

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：97113780

※申請日期：97.4.16

※IPC 分類：H01B 1/22 (2006.01)

H05K 1/09 (2006.01)

C09D 1/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

導電性墨水及導電體/Conductive ink and conductor

二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

芬蘭技術研究中心/VALTION TEKNIILLINEN TUTKIMUSKESKUS

代表人：(中文/英文)

麗莎 哈締卡恩/LIISA HARTIKAINEN

住居所或營業所地址：(中文/英文)

芬蘭艾絲普 FI-02150 佛利米享帝街3號

國籍：(中文/英文)

芬蘭/FINLAND

三、發明人：(共3人)

姓名：(中文/英文)

1. 蒂納 曼尼寧/MS. TIINA MAANINEN

2. 亞托 曼尼寧/MR. ARTO MAANINEN

3. 馬可斯 托米克斯基/MR. MARKUS TUOMIKOSKI

國籍：(中文/英文)

1.~3. 芬蘭/FINLAND

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：

1. 歐洲、2007/05/03、07107393.6

☐ 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】

☐ 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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於導電性墨水、一種導電體以及製造導電性墨水及導電體之方法。

【先前技術】

在電子學領域中，有很多製造導電體之方法。一導電體能利用一導電性墨水以及以室溫或在一烤箱中(例如，以可產生高速製造之 150°C 左右)固化該導電性墨水而被印刷在一基底之上。該墨水通常是藉由將銀粉添加至一黏合劑與一溶劑之混合物之中來被製造。其他的金屬，例如銅及金，亦可被採用。當該溶劑在固化該墨水成為一實際導電體之過程中被蒸發時，銀顆粒可被視為對彼此形成一物理性接觸，以導致導電體中之良好導電性。

雖然所採用之銀及其他金屬會具有良好的導電性，但其功函數是很高的。對於所採用之金屬的功函數大約是 4.5eV ，其只有很小的變異。該功函數是意指用來從一固體釋放一電子所需之能量。高的功函數(實際上在所採用之金屬中是固定的)會導致一低性能及低效率。此可被看作為一高操作電壓及在一電子裝置(具有供給這些金屬之導電體之操作電壓)中之一高能量消耗。然而，由於很多電子裝置具有電池做為其能量來源以及電子裝置具有增加的能量消耗應用，效率及性能應該不斷地被改善。因此，舉例來說，有一種對於產生低操作電壓之需求，以為要降低能量消

耗以及增加在再充電之間的週期。

【發明內容】

本發明基本上採用如下所詳述之特徵以為了解決上述之問題。

根據本發明之一觀點，一種用以成型一導電體之墨水係被提供。該墨水包括複數個金屬微粒及一黏合劑。該等金屬微粒係包括下列之至少一個：鹼性金屬氧化物及不包含放射性金屬及鈹之鹼性金屬；以及該等金屬微粒係未被氧化。

根據本發明之另一觀點，一種利用包括複數個金屬微粒及一黏合劑之墨水所成型之導電體係被提供。該等金屬微粒係包括下列之至少一個：鹼性金屬氧化物及不包含放射性金屬及鈹之鹼性金屬；以及該等金屬微粒係未被氧化。

根據本發明之另一觀點，一種利用包括複數個金屬微粒及一黏合劑之墨水所成型之電極係被提供。該電極之該等金屬微粒係包括下列之至少一個：鹼性金屬氧化物及不包含放射性金屬及鈹之鹼性金屬；以及該等金屬微粒係未被氧化。

根據本發明之另一觀點，一種用來成型一導電體之製造墨水之方法係被提供。該墨水包括複數個金屬微粒。該方法包括在一惰性空氣中將未被氧化之複數個金屬微粒混合至一黏合劑，以形成該墨水。該等金屬微粒係包括下列之至少一個：鹼性金屬氧化物及不包含放射性金屬及鈹之

鹼性金屬。

本發明提供有多個優點。本發明之解決方法能致使利用包含鹼性金屬氧化物及/或鹼性金屬之一墨水來印刷一導電體。鹼性金屬氧化物及/或鹼性金屬之利用能降低功函數，並使其可能去控制及如果必要的話去減少操作電壓及能源消耗。

為使本發明之上述目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例並配合所附圖式做詳細說明。

【實施方式】

茲配合圖式說明本發明之較佳實施例。

請參閱第 1 圖，細察一電子零件之一範例。該零件可以是一光電子零件，例如，一 OLED 零件(有機發光裝置)、OSC(有機太陽能蓄電池)或 OFET(有機場效應電晶體)。一般來說，該零件可以是任何能被視作包括位在電極間之操作零件之電子零件，例如，一天線。在本範例之中，該零件可包括有一第一電極 100、至少一主動層 102 及一第二電極 104。第一電極 100 及第二電極 104 乃是導電體，其可將電能提供給該零件之主動層 102，以進行一適當之操作。在一 OLED 元件之主動層 102 之中，電子和洞之重組(其乃是電流之電荷載體)可發生，以及重組可以光輻射之形式釋放能量。

該零件之第一電極 100 及第二電極 104 之至少一個可使用一適合的墨水來被印刷。該墨水可使用一金屬材料來

被調製，該金屬材料包括鹼性金屬氧化物、鹼性金屬或鹼性金屬氧化物與鹼性金屬。有用的鹼性金屬氧化物是鎂(Mg)、鈣(Ca)、銦(Sr)及鋇(Ba)。鈹(Be)可被排除在外。鹼性金屬是鋰(Li)、鈉(Na)、鉀(K)、銣(Rb)及銫(Cs)。放射性材料鐳(Ra)及釷(Fr)在實務上是不能被採用的。該金屬材料可額外地包含來自元素週期表之3至15組之至少一金屬。做為這些金屬之一個範例，鋁(Al)可以與鎂或鈣混合。

這些金屬之功函數或金屬之結合可以被製低，以使得一零件能具有高性能及效率。以下是一功函數表：鎂 3.7eV、鈣 2.9eV、銦 2.6eV、鋇 2.5eV、鋰 2.9eV、鈉 2.4eV、鉀 2.3eV、銣 2.3eV 及銫 2.0eV(這些數值乃是根據化學及物理之 CRC 手冊)。雖然鋁具有一高功函數(4.2eV)，但鋁與至少一低功函數之金屬的適當混合會導致一低功函數。在本應用中，一低功函數意謂著低於 4eV。在製造過程中，導電體之功函數可藉由適當地混合金屬材料而被控制。因此，如果想要得到某一功函數，則金屬材料可以被混合，以達到所需之功函數目標。舉例來說，一適當混合可以根據實驗而得到。在一預先製成的導電體之中，鹼性金屬氧化物及/或鹼性金屬之數量會決定功函數。

金屬材料可以在一惰性空氣中或真空狀態下與至少一製程控制媒介一起被碾磨。一惰性材料並不會化學反應。金屬微粒亦可為適當的，而不需碾磨。

金屬材料可以為具有金屬微粒之金屬粉末。金屬微粒

之尺寸(例如，直徑)可以大約是數十微米。然而，金屬微粒亦可以為較大或較小。由於氧化作用，金屬微粒可以具有一電性絕緣表面。典型地，低功函數之金屬會易於氧化。在碾磨過程中，絕緣表面可以被去除掉，以及一導電表面可被成型至金屬微粒。因為碾磨是在一惰性空氣中或真空狀態下進行或者真空能避免再氧化，導電表面會保持導電性。碾磨可以改變微粒之形狀以及降低微粒之尺寸，如此一來，經碾磨過之微粒的尺寸可約為 5 微米左右，儘管微粒亦可為較大或較小。形狀及尺寸兩者在墨水之品質上會具有一影響作用。

碾磨製程可以在無製程控制媒介下來進行。然而，一或多個製程控制媒介加入至碾磨製程中亦是很普遍的。倘若至少一製程控制媒介被採用，其可能不會與金屬微粒反應。可能的製程控制媒介乃是有機溶劑，例如，碳氫化合物(庚烷、己烷、tetrahydrofurane、戊烷、環己烷、苯、乙醚等)。舉例來說，己烷與硬脂酸之結合物可以被採用做為製程控制媒介。己烷是硬脂酸可溶解於其中之溶劑，以及硬脂酸等可防止金屬微粒凝聚。

倘若超過一種金屬被採用來製造該墨水，則每一種金屬材料可被分別碾磨，以及經碾磨後之金屬微粒可被混合在一起。或者，不同的金屬微粒可同時在相同之碾磨機中一起被碾磨。

第 2 圖係顯示被一起碾磨之金屬微粒之一混合物。在本實例中，在每一個微粒 200 中之金屬係為鎂及鋁。碾磨

過程可將微粒緊密地壓擠在一起，以使其形成一合金。

第 3 圖係顯示被分別碾磨以及後來被混合之金屬微粒之一混合物。在本實例中，微粒 300、302 係為鋁及鈣。不管是一起或分別碾磨，兩種以上之金屬亦可被混合在一起。

最後，該墨水可在一惰性空氣中藉由將碾磨後之金屬粉末與一黏合劑及溶劑混合而被製造。該黏合劑可以是一種不會與金屬微粒反應之材料。舉例來說，該黏合劑可以是聚苯乙烯、polymethyl methacrylate 等。舉例來說，混合可以利用一高剪切混合器來產生。製造亦可以具有適當尺寸與形狀以及具有未氧化表面之金屬微粒來開始，以及其可直接與一黏合劑混合，以形成該墨水。

在該墨水被製備之後，一導電體可以被印刷，其可藉由將該墨水印刷於一物件上而進行。該印刷方法可以是一凹版印刷法、一絲網印刷法或一 flexography 印刷法。該物件可以是一零件或一基底。

請參閱第 4 圖，檢視做為一印刷實例之一凹版印刷方法。有許多其他適合的機械印刷方法，但假定該印刷方法係為已知且不需被解釋。一剛性或有彈性的物件 400 可通過兩個滾輪 402、404。物件 400 可在具有一層狀結構之零件中構成一層。滾輪 402 可具有槽室 4020，當滾輪 402 之表面浸泡於含有墨水 406 之一鍋槽 408 之中時，墨水 406 會轉移至槽室 4020。該槽室可以是位於滾輪 402 中之溝槽。一治理葉片 410 可被採用來移除在滾輪 402 上之多餘墨水。滾輪 404 可導引物件 400 及滾輪 402 來與彼此直接

接觸，以將墨水 406 轉移至物件 400 之一表面上。在一直接接觸中，滾輪 402 可實際碰觸到物件 400。滾輪 404 可強迫在滾輪 402 與滾輪 404 之間的壓擠，如此一來，滾輪 402 會壓著在物件 400 上之可印刷表面。墨水 406 會被轉移至其上之零件層可以是物件 400 或預先被處理至物件 400 上之一層。該轉移可藉由利用轉動之滾輪 402、404 透過一滾動對滾動製程通過一連續基底來被執行。

墨水 406 之黏性或表面張力可以被控制，如此一來，從分別之槽室 4020 被轉移之墨滴會結合在一起，以形成一均勻的層 412。黏性或表面張力愈低，墨水 406 就愈容易擴散及形成一均勻的層。該墨水係以一理想的導電圖案形狀被印刷。

該墨水之黏性可依據印刷方法而在一大範圍內變化。舉例來說，完成之層的品質能可隨著印刷速度以及相對於滾輪 402 之該治理葉片之角度與力量等來被控制。隨著凹版印刷塗覆方法，大量的零件可以相同的滾動來被製造，以及一製程速度可以超過每分鐘數百公尺。在墨水從一滾動輪至該零件之一層之轉移中的一個優點就是其可致使在一低溫製程中的高速製造。

在物件 400 上之墨水可以在一惰性空氣中或真空狀態下來被硬化，以用來成型該導電體。固化可以利用紫外光或紅外光輻射來被完成及/或乾燥可在室溫或一升高的溫度(例如，150℃)下來被完成。在固化過程中，該溶劑會蒸發掉，以及所產生的導電體會成為堅硬的固體。

當該導電圖案之墨水已被固化時，該產品可被轉移至另一處或被售出。然而，該導電體必須始終被保持在一惰性空氣中或真空狀態下，以避免發生氧化。

第 5A 圖係顯示在一零件 502 上之一導電體 500 之前視圖。導電體 500 可在一惰性空氣中以一保護外層 504 來被保護。可為任何適當材料之保護外層 504 會防止導電體材料與不同於該惰性空氣之一媒介物反應，以及因此保護外層 504 會確保及維持導電體 500 之電氣導電率，例如當零件 502 被移至一般空氣或一易反應環境中時。舉例來說，一適當的材料可根據實驗來獲得。

第 5B 圖係顯示在一零件 502 上之一導電體 500 之側視圖。同樣地，在第 5B 圖中，導電體 500 可在一惰性空氣中以一保護外層 504 來被保護。此外，一電線 506 係被顯示以與導電體 500 電性接觸，如此一來，電線 506 會通過保護外層 504。電線 506 可與一電源(未顯示於第 5B 圖之中)接觸。

惰性空氣或真空係連續地為從碾磨至固化之該操作所必需。該惰性空氣可為一元素的惰性空氣，例如一鈍氣或混合之鈍氣。非放射性鈍氣係為氦、氖、氬及/或氪。惰性空氣亦可為一分子氣體，例如氮氣或適當分子氣體之混合物。惰性空氣亦可為一或多個鈍氣與一或多個分子氣體之結合。

第 6 圖係再一次呈現製造導電性墨水以成型一導電體之方法。在步驟 600 之中，未氧化金屬微粒係在一惰性空

氣中被混合成一黏合劑，以形成導電性墨水。該金屬微粒包括下列之至少一個：鹼性金屬氧化物、不包含放射性金屬及鈹之鹼性金屬。

第 7 圖係再一次呈現成型一導電體之方法。在步驟 700 之中，該墨水係在一惰性空氣中或真空狀態下被硬化於該物件上，以成型一導電體，其中，該墨水已藉由敘述於第 6 圖中之方法所製造。當該導電體具有該保護外層時，該墨水及導電體係被保護免於氧化。

雖然本發明已以較佳實施例揭露於上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此項技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示一電子零件；

第 2 圖係顯示被一起碾磨之金屬微粒之一混合物；

第 3 圖係顯示被分別碾磨以及後來被混合之金屬微粒之一混合物；

第 4 圖係顯示一凹版印刷方法；

第 5A 圖係顯示具有一保護層之一導電體；

第 5B 圖係顯示具有包含一電線之一保護層之一導電體；

第 6 圖係顯示製造導電性墨水之方法之流程圖；以及

第 7 圖係顯示成型一導電體之方法之流程圖。

【主要元件符號說明】

100~第一電極；	102~主動層；
104~第二電極；	200、300、302~微粒；
400~物件；	402、404~滾輪；
406~墨水；	408~鍋槽；
410~治理葉片；	412~層；
500~導電體；	502~零件；
504~保護外層；	506~電線；
4020~槽室。	

五、中文發明摘要：

墨水係藉由將未被氧化之複數個金屬微粒混合於一黏合劑來被製造。該墨水係被印刷於一物件(502)上以及被固化，以成型一導電體。該製程係在一惰性空氣中或真空狀態下被執行，以維持該導電體(500)之電氣導電率。

六、英文發明摘要：

Ink is manufactured by mixing unoxidized metallic particles to a binder. The ink is printed on an object (502) and hardened for forming a conductor. The process is performed in an inert atmosphere or in vacuum for maintaining the electrical conductivity of the conductor (500).

十、申請專利範圍：

1. 一種用以成型一導電體之墨水，該墨水包括複數個金屬微粒及一黏合劑，其特徵在於：該等金屬微粒(200, 300, 302)係包括下列之至少一個：鹼性金屬氧化物及不包含放射性金屬及鈹之鹼性金屬；以及該等金屬微粒係未被氧化。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之墨水，其中，每一金屬微粒(200, 300, 302)包括至少部份下列之至少一個：一鹼性金屬氧化物及一鹼性金屬。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之墨水，其中，該等金屬微粒(300, 302)之一部份包括鹼性金屬氧化物，以及該等金屬微粒(300, 302)之一部份包括鹼性金屬。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之墨水，其中，在該墨水中之鹼性金屬氧化物之數量係被使用來決定由該墨水所製成之該導電體之功函數。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之墨水，其中，在該墨水中之鹼性金屬之數量係被使用來決定由該墨水所製成之該導電體之功函數。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之墨水，其中，該等金屬微粒(200, 300, 302)包括鎂。

7. 如申請專利範圍第 1 項所述之墨水，其中，該等金屬微粒(200, 300, 302)包括鈣。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之墨水，其中，該等金屬微粒(200, 300, 302)包括鎂及鈣。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之墨水，其中，該等金屬微粒(200, 300, 302)額外包括來自元素週期表之 3 至 15 組之至少一金屬。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之墨水，其中，來自元素週期表之 3 至 15 組之至少一金屬係被使用來調整由該墨水所製成之該導電體之功函數。

11. 一種利用包括複數個金屬微粒及一黏合劑之墨水所成型之導電體，其特徵在於：該等金屬微粒(200, 300, 302)係包括下列之至少一個：鹼性金屬氧化物及不包含放射性金屬及鈹之鹼性金屬；以及該等金屬微粒係未被氧化。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之導電體，其中，該導電體(500)具有一保護外層(504)，用以在一易反應空氣中維持該導電體(500)之電氣導電率。

13. 如申請專利範圍第 11 項所述之導電體，其中，每一金屬微粒(200, 300, 302)包括至少部份下列之至少一個：一鹼性金屬氧化物及一鹼性金屬。

14. 如申請專利範圍第 11 項所述之導電體，其中，該等金屬微粒(200, 300, 302)之一部份包括鹼性金屬氧化物，以及該等金屬微粒之一部份包括鹼性金屬。

15. 如申請專利範圍第 11 項所述之導電體，其中，在該導電體中之鹼性金屬氧化物之數量係被使用來決定由該墨水所製成之該導電體之功函數。

16. 如申請專利範圍第 11 項所述之導電體，其中，在該導電體中之鹼性金屬之數量係被使用來決定由該墨水所

製成之該導電體之功函數。

17. 如申請專利範圍第 11 項所述之導電體，其中，該等金屬微粒(200, 300, 302)包括鎂。

18. 如申請專利範圍第 11 項所述之導電體，其中，該等金屬微粒(200, 300, 302)包括鈣。

19. 如申請專利範圍第 11 項所述之導電體，其中，該等金屬微粒(200, 300, 302)包括鎂及鈣。

20. 如申請專利範圍第 11 項所述之導電體，其中，該等金屬微粒(200, 300, 302)額外包括來自元素週期表之 3 至 15 組之至少一金屬。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述之導電體，其中，來自元素週期表之 3 至 15 組之至少一金屬係被使用來調整由該墨水所製成之該導電體之功函數。

22. 一種利用包括複數個金屬微粒及一黏合劑之墨水所成型之電極，其特徵在於：該電極之該等金屬微粒(200, 300, 302)係包括下列之至少一個：鹼性金屬氧化物及不包含放射性金屬及鉍之鹼性金屬；以及該等金屬微粒係未被氧化。

23. 一種用來成型一導電體之製造墨水之方法，該墨水包括複數個金屬微粒，其特徵在於：

在一惰性空氣中將未被氧化之複數個金屬微粒(200, 300, 302)混合(600)至一黏合劑，以形成該墨水，該等金屬微粒係包括下列之至少一個：鹼性金屬氧化物及不包含放射性金屬及鉍之鹼性金屬。

24.如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中，在一惰性空氣中或真空狀態下以粉末之形式碾磨金屬材料以形成未被氧化、導電表面成為在該粉末中之複數個金屬微粒(200, 300, 302)。

25.如申請專利範圍第 24 項所述之方法，其中，該碾磨係以至少一製程控制媒介來被執行。

26.如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中，藉由在該墨水中之鹼性金屬氧化物之數量來調整由該墨水所製成之該導電體之功函數。

27.如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中，藉由在該墨水中之鹼性金屬之數量來調整由該墨水所製成之該導電體之功函數。

28.如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中，藉由將來自元素週期表之 3 至 15 組之至少一金屬與該等金屬微粒(200, 300, 302)混合來調整由該墨水所製成之該導電體之功函數。

29.如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中，一製程控制媒介係為一碳氫化合物。

30.如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中，一製程控制媒介係為一硬脂酸或一 octanoic acid。

31.如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中，該黏合劑係為聚苯乙烯或 polymethylmetacrylate。

32.如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中，該惰性空氣係為一分子氮氣。

33. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中，該惰性空氣係為一鈍氣。

34. 一種成型一導電體之方法，該方法包括利用含有複數個金屬微粒及一黏合劑之一導電墨水印刷一導電體，其特徵在於：將該墨水印刷於一物件(400, 502)之上；在一惰性空氣中或真空狀態下固化該物件(400, 502)上之該墨水，以成型一導電體，其中，該墨水係已藉由申請專利範圍第 23 項中之製造墨水之方法而被製造。

35. 如申請專利範圍第 34 項所述之方法，其中，藉由鹼性金屬氧化物之數量來決定由該墨水所製成之該導電體之功函數。

36. 如申請專利範圍第 34 項所述之方法，其中，藉由鹼性金屬之數量來決定由該墨水所製成之該導電體之功函數。

37. 如申請專利範圍第 34 項所述之方法，其中，藉由在該等金屬微粒(200, 300, 302)中將來自元素週期表之 3 至 15 組之至少一金屬來決定由該墨水所製成之該導電體之功函數。

38. 如申請專利範圍第 34 項所述之方法，其中，印刷係藉由凹版印刷法來被執行。

39. 如申請專利範圍第 34 項所述之方法，其中，印刷係藉由絲網印刷法來被執行。

40. 如申請專利範圍第 34 項所述之方法，其中，印刷係藉由 flexography 印刷法來被執行。

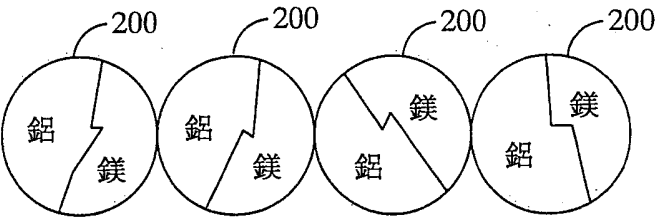
41. 如申請專利範圍第 34 項所述之方法，其中，該惰性空氣係為一分子氮氣。

42. 如申請專利範圍第 34 項所述之方法，其中，該惰性空氣係為一鈍氣。

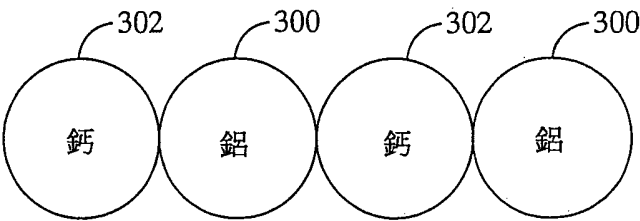
43. 如申請專利範圍第 34 項所述之方法，其中，以一保護外層(504)保護該導電體(500)，以維持該導電體(500)在一易反應媒介中之電氣導電率。

<u>100</u>	電極
<u>102</u>	主動層
<u>104</u>	電極

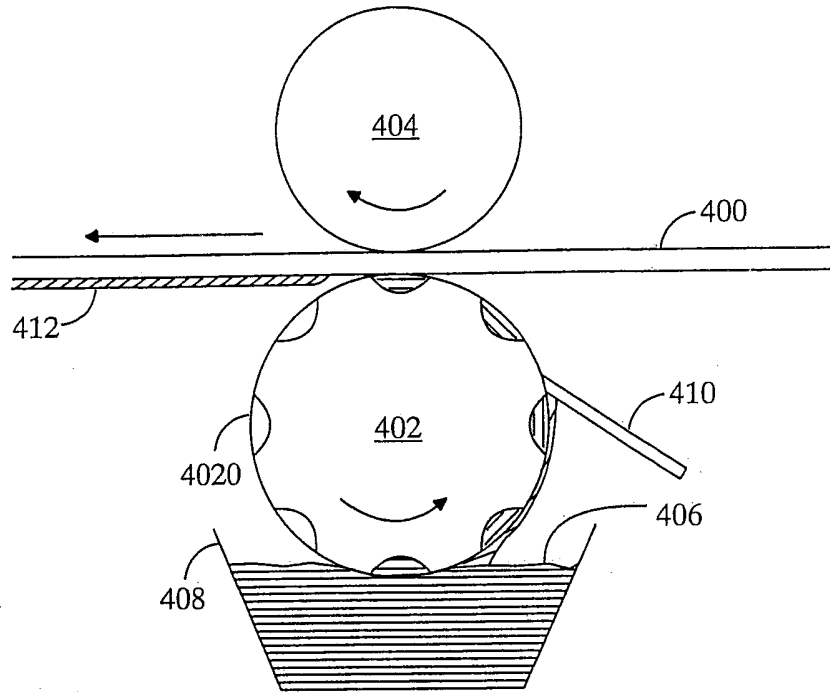
第1圖



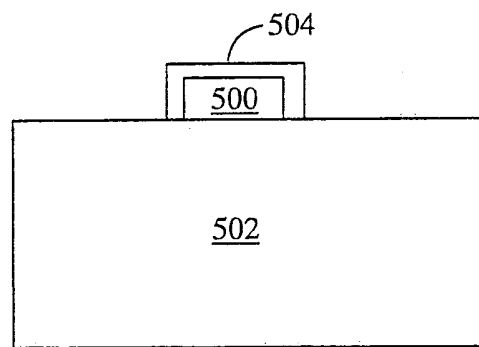
第2圖



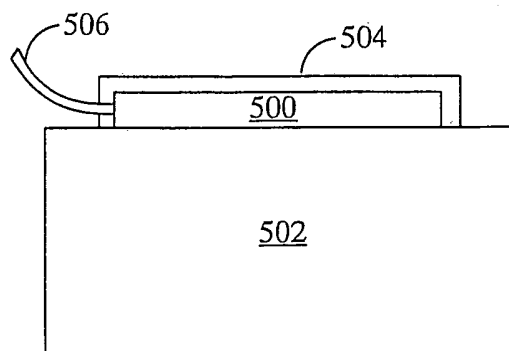
第3圖



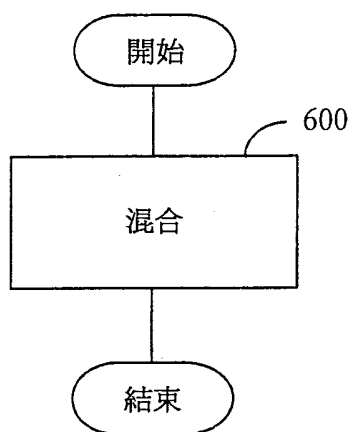
第4圖



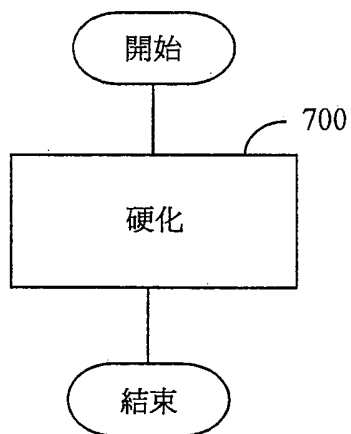
第5A圖



第5B圖



第6圖



第7圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(5)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

500~導電體；

502~零件；

504~保護外層；

506~電線。

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無。