提案できる。もちろんレジスト膜３の厚さ、材質によって最適な温度を選択すればよい。また冷却板２１の温度は、レジスト膜３の厚さ、材質によって最適な温度を選択すればよいが、レジスト膜３の厚さ、材質に応じて、該レジスト膜を変質層と非変質層とに２層に形成するように温度設定する。

【００２４】

なお冷却機構は、前記した冷却板２１に限らず、例えば不活性の冷却ガスをウエハＷ表面に吐出させる構成をもったいわゆるシャワーヘッドのようなものでもよい。また冷却温度

の制御は、冷媒や冷却ガスの温度制御によっても行えるが、冷却板２１や前記シャワーヘッドと、ウエハＷとの間の距離を変化させて制御するように構成してもよい。具体的には、冷却板２１やシャワーヘッドと載置台１３の少なくともいずれか一方を上下動自在に構成しておけばよい。

【００２５】

前記基板処理装置１１において所定の加熱・冷却処理を行うことにより、ウエハＷ上のレジスト膜３は、図５に示したように、加熱されて変質した下面側の変質層３ａと、変質するに至らなかった非変質層３ｂとに分けられる。しかも変質層３ａは、頂部１、底部２の部分とも、同一の厚さとなっている。これはウエハＷを介して熱が均等にレジスト膜３中に伝達されるからである。なお変質層３ａの厚さを前記所望のレジスト膜の厚さｄに一致させるには、予めデータをとって、温度、時間等についてのレシピを設定しておけばよい。

【００２６】

そのようにレジスト膜３において変質層３ａと非変質層３ｂとを形成した状態のウエハＷに対し、今度は非変質層３ｂのみを除去する処理を行う。かかる除去処理にあたっては、例えばレジスト膜３の変質層３ａ、非変質層３ｂの性質に基づいて、非変質層３ｂのみを溶解する薬剤や、変質層３ａに対しては溶解速度が極端に低下する薬剤等をウエハＷ表面に供給したり、非変質層３ｂのみを除去するアッシング処理や、変質層３ａに対しては極端にアッシングレートが低下するアッシング処理を利用すればよい。非変質層３ｂのみを除去した後のウエハＷの状態を図２に示した。

【００２７】

ここで除去の際に用いた薬剤や他の処理の関係で、ウエハＷ表面に残置した変質層３ａの表面が平滑ではなく、その後の処理に支障をきたす場合には、さらに図６の状態のウエハＷに対して加熱処理を実施する。この加熱処理によって変質層３ａから、不要な溶剤等を蒸発させて変質層３ａの表面を平滑にすることができる。そのように加熱処理して変質層３ａの表面を平滑にした状態を図７に示した。なおかかる加熱処理を行うには、この種のレジスト塗布処理に用いられている従前のいわゆるベーキング装置を用いることができる。また単に平滑状態にするだけではなく、レジスト膜３中の不要な溶剤を蒸発させる、通常のいわゆるプリ・ベーキング処理を引き続いて実施するようにしてもよい。

【００２８】

図７に示したウエハＷからわかるように、ウエハＷにおける頂部１、底部２の部分とも、残置した変質層３ａの厚さ、即ちのレジスト膜３厚さは、いずれも所望の膜厚ｄになっている。したがって、その後露光処理装置によって露光処理を行う場合にも、線幅にばらつきのない好適な露光処理を実施することが可能である。

【００２９】

前記実施の形態においては、ウエハＷにレジスト膜を塗布した後、加熱・冷却して変質層３ａと非変質層３ｂとを形成するようにしたが、ウエハＷにレジスト液を供給してレジスト膜を塗布しつつ同時にウエハＷを加熱して変質層と非変質層とを形成するようにしてもよく、さらにその場合、塗布処理を行っている容器内を低温雰囲気にしつつ、レジスト液を供給すると同時にウエハＷを加熱して、変質層、非変質層を形成するようにしてもよい。

【００３０】

なお基板についても、前記実施形態はウエハを例にとって説明したが、これに限らず、ＬＣＤ基板であってもよい。

【００３１】

【発明の効果】

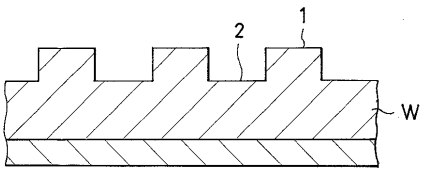
本発明によれば、たとえ表面に凹凸や段差がある基板であっても、凹凸や段差を形成している頂部と底部との間で、膜厚に差がないレジスト膜を形成することができる。また、変質層と非変質層との境界設定が容易であり、所定の膜厚のレジスト膜を形成することが容易である。さらに、非変質層除去後の変質層表面を平滑にすることが可能である。

【００３２】
また請求項４の基板処理装置によれば、レジスト膜が塗布された基板の下面側を加熱すると同時に上面側を冷却することができ、下面側からの熱の伝導速度を抑えたり、不用意に熱伝導が進むことを防止することができる。したがって、意図した変質層、非変質層の形成が容易であり、請求項１、２の発明を好適に実施することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施の形態にしたがってレジスト膜を形成しようとするウエハの側面図である。
【図２】図１のウエハの拡大縦断面図である。
【図３】図２のウエハにレジスト膜を厚く塗布した状態を示すウエハ断面の説明図である。
【図４】本発明の実施の形態にしたがってレジスト膜を形成する際に用いた基板処理装置の断面の説明図である。
【図５】図４の基板処理装置を用いてウエハのレジスト膜に変質層と非変質層とを形成した状態を示すウエハ断面の説明図である。
【図６】図５のウエハにおけるレジスト膜の非変質層を除去した状態を示すウエハ断面の説明図である。
【図７】図６のウエハにおけるレジスト膜の変質層表面を加熱して平滑にした状態を示すウエハ断面の説明図である。
【図８】表面に凹凸のあるウエハに対して従来技術にしたがってレジスト膜を形成した状態を示すウエハ断面の説明図である。
【符号の説明】
１　　頂部
２　　底部
３　　レジスト膜
３ａ　変質層
３ｂ　非変質層
１１　　基板処理装置
１２　　処理容器
１３　　載置台
１５　　ヒータ
２１　　冷却板
Ｗ　　ウエハ

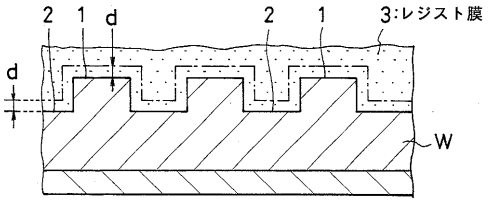
【図１】



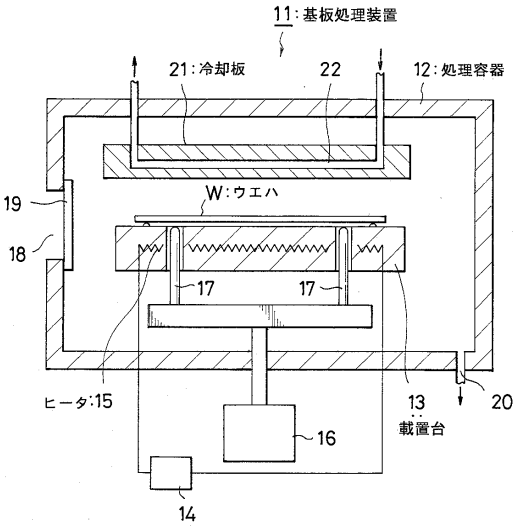
【図２】



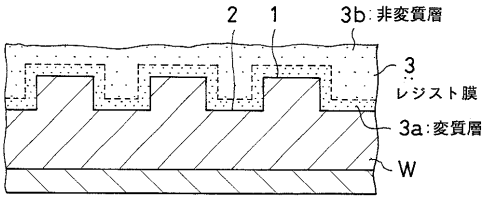
【図３】



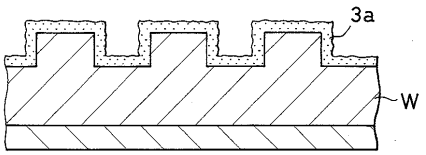
【図４】



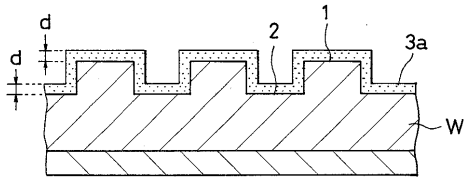
【図５】



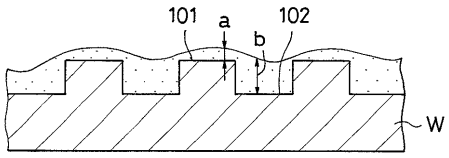
【図６】



【図７】



【図８】



フロントページの続き

(72)発明者　小西　信夫
山梨県韮崎市穂坂町三ツ沢６５０　東京エレクトロン九州株式会社　プロセステクノロジーセンター内

審査官　新井　重雄

(56)参考文献　特開平０７－１８３１８４（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０５１０５９（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２９９３３４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/027