

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94126382

※申請日期：94.8.3

※IPC 分類：G01B 23/06

一、發明名稱：(中文/英文)

近場光纖探針

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章) ID：46804706

國立交通大學 / National Chiao Tung University

指定 為應受送達人

代表人：(中文/英文)(簽章) 張俊彥 / Chun-Yen Chang

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號 / 1001 Ta Hsueh Rd., Hsinchu,
Taiwan

國籍：(中文/英文) 中華民國

三、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 趙遠鳳 ID: U120583642

2. 楊宗哲 ID: Q100736116

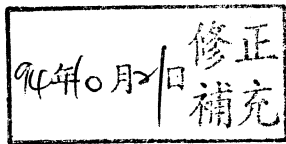
3. 蔡定平 ID: E121186779

國籍：(中文/英文)

1. 中華民國

2. 中華民國

3. 中華民國



94126382

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

2005/6/8，094118846

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本創作係一近場光纖探針，藉由改良傳統式裸光纖探針或鍍金屬膜光纖探針的收光或送光特性，經由適當比例的鍍膜於裸光纖探針上，使增強其光纖探針的收光或送光的通光效率，可擴展應用至電子束及微顯影技術應用於半導體之精密製程的應用上。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

錐形探針之尖端 1

金屬膜 2

裸露區段 3

奈米尺寸之圓形平坦之光孔穴 4

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本創作係提供一近場光纖探針，特別在於其利用兩種不同的光孔穴，且在錐形探針之尖端的表面鍍上金屬膜，及在錐形探針之尖端的頂端保持裸露區段等方式。為獲得更小尺寸的光斑及更高的通光效率。進而於近場掃瞄器過程中，取得高空間解析度之近場光學影像及高通光效率。可擴展應用至電子束及微顯影技術應用於半導體之精密製程的應用上。

【先前技術】

1873 年德國物理學家 Ernst Abbe 認為在遠場光學中(遠大於一個波長的距離)。觀察物體時，必定無法避免光之波動性質所造成之干涉與繞射效應，僅能獲得約半個波長($\lambda/2$)之空間解析度，稱為繞射極限。之後英國的 Lord Rayleigh 針對此寫下了所謂之 Rayleigh 準則：即兩物體必須大於或等於($1.22\lambda/2n \sin\theta$)才能被清楚的分辨出來，其中 λ 為所使用的光波長， n 為所在之光

學介質折射係數， θ 為用來收集或聚光至感測器用之物鏡光孔穴 (Aperture) 的半角。據此，若以可見光區中間的黃色光 (550nm) 為光源則僅可達約 0.3 微米之空間解析度。因此在過去 (遠場光學中！) 欲獲得高空間解析度，必須使用：(1) 短的光波長，如紫外光 (UV)、X 光乃至於電子束，(2) 高折射係數介質，如使用油境或浸漬技術 (Immersion Microscopy) 及 (3) 光孔穴半徑大的物鏡。然而 (2) 與 (3) 的效果頗為有限，故只有電子顯微鏡因電子束之短物質波長而獲得毫微米 (nm) 的解析度，但磁鏡的像差、高能量電子束對真空的需求以及對樣品的破壞、電子束造成的電荷累積 (Charge Effect) 以至於生物樣品須鍍導電膜等皆桎梏其使用範圍與功能甚鉅。所以如果使用光學顯微術突破繞射極限之空間解析度一直是眾人努力的目標。

1972 年 E. A. Ash 與 G. Nicholes 首次以波長三公分的微波 (Microwave) 實驗證實了可以在近場距離中 (遠小於一個波長的距離) 觀測物體，而得到約為 $1/60$ 波長的空間解析度，算是近場光學

顯微術原理上首次實驗證明。但受限於當時無法有效的控制約 $1/100$ 波長的近場距離及製作出奈米 (nm) 尺度之光學孔穴技術，實際上用可見光來進行近場光學顯微實驗他們則一直沒達成。

當 1986 年獲得諾貝爾物理獎的 G. Binnig 及 H. Rohrer 於 1982 年製作出第一部電子掃描穿隧顯微儀 (Scanning Tunnelling Microscope-STM) 後，1984 年瑞士 IBM 研究中心的 D. W. Phol 及美國康乃爾大學 A. Lewis 等人利用 STM 的回饋控制原理及掃描技術解決了部份近場光學顯微儀的技術問題，並利用玻璃細管 (Micropipette) 熔拉成錐形探針，再外鍍鋁膜以形成具有奈米尺寸之光孔穴的探針，成功的使近場光學顯微儀具有初步的雛形。隨後 1989 年 R. C. Reddick 等人在美國 Oak Ridge 國家實驗室利用全反射的 Evanescent 場強度具有指數衰減的特性，製作了具有光學回饋控制探針高度的近場光學顯微儀，且首次使用了以腐蝕製成之光纖探針，稱之為光學掃描穿隧顯微儀 (Photon Scanning Tunnelling Microscope-PSTM)，它可成功的作穩

定的近場光學掃描，空間解析度達 50nm 至 20 nm，但其利用光學全反射的衰落(Evanescent)場強度作光源，故樣品之光學強度頗受限制。

以上所述之先前技術，其缺點在於無法獲得較佳的通光效率及較小的光斑尺寸。所以導致樣品無法獲得足夠的光學強度，使近場掃描器光學顯微儀無法取得高空間解析度之樣品表面形貌影像。故，一般習用者係無法符合使用者於實際使用時之所需。

【發明內容】

因此，本創作之主要目的係在於提供一近場光纖探針。係爲了獲得更小尺寸的光斑及更高的通光效率。進而於近場掃描器過程中，取得高空間解析度之近場光學影像及高通光效率。

為達上述之目的，本創作係提供一近場光纖探針，係利用兩種不同的光孔穴，一奈米尺寸之圓形平坦之光孔穴，一奈米尺寸之半球狀凹洞之光孔穴，且在錐形探針之尖端表面鍍上金屬膜，

及在錐形探針之尖端的頂端保持一段裸露區段等方式。

【實施方式】

請參閱『第 1 圖』所示，係本創作之具有圓形平坦之光孔穴之錐形探針之結構剖面圖。如圖所示：錐形探針之尖端 1 係利用玻璃細管熔拉而成，且在其表面鍍上金屬膜 2(鋁膜)至一定的長度後，在錐形探針之尖端 1 之頂端處保持裸露區段 3。其頂端處，形成具有奈米尺寸之圓形平坦之光孔穴 4。錐形探針之尖端 1 表面的金屬膜 2 之最佳厚度為 15nm~100nm。裸露區段 3 之較佳範圍為 20nm~30nm。奈米尺寸之圓形平坦之光孔穴 4 之孔徑約為 50nm，其主要功能在於收集或送出近場光訊號。其錐形探針之尖端之內部材質為矽或砷化鎵晶圓之半導體材質，或高分子聚合物等塑膠材質所組成。

請參閱『第 2-3 圖』所示，係本創作之具有圓形平坦之光孔穴之錐形探針之 x-z 剖面之光強

分佈圖及本創作之具有圓形平坦之光孔穴之錐形探針之 $y-z$ 剖面之光強分佈圖。如圖所示：此二圖為 z 軸放大五倍之示意圖。解析度小於 70nm 。其樣品之金屬膜 2 的厚度為 25nm ，裸露區域 3 為 25nm ，奈米尺寸之圓形平坦之光孔穴 4 之孔徑為 50nm 。其通光效率較 1989 年 R.C.Reddick 等人利用全反射的 Evanescent 場強度所製作之光學掃描穿隧顯微儀之通光效率強的許多，所以樣品(圖中未示)可以到足夠之光學強度。其實施方法為利用錐形探針之尖端 1 鍍上金屬膜 2，產生屏蔽效果，讓近場光及產生於材質錶面且呈現指數衰退的 Evanescent 場能夠揭域於錐形探針之尖端 1。為避免送光或收光之通光效率被金屬膜 2 所限制，所以錐形探針之尖端 1 之頂端處須有裸露區域 3，便能獲得良好的通光效率。

請參閱『第 4 圖』所示，係本創作之具有半球狀凹洞之光孔穴之錐形探針之結構剖面圖。如圖所示：錐形探針之尖端 1 係利用玻璃細管熔拉而成，且在其表面鍍上金屬膜 2(鋁膜)至一定的

長度後，在錐形探針之尖端 1 之頂端處保持裸露區段 3。其頂端處，形成具有透鏡式奈米尺寸之半球形凹洞之光孔穴 5。錐形探針之尖端 1 表面的金屬膜 2 之最佳厚度為 15nm~100nm。裸露區段 3 之較佳範圍為 20nm~30nm。奈米尺寸之圓形平坦之光孔穴 4 之孔徑約為 50nm，其主要功能在於收集或送出近場光訊號。其錐形探針之尖端之內部材質為矽或砷化鎵晶圓之半導體材質，或高分子聚合物等塑膠材質所組成。

請參閱『第 5-6 圖』所示，係本創作之具有半球狀凹洞之光孔穴之錐形探針之 x-z 剖面之光強分佈圖及本創作之具有半球狀凹洞之光孔穴之錐形探針之 y-z 剖面之光強分佈圖。如圖所示：此二圖為 z 軸放大五倍之示意圖。解析度小於 30nm。其樣品(圖中未示)之金屬膜 2 的厚度為 25nm，裸露區域 3 為 25nm，奈米尺寸之半球狀凹洞之光孔穴 5 之球徑為 50nm。其實施方法為利用錐形探針之尖端 1 鍍上金屬膜 2，產生屏蔽效果，讓近場光及產生於材質錶面且呈現指數衰退的 Evanescent 場能夠揭域於錐形探針之尖端

1。為避免送光或收光之通光效率被金屬膜 2 所限制，所以錐形探針之尖端 1 之頂端處須有裸露區域 3，便能獲得良好的通光效率。在錐形探針之尖端的頂端處挖成半球狀凹洞，形成具有透鏡式奈米尺寸之半球狀凹洞之光孔穴 5。具有透鏡式奈米尺寸之半球狀凹洞之光孔穴 5 讓出射光形成聚焦的作用，然而獲得更小的光斑尺寸。

本創作之一近場光纖探針，利用兩種不同的光孔穴，一奈米尺寸之圓形平坦之光孔穴 4，一奈米尺寸之半球狀凹洞之光孔穴 5，且在錐形探針之尖端 1 的表面鍍上金屬膜 2，及在錐形探針之尖端 1 的頂端保持裸露區段 3 等方式。係為了獲得更小尺寸的光斑及更高的通光效率。進而於近場掃描器過程中，取得高空間解析度之近場光學影像及高通光效率。可擴展應用至電子束及微顯影技術應用於半導體之精密製程的應用上。

綜上所述，本創作之近場光纖探針，以「」作為主要策略，可有效改善習用之種種缺點，並增強其光纖探針的收光或送光的通光效率，改良傳統式裸光纖探針或鍍金屬膜光纖探針的收光

或送光特性，經由適當比例的鍍膜於裸光纖探針上，進而使本創作之產生能更進步、更實用、更符合使用者之所需，確已符合發明專利申請之要件，爰依法提出專利申請，尚請 貴審查委員撥冗細審，並盼早日准予專利以勵創作，實感德便。

惟以上所述者，僅為本創作之較佳實施例而已，當不能以此限定本創作實施之範圍；故，凡依本創作申請專利範圍及創作說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆應仍屬本創作專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

第 1 圖，係本創作之具有圓形平坦之光孔穴之錐形探針之結構剖面圖。

第 2 圖，係本創作之具有圓形平坦之光孔穴之錐形探針之 x-z 剖面之光強分佈圖。

第 3 圖，係本創作之具有圓形平坦之光孔穴之錐形探針之 y-z 剖面之光強分佈圖。

第 4 圖，係本創作之具有半球狀凹洞之光孔穴之錐形探針之結構剖面圖。

第 5 圖，係本創作之具有半球狀凹洞之光孔穴之錐形探針之 x-z 剖面之光強分佈圖。

第 6 圖，係本創作之具有半球狀凹洞之光孔穴之錐形探針之 y-z 剖面之光強分佈圖。

【主要元件符號說明】

錐形探針之尖端 1

金屬膜 2

裸露區段 3

奈米尺寸之圓形平坦之光孔穴 4

奈米尺寸之半球狀凹洞之光孔穴 5

十、申請專利範圍：

1、一種近場光纖探針，係至少包含：

一錐形探針之尖端；

一金屬膜，係包覆於錐形探針之尖端表面上；

一裸露區段，係於錐形探針之尖端的頂端之裸露部分；

一奈米尺寸之圓形平坦之光孔穴，係於錐形探針之尖端的頂端。

2、依據申請專利範圍第 1 項所述之近場光纖探針，其中，該錐形探針之尖端為玻璃細管熔拉而成。

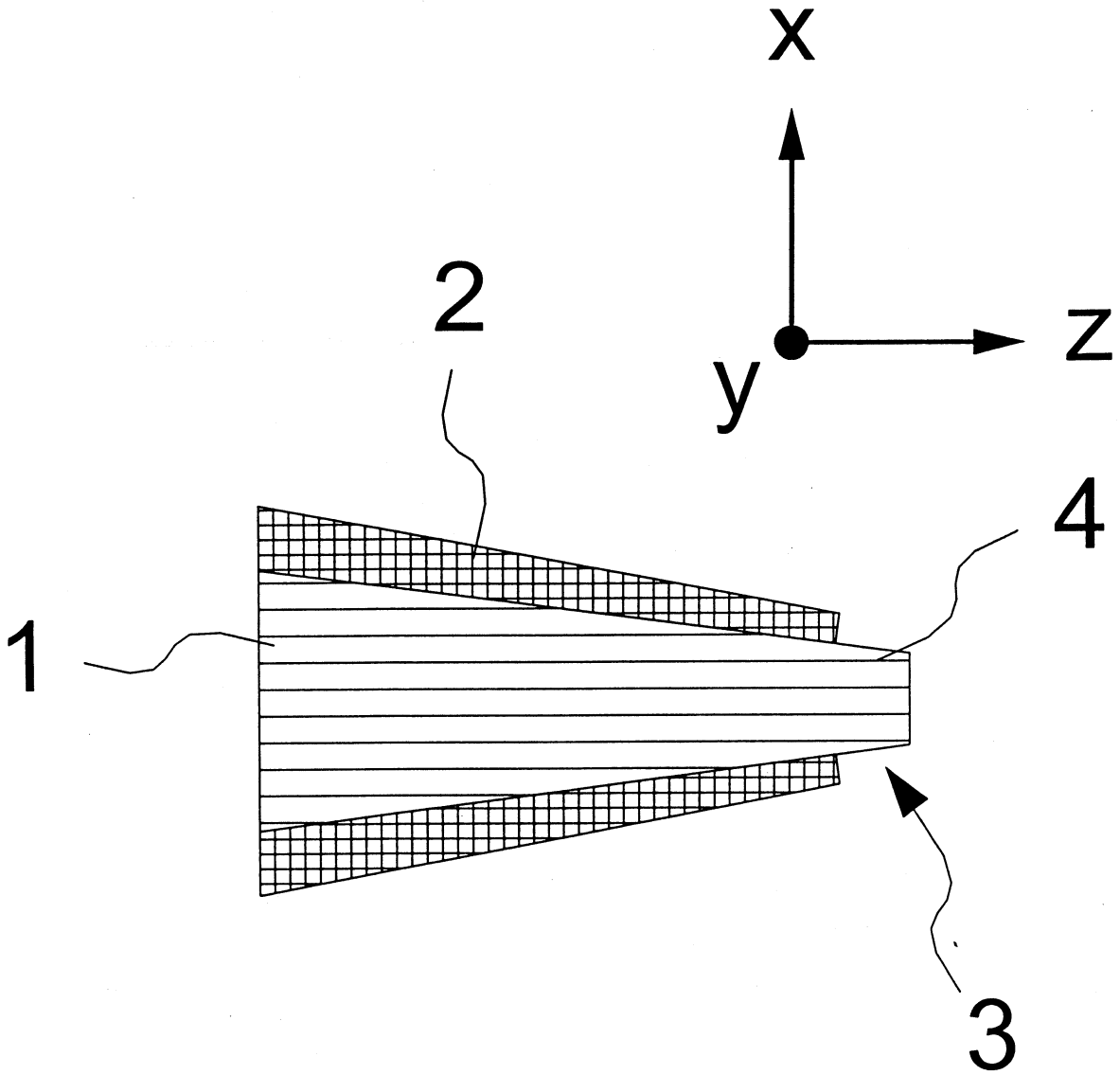
3、依據申請專利範圍第 1 項所述之近場光纖探針，其中，該錐形探針之內部材質為矽或砷化鎵晶圓之半導體材質，或高分子聚合物等塑膠材質所組成。

4、依據申請專利範圍第 1 項所述之近場光纖探針，其中，該金屬膜之最佳厚度為 15nm~100nm。

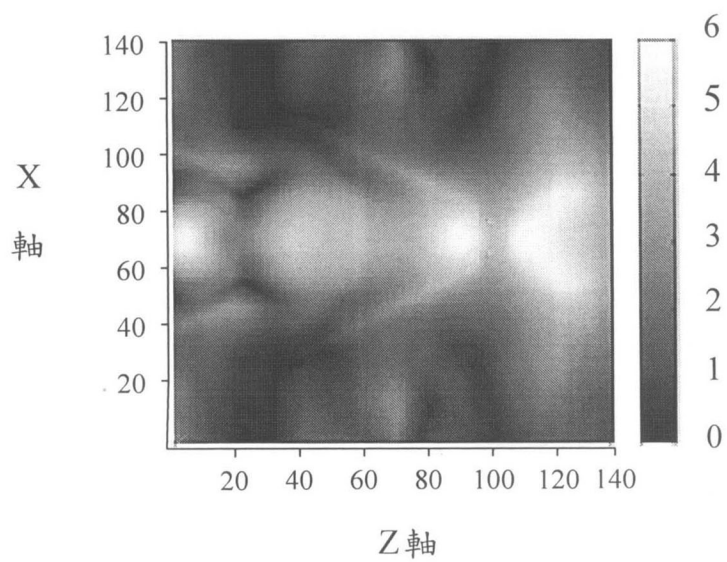
5、依據申請專利範圍第 2 項所述之近場光纖探針，其中，該裸露區段之最佳範圍為 20nm~30nm。

- 6、依據申請專利範圍第 1 項所述之近場光纖探針，
其中，該圓形平坦之光孔穴之孔徑為 45nm~55nm。
- 7、依據申請專利範圍第 1 項所述之近場光纖探針，
其中，該光孔穴之功能為收集或送出光學訊號。
- 8、一種近場光纖探針，係至少包含：
 - 一錐形探針之尖端；
 - 一金屬膜，係包覆於錐形探針之尖端表面上；
 - 一裸露區段，係於錐形探針之尖端的頂端之裸露部分；
 - 一奈米尺寸之半球狀凹洞之光孔穴，係於錐形探針之尖端的頂端。
- 9、依據申請專利範圍第 8 項所述之近場光纖探針，
其中，該錐形探針之尖端為玻璃細管熔拉而成。
- 10、依據申請專利範圍第 8 項所述之近場光纖探針，
其中，該錐形探針之內部材質為矽或砷化鎵晶圓之半導體材質，或高分子聚合物等塑膠材質所組成。

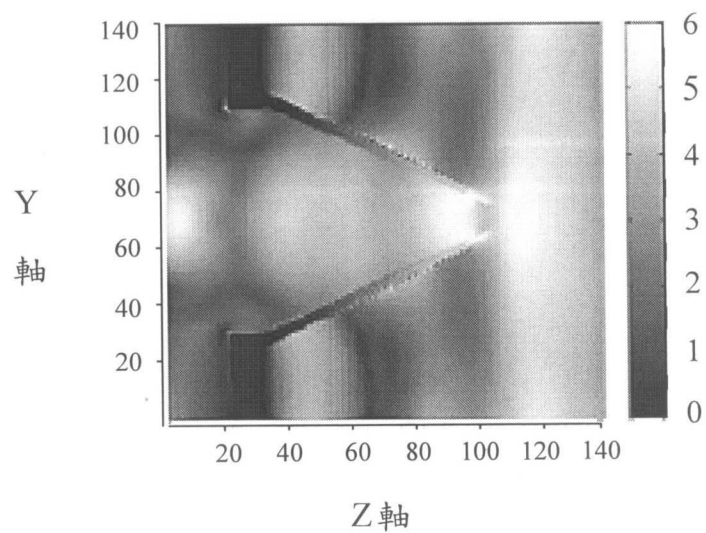
- 11、依據申請專利範圍第 8 項所述之近場光纖探針，
其中，該金屬膜之最佳厚度為 15nm~100nm。
- 12、依據申請專利範圍第 8 項所述之近場光纖探針，
其中，該裸露區段之最佳範圍為 20nm~30nm。
- 13、依據申請專利範圍第 8 項所述之近場光纖探針，
其中，該半球狀凹洞之光孔穴之球徑為
45nm~55nm。
- 14、依據申請專利範圍第 8 項所述之近場光纖探針，
其中，該光孔穴之功能為收集或送出光學訊號。



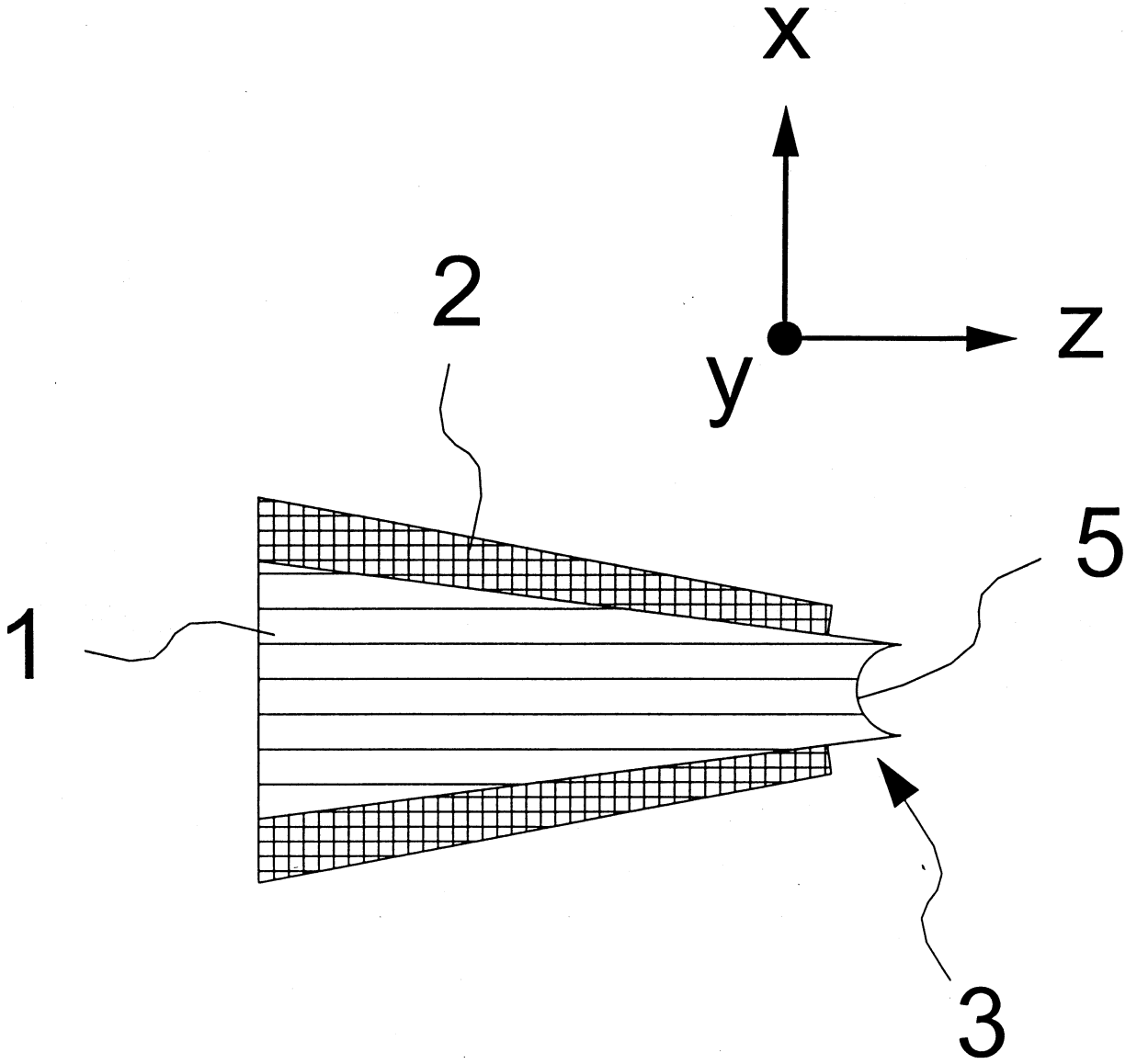
第1圖



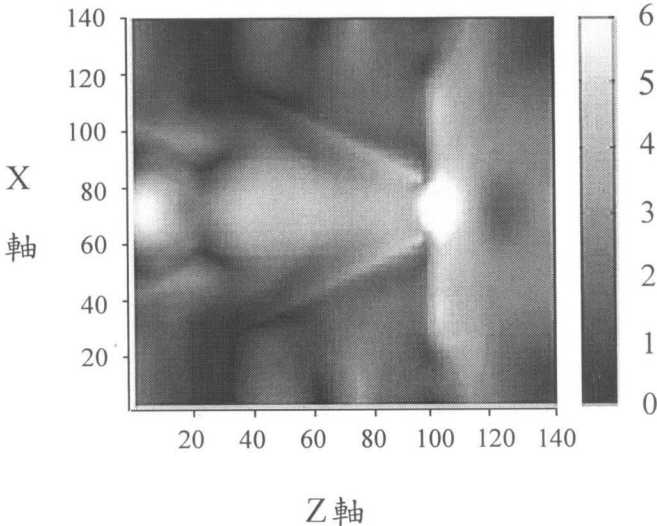
第 2 圖



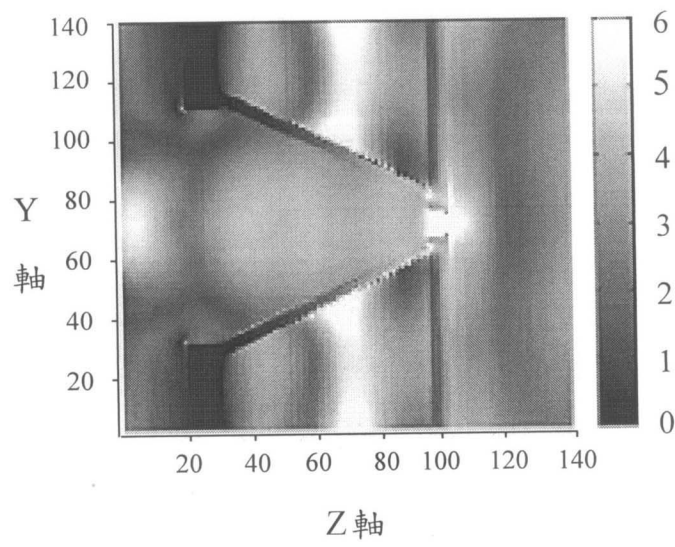
第 3 圖



第4圖



第 5 圖



第 6 圖