

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： 97118350

B05B 5/025 (2006.01,

※ 申請日期： 97.5.19

※IPC 分類： B05B 5/047 (2006.01,

一、發明名稱：(中文/英文)

G01N 30/72 (2006.01,

H01J 49/04 (2006.01,

靜電噴霧裝置及靜電噴霧方法

AN ELECTROSTATIC SPRAYING DEVICE AND A METHOD OF ELECTROSTATIC SPRAYING

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

瑪麗皇后與西田學院 / QUEEN MARY & WESTFIELD COLLEGE

代表人：(中文/英文)

布朗 葛萊美 / BROWN, GRAEME

住居所或營業所地址：(中文/英文)

英國東倫敦邁爾底路

Mile End Road, LONDON E1 4NS, United Kingdom

國 籍：(中文/英文)

英國 / ENGLAND

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 史塔克 約翰 P. W. / STARK, JOHN P. W.
2. 亞歷山大 馬修 S. / ALEXANDER, MATTHEW S.
3. 派尼 馬克 D. / PAINE, MARK D.
4. 史密斯 凱薩琳 / SMITH, KATHARINE

國 籍：(中文/英文)

- 1.-4. 英國 / ENGLAND

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：。

☒ 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. 英國、 2007/05/17、 0709517.7

2. 英國、 2007/06/06、 0710879.8

☐ 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】

本發明有關靜電噴霧裝置及靜電噴霧方法。

【先前技術】

5 在傳統靜電霧化或電噴霧技術中，電解液體表面，基本上傳導性大於 10^{-8} S/m，為以一施加電場充電，基本上在約 10^6 V/m的狀況。當在流體表面上之靜電力超過液體表面張力時，產生噴霧。最安定之噴霧方式為錐形-噴射模式，其中在靜電及表面張力間的平衡造成一泰勒(Taylor)錐形，由其頂端發射出一液體噴射。此安定之錐形-噴射僅發生在一特定範圍之液體流動速率及施加電壓。當電壓及/或流動速率為低於安定錐形-噴射所需者，則產生其他噴霧方式，包括滴落、電滴落及紡垂狀模式。

10

廣泛用於電噴霧離子源質譜分析之特定電噴霧方法，如述於Int. J. Mass Spectrom. Ion processes 1994，136，167-180，已知為奈米電噴霧。奈米電噴霧的特性為流動速率可藉由施加電壓及管幾何形狀說明，特別是出口直徑。此具有的優點為電噴霧可在未使用泵或閥下由一儲器驅動液體至出口。使用此方法以控制噴出或沉積小體積流體的能力已由J. Aerosol Sci. 2007，38，315-324確定為以一系列流體圖案化表面的可期待技術。

15

20

在絕緣流體的靜電噴霧中，具有傳導性小於 10^{-8} S/m者，其固有的傳導性在一相似於如前述的較高傳導性之流體觀察到之傳統電噴霧特性的方式中，在施加之電壓下不

足以產生一足夠大的表面電荷。然而，已顯示若使用一特定之電極幾何，例如使用一削尖的針為一浸入流體中的電極，則可能注入電荷至絕緣流體中以允許液體進行噴霧及噴射，如述於J. Appl. Phys., 1976, 47, 5, 1964-1969。在

- 5 此方式中，可以相似於傳統電噴霧觀察到之模式可發展足夠的表面電荷以噴霧介電質液體。此電荷注入機制未限制於一高電壓電源且包括但未限制為摩擦電產生之電荷及壓電式裝置。

- 由J. Appl. Phys. 1998, 64, 4278-4284亦已知對於絕緣
10 流體，當電壓為低於產生一安定錐形-噴射型模式所需要者時，液體液錐可在半安定錐形-噴射及一變形液滴間經歷振盪。此導致在一由液體表面間歇發射之流體小滴的脈衝噴霧。脈衝的產生需要一恒定之流體流動速率，其由一泵或一加壓流體提供。

- 15 在其他已知之靜電霧化或電噴霧技術，當電壓或充電電流施加至被噴霧之液體時，電噴霧持續發生。可電噴霧之液體體積的控制因此相對限制，因為任何在電壓或充電電流施加之時間的變化可直接影響噴霧液體的體積。

- 絕緣流體靜電噴霧的已知方法具有的缺點在於為了開
20 始及停止噴霧，需要開始及停止泵之方法。此不可能精準控制泵的開始及停止。在此一裝置中，即使電場或充電電流關閉，此泵將持續傳送液體至管出口或噴霧區域，導致滴落。此意謂液體噴霧之精密控制為不可能的。

【發明內容】

本發明第一態樣提供一靜電噴霧裝置，其用於在脈衝中分配一控制體積之實質非傳導之液體，此裝置包含一具有一噴霧區域的發射器，由該噴霧區域可噴霧液體。一用以將電荷注入液體的裝置，故在使用時，液體藉靜電力傳送

5 至噴霧區域且當注入電荷時在至少一脈衝發生靜電噴霧，且此裝置較佳未包括一機械泵或任何加壓液體之其他裝置。

此具有的優點為靜電噴霧裝置提供可信賴之噴霧非傳導液體小滴脈衝，其可精確的開始及停止。

10 本發明第二態樣提供一靜電噴霧之方法，該方法包含提供一發射器以容納一實質非傳導液體。此發射器具有一噴霧區域並注入電荷至該液體中，由該處液體可被噴霧，故此液體可藉由靜電力傳送至噴霧區域而未使用一機械泵或加壓液體的裝置，且其中在施加電場或充電電流時，選

15 定在脈衝中引起靜電噴霧之電場強度或充電電流、液體黏度及電極幾何學與發射器幾何學。

不論正或負電荷可注入液體或流體中。

可選擇地，注入電荷至液體或流體的裝置為一尖點導體如一金屬針或梢，具有一錐化或削尖之尖點。此幫助電

20 荷注入作用，特別是對非傳導流體或液體。

可選擇地，此尖點可完全浸漬入液體中。此尖點亦可位於發射器中。此尖點因此不會由發射器之孔洞突出。此發射器可為一具有孔洞或開口之穴部或毛細管。此尖點亦可位於穴內側且因此未延長通過穴之孔洞，亦即在孔洞

前。此改良電荷注入作用，故改良脈衝或發射出之液滴的規則性與可靠性且亦可減少噴射或液滴破裂為較小及較不規則的小滴之發生。此可能對於非傳導流體或液體特別重要。

- 5 依本發明第三態樣，其提供一電噴霧裝置，其包含：
一發射器以容納液體，該發射器具有一噴霧區域，由該區域可噴霧液體；用於施加隨時間變化之電場或充電電流至液體的裝置；其中，在電場或充電電流施加時，當隨時間變化之電場或充電電流的強度大於一閾值強度時，電噴霧
10 以脈衝發生；且其中當電噴霧發生時，液體由靜電力拉回至噴霧區域；及其中，在使用時，該隨時間變化之電場或充電電流強度為非0。

此具有的優點為靜電噴霧裝置提供噴霧液體小滴的可靠脈衝以形成精準控制體積之噴霧液體。

- 15 較佳地，隨時間變化之電場或充電電流的強度可變化，故一或更多之電噴霧脈衝可在第一時間週期期間發射，及一或更多之電噴霧脈衝可在第二時間週期期間發射；其中第一時間週期中脈衝發射速率為不同於第二時間週期中脈衝發射速率。

- 20 較佳地，第一時間週期的長度為實質相同於第二時間週期的長度。

較佳地，提供一變化時間長度的裝置，電場或充電電流強度為高於閾值強度。

較佳地，電場或充電電流強度當高於閾值強度時，為

實質恒定。

依本發明之第四態樣，其提供一電噴霧之方法，其包含：提供一發射器以容納液體，該發射器具有一噴霧區域，液體可由該區域噴出；提供液體至該發射器；對該液體施加一隨時間變化之電場或充電電流；其中該隨時間變化之電場或充電電流強度造成電噴霧在脈衝中發生，同時電場或充電電流為大於一閾值強度；且其中當電噴霧發生時，液體藉靜電力拉至噴霧區域；及

其中，在使用中，該隨時間變化之電場或充電電流強度為非-0。

可選擇地，該方法亦可用於傳導軌道的製造。

有利地，隨時間變化之電場或充電電流的強度可變化，故一或更多之電噴霧脈衝可在第一時間週期期間發射，及一或更多之電噴霧脈衝可在第二時間週期期間發射；其中第一時間週期中之脈衝發射速率為不同於第二時間週期中之脈衝發射速率。

可選擇地，本發明方法包含在恒定週期週率中變化電場或充電電流強度，當強度大於閾值值時，工作週率為可變的。

20 圖式簡單說明

本發明之實施例將配合圖式說明，其中：

第1圖為依本發明之第一態樣的裝置之側剖面示意圖；

第2A圖為依本發明第一態樣在液體靜電噴霧期間一拉伸玻璃噴嘴的側視圖；

第2B圖為依本發明第一態樣之一基材在接受液體靜電噴霧後的平面圖；

第3圖顯示使用本發明第一態樣在一特定注入電極及噴嘴幾何學，液滴發射頻率與施加的電壓的關係圖；

5 第4圖顯示依本發明第一態樣當噴霧時，以不同噴嘴大小而獲得之液滴發射頻率範圍之圖；

第5圖為本發明第二實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第6A、6B及6C圖為本發明第三實施例之裝置的側視剖面示意圖；

10 第7圖為使用本發明第三實施例之裝置產生之液體靜電噴霧圖像；

第8圖為本發明第四實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第9圖為本發明第五實施例之裝置的側視剖面示意圖；

15 第10圖為本發明第六實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第11圖為本發明第七實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第12圖為本發明第八實施例之裝置的側視剖面示意圖；

20 第13圖顯示一系列噴霧小滴，其說明由相同的噴嘴發射器幾何以不同的施加電場或或充電電流得到的發射液滴體積之變化；

第14圖為本發明第九實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第1b圖為本發明第十實施例之側視剖面示意圖，僅用以例示說明用；

第3a及3b圖顯示在第一模式中電流(說明電噴霧脈衝)相對時間之圖；

5 第15圖顯示在第一模式中電流(說明電噴霧脈衝)相對時間之圖；

第16圖顯示在第一模式中電流(說明電噴霧脈衝)相對時間之圖；

第17圖顯示在第二模式中電流(說明電噴霧脈衝)相對
10 時間之圖；

第7a、7b及7c圖顯示在第三模式中電流(說明電噴霧脈衝)相對時間之圖；

第18圖顯示本發明具有一整合電極之第11實施例；

第19圖顯示液滴沉積於一紙基材的相片；

15 第20圖顯示液滴沉積於一乙酸酯基材的相片；及

第21圖顯示液滴沉積於一矽基材的相片。

【實施方式】

第1圖顯示一靜電噴霧裝置1。一發射器管2能容納被電噴霧之液體3。此管2具有一圓形孔洞或開口29，液體3可由
20 該孔洞或開口29噴霧。管2做為液體3之液體儲器。液體3為一低傳導性或實質非傳導液體，亦即實質絕緣液體。可替代地，液體3亦可為一傳導液體。然而，下文提供之實施例為討論實質非傳導液體的使用。

一發射器管2容納被電噴霧之液體3。此管2具有一孔洞

或開口29，液體3可由該孔洞或開口29噴霧。此孔洞較佳為圓形。管2做為液體3之液體儲器。液體3為一低傳導性或實質非傳導液體，亦即實質絕緣液體。

此實質非傳導液體較佳具有少於 10^{-8} S/m之傳導性，且
5 可具有一小於 10^{-6} S/m之傳導性。液體3可為一介電質液體。實質非傳導及絕緣等詞為意指具有低於 10^{-6} S/m傳導性的液體，或可選擇地，為低於 10^{-8} S/m。

一為針4形式之電極與被噴霧之液體3接觸。此針4具有一尖端4a錐化至一尖點。此尖端4a在管中相鄰於開口29。
10 針4與管2之縱軸對準，且尖端4a在開口29的中心。此針4較佳由金屬製成。當一電壓施加至針4時，尖端4a可發射正或負電荷至液體3中。此電荷可為電子(負電荷)或由捕捉電子製成(正電荷)。電荷注入至液體3可被視為一充電電流。

一基材電極10於距發射器管2之開口29的適當距離放置，基本上為1 mm等級。此基材電極10為一0.5cm厚之2cm
15 x 2cm尺寸之固態方形塊，其對準發射器管2之縱軸。基材電極10為接地的。

一高電壓電源5，能供應任一極性之電壓，為連接至金屬電極4。此高電壓電源5可提供恒定電壓(亦即DC)至該液
20 體。提供之電壓依一選定值不同。

一集基材9置於基材電極10之上部。集基材9由發射器管2接受脈衝電噴霧小滴。

一電腦化之高精密移動平台11支撐集基材9及基材電極10，且可在垂直噴霧方向移動電極10。

基材表面可以粒子或分子之預組成單層塗覆，及/或以
粒子或分子的預組成之次單層塗覆。此基材可為一絕緣
體、一半導體或一導體。此基材可特別是矽。

發射器管2、基材電極10及集基材9可容納於一接地之
5 不鏽鋼真空室中以允許變化周圍的氣體壓力，且尤其是降
低。

液體3在開口29具有液錐，液錐在電噴霧期間振盪。此
液錐可為延伸至開口29下的錐形，如顯示於第1圖。此振盪
液體液錐及靜電產生的小滴可藉由一高速電荷耦合裝置
10 (CCD)照相機7觀察到，由一冷光源6照明。

電荷注入至流體的量可藉由一連接至發射器管2的電
流監測裝置12測量，以經由液體測量電流。

靜電噴霧裝置1為一未加壓的系統，意指當此裝置使用
時，在孔洞29及液體儲器間無泵或閥連接。液體由儲器流
15 動僅藉由靜電力誘發。此靜電力藉由在流體內注入的電荷
產生且因自由電荷，電場在流體表面及在流體本身內呈現。

靜電噴霧裝置1構造為在不連續的脈衝中噴霧液體3，
一或更多之液體3脈衝在電壓施加至針4時的週期內噴霧。
當裝置1為適當構造且不直接藉由開始及停止施加電壓
20 時，噴霧脈衝自動發生。

為了脈衝噴霧發生，選擇液體黏度、電極及發射器幾
何以使需要在一接近最小安定之噴霧流速的流速下靜電泵
出液體的力不會太大。亦基於液體黏度、電極及發射器幾
何選擇此電場強度或充電電流。選擇電場強度以使靜電噴

霧以脈衝發生，而無一恒定電暈放電。對於特定之發射器孔洞直徑或液壓阻力下，對於一高液體黏度，電場強度或注入電荷速率可較高。對一較低液體黏度，可使用一較低充電電流。對於較小之發射器孔洞直徑或較低液壓阻力下，電場強度或注入的電荷量對於特定黏度則需較高，或此黏度對於一特定電場強度或注入電荷電流需較低。此些關係可應用至所有描述的實施例。

在靜電噴霧裝置1中可使用許多不同液體。室溫傳導性可在一微小的傳導性至高至 10^{-6} S/m範圍間。亦可使用低傳導性冷凍液體如液態氮，液態氬、液態氫或液態氧。可使用 1×10^{-4} 至100 Pa.s之黏度。

此靜電噴霧裝置1可用於做為一印表機，以噴霧一墨水或列印於晶片或基材上。

此靜電噴霧裝置具有特別的優點為液體脈衝的開始及停止可非常精準的控制。此係因為當電荷被注入流體3內時，液體僅由毛細管出口流出並由管1發射。

電荷可以數種方式注入低-傳導性或絕緣流體中，包括但未限制為由一尖銳金屬電極在高電壓注入，由一壓電式電荷注入裝置或摩擦電之充電機制注入。電荷注入製程的開始及停止可非常精確的控制。

此些不同充電機制可用於任何描述之實施例中。

當施加一恒定，亦即非-脈衝之充電電流或電場時，產生噴出流體之不連續的脈衝。每一噴霧脈衝之液體量與施加電場或充電電流之時間無關。當不連續的脈衝需噴射出

時，且當電場或充電電流開啟時，裝置1發射一連串靜電噴霧脈衝可開啟及關閉恒定之電場或充電電流以控制。電場或充電電流的開啟或關閉本身未直接引起。此裝置構造為當施加一恒定電場或充電電流時，其為一可自動產生脈衝的模式。靜電噴霧脈衝的形成無關於任何機械控制裝置或電場或充電電流控制裝置。此提供非常一致且均一的靜電噴霧之流體脈衝，亦即小滴。

靜電噴霧裝置1更具有優點為每一噴霧脈衝發生為不連續的噴射，每一噴射含有一小且可預測體積之液體。若在管及被噴霧之表面間有一相對移動，則該表面將接收到一連串不連續的點，其彼此間隔。提供連串的點可利於列印或其他應用。此較佳可藉由移動被噴霧的表面而達成，但亦可藉由發射器的移動而達成。

此靜電噴霧裝置可產生一脈衝電場或充電電流。每一電場或充電電流脈衝可包含一或更多之噴霧流體的脈衝。此靜電噴霧脈衝通常在電場或充電電流脈衝開始時未開始，且通常當電場或充電電流脈衝結束時未結束。噴霧脈衝為無關於施加電場或充電電流之脈衝長度。靜電噴霧脈衝或脈衝發射之體積因此依在電場或充電電流脈衝中發生的靜電噴霧脈衝數而定，且未直接有關於電場或充電電流脈衝的長度。此允許在電場或充電電流脈衝長度中的容受度，而未影響在噴霧脈衝發射之液體量。

例如，若希望重複噴霧一相等於靜電噴霧脈衝體積之體積，在脈衝中可施加電場或充電電流至針4。當電場或充

電電流施加時，靜電噴霧在一預定頻率之脈衝中發生但通常不會立即開始，亦即該裝置未在電場或充電電流啟動時立即自動噴霧。電場或充電電流每一脈衝的時間必須長至允許一噴霧脈衝被發射出但需短至防止二(或需要數量之)

- 5 靜電噴霧脈衝發射出。當施加電場或充電電流時，可移動電極及/或基材，以施加後續之噴霧脈衝至基材上的不同位置。任何數目的液體脈衝可在減少電場或充電電流以抑止進一步脈衝前被噴霧。增加充電電流將增加脈衝頻率，允許液體沉積的進一步控制。

- 10 裝置的使用將配合第1圖描述。相同的方法亦可施加至第1b及18圖之裝置。施加一電位至液體，故液體在脈衝中由管1噴出如噴霧8。噴霧8衝擊基材9。移動平台11在垂直於噴霧8方向移動集基材9及基材電極10。此平台可保留穩定以允許一或多數個噴霧8脈衝在相同尖點衝擊基材9。

- 15 此系統1不具有分離開發射器管的儲器。此管2本身儲存被噴霧之液體3。實施例9藉由供應源5的正確施加電位而允許液體3沉積在基材9上。

可替代地，液體可儲存於與發射器管流體相連之儲器中。

- 20 在基材9與發射器2間的距離可變化以使沉積區域較小或較大。依在噴霧小滴上的電荷量，噴霧小滴8可分散出如依發射器2行徑離開，故在基材9及發射器1間的較大距離可提供一較大的沉積區域。電極10及/或集基材9較佳置於移動平台11上，其可由電腦控制。此移動平台11提供在電極

10及/或基材9與噴霧小滴8間的相對移動以使噴霧小滴8可沉積遍及基材9的選定區域。

在參考第1圖之例示裝置中，發射器管2由一外直徑為2mm與內直徑為0.86mm的未塗層矽酸硼玻璃毛細管形成，其錐化至一42 μ m直徑之開口29。此電噴霧裝置1使用為碳負載油系墨水之流體做為被噴霧之液體3，其具有約 10^{-12} S/m傳導性及10mPa.s黏度。

選擇在針4之端部與管2之開口29的適當距離，在此例中使用4mm距離，且在管開口29與基材材料9間的距離基本上為1mm級。使用之集基材9為高品質相片紙，其置於一為接地電位的鋼基材電極10上。

在未施加電壓至金屬針4或其他電荷注入裝置時，無液體墨水自毛細管中產生。當電壓施加至針4(或其他裝置)由0增加至900 V電壓，此小滴墨水由毛細管在一穩定頻率於低的數百赫茲範圍下發射。當電壓增加至高於900 V，則小滴發射的頻率及液體由毛細管出口流動速率增加。當裝置的所有其他參數為恒定時，小滴噴霧的頻率在一恒定電壓(亦即電荷注入之恒定速率)為恒定。

藉由在一已知的恒定速度在脈衝噴霧8下使用電腦控制之移動平台11移動集基材9，小滴發射的頻率由基材之後沉積圖像而決定。

由毛細管出口噴出之脈衝墨水噴霧的例示圖像顯示於第2A圖。顯示一系列在不同發射頻率沉積的墨水點線條之一集基材9的例示微圖像係顯示於第2B圖。基材移動的速度

使用電腦控制之移動平台11選定為50 mm/s。發射液體脈衝的頻率為藉由改變至金屬注入器電極4的施加電壓而變化。

發現小滴發射頻率由在900V約300Hz至在4.0kV施加電壓約80kHz，如顯示於第3圖的圖中。在900至4000V範圍，觀察到噴霧脈衝及小滴發射的頻率持續增加與無安定的錐形-噴射噴霧方式。在電壓高過4.0kV，開始產生週期火花放電。

使用已知之相片紙基材上產生的殘餘點大小與最初沉積之脈衝體積間的關係，在每一靜電噴霧脈衝發射出的液體體積計算為1-3皮升等級。

第4圖顯示不同發射器/噴嘴大小在因施加電場的改變可得之液滴發射頻率範圍的影響。由圖式，其顯示當使用較大的發射器/噴嘴出口直徑時，最小及最大的液滴發射頻率為較低。此液體為相同於前述之碳負載油系墨水，包括由比前述討論之42微米的噴嘴大的噴霧而得的數據。

第5圖顯示本發明顯示於第1圖之靜電噴霧裝置實施例的潤飾。顯示於第5圖之電噴霧裝置21包含二發射器管13a、13b，每一管13a、13b實質相同於前述之管2。亦可替換使用任何數目之發射器。第一管13a含有一被噴霧之第一液體15a。第二發射器管13b含有一被噴霧之第二液體15b。一第一尖點電極4b位於第一發射器管13a內，且與管13a之縱軸對齊。一第二尖點電極4c位於第二管13b內，且與第二發射器管13b之縱軸對齊。一電源連接至第一電極4b。相同之電源14或一不同之電源連接至第二電極4c。

電噴霧裝置21更包含一基材9a，液體15a、15b可噴霧在其上。基材9a放置在電極10a上，其在接地電位。電極10a可連接至該或各自電源。基材9a及接地電極10a可放置在一移動平台11a上，以在由發射器管13a、13b的恒定距離移動

5 基材9a。發射器管13a、13b各自具有一開口，經此開口液體15a、15b可被噴霧。一第二電源14連接一電極10及浸入之金屬電極4b間。第5圖之其餘特徵為如第1圖所述者。當一電位施加至與在各發射器管13a、13b中之流體接觸的第一及/或第二金屬電極時，一脈衝靜電噴霧由各自管13a、13b

10 產生。

第5圖顯示二發射器管，然而可一起使用超過二管。此管可以一二元陣列配置。

第6A、6B、6C圖顯示本發明靜電噴霧裝置之再一實施例。一發射器管18以一毛細管形式連接至一絕緣流體儲器

15 16，其包含被噴霧的液體。一摩擦電之電荷17傳送至毛細管18以啟動流體的噴霧。流體噴霧持續時間及噴霧脈衝的性質依注入的電荷量而定。

噴霧之液體為Dow Corning FS1265矽酮油。在毛細管18提供一開口，經該開口可產生電噴霧。相反於第1圖之實施例，在毛細管18中不存在尖點電極。此整個系統由一絕緣支座39支撐，在支座下為一可選擇之絕緣基材22。接著使用一橡膠部份17以傳送摩擦電之電荷至氧化矽毛細管18。一旦電荷傳送至氧化矽毛細管，一錐形19及噴霧20如顯示於第6C圖之毛細管發散。噴霧的性質及持續期間依傳

20

送至毛細管的電荷量而定且在任何一點上將持續5至30秒間，並呈現脈動及持續之錐形-噴射模式噴霧。其之例示顯示於第7圖，其呈現一在氧化矽毛細管尖端的矽酮油之錐形-噴射噴霧影像。

- 5 在摩擦電之電荷應用期間或之後噴霧小滴的頻率可依逸散的電荷改變。

第8圖顯示本發明靜電噴霧裝置之再一實施例，其中發射器管30為毛細管形式，其連接至含有被噴霧之液體的流體儲器24。充電電流藉由壓電式充電裝置26以壓電式傳送
10 至一金屬注入器電極28，其至少部份浸入至被噴霧的流體中。因壓電式產生的電荷在針尖32產生的電場可造成流體流動及以流體脈衝噴霧方式排出毛細管30。相對電極34可為一接受流體的基材或可包括一開孔以允許流體排出毛細管以被噴霧至周圍的氣體氛圍或真空中。

- 15 參考第8圖，噴霧之液體為Dow Corning FS1265矽酮油。此液體為保存於絕緣儲器24中，其較佳為未加壓。連接至儲器24者為一氧化矽毛細管30形式的發射器管。毛細管由一絕緣支座支撐。

一具有尖銳之尖點幾何部份32之電極28延伸入毛細管
20 30且至少部份浸漬於被噴霧的流體中。一壓電式充電裝置(PCD)26電連接至電極28。當壓電式裝置26活化時，電荷經電極28被傳送至流體導致噴霧35的脈衝。

此實施例可包含一具有孔洞34的電極，噴霧35由孔洞34噴出。當藉由PCD26傳送至流體的充電電流為足夠的

高，一穩定之流體錐形-噴射噴霧可由毛細管30發射出。

可替代的，可使用顯示於第8圖之配置以傳送流體至一位於發射器管30之孔洞的另一側之基材(未顯示於第8圖)。例如，此配置可用於沉積墨水於紙或其他可列印材料上而不需要一電極位於其下側，亦即對於放置於發射器管30及電極34間之可列印材料無要求。

第9圖顯示本發明之又一實施例，實質如有關第1圖之描述。使用一如於第8圖描述之PCD26提供電荷。

第10圖顯示本發明顯示於第8圖之靜電噴霧裝置潤飾，其中該電荷注入電極為在毛細管38之外表面的金屬塗層40的形式，該毛細管含有被噴霧的液體。充電電流藉由壓電式充電裝置26以壓電式傳送至一金屬注入器電極40，其至少部份在被噴霧的液體中流體相通。因壓電式注入電荷產生的電場可造成流體流動及以電荷液體噴霧方式排出毛細管38。集基材9及基材電極10可放置在一電腦控制的移動平台11上以允許在集基材表面及液體噴霧間的相對移動。

第11圖顯示本發明顯示於第1圖或第5圖之靜電噴霧裝置實施例之潤飾。在第11圖中，發射器不為毛細管形式，但由任何可界定一儲器以儲存液體46之材料形成。在儲器形成一孔口，由該孔口液體可被噴霧。此實施例可微製造。一高電壓電源48可連接至材料42或位於儲器中之尖化之金屬電極44以注入電荷至流體46中。第11圖之實施例以相同第1及5圖的方式作動。

前述之任何實施例在真空室中可至少具有發射器及基材，由其空氣可實質排空。

第12圖顯示本發明電噴霧裝置之再一實施例。發射器管2、液體3、尖點電極4及電源5為實質相同於顯示在第1圖或第5圖或第11圖中者。基材9、接地電極10及移動平台11亦如前述者。

一管50與圍繞發射器管2共軸配置，發射器管50之開口包圍發射器管2之開口。管50含有一第二流體54，故管2之開口為位於第二流體54中，經由管2之開口可由發射器管2發生電噴霧。

第二流體54不同於靜電噴霧液體。此第二流體54可為一液體或一氣體，且包含在容器52內。此容器52可密封或連接至一流體儲器。

第二流體54較佳與被靜電噴霧之流體不混溶，但與被噴霧之流體可部份混溶。第二流體54可為靜態或流動。

第二流體52較佳與被靜電噴霧之流體不混溶，但與被噴霧之流體可部份混溶。第二流體52可為靜態或流動。

經第二流體噴霧允許第一流體之液滴在第二流體56之塗層或膜內產生。此可允許封包之流體霧化至氣體、液體或真空環境或封包之液體液滴沉積在接收的基材材料9。

第13圖說明一碳負載系墨水之發射液滴體積的變化，其係歸因於在相似於顯示在第1圖之配置於施加電場至注入電極的改變。在增加施加之電壓至金屬針，小滴發射頻率及每一小滴體積係顯示的電壓範圍而增加。

第14圖顯示本發明之又一實施例。一發射器管60有一被電噴霧之第一液體61。此管60具有一連接至電源68的尖點電極，實質如第1圖所述。發射器管60具有一開口65，經此開口發射液體61之電噴霧脈衝。此開口65位於容器62
5 內。容器62含有一不同於靜電噴霧液體之第二流體64。第二流體64可為一液體或一氣體。此容器可密封或連接至一流體儲器。

第二流體64較佳與被靜電噴霧之流體不混溶，但與被噴霧之流體61可部份混溶。第二流體64可為靜態或流動。
10 如先前描述之一基材及接地電極，及/或移動平台亦可位於容器62內。

經由第二流體的噴霧允許靜電噴霧之液體液滴為可控制的分配於第二流體中。此允許一乳狀液的形成，例如一油/水乳狀液或一奈米乳狀液。其亦提供用於包含在第二液
15 體的固化外殼中的具有靜電噴霧液體之粒子形。此外，一揮發性液體亦可在非揮發第二液體中噴霧。

建構所有描述之實施以產生電噴霧脈衝，同時電荷注入被電噴霧之實質非傳導或傳導液體或流體。此脈衝並不直接經由電荷注入之開始及停止而造成，但為在建構的系
20 統中固有產生。

第1B圖顯示本發明之電噴霧裝置的再一實施例。此裝置建構為噴霧一傳導液體。

一毛細管發射器管70含有被噴霧之液體74。一高電壓電源79為連接至一萃取電極78及發射器管70間。可經由一

傳導配件72施加一電位至發射器70之傳導表面。此高電壓電源79提供一在電極78及發射器70間之電位差。

此萃取電極78固持於由發射器尖端的一適當距離。在電極78面對發射器管70之側表面上可放置一標的基材77。

- 5 基材可以一粒子或分子之預組成單層塗覆，及/或以一粒子或分子的預組成之次單層塗覆。此基材可為一絕緣體、一半導體或一導體。

- 在使用時，一電位由電源79產生，故液體由管70以一脈衝之噴射或噴霧76噴出。此噴霧76衝擊在基材77上。一
10 電腦化高精密之移動平台80支撐基材77及電極78，且可在垂直於噴霧76之方向移動電極78。

- 第18圖顯示本發明顯示於第1及1b 圖之電噴霧裝置的不同實施例之例示。在第18圖中，發射器不為毛細管形式，但由任何可界定一儲器以儲存液體86之材料85形成。在儲
15 器形成一孔口，由該孔口液體可被電噴霧。此實施例可微製造。

 一材料層87夾在材料85及一層89間。材料層87、89在圍繞孔口界定一凹處。材料85、89較佳為電傳導的，或具有嵌入之導電元件。材料87較佳為非-電傳導的。

- 20 一高電壓電源79連接至材料85，且較佳亦連接至材料89。此高電壓電源79之建構為可使電場在液體86中產生，以造成如前述之電噴霧脈衝。此說明一整合電極的範例。

 使用第1、1b或18圖之裝置以使脈衝噴霧發生，選擇液體黏度、電極及發射器幾何以致在接近最小安定噴霧流速

- 的流速靜電泵出液體所需的力不會太大。亦基於液體黏度、電極及發射器幾何選定電場強度或充電電流。選定之電場強度可使靜電噴霧以脈衝發生，而無恒定電暈放電。
- 對一較大液體黏度，特定之發射器孔洞直徑或液壓阻力，
- 5 電場強度或注入電荷速率可較高。對一較低液體黏度，可使用一較低充電電流。對一較小之發射器孔洞直徑，或較大液壓阻力，則對於一特定液體黏度，電場強度或注入電荷速率可較高，或對於一特定電場強度或注入電荷電流，則黏度需較低。此些關係可應用至所有描述的實施例，尤
- 10 其是傳導及非傳導液體的電噴霧。

- 當充電電流或電場在超過電噴霧脈衝發生之電壓範圍之部份增加，則在每滴中的液體體積增加。例如，已發現液滴體積依電壓增加而增加發生在施加介於900V與3000V間。增加充電電流或電場因此可增加發射小滴頻率及每一
- 15 小滴中的液體體積。

- 前述描述可基於使用第1、1b或18圖裝置運用至傳導及非傳導液體的電噴霧。基於第1、1b或18圖的裝置可具有多數個發射器，其可以陣列方式配置。可提供一分離的儲器，與發射器流體相通。
- 20 發射器可不為毛細管形式，但由任何可界定一儲器以儲存液體之材料形成。在儲器形成一孔口，由該孔口液體可被噴霧。此實施例可微製造。一高電壓電源或其他電荷注入裝置可連接至材料或位於儲器中之尖化之金屬電極44以注入電荷至流體中。

一液體之發射液滴體積不同，此係歸因於在用至注射電極的電場之改變。當增加施加電壓或充電電流至金屬針或其他裝置以改變注入時，小滴發射頻率及每一小滴體積增加，超過電噴霧發生之範圍的部份。每一液滴之體積可達到一峰部，且然後減少。液滴的體積與施加電壓的關係可依液體性質及發射器幾何學而定。

電噴霧脈衝可使用第1圖、第1b或18圖之裝置精密控制。可要求在相同尖點上沉積一液滴或一預定數目液滴在基材上。因此在停止電噴霧前需要控制被電噴霧之液體體積以允許移動平台的移動。可替代地，其可需要控制在一移動或靜止之移動平台上發生電噴霧的速率。

二主要電噴霧控制形式為如下描述(雖然可使用其他形式)：

1)變化用於控制在一預定時間發射之液滴數之電壓或充電電流，如將描述之第一及第二模式且如顯示於第3a、3b、14、15、16及17圖；及

2)變化在預定電壓或充電電流施加電壓或充電電流的時間，如將描述之第三模式且如顯示於第7a至7c圖。

下列操作及使用模式可用於本發明所述及說明的任何裝置。操作及使用的模式亦可用於任何能夠發射此電噴霧脈衝的裝置。

第3a及3b圖顯示本發明之第一模式。被電噴霧液體可為一傳導或非傳導液體，其為所有描述模式之例子。使用的裝置可基於第1或1b圖所適合者。電噴霧裝置施加一電壓

或充電電流至液體。此電壓在二電壓或充電電流間施加交換，較佳為重複5kHz之週率。二電壓之每一者可施加一等量的時間，在此例中為0.0001秒，或二電壓之一可施加比另一者較長的時間週期。

- 5 一第一電壓在週期110期間施加。選擇第一電壓低於被發射之電噴霧脈衝的最小閾值度。因此，在第一週期110期間無脈衝發射。一例示之電壓為350 V。

 在第二週期112中，施加之電壓為轉至一較高電壓。此第二較高電壓在整個第二週期112為恒定的且造成6小滴電
10 噴霧由一恒定頻率發射出。一例示之第二電壓為400 V。此電壓接著轉換回至第一電壓，並重複此週率。在第一及第二週期之電壓或充電電流當施加以形成一方形波時，其較佳為各自實質地恒定，或可替代為鋸齒或三角或正弦波形式。

- 15 第3b圖顯示第一週期110及第二時間週期112的放大圖。電噴霧脈衝由峰114表示。注意顯示的飽和成直角下降之正及負電流並不表示電噴霧之發射脈衝，且僅為由施加之電壓所造成的改變。週期110、112長度為不同的，尤其，
"啟動/脈衝發射"週期112的長度為長於"關閉"週期110。可
20 替代地，週期110、112的長度可為相同的。

 第15圖顯示本發明之第一態樣的變化。施加之電壓於第一電壓及第二電壓間在頻率5kHz週率。第一電壓在週期120期間施加。選擇第一電壓以致無電噴霧脈衝發射。第二電壓在第二週期122施加。第3圖顯示電壓的選擇將如何影

響發射小滴的頻率。選擇第二電壓以致一電噴霧脈衝124在此時間122發射。接著重複此週率，在第一及第二電壓間交替。

第16圖顯示如前述在二電壓間轉換。在一第一週期130中，施加一第一電壓，以致無電噴霧小滴發射出。在一第二週期132中，施加一第二電壓。選擇該第二電壓以引起電噴霧在一可導致於週期132期間發射三電噴霧小滴134的頻率發生。

當無電噴霧被發射出時，電場或充電電流降底至非-0強度。當由一電噴霧被發射之週期移動至一當電噴霧未發射之週期時，電壓可降低至少於100V，且較佳於20至50V間。可替代地，當電噴霧未發射時，此電場或充電電流可實質為0。

隨時間變化之電場或充電電流在所有實施例可藉由一d.c.(或恒定)電場或充電電流組份產生。亦產生一通常較小的隨時間變化之組份，且重加至恒定組件上。

此隨時間變化之電場或充電電流已描述為一方形波，其中該電場或充電電流強度在二值間交替。交替值二者較佳為非-0，即使其中之一無電噴霧發射出。任何實施例的波形可替代為一不規則形，或不為在波形之一致部份上的恒定。尤其，此波形可為正弦波、鋸齒或三角形波。

第17圖顯示本發明第二態樣。在第一時間週期140期間，施加一恒定第一電壓至液體。選擇該第一電壓，故小滴在一可導致在第一時間週期140發射二小滴的頻率發

射。該裝置轉換至一第二電壓，其在第二時間週期142期間施加。選擇第二電壓為較高，故此6電噴霧脈衝在第二時間週期142期間發射。此裝置經第一及第二電壓在5KHz速率週率。此第一及第二時間週期為等長，各自為0.0001秒。

- 5 此週率藉由在第三週期148中重複第一電壓而持續，在該期間發射二電噴霧脈衝。脈衝發射的速率，依施加之電壓或充電電流，因此在第一及第二週期不同。

- 第一及第二時間週期如前述已顯示為相等的時間長度。可替代地，第一及第二時間週期可為不同的時間長度。
- 10 施加於每一時間週期及時間長度的電壓可自由的變化以在需要的速率傳送需要的液體體積，或以預定的時間週期無電噴霧。

此裝置可經由二、三或以上之時間週期週率，每一週期具有不同的施加電壓。

- 15 第7a、7b及7c圖顯示本發明之第三態樣，其提供一可替代之控制裝置至第一及第二態樣。在第三態樣中，電壓施加至液體的啟動-時間可不同。施加一恒定電壓以發射電噴霧脈衝。施加一特定時間長度的電壓或充電電流以允許需要數量的脈衝被發射出。接著降低電壓，故無更多的電
- 20 噴霧脈衝被發射出。此電壓可接著再次轉換，且重複週率。

降低電壓至剛好低於最小閾值值，故無電噴霧被發射出，或可降低至0。較佳地，當無電噴霧被發射出時，此電場或充電電流降低至一非-0強度。此電壓可降低至低於100V，且較佳在20至50V間。

第7a圖顯示電壓因時間週期150而轉換為開啟。選定時間週期150，故僅有發射一脈衝151的時間。此電壓接著因剩餘的週率而降低，故無更多的脈衝被發射出。

第7b圖顯示電壓因時間週期152而轉換為開啟。時間週期152為足以允許三脈衝153被發射出。

第7c圖顯示電壓因時間週期154而轉換為開啟，足以讓14個小滴155被發射出。

在此態樣中的電壓依電噴霧之使用而選定，為了在該應用中得到一合理速率之噴霧，其可精準的控制。

10 此裝置可在第三模式中於一週率中操作。此週率可具有一恒定週期，其可選擇為比電噴霧所需要被發射之預期的最長時間長度更長。當電場或充電電流強度為高於閾值強度時，將發生電噴霧脈衝。電場或充電電流强度高於閾值強度的時間長度為可變的。一波形的工作週率可視為波
15 形為'高'或'進行'之週率比例，且因此波形的工作週率將依電噴霧發生之時間長度而變化，係與無電噴霧脈衝發射相比較。

恒定週期之週率中變化電場或充電電流強度之裝置可提供一可變的工作週率。

20 本發明裝置可在一模式操作，其中電壓、及施加電壓之時間長度皆可變化以控制電噴霧小滴的發射。

任何描述的特徵可與任何其他描述的特徵組合。依前述之任何實施例的電噴霧有許多用途。現將描述部份的可能用途，及電噴霧如何依用途而最佳化。此些用途及使用

方法可應用至所有實施例。

傳導軌道

電子電路依傳導軌道的製造以電連接組件。本發明可用於做為一系列印機，如一直接寫印方法之例示。噴霧之液體可為一金奈米粒子的懸浮液，或可為基於硝酸銀之傳導墨水。可替代地，可使用一金屬—有機分解墨水，例如包含溶解於甲苯之新丁基癸酸酯。此基材可為矽、醋酸酯、玻璃、塑膠、紙或其他材料。此傳導墨水可具有約10cP黏度。本發明裝置較佳使用一10至50 μm 的噴嘴直徑。其他螢幕可列印墨水具有一大於100cP黏度，其可與大於100 μm 噴嘴直徑用於本發明。

塑膠電子

用於電子的塑膠基材允許在可撓性塑膠基材上電路的產生。一塑膠基材呈現的問題為其具有粗糙表面—低熔點。此些問題可藉由溶液處理而解決，即需要將材料在一合理溫度以溶液形式被列印在塑膠上。此技術能列印此應用所需要的材料。傳導軌道可如前述列印在塑膠基材上。

發光聚合物(例如PEDOT -聚(3,4-亞乙基二氧基噻吩))及傳導聚合物。

此些材料可混合於水或一介電質液體中。可依被電噴霧的傳導性使用前述的合宜裝置，亦即其可考量不論是傳導或非傳導。可選擇噴嘴直徑以符合需要的線寬大小及溶液黏度。噴嘴直徑可為5或10 μm 用於小線寬及一相似於水的黏度。

顯示器螢幕

本發明裝置可用於列印薄膜電晶體(TFT)螢幕。使用的基材可為玻璃，及可電噴霧一傳導液體。可使用一整合電極，如顯示於第18圖中。

- 5 螢幕的製造可利用無遮罩微影、傳導軌道或塑膠電子所述的任何特徵。

組織工程

- 本發明裝置及方法可用於組織工程的目的，例如藉由噴霧在水溶液形式的蛋白質。此蛋白質可由簡單之胺基酸至大型共價鍵結之巨分子範圍，如蛋白質體。蛋白質的質量可擴大至約1Mda，且此亦允許某些病毒被電噴霧。可用水為溶劑，因為其具有合適的黏度。可使用一廣範圍的噴嘴直徑，且較佳可使用由10至30 μm 之噴嘴直徑。
- 10

- 此基材可為一以可生物降解之聚合物(例如PLGA)製成之具有一規模約10 μm 之支架。此裝置可使用一整合電極。噴霧的蛋白質可為一機能性蛋白質如纖維粘連蛋白、血清蛋白或膠原蛋白。此允許細胞生長及移動控制支架上的微量規模。
- 15

- 本發明裝置可用於產生脂質雙-層，或蛋白質的支架。此使用本裝置以精確控制液體的分散，例如，用於藥物發現的目的。
- 20

噴霧器

本發明裝置可用於取代噴霧器，例如蒸氣化一液體藥物或含有生物活化劑的液體以產生較佳在0.4至6微米範圍

的小滴。此在霧狀形成的蒸氣化之液體接著可由一使用者吸入。

經皮吸收注入

本發明裝置可用於蒸氣化一液體藥物或或含有生物活化劑的液體。此蒸氣可接著用於局部或經皮給藥予一患者。

分散作用

本發明裝置亦可與質譜儀組合使用。本發明裝置適於分散非常小量的分子，例如至質譜儀中。此基材可為玻璃或塑膠。此裝置可構形為分散費特升(femtolitre)體積至高皮
10 升體積之水溶性溶液。此溶液可含有被測試的分子。

本發明裝置及方法亦可用於在一實驗室的晶片上之噴霧分析。本發明裝置可用於快速成型，用於生物微陣列的製造。本方法亦可用於微滴定溶液，或產生微陣列。

本發明裝置亦可用於電噴霧蛋白質或在一生物感測器
15 上的其他分析。

無遮罩微影

本發明裝置可用於傳遞一圖案於一表面上。光微影可使用一蝕刻遮罩，其通常由一稱為光阻的聚合物製成，其中圖案由曝光產生。

20 本發明可產生蝕刻遮罩，其係藉由直接印刷所期待的圖案之蝕刻阻劑材料在表面，或印刷蝕刻劑或光阻顯影劑在表面上以移除不需要的蝕刻阻劑或不欲之有用膜。

印刷蝕刻阻劑材料可使用聚合物或腊為被電噴霧的液體。此液體可能為介電質(亦即非傳導)，故可使用基於第1

圖之裝置。可使用一大於100 μ m噴嘴直徑。此基材較佳為矽，或可為任何其他材料。蝕刻劑或顯影劑可能為具有低黏度的有機溶劑。

超材料

- 5 超材料為人工生產之材料，其具有通常稱為"超晶格"或一"光子結晶"之週期或胞體結構。胞體的週期必需與其交互作用的光之波長度為可比較的。對於可見光，需要小於1微米波長度。本發明的技術可用於達成在此等級的印刷。

10 光學裝置

光學裝置可由具有為微米等級特徵之聚合物製造。波導及鏡組件的微製造可使用如前述之微影材沉積及蝕刻方法而達成。被電噴霧之液體較佳為一聚合物，於一矽或玻璃基材上。

- 15 本發明裝置可用於製造光學裝置，如光柵或全像術。本發明裝置可用於製造含有有機發光二極體(OLED)或Liquavista (RTM)螢幕之螢幕。

- 本發明裝置亦可用於感應器製造，或可用於列印影像，使用墨水或任何其他做為被噴霧之液體的液體。本發明
20 明可用於在製造圖案化或製造電子組件時做為定位黏合劑。電噴霧裝置亦可用於做為印表機，為了噴霧墨水或印刷於晶片或基材上。

描述之使用及應用可施加至任何利用固有脈衝之電噴霧的裝置或方法，且並未限制為描述之操作的例示裝置或

方法。例如，使用及應用可施加當電場或充電電流強度降低至0(或至非-0值)時以暫停電噴霧。

可使用本發明裝置及方法以在基材上於一尖點噴霧多數個小滴，並接著在基材及發射器間提供相對移動以持續在基材上的不同尖點噴霧。當電噴霧藉由降低電場強度至一閾值量之下時，相對移動可發生。本發明裝置及方法亦可用在基材上的尖點僅噴霧一小滴，其可藉由基材持續相對移動或在一時間僅發射一小滴而達成，且接著當電噴霧藉由降低電場強度至一閾值量之下時電噴霧暫停時移動基
5
10 材。

如熟於此技人士可瞭解，前述實施例的細節可在未偏離本發明範疇下，如後附申請專利範圍之界定而變化。

例如，基材可為紙、矽、半導體、絕緣體、導體、卡片、食物、包裝、塑膠及皮膚。第19-21圖顯示在不同例示
15 基材上小滴沉積結果，以照片顯示。此些圖提供用於產生不同結果包括小滴體積及頻率的參數(電壓、毛細管直徑)說明。

至少當使用非傳導液體時，電壓可實質無關於噴嘴或發射器出口直徑。

20 頻率的發射且尤其是最大發射頻率可依噴嘴或發射器出口直徑而定。因此，可使用變化此直徑以變化此參數。第19-21圖提供其關係的例示。

前述實施例特徵的許多組合、潤飾或改變為熟於此技人士易於顯見的，且亦屬於本發明之部分。

【圖式簡單說明】

第1圖為依本發明之第一態樣的裝置之側剖面示意圖；

第2A圖為依本發明第一態樣在液體靜電噴霧期間一拉伸玻璃噴嘴的側視圖；

5 第2B圖為依本發明第一態樣之一基材在接受液體靜電噴霧後的平面圖；

第3圖顯示使用本發明第一態樣在一特定注入電極及噴嘴幾何學，液滴發射頻率與施加的電壓的關係圖；

第4圖顯示依本發明第一態樣當噴霧時，以不同噴嘴大小而獲得之液滴發射頻率範圍之圖；

第5圖為本發明第二實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第6A、6B及6C圖為本發明第三實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第7圖為使用本發明第三實施例之裝置產生之液體靜電噴霧圖像；

第8圖為本發明第四實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第9圖為本發明第五實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第10圖為本發明第六實施例之裝置的側視剖面示意圖；

20 第11圖為本發明第七實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第12圖為本發明第八實施例之裝置的側視剖面示意圖；

第13圖顯示一系列噴霧小滴，其說明由相同的噴嘴發

射器幾何以不同的施加電場或或充電電流得到的發射液滴
體積之變化；

第14圖為本發明第九實施例之裝置的側視剖面示意
圖；

5 第1b圖為本發明第十實施例之側視剖面示意圖，僅用
以例示說明用；

第3a及3b圖顯示在第一模式中電流(說明電噴霧脈衝)
相對時間之圖；

10 第15圖顯示在第一模式中電流(說明電噴霧脈衝)相對
時間之圖；

第16圖顯示在第一模式中電流(說明電噴霧脈衝)相對
時間之圖；

第17圖顯示在第二模式中電流(說明電噴霧脈衝)相對
時間之圖；

15 第7a、7b及7c圖顯示在第三模式中電流(說明電噴霧脈
衝)相對時間之圖；

第18圖顯示本發明具有一整合電極之第11實施例；

第19圖顯示液滴沉積於一紙基材的相片；

第20圖顯示液滴沉積於一乙酸酯基材的相片；及

20 第21圖顯示液滴沉積於一矽基材的相片。

【主要元件符號說明】

1、21...靜電噴霧裝置	3、15a、15b、46、54、56、61、
2、13a、13b、18、30、60、70...	64、74、86...液體
發射器管	4、4b、4c...針

4a、32...尖端	29、65...開口
5、14、48、68、79...高電壓電源	38...毛細管
6...冷光源	39...絕緣支座
7...高速電荷耦合裝置照相機	42、85...材料
8、20、35、76...噴霧	50...管
9、9a...集基材	52、62...容器
10、10a...基材電極	72...傳導配件
11、11a、80...高精密移動平台	77...標的基材
12...電流監測裝置	87、89...材料層
16、24...流體儲器	110、112、120、122、130、132、
17...電荷	140、142、148、150、152、154...
19...錐形	週期
22...絕緣基材	114...峰
26...壓電式充電裝置	124、151、153、155...脈衝
28、34、40、44、78...電極	

五、中文發明摘要：

一靜電噴霧裝置及在脈衝中使用一具有發射器分配一控制體積之液體的方法，該發射器具有一噴霧區域且該噴霧區域可噴霧液體，一用以將電荷注入液體的裝置，故在使用時，液體藉靜電力傳送至噴霧區域且當注入電荷時在一或更多脈衝發生靜電噴霧。該電荷可藉由一隨時間變化之或恒定非-0的電場噴出，故電噴霧在低於閾值值發生。

六、英文發明摘要：

An electrostatic spraying device (1) and method for dispensing a controlled volume of liquid in pulses using an emitter (2) having a spray area (29) from which the liquid can be sprayed, a means for injecting charges into the liquid, whereby, in use, the liquid (3) is delivered to the spray area by electrostatic forces and electrostatic spraying occurs in one or more pulses whilst the charges are injected. The charges may be injected by a time-varying or constant non-zero electric field so that electrospray occurs above a threshold value.

十、申請專利範圍：

1. 一種用於在脈衝中分配一控制體積之實質非傳導液體之靜電噴霧裝置，該裝置包含：

5 一發射器，其具有一噴霧區域，由該噴霧區域可噴霧液體，

一用以將電荷注入液體的裝置，故在使用時，液體藉靜電力傳送至噴霧區域且當注入電荷時在一或更多脈衝發生靜電噴霧。

- 10 2. 如申請專利範圍第1項之靜電噴霧裝置，其中該發射器包含一容納液體的穴部，且該噴霧區域為與穴部流體相通的孔洞。

3. 如申請專利範圍第2項之靜電噴霧裝置，其中該發射器為一管。

- 15 4. 如申請專利範圍第1項之靜電噴霧裝置，其中該發射器為一具有升起尖點之表面，且該噴霧區域位於該一或更多之升起尖點上。

5. 如申請專利範圍第1至4項中任一項之靜電噴霧裝置，其中該注入電荷之裝置包含一具有與被噴霧液體銜接之尖點部份的電極以及一連接至電極之電壓電源。

- 20 6. 如申請專利範圍第5項之靜電噴霧裝置，其中該電極尖點部份為實質浸入在使用中的液體。

7. 如申請專利範圍第5或6項之靜電噴霧裝置，其中該電極尖點部份為位於發射器內。

8. 如申請專利範圍第7項之靜電噴霧裝置，當其依附於申

請專利範圍第2或3項時，其中該電極延伸朝向孔洞。

9. 如申請專利範圍第5項之靜電噴霧裝置，其中該電壓電源為一壓電式充電裝置。
10. 如申請專利範圍第5至9項中任一項之靜電噴霧裝置，其中該裝置被構形成可使當電荷注入速率為恒定時，電噴霧脈衝在一恒定頻率發生。
11. 如申請專利範圍第5至9項中任一項之靜電噴霧裝置，其中該電極與該噴霧區域間隔並對準。
12. 如申請專利範圍第1至4項中任一項之靜電噴霧裝置，其中該注入電子的裝置為一材料，該材料可為摩擦電之電荷且可導引與發射器接觸。
13. 如申請專利範圍第2或3項之靜電噴霧裝置，其更包含一含有液體的儲器，該儲器以一通道連接至穴部。
14. 如申請專利範圍第13項之靜電噴霧裝置，其中由儲器流至發射器之液體藉由一流體測量裝置監測，較佳地，該裝置測量在一對空間間隔之壓力感測器間的壓力液滴。
15. 如申請專利範圍第2或3項之靜電噴霧裝置，其中該孔洞具有一在0.1及1000 μm 間之直徑。
16. 如申請專利範圍第2或3項之靜電噴霧裝置，其中該孔洞具有一在0.1及50 μm 間之直徑。
17. 如申請專利範圍第1至16項中任一項之靜電噴霧裝置，其中在噴霧區域空間間隔下提供一基材，故噴霧液體可沉積在基材表面上，因而在其上形成一特徵。
18. 如申請專利範圍第17項之靜電噴霧裝置，其中該基材為

砂。

19. 如申請專利範圍第17或18項之靜電噴霧裝置，其包含提供在基材及噴霧區域間相對移動之裝置。
20. 如申請專利範圍第19項之靜電噴霧裝置，其中可變化該
5 基材與該噴霧區域間的距離，以使在基材上形成的特徵大小可變化。
21. 如申請專利範圍第19或20項之靜電噴霧裝置，其中該在基材及噴霧區域間的相對移動係在一平行於基材平面的平面上。
- 10 22. 如申請專利範圍第17項之靜電噴霧裝置，其中該基材以粒子或分子之預組成單層塗覆，及/或該基材以一粒子或分子的預組成之次單層塗覆。
23. 如申請專利範圍第15項之靜電噴霧裝置，其中該基材為一絕緣體、或一半導體或一導體。
- 15 24. 如申請專利範圍第16至22項中任一項之靜電噴霧裝置，其中該液體含有一表面改質材料，其能改變基基材之濕潤性質。
25. 如申請專利範圍第17項之靜電噴霧裝置，其中該基材表面為多孔或無孔洞。
- 20 26. 如申請專利範圍第1至25項中任一項之靜電噴霧裝置，其中該由單一脈衝噴出之液體體積在0.1費特升(femtoliter)和1費特升間，或在1費特升和1皮升間，或在1皮升和至100皮升間，或在100皮升和10奈米升間，或在10奈米升和至1微升間。

27. 如申請專利範圍第1至26項中任一項之靜電噴霧裝置，
其中該由多脈衝連續噴出之沉積液體總體積在0.1費特升(femtoliter)和0.1皮升間，或在0.1皮升和1奈米升間，
或在1奈米升和1微升間。
- 5 28. 如申請專利範圍第1至27項中任一項之靜電噴霧裝置，
其中該噴霧發生在1kHz和10kHz之頻率間，或在1Hz和100Hz之頻率間，或在10kHz和100kHz之頻率間，或在100Hz和1000Hz之頻率間或在100kHz和1MHz之頻率間。
- 10 29. 如申請專利範圍第1至28項中任一項之靜電噴霧裝置，
其中該裝置被構形為去執行列印。
30. 如申請專利範圍第1至29項中任一項之靜電噴霧裝置，
其中該裝置被構形成去使用一墨水作為被噴霧的液體。
31. 如申請專利範圍第1至30項中任一項之靜電噴霧裝置，
15 其中該裝置被構形為去使用一具有少於 10^{-6} s/m傳導性，且較佳為少於 10^{-8} s/m的液體。
32. 如申請專利範圍第1至31項中任一項之靜電噴霧裝置，
其中該噴霧區域位於一第二流體內，該第二流體與被靜電噴霧之液體為不互溶或部份互溶。
- 20 33. 如申請專利範圍第27項之靜電噴霧裝置，其中該第二流體為靜態或為一流動相。
34. 如申請專利範圍第1至33項中任一項之靜電噴霧裝置，
其中該噴霧區域位於一殼體內，該殼體含有任何氣體環境，其包括但未限制為空氣、升壓氣體、真空、二氧化

碳、氫或氮。

35. 如申請專利範圍第1至34項中任一項之靜電噴霧裝置，其包含多數個發射器，每一發射器具有施加電場或充電電流至相鄰於噴霧區域之液體的裝置。

5 36. 如申請專利範圍第33項之靜電噴霧裝置，其中該發射器為以陣列配置。

37. 如申請專利範圍第33或34項之靜電噴霧裝置，其中該施加電場或充電電流的裝置可在每一噴霧區域獨立地控制電場或充電電流。

10 38. 如申請專利範圍第1至37項中任一項之靜電噴霧裝置，其更包含一連接至該施加一電場或充電電流之快速開關，以使電壓或充電電流可藉由該快速開關關閉或開啟而精準控制靜電噴霧裝置噴出液體的。

15 39. 如申請專利範圍第1至38項中任一項之靜電噴霧裝置，其在使用時液體為未加壓的。

40. 如申請專利範圍第1至39項中任一項之靜電噴霧裝置，其中該裝置不包括一機械泵或任何其他加壓液體的裝置。

41. 一種靜電噴霧方法，該方法包含：

20 提供一發射器以容納一實質非傳導液體，該發射器具有一噴霧區域，由該處液體可被噴霧，

注入電荷至該液體中；

藉此該實質非傳導液體可藉由靜電力傳送至噴霧區域，及

其中在施加電場或充電電流時選定在脈衝中引起靜電噴霧之電場強度或充電電流、液體黏度及電極幾何學與發射器幾何學。

- 5 42. 如申請專利範圍第41項之靜電噴霧方法，其中該發射器包含一穴部以容納該液體，且該噴霧區域為一與穴部流體相通的孔洞。
43. 如申請專利範圍第42項之靜電噴霧方法，其中該發射器為一管。
- 10 44. 如申請專利範圍第41項之靜電噴霧方法，其中該發射器為一具有升起尖點的表面，且該噴霧區域為位於一或更多之升起尖點上。
45. 如申請專利範圍第41至44項中任一項之靜電噴霧方法，其中提供多數個發射器，且施加至每一發射器之電場或充電電流為獨立控制地。
- 15 46. 如申請專利範圍第41至45項中任一項之靜電噴霧方法，其中在噴霧區域空間間隔下提供一基材，該基材接受噴霧液體，故可在基材上形成特徵。
47. 如申請專利範圍第46項之靜電噴霧方法，其中該液體含有一表面改質材料，其能改變基材表面的濕潤性質。
- 20 48. 如申請專利範圍第41項之靜電噴霧方法，其中在特徵形成於基材上後，流體由特徵上蒸發以允許表面-改質材料在特徵的局部位置改變基材表面的濕潤性質。
49. 如申請專利範圍第46至48項中任一項之靜電噴霧方法，其中在基材及噴霧區域間的相對移動係在一平行於

基材平面的平面上。

50. 如申請專利範圍第36至49項中任一項之靜電噴霧方法，其中在基材及噴霧區域間有相對移動，故在基材及噴霧區域間的距離為可變化的。

5 51. 如申請專利範圍第41至50項中任一項之靜電噴霧方法，其中該方法包含藉由噴霧一墨水的列印。

52. 如申請專利範圍第41至51項中任一項之靜電噴霧方法，其中該電荷以一電壓供應源、壓電式充電裝置或一摩擦電之電荷裝置注入。

10 53. 如申請專利範圍第41至52項中任一項之靜電噴霧方法，其中該液體具有少於 10^{-6} s/m傳導性，且較佳為少於 10^{-8} s/m。

54. 如申請專利範圍第41至53項中任一項之靜電噴霧方法，其中該電噴霧脈衝由一恒定頻率發射。

15 55. 如申請專利範圍第36至54項中任一項之靜電噴霧方法，其中該液體為未加壓。

56. 一種電噴霧裝置，其包含：

一發射器，其用於容納液體，該發射器具有一噴霧區域，由該區域可噴霧液體；

20 用於施加隨時間變化之電場或充電電流至液體的裝置；

其中，在電場或充電電流施加時，當隨時間變化之電場或充電電流的強度大於一閾值強度時，電噴霧以脈衝發生；及

其中當電噴霧發生時，液體由靜電力拉回至噴霧區域；及

其中，在使用時，該隨時間變化之電場或充電電流強度為非0。

5 57. 如申請專利範圍第56項之電噴霧裝置，其中可變化該隨時間變化之電場或充電電流的強度，故一或更多之電噴霧的脈衝在第一時間週期期間發射，且在第二時間週期期間無電噴霧發射。

10 58. 如申請專利範圍第56項之電噴霧裝置，其中可變化該隨時間變化之電場或充電電流的強度，故一或更多之電噴霧的脈衝在第一時間週期期間發射，且一或更多之電噴霧的脈衝在第二時間週期期間發射；

其中該第一時間週期中的脈衝發射速率不同該第二時間週期中的脈衝發射速率。

15 59. 如申請專利範圍第2項或第58項之電噴霧裝置，其中該第一時間週期長度為實質相同於第二時間週期長度。

60. 如申請專利範圍第56至59項中任一項之電噴霧裝置，其中該隨時間變化之電場或充電電流具有一為方形-波、正弦波形式-波、鋸齒或三角-波形式的波形。

20 61. 如申請專利範圍第56至60項中任一項之電噴霧裝置，其中該施加之電場或充電電流在一週率中操作。

62. 如申請專利範圍第56至61項中任一項之電噴霧裝置，其中該用於施加隨時間變化之電場或充電電流至液體的裝置包含：

一產生一恒定補償電場或充電電流組件的裝置，及
一產生隨時間變化之組件的裝置，及
一用於組合恒定組件及隨時間變化之組件的裝置。

63. 如申請專利範圍第56至62項中任一項之電噴霧裝置，其
5 包含用於變化時間長度之裝置，該電場或充電電流強度
為高於閾值強度。

64. 如申請專利範圍第63項之電噴霧裝置，其中該電場或充
電電流強度當高於閾值強度時，為實質恒定。

65. 如申請專利範圍第63或64項中之電噴霧裝置，其包含在
10 一恒定週期之週率中變化電場或充電電流強度之裝
置，故工作週率為可變的。

66. 如申請專利範圍第56至65項中任一項之電噴霧裝置，其
包含一施加一電場至液體的裝置以電噴霧一具有傳導
性大於 10^{-6} s/m的傳導液體，或一施加一充電電流至液體
15 的裝置以電噴霧一具有傳導性小於 10^{-6} s/m的實質非傳
導液體。

67. 如申請專利範圍第56至66項中任一項之電噴霧裝置，其
包含一與噴霧區域間隔的基材，故噴霧之液體沉積於基
材表面上，藉此在其上形成特徵。

20 68. 如申請專利範圍第67項之電噴霧裝置，其包含在基材及
噴霧區域間提供相對移動之裝置。

69. 如申請專利範圍第56至68項中任一項之電噴霧裝置，其
構形為用於傳導軌道的製造。

70. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其

構形為用於顯示器螢幕的製造。

71. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其
構形為用於發射電噴霧脈衝至質譜儀或一基材上。
72. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其
5 構形為用於列印影像。
73. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其
構形為用於電噴霧一含有一或更多之蛋白質的液體。
74. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其
構形為用於電噴霧在一塑膠基材上，且較佳為一可撓性
10 塑膠基材。
75. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其
構形為用於電噴霧一含有一或更多之發光聚合物或一
或更多之傳導聚合物的液體。
76. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其
15 構形為用於組織工程目的之電噴霧。
77. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其
構形為用於一噴霧器或做為皮膚吸收注入器。
78. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其
構形為一分配器，用於分配液體於一實驗室之晶片或生
20 物感測器上。
79. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其
構形為用於無遮罩微影術。
80. 如申請專利範圍第56至69項中任一項之電噴霧裝置，其
構形為用於超材料或光學裝置的製造，較佳為光柵或全

像術。

81. 一種電噴霧方法，其包含：

提供一發射器以容納液體，該發射器具有一噴霧區域，由該區域可噴霧液體；

5 提供液體至該發射器；

施加一隨時間變化之電場或充電電流至液體；

其中當電場或充電電流為大於一閾值強度時，該隨時間變化之電場或充電電流強度造成脈衝中之電噴霧發生；及

10 其中當電噴霧發生時，液體由靜電力拉回至噴霧區域；及

其中，在使用時，該隨時間變化之電場或充電電流強度為非0。

82. 如申請專利範圍第81項之電噴霧方法，其中變化該隨時

15 間變化之電場或充電電流強度，故一或更多之脈衝在第一時間週期期間電噴霧，而在第二時間週期期間無電噴霧發射。

83. 如申請專利範圍第81項之電噴霧方法，其中變化該隨時

20 間變化之電場或充電電流強度，故一或更多之電噴霧脈衝可在第一時間週期期間發射，及一或更多之電噴霧脈衝可在第二時間週期期間發射；

其中第一時間週期中脈衝發射速率為不同於第二時間週期中脈衝發射速率。

84. 如申請專利範圍第82或83項之電噴霧方法，其中該第一

時間週期的長度為實質相同於該第二時間週期的長度。

85. 如申請專利範圍第81至84項中任一項之電噴霧方法，其包含變化時間長度，該電場或充電電流強度為高於閾值強度。
- 5 86. 如申請專利範圍第81至85項中任一項之電噴霧方法，其中該電場或充電電流強度當高於閾值強度時，為實質恒定。
87. 如申請專利範圍第81至86項中任一項之電噴霧方法，其包含在一恒定週期週率變化電場或充電電流之強度，當
10 強度大於閾值值時，工作週率為可變的。
88. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其用於傳導軌道的製造。
89. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其用於顯示器螢幕的製造。
- 15 90. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其用於發射電噴霧脈衝至質譜儀。
91. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其用於列印影像。
92. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其
20 中該被電噴霧之液體含有一或更多之蛋白質。
93. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其用於電噴霧在一塑膠基材上，且較佳為一可撓性塑膠基材。
94. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其

用於電噴霧一含有一或更多之發光聚合物或一或更多之傳導聚合物的液體。

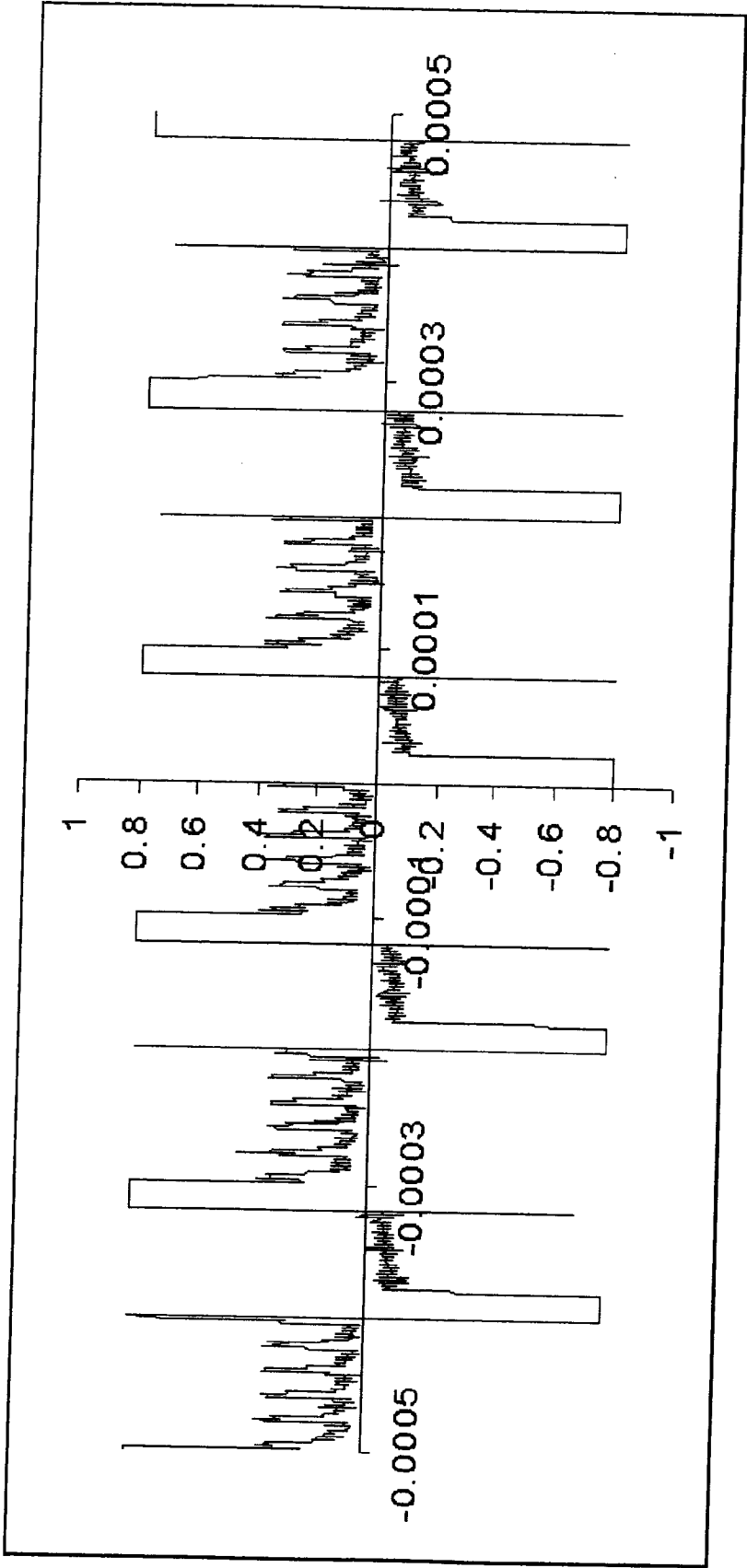
95. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其用於組織工程目的。

5 96. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其用於一噴霧器或做為皮膚吸收注入器。

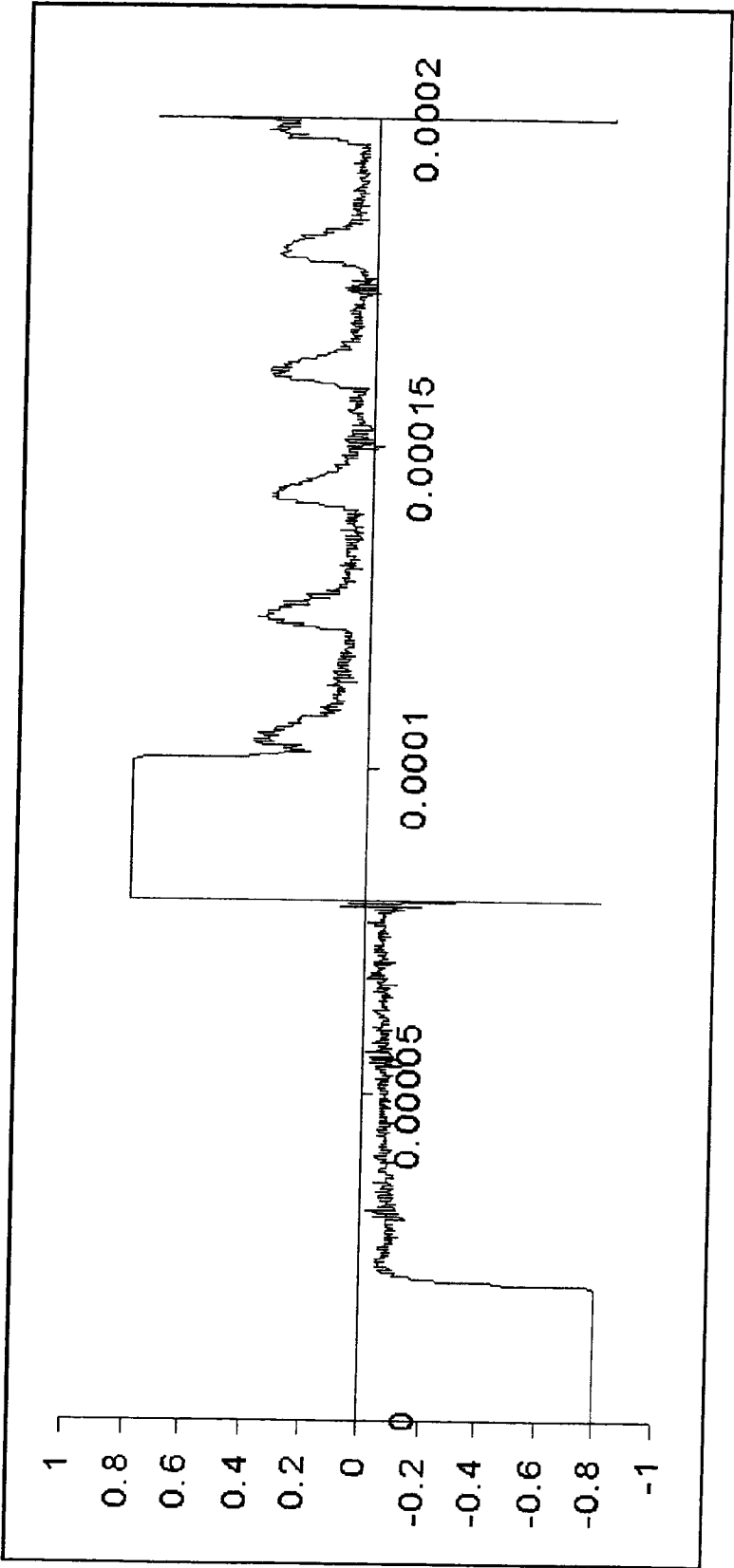
97. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其用於分配液體於一實驗室之晶片或生物感測器上。

10 98. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其用於無遮罩微影術。

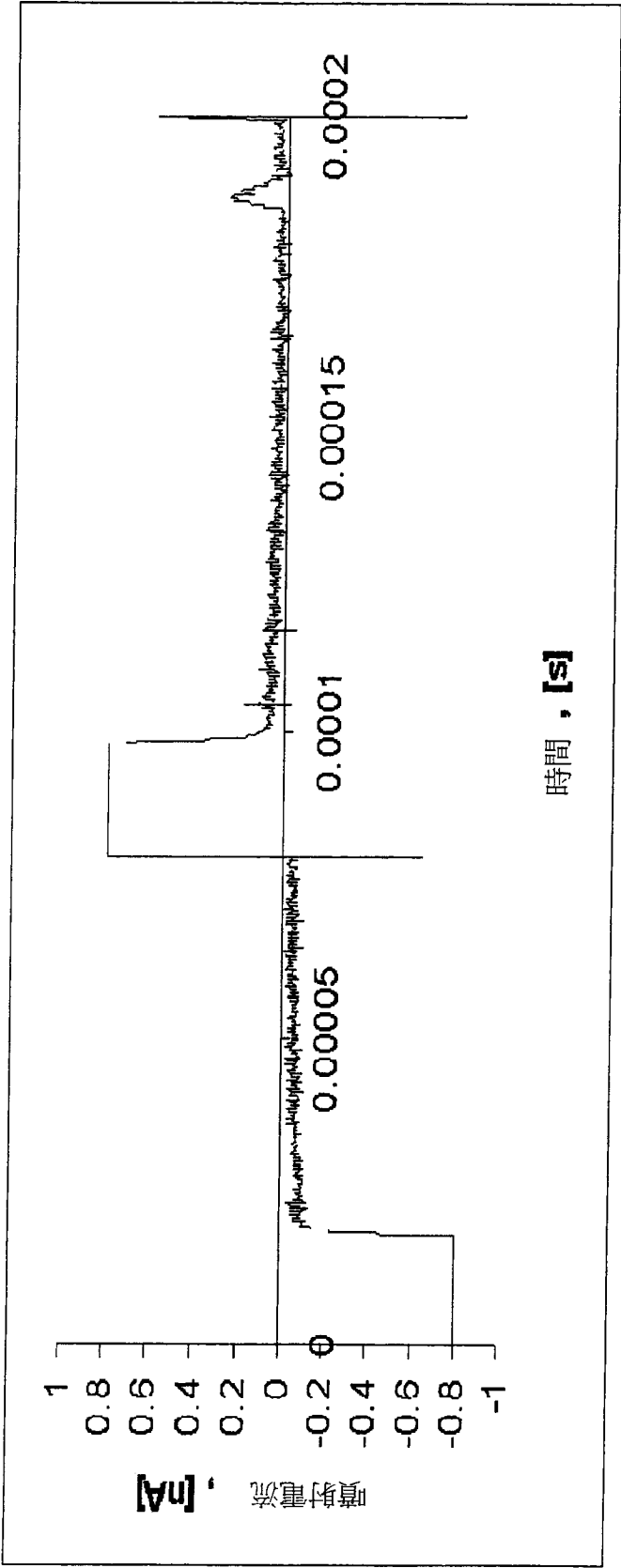
99. 如申請專利範圍第81至87項中任一項之電噴霧方法，其用於超材料或光學裝置的製造，較佳為光柵或全像術。



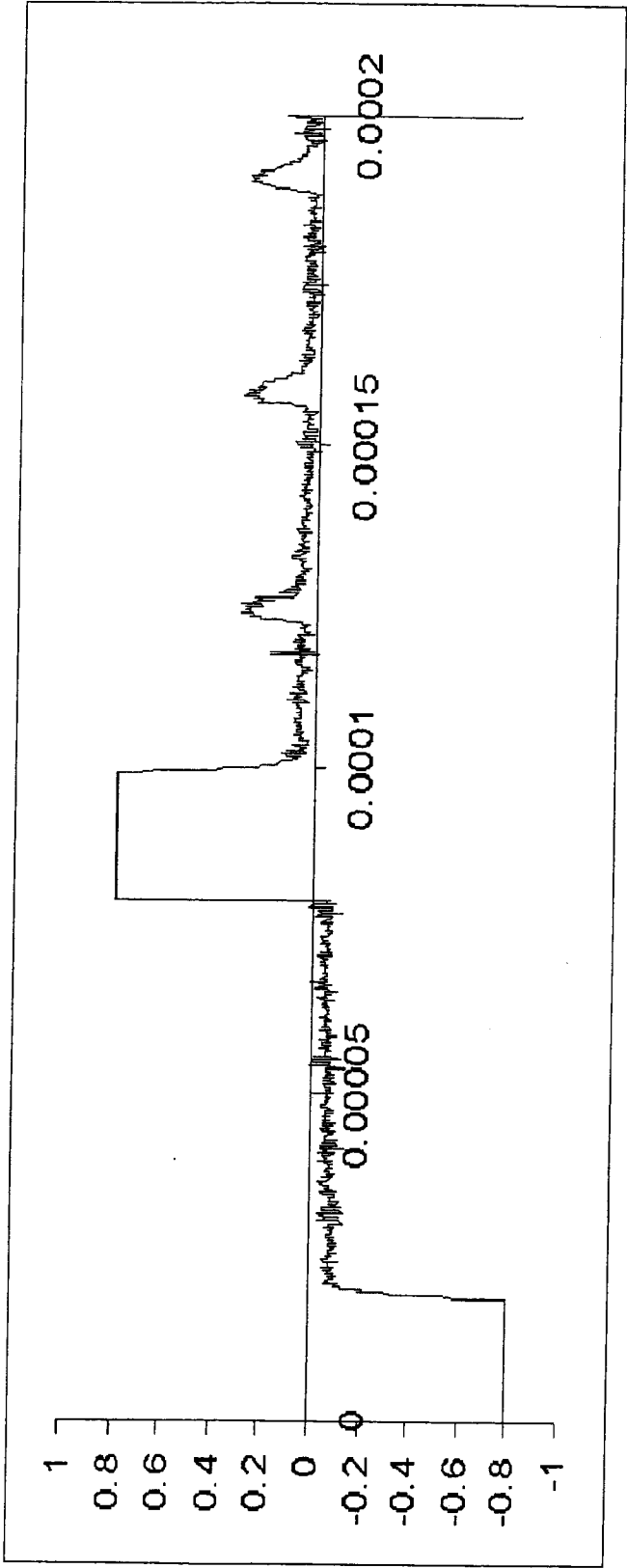
第3a圖



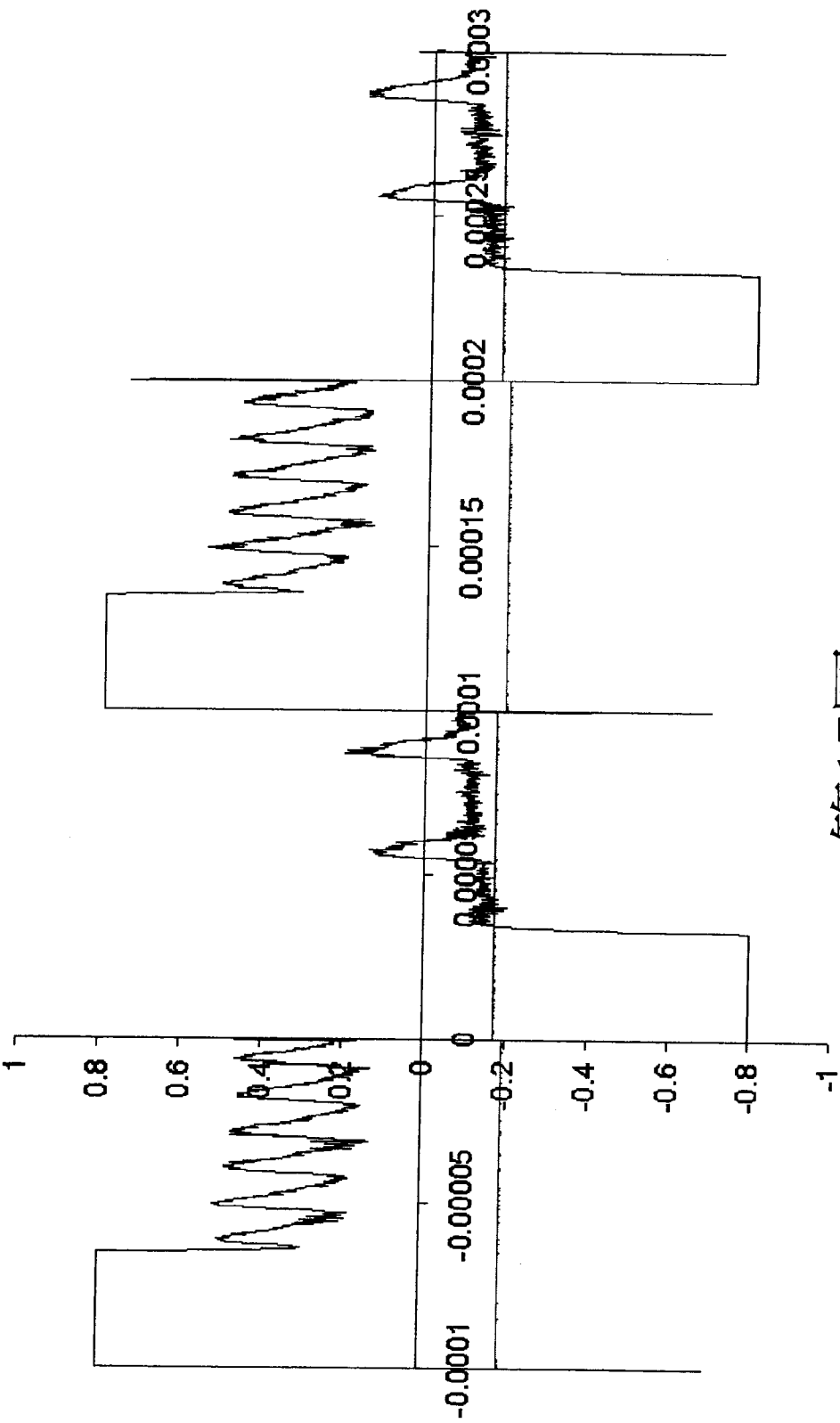
第3b圖



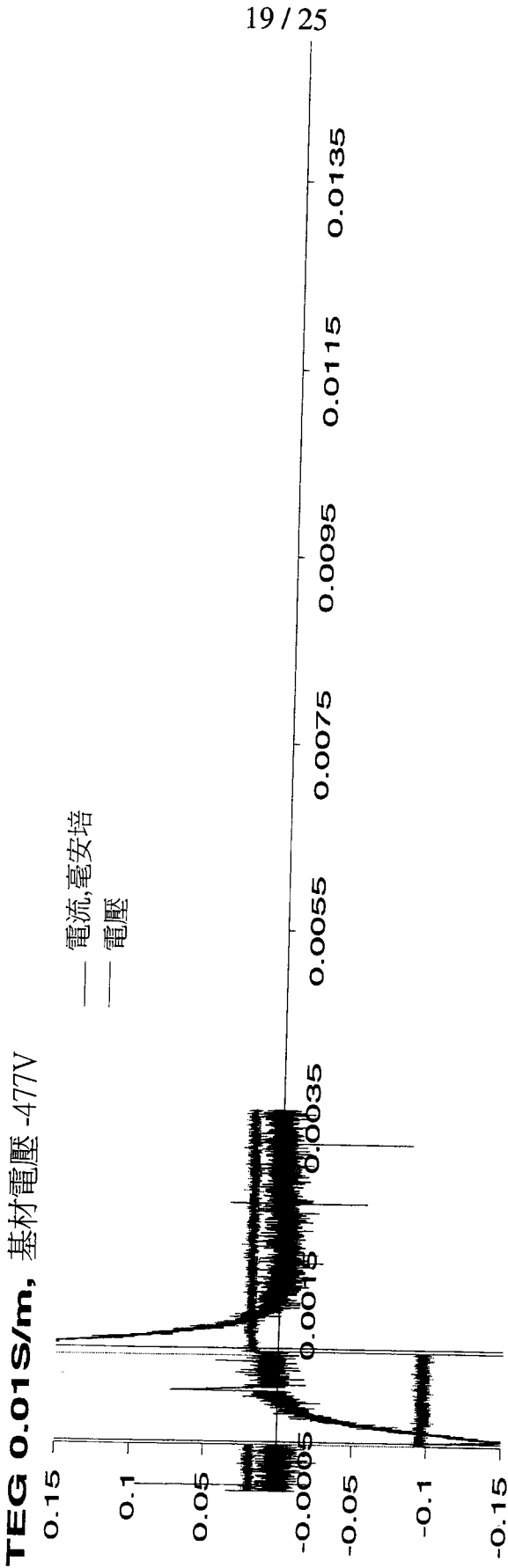
第15圖



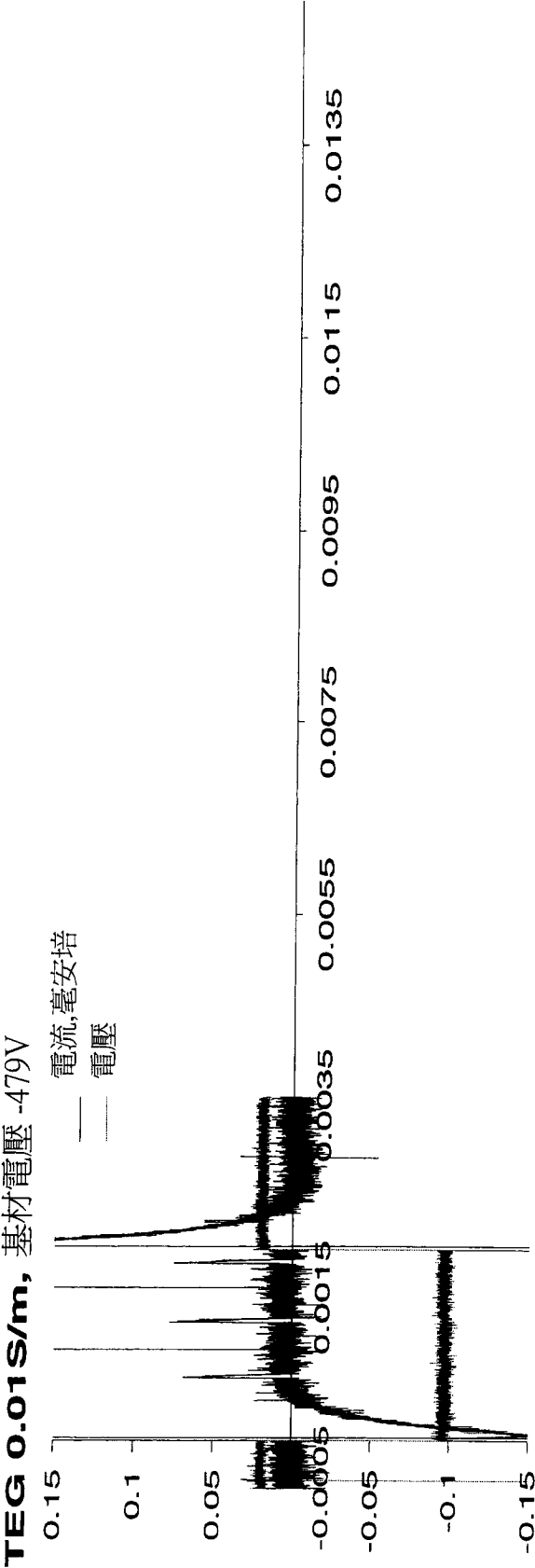
第16圖



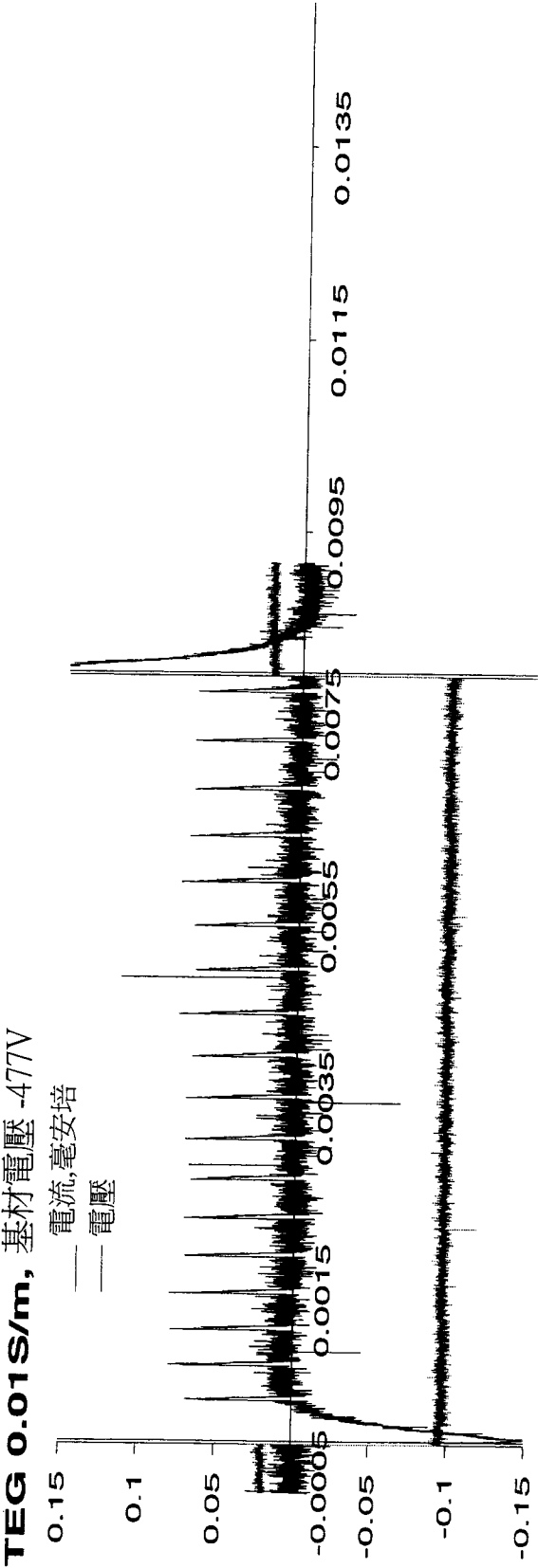
第17圖



第7a圖



第7b圖



第7c圖

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：

- | | |
|------------|-----------------|
| 1...靜電噴霧裝置 | 7...高速電荷耦合裝置照相機 |
| 2...發射器管 | 8...噴霧 |
| 3...液體 | 9...集基材 |
| 4...針 | 10...基材電極 |
| 4a...尖端 | 11...高精度移動平台 |
| 5...高電壓電源 | 12...電流監測裝置 |
| 6...冷光源 | 29...開口 |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：