

(21)申請案號：097143197

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 11 月 07 日

(51)Int. Cl. : **F28D15/00 (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)；黃士軒 HUANG, SHIH HSUAN (TW)；簡誌良 CHIEN, CHIH LIANG (TW)

(74)代理人：劉緒倫

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：10 共 25 頁

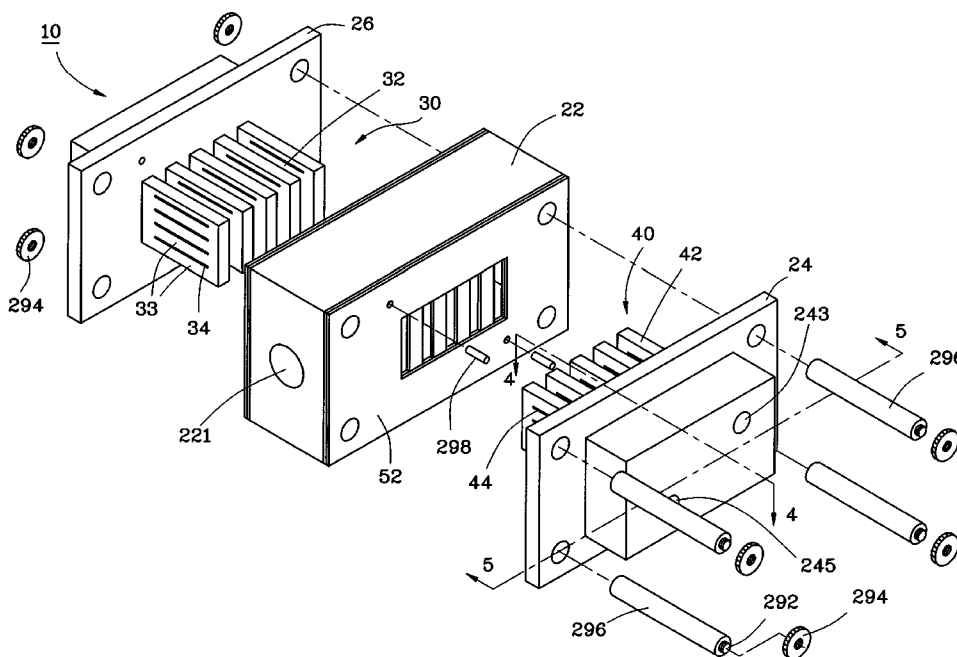
(54)名稱

恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器

TUBE BUNDLE HEATER EXCHANGER OF CONSTANT TEMPERATURE GRADIENT FOR THERMOPHORETIC DEPOSITION OF AEROSOL PARTICLES

(57)摘要

一種恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，係包含有一外殼、多數高溫管排及多數低溫管排，外殼內部具有一腔室，高溫管排及低溫管排係相互交錯地排列於腔室中，且可分別供高溫流體及低溫流體於其內部流動；藉此，當一待處理廢氣通過腔室時，廢氣與高溫管排及低溫管排間之溫度梯度可使廢氣中之微粒沉積於低溫管排表面，而達到淨化廢氣之目的。高溫管排及低溫管排之間隔排列，有助於腔室內部之溫度梯度維持恒定，進而提高微粒之去除效率。



10：微粒熱泳沉降器

22：框體

24：前蓋

26：後蓋

30：高溫管排

32：加熱管

33：加熱管

34：縫隙

40：低溫管排

42：冷卻管

44：縫隙

243：冷流入口

245：冷流出口

292：螺桿

294：螺帽

296：絕熱套管

298：定位栓

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)

※申請案號： 97143197

※申請日： 97.11.07 ※IPC分類： F28D 15/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器 /

TUBE BUNDLE HEATER EXCHANGER OF CONSTANT
TEMPERATURE GRADIENT FOR THERMOPHORETIC
DEPOSITION OF AEROSOL PARTICLES

二、中文發明摘要：

一種恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，係包含有一外殼、多數高溫管排及多數低溫管排，外殼內部具有一腔室，高溫管排及低溫管排係相互交錯地排列於腔室中，且可分別供高溫流體及低溫流體於其內部流動；藉此，當一待處理廢氣通過腔室時，廢氣與高溫管排及低溫管排間之溫度梯度可使廢氣中之微粒沉積於低溫管排表面，而達到淨化廢氣之目的。高溫管排及低溫管排之間隔排列，有助於腔室內部之溫度梯度維持恒定，進而提高微粒之去除效率。

三、英文發明摘要：

Tube bundle heat exchanger of constant temperature gradient for thermophoretic deposition of aerosol particles.

This invention is a precipitator for thermophoretic deposition of aerosol particles in the tube bundle heat exchanger. The precipitator consists of a casing with an internal chamber, and several cool and hot tubes. The cool and hot tubes are arranged in a staggered manner in the rectangular chamber. Low temperature and high temperature fluids flow inside the cool and hot tubes, respectively. When the exhaust gas passes through the chamber, temperature gradient between the cool and hot tubes causes aerosol particles suspended in the exhaust gas to deposit on the surface of cool tubes to achieve the treatment of exhaust gas. Staggered arrangement of cool and hot tubes can maintain nearly constant temperature gradient in the direction of the gas flow thereby enhances the overall removal efficiency of particles.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(二)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10 微粒熱泳沉降器

22 框體

24 前蓋

243 冷流入口

245 冷流出口

26 後蓋

292 螺桿

294 螺帽

296 絕熱套管

298 定位栓

30 高溫管排

32,33 加熱管

34 縫隙

40 低溫管排

42 冷卻管

44 縫隙

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】

本發明係與空氣污染防治設備有關，特別是指一種可去除超細微粒之微管束熱泳沉降器。

【先前技術】

習知之熱泳沉降器，如 A. Messerer 等人於 *Aerosol Science and Technology* 期刊中所發表者，係包含有一不銹鋼通道以及多數微管束(miniature pipe bundle)，該等微管束係容置於該通道之中，且其內部被導入低溫空氣以降低其溫度，當使用者將一待處理之高溫廢氣通入該微管束外側及該通道之間時，廢氣與該等微管束間之溫度差，將導致廢氣中之微粒受到熱泳力(Thermophoresis force)之作用，而沉積於該等微管束外壁，進而達到淨化該廢氣之目的。

然而，該廢氣及該微管束間之溫度梯度，是以該等熱泳沉降器之入口處附近較高，因此微粒之熱泳沉降作用幾乎都集中在熱泳沉降器之入口處，至於熱泳沉降器後半段則由於廢氣及微管束之間逐漸達到熱平衡而導致溫度梯度降低，故而熱泳力對微粒運動幾乎沒有影響，使得該熱泳沉降器之整體去除效率無法有效地提高；此外，微粒之沉降皆集中在熱泳沉降器之入口處，亦容易導致阻塞而提高壓損。

【發明內容】

鑑於上述缺失，本發明之一目的在於提供一種恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，係可提供均勻之溫度梯度，而可有效提昇其去除效率，同時避免阻塞者。

為達前揭目的，本發明之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器係包含有一外殼、多數高溫管排以及多數低溫管排，該外殼之內部中空並形成有一腔室、一進氣口以及一排氣口，該進氣口及該排氣口係由該腔室延伸至該外殼外側，該等高溫管排係設於該外殼並容置於該腔室中，任一該高溫管排均包含有多數加熱管，該等加熱管之間係具有縫隙，且該等加熱管相互串接，使其內部共同形成一熱流通道，該等低溫管排係設於該外殼並容置於該腔室中，任一該低溫管排均包含有多數冷卻管，該等冷卻管之間係具有縫隙，且該等冷卻管相互串接，使其內部共同形成一冷流通道；其中，該等高溫管排及該等低溫管排係相互間隔地排列於該腔室中，且任一高溫管排與其相鄰之低溫管排之間均具有間隙。

該等高溫管排及該等低溫管排可呈板狀，且實質上相互平行；該外殼可包含有一框體、一前蓋以及一後蓋，該前蓋係設於該框體之一側且供該等低溫管排固設於其上，並具有一冷流入口及一冷流出口分別與該低溫管排之冷流通道連通；該後蓋係設於該框體之另一側且供該等高溫管排固設於其上，並具有一熱流入口及一熱流出口分別與該高溫管排之熱流通道連通；該前蓋係具有二冷容槽，其一冷容槽係位於該前蓋之冷流入口及冷流通道之間，另一冷

容槽係位於該前蓋之冷流出口及該冷流通道之間，該後蓋則具有二熱容槽，其一熱容槽係位於該後蓋之熱流入口及熱流通道之間，另一熱容槽係位於該後蓋之熱流出口及該熱流通道之間；該等高溫管排之加熱管及該等低溫管排之冷卻管係可為矩形管、圓管或六角形管；該熱泳沉降器可更包含有二內絕熱墊片以及至少二外絕熱墊片，該二內絕熱墊片容置於該外殼之腔室內，並抵頂於該等高溫管排及低溫管排與該框體之內側壁面間，其一外絕熱墊片係被夾抵於該外殼之框體與該前蓋之間，並具有至少一穿孔供該等低溫管排穿置，另一外絕熱墊片係被夾抵於該外殼之框體與該後蓋之間，並具有至少一穿孔供該等高溫管排穿置；此外，該等低溫管排之冷卻管外壁係塗佈有氧化觸媒；該等高溫管排之加熱管及低溫管排之冷卻管可被排列成矩陣，且同一列之加熱管及冷卻管可位於同一直線上，或是交錯地排列。

【實施方式】

為了詳細說明本發明之構造及特點所在，茲舉以下三較佳實施例並配合圖式說明如後，其中：

第一圖係本發明第一較佳實施例之立體圖；

第二圖係本發明第一較佳實施例之立體分解圖；

第三圖係本發明第一較佳實施例絕熱墊片之配置圖；

第四圖係第二圖沿 4-4 之剖視圖；

第五圖係第二圖沿 5-5 之剖視圖；

第六圖係本發明第一較佳實施例高溫管排之剖視圖
(一)；

第七圖係本發明第一較佳實施例高溫管排之剖視圖
(二)；

第八圖係第一圖沿 8-8 之剖視圖；

第九圖係本發明第二較佳實施例之剖視圖；

第十圖係本發明第三較佳實施例之剖視圖。

請參閱第一圖至第三圖，本發明第一較佳實施例所提供之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器 10，係包含有一外殼 20、多數高溫管排 30、多數低溫管排 40、二內絕熱墊片 50,51、二外絕熱墊片 52~55。

該外殼 20 係由一框體 22、一前蓋 24 以及一後蓋 26 組合而成，該外殼 20 之內部中空並形成有一腔室 28、一進氣口 221 以及一排氣口 223，該進氣口 221 及該排氣口 223 係由該腔室 28 延伸至該外殼 20 外側；請參閱第四圖及第五圖，該前蓋 24 係設於該框體 22 之一側，並具有二冷容槽 241,242、一冷流入口 243 以及一冷流出口 245，該冷流入口 243 係由其一冷容槽 241 延伸至該前蓋 24 外側，該冷流出口 245 係由另一冷容槽 242 延伸該前蓋 24 外側；請參閱第六圖及第七圖，該後蓋 26 係設於該框體 22 之另一側，並具有二熱容槽 261,262、一熱流入口 263 以及一熱流出口 265，該熱流入口 263 係由其一熱容槽 261 延伸至該後蓋 26 外側，該熱流出口 265 係由另一熱容槽 262 延伸該後蓋 26 外側；其中，該框體 22、該前蓋 24 及該後蓋 26

係利用螺桿 292 及螺帽 294 而結合在一起，該等螺桿 292 與該框體 22、該前蓋 24 及該後蓋 26 之間並設有絕熱套管 296，此外，該框體 22 與該前蓋 24 之間，以及該框體 22 與該後蓋 26 之間均設有定位栓 298，該等定位栓 298 係由絕熱材料所製成，並可使該框體 22、該前蓋 24 及該後蓋 26 準確地接合。

請參閱第六圖及第七圖，該等高溫管排 30 係設於該外殼 20 之後蓋 26 並容置於該腔室 28 內，且呈矩形板狀，任一該高溫管排 30 均包含有四相互平行之加熱管 32,33，該等加熱管 32,33 均為矩形管，且任二相鄰之加熱管 32,33 間均具有一縫隙 34，該等加熱管 32,33 係以兩兩為一組，其中二加熱管 32 係以其一端與另二加熱管 33 之一端相互串接，該等加熱管 32,33 之另端並分別與該後蓋 26 之二熱容槽 261,262 連接，使得每一該高溫管排 30 內部均可形成一連接該二熱容槽 261,262 之熱流通道 36。

藉此，使用者可將高溫流體(例如矽油)經由該後蓋 26 熱流入口 263 注入該熱容槽 261，使該高溫流體通過該等熱流通道 36 以提昇該等高溫管排 30 之溫度，隨後，該高溫流體將通過該後蓋 26 之熱容槽 262 及熱流出口 265 而被排出該熱泳沉降器 10。

請參閱第四圖及第五圖，該等低溫管排 40 係設於該外殼 20 之前蓋 24 並容置於該腔室 28 內，且呈矩形板狀，任一該低溫管排 40 均包含有四相互平行之冷卻管 42,43，該等冷卻管 42,43 均為矩形管，且任二相鄰之冷卻管 42,43

間均具有一縫隙 44，該等冷卻管 42,43 係以兩兩為一組，其中二冷卻管 42 係以其一端與另二冷卻管 43 之一端相互串接，該等冷卻管 42,43 之另端並分別與該前蓋 24 之二冷容槽 241,242 連接，使得每一該低溫管排 40 內部均可形成一連接該二冷容槽 241,242 之冷流通道 46；請再參閱第八圖，該等高溫管排 30 係與該等低溫管排 40 相互間隔地排列於該腔室 28 中，且任一高溫管排 30 與其相鄰之低溫管排 40 之間均具有間隙 48；此外，該等高溫管排 30 之縫隙 34 及該等低溫管排 40 之縫隙 44 係交錯地排列，使得該腔室 28 內部之氣流係迂迴地流經該等加熱管 32,33 及冷卻管 42,43；此外，該等冷卻管 42,43 之外側壁面係塗敷有氧化觸媒。

藉此，使用者可將低溫流體(例如水)經由該前蓋 24 之冷流入口 243 注入該冷容槽 241，使該低溫流體通過該等冷流通道 46 以降低該等低溫管排 40 之溫度，隨後，該低溫流體將通過該前蓋 24 之冷容槽 242 及冷流出口 245 而被排出該熱泳沉降器 10；再者，藉由加熱該等高溫管排 30 以及冷卻該等低溫管排 40，該等高溫管排 30 及該等低溫管排 40 之間係可形成溫度梯度。

如第八圖所示，該二內絕熱墊片 50,51 係容置於該外殼 20 之腔室 28 內，並抵頂於該等高溫管排 30 及低溫管排 40 與該框體 22 之內側壁面間，該二內絕熱墊片 50,51 是由玻璃纖維所製成。

如第二圖及第三圖所示，該等外絕熱墊片 52,53,54,55

是由石棉所製成且以兩個為一組，其中二外絕熱墊片 52,53 係被夾抵於該外殼 20 之框體 22 與該前蓋 24 之間，並具有一個或四個不等之穿孔 521,531 供該等低溫管排 40 穿置，另外二外絕熱墊片 54,55 係被夾抵於該外殼 20 之框體 22 與該後蓋 26 之間，並具有一個或四個不等之穿孔 541,551 供該等高溫管排 30 穿置，以避免該框體 22、該前蓋 24 以及該後蓋 26 互相傳熱。

經由上述結構，請參閱第八圖，當一待處理之廢氣經由該外殼 20 之進氣口 221 進入該腔室 28 時，該廢氣將經由該等縫隙 34,44 及間隙 48 交替地通過加熱管 32,33 及冷卻管 42,43；由於廢氣與該等加熱管 32,33 之間，以及廢氣與該等冷卻管 42,43 之間均具有溫度梯度，因此廢氣中之微粒於熱泳效應之作用下，將遠離該等加熱管 32,33 並沉積於該等冷卻管 42,43 之外側壁面，而自該廢氣中被去除，除此之外，該等冷卻管 42,43 表面所塗敷之觸媒亦可就地氧化分解部分之碳煙微粒，隨後，淨化後之氣流則可經由該排氣口 223 而排出該熱泳沉降器 10。

該熱泳沉降器 10 係利用交替排列之加熱管 32,33 及冷卻管 42,43，使其內部之溫度梯度維持恒定，導致微粒可均勻地沉降於該等低溫管排 40，除了有助於整體沉降效率之提昇外，更可避免熱泳沉降器入口處阻塞之問題。

此外，本發明加熱管 32,33 及冷卻管之排列方式亦可加以自由變化，請再參閱第九圖，本發明第二較佳實施例所提供之微粒熱泳沉降器 60 同樣具有一外殼 61、多數高

溫管排 62、多數低溫管排 64 及多數絕熱墊片 66，其不同點僅在於，該高溫管排 62 之加熱管 621 及低溫管排 64 之冷卻管 641 均被設計成圓形管以降低壓損，此外，加熱管 621 及冷卻管 641 係被排列成矩陣，且同一列之加熱管 621 及冷卻管 641 係位於同一直線上。

另外，亦可如第十圖所示，將高溫管排 72 之加熱管 721 及低溫管排 74 之冷卻管 741 設計成六角形管，並交錯地排列。

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】

第一圖係本發明第一較佳實施例之立體圖；

第二圖係本發明第一較佳實施例之立體分解圖；

第三圖係本發明第一較佳實施例絕熱墊片之配置圖；

第四圖係第二圖沿 4-4 之剖視圖；

第五圖係第二圖沿 5-5 之剖視圖；

第六圖係本發明第一較佳實施例高溫管排之剖視圖
(一)；

第七圖係本發明第一較佳實施例高溫管排之剖視圖
(二)；

第八圖係第一圖沿 8-8 之剖視圖；

第九圖係本發明第二較佳實施例之剖視圖；

第十圖係本發明第三較佳實施例之剖視圖。

【主要元件符號說明】

10 微粒熱泳沉降器

20 外殼

22 框體

221 進氣口

223 排氣口

24 前蓋

241,242 冷容槽

243 冷流入口

245 冷流出口

26 後蓋

261,262 熱容槽

263 熱流入口

265 熱流出口

28 腔室

292 螺桿

294 螺帽

296 絕熱套管

298 定位栓

30 高溫管排

32,33 加熱管

34 縫隙

36 熱流通道

40 低溫管排

42,43 冷卻管

44 縫隙

46 冷流通道

48 間隙

50,51 內絕熱墊片

52,53,54,55 外絕熱墊片 521,531,541,551 穿孔

60 熱泳沉降器

61 外殼

62 高溫管排

621 加熱管

64 低溫管排

641 冷卻管

66 絕熱墊片

70 熱泳沉降器

72 高溫管排

721 加熱管

74 低溫管排

741 冷卻管

七、申請專利範圍：

1. 一種恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，係包含：

一外殼，其內部中空並形成有一腔室、一進氣口以及一排氣口，該進氣口及該排氣口係由該腔室延伸至該外殼外側；

多數高溫管排，係設於該外殼並容置於該腔室中，任一該高溫管排均包含有多數加熱管，該等加熱管之間係具有縫隙，且該等加熱管相互串接，使其內部共同形成一熱流通道；

多數低溫管排，係設於該外殼並容置於該腔室中，任一該低溫管排均包含有多數冷卻管，該等冷卻管之間係具有縫隙，且該等冷卻管相互串接，使其內部共同形成一冷流通道；

其中，該等高溫管排及該等低溫管排係相互間隔地排列於該腔室中，且任一高溫管排與其相鄰之低溫管排之間均具有間隙。

2. 如申請專利範圍第1項所述之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，其中該等高溫管排及該等低溫管排均呈板狀，且實質上相互平行。

3. 如申請專利範圍第1項所述之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，其中該外殼係包含有一框體、一前蓋以及一後蓋，該前蓋係設於該框體之一側且供該等低溫管排固設於其上，並具有一冷流入口及一冷流出口分

別與該低溫管排之冷流通道連通；該後蓋係設於該框體之另一側且供該等高溫管排固設於其上，並具有一熱流入口及一熱流出口分別與該高溫管排之熱流通道連通。

4. 如申請專利範圍第3項所述之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，其中該前蓋係具有二冷容槽，其一冷容槽係位於該前蓋之冷流入口及冷流通道之間，另一冷容槽係位於該前蓋之冷流出口及該冷流通道之間；該後蓋係具有二熱容槽，其一熱容槽係位於該後蓋之熱流入口及熱流通道之間，另一熱容槽係位於該後蓋之熱流出口及該熱流通道之間。

5. 如申請專利範圍第1項所述之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，其中該等高溫管排之加熱管及該等低溫管排之冷卻管係為矩形管。

6. 如申請專利範圍第1項所述之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，其中該等高溫管排之加熱管及該等低溫管排之冷卻管係為圓管。

7. 如申請專利範圍第1項所述之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，其中該等高溫管排之加熱管及該等低溫管排之冷卻管係為六角形管。

8. 如申請專利範圍第1項所述之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，係更包含二內絕熱墊片容置於該外殼之腔室內，並抵頂於該等高溫管排及低溫管排與該外殼之內側壁面間。

9. 如申請專利範圍第1項所述之恒定溫度梯度的管束

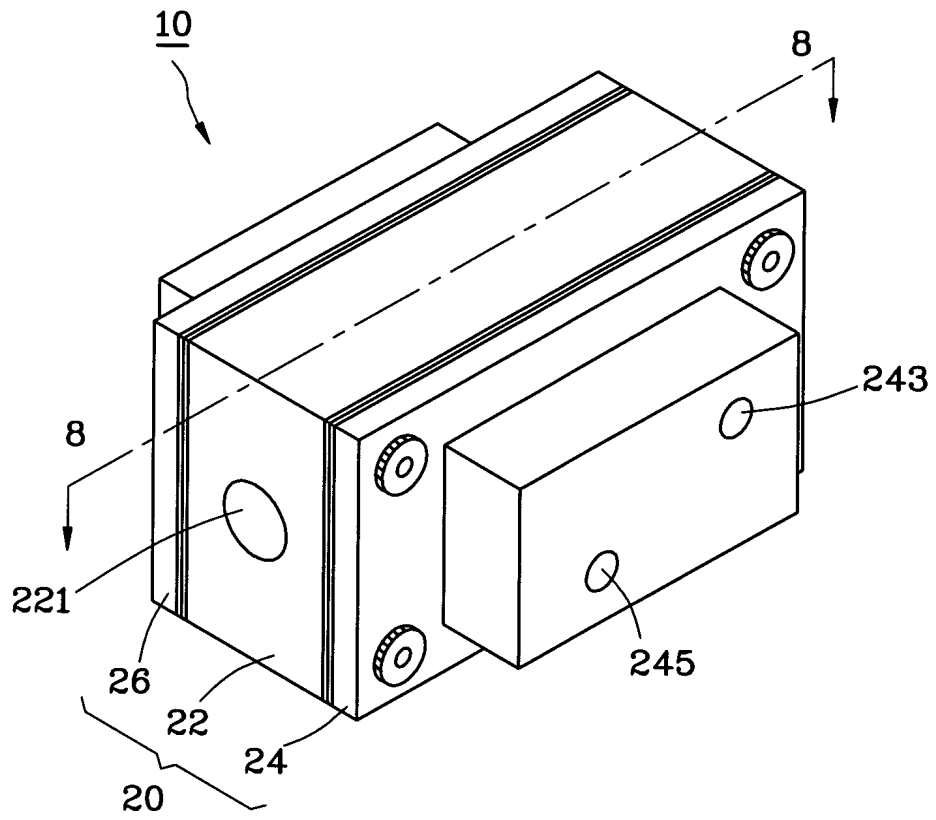
熱交換器微粒熱泳沉降器，係更包含至少二外絕熱墊片，且該外殼包含有一框體、一前蓋以及一後蓋，其一外絕熱墊片係被夾抵於該外殼之框體與該前蓋之間，並具有至少一穿孔供該等低溫管排穿置，另一外絕熱墊片係被夾抵於該外殼之框體與該後蓋之間，並具有至少一穿孔供該等高溫管排穿置。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，其中該等低溫管排之冷卻管外壁係塗佈有氧化觸媒。

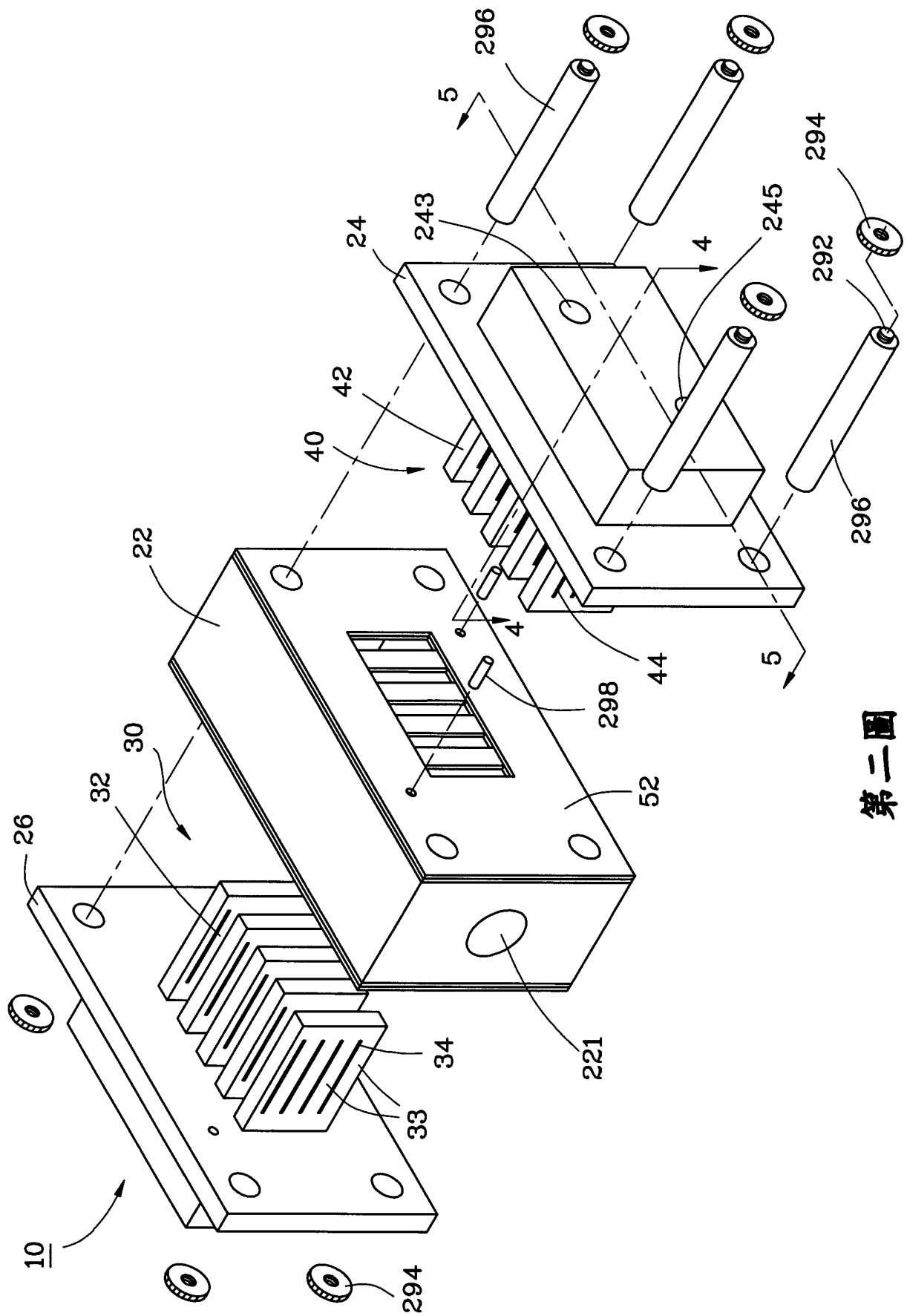
11. 如申請專利範圍第 1 項所述之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，其中該等高溫管排之加熱管及低溫管排之冷卻管係被排列成矩陣，且同一列之加熱管及冷卻管係位於同一直線上。

12. 如申請專利範圍第 1 項所述之恒定溫度梯度的管束熱交換器微粒熱泳沉降器，其中該等高溫管排之縫隙及低溫管排之縫隙係交錯地排列。

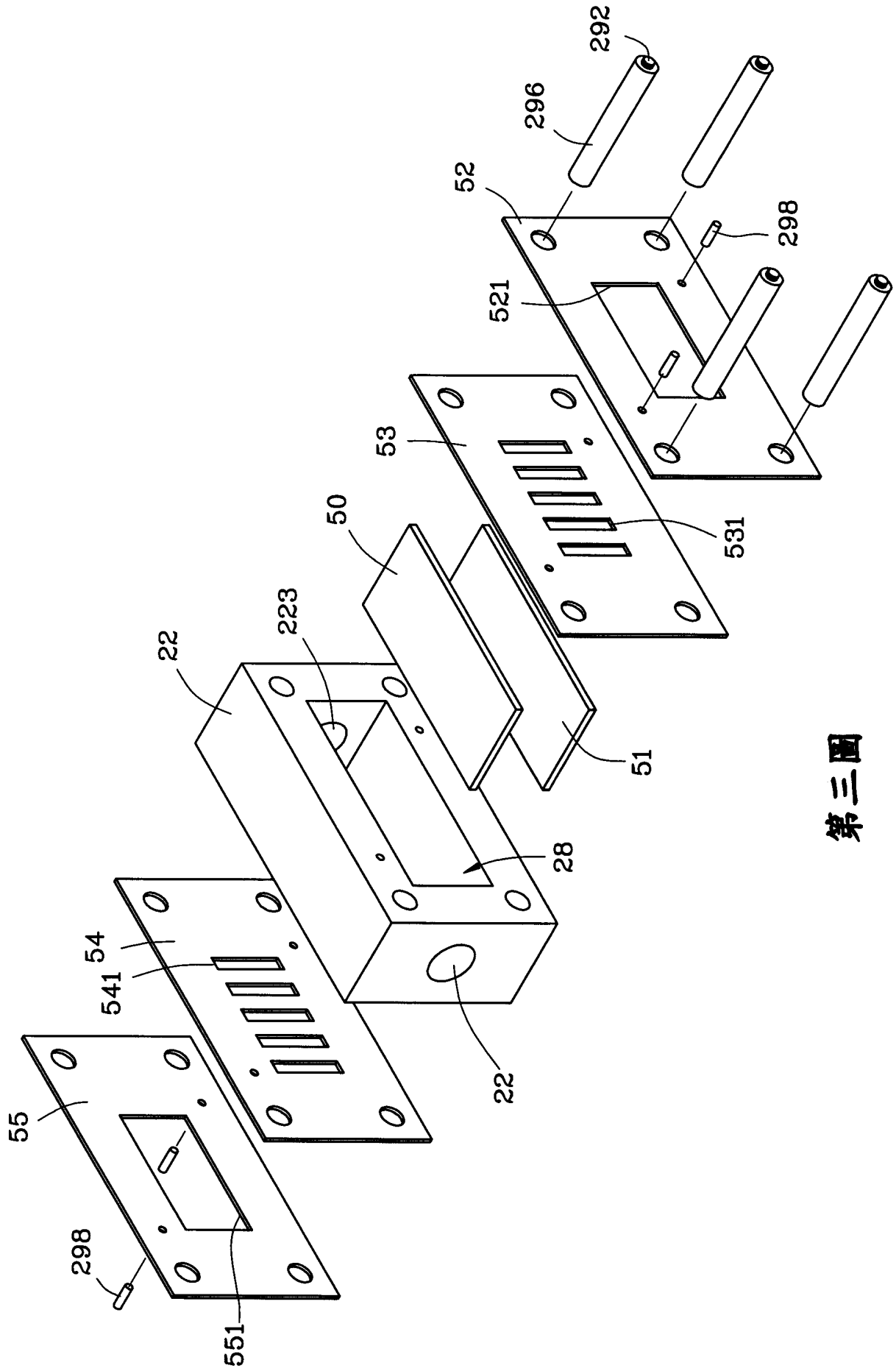
八、圖式：



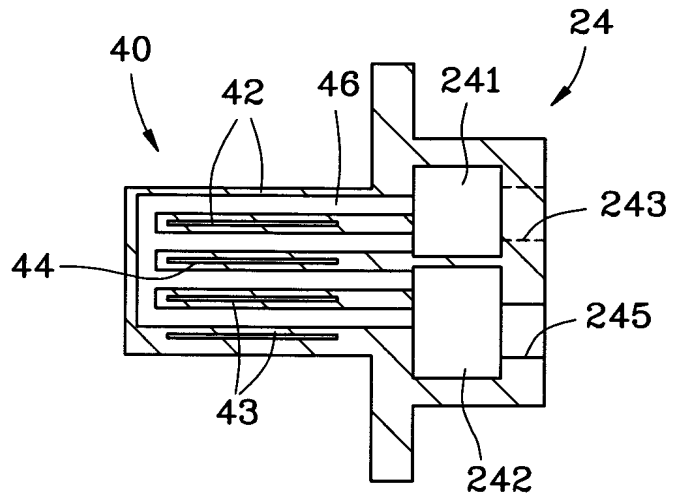
第一圖



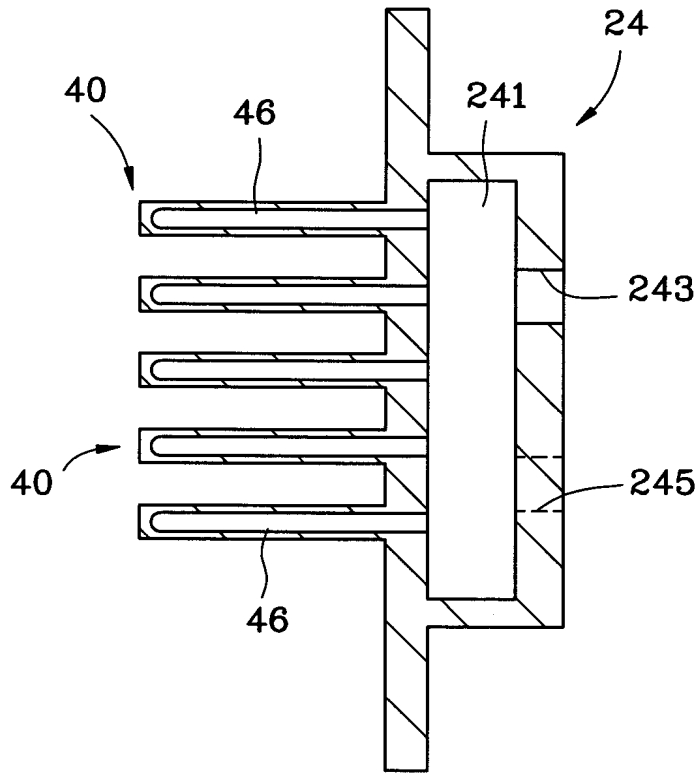
第二圖



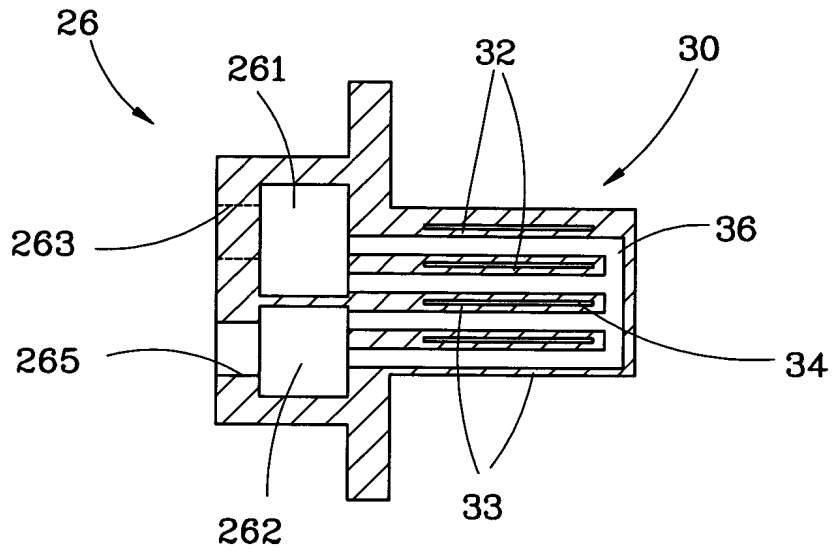
第三圖



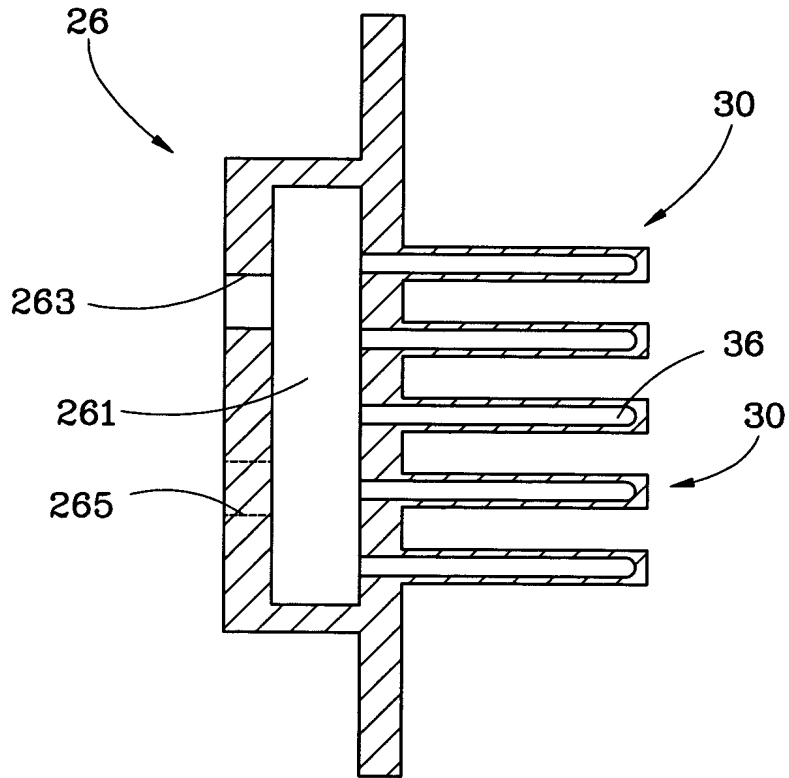
第四圖



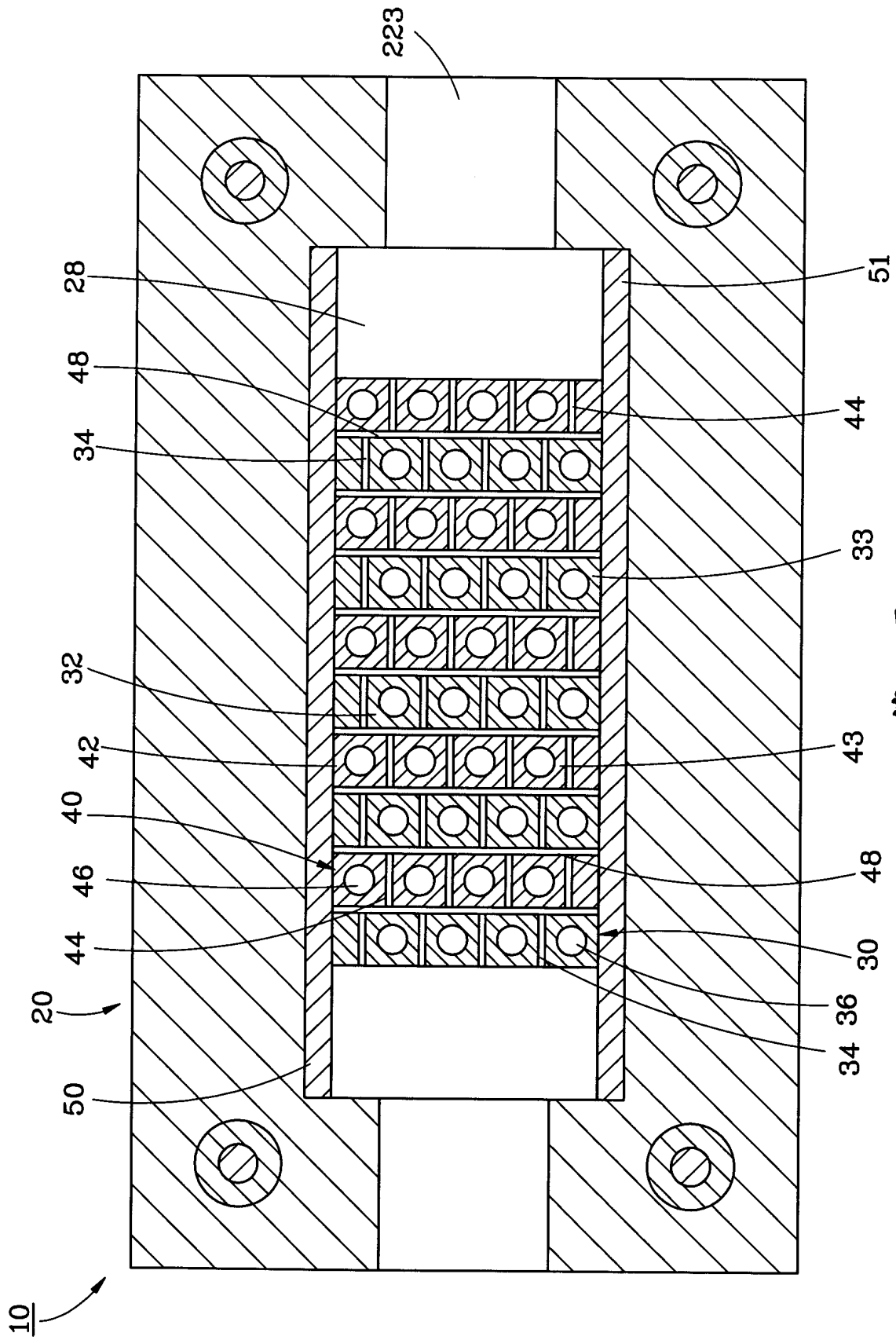
第五圖



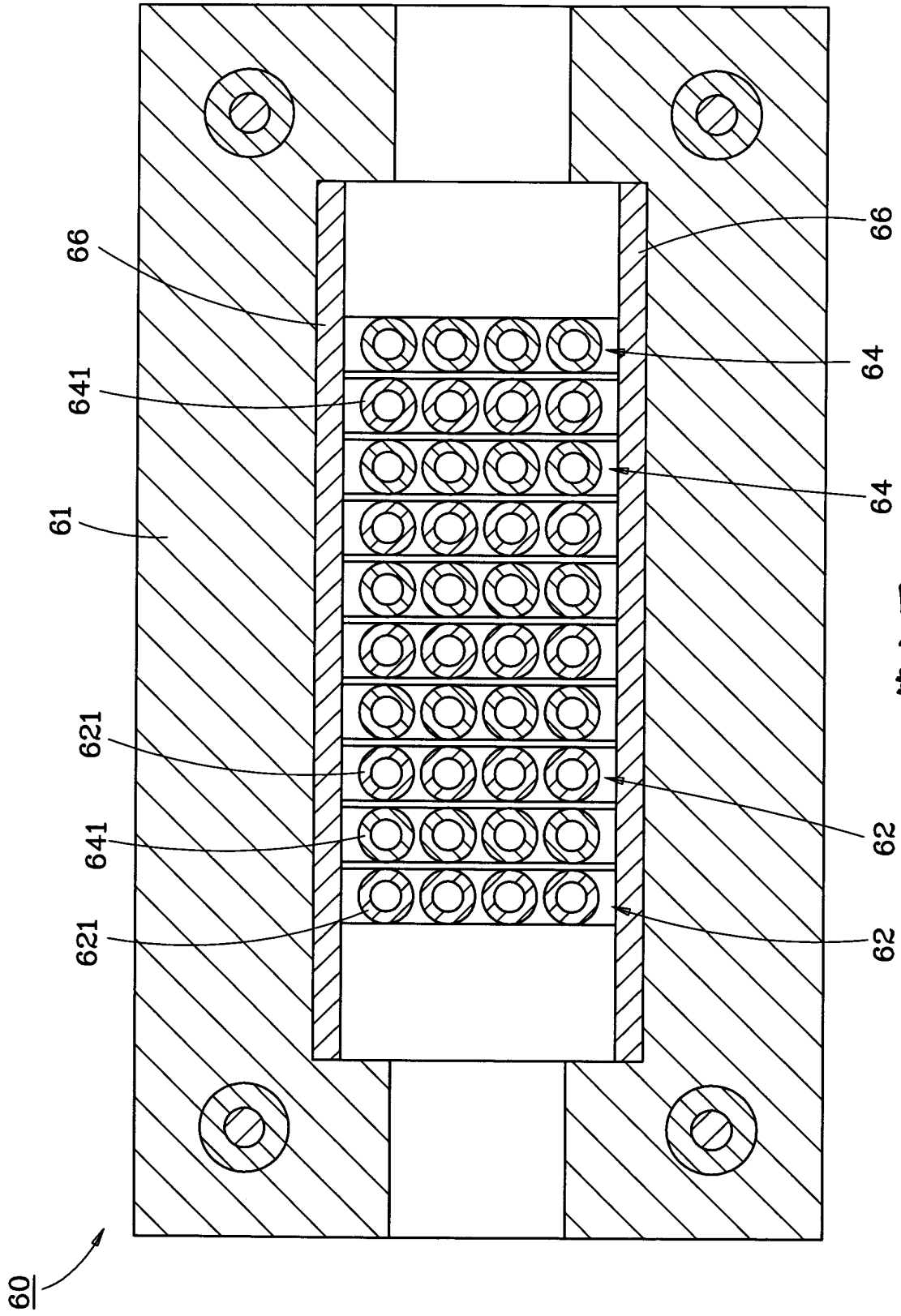
第六圖



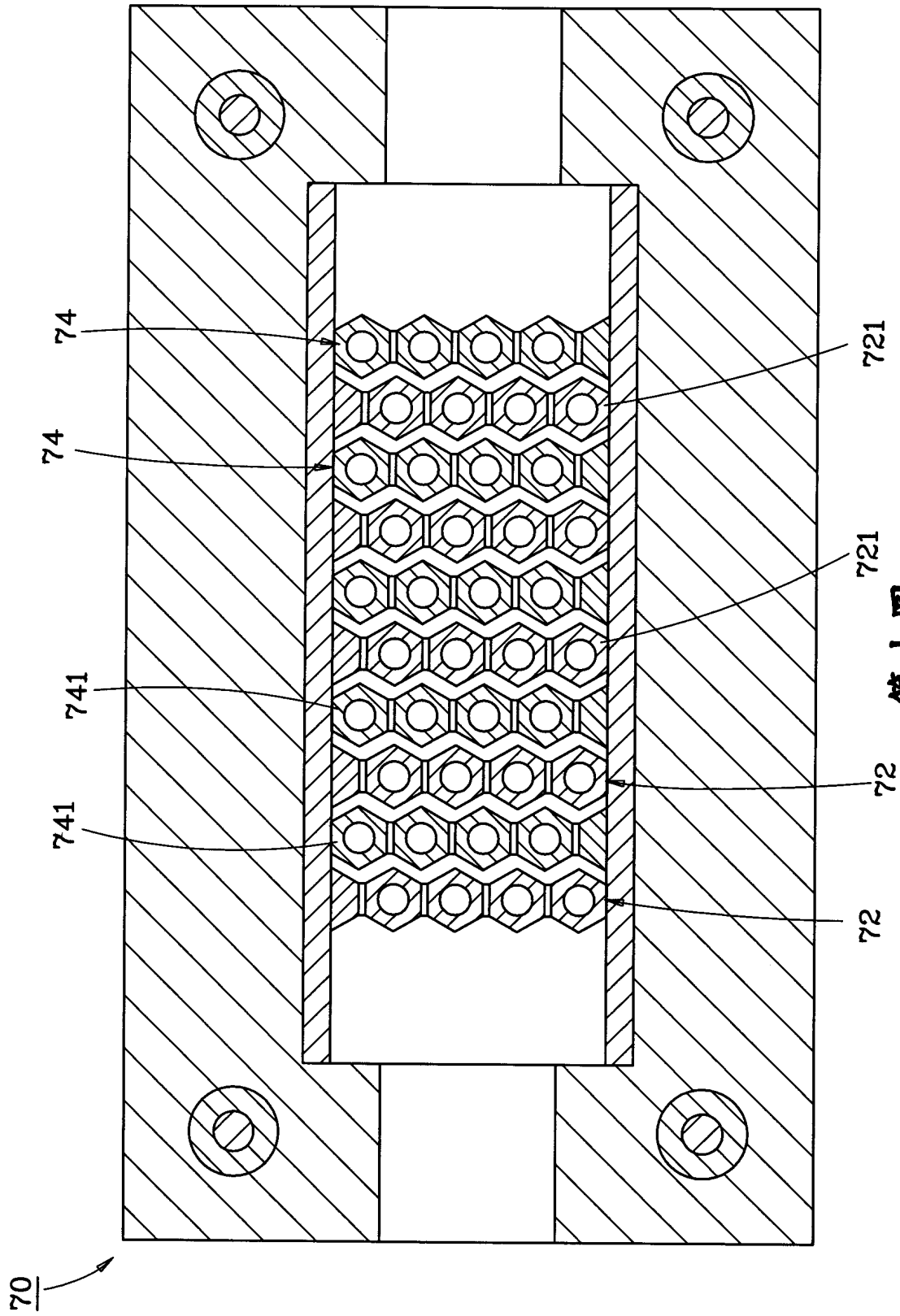
第七圖



第八圖



第九圖



第十圖