

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-3624

(P2011-3624A)

(43) 公開日 平成23年1月6日(2011.1.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H01L 21/304 (2006.01)</b>	H01L 21/304 611Z	3C069
<b>B28D 5/00 (2006.01)</b>	B28D 5/00 Z	4E068
<b>B23K 26/00 (2006.01)</b>	B23K 26/00 H	
<b>B23K 26/08 (2006.01)</b>	B23K 26/08 D	
<b>B23K 26/06 (2006.01)</b>	B23K 26/06 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-143816 (P2009-143816)  
 (22) 出願日 平成21年6月17日 (2009.6.17)

(71) 出願人 000190116  
 信越ポリマー株式会社  
 東京都中央区日本橋本町4丁目3番5号  
 (74) 代理人 100112335  
 弁理士 藤本 英介  
 (74) 代理人 100101144  
 弁理士 神田 正義  
 (74) 代理人 100101694  
 弁理士 宮尾 明茂  
 (72) 発明者 国司 洋介  
 埼玉県さいたま市北区吉野町1-406-1  
 1 信越ポリマー株式会社内  
 (72) 発明者 鈴木 秀樹  
 埼玉県さいたま市北区吉野町1-406-1  
 1 信越ポリマー株式会社内  
 最終頁に続く

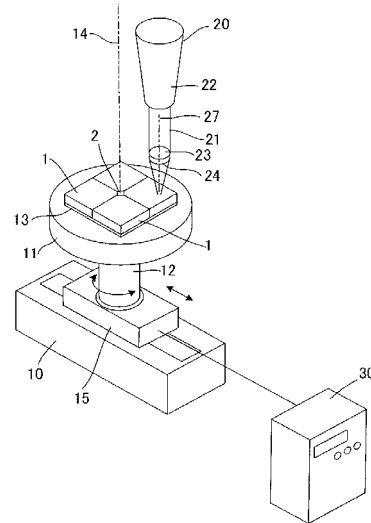
(54) 【発明の名称】 半導体ウェーハの製造方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】半導体に悪影響を及ぼしたり、半導体ウェーハの獲得が困難になるのを抑制し、製造装置を簡素化できる半導体ウェーハの製造方法及びその装置を提供する。

【解決手段】回転ステージ11に半導体ウェーハ1を搭載してその隅の面取り部2を回転ステージ11の回転軸14に接近させ、X方向移動ステージ15を移動させて集光レンズ23の光軸27を半導体ウェーハ1の表面周縁部側に位置させ、半導体ウェーハ内に集光点を形成できるようにレーザ照射装置20を調整し、集光線の線速度が一定になるよう回転ステージ11を回転させるとともに、レーザ光線21を照射し、X方向移動ステージ15を移動させてレーザ光線21を回転ステージ11が所定の回転角で回転する度に半導体ウェーハ1の表面周縁部側から面取り部2方向に移動させる。その後、回転軸14と集光レンズ23の光軸27が所定の距離に達した場合にレーザ照射を停止して中間品を形成する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

移動ステージに回転ステージを支持させた加工ステージと、この加工ステージに搭載された半導体にレーザ光線を照射するレーザ照射手段とを備え、加工ステージの回転ステージに搭載された半導体の表面にレーザ光線を集光レンズを介し照射して半導体の内部に集光点を形成し、半導体と集光点とを相対的に移動させ、半導体の内部に加工領域を設けることにより、半導体ウェーハの中間品を形成するとともに、この中間品の表面を加工領域を境に剥離して半導体ウェーハを得る半導体ウェーハの製造方法であって、

加工ステージの回転ステージに半導体を搭載して回転ステージの回転軸に間隔をおいて接近させ、加工ステージの移動ステージを移動させて集光レンズの光軸を半導体表面の所定の箇所に位置させ、半導体の内部に集光点を形成できるようにレーザ照射手段の高さを調整し、集光点の線速度が略一定になるよう回転ステージを回転させるとともに、レーザ照射手段からレーザ光線を照射し、加工ステージの移動ステージを移動させてレーザ光線を所定の方向に移動させ、その後、回転ステージの回転軸と集光レンズの光軸とが所定の距離に達した場合にレーザ照射手段の照射を停止して半導体ウェーハの中間品を形成することを特徴とする半導体ウェーハの製造方法。

10

**【請求項 2】**

加工ステージの回転ステージに半導体を搭載してその面取り部を回転ステージの回転軸に間隔をおいて接近させ、加工ステージの移動ステージを移動させて集光レンズの光軸を半導体の表面周縁部側に位置させ、半導体の内部に集光点を形成できるようにレーザ照射手段の高さを調整し、集光点の線速度が略一定になるよう回転ステージを回転させるとともに、レーザ照射手段からレーザ光線を照射し、加工ステージの移動ステージを移動させてレーザ光線を回転ステージが所定の回転角で回転する度に半導体の面取り部方向に所定のピッチで移動させる請求項 1 記載の半導体ウェーハの製造方法。

20

**【請求項 3】**

加工ステージの回転ステージに複数の半導体を配列して各半導体の面取り部を回転ステージの回転軸に間隔をおいて接近させる請求項 2 記載の半導体ウェーハの製造方法。

**【請求項 4】**

加工ステージの回転ステージに半導体と錘体とを配列し、これら半導体の面取り部と錘体の隅部とを回転ステージの回転軸に間隔をおいてそれぞれ接近させる請求項 2 記載の半導体ウェーハの製造方法。

30

**【請求項 5】**

回転ステージの回転軸と集光レンズの光軸との接近に応じて集光点の線速度を低下させることにより、半導体の面取り部にレーザ光線を重点的に照射する請求項 2、3、又は 4 記載の半導体ウェーハの製造方法。

**【請求項 6】**

半導体の表面周縁部側と面取り部との間を移動するレーザ光線のピッチ間隔を狭めることにより、半導体の面取り部にレーザ光線を重点的に照射する請求項 2 ないし 5 いずれかに記載の半導体ウェーハの製造方法。

**【請求項 7】**

半導体を搭載する加工ステージと、この加工ステージに搭載された半導体にレーザ光線を照射するレーザ照射手段と、これら加工ステージとレーザ照射手段とを制御する制御手段とを備え、

40

加工ステージに搭載された半導体の表面にレーザ光線を集光レンズを介し照射して半導体の内部に集光点を形成し、半導体と集光点とを相対的に移動させ、半導体の内部に加工領域を設けることにより、半導体ウェーハの中間品を形成するとともに、この中間品の表面を加工領域を境に剥離して半導体ウェーハを得る半導体ウェーハの製造装置であって、

加工ステージは、半導体を搭載する回転ステージと、この回転ステージを支持して移動可能な移動ステージとを含み、回転ステージに半導体を搭載してその面取り部を回転ステージの回転軸に間隔をおいて接近させ、

50

制御手段は、加工ステージの移動ステージを移動させて集光レンズの光軸を回転ステージに搭載された半導体の表面周縁部側あるいは面取り部付近に位置させ、半導体の内部に集光点を形成できるようレーザ照射手段の高さを調整する機能と、集光点の線速度が略一定になるよう回転ステージの回転数を制御して回転させ、レーザ照射手段からレーザ光線を照射するとともに、加工ステージの移動ステージを移動させてレーザ光線を回転ステージが所定の回転角で回転する度に半導体の面取り部方向あるいは表面周縁部側に移動させる機能と、回転ステージの回転軸と集光レンズの光軸とが所定の距離に達した場合にレーザ照射手段の照射を停止する機能とを実現することを特徴とする半導体ウェーハの製造装置。

【請求項 8】

レーザ照射手段は、半導体の表面と集光レンズとの間に介在するレーザ光線用の収差増強ガラスと、集光レンズ及び収差増強ガラスを保持する上下動可能な焦点位置調整手段とを含んでなる請求項 7 記載の半導体ウェーハの製造装置。

【請求項 9】

制御手段は、回転ステージの回転軸と集光レンズの光軸との接近に応じて集光点の線速度を低下させ、半導体の表面周縁部側と面取り部との間を移動するレーザ光線のピッチ間隔を狭めることにより、半導体の面取り部にレーザ光線を重点的に照射する機能を実現する請求項 7 又は 8 記載の半導体ウェーハの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、薄い半導体ウェーハを切り出して製造する半導体ウェーハの製造方法及びその装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、シリコンのインゴットから薄い半導体ウェーハを切り出したり、切り出した半導体ウェーハを薄片化する方法としては、図示しないが、加工ステージに搭載された厚く丸い半導体の表面にレーザ光線を集光レンズを介して照射し、厚い半導体の内部に集光点を形成して変質層を複数形成し、加工ステージと共に厚い半導体を回転させて複数の変質層を接続するとともに、厚い半導体の内部に加工領域を設け、この加工領域を設けることにより、薄い半導体ウェーハの中間品を形成し、その後、この中間品の表面を加工領域を境に剥離して薄い半導体ウェーハを得る方法が提案されている（特許文献 1、2、3、4、5 参照）。

【0003】

半導体は、平面円形に形成され、加工ステージの中心部に位置合わせされる。また、レーザ光線は、YAG レーザのようなパルスレーザ、あるいはCO<sub>2</sub> レーザ等のCW レーザが適宜採用され、制御装置による出力制御下でレーザ照射装置から厚い半導体の表面、具体的には、半導体表面の中心部から周縁部にかけて照射される。レーザ照射装置は、厚い半導体の表面に太いレーザ光線を照射して均一な変質層を形成できるよう、厚い半導体に対して集光レンズと共に全体が精密に移動可能に構成されている。

【0004】

集光レンズは、厚い半導体の表面にダメージを与えることなく、厚い半導体の内部に加工領域を適切に設ける観点から、大きな開口数のレンズが使用され、大きく広がった円錐形のレーザ光線を半導体に導くよう機能する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2005 294656 号公報

【特許文献 2】特開 2005 059354 号公報

【特許文献 3】特開 2005 33190 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献4】特開2004 079667号公報

【特許文献5】特開2001 102332号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来の方法では、レーザ光線の制御に限界があるので、半導体表面の中心部付近にレーザ光線を照射する場合には、半導体表面の中心部が高速で回転する関係上、過剰な照射を招いたり、照射が困難化することがあり、その結果、半導体に悪影響を及ぼすおそれがある。また、半導体表面の周縁部にレーザ光線を照射する場合には、照射エネルギーの密度が不足して加工領域を十分に設けることができず、その結果、中間品の表面を適切に剥離して薄い半導体ウェーハを得るのが困難な場合がある。

10

【0007】

さらに、半導体の表面にダメージを与えることなく、厚い半導体の内部に加工領域を設けるためには、レーザ照射装置やその光学系を精密に移動させる必要があるので、装置が複雑で大掛かりになるおそれがある。

【0008】

本発明は上記に鑑みなされたもので、レーザ光線を適切に照射して半導体に悪影響を及ぼしたり、半導体ウェーハの獲得が困難になるのを抑制し、製造装置の簡素化を図ることのできる半導体ウェーハの製造方法及びその装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

本発明においては上記課題を解決するため、移動ステージに回転ステージを支持させた加工ステージと、この加工ステージに搭載された半導体にレーザ光線を照射するレーザ照射手段とを備え、加工ステージの回転ステージに搭載された半導体の表面にレーザ光線を集光レンズを介し照射して半導体の内部に集光点を形成し、半導体と集光点とを相対的に移動させ、半導体の内部に加工領域を設けることにより、半導体ウェーハの中間品を形成するとともに、この中間品の表面を加工領域を境に剥離して半導体ウェーハを得る半導体ウェーハの製造方法であって、

加工ステージの回転ステージに半導体を搭載して回転ステージの回転軸に間隔をおいて接近させ、加工ステージの移動ステージを移動させて集光レンズの光軸を半導体表面の所定の箇所に位置させ、半導体の内部に集光点を形成できるようレーザ照射手段の高さを調整し、集光点の線速度が略一定になるよう回転ステージを回転させるとともに、レーザ照射手段からレーザ光線を照射し、加工ステージの移動ステージを移動させてレーザ光線を所定の方向に移動させ、その後、回転ステージの回転軸と集光レンズの光軸とが所定の距離に達した場合にレーザ照射手段の照射を停止して半導体ウェーハの中間品を形成することを特徴としている。

30

【0010】

なお、加工ステージの回転ステージに半導体を搭載してその面取り部を回転ステージの回転軸に間隔をおいて接近させ、加工ステージの移動ステージを移動させて集光レンズの光軸を半導体の表面周縁部側に位置させ、半導体の内部に集光点を形成できるようレーザ照射手段の高さを調整し、集光点の線速度が略一定になるよう回転ステージを回転させるとともに、レーザ照射手段からレーザ光線を照射し、加工ステージの移動ステージを移動させてレーザ光線を回転ステージが所定の回転角で回転する度に半導体の面取り部方向に所定のピッチで移動させることができる。

40

【0011】

また、加工ステージの回転ステージに複数の半導体を配列して各半導体の面取り部を回転ステージの回転軸に間隔をおいて接近させることができる。

また、加工ステージの回転ステージに半導体と錘体とを配列し、これら半導体の面取り部と錘体の隅部とを回転ステージの回転軸に間隔をおいてそれぞれ接近させることができる。

50

## 【0012】

また、回転ステージの回転軸と集光レンズの光軸との接近に応じて集光点の線速度を低下させることにより、半導体の面取り部にレーザ光線を重点的に照射することができる。

また、半導体の表面周縁部側と面取り部との間を移動するレーザ光線のピッチ間隔を狭めることにより、半導体の面取り部にレーザ光線を重点的に照射することもできる。

また、半導体ウェーハの中間品の一部を除去して加工領域を露出させることも可能である。

## 【0013】

また、中間品の剥離開始領域に対するレーザ光線の照射量を、剥離開始領域以外の他領域に対するレーザ光線の照射量の2倍以上とすることも可能である。

また、中間品の表裏面のうち少なくとも表面に剥離補助基材を固定し、この剥離補助基材と共に中間品の表面を剥離して半導体ウェーハを得ることも可能である。

## 【0014】

また、本発明においては上記課題を解決するため、半導体を搭載する加工ステージと、この加工ステージに搭載された半導体にレーザ光線を照射するレーザ照射手段と、これら加工ステージとレーザ照射手段とを制御する制御手段とを備え、

加工ステージに搭載された半導体の表面にレーザ光線を集光レンズを介し照射して半導体の内部に集光点を形成し、半導体と集光点とを相対的に移動させ、半導体の内部に加工領域を設けることにより、半導体ウェーハの中間品を形成するとともに、この中間品の表面を加工領域を境に剥離して半導体ウェーハを得る製造装置であって、

加工ステージは、半導体を搭載する回転ステージと、この回転ステージを支持して移動可能な移動ステージとを含み、回転ステージに半導体を搭載してその面取り部を回転ステージの回転軸に間隔をおいて接近させ、

制御手段は、加工ステージの移動ステージを移動させて集光レンズの光軸を回転ステージに搭載された半導体の表面周縁部側あるいは面取り部付近に位置させ、半導体の内部に集光点を形成できるようレーザ照射手段の高さを調整する機能と、集光点の線速度が略一定になるよう回転ステージの回転数を制御して回転させ、レーザ照射手段からレーザ光線を照射するとともに、加工ステージの移動ステージを移動させてレーザ光線を回転ステージが所定の回転角で回転する度に半導体の面取り部方向あるいは表面周縁部側に移動させる機能と、回転ステージの回転軸と集光レンズの光軸とが所定の距離に達した場合にレーザ照射手段の照射を停止する機能とを実現することを特徴としている。

## 【0015】

なお、レーザ照射手段は、半導体の表面と集光レンズとの間に介在するレーザ光線用の収差増強ガラスと、集光レンズ及び収差増強ガラスを保持する上下動可能な焦点位置調整手段とを含むと良い。

また、制御手段は、回転ステージの回転軸と集光レンズの光軸との接近に応じて集光点の線速度を低下させ、半導体の表面周縁部側と面取り部との間を移動するレーザ光線のピッチ間隔を狭めることにより、半導体の面取り部にレーザ光線を重点的に照射する機能を実現することが好ましい。

## 【0016】

ここで、特許請求の範囲における加工ステージの移動ステージは、少なくともX方向とY方向の少なくともいずれかに移動する一軸構造であれば良い。また、半導体としては、シリコン、シリコンカーバイド、サファイヤ、ダイヤモンド等が該当する。この半導体は、少なくとも適当な長さにブロック化されたインゴットや厚い（例えば、0.1～10mmの厚さ）半導体ウェーハが該当し、単数複数の数を問うものではない。半導体は、平面矩形、多角形、三角形、円形等に形成することができる。半導体の面取り部は、半導体の四隅部にそれぞれ切り欠かれていても良いし、四隅部のうちの隅部に切り欠かれていても良く、又斜めでも良いし、湾曲形でも良い。

## 【0017】

錘体は、半導体と同じ形でも良いし、そうでなくても良い。また、レーザ光線は、多光

10

20

30

40

50

子吸収と呼ばれる光学的損傷現象を発生させるタイプでも良いし、そうでなくても良い。このレーザ光線は、半導体の表面周縁部と面取り部付近の一方から他方に移動する際、同心円、渦巻き形、螺旋形等のパターンを描くことが好ましい。また、集光レンズには、凹面鏡や各種レンズが含まれる。収差増強ガラスは、単数複数を特に問うものではない。さらに、制御手段は、コントローラでも良いし、制御プログラムでも良い。この制御手段は、回転ステージの回転軸の距離と集光レンズの光軸との距離により、レーザ照射手段を制御する。具体的には、レーザ光線の照射を抑制したり、停止することが好ましい。

【0018】

本発明によれば、半導体表面の所定の範囲、例えば半導体の表面周縁部側から面取り部までの範囲にレーザ光線を照射するので、従来のように平面円形の半導体の表面中心部付近にレーザ光線を照射する必要がない。したがって、回転軸の近傍でレーザ光線の照射が過剰化したり、半導体の表面に意図しない加工がなされたり、半導体の周縁部でレーザ光線の照射が不足するようなことが少ない。

10

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、レーザ光線を適切に照射して半導体に悪影響を及ぼしたり、半導体ウェーハの獲得が困難になるのを抑制し、製造装置の簡素化を図ることができるという効果がある。

また、加工ステージの回転ステージに半導体と錘体とを配列し、これら半導体の面取り部と錘体の隅部とを回転ステージの回転軸に間隔をおいてそれぞれ接近させれば、回転テーブルのバランスを良好に維持することができる。

20

【0020】

また、回転ステージの回転軸と集光レンズの光軸との接近に応じて集光点の線速度を低下させれば、半導体の面取り部に、中間品の表面を剥離する際の剥離開始領域を効率良く形成することができる。

また、半導体の表面周縁部側から面取り部までの間を移動するレーザ光線のピッチ間隔を狭めることにより、半導体の面取り部にレーザ光線を重点的に照射しても、半導体の面取り部に、中間品の表面を剥離する際の剥離開始領域を効率良く形成することができる。

【0021】

また、レーザ照射手段に、半導体の表面と集光レンズとの間に介在するレーザ光線用の収差増強ガラスと、集光レンズ及び収差増強ガラスを保持する上下動可能な焦点位置調整手段とを含めば、集光スポットを拡大してレーザ光線の照射回数を減少させることができる。さらに、レーザ照射手段の集光レンズと収差増強ガラス以外の部品を動作させる必要がないので、製造装置の構造の簡素化が期待できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明に係る半導体ウェーハの製造方法及びその装置の実施形態を模式的に示す全体斜視説明図である。

【図2】本発明に係る半導体ウェーハの製造方法及びその装置の実施形態におけるレーザ光線の照射状態を模式的に示す要部説明図である。

40

【図3】本発明に係る半導体ウェーハの製造方法及びその装置の実施形態における半導体ウェーハに照射されるレーザ光線のパターンを模式的に示す平面説明図である。

【図4】本発明に係る半導体ウェーハの製造方法及びその装置の実施形態における中間品の表面を剥離する途中の状態を模式的に示す説明図である。

【図5】本発明に係る半導体ウェーハの製造方法及びその装置の第2の実施形態を模式的に示す全体斜視説明図である。

【図6】本発明に係る半導体ウェーハの製造方法及びその装置の第3の実施形態における半導体ウェーハに照射されるレーザ光線のパターンを模式的に示す平面説明図である。

【図7】本発明に係る半導体ウェーハの製造方法及びその装置の第4の実施形態を模式的に示す平面説明図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0023】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明すると、本実施形態における半導体ウェーハの製造装置は、図1ないし図4に示すように、複数の厚い半導体ウェーハ1を搭載する加工ステージ10と、この加工ステージ10に搭載された複数の半導体ウェーハ1にレーザ光線21を照射するレーザ照射装置20と、これら加工ステージ10とレーザ照射装置20とをそれぞれ制御する制御装置30とを備え、半導体ウェーハ1の表面にレーザ光線21を集光レンズ23を介し照射して半導体ウェーハ1の内部に集光点26を形成し、半導体ウェーハ1と集光点26とを相対的に移動させ、半導体ウェーハ1の内部に加工領域3を形成することにより、薄い半導体ウェーハ6の中間品5を形成し、この中間品5の表面を加工領域3を境に剥離して太陽電池用の薄い半導体ウェーハ6を得る製造装置である。

10

## 【0024】

複数（本実施形態では4枚）の半導体ウェーハ1は、平面矩形を描くよう突き合わせた配列状態で加工ステージ10に搭載される。各半導体ウェーハ1は、特に限定されるものではないが、例えば平面矩形で肉厚のシリコンウェーハからなり、レーザ光線21の照射される表面が予め平坦化されていることが好ましい。この半導体ウェーハ1の四隅部は、少なくとも一隅部がグラインダ等で斜めに切り欠かれ、この切り欠かれた隅部が面取り部2とされる。

20

## 【0025】

加工ステージ10とレーザ照射装置20の一部とは、精密な回転、移動、上下動等を図る観点から、図示しない防振性の台座に固定され、加工ステージ10の上方にレーザ照射装置20が配設される。

## 【0026】

加工ステージ10は、図1に示すように、複数の半導体ウェーハ1を水平に搭載する回転ステージ11と、この回転ステージ11の下面から垂直下方に伸びる支持軸12を直立状態に支持してX方向に移動可能なX方向移動ステージ15とを備えて構成される。

## 【0027】

回転ステージ11は、表面に複数の半導体ウェーハ1を着脱自在に位置決め固定する平面矩形の保持テーブル13が装着され、所定のモータの駆動により回転する。この回転ステージ11、支持軸12、及び保持テーブル13は、中心部が位置合わせされる。保持テーブル13の表面中心部から半径外方向にややずれた箇所には、各半導体ウェーハ1の面取り部2が位置する。したがって、複数の半導体ウェーハ1は、面取り部2が回転ステージ11の回転軸14（支持軸12の中心でもある）に間隔をおいてそれぞれ接近し、合成重心が回転ステージ11の回転軸14と略一致する。

30

## 【0028】

所定のモータとしては、例えばレーザ光線21の照射特性に応じ、回転数を制御可能なステップモータや各種サーボモータ（例えば、ACサーボモータ）等が適宜採用されるが、半導体ウェーハ1の表面周縁部にレーザ光線21を均一に照射する観点から、間歇的ではなく、連続的に駆動するサーボモータが好ましい。

40

## 【0029】

X方向移動ステージ15は、例えば所定のモータの駆動で回転する螺子棒により水平にスライドしたり、所定のシリンダの駆動で進退動するプランジャロッドにより水平にスライドする。また、所定のモータの駆動で回転するエンドレスの駆動ベルトにより水平にスライドする構成でも良いし、リニアモータの駆動で水平にスライドする構成でも良い。

## 【0030】

レーザ照射装置20は、図1や図2に示すように、レーザ光線21を下方に向けて照射する固定のレーザ光源22と、このレーザ光源22から照射されたレーザ光線21を集光する集光レンズ23と、半導体ウェーハ1の表面と集光レンズ23との間に介在するレーザ光線21用の収差増強ガラス24と、集光レンズ23及び収差増強ガラス24を上下に

50

並べて保持する上下動可能な焦点位置調整具 25 とを備え、半導体ウェーハ 1 の表面状態を撮像して検査・測定可能な検査装置（図示せず）が選択的に付設される。

【0031】

レーザ光源 22 は、半導体ウェーハ 1 の内部に集光点 26 を形成する観点から、半導体ウェーハ 1 に対して透過性のある光源が使用される。例えば、シリコン製のインゴットやスライスされたシリコン製の半導体ウェーハ 1 の場合には、YAG レーザの基本波や炭酸ガスレーザ等、波長 1000 nm 以上の赤外線レーザが使用される。

【0032】

集光レンズ 23 は、半導体ウェーハ 1 の内部にレーザ光線 21 のエネルギーを効率的に集中させるよう機能する。この集光レンズ 23 の開口数 (NA) は、半導体ウェーハ 1 の表面におけるアブレーション等による損失を防止する観点から、大きな数値、具体的には 0.5 以上、0.5 ~ 0.8 が好ましい。

【0033】

収差増強ガラス 24 は、特に限定されるものではないが、例えば厚いカバーガラスやスライドガラス等が使用され、集光スポットを拡大してその間隔を大きくし、単位面積当たりのレーザ光線 21 の照射回数を削減するよう機能する。また、焦点位置調整具 25 は、例えば集光レンズ 23 と収差増強ガラス 24 とを挟持して相対向する左右一对の保持爪等からなり、半導体ウェーハ 1 の表面に対して光軸 27 方向に集光レンズ 23 を上下動し、半導体ウェーハ 1 の内部に焦点を移動させ、集光点 26 を形成して加工領域 3 を加工する。

【0034】

制御装置 30 は、図 1 に示すように、例えばプリント回路基板からなる回路基板に、水晶発振回路、演算処理機能を有する CPU、ROM、RAM、動作不良等を検知するエラー検知センサ、その他の電子部品が実装され、加工ステージ 10 とレーザ照射装置 20 とにケーブルを介してそれぞれ接続されており、CPU が RAM を作業領域として ROM に記憶された所定のプログラムを読み込むことにより、コンピュータとして所定の機能を実現する。

【0035】

具体的には、加工ステージ 10 の X 方向移動ステージ 15 を X 方向に移動させて集光レンズ 23 の光軸 27 を回転ステージ 11 に搭載された半導体ウェーハ 1 の表面周縁部側に位置させ、半導体ウェーハ 1 の内部に集光点 26 を形成できるようにレーザ照射装置 20 の高さを調整する機能と、集光点 26 の線速度が一定になるよう回転ステージ 11 の回転数を制御して回転させ、レーザ照射装置 20 からレーザ光線 21 を照射するとともに、加工ステージ 10 の X 方向移動ステージ 15 を X 方向に移動させてレーザ光線 21 を回転ステージ 11 が所定の回転角度（例えば 360° 等）で回転する毎に半導体ウェーハ 1 の表面周縁部側から面取り部 2 方向に所定のピッチで移動させる機能と、回転ステージ 11 の回転軸 14 と集光レンズ 23 の光軸 27 との接近に応じて集光点の線速度を低下させ、かつ半導体ウェーハ 1 の表面周縁部側から面取り部 2 方向に移動するレーザ光線 21 のピッチ間隔を狭める機能と、回転ステージ 11 の回転軸 14 と集光レンズ 23 の光軸 27 とが所定の近距離に達した場合にレーザ照射装置 20 の照射を停止する機能とを実現する（図 1、図 3 参照）。

【0036】

上記構成において、半導体ウェーハ 1 を切り出して薄い半導体ウェーハ 6 を製造する場合には、まず、加工ステージ 10 の回転ステージ 11 に加工対象である複数の半導体ウェーハ 1 を保持テーブル 13 を介し配列して各半導体ウェーハ 1 の面取り部 2 を保持テーブル 13 の中心部の周囲に位置させ、この複数の半導体ウェーハ 1 の表面を揃えて略面とし、加工ステージ 10 の X 方向移動ステージ 15 を X 方向に移動させてレーザ照射装置 20 の集光レンズ 23 の光軸 27 を回転ステージ 11 に搭載された半導体ウェーハ 1 の表面周縁部側に位置させる。

【0037】

10

20

30

40

50



こうして集光レンズ 23 の光軸 27 を半導体ウェーハ 1 の表面周縁部側に位置させたら、半導体ウェーハ 1 の表面に集光点 26 が位置するようレーザ照射装置 20 の焦点位置調整具 25 を下降させ、その後、半導体ウェーハ 1 の内部に加工領域 3 用の集光点 26 を形成できるよう焦点位置調整具 25 を下降させ、半導体ウェーハ 1 の表面に集光レンズ 23 と収差増強ガラス 24 とを接近させる。

【 0038 】

次いで、集光点 26 の線速度が一定値になるよう回転ステージ 11 の回転数を制御しつつ回転させ、集光点 26 の線速度が一定値に達したら、レーザ照射装置 20 からレーザ光線 21 を照射するとともに、加工ステージ 10 の X 方向移動ステージ 15 を X 方向に移動させ、レーザ光線 21 を回転ステージ 11 が一回転する毎に半導体ウェーハ 1 の表面周縁部側から面取り部 2 方向に所定のピッチで移動させる。

10

【 0039 】

この際、回転ステージ 11 は、集光点 26 の線速度が一定値を維持するよう回転を継続する。また、レーザ光線 21 は、X 方向移動ステージ 15 の移動で回転する回転ステージ 11 の回転軸 14 が接近して来ることにより、半導体ウェーハ 1 の表面周縁部側から面取り部 2 方向に同心円のパターンを描きながら移動し、半導体ウェーハ 1 の内部に加工領域 3 を半導体ウェーハ 1 の表面に平行に連続形成する（図 2 参照）。

レーザ光線 21 の照射に際しては、半導体ウェーハ 1 の表面状態を撮像して測定する検査装置によりスキャンしながらレーザ光線 21 を照射することができる。

【 0040 】

20

回転ステージ 11 の回転軸 14 と集光レンズ 23 の光軸 27 とが接近し、半導体ウェーハ 1 の面取り部 2 手前上方に集光レンズ 23 の光軸 27 が位置したら、回転ステージ 11 の回転数を抑制して集光点の線速度を低下させ、半導体ウェーハ 1 の表面周縁部側から面取り部 2 方向に移動するレーザ光線 21 のピッチ間隔を狭めることにより、半導体ウェーハ 1 の面取り部 2 にレーザ光線 21 を重点的に照射して中間品 5 の表面を剥離する際の剥離開始領域 4 を形成する。

【 0041 】

集光レンズ 23 の光軸 27 が半導体ウェーハ 1 の面取り部 2 を通過して保持テーブル 13 の中心部付近に位置し、回転ステージ 11 の回転軸 14 と集光レンズ 23 の光軸 27 とが所定の近距離に達するとともに、回転ステージ 11 の回転数が上限値に達したら、回転ステージ 11 の回転とレーザ照射装置 20 の照射とを停止することにより、薄い半導体ウェーハ 6 の中間品 5 を形成することができる。

30

【 0042 】

薄い半導体ウェーハ 6 の中間品 5 を形成したら、中間品 5 の全表面に剥離補助板 40 を着脱自在に粘着固定し、その後、連続した加工領域 3 を境界面として中間品 5 を剥離補助板 40 と共に剥離開始領域 4 から上方に剥離（図 4 参照）すれば、半導体ウェーハ 1 から中間品 5 が剥離することにより、中間品 5 が薄い半導体ウェーハ 6 となる。薄い半導体ウェーハ 6 は、そのまま使用されたり、あるいは必要に応じて他の半導体ウェーハ 6 の端面に接着される。

【 0043 】

40

剥離補助板 40 は、特に限定されるものではないが、例えば半導体ウェーハ 1 よりも大きい平板からなり、薄い半導体ウェーハ 6 の中間品 5 に対向する平坦な対向面に、自己粘着性のシートが粘着される。この剥離補助板 40 として、例えばアクリル板等を適宜使用することができる。

【 0044 】

なお、剥離補助板 40 を粘着固定する際、回転ステージ 11 から取り外した半導体ウェーハ 1 の裏面に別の剥離補助板 40 を着脱自在に粘着固定し、中間品 5 の剥離をさらに容易にしても良い。

【 0045 】

上記構成によれば、保持テーブル 13 の中心部の周囲に半導体ウェーハ 1 の面取り部 2

50

を位置させ、半導体ウェーハ 1 の表面周縁部側から面取り部 2 までの範囲にレーザ光線 2 1 を照射するので、半導体ウェーハ 1 表面の中心部付近にレーザ光線 2 1 を照射する必要が全くなく、レーザ光線 2 1 の照射が過剰化したり、困難になることがない。したがって、半導体ウェーハ 6 に何ら悪影響を及ぼすことがない。

【0046】

また、半導体ウェーハ 1 表面の周縁部にレーザ光線 2 1 を照射する場合には、集光点 2 6 の線速度が一定値を維持するよう回転ステージ 1 1 を回転させるので、照射エネルギーの密度を適切な値にして十分な加工領域 3 を設け、中間品 5 の表面を適切に剝離して薄い半導体ウェーハ 6 を容易に得ることができる。さらに、レーザ照射装置 2 0 のレーザ光源 2 2 やレーザ発振器等を固定し、焦点位置調整具 2 5 のみを精密に上下動させれば良いので、レーザ光源 2 2 やレーザ発振器の動作時の振動に伴う弊害を排除したり、装置が複雑で大掛かりになるおそれを有効に払拭することができる。

10

【0047】

次に、図 5 は本発明の第 2 の実施形態を示すもので、この場合には、加工ステージ 1 0 を、複数の半導体ウェーハ 1 を水平に搭載する回転ステージ 1 1 と、この回転ステージ 1 1 の支持軸 1 2 を直立に支持して X 方向に移動可能な X 方向移動ステージ 1 5 と、この X 方向移動ステージ 1 5 を支持して Y 方向に移動可能な Y 方向移動ステージ 1 6 とを備えた多軸構造に構成するようにしている。その他の部分については、上記実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0048】

本実施形態においても上記実施形態と同様の作用効果が期待でき、しかも、必要に応じて Y 方向移動ステージ 1 6 を移動させつつ半導体ウェーハ 1 を加工することができるので、製造作業の円滑化、簡素化、迅速化、容易化を図ることができるのは明らかである。

20

【0049】

次に、図 6 は本発明の第 3 の実施形態を示すもので、この場合には、回転テーブル 1 1 の保持テーブル 1 3 に複数の半導体ウェーハ 1 を 90° の間隔をおいて配列し、この複数の半導体ウェーハ 1 の枚数を 4 枚から 2 枚に減少させるようにしている。その他の部分については、上記実施形態と同様であるので説明を省略する。

本実施形態においても上記実施形態と同様の作用効果が期待できるのは明らかである。

【0050】

次に、図 7 は本発明の第 4 の実施形態を示すもので、この場合には、回転テーブル 1 1 の保持テーブル 1 3 に、枚数を減らした複数の半導体ウェーハ 1 と複数の錘体 4 1 とを配列し、各半導体ウェーハ 1 の面取り部 2 と各錘体 4 1 の隅部とを回転ステージ 1 1 の回転軸 1 4 に間隔をおいてそれぞれ接近させ、回転テーブル 1 1 の回転ムラを防止するようにしている。

30

【0051】

複数の半導体ウェーハ 1 と複数の錘体 4 1 とは、交互に配列される。また、錘体 4 1 は、特に限定されるものではないが、例えば半導体ウェーハ 1 と略同様の重量を有する平面矩形で肉厚のダミーウェーハからなり、四隅部のうち少なくとも一隅部がグラインダ等で斜めに切り欠かれており、この切り欠かれた隅部が面取り部 4 2 とされる。その他の部分については、上記実施形態と同様であるので説明を省略する。

40

【0052】

本実施形態においても上記実施形態と同様の作用効果が期待でき、しかも、保持テーブル 1 3 に半導体ウェーハ 1 の他、複数の錘体 4 1 をも配列するので、回転テーブル 1 1 の回転バランスを良好に保ち、しかも、アンバランスに伴う回転時の振動を抑制防止することができる。

【0053】

なお、上記実施形態では加工ステージ 1 0 の回転ステージ 1 1 を単に回転させたが、必要に応じ、回転ステージ 1 1 を昇降させても良い。また、回転ステージ 1 1 の保持テーブル 1 3 に半導体ウェーハ 1 を固定して搭載したが、回転ステージ 1 1 に半導体ウェーハ 1

50

をワックス、粘着テープ、クランプ具等を介して搭載しても良い。また、特に支障を来たさなければ、集光レンズ23のみ使用し、収差増強ガラス24を省略しても良い。また、レーザ光線21の照射開始点は、保持テーブル13の中心部でも良いし、周縁部でも良い。要するに、半導体ウェーハ1の面取り部2付近から表面周縁部方向にレーザ光線を照射して移動させることができる。

#### 【0054】

また、上記実施形態では中間品5の表面に剥離補助板40を粘着固定し、中間品5を剥離補助板40と共に剥離開始領域4から剥離したが、中間品5を剥離開始領域4から剥離する前に、半導体ウェーハ1の表面や周面を一部除去し、剥離開始領域4の側面(周面)に加工領域3を露出させて中間品5の剥離を容易化することもできる。

10

#### 【0055】

加工領域3を露出させる方法としては、半導体ウェーハ1の表面から加工領域3までの深さを集光レンズ23の位置や屈折率から予測し、半導体ウェーハ1の周面にレーザ光線21を照射して一部除去する方法、半導体ウェーハ1の表面をダイヤモンドカッタやレーザーアブレーション等の手段により一部除去する方法等があげられる。このように剥離開始領域4の側面に加工領域3を露出させ、剥離作業の起点とすれば、中間品5を円滑かつ容易に剥離することができる。

#### 【0056】

以下、本発明に係る半導体ウェーハの製造方法及びその装置の実施例を比較例と共に説明する。

20

#### 【実施例】

#### 【0057】

先ず、鏡面研磨された10 mmの単結晶シリコンインゴットからなる複数の半導体ウェーハと、この複数の半導体ウェーハを粘着テープを介して位置決め保持する加工ステージと、この加工ステージに搭載された半導体ウェーハにレーザ光線を照射するレーザ照射装置と、これら加工ステージとレーザ照射装置とを制御する制御装置とを用意し、加工ステージとレーザ照射装置とを防振性の台座に固定した。

#### 【0058】

複数(本実施例では4個)の半導体ウェーハは、面取り部が加工ステージの回転ステージの回転軸に間隔をおいてそれぞれ接近し、合成重心が回転ステージの回転軸と略一致する。各半導体ウェーハは、その隅部に1 mmの面取り部が形成され、2 mmの厚さとされる。また、加工ステージは、図1に示すように、複数の半導体ウェーハを水平に並べて搭載する回転ステージと、この回転ステージの支持軸を直立状態に支持してX方向に10 m mのストロークで移動可能なX方向移動ステージとを備えたステージを使用した。

30

#### 【0059】

回転ステージは、支持軸を挟んで-2 ~ 18 mmの範囲にレーザ光線を照射できるようにレーザ照射装置と共に調整され、毎分回転数が0 ~ 60 rpmの範囲で調整される。また、X方向移動ステージは、移動速度が0 ~ 15 mm / 秒の範囲で調整され、支持軸から-0.050 ~ 19.950 mmの範囲にレーザ光線を照射できるようにレーザ照射装置と共に調整される。

40

#### 【0060】

レーザ照射装置は、図1に示すように、波長1064 nm、繰り返し発振周波数10 kHz、出力0.68 W、パルス幅200 ns秒でYAGレーザを照射する装置を使用した。このレーザ照射装置の集光レンズは、開口数(NA)が0.8で、2 mmの焦点距離とした。また、収差増強ガラスとしては、厚み0.15 mm、屈折率が1.5のカバーガラスを用いた。

#### 【0061】

制御装置は、コントローラからなり、加工ステージの回転ステージやX方向移動ステージの位置、回転数、移動速度を制御するとともに、レーザ照射装置のレーザ照射のON OFFを制御する装置を使用した。

50

## 【0062】

次いで、加工ステージの回転ステージに複数の半導体ウェーハを配列して各半導体ウェーハの面取り部を保持テーブルの中心部の周囲に位置させ、この複数の半導体ウェーハの表面を揃えて $\pm 3 \mu\text{m}$ とし、加工ステージのX方向移動ステージをX方向に移動させてレーザー照射装置の集光レンズの光軸を回転ステージに搭載された半導体ウェーハの表面周縁部側に位置させた。

## 【0063】

こうして集光レンズの光軸を半導体ウェーハの表面周縁部側に位置させたら、半導体ウェーハの表面に集光点が位置するようにレーザー照射装置の焦点位置調整具を下降させ、その後、半導体ウェーハの内部に加工領域用の集光点を形成できるように焦点位置調整具を下降させ、半導体ウェーハの表面に集光レンズと収差増強ガラスとを接近させた。この際の距離は、集光点の深さが $0.05 \sim 0.2 \text{ mm}$ の範囲の場合には、集光点の深さの $0.3 \sim 0.4$ 倍である。

10

## 【0064】

次いで、集光点の線速度が $10 \text{ mm/秒}$ となるよう回転ステージの回転数を制御しつつ回転させ、集光点の線速度が $10 \text{ mm/秒}$ に達したら、レーザー照射装置からレーザー光線を照射するとともに、加工ステージのX方向移動ステージをX方向に移動させ、回転ステージが一回転する毎に回転ステージの回転軸を光軸方向に $1 \mu\text{m}$ ピッチで移動させた。

## 【0065】

次いで、半導体ウェーハの面取り部手前上方に集光レンズの光軸が位置したら、回転ステージの回転数を抑制して集光点の線速度を $3 \text{ mm/秒}$ に調整し、半導体ウェーハの表面周縁部側から面取り部方向に移動するレーザー光線のピッチ間隔を $0.5 \mu\text{m}$ ピッチに狭めることにより、半導体ウェーハの面取り部にレーザー光線を重点的に照射して中間品の表面を剥離する際の剥離開始領域を形成し、薄い半導体ウェーハの中間品を形成した後、レーザー光線の照射を停止した。

20

## 【0066】

上記作業の際、加工ステージのX方向移動ステージを $10 \text{ mm/秒}$ で往復移動させた。また、レーザー光線の照射停止後、中間品の外観を観察したが、表面は鏡面のままであり、外観に変化は見られなかった。

## 【0067】

薄い半導体ウェーハの中間品を形成したら、加工ステージの回転ステージから薄い半導体ウェーハの中間品を取り外してその剥離開始領域の周面を劈開で除去し、剥離開始領域の周面に加工領域を露出させ、中間品の表裏面に $5 \text{ mm}$ の厚さを有するアクリル板製の剥離補助板をそれぞれ粘着固定し、その後、連続した加工領域を境界面として中間品を剥離補助板と共に剥離開始領域から剥離することにより、薄い半導体ウェーハを容易に製造することができた。

30

## 【比較例】

## 【0068】

基本的には実施例と同様だが、回転ステージの回転数を毎秒1回転に固定し、半導体ウェーハの表面にレーザー光線を照射した。

40

その他は実施例と同様にして薄い半導体ウェーハの中間品を形成したが、レーザー光線の照射を停止して中間品の外観を観察したところ、中間品の表面中心部に白化が認められた。

## 【0069】

中間品を取り外してその剥離開始領域の周面を劈開で除去し、剥離開始領域の周面に加工領域を露出させ、中間品の表裏面に $5 \text{ mm}$ の厚さを有するアクリル板製の剥離補助板をそれぞれ粘着固定して剥離しようとしたが、加工領域を境界面として剥離することができず、薄い半導体ウェーハを得ることができなかった。

## 【符号の説明】

## 【0070】

50

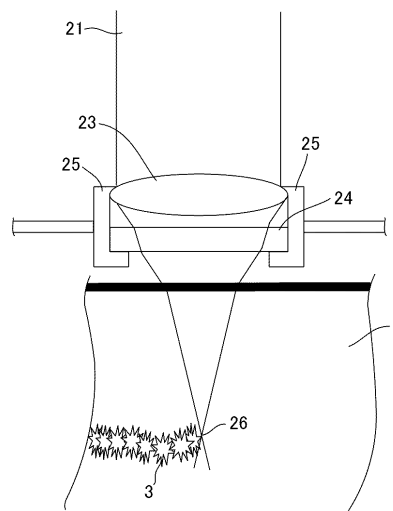
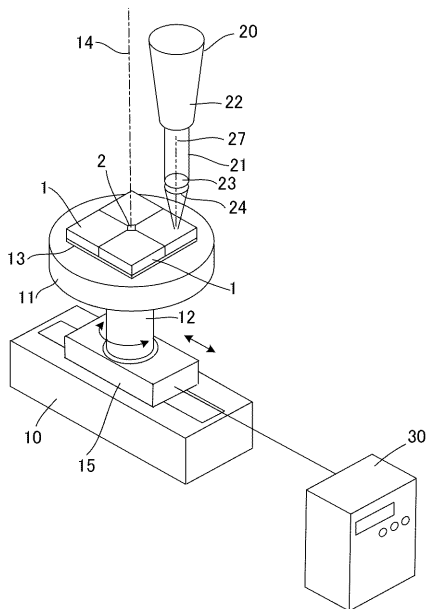
- 1 半導体ウェーハ (半導体)
- 2 面取り部
- 3 加工領域
- 4 剥離開始領域
- 5 中間品
- 6 薄い半導体ウェーハ (半導体ウェーハ)
- 10 加工ステージ
- 11 回転ステージ
- 12 支持軸
- 13 保持テーブル
- 14 回転軸
- 15 X方向移動ステージ (移動ステージ)
- 16 Y方向移動ステージ
- 20 レーザ照射装置 (レーザ照射手段)
- 21 レーザ光線
- 22 レーザ光源
- 23 集光レンズ
- 24 収差増強ガラス
- 25 焦点位置調整具 (焦点位置調整手段)
- 26 集光点
- 27 光軸
- 30 制御装置 (制御手段)
- 40 剥離補助板
- 41 錘体
- 42 面取り部 (隅部)

10

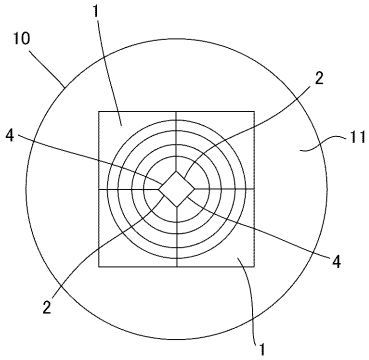
20

【図1】

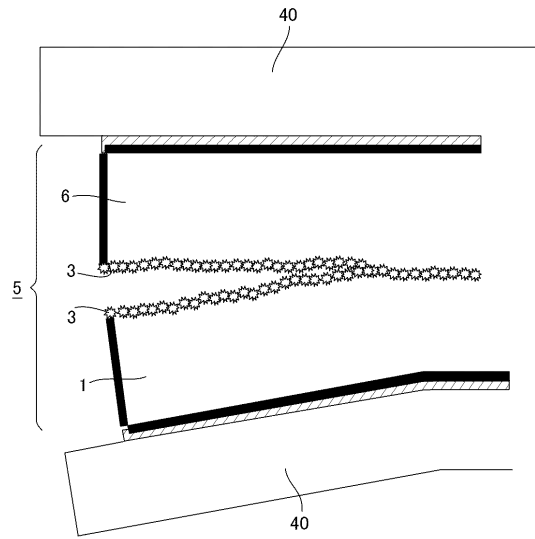
【図2】



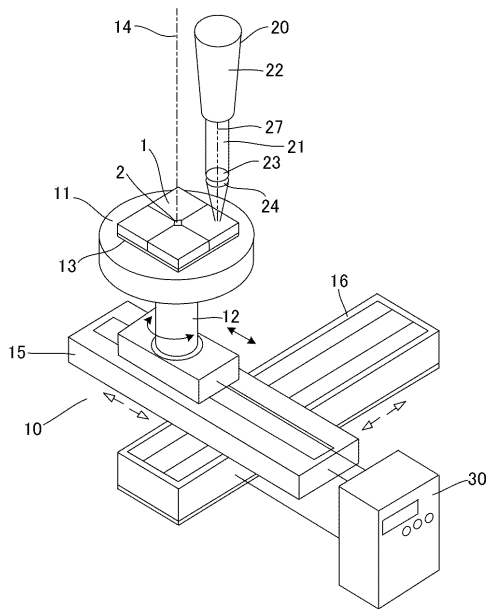
【 図 3 】



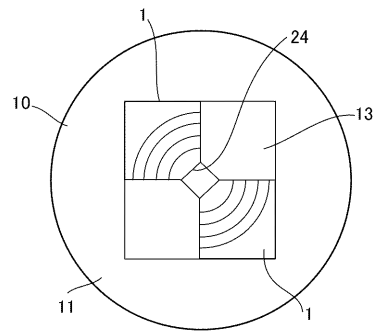
【 図 4 】



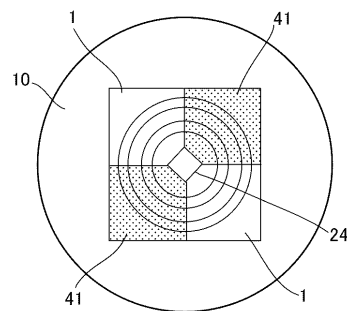
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3C069 AA01 BA08 BB01 BC01 BC04 CA04  
4E068 AE01 CA06 CA15 CD01 CD13 CD14 CE04 DA10