(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4218192号
(P4218192)

(45)発行日　平成21年2月4日(2009.2.4)　(24)登録日　平成20年11月21日(2008.11.21)

(51)Int.Cl.			F I		
B08B	7/00	(2006.01)	B08B	7/00	
B01J	19/12	(2006.01)	B01J	19/12	C
G02F	1/13	(2006.01)	G02F	1/13	101
G02F	1/1333	(2006.01)	G02F	1/1333	500
G11B	5/84	(2006.01)	G11B	5/84	Z

請求項の数 23　(全 15 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2000-234229(P2000-234229)
(22)出願日　平成12年8月2日(2000.8.2)
(65)公開番号　特開2001-137800(P2001-137800A)
(43)公開日　平成13年5月22日(2001.5.22)
審査請求日　平成17年8月2日(2005.8.2)
(31)優先権主張番号　特願平11-221890
(32)優先日　平成11年8月5日(1999.8.5)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　501387839
株式会社日立ハイテクノロジーズ
東京都港区西新橋一丁目２４番１４号
(74)代理人　100089749
弁理士　影井　俊次
(72)発明者　木下　和人
東京都渋谷区東３丁目１６番３号　日立電子エンジニアリング株式会社内
(72)発明者　権守　和彦
東京都渋谷区東３丁目１６番３号　日立電子エンジニアリング株式会社内
(72)発明者　和田　憲也
東京都渋谷区東３丁目１６番３号　日立電子エンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】基板処理装置及び処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

搬送手段により搬送される被処理用の基板に対向するように設けたランプハウスと、

このランプハウス内に装着され、前記基板に紫外光を照射するための誘電体バリア放電ランプと、

前記基板と前記誘電体バリア放電ランプとの間に不活性ガスと水蒸気とを混合した加湿化不活性ガスを供給する加湿化不活性ガス発生手段と、

前記加湿化不活性ガス発生手段から加湿化不活性ガスが供給され、実質的に酸素を含まない雰囲気にしたチャンバとを備え、

前記ランプハウスは前記チャンバ内に装着して、このランプハウス内の前記誘電体バリア放電ランプから紫外光を前記加湿化不活性ガスの雰囲気下で前記基板表面に照射することによって、還元性の活性種[Ｈ・]と酸化性の活性種[・ＯＨ]とを生成させる構成としたことを特徴とする基板処理装置。

【請求項２】

前記基板は、ガラス基板、合成樹脂基板、セラミック基板、金属基板、それらの１または複数の複合基板のいずれかであることを特徴とする請求項１の基板処理装置。

【請求項３】

前記加湿化不活性ガスは純水の水蒸気と窒素ガスとの混合流体であることを特徴とする請求項１の基板処理装置。

【請求項４】

前記ランプハウスは、内部を加湿化不活性ガス雰囲気とした所定のチャンバ内に設けられ、前記チャンバは一端に前記基板の入口部を、また他端に出口部を設ける構成としたことを特徴とする請求項１の基板処理装置。

【請求項５】

前記搬送手段はローラコンベアで構成し、このローラコンベアは前記チャンバ内にも配置する構成としたことを特徴とする請求項１の基板処理装置。

【請求項６】

前記チャンバ内には前記ローラコンベアによる前記基板の搬送面の下部位置に、この基板に対して非接触状態となるように仕切り板を設け、この仕切り板には、前記チャンバ内のローラコンベアによる前記基板への当接面の部分を開口させるようにしたことを特徴とする請求項５の基板処理装置。

【請求項７】

前記仕切り板はプレートヒータで構成したことを特徴とする請求項６の基板処理装置。

【請求項８】

前記ランプハウスを前記チャンバ内に開口させて設け、かつこのランプハウスには不活性ガス供給手段を接続して設ける構成としたことを特徴とする請求項４の基板処理装置。

【請求項９】

前記不活性ガス供給手段は前記ランプハウスの上面に接続した不活性ガス供給管から構成され、このランプハウスにおける内部の前記誘電体バリア放電ランプの上部位置に紫外光を反射する反射板を配設することによって、ランプハウス内を前記不活性ガス供給管の開口部が位置する上部領域と、前記誘電体バリア放電ランプが位置する下部領域とに区画形成し、かつ前記反射板には前記上部領域側から下部領域側に向けて不活性ガスを流通させるための欠落部を設ける構成としたことを特徴とする請求項８の基板処理装置。

【請求項１０】

前記加湿化不活性ガス発生手段は、前記チャンバに接続され、前記基板の表面に向けて水蒸気を含ませることにより加湿された加湿化不活性ガスを供給する加湿化不活性ガス供給手段を含むものであることを特徴とする請求項８の基板処理装置。

【請求項１１】

前記加湿化不活性ガス供給手段は前記基板が前記ランプハウスに向かう前の位置に向けて加湿化不活性ガスを供給するものであることを特徴とする請求項１０の基板処理装置。

【請求項１２】

前記ランプハウス内への不活性ガス供給手段からの不活性ガスの供給圧力は、前記加湿化不活性ガス供給手段による加湿化不活性ガスの供給圧力より高いものであることを特徴とする請求項９の基板処理装置。

【請求項１３】

前記加湿化不活性ガス供給手段は、純水タンクと、このタンクの液面下に配置され、多数の窒素ガス噴出用の微小孔を設けた窒素ガスの供給用配管とを備える構成としたことを特徴とする請求項９の基板処理装置。

【請求項１４】

前記タンクには、加湿化不活性ガスの導入管を接続し、この導入管は、さらに不活性ガスの供給管と混合容器内で混合させてガス中の水蒸気濃度を調整し、この混合容器と前記チャンバとの間に加湿化不活性ガス供給管を接続する構成としたことを特徴とする請求項１３の基板処理装置。

【請求項１５】

前記加湿化不活性ガス供給管には圧力調整弁を設け、また前記チャンバには排気手段を接続して設ける構成としたことを特徴とする請求項１４の基板処理装置。

【請求項１６】

前記ランプハウスには、前記基板と対向する面に紫外光を透過させる窓を設けることにより密閉状態にする構成としたことを特徴とする請求項４の基板処理装置。

【請求項１７】

前記窓は石英ガラスで構成したことを特徴とする請求項１６の基板処理装置。
【請求項１８】
前記ランプハウスには、前記基板と対向する面に多数の微小通路を形成した所定の厚みを有する隔離部材を設け、この隔離部材の前記微小通路の内壁を含む全体に反射膜を形成する構成としたことを特徴とする請求項８の基板処理装置。
【請求項１９】
前記ランプハウスの内面は、紫外光を反射する反射面とする構成としたことを特徴とする請求項１の基板処理装置。
【請求項２０】
不活性ガスと水蒸気との混合流体を含み、実質的に酸素を含まない雰囲気を形成して、誘電体バリア放電ランプから照射される紫外光により水蒸気を分解させて、還元性の活性種［Ｈ・］及び酸化性の活性種［・ＯＨ］を生成させ、この雰囲気内に基板を配置して、これら活性種［Ｈ・］，活性種［・ＯＨ］を基板表面と接触させることを特徴とする基板処理方法。
【請求項２１】
不活性ガスと水蒸気との混合流体を含み、実質的に酸素を含まない雰囲気の中に基板を水平搬送し、この基板に対して誘電体バリア放電ランプから照射される紫外光を照射して、基板表面に付着する有機物を分解し、かつ水蒸気を分解して、還元性の活性種［Ｈ・］及び酸化性の活性種［・ＯＨ］を生成させ、これら活性種［Ｈ・］，活性種［・ＯＨ］を有機物の分解生成物と反応させることを特徴とする基板処理方法。
【請求項２２】
不活性ガスと水蒸気との混合流体を含み、実質的に酸素を含まない雰囲気中に基板を水平搬送し、この基板に対して誘電体バリア放電ランプから照射される紫外光を照射して、基板表面に付着する有機物を分解し、かつ水蒸気を分解させて還元性の活性種［Ｈ・］及び酸化性の活性種［・ＯＨ］を生成させ、これら活性種［Ｈ・］，活性種［・ＯＨ］を有機物の分解生成物と反応させることにより基板表面をドライ洗浄すると共に接触角を小さくするようになし、次いでこの基板に洗浄液を供給することによりウエット洗浄を行い、さらにこのウエット洗浄後の基板を乾燥させることを特徴とする基板処理方法。
【請求項２３】
請求項１乃至１９のいずれか１項に記載の基板処理装置を用いて、または請求項２０乃至請求項２２のいずれか１項に記載の基板処理方法を用いて基板を製造することを特徴とする基板の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、液晶パネル基板、半導体ウエハ、磁気ディスク基板、光ディスク基板等のように、ガラス，半導体，樹脂，セラミックス，金属等や、それらの複合された基板表面に紫外光を照射して、洗浄，エッチング等の処理を行う紫外光照射による基板処理装置及び処理方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
例えば、液晶パネルを構成する透明基板を構成するＴＦＴ基板は、その表面に成膜手段により透明電極等を含む回路パターンが形成される。この基板製造工程においては、基板表面に対して、洗浄やエッチング等の処理が行われる。このような処理方式は、所定の処理液を塗布乃至噴射して行うウエットプロセス方式で行うのが一般的である。しかしながら、近年においては、基板の洗浄やエッチング等といった処理は、紫外光を照射することによるドライプロセスでも行われるようになってきている。
【０００３】
特開平５－２２４１６７号公報には、液晶パネルを構成するガラス基板の洗浄方法として、洗浄液を用いたウエットプロセスを行うに先立って、基板に紫外光を照射する処理を行

うように構成したものが開示されている。この公知の洗浄方法では、洗浄液を噴射して基板を洗浄する前工程として、基板の表面に低圧水銀ランプからの紫外光を照射する。この紫外光の照射によって、基板の表面に付着している有機物を化学的に除去すると共に、この表面の濡れ性を改善して、即ち接触角が小さくすることにより、シャワー等による洗浄時に無機物の汚れを効率的に取り除くようにしたものである。ここで、低圧水銀ランプから照射される紫外光は、その波長が概略１８５ｎｍ及び２５４ｎｍにピークを持つものであり、このようなピーク波長特性を有する紫外光により基板表面に付着した有機物を除去することができる。

【０００４】

この紫外光照射による有機物洗浄のメカニズムとしては、紫外光の照射エネルギで有機物における化学結合を分解することにより低分子化させると共に、分解生成物を活性化させる。また、これと同時に、空気中の酸素が紫外光を吸収することによりオゾンが発生し、さらにこのオゾンが活性酸素に変換されるから、活性化した有機汚染物は、活性酸素との酸化分解反応によって最終的にはCO_X，H_2O，NO_X等の揮発物質に変換され、この揮発物質は空気中に放出されるようにして除去される。

【０００５】

ところで、低圧水銀ランプから照射される紫外光の波長は短波長側では１８５ｎｍであるから、基板に付着した有機物であっても、２重結合等のように化学結合エネルギの強いものを分解できない場合がある。従って、基板をより完全に洗浄するには、さらに短い波長の紫外光を照射しなければならない。

【０００６】

以上の点を勘案して、誘電体バリア放電ランプを用い、この放電ランプから真空紫外光を基板表面に照射して、ワークをドライ洗浄する方式が特開平７－１９６３０３号公報に提案されている。

【０００７】

ここで、この特開平７－１９６３０３号公報に示された洗浄方式は、真空紫外光による光化学反応により活性酸化性分解物を生じさせると共に、基板の表面に付着している有機汚染物を除去するものである。つまり、誘電体バリア放電ランプから１７２ｎｍの波長の紫外光で有機物を構成する化学結合を分解することにより低分子化させ、かつこの分解生成物を活性化させる。また、これと同時に空気中の酸素が紫外光の作用で分解されて活性酸素に変換されるから、活性化した有機汚染物は、この活性酸素との酸化反応によって最終的にはCO_X，H_2O，NO_X等の揮発物質に変換され空気中に放出されるように除去され、その結果基板の接触角が小さくなる。

【０００８】

しかしながら、空気中の酸素を分解する際に紫外光が消費されるために、放電ランプと基板との間の空気層の厚みが大きくなると基板表面に到達する紫外光が指数関数的に減衰する。その結果、基板表面の有機物に対する活性化能力及び基板表面近傍での活性酸素の発生能力が低下し、有機物除去能力も著しく低下するという欠点がある。また、酸素を含む流体に真空紫外光を照射することにより生成されるのは活性酸化性分解物である。従って、基板の表面に付着している有機物とは酸化反応しか生じることはないので、基板表面から除去できる有機物の種類等によっては効率的に除去できない場合がある等といった問題点もある。

【０００９】

本発明は以上の点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、基板の表面における洗浄等の処理精度及び処理効率を向上させることにある。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

前述した目的を達成するために、本発明の基板処理装置の構成としては、搬送手段により搬送される被処理用の基板に対向するように設けたランプハウスと、このランプハウス内に装着され、前記基板に紫外光を照射するための誘電体バリア放電ランプと、前記基板

と前記誘電体バリア放電ランプとの間に不活性ガスと水蒸気とを混合した加湿化不活性ガスを供給する加湿化不活性ガス発生手段と、前記加湿化不活性ガス発生手段から加湿化不活性ガスが供給され、実質的に酸素を含まない雰囲気にしたチャンバとを備え、前記ランプハウスは前記チャンバ内に装着して、このランプハウス内の前記誘電体バリア放電ランプから紫外光を前記加湿化不活性ガスの雰囲気下で前記基板表面に照射することによって、還元性の活性種[Ｈ・]と酸化性の活性種[・ＯＨ]とを生成させることをその特徴とするものである。

【００１１】

ここで、ランプハウスの基板への対向面は合成石英ガラス等からなり、紫外光が透過する窓を設けることもできるが、チャンバ内にランプハウスを設ける場合には、ランプハウスの基板への対向面はこのチャンバ内に開口させるようにしても良い。この場合には、不活性ガスの供給手段をランプハウスに接続して設け、これによってランプハウス内は不活性ガスの雰囲気下に置くことができる。そして、チャンバの内部を実質的に酸素を含まない加湿化不活性ガス雰囲気とし、一端に基板の入口部を、他端に出口部を設ける構成とする。ランプハウスはそのままチャンバ内に開口させることもできるが、ランプハウスの開口部に紫外光を透過させ、かつ不活性ガスを流出させる多数の通路に区画した隔離部材を装着することもできる。また、ランプハウス内の誘電体バリア放電ランプの上部位置に紫外光を反射する反射板を配設することによって、ランプハウス内を不活性ガス供給管の開口部が位置する上部領域と、誘電体バリア放電ランプが位置する下部領域とに区画形成し、かつ反射板には上部領域側から下部領域側に向けて不活性ガスを流通させるための欠落部を設けるようにするのが望ましい。

【００１２】

加湿化不活性ガス発生手段は、このチャンバに接続され、基板の表面に向けて水蒸気を含ませることにより加湿された加湿化不活性ガスを供給する加湿化不活性ガス供給手段を含むものとして構成できる。加湿化不活性ガス供給手段の構成としては、純水タンクと、このタンクの液面下に配置され、多数の窒素ガス噴出用の微小孔を設けた窒素ガスの供給用配管とを備えるものを用いることができる。タンクには、加湿化不活性ガスの導入管を接続し、この導入管は、さらに不活性ガスの供給管と混合容器内で混合させてガス中の水蒸気濃度を調整し、この混合容器とチャンバとの間に加湿化不活性ガス供給管を接続するようになし、さらにこの加湿化不活性ガス供給管には圧力調整弁を設け、またチャンバには排気手段を接続して設ける構成とすることができる。

【００１３】

一方、基板処理方法に関する第１の発明は、不活性ガスと水蒸気との混合流体を含み、実質的に酸素を含まない雰囲気を形成して、誘電体バリア放電ランプから照射される紫外光により水蒸気を分解させて、還元性の活性種［Ｈ・］及び酸化性の活性種［・ＯＨ］を生成させ、この雰囲気内に基板を配置して、これら活性種［Ｈ・］，活性種［・ＯＨ］を基板表面と接触させることをその特徴とするものである。

【００１４】

さらに、基板処理方法に関する第２の発明としては、実質的に酸素を含まず、不活性ガスと水蒸気との混合雰囲気中に基板を水平搬送し、この基板に対して誘電体バリア放電ランプから照射される紫外光を照射して、基板表面に付着する有機物を分解し、かつ水蒸気を分解させて還元性の活性種［Ｈ・］及び酸化性の活性種［・ＯＨ］を生成させ、これら活性種［Ｈ・］，活性種［・ＯＨ］を有機物の分解生成物と反応させることにより基板表面をドライ洗浄すると共に接触角を小さくするようになし、次いでこの基板に洗浄液を供給することによりウエット洗浄を行い、さらにこのウエット洗浄後の基板を乾燥させるようにしたことを特徴とする。

【００１５】

さらに、基板処理方法に関する第３の発明は、不活性ガスと水蒸気との混合流体を含み、実質的に酸素を含まない雰囲気中に基板を水平搬送し、この基板に対して誘電体バリア放電ランプから照射される紫外光を照射して、基板表面に付着する有機物を分解し、かつ

水蒸気を分解させて還元性の活性種［Ｈ・］及び酸化性の活性種［・ＯＨ］を生成させ、これら活性種［Ｈ・］，活性種［・ＯＨ］を有機物の分解生成物と反応させることにより基板表面をドライ洗浄すると共に接触角を小さくするようになし、次いでこの基板に洗浄液を供給することによりウエット洗浄を行い、さらにこのウエット洗浄後の基板を乾燥させることをその特徴とするものである。

【００１６】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。まず、図１及び図２に本発明の基板処理装置に用いられる誘電体バリア放電ランプ（以下、単に放電ランプという）の概略構成を示す。

【００１７】

これらの図において、１は放電ランプである。放電ランプ１は共に石英ガラスで一体的に形成した内管部２と外管部３とから円環状に形成した石英ガラス管４で構成される。この石英ガラス管４の内部は密閉された放電空間５となる。内管部２の内側には円筒状の金属板からなる金属電極６がこの内管部２に固着して設けられている。また、外管部３の外周面には、金網電極７が設けられている。そして、これら金属電極６と金網電極７との間に交流電源８が接続されている。さらに、内管部２の内側には、金属電極６を冷却するための冷却用流体（例えば冷却水）の通路として利用される。

【００１８】

石英ガラス管４の内部には放電ガスが封入されており、金属電極６と金網電極７との間に交流の高電圧を印加すると、内管部２と外管部３との誘電体間に放電プラズマ（誘電体バリア放電）が発生し、この放電プラズマにより放電ガスの原子が励起されて、プラズマ放電状態となる。そして、このプラズマ放電状態から基底状態に戻る際に、プラズマ放電発光が生じる。この時の発光スペクトルは、石英ガラス管４内に封入された放電ガスにより異なるが、キセノン（Ｘｅ）ガスを用いると、１７２ｎｍに中心波長を持つ単色光の発光となる。また、アルゴン（Ａｒ）ガスを放電ガスとして用いれば、発光波長の中心は低圧水銀ランプの波長より短い１２６ｎｍとなる。そして、金属電極６は反射板として機能し、また金網電極７は実質的に透明電極として機能するから、この短波長の紫外光は外管部３側から照射される。なお、この場合のキセノンガスの封入圧は、例えば３５０Ｔｏｒｒ程度とする。

【００１９】

次に、以上の放電ランプ１を用いて、例えば液晶表示パネルを構成する透明基板の洗浄装置の概略構成を図３に示す。同図において、１０は洗浄が行われる対象物としての基板である。基板１０は、例えばガラス、半導体、合成樹脂、セラミックス、金属等で形成した薄板からなり、平面形状としては、四角形乃至円形等である。この基板１０は、搬送手段として、例えばローラコンベア１１により同図に矢印で示した方向に搬送されるものであり、この間に基板１０の表面がドライ洗浄される。このために、ローラコンベア１１による搬送経路の所定の位置にランプハウス１２が設けられている。このランプハウス１２は、ローラコンベア１１で基板１０が搬送された時に、その洗浄処理を行う面と対面する。

【００２０】

ランプハウス１２は下端が開口した容器からなり、内部には１乃至複数の放電ランプ１（図面では３個の放電ランプ）が設けられている。ここで、ランプハウス１２の下端部は基板１０の表面に対して非接触状態で対面しており、ローラコンベア１１による基板１０の搬送高さを調整することによって、基板１０の表面とランプハウス１２とに微小隙間を持たせている。ランプハウス１２には、その上部に不活性ガスとしての窒素ガス（N_2 ガス）を乾燥状態で供給する窒素ガス供給管１３が接続されている。従って、ランプハウス１２内には所定の圧力でドライ窒素ガスが供給され、内部は酸素を含まない雰囲気下に置かれる。これによって、基板１０の表面近傍に至るまでの間で放電ランプ１から照射される紫外光が減衰するのを抑制している。

【００２１】

１４はドライ洗浄等の処理を行うチャンバであり、ランプハウス１２はこのチャンバ１４内に開口している。また、チャンバ１４はローラコンベア１１の下部を含むものである。そして、チャンバ１４には加湿化不活性ガス供給管１５が接続されており、この加湿化不活性ガス供給管１５からは、水蒸気と窒素ガスとの混合流体からなる加湿化不活性ガスが供給される。この加湿化不活性ガスの供給圧力は、窒素ガス供給配管１３からランプハウス１２内に供給される窒素ガスのガス圧より僅かに低いものとする。これによって、ランプハウス１２の下端部が開口しているが、このランプハウス１２内に加湿化不活性ガスが入り込むことはない。

【００２２】

また、チャンバ１４内に基板１０を導入するために、その一端側に入口部１４ａが、ドライ洗浄された基板１０を搬出するために、他端側に出口部１４ｂが設けられている。これらチャンバ１４における両端の開口部から窒素ガス及び加湿化不活性ガスが外部に放出されないようにするために、チャンバ１４の両端には圧力室１６，１６が形成されており、これらの圧力室１６内には配管１７から供給される加圧空気によりチャンバ１４の内部より僅かに高い圧力状態に保持されている。さらに、チャンバ１４には強制的に排気するための排気管１８が接続されており、これによってチャンバ１４の内部は常に一定の圧力となるように制御される。

【００２３】

なお、圧力室１６は加圧空気を供給するのではなく、配管１７に負圧吸引力を作用させることによって負圧状態にすることもできる。このように、圧力室１６を負圧状態にすると、チャンバ１４の入口部１４ａ及び出口部１４ｂから圧力室１６側にガスが流れることになる。従って、この圧力室１６及び配管１７はチャンバ１４における排気機能を発揮することになり、この場合にはチャンバ１４に排気管１８を接続して設ける必要はない。

【００２４】

ここで、加湿化不活性ガス供給管１５から供給されるのは窒素ガスに水蒸気を含ませたガスであり、このために加湿化不活性ガス供給管１５は不活性ガス加湿装置に接続されている。この不活性ガス加湿装置の具体的な構成としては、例えば図４に示したように構成することができる。図中において、２０は窒素ガスの供給源となる窒素ガスタンクであり、この窒素ガスタンク２０からの供給配管２１は途中で分岐している。一方の分岐配管２１ａは途中に流量調整弁２２及び流量計２３を介して混合容器２４に接続されている。

【００２５】

これに対して、もう一方の分岐配管２１ｂは流量調整弁２５及び流量計２６を経て純水タンク２７の液面下に導かれる。分岐配管２１ｂの純水タンク２７内に浸漬された部分には多数の窒素ガス噴出用の微小孔が形成されている。従って、所定の圧力で窒素ガスが供給されると、純水タンク２７の液面下から窒素ガスが発泡状態となって浮上することになり、その間に水蒸気を発生させ、これによって窒素ガスが水蒸気により加湿されて、加湿化不活性ガスとしての加湿化窒素ガスが生成される。このようにして生成された加湿化窒素ガスは導入管２８を介して混合容器２４内に導かれ、分岐配管２１ａからの窒素ガスと混合されて、ガス中の水蒸気の濃度が調整される。チャンバ１４に接続した加湿化不活性ガス供給管１５は、この混合容器２４に接続されており、この加湿化不活性ガス供給管１５の途中には圧力調整弁２９が装着されている。従って、チャンバ１４内の加湿化窒素ガスの圧力が調整される。

【００２６】

以上のように構成することによって、放電ランプ１を点灯させたランプハウス１２の内部にドライ状態の窒素ガスを供給し、またチャンバ１４内には加湿化窒素ガスを充満させ、実質的に酸素を含まない状態とする。そして、基板１０はローラコンベア１１（所定のピッチ間隔をもって配設した回転軸に複数のローラを取り付けたもの）によって、チャンバ１４の入口部１４ａからチャンバ１４内に導き、このチャンバ１４内で所定の速度で搬送して、ランプハウス１２の下部を通過させる。この時に放電ランプ１から短波長の紫外光が基板１０の表面に照射されて、その表面が洗浄され、かつ濡れ性が改善される。

【００２７】
而して、基板１０の表面及びその近傍には窒素ガスと水との混合流体が存在しており、放電ランプ１から照射される紫外光による放射線の作用によって、水が分解されることになり、その結果として、還元性の活性種［Ｈ・］と酸化性の活性種［・ＯＨ］とが生成される。従って、短波長の紫外光の照射エネルギにより基板１０の表面に付着する有機物質からなる汚染物が分解される。このようにして分解されて低分子化した汚染物は、さらに水の分解生成物によって還元反応と酸化反応とを生じさせる。つまり、基板１０の表面及びその近傍では、単に酸化性活性種［・ＯＨ］の作用による酸化反応だけでなく、還元性活性種［Ｈ・］の作用によって還元反応も生じるので、紫外光により分解された有機物は迅速かつ確実に揮発物質に変換され、この揮発物質はハウジング１４から排気管１８を経て外部に放出される。これによって、基板１０の表面に対してドライ洗浄が行われ、有機汚染物が除去される。また、水蒸気の存在下で短波長の紫外光を基板１０に照射することにより、基板１０の表面における接触角が小さくなる。
【００２８】
このように、基板１０の表面における接触角が小さくなり、濡れ性が改善されることから、後続の工程でシャワー洗浄等を行えば、基板１０に付着する無機物質の汚損物を容易に、しかも完全に除去できることになり、基板１０を極めて清浄な状態にクリーニングできるようになる。また、現像液等の塗布工程の前処理として、基板１０の表面状態の改善を行うことができる。
【００２９】
ここで、前述した第１の実施の形態では、ランプハウスをチャンバに接続して設けたが、装置構成をより簡略化するには、例えば図５に示したように構成することもできる。この図５の本実施の形態では、放電ランプ１をランプハウス１１２で完全に覆うようにしている。そして、このランプハウス１１２の基板１０と対面側に合成石英ガラス等からなる紫外光の透過性が良好な窓ガラス１１２ａを装着する。このような構成を有するランプハウス１１２を用いると、ランプハウス１１２内に封入される不活性ガスは外部に漏れないことから、不活性ガスを所定量封入しておけば良く、常に流入させる必要がなくなる。
【００３０】
そこで、図５に示した装置を用いて基板１０への供給ガスの種類を変えて濡れ性の改善試験を行った。その結果を図６に示す。
【００３１】
ここで、供給ガスとしては、ドライエアと、水蒸気を含む加湿化エアと、ドライ窒素ガスと、水蒸気を含む加湿化窒素ガスとを用いた。加湿化エア及び加湿化窒素ガスは、図４の装置を用いて、管内径が５ｍｍで、直径１ｍｍの微小孔を１０個設けた供給管を純水タンクに挿入して、内部にガスを供給することにより加湿ガスを生成し、この加湿ガスと乾燥状態のガスとを１：１の比率で混合した。そして、基板１０がランプハウス１２の下部位置に配置された時にローラコンベア１１を停止させた状態で処理を行った結果を図６に示す。
【００３２】
図６において、ａはドライエアを用いた時の試験結果、ｂは加湿化エアを用いた時の試験結果、ｃはドライ窒素ガスを用いた時の試験結果、ｄは加湿化窒素ガスを用いた時の試験結果をそれぞれ示す。これらから、同じガスを用いても、ドライ状態と加湿した状態とでは、加湿した方がより迅速に接触角が小さくなる。また、ガスとして空気と窒素ガスとでは、窒素ガスを用いる方が接触角が小さくなる度合いが速くなる。実際に基板１０を洗浄する際には、基板１０を搬送することになり、ランプハウス１２の大きさに応じてローラコンベア１１の搬送速度が設定される。例えば、加湿化窒素ガスを用いると、ランプハウス１２の搬送方向の長さを４５０ｍｍとした時に、３０ｍｍ／ｓｅｃの搬送速度で、紫外光を１５秒程度照射すれば、初期の処理目的が達成できる。
【００３３】
以上のことから、加湿化窒素ガスを基板１０に供給すると、より迅速かつ確実に濡れ性が

改善される。また、これと相まって基板１０に付着する有機物に対しては、単に酸化反応だけでなく、還元反応も生じさせるから極めて円滑かつ確実に分解した上で揮発化除去することができる。従って、基板１０の処理を工業的な規模で行う際には極めて有利である。しかも、基板１０を所定の速度で順次チャンバ１４内に送り込むようにするが、チャンバ１４内全体に加湿化窒素ガスに含まれる水蒸気が常時浮遊状態に保持されるから、基板１０の全体をより効率的かつ確実に洗浄及び濡れ性の改善がなされる。

【００３４】

次に、図７に本発明の第３の実施の形態を示す。この実施の形態においては、第１の実施の形態と同様に、放電ランプ１を設けたランプハウス２１２と、基板１０のドライ洗浄等の処理を行うチャンバ２１４とを有するものである。基板１０は、ローラコンベア１１により搬送されて、入口部２１４ａからチャンバ２１４内に導かれ、このチャンバ２１４内において、放電ランプ１から照射される紫外光によりドライ洗浄が行われて、出口部２１４ｂから次の工程に搬送されるようになっている。また、ランプハウス２１２内には窒素ガス供給管２１３が接続されており、チャンバ２１４には加湿化不活性ガス供給管２１５が接続されている。さらに、チャンバ２１４には強制排気を行うための排気管２１８も接続されている。以上の構成については、第１の実施の形態と格別差異はない。

【００３５】

然るに、ランプハウス２１２内には、反射板２００が設けられており、この反射板２００によって、ランプハウス２１２内は、放電ランプ１が設けられた下部領域２１２Ｄと、窒素ガス供給管２１３が接続された上部領域２１２Ｕとに区画形成されている。そして、反射板２００は複数に分割されており、この反射板２００の欠落部は上部領域２１２Ｕから下部領域２１２Ｄにドライ窒素ガスが流通する流路となる。なお、反射板を１枚で構成して、この反射板にスリットやパンチ孔等を形成することによっても、ドライ窒素ガスの流通路を形成することができる。

【００３６】

反射板２００の下部領域２１２Ｄに臨む側の面は鏡面仕上され、あるいは反射膜のコーティングが施された全反射面となっている。従って、放電ランプ１から照射される紫外光のうち、上方に向かう成分は、この反射板２００にほぼ全反射して、基板１０に向けて照射されることになる。ドライ窒素ガスの流通路となる反射板２００の欠落部はほぼ放電ランプ１の真上に位置しており、従ってこの位置には反射面が存在しない。ただし、この方向に向かう紫外光を反射させても、放電ランプ１に遮られる。従って、放電ランプ１から照射される紫外光は殆どロスなく基板１０のドライ洗浄に寄与する。なお、ランプハウス２１２の内面全体に反射膜をコーティングするか、または内壁全体を鏡面仕上げすることによって、さらに基板１０への紫外光の照射効率の向上を図ることができる。

【００３７】

また、反射板２００によりランプハウス２１２内を上部領域２１２Ｕと下部領域２１２Ｄとに区画形成される。従って、窒素ガス配管２１３からランプハウス２１２内に供給される窒素ガスは、一度上部領域２１２内に滞留した上で、複数箇所に分散させた反射板２００の欠落箇所から下部領域２１２Ｄに流入することになる。その結果、放電ランプ１が設けられている下部領域２１２Ｄ全体にほぼ均一な流量及び圧力となるように供給される。特に、窒素ガス配管２１３の開口位置の下部に反射板２００が位置し、この位置には欠落部を存在させないことによって、１本の窒素ガス配管２１３により所定の広がりをもったランプハウス２１２の下部領域２１２Ｄ全体に均一にドライ窒素ガスが及ぶことになる。

【００３８】

さらに、チャンバ２１４には、そのローラコンベア１１の配設部に仕切り板２０１が取り付けられている。この仕切り板２０１は、ローラコンベア１１を構成する各ローラの基板１０への当接部が開口している。また、仕切り板２０１は基板１０の裏面に対しては非接触状態に保たれている。このように、チャンバ２１４に仕切り板２０１を設けることによって、基板１０がチャンバ２１４内に進入時と、チャンバ２１４の出口部２１４ｂから送り出された時とで、チャンバ２１４内の圧力が変動して、加湿化窒素ガスの流れが乱され

るのを極力抑制することができる。

【００３９】

ここで、仕切り板２０１はプレートヒータで構成することもできる。このように仕切り板２０１にヒータ機能を持たせると、ローラコンベア１１により搬送される基板１０がチャンバ２１４内で加温されることになる。その結果、基板１０の温度上昇によりその表面におけるドライ洗浄等の処理がより効率的に行われ、処理能力の向上が図られる。

【００４０】

さらに、図８は、本発明の第４の実施の形態を示すものであり、この実施の形態においては、ランプハウス２１２のチャンバ２１４内への開口部に、ランプハウス２１２内のドライ窒素ガス雰囲気と、チャンバ２１４内の加湿化不活性ガス雰囲気との間に境界部を設けるように構成している。この境界部の構成としては、所定の厚みを有する隔離板２０２により構成される。この隔離板２０２は、例えばハニカム構造、格子構造等となっており、その全面にわたって上下に貫通する微小通路を多数有するものであり、かつ各微小通路の内面を含む全体にわたって反射膜をコーティングする等により反射面となっている。

【００４１】

以上のように構成することによって、ランプハウス２１２内のドライ窒素ガスの圧力をチャンバ２１４内より極僅かに高い圧力状態に保持することによって、隔離板２０２を境界として、ランプハウス２１２内のドライ窒素ガス雰囲気と、チャンバ２１４内の加湿化不活性ガス雰囲気とに区画形成でき、ランプハウス２１２内に加湿化不活性ガスが侵入するのを確実に防止できる。しかも、隔離板２０２には多数の微小通路を有し、かつこの隔離板２０２の全体に反射膜がコーティングされているので、この隔離板２０２の厚みをある程度大きくしても、紫外光はこの隔離板２０２の微小通路内を通過し、しかも一部は微小通路内面で反射しながら確実にチャンバ２１４内に導かれる。

【００４２】

さらにまた、図９に示した第５の実施の形態のように、隔離板に代えて、合成石英ガラス等からなる紫外光を透過させる窓ガラス２０３を装着する構成としても良い。この場合には、ランプハウス２１２内には窒素ガス供給管２１３によりドライ窒素ガスを供給するが、このランプハウス２１２は実質的に密閉されているので、ドライ窒素ガスを流し続ける必要はない。

【００４３】

いずれにしろ、これら第３～第５の実施の形態において、チャンバ２１４の入口部２１４ａ及び出口部２１４ｂに、第１の実施の形態と同様に、圧力室を設けることができる。そして、圧力室を負圧にする場合には、排気管２１８は設ける必要はない。

【００４４】

前述したようにして基板１０のドライ洗浄を行った結果、基板１０の表面から有機汚染物を除去して表面における接触角を低下させることができる。この基板１０のドライ洗浄の後には、例えば図１０に模式的に示した工程を経ることになる。

【００４５】

図１０において、５０は前述したドライ洗浄工程であるが、さらにこのドライ洗浄工程５０の後続の工程としては、ウエット洗浄工程５１が設けられ、さらにウエット洗浄工程５１に続く工程としては乾燥工程５２である。これによって、基板１０の表面を完全に清浄化することができる。

【００４６】

而して、図示したウエット洗浄工程５１では、シャワー５１ａから噴射される超音波加振した純水により基板１０の表面に付着する無機物の汚染物質が除去される。ここで、このウエット洗浄工程５１では、シャワー洗浄以外にも、例えばブラシ等を用いたスクラブ洗浄や、超音波洗浄槽内に浸漬して行うディッピング洗浄等があり、これらの洗浄方式のいずれか１種類でも良いが、複数種類の洗浄方式を組み合わせるようにすることもできる。これによって、基板１０の表面から有機物及び無機物からなる汚染物質はほぼ完全に取り除かれて、基板１０は極めて清浄な状態になるまで洗浄される。また、乾燥工程５２にお

ける乾燥方式としては、例えばスピン乾燥方式等もあるが、図示したものにあっては、エアナイフノズル５２ａを用いたエアナイフ効果による乾燥方式が示されている。これによって、基板１０は完全に洗浄・乾燥がなされる。

【００４７】

また、ウエット洗浄及び乾燥を先に行い、ドライ洗浄をその後に行うことも可能である。例えば、現像液等の塗布工程の前処理とする場合においては、まずウエット洗浄により基板１０の表面から汚染物質を除去する。そして、一度このようにして洗浄した基板１０を乾燥させ、さらにドライ洗浄を行うようにする。このドライ洗浄を行うことによって、基板１０の表面状態、つまり接触角の改善を行うことができる。その結果、後続の工程である現像液等の塗膜がむらなく均一に塗布することができる。

【００４８】

【発明の効果】

本発明は以上のように構成したので、基板の表面における洗浄等の処理精度及び処理効率を向上させる等の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の基板処理装置に用いられる誘電体バリア放電ランプの構成説明図である。

【図２】図１の要部拡大図である。

【図３】本発明の第１の実施の形態を示す基板処理装置の概略構成図である。

【図４】不活性ガス加湿装置の概略構成図である。

【図５】本発明の第２の実施の形態を示す基板処理装置の概略構成図である。

【図６】基板への供給ガスの種類を変えて濡れ性の改善試験を行った結果を示すグラフであって、基板を静止状態にして紫外光を照射した時のものである。

【図７】本発明の第３の実施の形態を示す基板処理装置の概略構成図である。

【図８】本発明の第５の実施の形態を示す基板処理装置の要部概略構成図である。

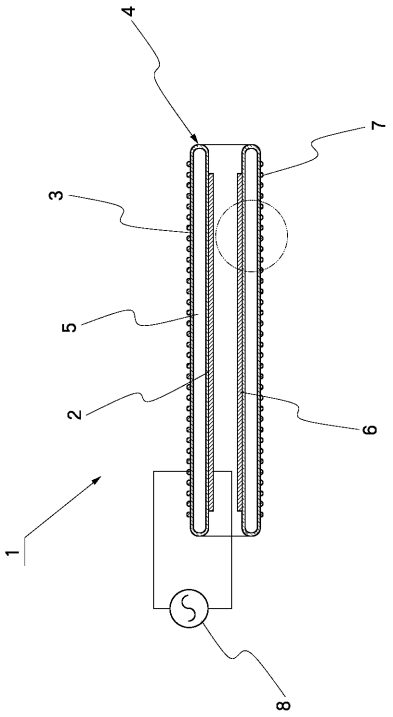
【図９】本発明の第６の実施の形態を示す基板処理装置の要部概略構成図である。

【図１０】本発明による基板のドライ洗浄行程を含む基板の洗浄・乾燥工程を模式的に示す説明図である。

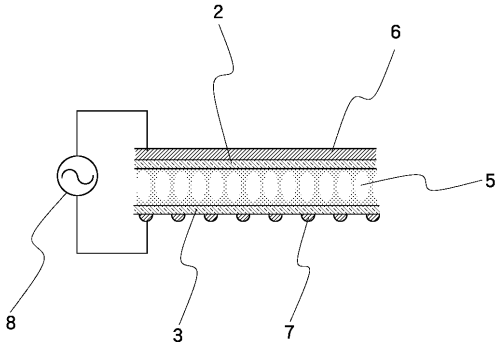
【符号の説明】

１　放電ランプ　　１０　基板
１１　ローラコンベア　　１２，１１２，２１２　ランプハウス
１３，２１３　窒素ガス供給管　　１４，２１４　チャンバ
１４ａ，２１４ａ　入口部　　１４ｂ，２１４ｂ　出口部
１５，２１５　加湿化不活性ガス供給管　　１６　圧力室
１８，２１８　排気管　　２０　窒素ガスタンク
２１　供給配管　　２２　流量調整弁
２４　混合容器　　２７　純水タンク
２９　圧力調整弁　　５０　ドライ洗浄工程
５１　ウエット洗浄工程　　５１ａ　シャワー
５２　乾燥工程　　５２ａ　エアナイフノズル
１１２ａ，２０３　窓ガラス　　２００　反射板
２０１　仕切り板　　２０２　隔離板
２１２Ｕ　上部領域　　２１２Ｄ　下部領域

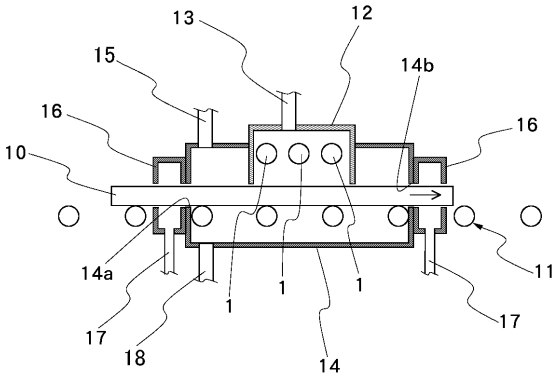
【図１】


4
7
3
5
2
6
1
8

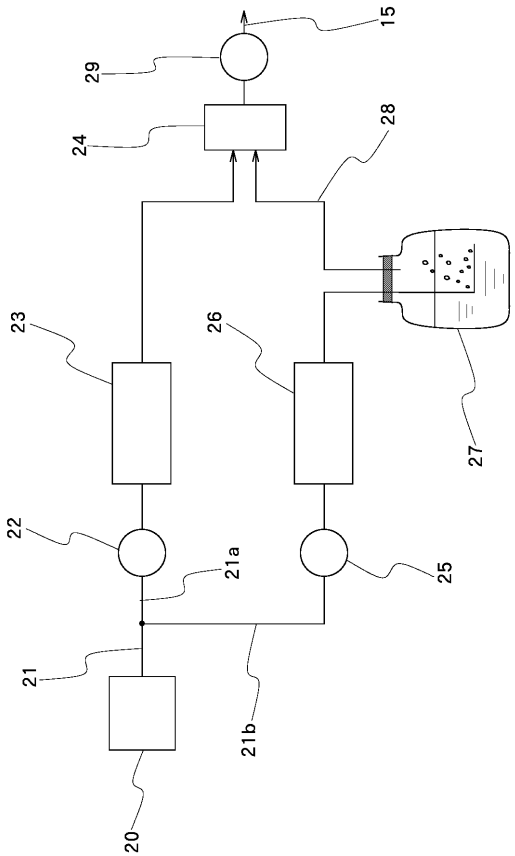
【図２】


2
6
5
8
3
7

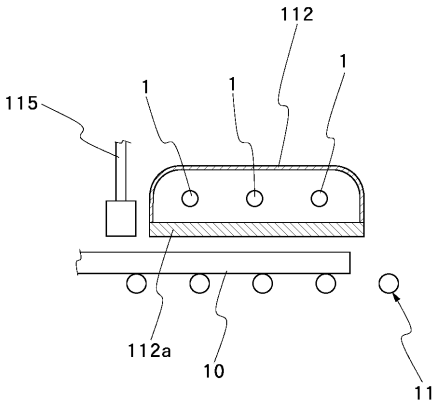
【図３】


13
12
15
14b
16
16
10
14a
11
17
17
18
14
1
1
1
1

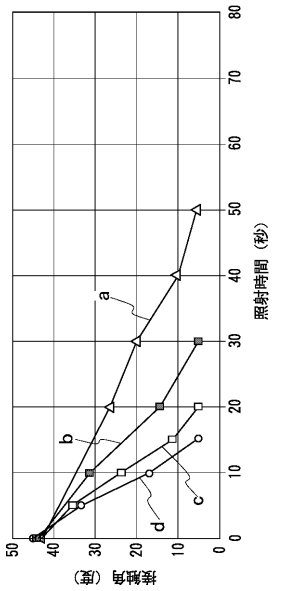
【図４】


15
29
24
28
23
26
27
22
21a
25
21
21b
20

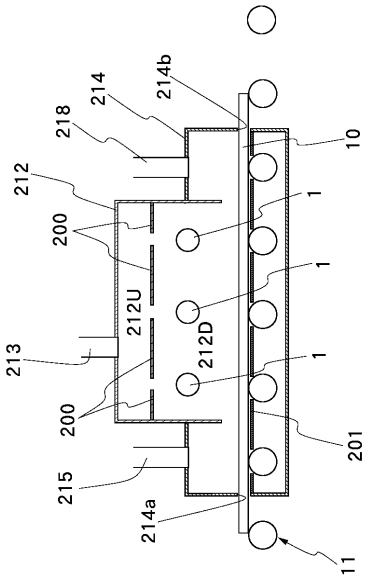
【図５】


112
1
1
1
115
112a
10
11

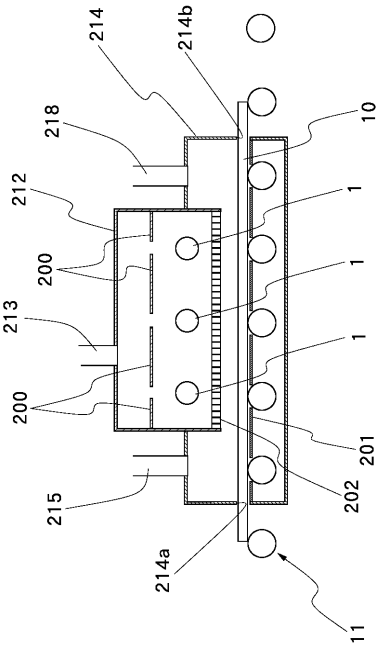
【図６】


接触角（度）
照射時間（秒）
a
b
c
d

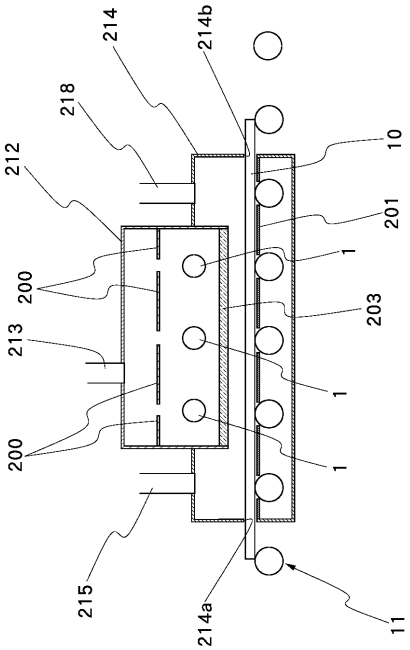
【図７】


214
214b
218
212
200
212U
212D
213
200
201
215
214a
11
10
1

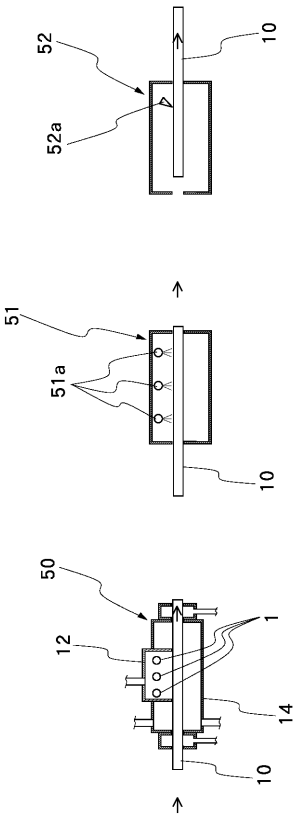
【図８】


214
214b
218
212
200
213
200
201
202
215
214a
11
10
1

【図９】


214
214b
218
212
200
213
200
201
203
215
214a
11
10
1

【図１０】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI		
G11B	***7/26***	***(2006.01)***	G11B	7/26	
H01L	***21/302***	***(2006.01)***	H01L	21/302	
H01L	***21/304***	***(2006.01)***	H01L	21/304	645D
G21K	*5/00*	*(2006.01)*	G21K	5/00	B

審査官　長谷井　雅昭

(56)参考文献　特開平１０－１３５１６８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－０３３８２４（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０７９３２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０７４０７９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－０７３６２７（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－３０８０５４（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２５６１７８（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１１１６００（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３０７２９１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B08B　1/00-1/04
5/00-13/00
H01L　21/304