



(21)申請案號：109140376

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 11 月 18 日

(51)Int. Cl. : *B01J8/18 (2006.01)**B01J8/24 (2006.01)**B01J19/26 (2006.01)**C07C255/08 (2006.01)**C07C253/26 (2006.01)*

(30)優先權：2019/11/20 中國大陸

201911153609.1

(71)申請人：大陸商中國石油化工科技開發有限公司(中國大陸) CHINA PETROCHEMICAL TECHNOLOGY COMPANY LTD. (CN)

中國大陸

(72)發明人：趙樂 ZHAO, LE (CN)；吳糧華 WU, LIANGHUA (CN)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：19 項 圖式數：5 共 43 頁

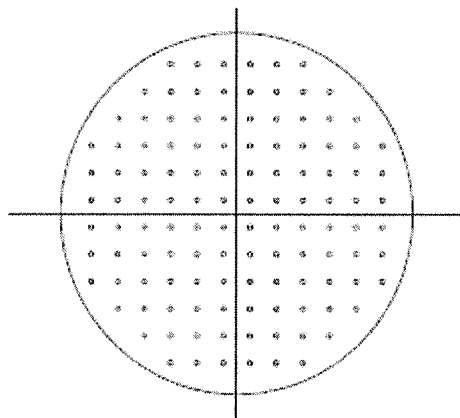
(54)名稱

一種氣體分布板、流體化裝置和反應方法

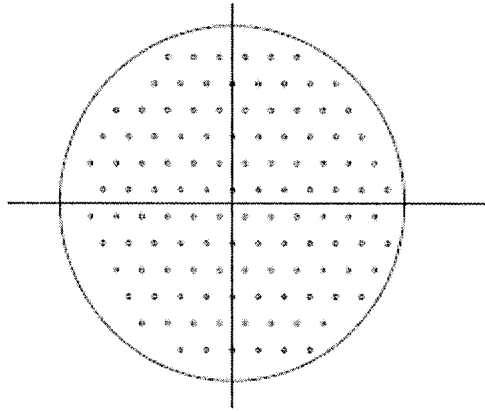
(57)摘要

本發明係關於一種氣體分布板，其包括金屬板、中央開孔及外緣開孔，其中上述中央開孔之孔徑 $D1$ (單位係 mm) 與上述外緣開孔之孔徑 $D1'$ (單位係 mm) 之比值 $D1/D1'$ 滿足關係式 $1.10 < D1/D1' < 1.00$ 。本發明亦關於包含該氣體分布板之流體化裝置及其在氧化反應或氮氧化反應方法中的應用。上述氣體分布板具有氣體分布均勻的特點。

指定代表圖：



【圖2A】



【圖2B】



202131993

【發明摘要】

【中文發明名稱】

一種氣體分布板、流體化裝置和反應方法

【中文】

本發明係關於一種氣體分布板，其包括金屬板、中央開孔及外緣開孔，其中上述中央開孔之孔徑 $D1$ （單位係 mm ）與上述外緣開孔之孔徑 $D1'$ （單位係 mm ）之比值 $D1/D1'$ 滿足關係式 $1.10 \geq D1/D1' > 1.00$ 。本發明亦關於包含該氣體分布板之流體化裝置及其在氧化反應或氮氧化反應方法中的應用。上述氣體分布板具有氣體分布均勻的特點。

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

一種氣體分布板、流體化裝置和反應方法

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種氣體分布板，尤其為一種空氣分布板。本發明亦關於包含該氣體分布板之流體化裝置及其在氧化反應或氨氧化反應方法中的應用。

【先前技術】

【0002】 世界各國普遍採用丙烯氨氧化法生產丙烯腈，生產過程中，原料有一定的配比要求，如氨與丙烯之比值為1-1.5，空氣與丙烯之比值為8.5-10.5，事實上，此比值亦正好處於丙烯氨的爆炸極限範圍內，在生產過程中，並非三種原料氣混合後進入反應床層中而是分開進入床層，丙烯與氨混合藉由一個分布器進入床層，空氣係藉由另一個分布器進入床層。丙烯、氨、空氣在催化劑之作用下，優先進行氨氧化反應，避開了原料氣爆炸濃度範圍。

【0003】 如圖1所示，在氨氧化流體化床反應器1中，各個構件依次為：空氣入口8、氣體分布板(亦稱為空氣分布板)6、丙烯氨進料分布器10、反應器壁4及除熱水管7。空氣經由入口8進入反應器，經過氣體分布板6後與經由進料分布器10進入反應器的丙烯氨原料氣混合均勻後進入催化劑床層，從而完成氨氧化反應。

【0004】 氣體分布板係丙烯腈流體化床反應器的一個重要的內構件之一，其設計的好壞直接影響到流體化床之流態化品質及反應器之操作效能。典型的丙烯腈流體化床氣體分布板為多孔板加短管的形式，具體而

言，氣體分布板包括連續金屬板及氣體分布板噴嘴。空氣藉由噴嘴末端處銳孔流通至噴嘴內，再藉由氣體分布板噴嘴流通至床層中。原料氣空氣沿各個氣體分布板噴嘴導向由下而上地被分散至床層中。

【0005】對於同一個丙烯腈流體化床反應器，氣體分布板之結構的變化會影響到分布器壓降的變化，為保證氣流的均勻分布，且不因某種波動或負荷的降低造成嚴重不均勻的後果，一般需使分布器具有足夠之壓降。

【0006】文獻《丙烯腈裝置擴能改造研究》（《當代化工》第34卷第5期）揭示了氣體分布板之壓降約占床層壓降的60%，認為該壓降可以使氣體分布均勻，且穿孔速度亦不至於對催化劑造成嚴重的磨蝕。

【0007】GB1265770A揭示了一種流體化床反應器。在該反應器中，藉由在分布板上靠近反應器壁之位置處方設置一個與分布板同心的環狀分布管，利用流體使沈積在近反應器壁處的催化流體化，從而消除器壁效應的影響。

【發明內容】

【0008】本發明之發明人發現，隨著丙烯腈生產規模增加，反應器直徑亦在增加，若仍採用文獻《丙烯腈裝置擴能改造研究》中所述之氣體分布板壓降，則由於器壁邊際效應，靠近反應器器壁處之流體化品質會變差，最終影響到反應結果。因此，現有的氣體分布板壓降設計參數不適應流體化床反應器大型化的設計要求。

【0009】本發明之發明人亦發現，在目前廣泛應用之流體化床反應器中，原料氣與空氣分別單獨進料，並藉由進料分布器及氣體分布板實現均勻混合，因此若應用GB1265770A中揭示之分布管在與氣體分布板相反

的方向上吹送空氣來消除器壁效應，則勢必會對氣體分布板的分散效果產生不利影響，進而影響空氣與原料氣之混合。而且，單獨地設置分布管不僅會使設備成本增加，亦會使反應器內部結構變得複雜，此反而會對流體化效果產生不利影響。

【0010】 本發明之發明人亦發現，丙烯腈流體化床屬於聚式流體化，在流體化床中存在著氣泡相及顆粒相。聚式流體化氣體主要以氣泡的形式通過床層向上運動，氣泡在床層中的運動情況對傳熱、傳質以及化學反應起著重要的作用。氣體通過分布器後，即可形成氣泡。此氣泡係氣體通過氣體分布板開孔進入床層的瞬間所形成，氣泡之大小、形狀與催化劑顆粒特性、氣體特性及開孔直徑以及通過開孔口之氣體速度有關，氣泡相中之催化劑含量較少，約占床層催化劑總量的1%左右，氣泡相中之氣體及被夾帶之催化劑與顆粒相之催化劑及被夾帶之氣體存在的物質交換，顆粒相中之氣體會進入至氣泡中，同時氣泡中的部分氣體亦會透過氣泡邊界滲入至催化劑顆粒中。相比於大的氣泡，小氣泡更有利於傳質的進行。

【0011】 本發明之發明人亦發現，在氣體分布板上方稍高一點的地方所形成的初始氣泡係丙烯腈流體化床反應器具有良好流體化品質之關鍵，而初始氣泡與氣體通過開孔口之氣體流速有關。典型的丙烯腈流體化床氣體分布板為多孔金屬板，為了使氣體分布板上方稍高處單位截面上具有相同的流體化品質，要求氣體穿過每個開孔口時的速度係相同及平穩的。

【0012】 本發明之發明人亦發現，由於流體運動過程中受黏度、器壁摩擦力等客觀因素的影響，近反應器壁處與反應器中心處之間的流體速度存在一定的遞度，近反應器壁處之流體相對處於靜止狀態，相對於反應

器中心處之催化劑，近反應器壁處之催化劑表現為向下沈降的狀態，換言之，反應器中心處之催化劑比近反應器壁處之催化劑具有更好的流體化品質。由於器壁邊際效應導致近反應器壁處流體化品質惡化，丙烯氨氧化未達到最佳反應狀態，進而導致近反應器壁區域內丙烯轉化率的降低，從而影響到整台反應器的反應結果。此結果無法滿足反應器大型化的要求。因此，先前技術渴望能夠開發出一種既不會降低氣體分布板之壓降，又能夠減少器壁效應對近反應器壁處流體化品質的影響，抑制近反應器器壁處催化劑流體化品質的下降，且滿足近反應器壁處分別來自分布板/器之氣體快速混合均勻的要求之氣體分布板。

【0013】 本發明人經過大量的研究及實驗發現，藉由適當縮小近反應器壁處之噴嘴內徑，來提高近反應器壁處之空氣通過開孔時之流體流速，能夠使得近反應器器壁處流體化品質得以改善，由此可以提高該處原料的轉化率，進而總體反應裝置的丙烯腈收率亦會相應提高。

【0014】 本發明基於此等發現而完成。

【0015】 具體而言，本發明係關於以下態樣的內容：

1. 一種氣體分布板(尤其為空氣分布板或氨氧化反應流體化床反應器用空氣分布板)，包括金屬板(尤其為金屬平板)、在上述金屬板中央區域設置之開孔(稱為中央開孔)及在上述金屬板外緣區域設置之開孔(稱為外緣開孔)，其中上述中央開孔之孔徑 $D1$ (單位係mm)與上述外緣開孔之孔徑 $D1'$ (單位係mm)之比值 $D1/D1' > 1.00$ ，較佳 $1.08 \geq D1/D1' > 1.00$ ，更佳 $1.06 \geq D1/D1' \geq 1.01$ 。

【0016】 2. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中各上述中央開孔之孔徑 $D1$ 彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為16-60

mm，較佳20-56 mm，更佳22-52 mm，及/或，各上述外緣開孔之孔徑D1'彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為15-58 mm，較佳19-54 mm，更佳21-50 mm。

【0017】 3. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中上述中央開孔之數量為16-100 (較佳17-64，更佳18-44)個/平方公尺上述中央區域，及/或，上述外緣開孔之數量為2-50 (較佳3-44，更佳4-25)個/平方公尺上述外緣區域，及/或，上述中央開孔之數量占上述金屬板上全部開孔數量的70-99% (較佳75-98%，更佳80-95%)。

【0018】 4. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中上述中央區域單位面積上之上述中央開孔之數量係基本上相同的。

【0019】 5. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中上述中央開孔及/或上述外緣開孔基本上按照正方形、等邊三角形、等邊菱形或者同心圓形的形式排布，較佳基本上按照正方形或等邊三角形的形式排布。

【0020】 6. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中任意緊鄰的兩個上述中央開孔之間的距離彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為100-300 mm，較佳125-285 mm，更佳150-270 mm，及/或，任意緊鄰的兩個上述外緣開孔之間的距離彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為100-300 mm，較佳125-285 mm，更佳150-270 mm。

【0021】 7. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中上述金屬板具有基本上圓形形狀，上述圓形之直徑為5-29 m，較佳7-20 m，並且上述金屬板之厚度為5-40 mm，較佳10-35 mm。

【0022】 8. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中設上述金屬板的外周緣上任意一點與上述金屬板的中心點之間的直線距離為R(尤其

為半徑)，將上述金屬板上與上述中心點直線距離為 r 的所有點圍繞而成之區域稱為中央區域，將上述中央區域與上述外周緣之間的區域稱為外緣區域，則 r/R 值為0.2-0.99，較佳0.5-0.9，更佳0.7-0.85。

【0023】 9. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中至少一個(較佳全部)上述中央開孔具有噴嘴(稱為中央噴嘴)，其中上述中央噴嘴係中空管，上述中央噴嘴之起始端嵌入上述中央開孔而垂直連接於上述金屬板並與上述中央開孔同軸，上述中央噴嘴之末端具有銳孔(稱為中央銳孔)，及/或，至少一個(較佳全部)上述外緣開孔具有噴嘴(稱為外緣噴嘴)，其中上述外緣噴嘴係中空管，上述外緣噴嘴之起始端嵌入上述外緣開孔而垂直連接於上述金屬板並與上述外緣開孔同軸，上述外緣噴嘴之末端具有銳孔(稱為外緣銳孔)。

【0024】 10. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中各上述中央銳孔之孔徑 d 彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為5-20 mm，較佳7-18 mm，更佳10-16 mm，及/或，各上述外緣銳孔之孔徑 d' 彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為5-20 mm，較佳7-18 mm，更佳10-16 mm，及/或，上述中央銳孔之孔徑 d 與上述外緣銳孔之孔徑 d' 相同或不同，及/或， d/d' 滿足關係式 $1.10 \geq d/d' \geq 1.00$ (較佳 $1.04 \geq d/d' \geq 1.00$)。

【0025】 11. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中上述中央噴嘴及/或上述外緣噴嘴之噴射角 α 為 2° - 20° ，較佳 4° - 17° ，更佳 5° - 14° 。

【0026】 12. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中上述中央噴嘴及/或上述外緣噴嘴之長度為80-300 mm，較佳100-270 mm，更佳

120-240 mm。

【0027】 13. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中設上述中央銳孔之孔徑為 d （單位係mm），上述外緣銳孔之孔徑為 d' （單位係mm），上述中央開孔之孔徑為 $D1$ （單位係mm），上述外緣開孔之孔徑為 $D1'$ （單位係mm），則 $(d'/D1')/(d/D1) \geq 1$ ，較佳 $(d'/D1')/(d/D1) = 1-1.25$ 、 $(d'/D1')/(d/D1) = 1-1.20$ 、或者 $(d'/D1')/(d/D1) = 1.01-1.10$ 。

【0028】 14. 前述或後述任一態樣所述之氣體分布板，其中各上述中央噴嘴之內徑 $D2$ 彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為6-50 mm，較佳10-47 mm，更佳12-44 mm，及/或，各上述外緣噴嘴之內徑 $D2'$ 彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為5-48 mm，較佳9-45 mm，更佳11-42 mm。

【0029】 15. 一種氣體分布板，包括金屬板、在上述金屬板中央區域設置之中央開孔及在上述金屬板外緣區域設置之外緣開孔，其中至少一個(較佳全部)上述中央開孔具有噴嘴(稱為中央噴嘴)，其中上述中央噴嘴係中空管，上述中央噴嘴之起始端嵌入上述中央開孔而垂直連接於上述金屬板並與上述中央開孔同軸，上述中央噴嘴之末端具有銳孔(稱為中央銳孔)，至少一個(較佳全部)上述外緣開孔具有噴嘴(稱為外緣噴嘴)，其中上述外緣噴嘴係中空管，上述外緣噴嘴之起始端嵌入上述外緣開孔而垂直連接於上述金屬板並與上述外緣開孔同軸，上述外緣噴嘴之末端具有銳孔(稱為外緣銳孔)，設上述中央銳孔之孔徑為 d （單位係mm），上述外緣銳孔之孔徑為 d' （單位係mm），上述中央開孔之孔徑為 $D1$ （單位係mm），上述外緣開孔之孔徑為 $D1'$ （單位係mm），則 $(d'/D1')/(d/D1) \geq 1$ ，較佳 $(d'/D1')/(d/D1) = 1-1.25$ 、 $(d'/D1')/(d/D1) = 1-1.20$ 、或者

$(d'/D1')/(d/D1)=1.01-1.10$ 。

【0030】 16. 一種流體化裝置(較佳流體化床反應器)，至少包括外殼、由上述外殼限定之流體化裝置內腔、以及在上述流體化裝置內腔中設置之氣體分布板，其中上述氣體分布板係前述或後述任一態樣所述之氣體分布板。

【0031】 17. 前述或後述任一態樣所述之流體化裝置，其中上述流體化裝置內腔具有固體顆粒(較佳催化劑顆粒)床層，其中上述氣體分布板之壓降 ΔPd (單位係MPa)為上述固體顆粒床層之壓降 ΔPb (單位係MPa)的62-120%，較佳65-115%，更佳68-110%。

【0032】 18. 一種氧化反應或氨氧化反應方法，包括以前述或後述任一態樣所述之氣體分布板作為氧化性氣體(較佳空氣或氧氣)分布板或者在前述或後述任一態樣所述之流體化床反應器中使進料(較佳垃圾或烴類進料，更佳 C_{2-8} 烴烴或丙烯)與上述氧化性氣體(較佳空氣或氧氣)發生氧化反應或氨氧化反應而生成氧化或氨氧化產物(較佳環氧丙烷或丙烯腈)之步驟。

【0033】 19. 一種氣體分布方法，包括藉由前述或後述任一態樣所述之氣體分布板自其一側向另一側輸送氣體之步驟，其中氣體通過上述外緣開孔之流速不低於氣體通過上述中央開孔之流速。

【圖式簡單說明】

【0034】

圖1係本發明之流體化床反應器之示意簡圖。

圖2A及圖2B係本發明之氣體分布板之開孔排布方式示意圖。

圖3及圖4係本發明之噴嘴示意圖。

圖5係本發明之氣體分布板之壓力監測示意圖。

附圖標記說明：

- 1.流體化床反應器
- 2.氣體分布板銳孔
- 3.氣體分布板噴嘴
- 4.流體化床反應器器壁
- 5.流體化床反應器分布板上方之壓力測量口
- 6.氣體分布板
- 7.除熱水管
- 8.流體化床反應器之空氣入口
- 9.流體化床反應器錐體之壓力測量口
- 10.丙烯氨進料分布器

技術效果

根據本發明之氣體分布板，可以實現氣體均勻分布的效果。

根據本發明之流體化裝置，可以實現良好的流體化品質。

藉由本發明之氣體分布板，可以實現催化劑利用率之最大化，減少催化劑死區。

藉由本發明氣體分布板壓降 ΔP_d 的監測，可以實時監測氣體分布板工作狀態。

【實施方式】

【0035】 下面對本發明之具體實施方式進行詳細說明，但是需要指出的是，本發明之保護範圍並不受此等具體實施方式之限制，而是由附錄的申請專利範圍來確定。

【0036】 本說明書提到之所有出版物、專利申請案、專利及其他參考文獻全均引於此供參考。除非另有定義，本說明書所用之所有技術及科學術語均具有熟習此項技術者習知理解之含義。在有衝突之情況下，以本說明書之定義為準。

【0037】 當本說明書以詞頭「熟習此項技術者公知」、「先前技術」或其類似用語來導出材料、物質、方法、步驟、裝置或部件等時，該詞頭導出的對象涵蓋本申請案提出時此項技術中習知使用之彼等，但亦包括目前尚不常用，卻將變成此項技術中公認為適用於類似目的之彼等。

【0038】 在本說明書之上下文中，所謂「平板」，包括平板之情況，亦包括基本上平板之情況、以及熟習此項技術者通常理解為平板之情況。

【0039】 在本說明書之上下文中，所謂「基本上」係指允許存在對於熟習此項技術者而言可以接受或認為合理的偏差，比如偏差在 $\pm 10\%$ 以內、 $\pm 5\%$ 以內、 $\pm 1\%$ 以內、 $\pm 0.5\%$ 以內或者 $\pm 0.1\%$ 以內。

【0040】 在沒有明確指明之情況下，本說明書內所提到之所有百分數、份數、比率等均係以重量為基準的，而且壓力係錶壓。

【0041】 在本說明書之上下文中，本發明之任何兩個或多個實施方式均可以任意組合，由此而形成的技術方案屬於本說明書原始揭示內容的一部分，同時亦落入本發明之保護範圍。

【0042】 根據本發明之一個實施方式，關於一種氣體分布板。在此，作為上述氣體分布板，特別可以舉出空氣分布板，尤其為氨氧化流體化床反應器或丙烯腈流體化床反應器中使用之空氣分布板。已知的是，上述氣體分布板一般係多孔平板的形式。

【0043】 根據本發明之一個實施方式，上述氣體分布板包括金屬板、在上述金屬板中央區域設置之開孔(稱為中央開孔)及在上述金屬板外緣區域設置之開孔(稱為外緣開孔)。此等開孔係通孔，貫通上述金屬板的上下表面，用以將氣體導入流體化裝置或固體顆粒床層。特別地，設上述金屬板的外周緣上任意一點與上述金屬板的中心點之間的直線距離為 R ，將上述金屬板上與上述中心點直線距離為 r 的所有點圍繞而成之區域稱為中央區域，將上述中央區域與上述外周緣之間的區域稱為外緣區域。在此，若上述金屬板具有基本上圓形形狀，則 R 係上述金屬板之半徑， r 係上述中央區域之半徑。

【0044】 已知的是，尤其對於氨氧化流體化床反應器或丙烯腈流體化床反應器應用而言，上述金屬板係金屬平板。在使用金屬平板作為上述金屬板時，可以使近反應器壁處之流體速度不低於反應器中心處之流體速度，亦即氣體通過外緣開孔(見下述)時之流速不低於通過中央開孔(見下述)時之流速，由此能夠改善近反應器壁處之催化劑之流體化品質。在此，上述流速一般以線速度進行表徵，其數值範圍大致上係6-25 m/s，但本發明並不限於此。另外，上述流速可以藉由直接測量相應開孔出口處的氣速而容易獲得。

【0045】 根據本發明之一個實施方式，藉由上述氣體分布板，自其一側向另一側輸送氣體，由此實現氣體或空氣的均勻分布。在此，如前所述，氣體通過上述外緣開孔之流速不低於氣體通過上述中央開孔之流速。

【0046】 根據本發明之一個實施方式， r/R 值為0.2-0.99，較佳0.5-0.9，更佳0.7-0.85。

【0047】 根據本發明之一個實施方式，上述中央開孔之孔徑 $D1$ (單

位係mm)與上述外緣開孔之孔徑D1' (單位係mm)之比值D1/D1'滿足關係式 $1.10 \geq D1/D1' > 1.00$, 較佳 $1.08 \geq D1/D1' > 1.00$, 更佳 $1.06 \geq D1/D1' \geq 1.01$ 。

【0048】 根據本發明之一個實施方式，各上述中央開孔之孔徑D1彼此相同或不同，較佳彼此相同，並且各自獨立地為16-60 mm，較佳20-56 mm，更佳22-52 mm。

【0049】 根據本發明之一個實施方式，各上述外緣開孔之孔徑D1'彼此相同或不同，較佳彼此相同，並且各自獨立地為15-58 mm，較佳19-54 mm，更佳21-50 mm。

【0050】 根據本發明之一個實施方式，本發明人藉由對初始氣泡之理論計算及實驗驗證發現，上述中央開孔之數量為16-100個/平方公尺上述中央區域，較佳17-64或18-44個/平方公尺上述中央區域。為了實現氣體的更均勻導入，較佳上述中央區域之單位截面積上具有相同個數之中央開孔。

【0051】 根據本發明之一個實施方式，上述中央開孔之數量占上述金屬板上全部開孔數量的70%-99%，較佳75-98%，更佳80%-95%。

【0052】 根據本發明之一個實施方式，本發明人藉由對初始氣泡之理論計算及實驗驗證發現，上述外緣開孔之數量為2-50個/平方公尺上述外緣區域，較佳3-44或4-25個/平方公尺上述外緣區域。為了實現氣體的更均勻導入，較佳上述外緣區域之單位截面積上具有相同個數之外緣開孔。

【0053】 根據本發明之一個實施方式，上述中央區域單位面積上之上述中央開孔之數量係基本上相同的。

【0054】 根據本發明之一個實施方式，對上述中央開孔的排布方式沒有具體限定，但基本上按照正方形、等邊三角形、等邊菱形或者同心圓形的形式排布，較佳基本上按照正方形或等邊三角形的形式排布，具體如圖2A及圖2B所示。

【0055】 根據本發明之一個實施方式，對上述外緣開孔的排布方式沒有具體限定，但基本上按照正方形、等邊三角形、等邊菱形或者同心圓形的形式排布，較佳基本上按照正方形或等邊三角形的形式排布，具體如圖2A及圖2B所示。

【0056】 以丙烯腈流體化床反應器為例，參照圖2A所示的正方形排布方式，本發明之發明人發現，若孔間距大於氣泡直徑過多，四個開孔噴射出來之氣體在向上流動時不足以使正方形中心處之催化劑產生流體化運動，此部分未流體化之催化劑，猶如小的固定床，原料氣在催化劑表面發生氨氧化反應，最終因過度還原而失去活性。正方形中心處之催化劑並未參與丙烯氨氧化反應當中，此結果造成催化劑使用率的降低，導致反應裝置催化劑負荷增加，影響到反應結果。另一方面，孔間距亦不宜過小，當孔間距小於氣泡直徑時，容易導致相鄰開孔上方所產生的氣泡間的聚併，聚併後的氣泡體積要大於聚併前兩個氣泡的體積之和，造成更多的反應氣體經氣泡短路通過床層，減少了氣體與催化劑顆粒的接觸機會，降低了傳質效率，最終亦係表現在反應結果效能變差。因此，合適的孔間距係流體化床具有良好初始流體化狀態的需要，孔間距之大小以略大於在氣體分布板上所生成初始氣泡直徑為宜。

【0057】 根據本發明之一個實施方式，本發明人藉由對初始氣泡之理論計算及實驗驗證發現，任意緊鄰的兩個上述中央開孔之間的距離(亦

即為孔間距)彼此相同或不同，較佳彼此相同，並且各自獨立地為100-300 mm，較佳125-285 mm，更佳150-270 mm。在此，孔間距定義為開孔排布方式圖形之邊長。

【0058】 根據本發明之一個實施方式，本發明人藉由對初始氣泡之理論計算及實驗驗證發現，任意緊鄰的兩個上述外緣開孔之間的距離(亦即為孔間距)彼此相同或不同，較佳彼此相同，並且各自獨立地為100-300 mm，較佳125-285 mm，更佳150-270 mm。在此，孔間距定義為開孔排布方式圖形之邊長。

【0059】 根據本發明之一個實施方式，上述金屬板具有基本上圓形形狀，上述圓形之直徑一般為5-29 m，較佳7-20 m。

【0060】 根據本發明之一個實施方式，上述金屬板之厚度一般為5-40 mm，較佳10-35 mm。

【0061】 根據本發明之一個實施方式，至少一個(較佳全部)上述中央開孔具有噴嘴(稱為中央噴嘴)。另外，至少一個(較佳全部)上述外緣開孔具有噴嘴(稱為外緣噴嘴)。

【0062】 根據本發明之一個實施方式，上述中央噴嘴係中空管，並且上述中央噴嘴之起始端嵌入上述中央開孔而垂直連接於上述金屬板並與上述中央開孔同軸。較佳的是，上述中央噴嘴之末端具有銳孔(稱為中央銳孔)。另外，上述外緣噴嘴係中空管，並且上述外緣噴嘴之起始端嵌入上述外緣開孔而垂直連接於上述金屬板並與上述外緣開孔同軸。較佳的是，上述外緣噴嘴之末端具有銳孔(稱為外緣銳孔)。

【0063】 本發明之發明人發現，為避免高氣速對催化劑等固體顆粒的磨蝕，通常不會使自氣體入口8進入流體化裝置比如流體化床反應器內

部之氣體直接通過氣體分布板上之開孔，而是如圖3所示在氣體分布板6的金屬板上設置噴嘴3。多個噴嘴3位於金屬板下表面，與金屬板上之開孔一一對應。噴嘴3的上端與金屬板上之開孔連接，中間部分為作為噴嘴主體的筒形中空金屬管，下端設置有銳孔2。噴嘴垂直於金屬板，且噴嘴主體、銳孔、開孔同軸。亦即在開孔與銳孔之間用一短管(噴嘴)連接，開孔、銳孔、噴嘴同軸。另外，為了實現整流效果，將噴嘴3之內徑D設置為大於銳孔2之孔徑d，而在另一端，將開孔之孔徑設置為與噴嘴3之外徑相同。關於噴嘴3之內徑D，通常情況，將其內徑D設置為使得噴嘴主體內之氣體之流速在8-50 m/s範圍內，較佳為12-40 m/s。

【0064】 根據本發明之一個實施方式，對上述噴嘴與上述金屬板之間的連接方式沒有具體限制，可以採用焊接、螺紋連接等先前技術的連接方式。

【0065】 根據本發明之一個實施方式，各上述中央銳孔之孔徑d彼此相同或不同，較佳彼此相同，並且各自獨立地為5-20 mm，較佳7-18 mm，更佳10-16 mm。

【0066】 根據本發明之一個實施方式，各上述外緣銳孔之孔徑d'彼此相同或不同，較佳彼此相同，並且各自獨立地為5-20 mm，較佳7-18 mm，更佳10-16 mm。

【0067】 根據本發明之一個實施方式，上述中央銳孔之孔徑d與上述外緣銳孔之孔徑d'相同或不同。較佳的是， d/d' 滿足關係式 $1.10 \geq d/d' \geq 1.00$ ，較佳 $1.04 \geq d/d' \geq 1.00$ 。

【0068】 本發明之發明人對流體力學研究發現，由於氣體穿過銳孔至噴嘴的變徑過程中，流體之流速及方向發生了變化，在靠近變徑位置，

部分流體會產生回流，導致了該處流體狀態的變化，如層流運動變為湍流運動，處於湍流區之流體，其運動狀態係雜亂無章的，具有不穩定性。湍流區沿流體的流動方向，逐漸向管壁靠近，直致消除，流體沿流動方向亦逐漸趨向於穩定的層流運動。自流體流場上看，自變徑位置起至湍流區消除此段區域，湍流層與層流層之間存在一定的界線。如圖4所示，將噴嘴3的自變徑位置開始直至氣體分布板上表面長度定義為噴嘴長度 L ，將噴嘴3的自變徑位置開始直至湍流區消除位置之長度定義為最小噴嘴長度 l ，則

噴射角 α 由下式(1)表示：

$$\alpha = 2\arctg(D/2L) \quad (1)$$

噴射角 β 由下式(2)表示：

$$\beta = 2\arctg(D/2l) \quad (2)$$

其中， D 表示以 mm 為單位的上述噴嘴之內徑，並且 L 表示以 mm 為單位之噴嘴長度， l 表示以 mm 為單位的最小噴嘴長度。

【0069】 根據本發明，由上式(1)及或(2)可知，噴射角 α 及或 β 越小，亦即噴嘴內徑 D 與噴嘴長度 L 及或 l 之比越小，而在噴嘴內徑 D 一定之情況下，所需之噴嘴長度 L 及或 l 就越長。且只有噴嘴長度 L 大於等於最小之噴嘴長度 l 時，才能滿足於在變徑過程中產生的不規則流動氣流變為直線流動的穩定氣流，從而使得氣體在穿過開孔口瞬間具有穩定的流速及穩定的氣流方向。

【0070】 根據本發明之一個實施方式，上述中央噴嘴之噴射角 α 為 2° - 20° ，較佳 4° - 17° ，更佳 5° - 14° 。另外，上述外緣噴嘴之噴射角 α 為 2° - 20° ，較佳 4° - 17° ，更佳 5° - 14° 。

【0071】 根據本發明之一個實施方式，上述中央噴嘴之長度為80-

300 mm，較佳100-270 mm，更佳120-240 mm。

【0072】 根據本發明之一個實施方式，上述外緣噴嘴之長度為80-300 mm，較佳100-270 mm，更佳120-240 mm。

【0073】 本發明人藉由大量的計算及實驗，在最佳之情況下，當噴射角 α 在 5° - 14° 之間，噴嘴長度為120-240 mm時，能夠獲得最佳的整流效果。

【0074】 根據本發明之一個實施方式，上述中央開孔之孔徑D1與上述外緣開孔之孔徑D1'相同或不同。較佳的是，上述孔徑D1大於上述孔徑D1'。尤其當 $1.10 \geq D1/D1' > 1.00$ ，能夠有效地改善由於器壁效應導致之流體化品質惡化。更佳將上述比例D1/D1'設定為滿足 $1.08 \geq D1/D1' > 1.00$ ，更佳將上述比例D1/D1'設定為滿足 $1.06 \geq D1/D1' > 1.01$ 。當D1/D1'大於1.10時，導致噴嘴的整流效果下降。

【0075】 根據本發明之一個實施方式，設上述中央銳孔之孔徑為d (單位係mm)，上述外緣銳孔之孔徑為d' (單位係mm)，上述中央開孔之孔徑為D1 (單位係mm)，上述外緣開孔之孔徑為D1' (單位係mm)，則 $(d'/D1')/(d/D1) \geq 1$ ，較佳 $(d'/D1')/(d/D1) = 1-1.25$ 、 $(d'/D1')/(d/D1) = 1-1.20$ 、或者 $(d'/D1')/(d/D1) = 1.01-1.10$ 。

【0076】 根據本發明之一個實施方式，各上述中央噴嘴之內徑D2彼此相同或不同，較佳彼此相同，並且各自獨立地為6-50 mm，較佳10-47 mm，更佳12-44 mm。

【0077】 根據本發明之一個實施方式，各上述外緣噴嘴之內徑D2'彼此相同或不同，較佳彼此相同，並且各自獨立地為5-48 mm，較佳9-45 mm，更佳11-42 mm。

【0078】 根據本發明之一個實施方式，上述中央噴嘴之內徑D2與上述外緣噴嘴之內徑D2'相同或不同。較佳的是，上述內徑D2大於上述內徑D2'，更佳 $D2/D2' \geq 1.10 > 1.00$ ，較佳 $1.08 \geq D2/D2' > 1.00$ ，更佳 $1.06 \geq D2/D2' > 1.01$ 。

【0079】 根據本發明之一個實施方式，亦關於一種流體化裝置，尤其為流體化床反應器，更尤其為氨氧化流體化床反應器。上述流體化裝置至少包括外殼、由上述外殼限定之流體化裝置內腔、以及在上述流體化裝置內腔中設置之氣體分布板。在此，上述氣體分布板係本發明如前任一態樣所述之氣體分布板。

【0080】 根據本發明之一個實施方式，對上述氣體分布板在上述流體化裝置內的固定方式沒有具體限定，可以採用此項技術中的習知連接方式。

【0081】 根據本發明之一個實施方式，上述流體化裝置的內腔具有固體顆粒床層，尤其為催化劑顆粒床層，更尤其為氨氧化催化劑顆粒床層。在此，上述氨氧化催化劑可以係此項技術中習知已知的任何氨氧化催化劑，並沒有特別的限定。

【0082】 根據本發明之一個實施方式，亦關於一種氧化反應或氨氧化反應方法，其包括使進料與上述氧化性氣體發生氧化反應或氨氧化反應而生成氧化或氨氧化產物之步驟。在此，作為上述進料，具體比如可以舉出垃圾或烴類進料，尤其為C₂₋₈烯烴或丙烯。作為上述氧化性氣體，特別可以舉出空氣或氧氣。作為上述氧化產物或氨氧化產物，特別可以舉出環氧丙烷或丙烯腈。另外，上述反應方法以本發明如前任一態樣所述之氣體分布板作為上述氧化性氣體之氣體分布板，或者在本發明如前任一態樣所

述之流體化床反應器中進行。

【0083】 本發明之發明人發現，上述流體化裝置在操作時，尤其在利用丙烯腈流體化床反應器進行丙烯氨之氧化反應時，氣體分布板之壓降 ΔP_d 係一個重要參數。良好的氣體分布板壓降的設計，可以使每個氣體分布板噴嘴分配至相同的氣體流量，亦即滿足了裝置單位橫截面上流出之氣體流量係相同的。氣體在穿過銳孔的過程中，產生局部壓損，亦即圖5中標識5處與標識9處的之間壓差，該壓差即為氣體分布板之壓降 ΔP_d 。上述流體化裝置內之分布板壓降 ΔP_d 越大，氣體分布越均勻。

【0084】 本發明之發明人亦發現，氣體分布板壓降 ΔP_d 、開孔的孔間距、氣體穿過銳孔時的穿孔速度及銳孔之孔徑此四者之間存在係相互關聯的。對於同一規模大小之流體化裝置比如丙烯腈流體化床反應器，若其孔間距相同，則氣體分布板壓降 ΔP_d 高的裝置，氣體穿孔速度就高，所需的銳孔孔徑就小。然而，而銳孔孔徑亦不能設置的太小。否則，一方面容易造成高的穿孔速度而加劇對銳孔的磨損，另一方面，亦容易造成異物堵塞銳孔。同樣，若銳孔孔徑相同，則氣體分布板壓降 ΔP_d 高的裝置，氣體穿孔速度就高，所需的孔間距就大，而孔間距亦並非可以無限大或無限小，應與分布板稍高處所產生的氣泡大小相關聯。

【0085】 本發明之發明人進一步發現，先前技術之氣體分布板之壓降 ΔP_d 通常設計為床層壓降的60%，但是隨著生產規模不斷增大，流體化裝置比如丙烯腈流體化床反應器之直徑亦在增加。舉例而言，對於直徑大於8.5公尺的丙烯腈流體化床反應器，採用床層壓降的60%的設計參數，與採用床層壓降高於60%的設計參數相比，前者需要更大的銳孔孔徑或者需要更小的孔間距。銳孔孔徑大更容易造成催化劑落入反應器錐體而未得

到利用，此係不利的；或者，孔間距小，如此開孔就多，空氣噴嘴數亦就增多，與空氣噴嘴一一對應的丙烯氨分布器的支管及噴嘴數亦就增加，就設備而言，造成成本的增加。根據本發明，綜合考慮銳孔直徑、孔間距、穿孔速度因素，將氣體分布板壓降 ΔP_d 設計為床層壓降 ΔP_b 的62%-120%係合適的，較佳為床層壓降 ΔP_b 的65%-115%，更佳為床層壓降 ΔP_b 的68%-110%，由此可以較好地達到裝置單位截面積上具有相同的氣體流量之目的。

【0086】 根據本發明之一個較佳實施方式，在上述流體化裝置比如丙烯腈流體化床反應器中，通過氣體分布板之氣體，其所處的溫度、壓力等工況條件係相同的。為了將氣體分布板壓降 ΔP_d 控制在上述較佳範圍內，一般將上述與 ΔP_d 相對應的參數限定在以下範圍內： P_d 設計為床層壓降 ΔP_b 的62%-120%，氣體分布板噴嘴下端的銳孔孔徑為5-20 mm，並且氣體分布板之開孔的孔間距為100-300 mm。較佳地， P_d 設計為床層壓降 ΔP_b 的65%-115%，銳孔孔徑為7-18 mm，並且開孔孔間距為125-285 mm。更佳地， P_d 設計為床層壓降 ΔP_b 的68%-110%銳孔孔徑為10-16 mm，並且開孔孔間距為150-270 mm。同時，當 P_d 在上述範圍內時，亦能夠避免了穿孔時的高氣速對銳孔磨損。

【0087】 根據本發明之一個實施方式，上述氨氧化反應方法可以按照此項技術中習知已知的任何方式及任何方法進行，此等資訊對於熟習此項技術者而言係已知的，本文在此不再贅述。雖然如此，作為上述反應方法之操作條件，具體比如可以舉出丙烯/氨氣/空氣(以分子氧計)之莫耳比一般為1：1.1-1.3：1.8-2.0，反應溫度一般為420-440°C，反應壓力(錶壓)一般為0.03-0.14 MPa，並且重量每小時空間速度一般為0.04-0.10 h⁻¹。

【0088】**實施例**

以下將藉由實施例及比較例對本發明進行進一步的詳細描述，但本發明不限於以下實施例。

【0089】 在以下的實施例及比較例中，丙烯腈單程收率及丙烯轉化率可按以下公式計算：

$$\text{丙烯腈單程收率} : \text{AN}\% = C_{\text{AN}} / \Sigma C * 100$$

$$\text{丙烯轉化率} : \text{C}_{\text{C}_3}\% = (1 - C_{\text{C}_3\text{出}} / C_{\text{C}_3\text{進}}) * 100$$

其中：

C_{AN} ：反應器出口氣體中AN含的碳莫耳數(mol)

ΣC ：反應器出口氣體碳莫耳總數(mol)

$C_{\text{C}_3\text{出}}$ ：反應器出口氣體中 C_3 含的碳莫耳數(mol)

$C_{\text{C}_3\text{進}}$ ：反應器進口氣體中 C_3 含的碳莫耳數(mol)

【0090】**比較例1**

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430℃，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氮：空氣為1：1.2：9.6。

【0091】 空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑r為7.92公尺。

【0092】 中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑D1各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑d各自為14.3 mm，內徑D2為36 mm。

【0093】 外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為36 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.3 mm，內徑 $D2'$ 為30 mm。

【0094】 $D1/D1'$ 為1.17， d/d' 為1， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.17。

【0095】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0096】

比較例2

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430°C，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0097】 空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0098】 中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.3 mm，內徑 $D2$ 為36 mm。

【0099】 外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為42 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.3 mm，內徑 $D2'$ 為36 mm。

【0100】 $D1/D1'$ 為1.00， d/d' 為1， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.00。

【0101】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0102】

實施例1

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430℃，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0103】空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0104】中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.3 mm，內徑 $D2$ 為36 mm。穿過中央開孔之氣體速度為10.6 m/s。

【0105】外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為40 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.3 mm，內徑 $D2'$ 為34 mm，穿過外緣開孔之氣體速度為11.8 m/s。

【0106】 $D1/D1'$ 為1.05， d/d' 為1， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.05。

【0107】分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0108】

實施例2

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430℃，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0109】空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16

mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0110】中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.3 mm，內徑 $D2$ 為36 mm。

【0111】外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為39 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.3 mm，內徑 $D2'$ 為35 mm。

【0112】 $D1/D1'$ 為1.08， d/d' 為1， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.08。

【0113】分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0114】

實施例3

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430 $^{\circ}\text{C}$ ，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0115】空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0116】中央開孔之數量為13個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為51 mm，以275 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為15.1 mm，內徑 $D2$ 為45 mm。

【0117】外緣開孔之數量為9個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為48 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為275 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為15.1 mm，內徑 $D2'$ 為42 mm。

【0118】 $D1/D1'$ 為1.06， d/d' 為1， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.06。

【0119】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0120】

實施例4

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430℃，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0121】 空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0122】 中央開孔之數量為118個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為25 mm，以95 mm孔間距成三方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為9.6 mm，內徑 $D2$ 為20 mm。

【0123】 外緣開孔之數量為84個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為24 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為95 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為9.6 mm，內徑 $D2'$ 為19 mm。

【0124】 $D1/D1'$ 為1.04， d/d' 為1， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.04。

【0125】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0126】

實施例5

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430℃，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為

1 : 1.2 : 9.6。

【0127】空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0128】中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.3 mm，內徑 $D2$ 為36 mm。

【0129】外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為40 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.1 mm，內徑 $D2'$ 為34 mm。

【0130】 $D1/D1'$ 為1.05， d/d' 為1.01， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.04。

【0131】分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0132】

實施例6

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430 $^{\circ}\text{C}$ ，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1 : 1.2 : 9.6。

【0133】空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0134】中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.3 mm，內徑 $D2$ 為36 mm。

【0135】外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開

孔之孔徑 $D1'$ 各自為39 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為12.7 mm，內徑 $D2'$ 為33 mm。

【0136】 $D1/D1'$ 為1.08， d/d' 為1.13， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為0.96。

【0137】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0138】

實施例7

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430℃，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0139】 空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0140】 中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.3 mm，內徑 $D2$ 為36 mm。

【0141】 外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為40 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為15.2 mm，內徑 $D2'$ 為34 mm。

【0142】 $D1/D1'$ 為1.05， d/d' 為0.94， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.12。

【0143】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0144】

實施例8

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM³/h，反應溫度為430°C，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0145】空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0146】中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.3 mm，內徑 $D2$ 為36 mm，噴嘴噴射角 α 為12°。

【0147】外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為40 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.3 mm，內徑 $D2'$ 為34 mm，噴嘴噴射角 α 為12°。

【0148】 $D1/D1'$ 為1.05， d/d' 為1， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.05。

【0149】分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0150】

實施例9

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM³/h，反應溫度為430°C，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0151】空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0152】中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔

之孔徑 d 各自為14.3 mm，內徑 D_2 為36 mm，噴嘴噴射角 α 為 3° 。

【0153】 外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 D_1' 各自為40 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.3 mm，內徑 D_2' 為34 mm，噴嘴噴射角 α 為 3° 。

【0154】 D_1/D_1' 為1.05， d/d' 為1， $(d'/D_1')/(d/D_1)$ 為1.05。

【0155】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0156】 由於噴射角較小，噴嘴長度為687 mm，裝置可以實施，但不經濟。

【0157】

實施例10

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為 430°C ，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0158】 空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0159】 中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 D_1 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.3 mm，內徑 D_2 為36 mm，噴嘴噴射角 α 為 25° 。

【0160】 外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 D_1' 各自為40 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.3 mm，內徑 D_2' 為34 mm，噴嘴噴射角 α 為 25° 。

【0161】 D_1/D_1' 為1.05， d/d' 為1， $(d'/D_1')/(d/D_1)$ 為1.05。

【0162】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0163】

實施例11

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM³/h，反應溫度為430℃，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0164】 空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑r為7.92公尺。

【0165】 中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑D1各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑d各自為14.3 mm，內徑D2為36 mm。

【0166】 外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑D1'各自為41 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑d'各自為12.7 mm，內徑D2'為35 mm。

【0167】 $D1/D1'$ 為1.02， d/d' 為1.13， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為0.91。

【0168】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0169】

實施例12

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM³/h，反應溫度為430℃，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0170】空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0171】中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.3 mm，內徑 $D2$ 為36 mm。

【0172】外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為40 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.3 mm，內徑 $D2'$ 為34 mm。

【0173】在裝置滿負荷運作時，測量空氣分布板 ΔP_d 壓降，為床層壓降 ΔP_b 的88%。

【0174】 $D1/D1'$ 為1.05， d/d' 為1， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.05。

【0175】分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0176】

實施例13

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430 $^\circ\text{C}$ ，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0177】空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0178】中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.9 mm，內徑 $D2$ 為36 mm。

【0179】 外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為40 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.9 mm，內徑 $D2'$ 為34 mm。

【0180】 在裝置滿負荷運作時，測量空氣分布板 ΔP_d 壓降，為床層壓降 ΔP_b 的55%。

【0181】 $D1/D1'$ 為1.05， d/d' 為1， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為1.05。

【0182】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

【0183】

實施例14

流體化床反應器如圖5所示，直徑為9.0公尺，丙烯進料量為9500 NM^3/h ，反應溫度為430°C，反應壓力為0.04 MPa，丙烯：氨：空氣為1：1.2：9.6。

【0184】 空氣分布板6為圓形金屬板，直徑為9.0 m，厚度為16 mm，中央區域之半徑 r 為7.92公尺。

【0185】 中央開孔之數量為29個/平方公尺上述中央區域，中央開孔之孔徑 $D1$ 各自為42 mm，以197 mm孔間距成正方形均勻排布，中央銳孔之孔徑 d 各自為14.6 mm，內徑 $D2$ 為36 mm。

【0186】 外緣開孔之數量為20.5個/平方公尺上述外緣區域，外緣開孔之孔徑 $D1'$ 各自為40 mm，相鄰外緣開孔之間的孔間距為197 mm，外緣銳孔之孔徑 d' 各自為14.6 mm，內徑 $D2'$ 為34 mm。

【0187】 在裝置滿負荷運作時，測量空氣分布板 ΔP_d 壓降，為床層壓降 ΔP_b 的130%。

【0188】 $D1/D1'$ 為 1.05， d/d' 為 1， $(d'/D1')/(d/D1)$ 為 1.05。

【0189】 分別取反應器之中心區域、壁面區域及反應器出口處之氣相組分，結果見表1。

表1

	中心區域	壁面區域	反應器出口處	
	未反應丙烯%		丙烯轉化率%	丙烯腈單程收率%
比較例1	1.6	2.3	97.8	79.5
比較例2	1.4	2.5	97.7	79.3
實施例1	1.4	1.5	98.8	81.3
實施例2	1.4	1.8	98.5	80.7
實施例3	1.9	2.4	97.7	79.8
實施例4	1.8	2.3	97.8	79.9
實施例5	1.5	1.9	98.4	81.0
實施例6	1.5	2.5	98.3	80.2
實施例7	1.5	2.2	98.4	80.4
實施例8	1.4	1.5	98.8	81.3
實施例9	1.4	1.5	98.6	81.2
實施例10	1.8	2.5	97.7	79.8
實施例11	1.8	2.4	98.2	80.6
實施例12	1.4	1.5	98.8	81.3
實施例13	1.8	2.3	98.1	80.5
實施例14	1.5	1.9	98.4	81.0

【0190】 由表1可知，採用本發明之氣體分布板，能夠改善近反應器壁處之催化劑之流體化品質並顯著地提高丙烯的轉化率及丙烯腈的收率。

【符號說明】

【0191】

- 1: 流體化床反應器
- 2: 氣體分布板銳孔
- 3: 氣體分布板噴嘴
- 4: 流體化床反應器器壁

5: 流體化床反應器分布板上方之壓力測量口

6: 氣體分布板

7: 除熱水管

8: 流體化床反應器之空氣入口

9: 流體化床反應器錐體之壓力測量口

10: 丙烯氨進料分布器

d: 中央銳孔之孔徑

D: 中央開孔之孔徑/噴嘴之內徑

l: 最小噴嘴長度

L: 噴嘴長度

α : 噴射角

β : 噴射角

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種氣體分布板(尤其為空氣分布板或氮氧化流體化床反應器用空氣分布板)，其包括金屬板(尤其為金屬平板)、在上述金屬板中央區域設置之開孔(稱為中央開孔)及在上述金屬板外緣區域設置之開孔(稱為外緣開孔)，其中上述中央開孔之孔徑 $D1$ (單位係mm)與上述外緣開孔之孔徑 $D1'$ (單位係mm)之比值 $D1/D1' > 1.00$ ，較佳 $1.08 \geq D1/D1' > 1.00$ ，更佳 $1.06 \geq D1/D1' \geq 1.01$ 。

【請求項2】

如請求項1之氣體分布板，其中各上述中央開孔之孔徑 $D1$ 彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為16-60 mm，較佳20-56 mm，更佳22-52 mm，及/或，各上述外緣開孔之孔徑 $D1'$ 彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為15-58 mm，較佳19-54 mm，更佳21-50 mm。

【請求項3】

如請求項1之氣體分布板，其中上述中央開孔之數量為16-100 (較佳17-64，更佳18-44)個/平方公尺上述中央區域，及/或，上述外緣開孔之數量為2-50 (較佳3-44，更佳4-25)個/平方公尺上述外緣區域，及/或，上述中央開孔之數量占上述金屬板上全部開孔數量的70-99% (較佳75-98%，更佳80-95%)。

【請求項4】

如請求項1之氣體分布板，其中上述中央區域單位面積上之上述中央開孔之數量係基本上相同的。

【請求項5】

如請求項1之氣體分布板，其中上述中央開孔及/或上述外緣開孔基本上按照正方形、等邊三角形、等邊菱形或者同心圓形的形式排布，較佳基本上按照正方形或等邊三角形的形式排布。

【請求項6】

如請求項1之氣體分布板，其中任意緊鄰的兩個上述中央開孔之間的距離彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為100-300 mm，較佳125-285 mm，更佳150-270 mm，及/或，任意緊鄰的兩個上述外緣開孔之間的距離彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為100-300 mm，較佳125-285 mm，更佳150-270 mm。

【請求項7】

如請求項1之氣體分布板，其中上述金屬板具有基本上圓形形狀，上述圓形之直徑為5-29 m，較佳7-20 m，並且上述金屬板之厚度為5-40 mm，較佳10-35 mm。

【請求項8】

如請求項1之氣體分布板，其中設上述金屬板的外周緣上任意一點與上述金屬板的中心點之間的直線距離為 R (尤其為半徑)，將上述金屬板上與上述中心點直線距離為 r 的所有點圍繞而成之區域稱為中央區域，將上述中央區域與上述外周緣之間的區域稱為外緣區域，則 r/R 值為0.2-0.99，較佳0.5-0.9，更佳0.7-0.85。

【請求項9】

如請求項1之氣體分布板，其中至少一個(較佳全部)上述中央開孔具有噴嘴(稱為中央噴嘴)，其中上述中央噴嘴係中空管，上述中央噴嘴之起始端嵌入上述中央開孔而垂直連接於上述金屬板並與上述中央開孔同軸，

上述中央噴嘴之末端具有銳孔(稱為中央銳孔)，及/或，至少一個(較佳全部)上述外緣開孔具有噴嘴(稱為外緣噴嘴)，其中上述外緣噴嘴係中空管，上述外緣噴嘴之起始端嵌入上述外緣開孔而垂直連接於上述金屬板並與上述外緣開孔同軸，上述外緣噴嘴之末端具有銳孔(稱為外緣銳孔)。

【請求項10】

如請求項9之氣體分布板，其中各上述中央銳孔之孔徑 d 彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為5-20 mm，較佳7-18 mm，更佳10-16 mm，及/或，各上述外緣銳孔之孔徑 d' 彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為5-20 mm，較佳7-18 mm，更佳10-16 mm，及/或，上述中央銳孔之孔徑 d 與上述外緣銳孔之孔徑 d' 相同或不同，及/或， d/d' 滿足關係式 $1.10 \geq d/d' \geq 1.00$ (較佳 $1.04 \geq d/d' \geq 1.00$)。

【請求項11】

如請求項10之氣體分布板，其中上述中央噴嘴及/或上述外緣噴嘴之噴射角 α 為 2° - 20° ，較佳 4° - 17° ，更佳 5° - 14° 。

【請求項12】

如請求項10之氣體分布板，其中上述中央噴嘴及/或上述外緣噴嘴之長度為80-300 mm，較佳100-270 mm，更佳120-240 mm。

【請求項13】

如請求項9之氣體分布板，其中設上述中央銳孔之孔徑為 d (單位係mm)，上述外緣銳孔之孔徑為 d' (單位係mm)，上述中央開孔之孔徑為 $D1$ (單位係mm)，上述外緣開孔之孔徑為 $D1'$ (單位係mm)，則 $(d'/D1')/(d/D1) \geq 1$ ，較佳 $(d'/D1')/(d/D1) = 1-1.25$ 、 $(d'/D1')/(d/D1) = 1-1.20$ 、或者 $(d'/D1')/(d/D1) = 1.01-1.10$ 。

【請求項14】

如請求項9之氣體分布板，其中各上述中央噴嘴之內徑D2彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為6-50 mm，較佳10-47 mm，更佳12-44 mm，及/或，各上述外緣噴嘴之內徑D2'彼此相同或不同(較佳彼此相同)，各自獨立地為5-48 mm，較佳9-45 mm，更佳11-42 mm。

【請求項15】

一種氣體分布板，其包括金屬板、在上述金屬板中央區域設置之中央開孔及在上述金屬板外緣區域設置之外緣開孔，其中至少一個(較佳全部)上述中央開孔具有噴嘴(稱為中央噴嘴)，其中上述中央噴嘴係中空管，上述中央噴嘴之起始端嵌入上述中央開孔而垂直連接於上述金屬板並與上述中央開孔同軸，上述中央噴嘴之末端具有銳孔(稱為中央銳孔)，至少一個(較佳全部)上述外緣開孔具有噴嘴(稱為外緣噴嘴)，其中上述外緣噴嘴係中空管，上述外緣噴嘴之起始端嵌入上述外緣開孔而垂直連接於上述金屬板並與上述外緣開孔同軸，上述外緣噴嘴之末端具有銳孔(稱為外緣銳孔)，設上述中央銳孔之孔徑為d (單位係mm)，上述外緣銳孔之孔徑為d' (單位係mm)，上述中央開孔之孔徑為D1 (單位係mm)，上述外緣開孔之孔徑為D1' (單位係mm)，則 $(d'/D1')/(d/D1) \geq 1$ ，較佳 $(d'/D1')/(d/D1) = 1-1.25$ 、 $(d'/D1')/(d/D1) = 1-1.20$ 、或者 $(d'/D1')/(d/D1) = 1.01-1.10$ 。

【請求項16】

一種流體化裝置(較佳流體化床反應器)，至少包括外殼、由上述外殼限定之流體化裝置內腔、以及在上述流體化裝置內腔中設置之氣體分布板，其中上述氣體分布板係如請求項1或15之氣體分布板。

【請求項17】

如請求項16之流體化裝置，其中上述流體化裝置內腔具有固體顆粒(較佳催化劑顆粒)床層，其中上述氣體分布板之壓降 ΔP_d (單位係MPa)為上述固體顆粒床層之壓降 ΔP_b (單位係MPa)的62-120%，較佳65-115%，更佳68-110%。

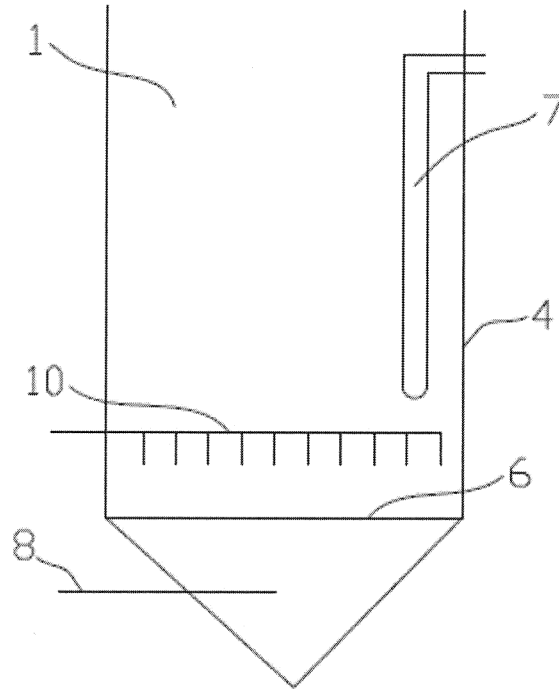
【請求項18】

一種氧化反應或氮氧化反應方法，其包括以如請求項1或15之氣體分布板作為氧化性氣體(較佳空氣或氧氣)分布板或者在如請求項16之流體化床反應器中使進料(較佳垃圾或烴類進料，更佳C₂₋₈烯烴或丙烯)與上述氧化性氣體(較佳空氣或氧氣)發生氧化反應或氮氧化反應而生成氧化或氮氧化產物(較佳環氧丙烷或丙烯腈)之步驟。

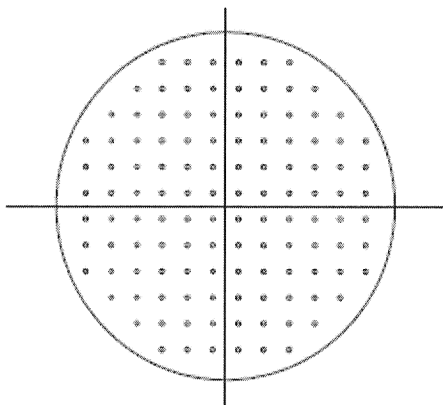
【請求項19】

一種氣體分布方法，其包括藉由如請求項1或15之氣體分布板自其一側向另一側輸送氣體之步驟，其中氣體通過上述外緣開孔之流速不低於氣體通過上述中央開孔之流速。

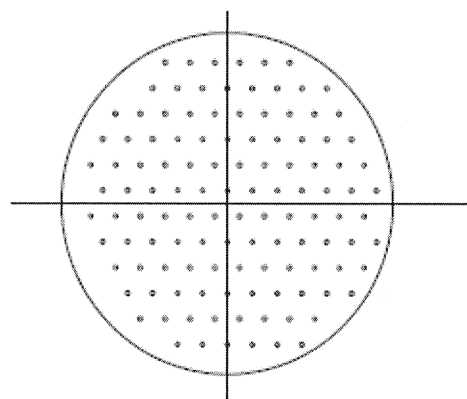
【發明圖式】



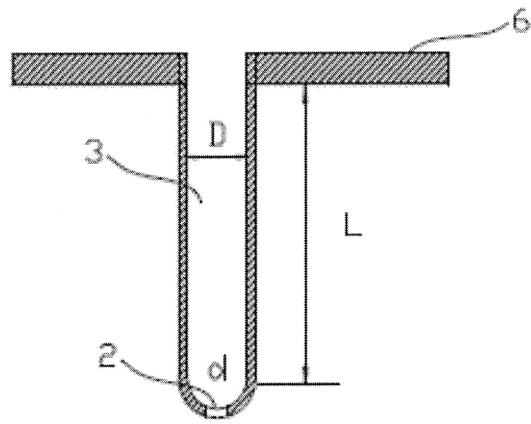
【圖1】



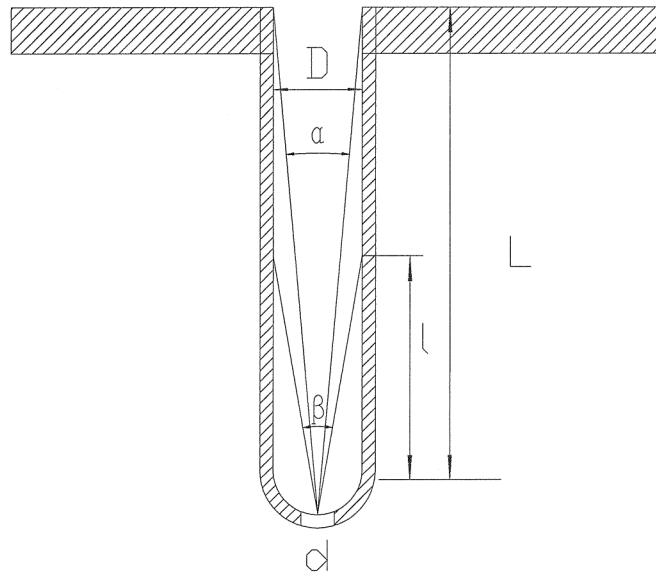
【圖2A】



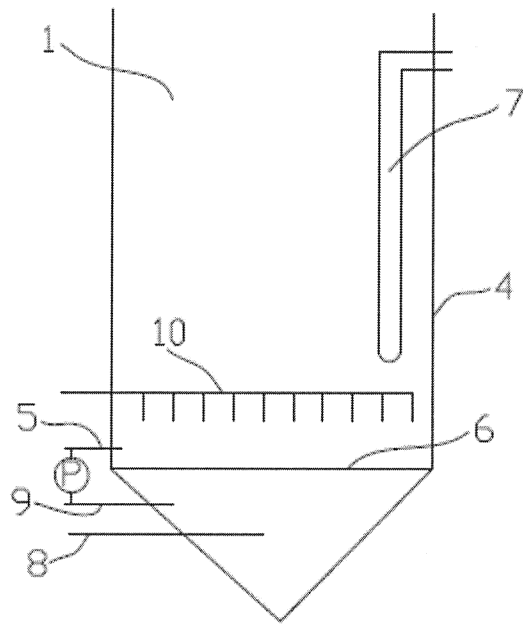
【圖2B】



【圖3】



【圖4】



【圖5】