



(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 I391686B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：094115310

(22)申請日：中華民國 94 (2005) 年 05 月 11 日

(51)Int. Cl. : **G01R31/26 (2006.01)**

(30)優先權：2004/05/14 美國

10/845,815

(71)申請人：固態量測股份有限公司 (美國) SOLID STATE MEASUREMENTS, INC. (US)

美國

應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)

美國

(72)發明人：威廉 郝蘭德二世 WILLIAM H. HOWLAND, JR. (US)；羅伯特 希爾拉德 ROBERT J. HILLARD (US)；洪史蒂芬 C S HUNG, STEVEN CHI SHIN (TW)

(74)代理人：蔡清福

(56)參考文獻：

TW 351019

TW 200306425A

US 5378971

US 6181144B1

審查人員：李泉河

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：5 共 15 頁

(54)名稱

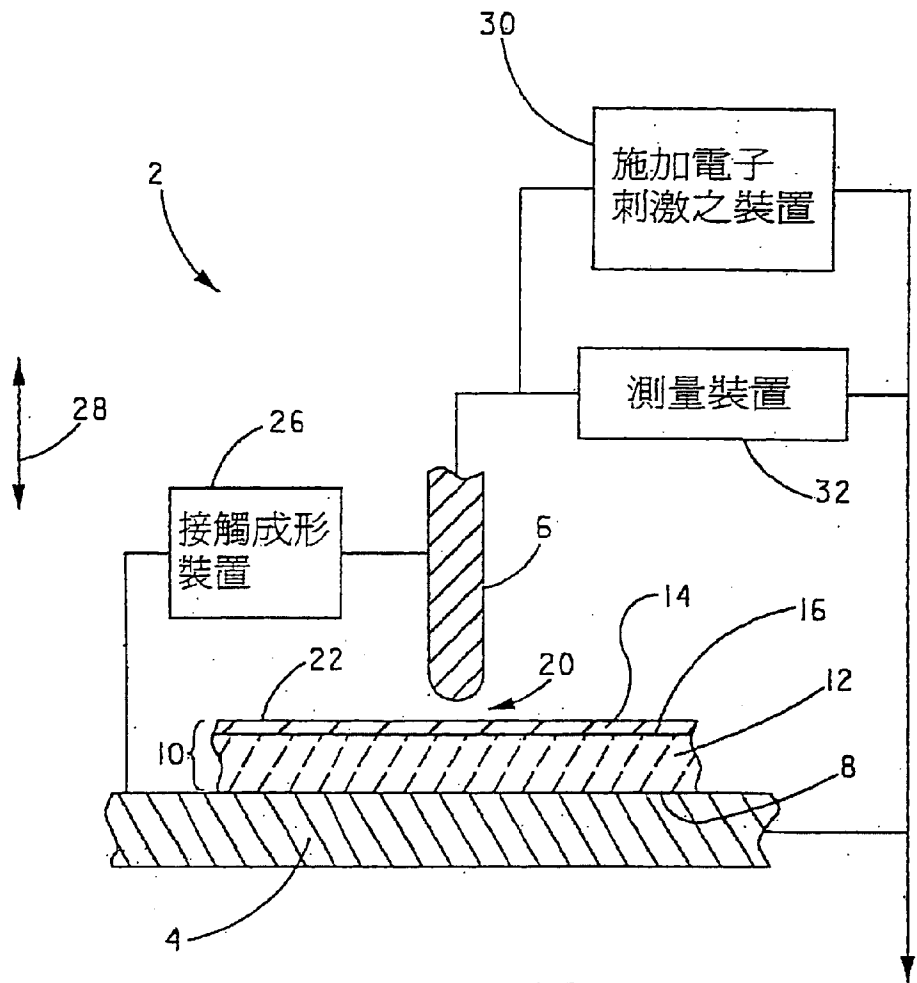
測量半導體晶圓性質之工作函數控制探針及其使用方法

WORK FUNCTION CONTROLLED PROBE FOR MEASURING PROPERTIES OF A SEMICONDUCTOR WAFER AND METHOD OF USE THEREOF

(57)摘要

於一種測量半導體晶圓至少一電子性質的方法中，提供自覆蓋電導鹼性物質之電導塗敷所形成的彈性可變形傳導接觸。該鹼性物質具有第一工作函數，而該塗敷具有第二工作函數。於該傳導接觸及半導體晶圓上表面間形成第一電子接觸。第二電子接觸係以該半導體晶圓接觸形成。於該第一電子接觸及該第二電子接觸之間施加電子刺激，且測量半導體晶圓對該電子刺激之響應。自該響應決定半導體晶圓之至少一電子性質。

In a method of measuring at least one electrical property of a semiconductor wafer, an elastically deformable conductive contact formed from an electrically conductive coating overlaying an electrically conductive base material is provided. The base material has a first work function and the coating has a second work function. A first electrical contact is formed between the conductive contact and a top surface of a semiconductor wafer. A second electrical contact is formed with the semiconductor wafer. An electrical stimulus is applied between the first and second electrical contacts and a response of the semiconductor wafer to the electrical stimulus is measured. At least one electrical property of the semiconductor wafer is determined from the response.



第 1 圖

- 2 . . . 半導體晶圓測試系統
- 4 . . . 電導真空夾盤
- 6 . . . 接觸器
- 10 . . . 半導體晶圓
- 12 . . . 基板
- 14 . . . 介電質層
- 16 . . . 基板 12 之上側
- 20 . . . 部分球體傳導表面
- 22 . . . 介電質層 14 之上側
- 26 . . . 接觸成形裝置
- 30 . . . 施加電子刺激之裝置
- 32 . . . 測量裝置

發明專利說明書

公告本

(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：094115310

※ 申請日：14.5.11

※IPC 分類：G01R 31/36 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

測量半導體晶圓性質之工作函數控制探針及其使用方法/
Work Function Controlled Probe For Measuring Properties Of
A Semiconductor Wafer And Method Of Use Thereof

二、中文發明摘要：

於一種測量半導體晶圓至少一電子性質的方法中，提供自覆蓋電導鹼性物質之電導塗敷所形成的彈性可變形傳導接觸。該鹼性物質具有第一工作函數，而該塗敷具有第二工作函數。於該傳導接觸及半導體晶圓上表面間形成第一電子接觸。第二電子接觸係以該半導體晶圓接觸形成。於該第一電子接觸及該第二電子接觸之間施加電子刺激，且測量半導體晶圓對該電子刺激之響應。自該響應決定半導體晶圓之至少一電子性質。

三、英文發明摘要：

In a method of measuring at least one electrical property of a semiconductor wafer, an elastically deformable conductive contact formed from an electrically conductive coating overlaying an electrically conductive base material is provided. The base material has a first work function and the coating has a second work function. A first electrical contact

is formed between the conductive contact and a top surface of a semiconductor wafer. A second electrical contact is formed with the semiconductor wafer. An electrical stimulus is applied between the first and second electrical contacts and a response of the semiconductor wafer to the electrical stimulus is measured. At least one electrical property of the semiconductor wafer is determined from the response.

四、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

- 2 半導體晶圓測試系統
- 4 電導真空夾盤
- 6 接觸器
- 10 半導體晶圓
- 12 基板
- 14 介電質層
- 16 基板 12 之上側
- 20 部分球體傳導表面
- 22 介電質層 14 之上側
- 26 接觸成形裝置
- 30 施加電子刺激之裝置
- 32 測量裝置

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關半導體晶圓測試。

【先前技術】

測量半導體晶圓一個或更多電子性質之傳導彈性探針之使用係被揭示於 Mazur 等人之美國專利號第 6,492,827 中。已觀察到被形成自如鉑，銦或鉍之特定物質之傳導彈性探針，或具有鉑，銦或鉍塗敷尖端之探針係對測試半導體晶圓最有效。迄今，據信不能生長氧化物及/或生長傳導氧化物於一個或更多這些物質上係使其對該測試更有用。然而，依據本發明，據信測試期間壓迫與半導體晶圓接觸之探針表面工作函數可能會影響其測量。

因此，所需且不被揭示於先前技術者係為以接觸或探針測量半導體晶圓至少一電子性質，其中其接觸部份係具有一控制工作函數之方法。

【發明內容】

本發明係為測量半導體晶圓至少一電子性質之方法，其包含步驟為 (a) 提供被形成自覆蓋電導鹼性物質之電導塗敷之彈性可變形傳導接觸，其中該鹼性物質係具有第一工作函數而該塗敷係具有第二工作函數；(b) 形成該傳導接觸及半導體晶圓上表面間之第一電子接觸；(c) 形成與該半導體晶圓接觸之第二電子接觸；(d) 施加電子刺激於該第一電子接觸及該第二電子接觸之間；(e) 測量半導體

晶圓對該電子刺激之響應；及 (f) 從該響應決定半導體晶圓至少一電子性質。

傳導接觸可為探針尖端。塗敷可具有傳導接觸具有等於第二工作函數或介於第一工作函數及第二工作函數中間之全工作函數於其上之範圍厚度。如預期地，塗敷厚度不超過五 (5) Debye 長度。

鹼性物質可包含鉍而塗敷可包含銦。

可替代是，塗敷可包含覆蓋鹼性物質之第一物質層及覆蓋該第一物質層之第二物質層，其中該第二工作函數係有關如居於第一及第二物質工作函數中間。如預期地，鹼性物質，第一物質及第二物質係為不同金屬。鹼性物質可包含鉍，第一物質可包含銦，而第二物質可包含鈦及銦至少其中之一。

本發明亦為測量半導體晶圓至少一電子性質之方法，其包含步驟為 (a) 提供被形成自覆蓋電導鹼性物質之電導塗敷之彈性可變形傳導接觸，其中該鹼性物質係具有第一工作函數而該塗敷係具有第二工作函數；(b) 形成該傳導接觸及覆蓋半導體晶圓上表面之介電質層間之第一電子接觸；(c) 形成與該半導體晶圓接觸之第二電子接觸；(d) 施加電子刺激於該第一電子接觸及該第二電子接觸之間；(e) 測量介電質層及半導體晶圓之組合對該電子刺激之響應；及 (f) 從該響應決定介電質層，半導體晶圓或兩者至少一電子性質。

【實施方式】

本發明將參考附圖作說明，其中相似參考數字係對應相似元件。

參考第 1 圖，半導體晶圓測試系統 2 係包含一電導真空夾盤 4 及一接觸器 6。因為設想該接觸器 6 可具有適用於測試半導體晶圓 10 之任何外型或型式，所以第 1 圖之細長探針型式接觸器 6 並不被建構限制本發明。夾盤 4 係被配置支撐半導體晶圓 10 之背側 8，其包含由藉由真空（無圖示）保持與夾盤 4 接觸之半導體物質所形成之一基板 12。半導體晶圓 10 可但非必要包含覆蓋基板 12 之上側 16 之一介電質層 14。

如預期地，接觸器 6 係包含可於出現時接觸基板 12 之上側 16 或介電質層 14 之上側 22 之至少一部份球體及傳導表面 20。雖然部份球體傳導表面 20 係如預期，仍設想具有適用於測試半導體晶圓 10 之其他外型之表面（無圖示）可被使用。於是，第 1 圖之部份球體傳導表面 20 之描繪並不被建構限制本發明。

技術領域熟知之接觸成形裝置 26 係控制夾盤 4 及/或接觸器 6 以箭頭 28 所示方向之垂直移動將接觸器 6 及半導體晶圓 10 朝向彼此來移動，其上若出現接觸器 6 係壓迫與基板 12 之上側 16 或介電質層 14 之上側 22 作接觸。

當其被接收於夾盤 4 上而接觸器 6 與半導體晶圓 10 接觸時，施加電子刺激之裝置 30 可被電子連接來施加適當電子刺激至接觸器 6 及半導體晶圓 10。

測量裝置 32 可被電子連接來測量半導體晶圓 10 對被該裝置施加之測試刺激之響應來施加電子刺激 30。如預期

地，夾盤 4 係被連接至參考地位。然而，因為夾盤 4 可替代地被連接至交流或直流參考偏壓，所以此並不被建構限制本發明。

參考第 2 圖且繼續參考第 1 圖，接觸器 6 之第一實施例係包含由具有被形成自鈹或鈹合金之電導層或塗敷 42 之適當電導物質形成之一主體 38，覆蓋著與該主體 38 接觸之如鈹或鈹合金之電導鹼性物質 40。

參考第 3 圖且繼續參考第 1 及 2 圖，接觸器 6 之第二實施例係包含一電導塗敷 42，覆蓋著此實施例中形成接觸器 6 之主體 38 之電導鹼性物質 40。

參考第 4 圖且繼續參考第 1 至 3 圖，接觸器 6 另一實施例係包含主體 38，具有覆蓋著以類似第 2 圖所示接觸器 6 之實施例方式與主體 38 接觸之鹼性物質 40 之塗敷 42。然而，第 4 圖所示接觸器 6 之實施例中，被形成自鈹，鈹或鈹鈹合金之一層或塗敷 54 係覆蓋著塗敷 42。

參考第 5 圖且繼續參考第 1 至 4 圖，接觸器 6 另一實施例係包含被形成自類似第 3 圖所示接觸器 6 實施例之鹼性物質 40 之主體 38。然而，第 5 圖所示接觸器 6 之實施例中，塗敷 54 係覆蓋著塗敷 42。

如第 2 至 5 圖所示，若被提供接觸成形裝置 26 壓迫基板 12 之上側 16 或介電質層 14 之上側 22 作接觸，僅需層或塗敷 42 及/或塗敷 54 來界定接觸器 6 之表面 20。然而，此並不被建構限制本發明。

如第 2 圖所示，塗敷 42 如預期地僅經由鹼性物質 40 與主體 38 做電子接觸。也就是說，塗敷 42 如預期地並非

與主體 38 直接做電子接觸。第 3 圖中，塗敷 42 係與被形成自鹼性物質 40 之主體 38 直接做電子接觸。第 4 圖中，塗敷 42 係如預期地僅經由鹼性物質 40 與主體 38 做電子接觸，而塗敷 54 係如預期地僅經由塗敷 42 及鹼性物質 40 與主體 38 做電子接觸。也就是說，塗敷 42 及主體 38 之間，或塗敷 54 及鹼性物質 40 或主體 38 之間並無直接電子接觸。第 5 圖中，塗敷 54 係如預期地僅經由塗敷 42 與主體 38 做電子接觸。也就是說，塗敷 54 與被形成自鹼性物質 40 之主體 38 並無直接電子接觸。

第 2 及 3 圖所示接觸器 6 之實施例中，塗敷 42 係具有於其上各實施例接觸器 6 之表面 20 係具有等於物質成形塗敷 42 工作函數之全工作函數之一厚度。可替代是，第 2 及 3 圖所示接觸器 6 之實施例中，塗敷 42 係具有於其上各實施例接觸器 6 之表面 20 係具有介於物質成形塗敷 42 及鹼性物質 40 工作函數中間之全工作函數之一厚度。為了達成此中間工作函數，塗敷 42 必須厚得足以分與其物質之工作函數至該全工作函數，但薄得足以避免其工作函數不至遮蔽鹼性物質 40 之工作函數。一無限制例中，塗敷 42 係具有不超過五 (5) Debye 長度之厚度。然而，此並不被建構限制本發明。

第 4 及 5 圖所示接觸器 6 之實施例中，塗敷 54 係具有於其上表面 20 具有等於物質成形塗敷 54 工作函數或介於物質成形塗敷 42 及塗敷 54 工作函數中間之全工作函數之一厚度。此中間工作函數可藉由上述用於塗敷 42 覆蓋鹼性物質 40 之方式控制塗敷 54 厚度來達成。

如預期地，第 2 至 5 圖所示接觸器 6 各實施例之表面 20 工作函數用於測試半導體晶圓係介於 3.0eV 及 6.0eV 之間。因為表面 20 之全工作函數可如預期般被設定來最佳化半導體晶圓半導體晶圓，所以此並不被建構限制本發明。

使用第 2 至 5 圖所示接觸器 6 任何實施例時，若被提供接觸成形裝置 26 壓迫基板 12 之上側表面 16 或介電質層 14 之上側 22 作接觸，藉此形成第一電子接觸。與夾盤 4 接觸之半導體晶圓 10 之背側 8 係界定第二電子接觸。可替代是，第二電子接觸可直接以基板 12 或經由另一接觸（無圖示）與若被提供基板 12 之上側表面 16 或介電質層 14 之上側 22 接觸形成。

一旦第一及第二電子接觸被形成，施加電子刺激之裝置 30 可施加適當電子刺激於該第一電子接觸及該第二電子接觸之間。施加此電子刺激期間，測量裝置 32 係測量半導體晶圓 10 對該電子刺激之響應。以此響應為基礎，測量裝置 32 可決定介電質層 14，基板 12，介電質層 14 及基板 12 之介面，或其若干組合至少一電子特性。

可藉由測量裝置 32 可測量之施加電子刺激之裝置 30 來施加之適當電子刺激非限制例，係包含電容－電壓型刺激（CV），電導－電壓（GV）型刺激，電荷－電壓（QV）型刺激，及/或電流－電壓（IV）型刺激。可從這些刺激被決定之電子刺激非限制例係包含平能帶電壓（VFB），門檻電壓（VT）及洩漏電流（ILEAK）。因為有關這些刺激施加及來自這些刺激之介電質層 14，基板 12，介電質層 14 及基板 12 之介面或其若干組合至少一電子特性之決定細

節係為技術領域所熟知，所以有關這些刺激施加及該至少一電子特性之決定細節為了簡化在此不做說明。

本發明已參考較佳實施例做說明。閱讀及理解先前詳細說明時將會想到明顯地修改及改變。例如，各實施例接觸器 6 係被描述為具有界定表面 20 之尖端之探針。然而，此並不被建構限制本發明。再者，延伸於主體 38 半徑外側之各層 40，42，54 僅被顯示用於說明。然而，熟練技術人士了解塗敷 40，42 及 54 係相當薄，於其上這些層並不會如第 2 至 5 圖所示某種程度地延伸於主體 38 半徑外側。預期只要其處於附帶申請專利範圍或其同等物範圍內，本發明均可被建構為包含所有該修改及改變。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係為具有半導體晶圓測試系統之半導體晶圓操作相關橫斷面圖；及

第 2 至 5 圖係為第 1 圖所示之測試系統接觸不同實施例。

【主要元件符號說明】

- 2 半導體晶圓測試系統
- 4 電導真空夾盤
- 6 接觸器
- 10 半導體晶圓
- 12 基板
- 14 介電質層

- 16 基板 12 之上側
- 20 部分球體傳導表面
- 22 介電質層 14 之上側
- 26 接觸成形裝置
- 28 垂直移動方向
- 30 施加電子刺激之裝置
- 32 測量裝置
- 38 接觸器 6 之主體
- 40 鈿或鈿合金形成之電導鹼性物質
- 42 銓或銓合金形成之電導層或塗敷
- 54 鈿、鈿或鈿鈿合金形成之一層或塗敷

七、申請專利範圍：

1. 一種測量半導體晶圓至少一電子性質之方法，該方法包含步驟為：

(a)提供自一覆蓋一電導鹼性物質之電導塗敷所形成的一彈性可變形傳導接觸，其中：

該鹼性物質具有一第一工作函數；

該塗敷具有一第二工作函數；且

該塗敷具有使該傳導接觸具有介於該第一工作函數及該第二工作函數中間之範圍的厚度；

(b)形成該傳導接觸及一半導體晶圓上表面間之一第一電子接觸；

(c) 形成與該半導體晶圓接觸之一第二電子接觸；

(d)於該第一電子接觸及該第二電子接觸間施加電子刺激；

(e) 測量該半導體晶圓對該電子刺激之一響應；及

(f) 從該響應決定該半導體晶圓至少一電子性質。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該傳導接觸為一探針尖端。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該塗敷厚度不超過五 (5) Debye 長度。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該鹼性物質包含鉬。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該塗敷包含銱。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該塗敷包含覆蓋該鹼性物質之一第一物質層及覆蓋該第一物質層之一第二物質層；及其中該第二工作函數與該第一及第二物質之工作

函數有關。

7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該第二工作函數係居第一物質之工作函數及該第二物質之工作函數中間。

8. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該鹼性物質，該第一物質及該第二物質為不同物質。

9. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該鹼性物質包含鉬。

10. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中：該第一物質係包含鉍；及該第二物質係包含鈦（Ru）及鉭（Ta）至少其中之一。

11. 一種測量半導體晶圓至少一電子性質之方法，其包含步驟為：

（a）提供自一覆蓋一電導鹼性物質之電導塗敷所形成的一彈性可變形傳導接觸，其中：

該鹼性物質具有一第一工作函數；

該塗敷具有一第二工作函數；且

該塗敷具有使該傳導接觸具有介於該第一工作函數及該第二工作函數中間之範圍的厚度；

（b）於該傳導接觸及覆蓋該半導體晶圓上表面之介電質層間形成一第一電子接觸；

（c）形成與該半導體晶圓接觸之第二電子接觸；

（d）於該第一電子接觸及該第二電子接觸間施加電子刺激；

（e）測量該介電質層及該半導體晶圓之組合對該電子刺激之響應；及

（f）從該響應決定該介電質層、該半導體晶圓或兩者

至少一電子性質。

12. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該傳導接觸為一探針尖端。

13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該塗敷厚度不超過五（5）Debye 長度。

14. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該鹼性物質包含鉬。

15. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該塗敷包含鉍。

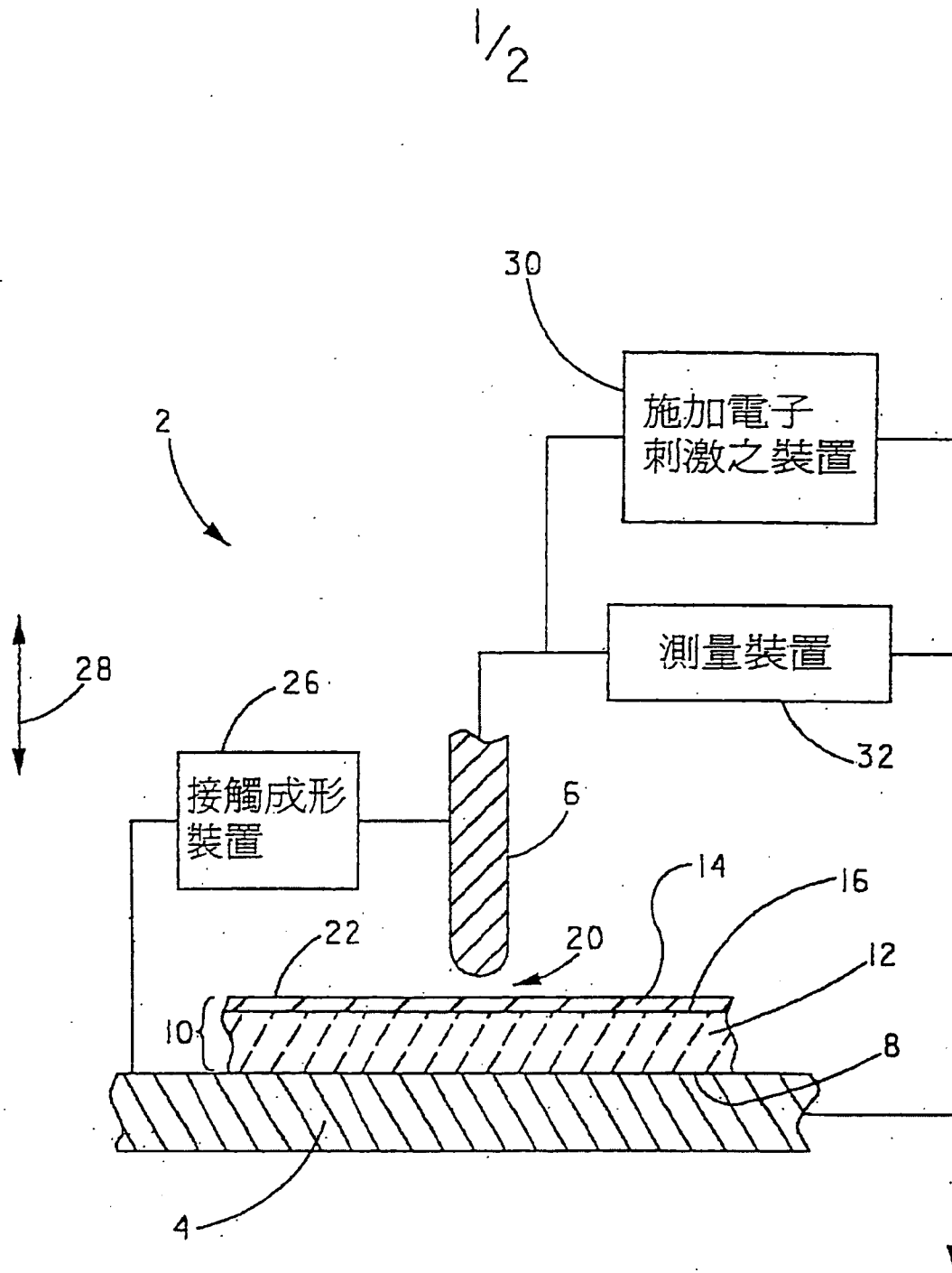
16. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中該塗敷包含覆蓋該鹼性物質之一第一物質層及覆蓋該第一物質層之一第二物質層；及其中該第二工作函數與該第一及第二物質之工作函數有關。

17. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該第二工作函數係居第一物質之工作函數及該第二物質之工作函數中間。

18. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該鹼性物質、該第一物質及該第二物質為不同物質。

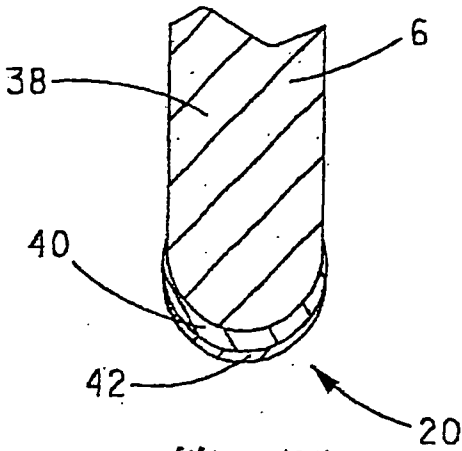
19. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該鹼性物質係包含鉬。

20. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中：該第一物質包含鉍；及該第二物質包含鈦（Ru）及鉭（Ta）至少其中之一。

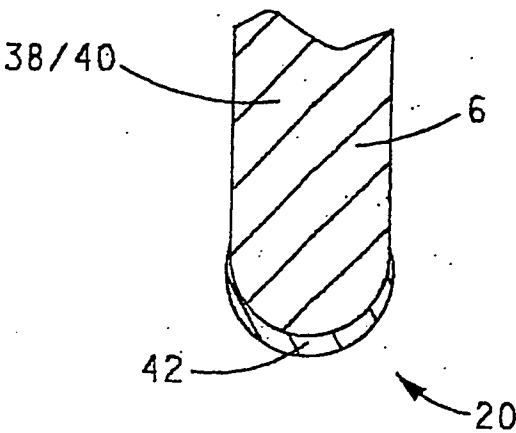


第 1 圖

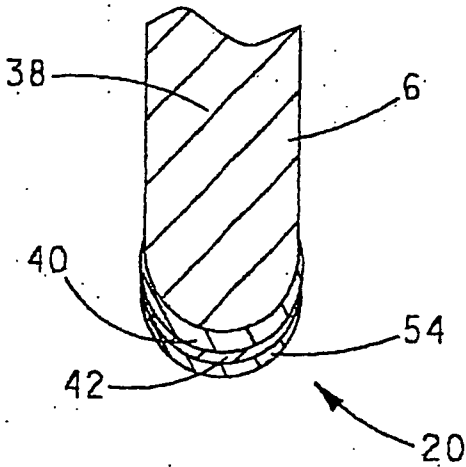
2/2



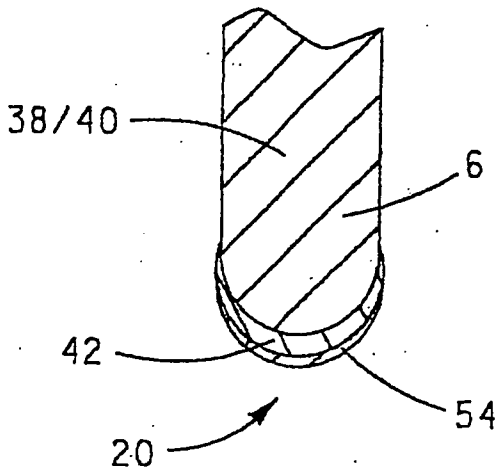
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖