



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I438436 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 05 月 21 日

(21) 申請案號：100124685

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 07 月 12 日

(51) Int. Cl. : **G01Q60/58 (2010.01)**

(71) 申請人：國立成功大學 (中華民國) NATIONAL CHENG KUNG UNIVERSITY (TW)

臺南市東區大學路 1 號

(72) 發明人：劉浩志 LIU, BERNARD HAOCHIH (TW) ; 廖芳儀 LIAO, FANG YI (TW) ; 陳建宏 CHEN, JIAN HONG (TW)

(74) 代理人：劉正格

(56) 參考文獻：

TW 200624793A

CN 1632596A

US 5929438A

US 6215137B1

WO 2005/069748A2

審查人員：机亮燁

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：8 共 0 頁

(54) 名稱

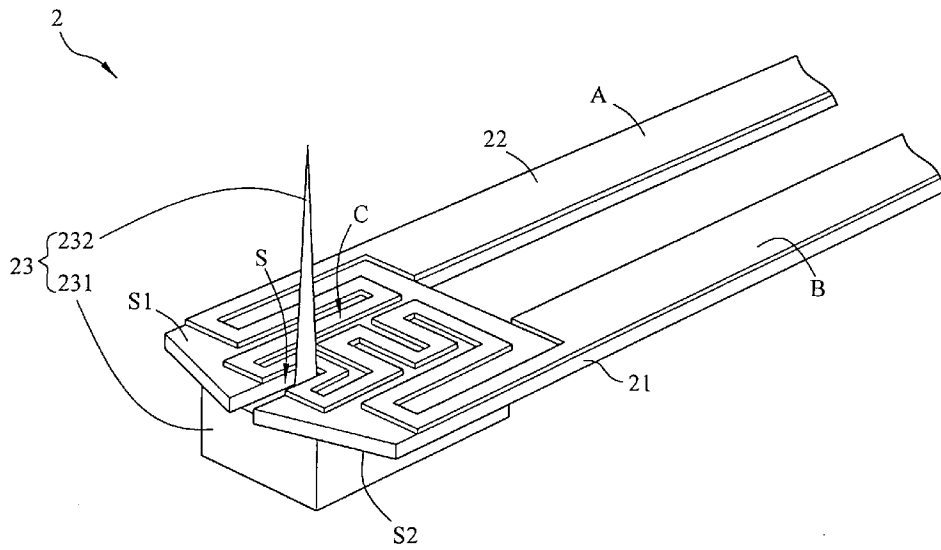
熱探針

THERMAL PROBE

(57) 摘要

一種熱探針包括一支持元件、一導電圖案以及一探針頭。支持元件具有一狹縫或一通孔，並具有一第一表面及與第一表面相對之一第二表面。導電圖案設置於第一表面。探針頭具有一底座及一針尖，針尖設置於底座，並穿過狹縫或通孔，且突出於第一表面，底座與第二表面連接。本發明之熱探針的探針頭為可更換，且使用者可以根據其需求選用最佳的探針頭、導電圖案及支持元件的組合。

A thermal probe includes a support element, a conductive pattern and a tip. The support element has a slit or a through hole and has a first surface and a second surface which is opposite to the first surface. The conductive pattern is disposed at the first surface. The tip has a base and a pinpoint. The pinpoint is disposed at the base and passes through the slit or the through hole and highlights from the first surface. The base is connected with the second surface. The tip of the thermal probe of the invention can be replaced, and user can choose the best combination of the tip, conductive pattern and support element according to their needs.



- 2 . . . 熱探針
- 21 . . . 支持元件
- 22 . . . 導電圖案
- 23 . . . 探針頭
- 231 . . . 底座
- 232 . . . 針尖
- A、B . . . 支持臂
- C . . . 加熱區
- S . . . 狹縫
- S1 . . . 第一表面
- S2 . . . 第二表面

圖 2B

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100124685

※申請日：100.7.12

※IPC 分類：G01D 6/58 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

熱探針/THERMAL PROBE

二、中文發明摘要：

一種熱探針包括一支持元件、一導電圖案以及一探針頭。支持元件具有一狹縫或一通孔，並具有一第一表面及與第一表面相對之一第二表面。導電圖案設置於第一表面。探針頭具有一底座及一針尖，針尖設置於底座，並穿過狹縫或通孔，且突出於第一表面，底座與第二表面連接。本發明之熱探針的探針頭為可更換，且使用者可以根據其需求選用最佳的探針頭、導電圖案及支持元件的組合。

三、英文發明摘要：

A thermal probe includes a support element, a conductive pattern and a tip. The support element has a slit or a through hole and has a first surface and a second surface which is opposite to the first surface. The conductive pattern is disposed at the first surface. The tip has a base and a pinpoint. The pinpoint is disposed at the base and passes through the slit or the through hole and highlights from the first surface. The base is connected with the

second surface. The tip of the thermal probe of the invention can be replaced, and user can choose the best combination of the tip, conductive pattern and support element according to their needs.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 2B。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

2：熱探針

21：支持元件

22：導電圖案

23：探針頭

231：底座

232：針尖

A、B：支持臂

C：加熱區

S：狹縫

S1：第一表面

S2：第二表面

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種探針，特別關於一種掃描用熱探針。

### 【先前技術】

由於原子力顯微術(Atomic Force Microscopy, AFM) (或稱掃描探針顯微術) (Scanning Probe Microscopy, SPM) 係指具有掃描機制與動作及微細探針機制的顯微技術，並已成為奈米科技以及生物醫學研究上的重要儀器。

請參照圖 1 所示，其為習知一種使用掃描探針檢測一待測物表面的示意圖。當一待測物 11 的表面被探針 12 掃描時，一發光元件 13 發出一光束（例如雷射光）照射於探針 12 之一懸樑臂（cantilever）121，該光束反射而被光感測元件 14（例如光二極體）所接收。控制回饋電路 15 接收由光感測元件 14 轉換之訊號並回饋控制一掃描機構 16 移動，進而可調整待測物 11 之位置，使得探針頭 122（tip）與待測物 11 表面之間的某種交互作用維持一定值。而調整待測物 11 之位置的微調資料就是與表面的交互作用資料，通常對應的即為待測物 11 之表面結構形狀。

因此，使用於奈米科技以及生物醫學研究上之原子力顯微術的功能上突破均需仰賴新穎探針的設計與製作，也因為如此，掃描探針係為原子力顯微術之技術核心。另外，掃描熱探針顯微術（Scanning thermal probe

microscopy, SThM) 是基於原子力顯微鏡的另一項技術，與原子力顯微鏡不同在於，掃描熱探針顯微術具有可加熱之熱探針，利用此熱探針進行掃描時，可得到試片表面的溫度分布。由於這項技術的發明，材料熱分析的尺度得以推展至次微米及微米的尺度。

然而，現今許多掃描用熱探針的製作都是使用矽的微機電製程，亦即探針頭、加熱器、懸臂樑皆為矽材料製作而成，雖然製程上較為簡單，且品質也較易控制，但是，無論是在探針頭的磨耗上、或加熱器的運用溫度、或量測可達溫度上皆有其限制性。另外，當熱探針之探針頭進行掃描時，會與試片表面發生作用而產生磨耗，若探針頭的曲率半徑持續增大，將會影響成像的解析度。若因不同功能需更換探針頭時，習知的熱探針也無法更換探針頭，而需將熱探針全部更換。此外，習知的探針頭、加熱器及懸臂樑為單一的矽材料製作，因此，使用者無法根據其需求選用最佳的探針頭、加熱器及懸臂樑之組合。

因此，如何提供一種掃描用熱探針，不僅其探針頭為可更換，且使用者可以根據其需求選用最佳的探針頭、加熱器及懸臂樑的組合，已成為重要課題之一。

#### 【發明內容】

有鑑於上述課題，本發明之目的為提供一種不僅其探針頭為可更換，且使用者可以根據其需求選用最佳的探針頭、加熱器及懸臂樑的組合之熱探針。

為達上述目的，依據本發明之一種熱探針包括一支持元件、一導電圖案以及一探針頭。支持元件具有一狹縫或一通孔，並具有一第一表面及與第一表面相對之一第二表面。導電圖案設置於第一表面。探針頭具有一底座及一針尖，針尖設置於底座，並穿過狹縫或通孔，且突出於第一表面，底座與第二表面連接。

在一實施例中，導電圖案的材料包含鎳磷合金、鎢、鉑、碳、鎳鉻合金、金屬氧化物、金屬氮化物或矽。

在一實施例中，導電圖案的製程包含薄膜沉積、離子佈植或聚焦離子束。

在一實施例中，探針頭的材料包含鑽石、氮化鈦、氮化矽、碳化矽或其組合。

在一實施例中，底座與針尖係為一體成型。

在一實施例中，針尖接觸導電圖案。

在一實施例中，探針頭為可更換。

在一實施例中，熱探針更包括一黏合層，其係設置於底座與第二表面之間。

在一實施例中，熱探針更包括一隔熱層，其係設置於第二表面。

在一實施例中，熱探針更包括一熱絲，係設置於第一表面，並與導電圖案電性連接。

承上所述，因依據本發明之熱探針包括一支持元件、一導電圖案以及一探針頭。支持元件具有一狹縫或一通孔，並具有一第一表面及與第一表面相對之一第二表面，



而導電圖案設置於第一表面。另外，探針頭具有一底座及一針尖，針尖設置於底座，並穿過狹縫或通孔，且突出於第一表面，底座係與第二表面連接。藉此，可藉由加熱區之導電圖案的金屬導線的長度、寬度及厚度的不同來調整導電圖案之電阻值來加熱。當施加電流至導電圖案時，可使加熱區產生焦耳熱，以對探針頭做全面的加熱。因此，本發明之熱探針可應用於掃描熱探針顯微術及其它相關的領域。

另外，本發明之熱探針可以根據需求而選用最佳的『探針頭、導電圖案及支持元件』之組合，且不僅磨損時或需不同功能時可更換探針頭，且不同材料及尺寸的探針頭均可適用，並不侷限於單一材料。此外，在本發明之一實施例中，探針頭的材料係為單晶鑽石，使得熱探針具有高硬度、高導熱性及耐磨耗性的特性，因此，探針頭不易磨損，故可節省熱探針的使用成本。另外，由於目前坊間熱探針的加熱溫度無法提高及針尖短小的主要原因即是受限在針尖材料的導熱性不佳，使得加熱器產生之熱能於傳導過程逸失所致。故使用單晶鑽石的探針頭可以解決上述的問題。

### 【實施方式】

以下將參照相關圖式，說明依本發明較佳實施例之一種熱探針，其中相同的元件將以相同的參照符號加以說明。

請參照圖 2A 及圖 2B 所示，其分別為本發明較佳實施例之一種熱探針 2 的分解示意圖及組合示意圖。本發明之熱探針 2 可應用於微電子元件的熱分析、非均質材料之熱呈像 (thermal mapping)、記憶儲存 (data storage)、近場光熱微頻譜儀 (Near-field photothermal microspectroscopy)、微區加熱 (localized heating) 及微奈米結構加工、修飾等。於此，並不加以限制其使用領域。其中，熱探針 2 包括一支持元件 21、一導電圖案 22 以及一探針頭 23。

支持元件 21 具有一狹縫 S 或一通孔，並具有一第一表面 S1 及與第一表面 S1 相對之一第二表面 S2。於此，係以一狹縫 S 為例。支持元件 21 的材料可包含矽，例如可為單晶矽。其中，支持元件 21 的長、寬、高之尺寸可例如為  $450 \times 60 \times 4 \mu\text{m}$  或  $350 \times 60 \times 3 \mu\text{m}$ ，當然並不以此為限。使用者可依其需求設計及製作不用尺寸的支持元件 21。另外，支持元件 21 是以黃光製程 (半導體製程) 製作，其中，黃光製程可包括光阻塗佈、曝光顯影 (lithography)、蝕刻 (Etching) 及去除光阻等步驟。黃光製程係為習知製程，於此不再贅述。在本實施例中，支持元件 21 係以具有兩個分開的支持臂 A、B 為例。其中，分開之支持臂 A、B 的優點是可利用兩者之間的空氣隔熱，以避免熱能因材料熱傳導而逸失。

另外，值得一提的是，支持元件 21 的形狀並不以圖 2A 及圖 2B 為限，當然，使用者可依其需求設計不用形

狀的支持元件 21。例如不使用如圖 2A 及圖 2B 之分開的支持臂 A、B，而是一整片的支撐臂（圖未顯示）。不過，若使用整片的支撐臂時，支撐臂上的導電圖案 22 不可彼此電性接觸而造成短路。

導電圖案 22 係設置於支持元件 21 之第一表面 S1 上，以形成一加熱區 C。其中，加熱區 C 為導電圖案 22 可用以加熱探針頭 231 的區域。導電圖案 22 的材料例如可包含鎳磷合金、鎢、鉑、碳、鎳鉻合金、金屬氧化物（例如 PbO 或 RuO<sub>2</sub>）、金屬氮化物（例如 TaN）或矽（使用離子佈值，使其具電阻特性）等任何具有有限導電性（具電阻性）之材料。於此，並不加以限制其使用的材料。因此，使用者可根據其需求利用加熱區 C 之導電圖案 22 的金屬導線的長度、寬度及厚度的不同來調整導電圖案 22 之電阻值，並施加電流至導電圖案 22，使加熱區 C 產生焦耳熱，以對探針頭 23 做全面的加熱。

在本實施例中，如圖 2A 及圖 2B 所示，支持臂 A、B 之導電圖案 22 的寬度例如為 17.5 $\mu$ m，而加熱區 C 的導電圖案 22 的寬度例如為 4 $\mu$ m，當然，亦不以此為限。使用者也可依其需求設計及製造不同寬度的導電圖案 22。此外，圖 2A 之導電圖案 22 只是舉例，當然，導電圖案 22 也可能是其它的圖案。

導電圖案 22 的製程可例如包含薄膜沉積、離子佈植（ion implantation）或聚焦離子束（focused ion beam, FIB）。其中，薄膜沉積可使用濺鍍（Sputter）法、蒸鍍

(Evaporation) 法或化學氣相沈積法 (Chemical Vapor Deposition, CVD) 等來製作。其例如可為超高真空離子束濺鍍法 (Ultra-High Vacuum Ion Beam Sputtering, UHV-IBS)、電漿輔助化學氣相沈積法 (Plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD) 或其它法。另外，離子佈植是將具有一定能量的離子植入固體表面的方法。而聚焦離子束是利用電場加速離子束，並透過靜電透鏡聚焦，將高能量的離子撞擊矽基板，並配合不同的反應氣體，達到蝕刻與蒸鍍的目的。

在本實施例中，係利用薄膜沉積製程製作金屬薄膜在支持元件 21 上，再進行蝕刻，以將加熱區 C 之導電圖案 22 定義出來。本實施例之導電圖案 22 的材料係為鎢。

請再參照圖 2A 及圖 2B 所示，探針頭 23 具有一底座 231 及一針尖 232，針尖 232 係設置於底座 231。其中，底座 231 與針尖 232 可為一體成型，也可不為一體成型。另外，探針頭 23 的材料例如可包含鑽石、氮化鈦 (TiN)、氮化矽 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、碳化矽 (SiC)，或其他不具導電性之陶瓷、高分子、複合材料或其組合。上述的材料均具有高硬度、高導熱性及耐磨耗性的特性，因此，使用者可根據其需求選擇適合之材料作為熱探針 2 的探針頭 23，且不同材料及尺寸的探針頭 23 均可適用於熱探針 2。在本實施例中，底座 231 與針尖 232 係為一體成型，且其材料均為單晶鑽石。其中，單晶鑽石具有高硬度、高導熱性及耐磨耗性的特性。由於目前坊間熱探針的加熱溫度無法提高及針

尖短小的主要原因即是受限在針尖材料的導熱性不佳，使得加熱器產生之熱能於傳導過程逸失所致。故使用單晶鑽石的探針頭 23 可以解決上述問題。不過，使用者可不必將探針頭 23 的材料侷限於上述幾種，也可利用熱探針 2 之導電圖案 22 具有加熱的特性將可融熔之探針頭 23 的材料融化，以將熱探針 2 做為奈米級或微米級的熱溶膠槍或點焊槍來使用。

如圖 2B 所示，探針頭 23 之針尖 232 係設置於底座 231，並穿過狹縫 S 或通孔，且突出於第一表面 S1。換言之，探針頭 23 之針尖 232 係由支持元件 21 的背面穿過狹縫 S，並突出於第一表面 S1，且使得底座 231 與第二表面 S2 連接。於此，係將導電圖案 22 之加熱區 C 的下方，且為支持元件 21 的第二表面 S2 當成探針頭 2 的連接載台，以固定探針頭 23。其中，可利用掃描式電子顯微鏡及微型機械手臂來操作。因此，不同材料及尺寸的探針頭 23 均可適用並連接於支持元件 21 的第二表面 S2，且當探針頭 23 因磨損或需不同功能需更換時，可將探針頭 23 與支持元件 21 之第二表面 S2 分離，並更換另一探針頭而不需將整支熱探針 2 丟棄。如此，可節省熱探針 2 的成本支出。另外，本發明之熱探針 2 可以根據需求而選用最佳的『探針頭、導電圖案及支持元件』之組合，且不僅磨損時或需不同功能時可更換探針頭 23，且不同材料及尺寸的探針頭均可適用，並不必侷限於單一材料。

熱探針 2 更可包括一黏合層（圖未顯示），黏合層係

設置於底座 231 與第二表面 S2 之間，使探針頭 23 可更穩固地與支持元件 21 之第二表面 S2 連結。其中，黏合層例如可為快乾膠（氰基丙烯酸酯）或環氧樹脂等。

再說明的是，導電圖案 22 可接觸針尖 232，也可不接觸針尖 232。於此，導電圖案 22 係接觸針尖 232。導電圖案 22 接觸針尖 232 時，針尖 232 的加熱速率可以更快，可縮短探針頭 23 的加熱時間。

此外，請參照圖 2C 及圖 2D 所示，其分別為本發明之熱探針 2 的另一示意圖。熱探針 2 更可包括一基座 25，支持元件 21 係設置於基座 25，並突設於基座 25，且探針頭 23 設置於支持元件 21 遠離基座 25 之一端。其中，基座 25 與支持元件 21 可為一體成形，且其材料可包含矽。

另外，請參照圖 3 所示，其為本發明另一態樣之熱探針 2a 的示意圖。

與熱探針 2 不同的是，熱探針 2a 更可包括一隔熱層 24，隔熱層 24 係設置於第二表面 S2。其中，隔熱層 24 的厚度可例如為  $1\mu\text{m}$ 。當然，並不以此為限。

由於黏合層的耐熱溫度有限，為避免底座 231 與支持元件 21 之第二表面 S2 在加熱期間發生崩離的問題，因此，可於支持元件 21 之第二表面 S2 上先沉積一層隔熱層，例如可為氮化矽 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )、二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ ) 或其它隔熱材料，以延長熱探針 2a 的使用壽命。

另外，請參照圖 4 所示，其為本發明另一較佳實施例之熱探針 3 的示意圖。

熱探針 3 與熱探針 2a 主要的不同在於，熱探針 3 之導電圖案 32 的製程係以離子佈植來完成，且其佈植深度為  $0.3\mu\text{m}$ ，而其圖案亦與熱探針 2a 不同，如圖 4 所示。當然，佈植深度及圖案並不以此為限。

另外，請參照圖 5 所示，其為本發明又一較佳實施例之熱探針 4 的示意圖。

熱探針 4 與熱探針 2a 主要的不同在於，熱探針 4 更可包括一熱絲 H，其係設置於第一表面 S1，且熱絲 H 與導電圖案 42 電性連接。於此，熱絲 H 係位於加熱區 C，且電性連接於銅、銀或金等高導電材料製作之導電圖案 42。另外，熱絲 H 可接觸探針頭 43 或接近針尖 432，以提高針尖 432 的加熱效率。其中，熱絲 H 的材料例如可為鎢。

此外，熱探針 2a、3、4 的其它技術特徵可參照熱探針 2，於此不再贅述。

承上，本發明之熱探針 2、2a、3、4 可藉由加熱區 C 之導電圖案 22、32 之金屬導線的長度、寬度及厚度的不同來調整其電阻值，或利用熱絲 H 來加熱。當施加電流至導電圖案 22、32 時，可使加熱區 C 產生焦耳熱，以對探針頭 23、33、43 做全面的加熱。另外，當探針頭 23、33、43 因磨損或需不同功能需更換時，可將探針頭 23、33、43 與支持元件 21、31、41 分離，並更換另一探針頭而不需將整支熱探針 2、2a、3、4 丟棄。如此，可節省熱探針 2、2a、3、4 的成本支出。另外，本發明之熱探針 2、2a、3、4 可以根據需求而選用最佳的『探針頭、導電圖案及支

持元件』之組合，且不僅磨損時或需不同功能時可更換探針頭 23、33、43，且不同材料及尺寸的探針頭均可適用，並不必侷限於單一材料。

綜上所述，因依據本發明之熱探針包括一支持元件、一導電圖案以及一探針頭。支持元件具有一狹縫或一通孔，並具有一第一表面及與第一表面相對之一第二表面，導電圖案設置於第一表面。另外，探針頭具有一底座及一針尖，針尖設置於底座，並穿過狹縫或通孔，且突出於第一表面，底座係與第二表面連接。藉此，可藉由加熱區之導電圖案之金屬導線的長度、寬度及厚度的不同來調整導電圖案之電阻值來加熱。當施加電流至導電圖案時，可使加熱區產生焦耳熱，以對探針頭做全面的加熱。因此，本發明之熱探針可應用於掃描熱探針顯微術及其它相關的領域。

另外，本發明之熱探針可以根據需求而選用最佳的『探針頭、導電圖案及支持元件』之組合，且不僅磨損時或需不同功能時可更換探針頭，且不同材料及尺寸的探針頭均可適用，並不必侷限於單一材料。此外，在本發明之一實施例中，探針頭的材料係為單晶鑽石，使得熱探針具有高硬度、高導熱性及耐磨耗性的特性，因此，探針頭不易磨損，故可節省熱探針的使用成本。另外，由於目前坊間熱探針的加熱溫度無法提高及針尖短小的主要原因即是受限在針尖材料的導熱性不佳，使得加熱器產生之熱能於傳導過程逸失所致。故使用單晶鑽石的探針頭可以解決



上述的問題。

以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應包含於後附之申請專利範圍中。

### 【圖式簡單說明】

圖 1 為習知一種使用掃描探針檢測一待測物表面的示意圖；

圖 2A 及圖 2B 分別為本發明較佳實施例之一種熱探針的分解示意圖及組合示意圖；

圖 2C 及圖 2D 分別為本發明之熱探針的另一示意圖；

圖 3 為本發明另一態樣之熱探針的示意圖；以及

圖 4 及圖 5 分別為本發明另一較佳實施例之熱探針的示意圖。

### 【主要元件符號說明】

11：待測物

12：探針

121：懸樑臂

122：探針頭

13：發光元件

14：光感測元件

15：控制回饋電路

16：掃描機構

2、2a、3、4：熱探針

21、31、41：支持元件

22、32、42：導電圖案

23、33、43：探針頭

24、34、44：隔熱層

231、331、431：底座

232、332、432：針尖

25：基座

A、B：支持臂

C：加熱區

H：熱絲

S：狹縫

S1：第一表面

S2：第二表面

## 七、申請專利範圍：

### 1、一種熱探針，包括：

- 一支持元件，具有一狹縫或一通孔，並具有一第一表面及與該第一表面相對之一第二表面；
- 一導電圖案，設置於該第一表面；以及
- 一探針頭，具有一底座及一針尖，該針尖設置於該底座，並穿過該狹縫或該通孔，且突出於該第一表面，該底座與該第二表面連接。

2、如申請專利範圍第 1 項所述之熱探針，其中該導電圖案的材料包含鎳磷合金、鎢、鉑、碳、鎳鉻合金、金屬氧化物、金屬氮化物或矽。

3、如申請專利範圍第 1 項所述之熱探針，其中該導電圖案的製程包含薄膜沉積、離子佈植或聚焦離子束。

4、如申請專利範圍第 1 項所述之熱探針，其中該探針頭的材料包含鑽石、氮化鈦、氮化矽、碳化矽或其組合。

5、如申請專利範圍第 1 項所述之熱探針，其中該底座與該針尖係為一體成型。

6、如申請專利範圍第 1 項所述之熱探針，其中該針尖接觸該導電圖案。

7、如申請專利範圍第 1 項所述之熱探針，其中該探針頭為可更換。

8、如申請專利範圍第 1 項所述之熱探針，更包括：  
一黏合層，係設置於該底座與該第二表面之間。

9、如申請專利範圍第 1 項所述之熱探針，更包括：

一隔熱層，係設置於該第二表面。

10、如申請專利範圍第 1 項所述之熱探針，更包括：

一熱絲，係設置於該第一表面，並與該導電圖案電性連接。

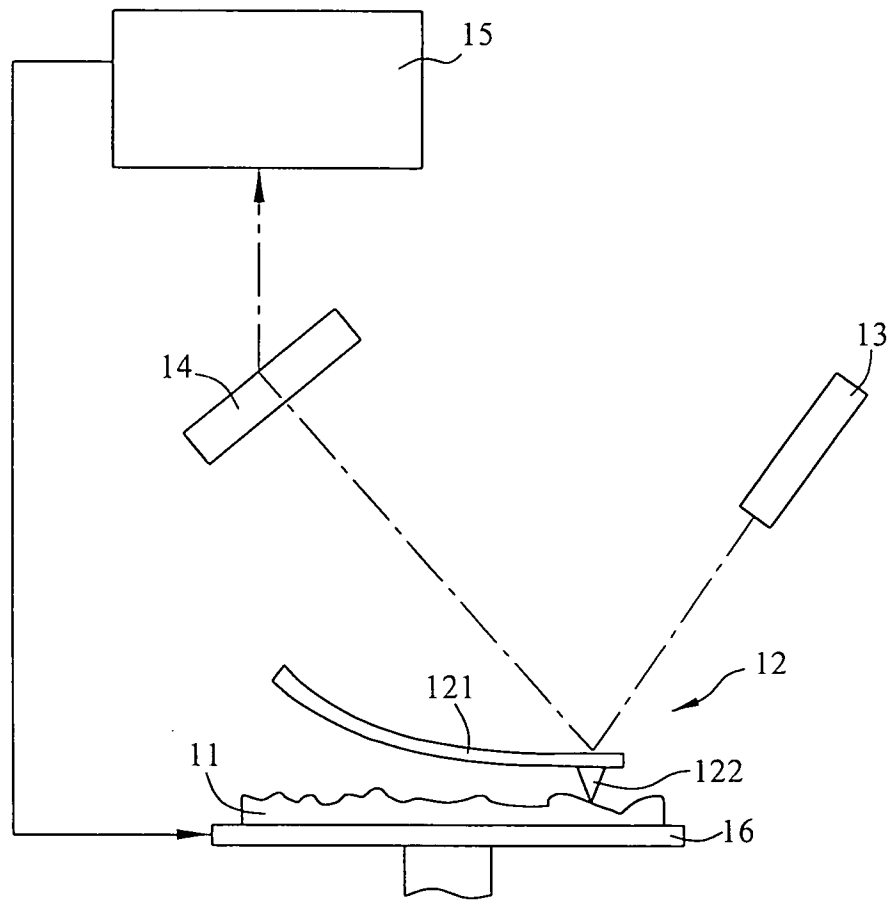


圖 1

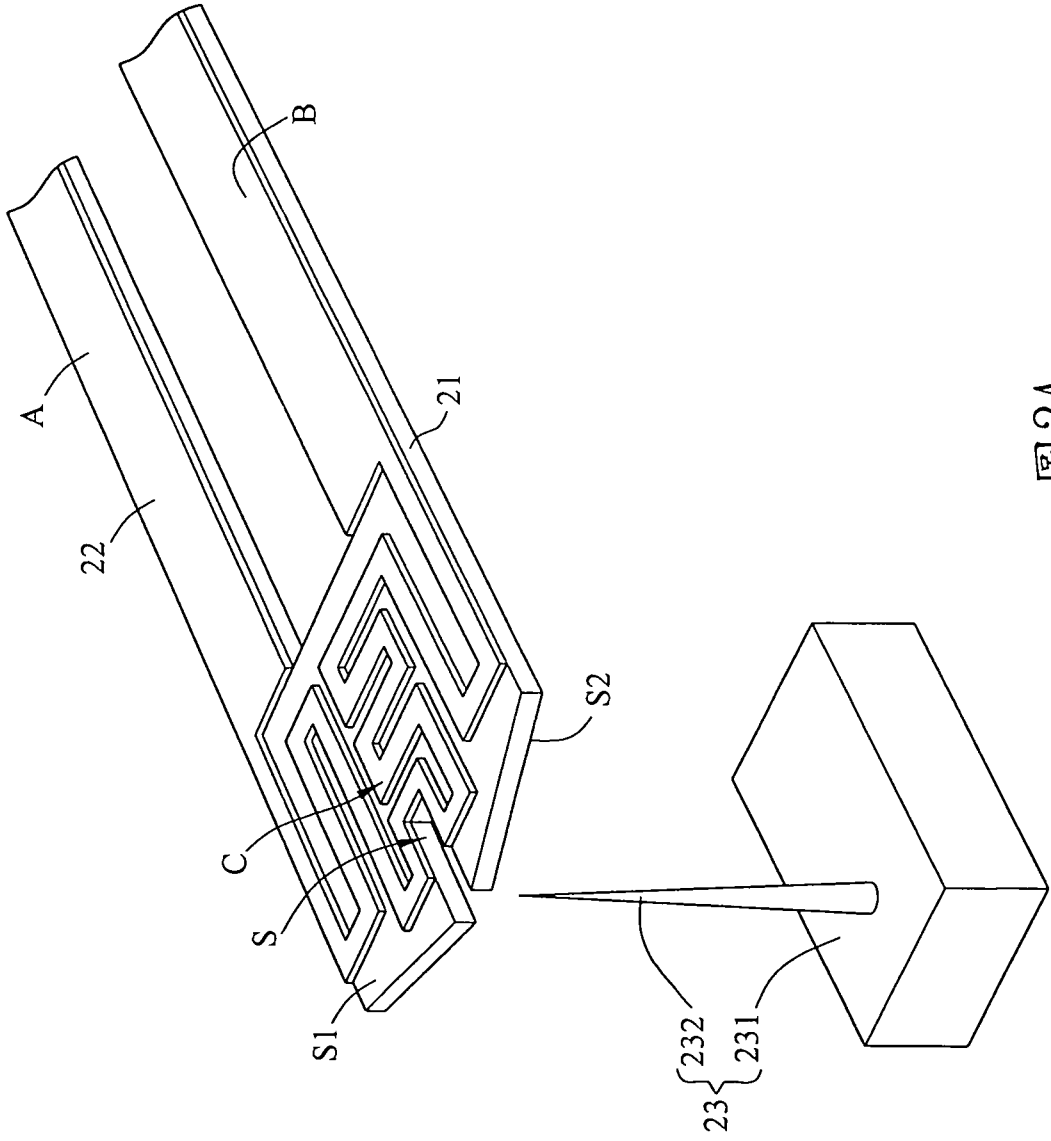


圖 2A

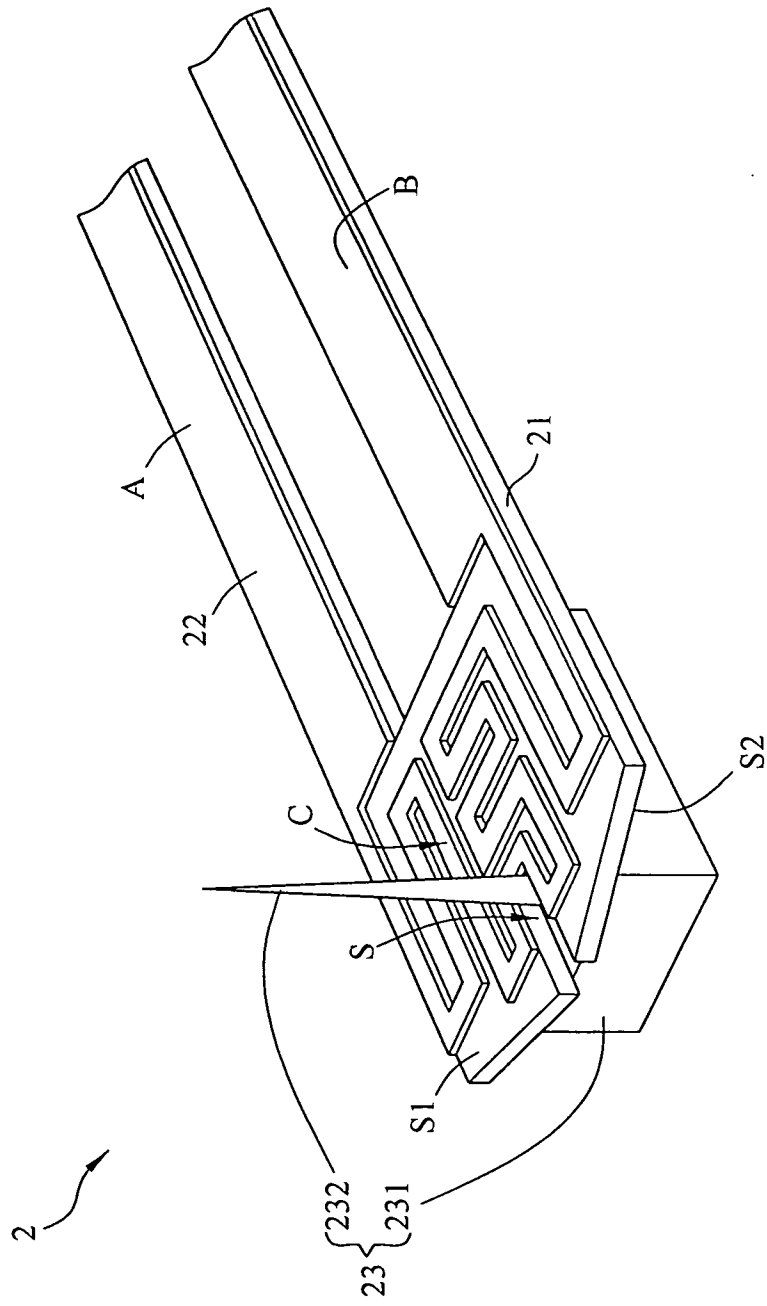


圖2B

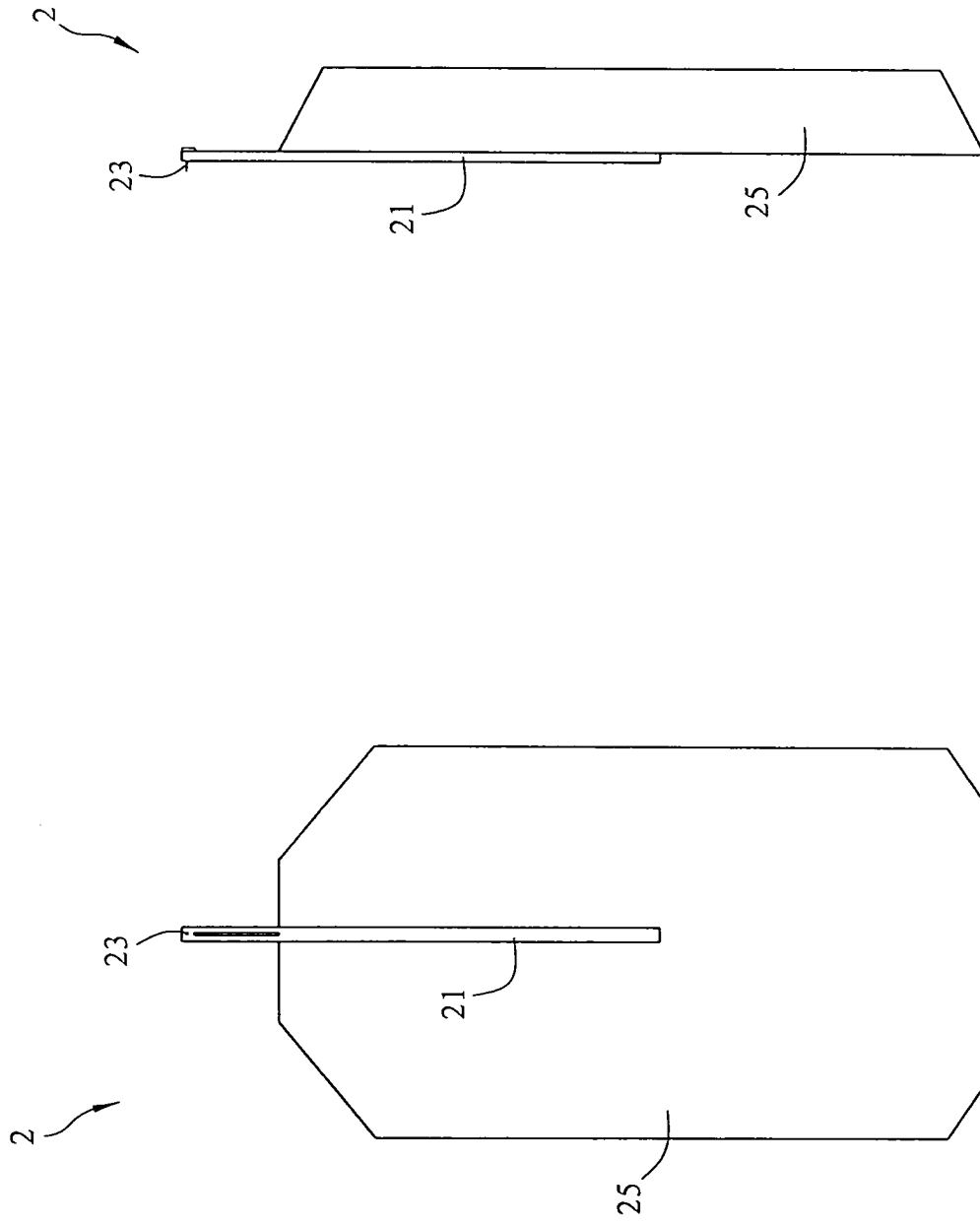


圖2D

圖2C



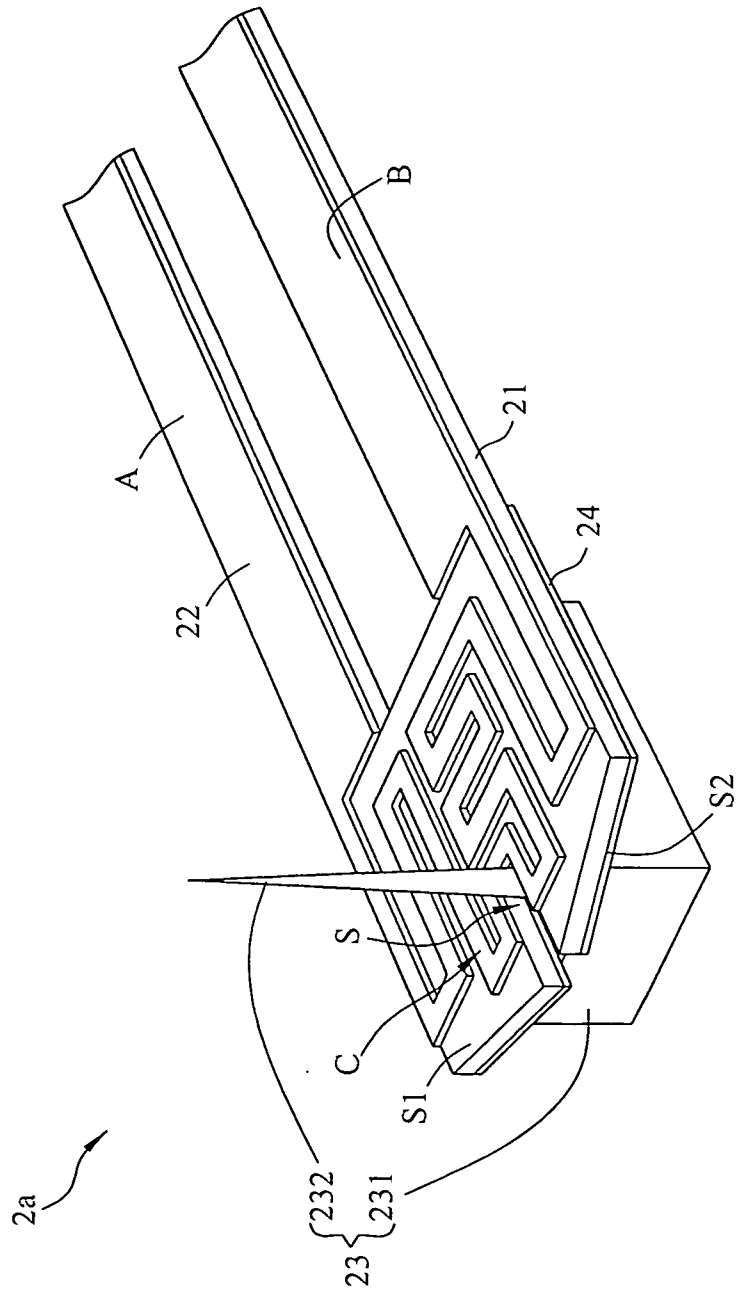


圖3

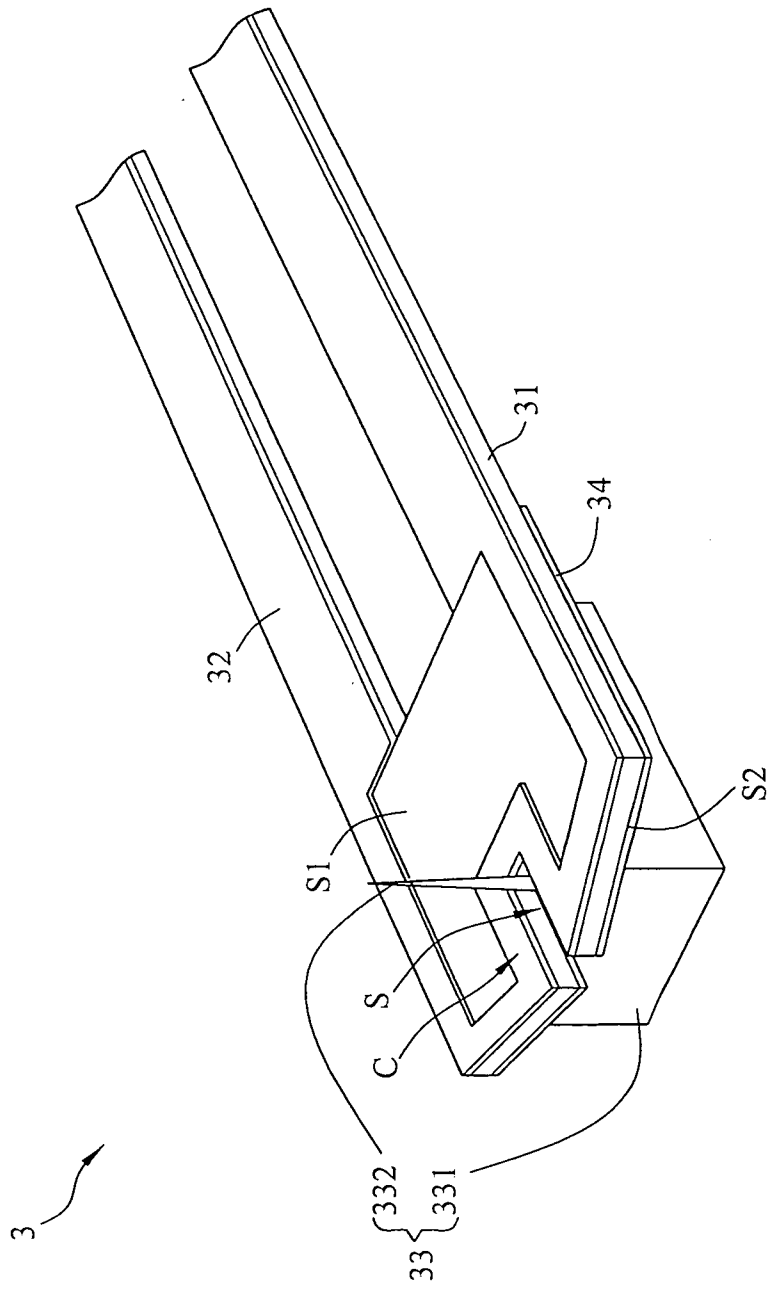


圖4

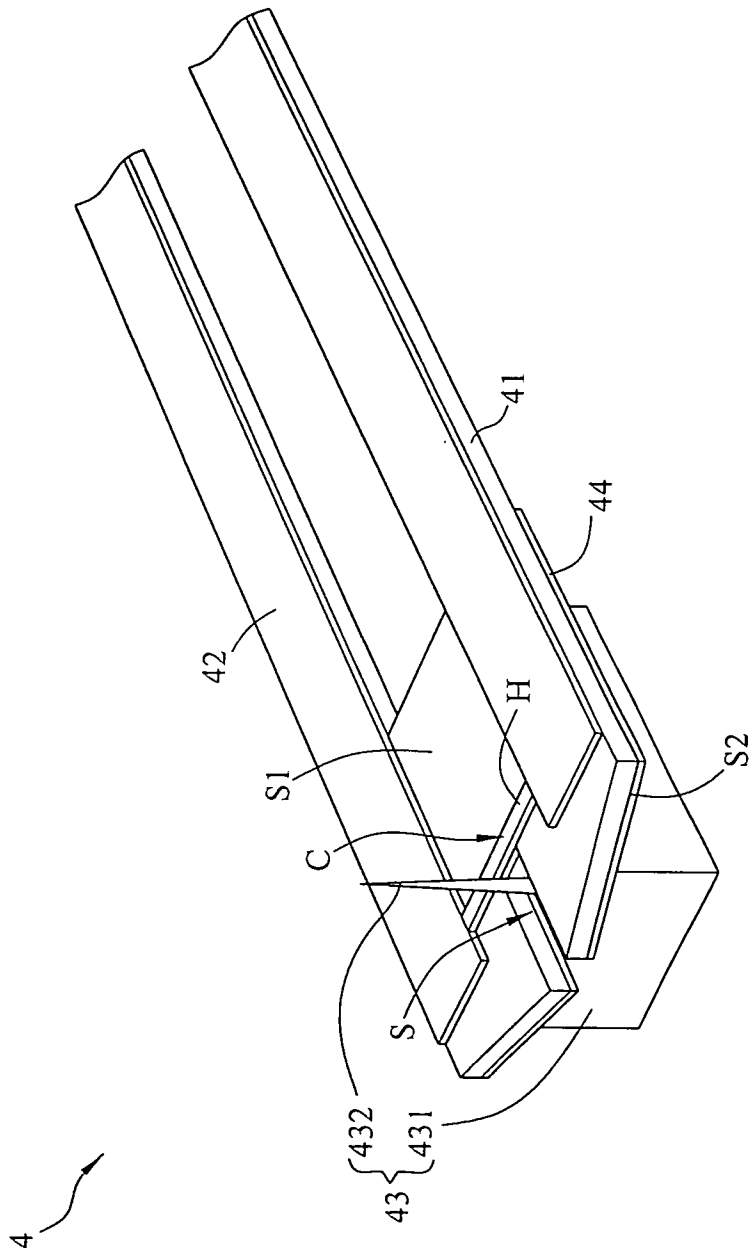


圖5