



(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 I417532 B

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 01 日

(21) 申請案號：099105869

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 01 日

(51) Int. Cl. : G01N15/02 (2006.01)

G01N1/22 (2006.01)

(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)

新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：蔡春進 TSAI, CHUEN JINN (TW) ; 陳聖傑 CHEN, SHENG CHIEH (TW) ; 陳宏達  
CHEN, HONG DAR (TW)

(74) 代理人：劉緒倫

(56) 參考文獻：

TW 589253

US 2001/0024219A1

審查人員：吳允中

申請專利範圍項數：2 項 圖式數：11 共 0 頁

(54) 名稱

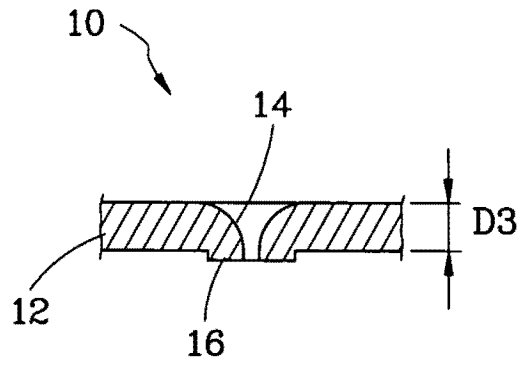
用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板之製造方法

METHOD FOR MANUFACTURING NOZZLE PLATE CONTAINING MULTIPLE MICRO-ORIFICES  
FOR CASCADE IMPACTOR

(57) 摘要

一種用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板之製造方法，該多微孔噴嘴板由半導體製程之微影、蝕刻及電鑄方法所製成，此一多微孔噴嘴板包含有一板體以及多數微孔，微孔形成於該板體且貫穿該板體之頂底兩側，其內徑由噴嘴板之底側朝上逐漸擴大，且內表面平滑，而可避免微粒於其內部堆積而導致阻塞。

A nozzle plate for cascade impactor and a method for manufacturing the same are disclosed. The nozzle plate is formed by a series of semiconductor processes, including lithography, etching and electroplating. The nozzle plate comprises a plate body and a plurality of micro-orifices formed on the nozzle plate. The orifice has a diameter which gradually expands in the direction away from the bottom of the plate body and has a smooth inner surface, allowing the particles to pass therethrough smoothly without being clogged in the nozzle plate.



- 10 . . . 用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板
- 12 . . . 板體
- 14 . . . 微孔
- 16 . . . 凸塊
- D3 . . . 多微孔噴嘴板厚度

第十圖

# 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)

公告本

※申請案號：99105869

※申請日：99.3.1

※IPC分類：G01N 15/02 (2006.01)

G01N 1/22 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板之製造方法 / METHOD  
FOR MANUFACTURING NOZZLE PLATE CONTAINING MULTIPLE  
MICRO-ORIFICES FOR CASCADE IMPACTOR

## 二、中文發明摘要：

一種用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板之製造方法，該多微孔噴嘴板由半導體製程之微影、蝕刻及電鑄方法所製成，此一多微孔噴嘴板包含有一板體以及多數微孔，微孔形成於該板體且貫穿該板體之頂底兩側，其內徑由噴嘴板之底側朝上逐漸擴大，且內表面平滑，而可避免微粒於其內部堆積而導致阻塞。

## 三、英文發明摘要：

A nozzle plate for cascade impactor and a method for manufacturing the same are disclosed. The nozzle plate is formed by a series of semiconductor processes, including lithography, etching and electroplating. The nozzle plate comprises a plate body and a plurality of micro-orifices formed on the nozzle plate. The orifice has a diameter which gradually expands in the direction away from the bottom of the plate body and has a smooth inner surface, allowing the particles to pass therethrough

smoothly without being clogged in the nozzle plate.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(十)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10 用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板

12 板體

14 微孔

16 凸塊

D3 多微孔噴嘴板厚度

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】

本發明係與大氣微粒分徑採集裝置有關，特別是指一種用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板之製造方法。

### 【先前技術】

美國 MSP 公司所開發製造之微孔均勻沉積衝擊器 (Micro-Orifice Uniform Deposit Impactor, MOUDI) 目前已廣泛應用於大氣微粒之採樣上，該微孔均勻沉積衝擊器內部設有多數噴嘴板 (nozzle plate) 及衝擊板 (impactor plate)，噴嘴板上設有多數微孔，當氣流通過該等微孔時，氣流中之微粒會因為慣性而被收集於下方之衝擊板上；隨著各階設計參數之不同，各階所能收集之微粒大小也有所差異，以 10 階 MOUDI 為例，其各階之截取氣動直徑 (cutoff aerodynamic diameter) 依序為 18、10.0、5.6、3.2、1.8、1.0、0.56、0.32、0.18、0.1、0.056 與  $<0.056 \mu\text{m}$ ，其中，第七階及第八階的噴嘴板 (nozzle plate) 各有 900 個微孔，孔徑分別為 140 及  $90 \mu\text{m}$ ，而第九階及第十階則各有 2000 個微孔，孔徑分別為 55 及  $52 \mu\text{m}$ 。

Ji 等人使用電子顯微鏡對採樣後之 8 階 MOUDI 中第七階及第八階之噴嘴板進行觀察，並將研究結果發表於期刊中 (Ji, J. H., Bae, G. N., Hwang, J., 2006. Observation and evaluation of nozzle clogging in a micro-orifice impactor used for atmospheric aerosol sampling, *Particulate Sci. Technol.* 24:

85-96.)。Ji 等人的研究發現在 MOUDI 使用一段時間後，噴嘴的微孔會有被微粒阻塞之現象，使得各階微粒截取氣動直徑值變得比原設計值小，且各階之壓差也變得較原設計值大。

本案發明人也利用光學顯微鏡對 MOUDI 第 9 階噴嘴板之微孔進行觀察，發現微孔呈階梯狀之不平滑形狀(如第十一圖)，極有可能是造成微粒累積阻塞於微孔之原因；另外，微孔底端之壁厚 D1 僅約 10 $\mu$ m，其結構相當脆弱，無法利用超音波振盪方式來清洗，清洗時相當不方便。

#### 【發明內容】

鑑於上述缺失，本發明之一目的在於提供一種用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板之製造方法，其多微孔噴嘴板之微孔孔緣平滑，而可避免微粒於其內部累積而導致阻塞者。

本發明之一目的在於提供一種用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板之製造方法，其多微孔噴嘴板之微孔孔壁厚度均勻且結構堅固，而可利用超音波振盪裝置進行清洗者。

為達前揭目的，本發明之用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板之製造方法包含有以下步驟：(1)於一基材上形成一種子層；(2)於該種子層上塗佈一第一光阻劑，並利用一 UV 光經由一第一光罩照射該第一光阻劑，並對該第一光阻劑進行顯影；(3)蝕刻該種子層，並去除該第一光阻劑，使該種子層上形成多數貫穿該種子層之穿孔；(4)於該基材及種子層上塗佈一犧牲層；(5)於該犧牲層上形成一金屬阻罩

層；(6)於該金屬阻罩層上塗佈一第二光阻劑，利用一 UV 光經由一第二光罩照射該第二光阻劑，並對該第二光阻劑進行顯影；(7)蝕刻該金屬阻罩層，並去除該第二光阻劑，使該金屬阻罩層形成多數位於該犧牲層上之凸塊；(8)蝕刻該犧牲層至該基材及該種子層露出；(9)電鑄一金屬材料至該種子層上且覆蓋該玻璃基材；以及(10)將基材、該種子層以及該犧牲層去除。其中步驟(9)之金屬材料可為鈷及鎳之混合物

### 【實施方式】

為了詳細說明本發明之構造及特點所在，茲舉以下一較佳實施例並配合圖式說明如後，其中：

第一圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(一)；  
第二圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(二)；  
第三圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(三)；  
第四圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(四)；  
第五圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(五)；  
第六圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(六)；  
第七圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(七)；  
第八圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(八)；  
第九圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(九)；  
第十圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(十)。

請參閱第一圖至第十圖，本發明一較佳實施例所提供之用於多階衝擊器微孔噴嘴板之製造方法，係包含以下步



驟：

(1) 如第一圖所示，於一玻璃基材 20 上形成一種子層 22(seed Layer)，其中，該種子層 22 之材質可為銅或是鉻 (Chromium)，並可透過濺鍍(sputtering)、蒸鍍(evaporation)或是化學氣相沉積(Chemical Vapor Deposition, CVD)等方法而形成，該種子層 22 之厚度 D2 大約為 3 $\mu$ m；

(2) 如第二圖所示，於該種子層上塗佈一第一光阻劑 (photoresist) 24，並利用一 UV 光經由一第一光罩 26(mask) 照射該第一光阻劑 24，並對該第一光阻劑 24 進行顯影 (development)，其中，該第一光罩 26 具有多數圓形之透光區 (transparent regions) 261 而可供該 UV 光通過；為求圖式簡潔，該第二圖只顯示單一透光區 261；

(3) 如第三圖所示，蝕刻(etching)該種子層 22，並去除該第一光阻劑 24，使該種子層 22 上形成多數貫穿該種子層 22 之穿孔 221；

(4) 如第四圖所示，於該玻璃基材 20 及種子層 22 上塗佈一犧牲層 28(sacrificial layer)，該犧牲層 28 可採用但不限於聚乙醯胺(Polyimide, PI)；

(5) 如第五圖所示，於該犧牲層 28 上形成一金屬阻罩層 30，該金屬阻罩層 30 之材質可為銅或是鉻，並可利用濺鍍、蒸鍍或是化學氣相沉積等方式而形成；

(6) 如第六圖所示，於該金屬阻罩層 30 上塗佈一第二光阻劑 32，利用一 UV 光經由一第二光罩 34 照射該第二光阻劑 32，並對該第二光阻劑 32 進行顯影，其中，該第

二光罩 34 上具有多數圓形且不透光之遮蔽區 (opaque regions) 341，該等遮蔽區 341 與該種子層 22 上第一穿孔 221 之位置對應；

(7) 如第七圖所示，蝕刻該金屬阻罩層 30，並去除該殘餘之第二光阻劑 32，使該金屬阻罩層 30 形成多數位於該犧牲層 28 上之凸塊 301，為求圖式簡潔，該第六圖及第七圖也是只顯示單一遮蔽區 341 及單一凸塊 301；

(8) 如第八圖所示，蝕刻未被凸塊 301 遮蔽的該犧牲層 28，直到該玻璃基材 20 及種子層 22 露出，其餘被凸塊 301 所遮蔽的犧牲層 28 則成柱狀；

(9) 如第九圖所示，電鑄 (electroplating) 一金屬材料 36 至該種子層 22 上且覆蓋該玻璃基材 20，直到所需之厚度 D3，其中，該金屬材料可採用但不限於鎳 (Nickel) 及鈷 (Cobalt) 之混合物，該厚度 D3 為 150 $\mu$ m；以及

(10) 如第十圖所示，將該基材 20、該種子層 22 以及該犧牲層 28 去除，該用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板 10 即可成形，該噴嘴板 10 後續將被裁切及周圍鑽孔，以方便被固定於一多階衝擊器中。

請參閱第十圖，本發明一較佳實施例所提供之用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板 10，是利用上述之微影方法 (lithographic process)、蝕刻方法及電鑄方法而製成，包含有一板體 12 以及多數微孔 14，該等微孔 14 形成於該板體 12 上，且貫穿該板體 12 之頂底兩側；由於該板體 12 是利用電鑄方法而形成，因此該等微孔 14 之內表面平滑，且內

徑是由該噴嘴板 10 之底側朝上逐漸擴大，該噴嘴板 10 並具有多數環形凸塊 16 形成於該板體 12 底側，且環繞該等微孔 14。

由於該等微孔 14 之內表面平滑，有助於微粒之順利通過，因此可有效避免噴嘴板 10 之阻塞；另外，該等微孔 14 孔壁厚度較為均勻且結構堅固，可利用超音波振盪裝置來清洗，有助於提高使用上之便利性及實驗品質；另外，依照所設計之截取氣動直徑之不同，該噴嘴板 10 微孔 14 之數量及底端直徑可分別被設計為(900 個, 140 $\mu\text{m}$ )、(900 個, 90 $\mu\text{m}$ )、(2000 個, 55 $\mu\text{m}$ )、(2000 個, 52 $\mu\text{m}$ )、(980 個, 49 $\mu\text{m}$ )、(1650 個, 45 $\mu\text{m}$ )或(2000 個, 55 $\mu\text{m}$ )，但微孔 14 之數量建議介於 50~10000 個之間，直徑建議介於 45~410  $\mu\text{m}$  之間。

以上所述，僅為本發明之較佳實施例的詳細說明與圖示，凡合於本發明申請專利範圍之精神與其類似變化之實施例，皆包含於本發明的範疇中，任何熟悉該項技藝者在本發明之領域內，可輕易思及之變化或修飾皆可涵蓋在本案之專利範圍。

## 【圖式簡單說明】

第一圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(一)；  
 第二圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(二)；  
 第三圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(三)；  
 第四圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(四)；  
 第五圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(五)；  
 第六圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(六)；  
 第七圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(七)；  
 第八圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(八)；  
 第九圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(九)；  
 第十圖係本發明一較佳實施例之製造過程示意圖(十)；  
 第十一圖係習知噴嘴板之剖視示意圖。

## 【主要元件符號說明】

10 用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板

12 板體                      14 微孔                      16 凸塊

20 基材                      22 種子層                      221 穿孔

24 第一光阻劑              26 第一光罩                      28 犧牲層

30 金屬阻罩層              301 凸塊                      32 第二光阻劑

34 第二光罩                      36 金屬材料

D1 微孔底端之孔壁厚度

D2 種子層厚度

D3 多微孔噴嘴板厚度

## 七、申請專利範圍：

1. 一種用於多階衝擊器之多微孔噴嘴板之製造方法，該多微孔噴嘴板包含一板體及多數微孔，該些微孔係形成於該板體且貫穿該板體之頂底兩側，該等微孔之內表面平滑，且其內徑係由噴嘴板之底側朝上擴大；所述製造方法係包含以下步驟：

(1)於一基材上形成一種子層；

(2)於該種子層上塗佈一第一光阻劑，並利用一 UV 光經由一第一光罩照射該第一光阻劑，並對該第一光阻劑進行顯影；

(3)蝕刻該種子層，並去除該第一光阻劑，使該種子層上形成多數貫穿該種子層之穿孔；

(4)於該基材及種子層上塗佈一犧牲層；

(5)於該犧牲層上形成一金屬阻罩層；

(6)於該金屬阻罩層上塗佈一第二光阻劑，利用一 UV 光經由一第二光罩照射該第二光阻劑，並對該第二光阻劑進行顯影；

(7)蝕刻該金屬阻罩層，並去除該第二光阻劑，使該金屬阻罩層形成多數位於該犧牲層上之凸塊；

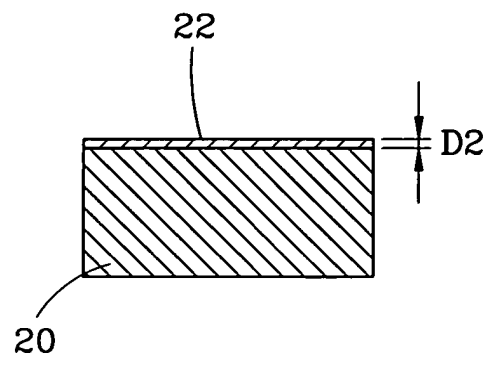
(8)蝕刻未被凸塊遮蔽的犧牲層至該基材及該種子層露出，其餘被凸塊遮蔽的犧牲層成柱狀；

(9)電鑄一金屬材料至該種子層上且覆蓋該玻璃基材；以及

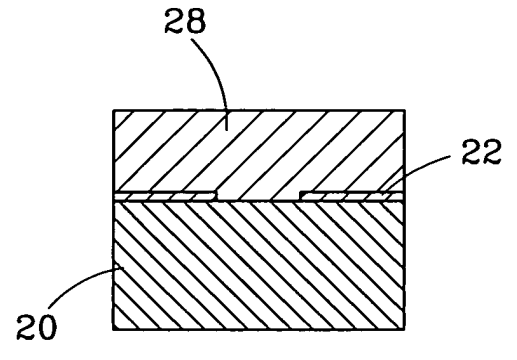
(10)將基材、該種子層以及該犧牲層去除。

2. 如申請專利範圍第1項所述之多微孔噴嘴板之製造方法，其中步驟(9)之金屬材料為鈷及鎳之混合物。

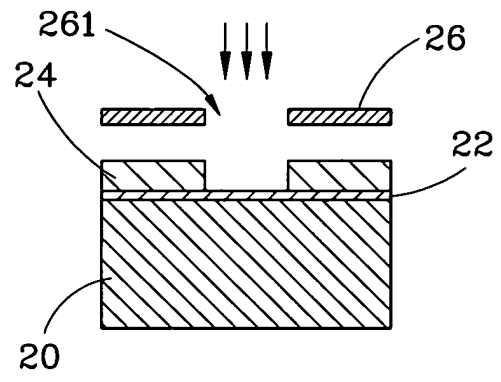
八、圖式：



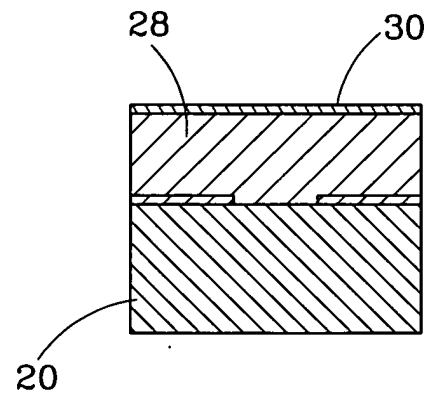
第一圖



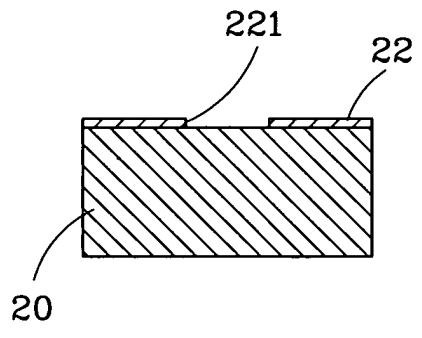
第四圖



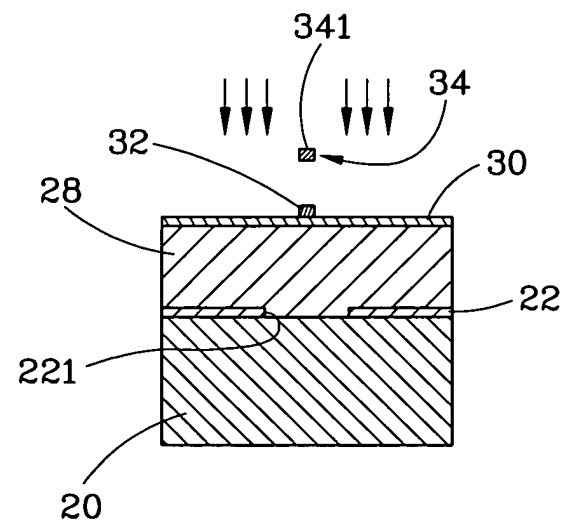
第二圖



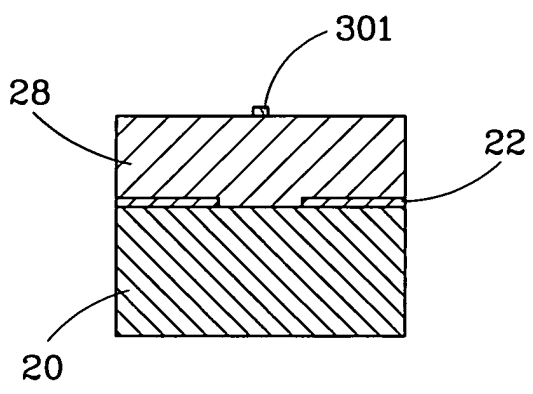
第五圖



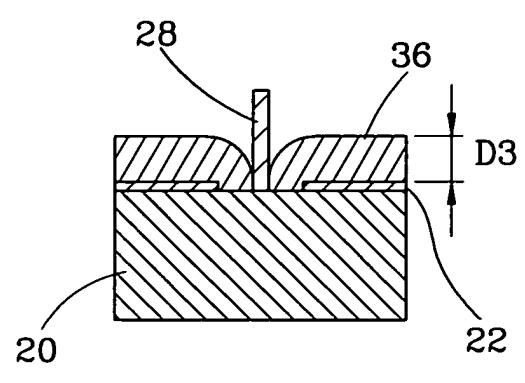
第三圖



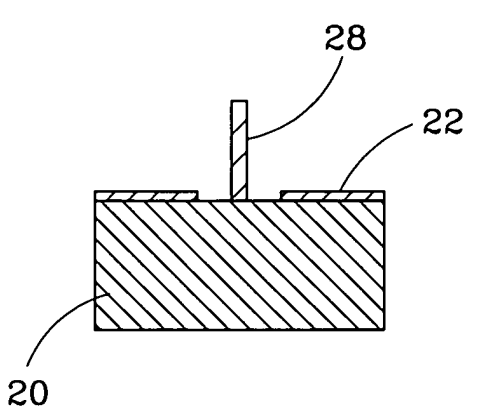
第六圖



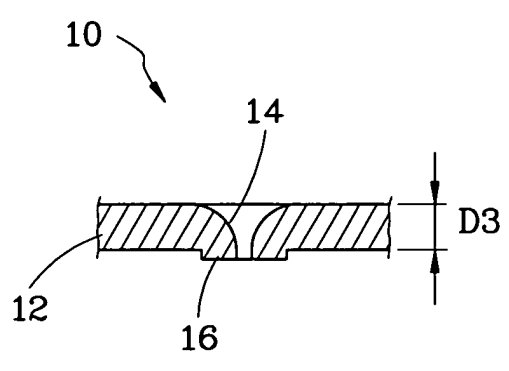
第七圖



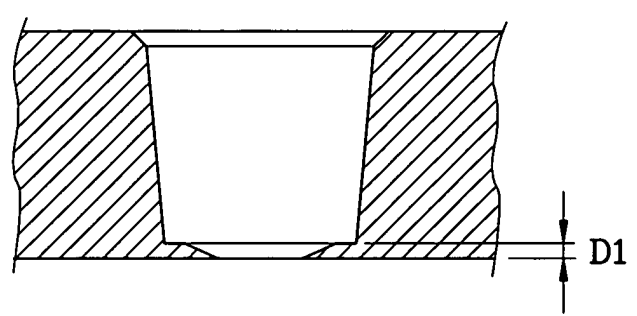
第九圖



第八圖



第十圖



第十一圖