

申請日期:

90-10-04

案號:

90124464

類別:

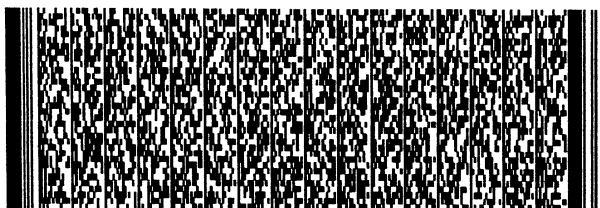
H01L 3/04, G01B 11/03, G01N 33/18

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

521340

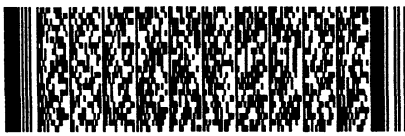
一、發明名稱	中文	單晶分割方法和裝置, 其調節裝置, 以及決定該方法所用單晶定向之測試方法
	英文	METHOD AND DEVICE FOR THE DIVISION OF SINGLE CRYSTALS, ADJUSTING DEVICE AND TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF AN ORIENTATION OF A SINGLE CRYSTAL FOR SUCH A METHOD
二、發明人	姓名 (中文)	1. 漢莫 2. 克萊恩威特 3. 弗雷德 4. 庫曼
	姓名 (英文)	1. HAMMER, Ralf 2. KLEINWECHTER, Andre 3. FLADE, Tilo 4. KUMANN, Cornelia
	國籍	1. 德國 2. 德國 3. 德國 4. 德國
	住、居所	1. 德國富瑞柏格市希特德史特慕爾22號 2. 德國富瑞柏格市肯尼茲街113號 3. 德國富瑞柏格市杜尼勞恩街11號 4. 德國奧柏克納市葛里奇貝格58號
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 德商·富瑞柏格化合物材料公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. FREIBERGER COMPOUND MATERIALS GmbH
	國籍	1. 德國
	住、居所 (事務所)	1. 德國富瑞柏格市恩侏格羅夏特5號
	代表人 姓名 (中文)	1. 弗雷德
	代表人 姓名 (英文)	1. Flade, Tilo



申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	5. 格陸茲史基
	姓 名 (英文)	5. GRUSZYNSKY, Ralf
	國 籍	5. 德國
	住、居所	5. 德國布倫艾畢杜福市歐格斯特貝爾街21號
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	
	姓 名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓 名 (中文)	
	代表人 姓 名 (英文)	
		

本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

德國 DE

2000/10/20 100 52 154.1

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

本發明係關於單晶之分割方法和裝置、其調節裝置，以及決定該方法所用單晶定向之測試方向。

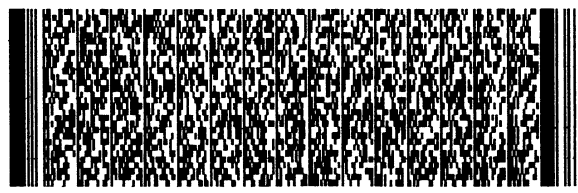
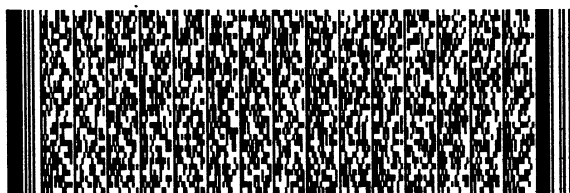
利用拉晶法製成的單晶，分割成稱為晶圓的個別碟片，用於半導體技術。已知切割法是內孔鋸法和線切割法。在單晶分割時發生的切割力，在內孔鋸法時造成轉動切割碟片，或線切割法時造成線的側向偏離。結果，造成此晶圓厚度不均，或表面呈現其他不規則，例如翹曲或彎曲。以矽單晶而言，主要發生的問題是表面的崎嶇不平。以致製成的晶圓品質降低，因而高品質晶圓的產率較差。

為解決此問題，已知以內孔鋸法而言，是測量切割碟片的偏離，藉壓縮空氣的作用加以校正。然而，此法之缺點是，對切割碟片冷卻所施冷媒薄膜，受到壓縮空氣的影響，從而在切割時影響到冷卻。此外，已知把單晶設定在特殊形狀的安裝具內，以抗衡切割碟片偏離時發生的力，藉對立的力量加以抵消。在線切割法中，可以對線的偏離無積極影響。

本發明之目的，在於提供單晶分割方法和裝置、其調節裝置，以及決定該方法所用單晶定向之測試方法，藉此避免上述問題。

此目的是以本案申請專利範圍第1項之方法、申請專利範圍第11項之調節裝置，以及申請專利範圍第14項之測試方法達成。

本發明之進一步發展，見申請專利範圍附屬項規定。此方法和裝置之優點是，提高晶圓品質，而在切割中



五、發明說明 (2)

，可得更快的推進速率。結果，內孔鋸法可特別用於GaAs，甚至6吋或更大的晶圓。由於所製成晶圓的品質改進，其他常用後切削步驟即可大為省略。

本發明其他特徵和實質特點，由參照附圖的具體例說明即可突顯。附圖中：

第1圖為內孔鋸法所用裝置在單晶中心縱軸線方向的平面示意圖；

第2圖為本發明具體例內孔鋸法裝置之示意側視立面圖；

第3圖為線切割法裝置之示意透視圖；

第4圖為本發明具體例中線切割法裝置之示意側視立面圖；

第5圖為內孔鋸法之際的晶圓示意側視立面圖；

第6圖為內孔鋸法之際發生的力；

第7圖為微裂痕網狀的臨界滲透深度，作為GaAs單晶在切割中切割工具前進方向之函數圖；

第8圖為利用內孔鋸法切割GaAs單晶時，切割工具橫向偏離作為切割工具前進方向之函數，造成軸向強制力組份的合成力極端值圖；

第9圖為參見GaAs利用內孔鋸法例，晶圓翹曲作為相對於切割工具推進方向設定特定晶體定向之函數圖；

第10圖為參見GaAs例，晶圓粗糙度作為相對於切割工具推進方向設定特定晶體定向之函數圖；

第11圖為本發明測試方法步驟圖，用以決定特定晶體



五、發明說明 (3)

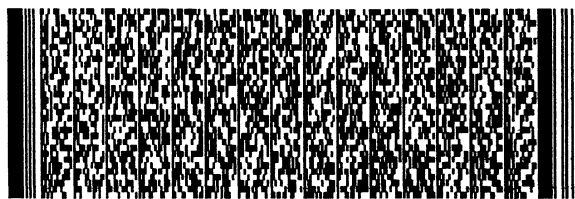
定向相對於線切割法所用切割工具前進方向之最適角度；

第12圖為單晶調節裝置之示意透視圖。

由第1和2圖可見，本發明裝置之第一具體例具有內孔鋸裝置。具有中心縱軸線M的實質上圓筒形單晶1，利用圖上未示的安裝具扣持。內孔切割碟片2由金屬碟片以已知方式構成，具有同心孔，邊界利用金剛石粒形成切割邊緣3，安裝成相對於單晶繞轉動軸線R轉動自如，使得單晶的中心縱軸線M和切割碟片的轉動軸線R彼此平行。設有圖上未示的驅動器，切割碟片2藉此以界定速度按第1圖所示方向A，繞轉動軸線R轉動。單晶1經由進料單位的驅動器，在第2圖前進方向V，按切割碟片2方向運動，使得切割碟片2可以在對中心縱軸線M呈直角的平面，完全切割貫穿單晶1。此外，設有驅動器以對切割碟片2呈直角，或沿其中心縱軸線的方向，以速度W運動。

詳見第1圖，單晶1並非很圓柱形，而是有平坦的外面段4，稱為平坦面，在單晶1抽拉後，以界定方式套裝，使得已知角度 α ，有一定的結晶學定向K，例如對GaAs為〔011〕定向，而對平坦外面段4之法線N，在平面上對向中心縱軸線M的直角。由於角度 α 已知，所以在特定結晶學定向K，與在對單晶中心縱軸線M呈直角的平面內，亦即切削平面T內單晶前進方向間之角度 ρ 亦已知。須知決定因素是有外在特性，其相對於特定結晶學定向之配置已知。

此外，如第2圖所示，在單晶1背離切割碟片2的末端，裝置擁有單晶1繞其中心縱軸線M旋轉之裝置5。此外，



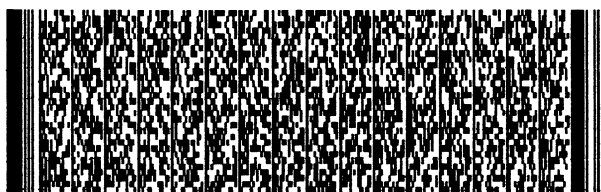
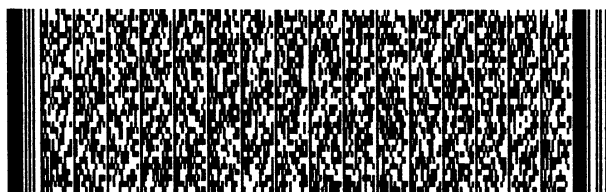
五、發明說明 (4)

設有感測器6以測量從單晶1切割碟片狀段以供形成晶圓之際，切割碟片2脫離切割平面T的任何偏離 x 。感測器6和單晶1旋轉裝置5彼此經由控制裝置7連接，其構造方式因切割碟片2所測得偏離 x 而定，做動旋轉裝置5，使單晶1旋轉到特定方位，使得特定結晶學定位 K 呈現預定角度 ρ ，相當於所測得切割碟片2對前進方向 V 之偏離 x 。

在修飾具體例中，單晶切割裝置是第3和4圖所示線切割裝置。與第1和2圖所示裝置相對應零件，即標示同樣符號。如第3圖所示，單晶1保持在圖上未示的安裝具內，可經由進料單位的驅動器，在線切割器8的線場上前後運動。線切割器8包含許多線8a, 8b, 8c，平行延伸越過滾輪(圖上未示)，並可按箭頭所示方向A和B，在與單晶1的中心縱軸線M呈直角的平面運動。裝置又包括在單晶1一側對線8a, 8b, 8c施加含金剛石粒的糊劑之裝置9，以及清理通過單晶後的線和除去被通過單晶的線所磨損材料之裝置10。另外，金剛石粒可先牢固加入線內，不必利用糊劑施加。類似第2圖所示裝置，第4圖所示之此具體例同樣擁有單晶1旋轉裝置5，檢測線8a, 8b或8c偏離之感測器，以及控制裝置7，可以測得的線偏離為函數控制單晶1之旋轉裝置5。

茲參見第5至10圖說明第1和2圖裝置之操作如下。

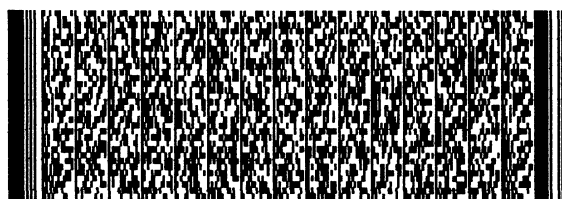
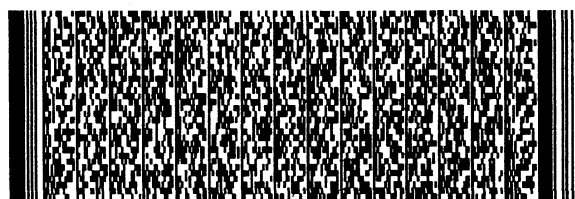
俟單晶1裝入安裝具內後，即利用驅動器把安裝具朝第2圖所示方向W推進，使單晶自由端與切割碟片2間有一段距離，比要製造的晶圓厚度稍大。單晶1即藉驅動器按



五、發明說明 (5)

第2和5圖所示進料方向 V ，以進料速率 V 朝切割碟片2運動，切割碟片部份則按第1圖所示方向 A ，繞其轉動轉線轉動。轉動切割碟片2咬入單晶1，從單晶1切掉一段 $1a$ ，後來形成晶圓1。在切割操作中，達到滲透入單晶1內的臨界深度後，切割碟片2的切割邊緣3內之金剛石粒產生微裂痕，由於往復網狀以致材料磨損。此項滲透臨界深度視粒相對於特定結晶學定向 K 的運動方向而定。以顯微程度看來，滲透臨界深度視對單晶中心縱軸線 M 呈直角的平面，在特定結晶學定向 K 與前進方向 V 間的對向角度 ρ 而定。已知滲透臨界深度在結合切割碟片2兩側 S, S' 各有不同。第7圖表示特定結晶學定向 K 相對於前進方向 V 的角度 ρ 各種設定時，在第5圖所示切割碟片2的對立前側 S 和後側 S' 的滲透臨界深度。此項在前側 S 和後側 S' 相對於切割碟片2之滲透深度差異，造成前側 S 的臨界負載 Lx^- 和後側 S' 的 Lx^+ 不同。因此，切割邊緣3如第6圖所示遇到單晶1材料時，除作用於前進方向的強制力 Fz 外，切割碟片3又暴露於來自前側 S 和後側 S' 的不同強制力 Fx^-, Fx^+ 。此等方向相關的不同幅度力 Fx^-, Fx^+ 產生合力 F ，造成方向相對的橫向偏離 x 。

如第8圖所示，力 Fx^-, Fx^+, Fz 合計產生的合力 F ，視前進方向相對於特定結晶學定向 K ，即此二方向在對單晶1中心縱軸心呈直角的切割面上彼此對向角度 ρ 而定。視單晶材料，或在摻雜的半導體情況下，亦視其他因素，而有較佳角度，使上述強制力平衡，且切割碟片2滲透入單晶1內，而無橫向偏離。



五、發明說明 (6)

在本發明方法中，使用上述強制力校正切割碟片在切割時的橫向偏離 x 。為此目的，如第2圖所示，利用感測器測量切割碟片或軸向切割分力 F_a 或 F_b 之偏離。視測得值，經由控制裝置7作動單晶1之旋轉裝置5，設定特定結晶學定向 K 和進料方向 V 間之角度 ρ ，使強制力 F_{x^-} , F_{x^+} 引起的橫向偏離調至實質上為零。在某些情況下，宜以界定方式使切割碟片或切割工具稍微偏離。此亦可藉調節角度 ρ 為之。

此法正好亦可應用於第3和4圖所示線切割裝置，在此情況下測量一線或多線之偏離。

結果如第9和10圖所示，藉用強制力積極控制橫向偏離，令單晶繞其中心縱軸線 M 旋轉，設定特定結晶學定向 K 和進料方向 V 間之一定角度 ρ ，即可得校正翹曲和粗糙度 ra 。

特定結晶學定向 K 相對於前進方向 V 之較佳角度(即切割工具在切割時的偏離為零)，視單晶材料而定。此等角度是利用測試程序，對各材料按實驗決定。如第11圖所示，是把特定材料的單晶20切成複數晶片20a至20e，其厚度為隨後要製成的晶圓厚度之數倍。即把碟片糊在安裝具21上，使其例如在線切割裝置內的平坦外面段(平面)40a至40e，各配置成對前進方向 V 有不同角度。以此方式由碟片20a至20e製成的單晶20，在切割裝置內同時切成個別晶圓，檢查以此方式所得晶圓表面的粗糙度和翹曲。重複此法往往即足以決定最適切割的較佳角度。以此方式決定之角



五、發明說明 (7)

度，用作稍後在第1至4圖所示裝置內要分割的單晶切割操作之初始變數，經由裝置5和控制裝置7再調節角度設定，用於切割操作中之校正。

為了把單晶1以特定結晶學定向K和進料方向V間之特定角度 ρ ，插入第1至4圖所示裝置內，設有第12圖所示調節裝置。調節裝置具有基板50和由此向上直立延伸的支持體51。支持體51上設有滑件52，例如可在圖上未示的軌道上的直立方向上下移動，並可利用扣件53鎖定於預定高度。滑件52有角形凸部54，其下緣54a與直立面形成預定角度 γ 。單晶牢固連接在連接件55，以便插入第1至4圖所示切割裝置，為調節起見，把單晶黏在例如石墨製成的夾板56，使用黏膠經預定時間後才會硬化，故在一段時間內，單晶1仍然可以繞其縱軸線M旋轉。單晶1連同連接件55和夾板56，則引進調節裝置內，滑件52預先固定在此種單晶必要的高度。把單晶1連同連接件55和夾板56推到凸部54下方，即可調節單晶1使其平坦外面段4緊靠凸部54的下緣54a。如此一來，可以選擇凸部54的下緣54a相對於垂直面形成的角度 γ ，使此特殊單晶1在特定結晶學定向K相對於垂直面間設定一較佳角度 ρ 。單晶1之後。一旦單晶1牢固於夾板56，即插入裝置內切割。前進方向V與垂直面一致，以界定角度 ρ 。

上述本發明顯示特別優於用在直徑6吋或以上的特殊GaAs晶圓，亦可利用內孔鋸法毫無困難地切割，因為可以提高前進速率。



五、發明說明 (8)

本發明不限於半導體單晶(純元件、半導體、半導體性化合物)之切割，反而本發明方法及裝置可用來切割任何單晶，諸如光學單晶式陶瓷。



圖式簡單說明

第1圖為內孔鋸法所用裝置在單晶中心縱軸線方向的平面示意圖；

第2圖為本發明具體例內孔鋸法裝置之示意側視立面圖；

第3圖為線切割法裝置之示意透視圖；

第4圖為本發明具體例中線切割法裝置之示意側視立面圖；

第5圖為內孔鋸法之際的晶圓示意側視立面圖；

第6圖為內孔鋸法之際發生的力；

第7圖為微裂痕網狀的臨界滲透深度，作為GaAs單晶在切割中切割工具前進方向之函數圖；

第8圖為利用內孔鋸法切割GaAs單晶時，切割工具橫向偏離作為切割工具前進方向之函數，造成軸向強制力組份的合成力極端值圖；

第9圖為參見GaAs利用內孔鋸法例，晶圓翹曲作為相對於切割工具推進方向設定特定晶體定向之函數圖；

第10圖為參見GaAs例，晶圓粗糙度作為相對於切割工具推進方向設定特定晶體定向之函數圖；

第11圖為本發明測試方法步驟圖，用以決定特定晶體定向相對於線切割法所用切割工具前進方向之最適角度；

第12圖為單晶調節裝置之示意透視圖。



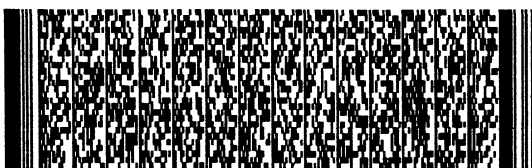
四、中文發明摘要 (發明之名稱：單晶分割方法和裝置, 其調節裝置, 以及決定該方法所用單晶定向之測試方法)

本案提供一種單晶(尤指GaAs)之分割方法, 把單晶(1)切成至少二部份, 而切割工具(2, 3; 8, 8a, 8b, 8c)在前進方向(V)彼此相對運動, 而其中單晶(1)之定向是使特定結晶學定向(K)位於切割面(T), 其特徵為, 選擇特定結晶學方向(K)與前進方向(V)間之角度(ρ), 使在對切割面呈直角方向切割時, 作用於切割工具上的力彼此相抵。

(第1圖)

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD AND DEVICE FOR THE DIVISION OF SINGLE CRYSTALS, ADJUSTING DEVICE AND TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF AN ORIENTATION OF A SINGLE CRYSTAL FOR SUCH A METHOD)

A method for the division of single crystals, in particular of GaAs, is provided in which a single crystal (1) to be cut into at least two parts and a cutting tool (2, 3; 8, 8a, 8b, 8c) are moved relative to one another in a direction of advancement (V) and wherein the single crystal (1) is oriented in such a way that a specified crystallographic orientation (K) lies in the cutting plane (T), characterised in that an angle (ρ) between the specified crystallographic direction (K) and the



四、中文發明摘要 (發明之名稱：單晶分割方法和裝置, 其調節裝置, 以及決定該方法所用單晶定向之測試方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD AND DEVICE FOR THE DIVISION OF SINGLE CRYSTALS, ADJUSTING DEVICE AND TEST METHOD FOR THE DETERMINATION OF AN ORIENTATION OF A SINGLE CRYSTAL FOR SUCH A METHOD)

direction of advancement (V) is chosen in such a way that forces which act on the cutting tool during cutting in a direction at right angles to the cutting plane compensate one another.

(Fig 1)



六、申請專利範圍

1. 一種單晶材料分割方法，其中要切割成至少二件的單晶(1)，和切割工具(2, 3; 8, 8a, 8b, 8c)，彼此按前進方向(V)相對運動，且單晶(1)的定向使特定結晶學定向(K)位於切割平面(T)上，其特徵為，選擇特定結晶學定向(K)與前進方向(V)間的角度(ρ)，使在對切割平面(T)呈直角方向切割時，作用於切割工具上的力彼此相抵，或增加到預定力者。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中測量切割工具(2, 3; 8, 8a, 8b, 8c)在切割時的偏離(X)，並以測量值為函數，以在切割平面(T)的特定結晶學定向(K)轉動單晶(1)者。

3. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中切割係利用內孔鋸法進行者。

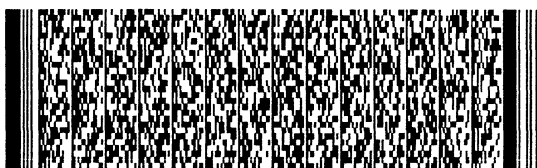
4. 如申請專利範圍第1或2項之方法，其中切割係利用線切割法進行者。

5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中角度(ρ)是在切割之前按實驗決定者。

6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中角度(ρ)是利用實際切割裝置外面的調節裝置進行設定者。

7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中此法係用來切割III-V半導體的單晶(1)，尤其是GaAs者。

8. 一種單晶分割裝置，具有切割工具(2, 3; 8, 8a, 8b, 8c)、單晶(1)安裝具，以及驅動器，使安裝具和切割工具在對單晶(1)的中心縱軸線(M)呈直角延伸的前進方向(V)



六、申請專利範圍

彼此相對運動，其特徵為，設有旋轉裝置(5)以旋動安裝具，安裝具因而可轉動而使單晶(1)繞其中心縱軸線(M)旋轉者。

9. 如申請專利範圍第8項之裝置，其中設有測量裝置(6)，以測量切割工具在對前進方向(V)呈直角的方向之偏離者。

10. 如申請專利範圍第9項之裝置，其中設有控制裝置，連接於測量裝置(6)和旋轉裝置(5)，並控制旋轉裝置(5)使單晶在轉動時，切割工具的偏離實質上為0或達成預定值者。

11. 如申請專利範圍第8或9項之裝置，其中裝置係指內孔鋸裝置者。

12. 如申請專利範圍第8或9項之裝置，其中裝置係指線切割裝置者。

13. 一種單晶調節裝置，其中單晶(1)為實質上圓柱形構造，有中心縱向軸線(M)，且單晶有平坦外面段(4)，而單晶之一定結晶學定向(K)在對中心縱向軸線(M)呈直角的平面，與平坦外面段的法線(N)呈已知角度(α)，於直立定向的支持體(51)上設有限制阻擋件，其下緣(54)包含對垂直線呈預定角度(γ)者。

14. 如申請專利範圍第13項之裝置，其中限制阻擋件可調節高度者。

15. 如申請專利範圍第13或14項之裝置，其中設有不同的更換性限制阻擋器，具有不同角度(γ)者。



六、申請專利範圍

16. 如申請專利範圍第13項之裝置，其中裝置係用來進行申請專利範圍第1至7項中任一項方法之調節裝置者。

17. 一種測試方法，用以決定按照申請專利範圍第1至7項之一方法在特定結晶學定向(K)和前進方向(V)間之最適角度，其步驟為：

把單晶(單晶係實質上圓柱形構造，有中心縱軸線(M)，且單晶具有外部特徵(4)，其相對於單晶特定結晶學定向(K)的定向已知)對中心縱軸線呈直角，分割成預定厚度的複數段(20a至20e)；

把諸段結合，使各段的外部特徵呈相對於中心縱軸線的不同方位之位置；

同時把以此方式組合於切割裝置內之單晶(20)，切割成具有稍微所要製造晶圓厚度之碟片；

測量如此製成的碟片之表面均勻性和 / 或厚度；

決定特定結晶學定向(K)相對於切割工具前進方向(V)之最適角度(ρ)者。

18. 如申請專利範圍第17項之測試方法，其中外部特徵為平面或缺口者。

19. 如申請專利範圍第17或18項之測試方法，其中最適角度(ρ)用作在申請專利範圍第8至12項任一項裝置中單晶分割用之初始值者。



圖 1

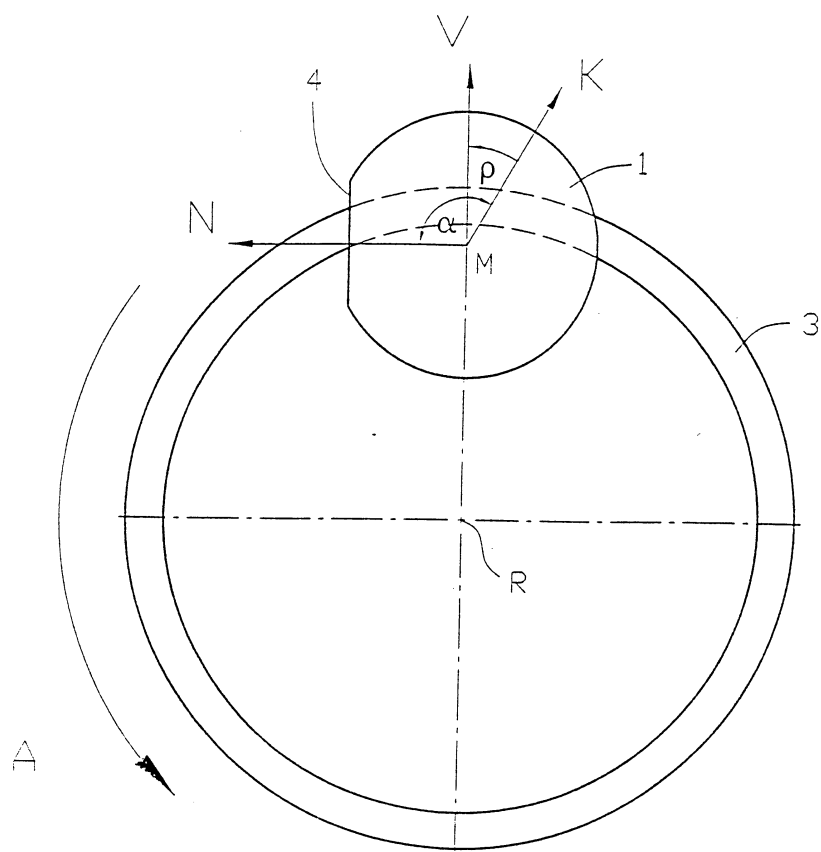
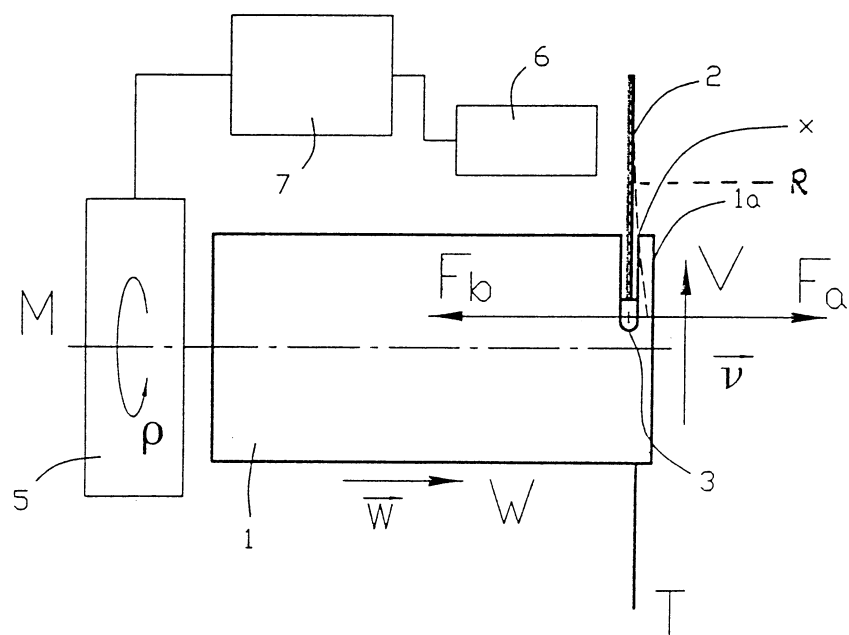
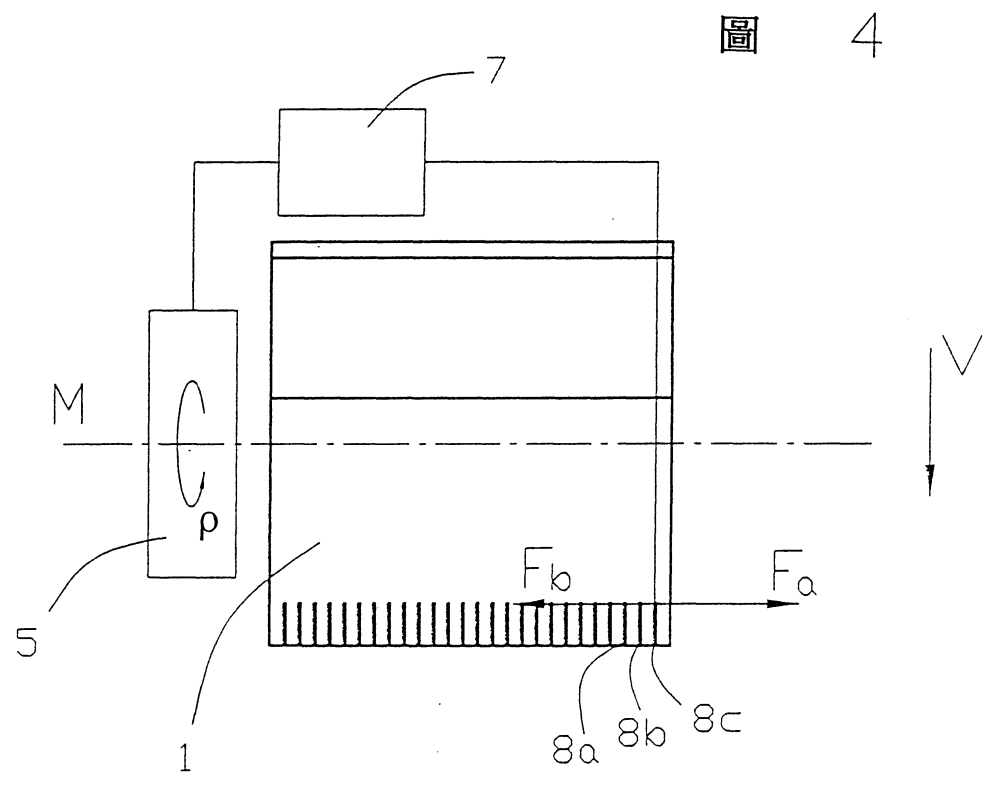
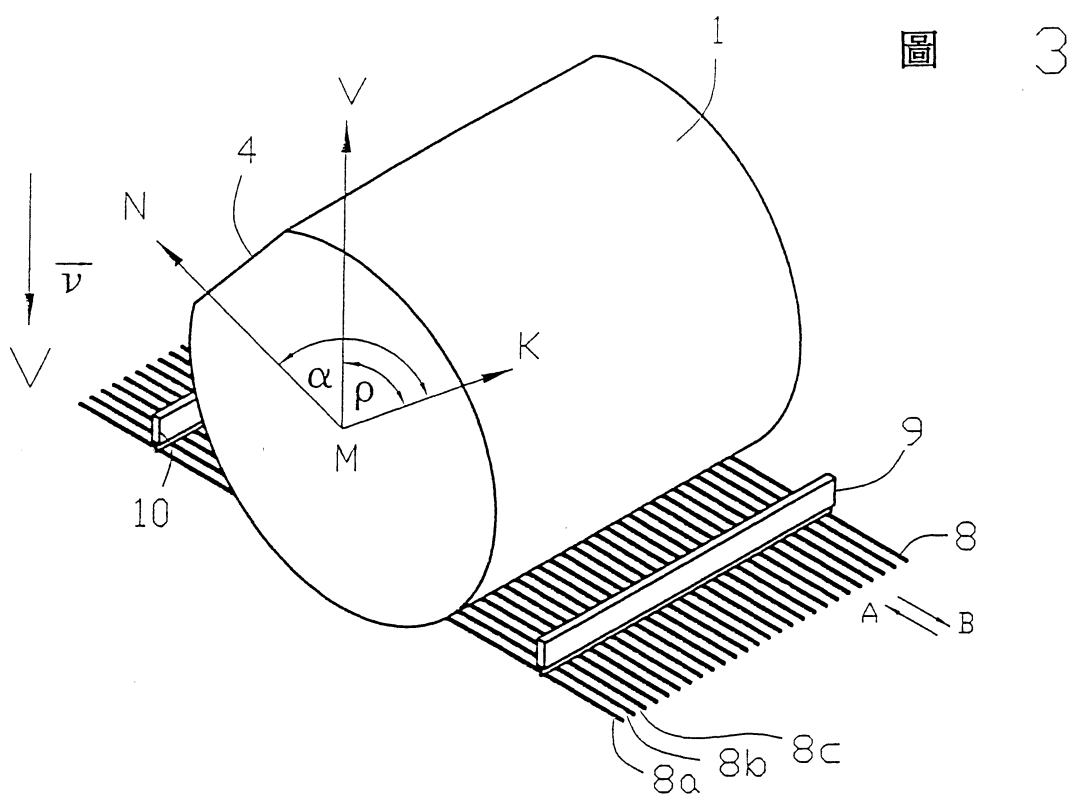


圖 2





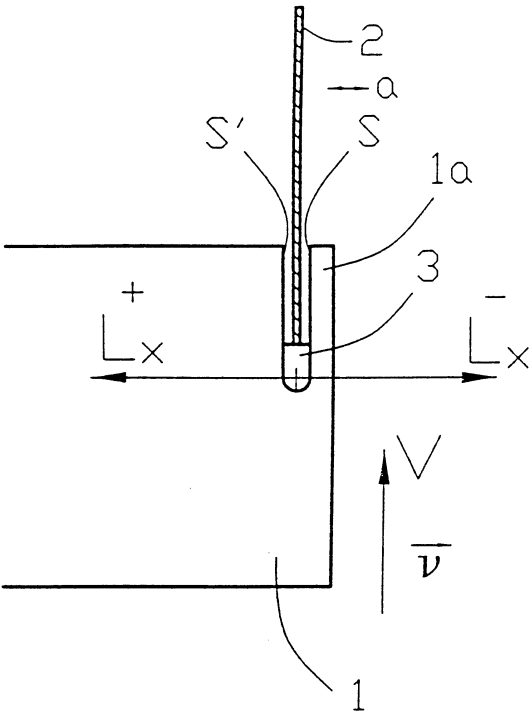


圖 5

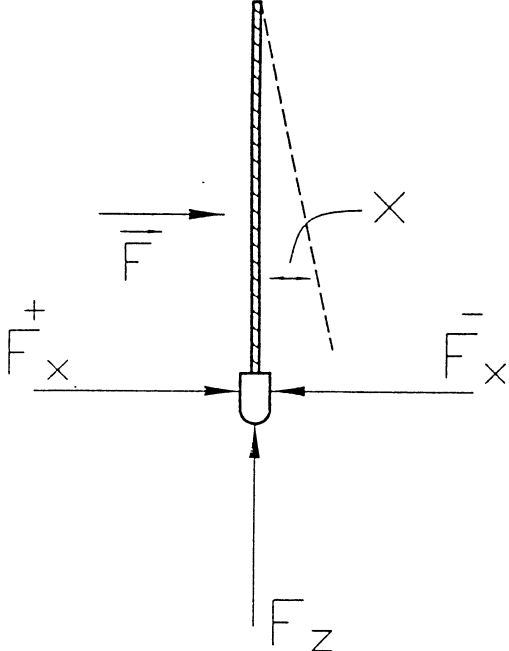


圖 6

圖 7

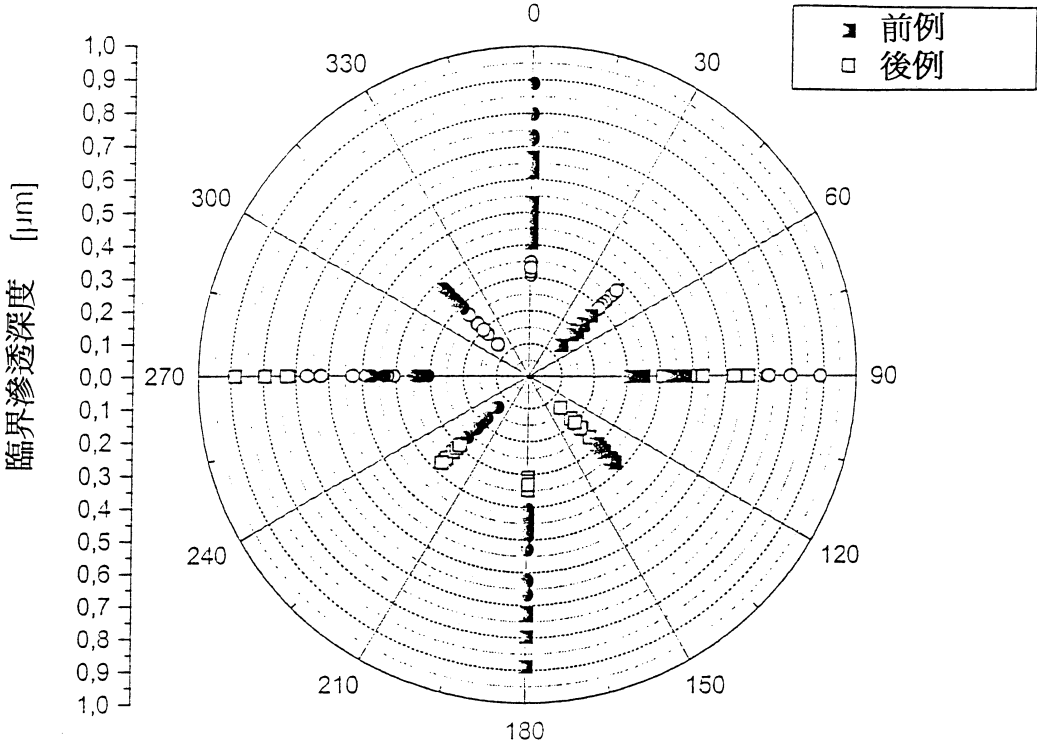


圖 8

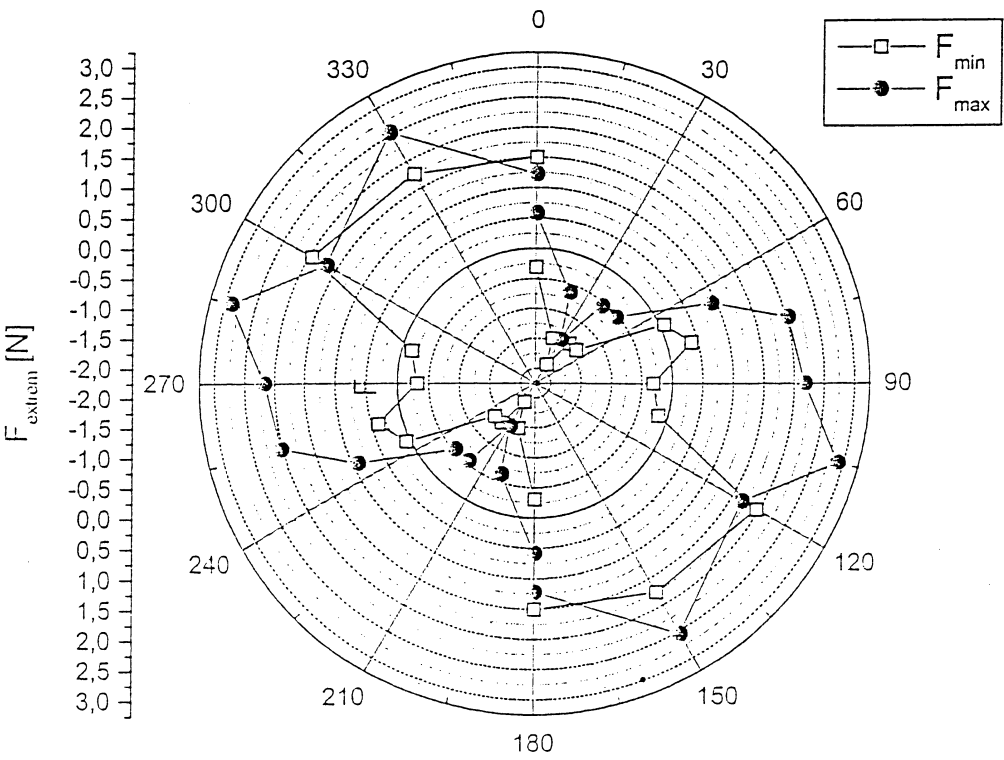


圖 9

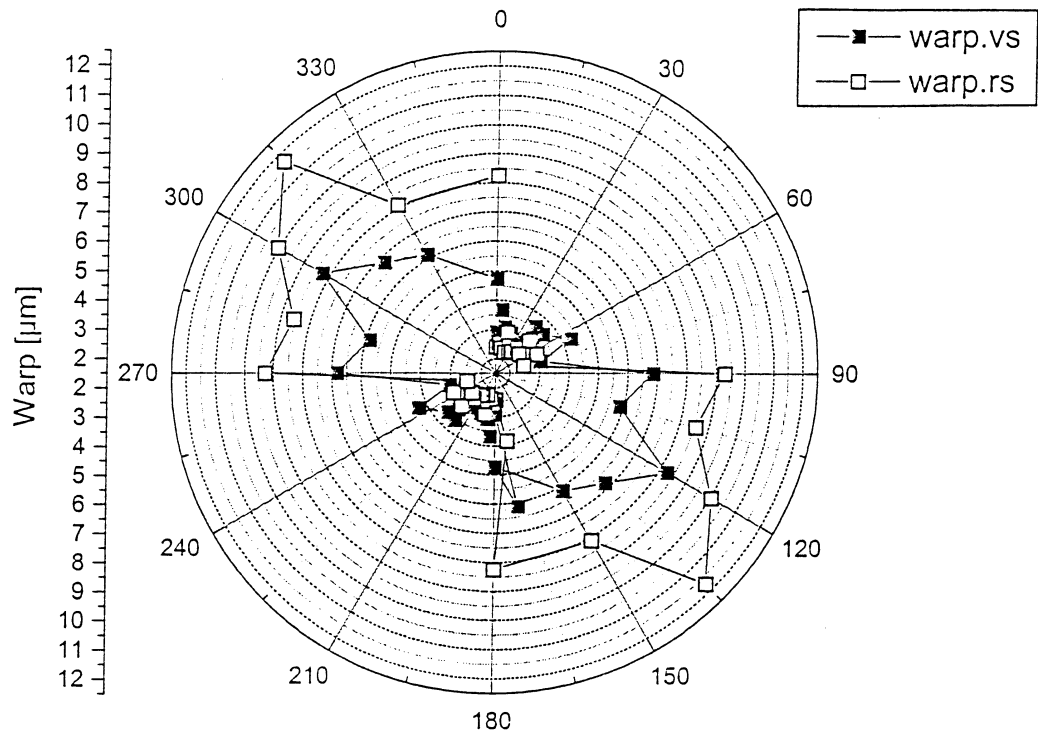


圖 10

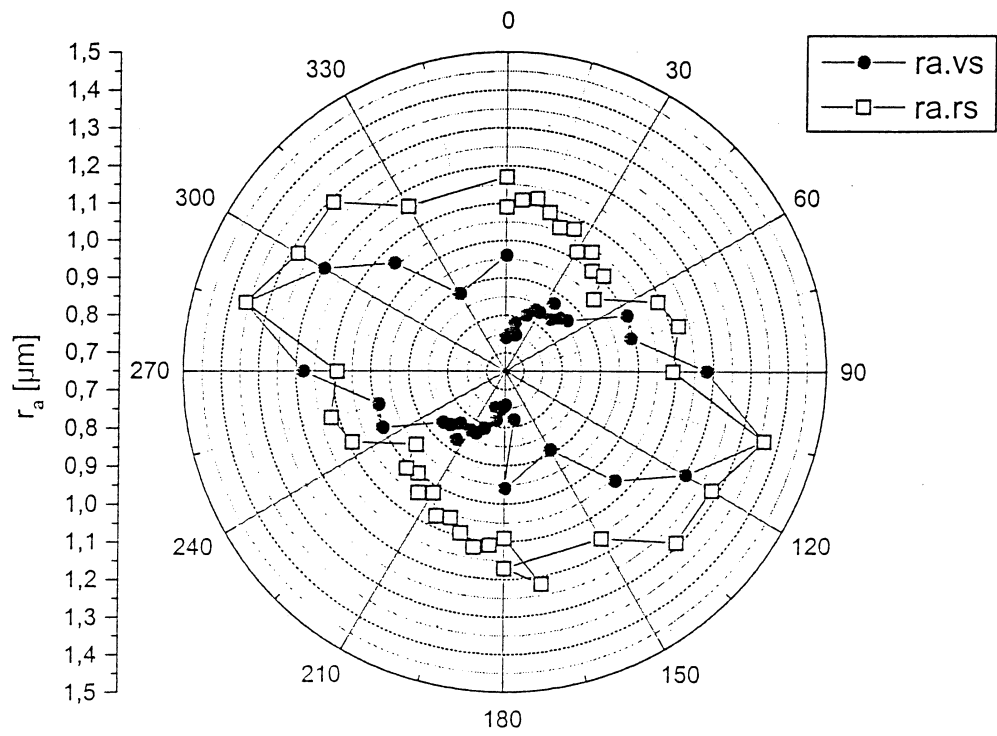


圖 11

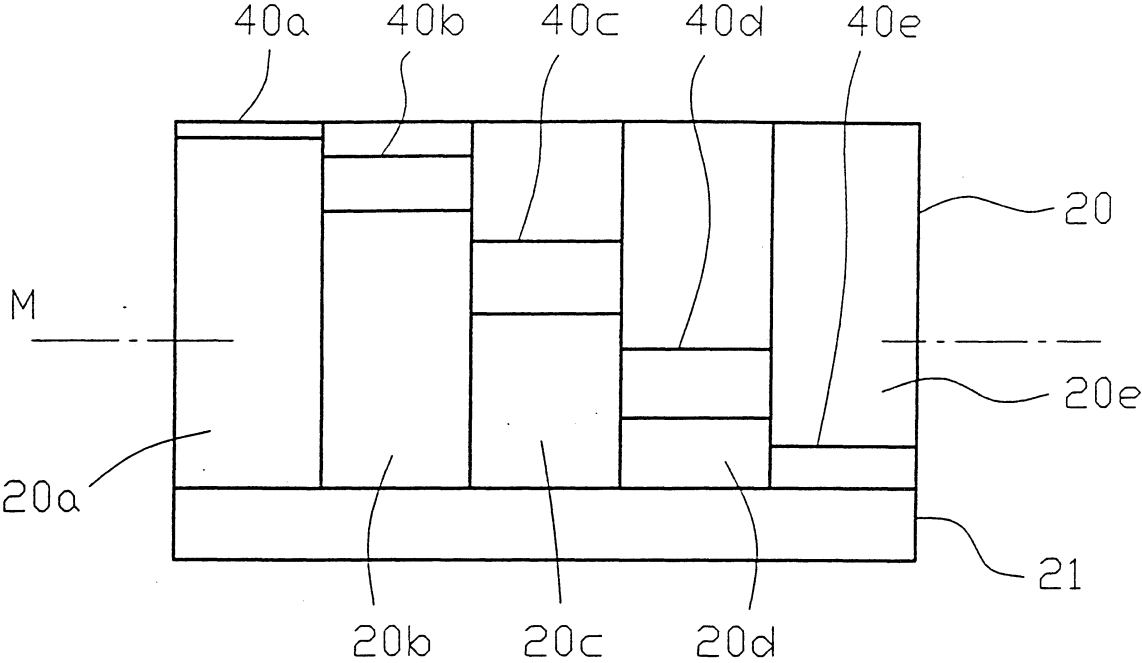
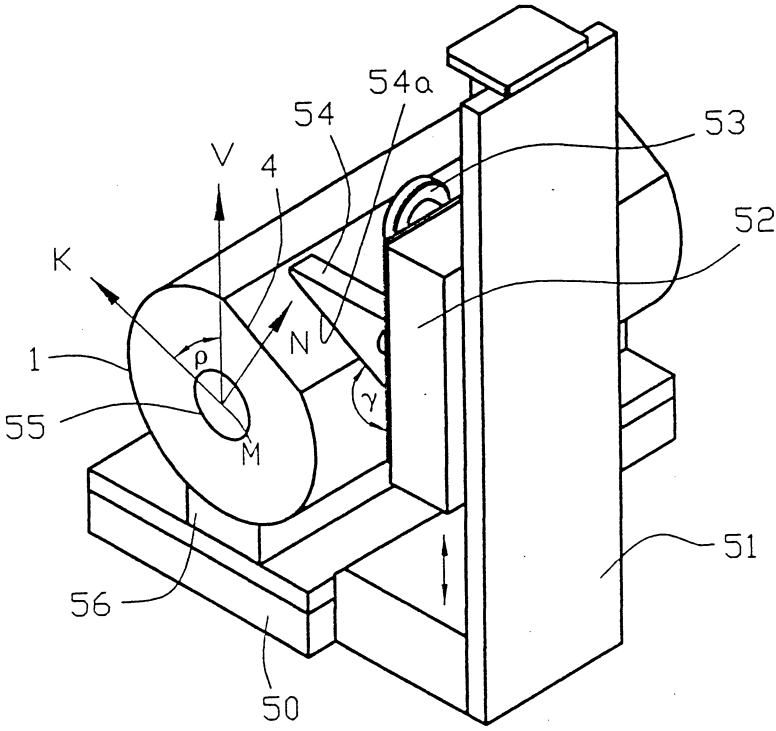


圖 12



圖式簡單說明

元 件 符 號 說 明

1	單 晶	F_z, F_x^-, F_x^+	強 制 力
2	切 割 碟 片	F	合 力
3	切 割 邊 緣	F_a, F_b	結 割 分 力
R	轉 動 軸 線	20	單 晶
V	前 進 方 向	20a 至 20e	複 數 晶 片
M	縱 軸 線	21	安 裝 具
W	速 度	40a 至 40e	平 坦 外 面 段
4	外 面 段	50	基 板
α	已 知 角 度	51	支 持 體
K	結 晶 學 定 向	52	滑 件
N	法 線	53	扣 件
T	切 削 平 面	54	角 形 凸 部
P	角 度	54a	下 緣
5	旋 轉 裝 置	γ	預 定 角 度
6	感 測 器	55	連 接 件
7	控 制 裝 置	56	夾 板
8	線 切 割 器		
8a, 8b, 8c	線		
9	糊 劑 裝 置		
10	清 理 磨 損 材 料 之 裝 置		
S, S'	切 割 碟 片 兩 側		
L_x^-, L_x^+	臨 界 負 載		

