

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4910128号  
(P4910128)

(45) 発行日 平成24年4月4日(2012.4.4)

(24) 登録日 平成24年1月27日(2012.1.27)

(51) Int. Cl.	F I				
<b>GO 1 N</b> 21/956 (2006.01)	GO 1 N	21/956			B
<b>HO 1 L</b> 23/00 (2006.01)	HO 1 L	23/00			A
<b>GO 1 B</b> 11/24 (2006.01)	GO 1 B	11/24			F
<b>GO 6 T</b> 1/00 (2006.01)	GO 1 B	11/24			K
	GO 6 T	1/00	3 O 5 A		

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-67553 (P2006-67553)  
 (22) 出願日 平成18年3月13日(2006.3.13)  
 (65) 公開番号 特開2007-248051 (P2007-248051A)  
 (43) 公開日 平成19年9月27日(2007.9.27)  
 審査請求日 平成20年12月12日(2008.12.12)

(73) 特許権者 504174135  
 国立大学法人九州工業大学  
 福岡県北九州市戸畑区仙水町1番1号  
 (74) 代理人 100092347  
 弁理士 尾仲 一宗  
 (72) 発明者 脇迫 仁  
 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州  
 工業大学内  
 審査官 尾崎 淳史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対象物表面の欠陥検査方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

カメラによって撮像した対象物である半導体部品の表面全体の画像から対象物である半導体部品表面の欠陥を検出する対象物表面の欠陥検査方法において、

第一の照明装置からの照射光が前記カメラの前に置いたハーフミラーで反射した入射光の照明光が前記カメラの撮像方向と同一方向になる同軸落射照明である第一の照明、及び第二の照明装置からの照射光が前記半導体部品の表面全体に対して斜め方向から照明光が当たる斜光照明である第二の照明とを用い、前記第一の照明と前記第二の照明とは、互いに入射角の異なる照射光に設定されると共に、前記照明光が互いに異なった波長に設定されており、

前記第一の照明と前記第二の照明とで照らされた前記半導体部品の表面全体のそれぞれの第一の画像と第二の画像とを検出し、

前記カメラによって撮像された前記第一の画像と前記第二の画像との濃淡値を、予め求められていた前記第一の画像と前記第二の画像との前記欠陥に対する濃淡値と対比して前記対象物の表面の前記欠陥の有無を判別し、

前記第一の画像の前記濃淡値と前記第二の画像の前記濃淡値を二次元平面の縦軸と横軸の座標で表した二次元的分布であって、前記対象物に対して予め求められていた前記画像の前記濃淡値は、前記対象物のマークの領域、マーク以外の領域及び前記欠陥の領域に関しての前記二次元的分布に表わされており、

前記第一の画像と前記第二の画像から前記半導体部品表面の前記欠陥の有無を判別する

ことを特徴とする半導体部品表面全体の欠陥検査方法。

【請求項 2】

前記二次元的分布上で前記半導体部品の表面の前記欠陥領域を表す参照テーブルであって、前記第一の画像と前記第二の画像との濃淡値から前記半導体部品の表面の前記欠陥の有無を出力する前記参照テーブルを設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体部品表面全体の欠陥検査方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば、半導体素子等の対象物の表面に欠陥が存在するか否かを検査する対象物表面の欠陥検査方法に関する。 10

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話等の携帯機器の小型化やパソコンや家電製品の高機能化に伴い、電子部品の小型化が進んでいる。部品の小型化により部品表面の傷でも内部の素子を容易に傷つけるため、部品の表面の欠陥検査は重要になってきている。

【0003】

一般に、部品の表面の欠陥を検査することについては、カメラにより部品の表面の画像を取得し、その画像から画像処理により表面の欠陥を検出する。これらの画像処理において、主にパターンマッチングが用いられる。パターンマッチングでは、最初に欠陥の無い正常な部品の画像をモデルとして登録しておき、部品の欠陥の検査工程において検査対象の画像と登録した画像との相関値を計算し、その値によって部品の表面の欠陥の有無を判断する（例えば、非特許文献 1 参照）。 20

【0004】

図 7 には、部品の表面の欠陥を検査することについての一例が示されている。図 7 の (a) には、登録された正常な部品 9 の画像 M 6 が示されている。画像の文字“M 6”は、部品マークであり、部品 9 の表面には、通常、上記のような何らかの記号が刻印される。図 7 の (b) には、表面に欠陥 3 0 がある部品 9 の画像 M 6 が示されている。このような表面に欠陥 3 0 がある画像 M 6 と、図 7 の (a) に示す登録画像 M 6 との相関値は、欠陥 3 0 の無い場合と比べて値が小さくなるため、予めしきい値を定めておき、その値と比較することによって、部品 9 の欠陥 3 0 の有無が判定できる。 30

【0005】

このようなパターンマッチングの応用例として、従来、欠陥検査方法において、回路パターンが製作されたフォトマスクに対し、ウェハに転写される可能性の高い欠陥のみを高感度で検出するものが知られている。該欠陥検査方法は、回路パターンが形成された試料の欠陥を検査するものであって、試料のパターンを工学的に撮像して得られるセンサデータと基準となるべき参照データを画素毎に比較してこれらの不一致量を求める工程と、センサデータの注目画素の近傍に欠陥が存在すると仮定して該欠陥がパターンエッジを移動させる場合を計算する工程と、欠陥がパターンエッジを移動させる場合と前記不一致量に基づいて、該不一致量に相当する部分が検出すべき欠陥か否かを判定する工程とを含むものである（例えば、特許文献 1 参照）。 40

【非特許文献 1】昭晃堂発行「画像処理ハンドブック」（第 3 0 3，3 0 4 頁）

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 8 1 1 6 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一般的に、直観的にはパターンマッチングの処理は、登録画像を検査画像上で重ねて、両者を相対的にずらしていき、最も一致したときの相関値が最大となる。そのため、部品の表面に欠陥が無くとも登録画像の部品マークの形状と実際の部品マークの形状が異なると、画像同士が一致せずに、相関値が小さくなり、欠陥として判断してしまう。例えば、 50

図 8 の ( a ) に示すように、部品 9 のマーク即ち画像 M 6 がモデルと比べて横方向に縮んだ場合、図 8 の ( b ) に示すように部品 9 のマーク即ち画像 M 6 が回転していると、登録画像図である図 7 の ( a ) と一致しないことから分かるように、欠陥 3 0 として判別される可能性がある。このようなマーク形状のバラツキは、レーザマーキングによる刻印時の条件のバラツキに起因している。

【 0 0 0 7 】

このように、半導体チップの表面の欠陥部の検査装置において、予め正常な半導体チップの表面の画像を登録し、検査対象のチップとのパターンマッチングによる検査が行われている。しかしながら、一般に半導体チップの表面には、レーザマーカによる部品マークが刻印されており、この部品マークはマーキングの状況により、文字の字体の変形、文字の字体の傾き、文字の字体の位置のずれ等が生ずるため、登録画像の部品マークと一致しないことがあり、パターンマッチングにおいて欠陥が無くても欠陥が有りとして判別されてしまうことがある。

10

【 0 0 0 8 】

この発明の目的は、上記の問題を解決することであり、予め正常な部品の画像を登録する必要がなく、照明条件を工夫することにより、部品即ち対象物の表面の欠陥を検出することができることを具現化したものであり、入射角の異なる照射光を持つ照明手段によって照らした対象物の画像から、部品マークとマーク以外の領域、及び表面の欠陥部の領域の濃淡値に関する二次元的な分布から、欠陥部のみの領域を判別し、これによって部品マークの変動等の条件に影響されずに、半導体部品表面に対する欠陥の有無を判別できる対象物表面の欠陥検査方法を提供することである。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

この発明は、カメラによって撮像した対象物である半導体部品の表面全体の画像から対象物である半導体部品表面の欠陥を検出する対象物表面の欠陥検査方法において、

第一の照明装置からの照射光が前記カメラの前に置いたハーフミラーで反射した入射光の照明光が前記カメラの撮像方向と同一方向になる同軸落射照明である第一の照明、及び第二の照明装置からの照射光が前記半導体部品の表面全体に対して斜め方向から照明光が当たる斜照明である第二の照明とを用い、前記第一の照明と前記第二の照明とは、互いに入射角の異なる照射光に設定されると共に、前記照明光が互いに異なった波長に設定されており、

30

前記第一の照明と前記第二の照明とで照らされた前記半導体部品の表面全体のそれぞれの第一の画像と第二の画像とを検出し、

前記カメラによって撮像された前記第一の画像と前記第二の画像との濃淡値を、予め求められていた前記第一の画像と前記第二の画像との前記欠陥に対する濃淡値と対比して前記対象物の表面の前記欠陥の有無を判別し、

前記第一の画像の前記濃淡値と前記第二の画像の前記濃淡値を二次元平面の縦軸と横軸の座標で表した二次元的分布であって、前記対象物に対して予め求められていた前記画像の前記濃淡値は、前記対象物のマークの領域、マーク以外の領域及び前記欠陥の領域に關しての前記二次元的分布に表わされており、

40

前記第一の画像と前記第二の画像から前記半導体部品表面の前記欠陥の有無を判別することを特徴とする半導体部品表面全体の欠陥検査方法に関する。

【 0 0 1 0 】

また、この半導体部品表面全体の欠陥検査方法は、前記二次元的分布上で前記半導体部品の表面の前記欠陥領域を表す参照テーブルであって、前記第一の画像と前記第二の画像との濃淡値から前記半導体部品の表面の前記欠陥の有無を出力する前記参照テーブルを設けたものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

この発明による半導体部品表面全体の欠陥検査方法は、上記のように構成されているの

50

で、異なる照明手段によって照らした対象物である半導体部品の二つの画像の濃淡値を利用することによって、一つの照明手段による画像に比べ、半導体部品表面全体の欠陥の検出が容易に実現できる。また、この半導体部品表面全体の欠陥検査方法では、一般に使用される照明手段である同軸落射照明と斜光照明によって半導体部品の表面の欠陥を検出できるものである。また、この半導体部品表面全体の欠陥検査方法は、欠陥が見え易い照明の波長を選ぶことによって、欠陥部の抽出が容易に検出できるものである。更に、この半導体部品表面全体の欠陥検査方法は、予め異なる画像手段によって得られた欠陥の画像の濃淡値を参照テーブルとして利用することによって、演算処理無しで高速に半導体部品である対象物の表面の欠陥を検出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0012】

以下、図面を参照して、この発明による対象物表面の欠陥検査方法の実施例を説明する。まず、この対象物表面の欠陥検査方法を説明するのに先立って、画像処理における照明手段として一般的な同軸落射照明と斜光照明について説明する。

【0013】

図5には、同軸落射照明による対象物表面の画像について説明されている。図5の(a)には、同軸落射照明の構成が示されており、カメラ1が半導体チップ等の対象物2の表面を撮像できるように設置してある。同軸落射照明では、カメラ1の前にハーフミラー4を置き、照明装置3からの照射光5は、ハーフミラー4で反射して矢印の入射光6になり、入射光6はカメラ1の撮像方向と同一方向になる。このとき、対象物2の表面は、図5の(a)に示すように、入射光6に対して垂直であり、その表面状態が滑らかであると、入射光6のほとんどは対象物2の表面で正反射し、カメラ1に入射することになるため、カメラ1の画像上では明るく見える。そこで、対象物2が半導体チップである場合に、各種マークの施されていないモールド表面は滑らかであり、入射光6はほとんど正反射するため、明るく見えることになる。これに対して、各種マークM6は、対象物の表面がレーザ光によって刻印されているため、表面がざらついており、入射光6は該ざらつき表面で乱反射し、カメラ1の方向に反射される光の量が少なくなり、マークの無い部分と比べて、図5(b)に示すように、画面中では各種マークM6が暗く見えることになる。即ち、斜線で示した各種マークM6の部分が暗く、その他の部分は明るくなる。対象物の表面の欠陥については、図示していないが、欠陥は何らかの要因により、モールド表面が傷が付いた状態であり、傷の状態により、入射光6の反射方向が変わるため、画面上での明るさも様々である。図5(c)には、対象物即ち半導体チップの表面の各種マークM6領域とマーク以外の領域、及び半導体チップの表面の欠陥の領域について、濃淡値の分布を模式的に表したヒストグラムが示されている。図5(c)のヒストグラムにおいて、横軸が濃淡値を表し、軸の右側が値が大きく明るいことを示している。分布13は、各種マーク以外の領域であり、分布14は、各種マークM6の領域であり、分布15は、半導体チップの表面の欠陥の領域を示している。半導体チップの表面の欠陥の明るさは、分布15に示すように、他の領域13、14より幅がひろく、各種マークM6の分布14と交わっている領域があるため、濃淡値からは、半導体チップの表面の欠陥の切り分けは難しいことが分かる。

20

30

40

【0014】

次に、図6には、斜光照明による対象物表面の画像について説明されている。図6の(a)には、斜光照明の構成が示されており、カメラ1が対象物2の表面を撮像できるように設置されている。斜光照明では、対象物2に対して斜め方向から照明光が当たるように、照明装置7が配置されている。このため対象物2の面が滑らかであり、対象物2の面が水平な場合に、入射光8はほとんど正反射されてカメラ1の方向に反射する光は少なくなり、カメラ1の画像上では暗く見えることになる。それ故に、対象物2が半導体チップのとき、各種マークM6の刻印されていないモールド表面は、反射する光が少なく暗く見えることになる。一方、半導体チップの表面の各種マークM6の部分はレーザ光によって刻印され表面がざらついており、入射光8はざらつき表面で乱反射され、その一部はカメラ

50

1の方向に反射されて、相対的には各種マークM6の無い部分と比べて、図6(b)に示すように、画面上では明るく見えることになる。図6(b)に示すように、各種マークM6の部分が明るく、斜線で示したその他の部分が暗くなる。半導体チップの表面の欠陥については、図示していないが、欠陥の状態により、入射光8の反射方向が変わるため、画面上での明るさも様々である。図6(c)には、対象物即ち半導体チップの表面の各種マークM6領域とマーク以外の領域、及び半導体チップの表面の欠陥の領域について、濃淡値の分布を模式的に表したヒストグラムが示されている。図6(c)のヒストグラムにおいて、横軸が濃淡値を表し、軸の右側が濃淡値が大きく明るいことを示している。分布16は、各種マークM6の領域であり、分布17は、各種マーク以外の領域であり、分布18は半導体チップの表面の欠陥の領域である。半導体チップの表面の欠陥を示す分布18は、幅が広く、各種マークM6の分布17と交わっている領域があるため、濃淡値からは、半導体チップの表面の欠陥の切り分けは難しいことが分かる。

10

## 【実施例1】

## 【0015】

次に、図1を参照して、この発明による対象物表面の欠陥検査方法の一実施例を説明する。この対象物表面の欠陥検査方法は、上記の同軸落射照明と斜光照明とを異なる照明、即ち、入射角の異なる照射光を持つ照明手段として利用したことに特徴を有している。

## 【0016】

図1に示すように、撮像用のカメラ1が対象物である半導体チップ等の半導体部品である対象物2の上方に設置されており、第一の照明手段として、照明装置3とハーフミラー4による同軸落射照明と、第二の照明手段として照明装置7による斜光照明が設置されている。それぞれの照明を検査される半導体部品としての対象物2の表面に照射した時に、二つの画像が得られることになる。図2には、同軸落射照明のときの対象物2の表面の画像の濃淡値を横軸に、また、斜光照明のときの対象物2の表面の画像の濃淡値を縦軸にとった分布が示されている。図2において、横軸は右になるほど値が大きく明るく、縦軸は上になるほど値が大きく明るいことを示している。図2の画像の濃淡値の分布において、二つの画像上で同じ位置の点が同軸落射照明の濃淡値がaであり、斜光照明の濃淡値がbであるときは、点19に位置することになる。そこで、対象物2の表面の各種マーク領域とマーク以外の領域、及び対象物2の表面の欠陥の分布について模式的に表すと線図のようになる。分布11は各種マークの領域であり、同軸落射照明では暗く、斜光照明では明るいことを示している。分布12は各種マーク以外のモールド表面の領域であり、同軸落射照明では明るく、斜光照明では暗いことを示している。一方、対象物2の表面の欠陥は、様々な濃淡値をとるが、その分布は各種マークやそれ以外の領域とは異なる領域となっている。つまり、図5(c)や図6(c)で示したように、1つの照明による分布では、対象物の表面の欠陥だけを識別するのは難しかったが、このように二つの濃淡値による二次元平面の分布としてみると、対象物の表面の欠陥の識別が容易であることが分かる。従って、実施例1については、予め二種類の照明の画像から対象物の表面の欠陥の濃淡値の二次元分布を求めておき、実際の検査工程において、これらの分布を参照することによって対象物の表面の欠陥を検査することが可能になる。上記のように実施例1では、パターンマッチングのような基準となる画像を登録する必要が無く、対象となる対象物2の表面の画像から欠陥の検査ができるため、各種マークの形状に不揃いがあっても、対象物の表面の欠陥を検出することができるようになる。また、実施例1では、照明手段として、同軸落射照明と斜光照明とを用いたが、二つの照明手段による画像の濃淡値から各種マークとマーク以外の領域、更に、対象物の表面の欠陥が分離できるような照明であれば、どのような照明で使用することができることは勿論である。また、対象物の表面の欠陥を、見えやすくするために異なる照明の波長を使うことが好ましいものである。

20

30

40

## 【実施例2】

## 【0017】

次に、図3を参照して、この発明による対象物表面の欠陥検査方法について、半導体チップ等の半導体部品である対象物2の表面の欠陥の判別方法のハードウェアによる別の実

50

施例を説明する。

【0018】

図3に示すように、画像21と画像22は、異なる照明手段によって照らされたときの半導体チップの画像メモリである。これらのメモリのアドレス20を指定することにより、画像21の濃淡値23と画像22の濃淡値24が出力される。これらの濃淡値23、24の値が入力となり、テーブル25の出力信号26が出力される。図4には、テーブル25について説明されている。図4において、横方向の0から255は濃淡値23の値であり、また、縦方向の0から255は濃淡値24の値であり、これらの値によって指定される値が出力される。例えば、濃淡値23の値が253、濃淡値24の値が2のときは、40で示された部分の値が出力される。テーブル25の値は、図2の対象物の表面の欠陥の分布に対応しており、対象物の表面の欠陥の分布を予め調べておき、その分布に対応する箇所に1をそれ以外に0を設定しておく。このようなテーブル25の出力信号26をカウンタ27でカウントする。この値は、欠陥部の分布の大きさに比例するため、カウント値28を予め設定した値と比較する比較器29を設けて、予め設定した値より大きい場合は対象物の表面の欠陥が大きいと判定する。このように、実施例2では、CPU等の機器を用いず、メモリとカウンタや簡単な論理回路等のハードウェアで構成することができるため、高速で安価な検査方法が実現できる。また、ソフトウェアで対象物表面の欠陥検査方法を実現する場合は、テーブル25を二次元平面の配列とすることによって同様な処理が可能となる。

10

【産業上の利用可能性】

20

【0019】

この発明による対象物表面の欠陥検査方法は、例えば、半導体チップ等の半導体部品である対象物の表面の欠陥を検査することができるため、半導体組立装置等の各種装置の検査方法に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】この発明による対象物表面の欠陥検査方法の一実施例を示す説明図である。

【図2】この発明による対象物表面の欠陥検査方法の原理を示す説明図である。

【図3】この発明による対象物表面の欠陥検査方法の別の実施例を示す説明図である。

【図4】図3の対象物表面の欠陥検査方法におけるテーブルを示す説明図である。

30

【図5】同軸落射照明を示す説明図である。

【図6】斜光照明を示す説明図である。

【図7】従来の対象物表面の欠陥検査方法の1例を示す説明図である。

【図8】従来の対象物表面の欠陥検査方法の別の例を示す説明図である。

【符号の説明】

【0021】

1 カメラ

2 対象物

3 同軸落射照明用の照明装置

4 ハーフミラー

5 照明装置からの照射光

6 同軸落射照明の入射光

7 斜光照明用の照明装置

8 斜光照明の入射光

10 欠陥部の濃淡値の二次元分布

11 各種マークの濃淡値の二次元分布

12 各種マーク以外の濃淡値の二次元分布

13 同軸落射照明での各種マーク部以外の濃淡値の分布

14 同軸落射照明での各種マーク部の濃淡値の分布

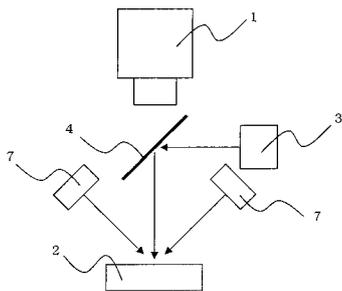
15 同軸落射照明での欠陥部の濃淡値の分布

40

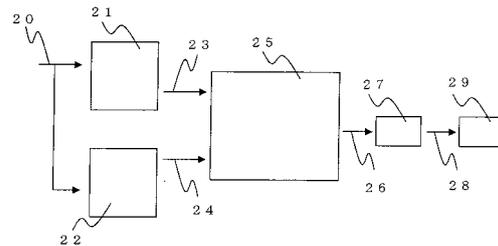
50

- 1 6 斜照明での各種マーク部の濃淡値の分布
- 1 7 斜照明での各種マーク部以外の濃淡値の分布
- 1 8 斜照明での欠陥部の濃淡値の分布
- 1 9 濃淡値の2次元分布上の点
- 2 0 画像メモリのアドレス信号
- 2 1 画像メモリ
- 2 2 画像メモリ
- 2 3 画像21の濃淡値
- 2 4 画像22の濃淡値
- 2 5 テーブル
- 2 6 テーブルの出力値
- 2 7 カウンタ
- 2 8 カウント値
- 2 9 比較器
- 3 0 表面の欠陥

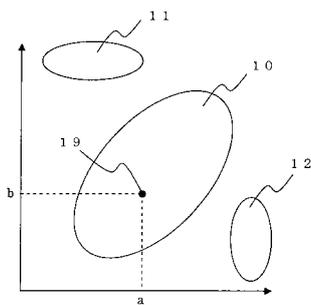
【図1】



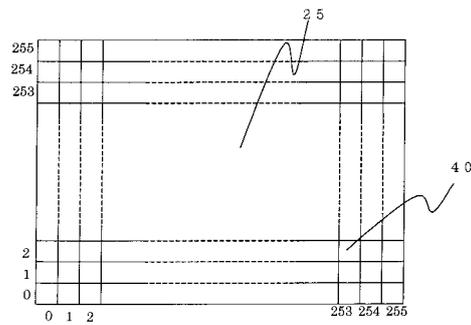
【図3】



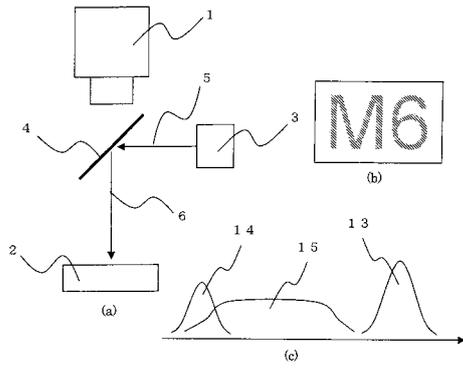
【図2】



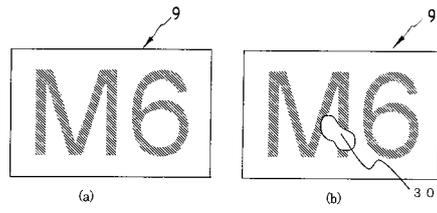
【図4】



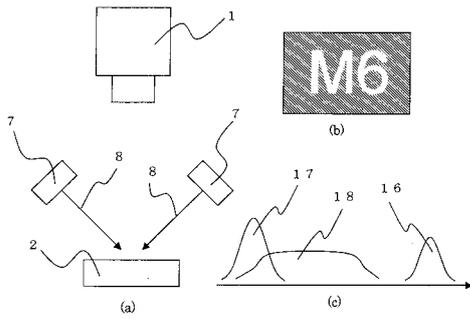
【図5】



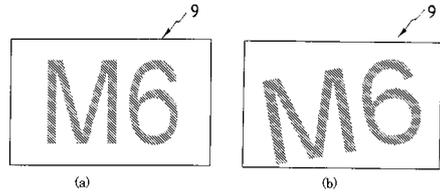
【図7】



【図6】



【図8】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-257533(JP,A)  
特開2000-162141(JP,A)  
特開平05-332739(JP,A)  
特開2005-274256(JP,A)  
特開2003-097916(JP,A)  
特開2006-030106(JP,A)  
国際公開第01/027600(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/84 - 21/958  
G01B 11/00 - 11/30  
G06T 1/00