



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202046342 A

(43)公開日：中華民國 109 (2020) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：109117249

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 05 月 22 日

(51)Int. Cl. : **G21C19/30 (2006.01)****G21C3/32 (2006.01)****G21C15/06 (2006.01)**

(30)優先權：2019/05/22 美國

16/419,620

(71)申請人：美商西屋電器公司 (美國) WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC (US)
美國

(72)發明人：阿萊欣 亞坦 ALESHIN, ARTEM (US)；阿萊欣 尤里 ALESHIN, YURIY (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：19 共 36 頁

(54)名稱

核能燃料總成底部噴嘴之碎屑過濾配置及包含其之底部噴嘴

(57)摘要

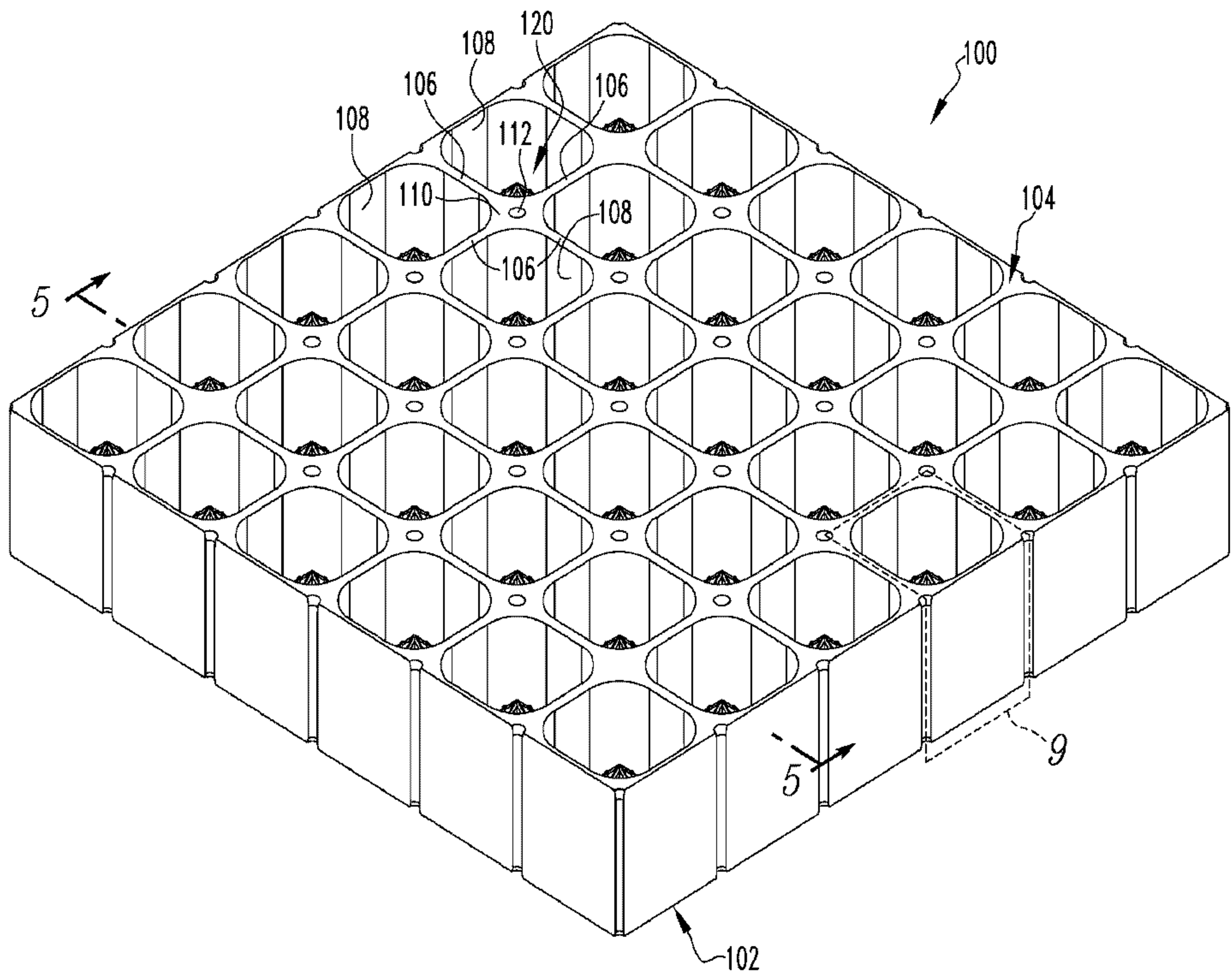
本發明揭示一種用於一核能反應爐中之一燃料總成之一底部噴嘴中之過濾配置，其包含：一頂表面；一底表面；複數個垂直壁部分，其等以一大致正方形格柵狀圖案配置，該等垂直壁部分在該底表面與該頂表面之間延伸並界定在該底表面與該頂表面之間延伸通過該配置之複數個非圓形通道；及複數個第一碎屑過濾器，其等各定位於該頂表面與該底表面之間以大致橫跨該複數個通道之一各自者。

A filtering arrangement for use in a bottom nozzle of a fuel assembly in a nuclear reactor includes a top surface, a bottom surface, a plurality of vertical wall portions arranged in a generally squared grid-like pattern which extend between the bottom surface and the top surface and define a plurality of non-circular passages extending between the bottom surface and the top surface through the arrangement, and a plurality of first debris filters which are each positioned between the top surface and the bottom surface to generally span across a respective one of the plurality of passages.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100:過濾配置
- 102:底表面
- 104:頂表面
- 106:壁部分
- 108:通道
- 110:區域
- 112:流孔
- 120:碎屑過濾器



【圖4】



202046342

【發明摘要】

【中文發明名稱】

核能燃料總成底部噴嘴之碎屑過濾配置及包含其之底部噴嘴

【英文發明名稱】

DEBRIS FILTERING ARRANGEMENT FOR NUCLEAR FUEL ASSEMBLY BOTTOM NOZZLE AND BOTTOM NOZZLE INCLUDING SAME

【中文】

本發明揭示一種用於一核能反應爐中之一燃料總成之一底部噴嘴中之過濾配置，其包含：一頂表面；一底表面；複數個垂直壁部分，其等以一大致正方形格柵狀圖案配置，該等垂直壁部分在該底表面與該頂表面之間延伸並界定在該底表面與該頂表面之間延伸通過該配置之複數個非圓形通道；及複數個第一碎屑過濾器，其等各定位於該頂表面與該底表面之間以大致橫跨該複數個通道之一各自者。

【英文】

A filtering arrangement for use in a bottom nozzle of a fuel assembly in a nuclear reactor includes a top surface, a bottom surface, a plurality of vertical wall portions arranged in a generally squared grid-like pattern which extend between the bottom surface and the top surface and define a plurality of non-circular passages extending between the bottom surface and the top surface through the arrangement, and a plurality of first debris filters which are each positioned between the top surface and the bottom surface to generally span across a respective one

of the plurality of passages.

【指定代表圖】

圖4

【代表圖之符號簡單說明】

- 100:過濾配置
- 102:底表面
- 104:頂表面
- 106:壁部分
- 108:通道
- 110:區域
- 112:流孔
- 120:碎屑過濾器

【發明說明書】

【中文發明名稱】

核能燃料總成底部噴嘴之碎屑過濾配置及包含其之底部噴嘴

【英文發明名稱】

DEBRIS FILTERING ARRANGEMENT FOR NUCLEAR FUEL ASSEMBLY BOTTOM NOZZLE AND BOTTOM NOZZLE INCLUDING SAME

【技術領域】

【先前技術】

【0001】 本發明大體上係關於核能反應爐，且更特定言之係關於用於一核能燃料總成中(諸如用於一壓水反應爐(PWR)中)之底部噴嘴之碎屑過濾配置。

【0002】 在包括一核能反應爐冷卻劑循環系統之組件之製造及隨後安裝及維修期間，要盡力確保自反應爐容器及其相關系統移除所有碎屑，該等相關聯系統使冷卻劑在各種操作條件下循環通過反應爐容器。儘管已執行詳細程序來幫助確保碎屑移除，但經驗表明，儘管使用防護措施來實現此移除，但一些少量碎屑(諸如金屬碎片及金屬顆粒)仍隱藏在系統中。大多數碎屑由金屬絲、碎片及車屑組成，其等可能在蒸汽發生器維修或更換或在燃料補給程式期間之類似類型之工廠改造後留在主要系統中。可期望確保此類型之碎屑在工廠運轉期間不會進入燃料區域。

【0003】 特定言之，過去已在若干反應爐中註意到由於滯留在最下部格柵處之碎屑引起之燃料總成損壞。在工廠啟動時，碎屑自下核心支撐板中之冷卻劑流開口通過燃料總成底部噴嘴流孔進入。碎屑趨向於在格柵

之「蛋簍」形單元壁與燃料棒管之下端部分之間的空間內滯留在燃料總成之最下部支撐格柵中。損壞由因與燃料管之外部接觸之碎屑之磨損所致之燃料棒管穿孔組成。碎屑亦可纏結在噴嘴板孔中且流動冷卻劑導致碎屑旋轉，此傾向於切穿燃油棒之包層。

【0004】 已提出並嘗試用於執行自核能反應爐移除碎屑之若干不同方法。此等方法之許多者在Mayers等人之美國專利案第4,096,032號中論述。Shallenberger等人之美國專利案第4,900,507號繪示另一方法。其他方法使用自噴嘴主體突出之網格尖頭。然而，此等設計具有干擾燃料棒之風險且具有碎屑捕獲特徵，其等在運輸及組裝期間可能被損壞。

【0005】 儘管上文所提及方法之一些在設計其等之操作條件範圍內合理地良好操作並通常達成其目標，但仍需要對核能反應爐中之碎屑過濾問題的經改良解決方案。新方法必須與反應爐之組件之現有結構及操作相容，在貫穿反應爐之操作循環中必須有效，且至少提供超過所增加之任何成本之整體益處。

【發明內容】

【0006】 如本文中所描述之概念之實施例提供一種用於一燃料總成(諸如用於一壓水反應爐(PWR)中)之經改良碎屑捕獲特徵，同時當與現有底部噴嘴設計相比時，使壓降最小化。本發明之實施例利用獨特碎屑捕獲特徵，其亦經設計以使流通道成流線型，藉此導致一經減小壓力損失係數。該設計在與標準商用PWR核能反應爐在正常操作條件下所見之情況相關聯之更高流率下特別有效。

【0007】 作為一個態樣，提供一種用於一核能反應爐中之一燃料總成之一底部噴嘴中之過濾配置。該過濾配置包括：一頂表面；一底表面；

複數個垂直壁部分，其等以一大致正方形格柵狀圖案配置，該等垂直壁部分在該底表面與該頂表面之間延伸並界定通過該配置在該底表面與該頂表面之間延伸之複數個非圓形通道；及複數個第一碎屑過濾器，各碎屑過濾器定位於該頂表面與該底表面之間以大致橫跨該複數個通道之一各自者。

【0008】 各第一碎屑過濾器可包括由一柵格結構形成之一中空錐體或中空圓錐狀結構，其經定大小且經結構設計以最小化關於冷卻劑流通過該柵格結構之阻力。

【0009】 當自該過濾配置之正上方或該過濾配置之正下方觀看時，各第一碎屑過濾器之該柵格結構可經配置以便形成一第一正方形格柵狀圖案。

【0010】 至少一個第一碎屑過濾器可自底部至頂部變窄。

【0011】 至少一個第一碎屑過濾器可自頂部至底部變窄。

【0012】 該過濾配置可進一步包括複數個第二碎屑過濾器，其等各定位於該頂表面與該第一碎屑過濾器之間以大致橫跨該複數個通道之一各自者。

【0013】 各第一碎屑過濾器可包括由一柵格結構形成之一中空錐體或中空圓錐狀結構，其經定大小且經結構設計以最小化關於冷卻劑流通過該柵格結構之阻力，且各第二碎屑過濾器可包括由一柵格結構形成之一中空錐體或中空圓錐狀結構，其經定大小且經結構設計以最小化關於冷卻劑流通過該柵格結構之阻力。

【0014】 當自該過濾配置之正上方或該過濾配置之正下方觀看時，各第二碎屑過濾器之該柵格結構可經配置以便形成一第二正方形格柵狀圖案。

【0015】 當自上方觀看時，該第二正方形格柵狀圖案可與該第一正方形格柵狀圖案偏移一距離。

【0016】 至少一個第一碎屑過濾器可自底部至頂部變窄且至少一個第二碎屑過濾器可自底部至頂部變窄。

【0017】 至少一個第一碎屑過濾器可自頂部至底部變窄且至少一個第二碎屑過濾器可自頂部至底部變窄。

【0018】 作為另一態樣，提供一種用於一核能反應爐中之一燃料總成中之底部噴嘴總成。該底部噴嘴總成包括：一大致矩形裙部；及如先前所描述之一過濾配置，其耦合至該大致矩形基部。

【0019】 將在參考附圖(附圖之所有者形成此說明書之一部分，其中相似參考數字在多種圖中指定對應部分)考慮以下描述及隨附技術方案之後更加明白本發明之此等及其他目的、特徵及特性以及結構之相關元件及部分組合之操作方法及功能與製造之經濟性。然而，應明確地理解，圖僅為了繪示及描述之目的且並不意欲為本發明之限制之一定義。

【圖式簡單說明】

【0020】 當結合附圖閱讀時可自較佳實施例之以下描述得到本發明之一進一步理解，其中：

【0021】 圖1係包含一習知碎屑過濾器底部噴嘴之一習知燃料總成之一部分截面正視圖，該總成以垂直縮短形式繪示，其中為簡潔起見，零件經剖開；

【0022】 圖2係圖1之燃料總成之習知碎屑過濾器底部噴嘴的一等距視圖；

【0023】 圖3係諸如圖2中所展示之一碎屑過濾器底部噴嘴之一大致

中央部分的一截面圖，其展示有安置於底部噴嘴之流動板上之實例燃料棒(以截面示意性展示)連同繞燃料棒安置並擱置在流動板上之一支撐格柵之帶；

【0024】 圖4係根據本發明之一實例實施例之一過濾配置的一透視圖；

【0025】 圖5係展示沿圖4之線5-5剖開之圖4之過濾配置的另一透視圖；

【0026】 圖6係圖4之過濾配置之一俯視圖；

【0027】 圖7係沿圖6之線7-7取得之圖4之過濾配置之一截面正視圖；

【0028】 圖8係沿圖6之線8-8取得之圖4之過濾配置的另一截面正視圖；

【0029】 圖9係如9處所指示之圖4之過濾配置之一代表性重複單元的一放大透視圖；

【0030】 圖10係圖9之重複單元之一俯視圖；

【0031】 圖11係沿圖10之線11-11取得之圖9之重複單元的一截面正視圖；

【0032】 圖12係沿圖10之線12-12取得之圖9之重複單元的一截面正視圖；

【0033】 圖13係根據本發明之另一實例實施例之另一過濾配置的一透視圖；

【0034】 圖14係展示沿圖13之線14-14剖開之圖13之過濾配置的另一透視圖；

【0035】 圖15係圖13之過濾配置之一俯視圖；

【0036】 圖16係沿圖15之線16-16取得之圖13之過濾配置的一截面正視圖；

【0037】 圖17係如17處所指示之圖13之過濾配置之一代表性重複單元的一放大透視圖；

【0038】 圖18係圖17之重複單元之一俯視圖；及

【0039】 圖19係沿圖18之線19-19取得之圖17之重複單元的一截面正視圖。

【實施方式】

【0040】 本申請案主張2019年5月22日申請之題為DEBRIS FILTERING ARRANGEMENT FOR NUCLEAR FUEL ASSEMBLY BOTTOM NOZZLE AND BOTTOM NOZZLE INCLUDING SAME之美國專利申請案第16/419,620號之優先權，該案之全部內容為所有目的以引用的方式併入本文中。

【0041】 在以下描述中，貫穿附圖之若干視圖，相同元件符號指示相同或對應部分。同樣在以下描述中，應理解，諸如「向前」、「向後」、「左」、「右」、「向上」、「向下」及其類似者之術語係方便之字詞且不應解釋為限制性術語。

【0042】 現參考附圖，圖1展示其中可採用本發明之實施例之一先前技術燃料總成之一正視圖，其以垂直縮短形式表示且大體上由數字10表示。燃料總成10係在一壓水反應爐中使用之類型且具有一結構骨架，該結構骨架在其下端處包含一碎屑過濾器底部噴嘴12（諸如美國專利案第4,900,507號中所描述）。底部噴嘴12將燃料總成10支撐在一反應爐(未展

示)之核心區域中之一下核心支撐板14上。除底部噴嘴12外，燃料總成10之結構骨架亦包含在其上端處之一頂部噴嘴16及在底部噴嘴12與頂部噴嘴16之間縱向延伸且在相對端處附接至其之數個導管或套管18。

【0043】 燃料總成10進一步包含沿引導套管18軸向間隔開並安裝至引導套管18之複數個橫向格柵20及由格柵20橫向間隔開並支撐之長形燃料棒22之一有組織陣列。而且，總成10具有位於其中心中並在底部噴嘴12與頂部噴嘴16之間延伸並安裝至底部噴嘴12及頂部噴嘴16之一儀表管24。使用零件之此一配置，燃料總成10形成能夠在不損壞總成零件之情況下方便地處理之一整體單元。

【0044】 如上文所提及，總成10中在其陣列中之燃料棒22由沿燃料總成長度間隔開之格柵20保持彼此間隔開之關係。各燃料棒22包含核能燃料丸26並在其相對端處由上端塞28及下端塞30封閉。丸26由安置於上端塞28及丸堆疊之頂部之間的一空氣室彈簧32保持在其之一堆疊中。由易裂變材料組成之燃料丸26負責產生反應爐之無功功率。一液體調節劑/冷卻劑(諸如水或含硼水)通過下核心板14中之複數個流開口(未編號)向上泵送至燃料總成。燃料總成10之底部噴嘴12使冷卻劑流沿總成之燃料棒22穿過，以便提取其中產生之熱用於產生有用功。

【0045】 為控制裂變程序，數個控制棒34可在位於燃料總成10中預定位置處之引導套管18中往復移動。明確言之，定位於頂部噴嘴16上方之一棒束控制機構36支撐控制棒34。控制機構具有帶有複數個徑向延伸之撥片或臂38之一內螺紋圓柱形部件37。各臂38與一控制棒34互連，使得控制機構36可操作以使控制棒在引導套管18中垂直移動以藉此依一眾所周知方式控制燃料總成10中之裂變程序。

【0046】 如上文所提及，已發現由於滯留在最下部格柵20處或下方之碎屑之燃料總成損壞係一問題。因此，為防止此損壞之發生，非常期望防止此碎屑穿過底部噴嘴流孔並到達燃料束區域。

【0047】 現參考圖2，習知底部噴嘴12包含呈自一大致矩形裙部44延伸之複數個隅角腳42形式之支撐構件。隅角腳42將燃料總成10支撐在下核心板14上。底部噴嘴12進一步包含一大致矩形平板46，其適當地附接(諸如藉由焊接)至裙部44。如圖2及圖3中所見，習知底部噴嘴12具有帶有複數個間隔開流孔48之一板46。流孔48經定大小以「濾出」破壞性大小碎屑。此一設計旨在執行此過濾而不明顯影響通過板46及燃料總成10之流或壓降。

【0048】 如圖3中之板46之部分截面圖中所展示，流孔48之直徑不允許具有通常捕獲在最下部支撐格柵20中之大小之碎屑通過。若碎屑足夠小以穿過此等板流孔48，則很可能其亦將穿過格柵20，因為流孔48之直徑小於通過支撐格柵20之一單元之未佔用空間之最大橫截面尺寸。此等未佔用空間通常在由構成格柵20之交錯帶形成之相鄰隅角中發現。藉由確保碎屑足夠小以穿過格柵空間，習知碎屑過濾器底部噴嘴12藉此顯著降低由碎屑引起之燃料棒故障之可能性。然而，儘管通常適於其預期目的，但習知碎屑過濾器底部噴嘴12允許具有~0.200英寸及以下之最小尺寸之碎屑通過且仍具有改良空間。

【0049】 本發明之實施例大體上以與習知板46相比導致一較低壓降同時亦提高過濾能力之一配置來替換圖1至圖3之習知碎屑過濾器底部噴嘴12之板46。另外，本發明之實施例提供可經調諧以匹配一現有燃料總成底部噴嘴之壓降之過濾配置。

【0050】 在已如此描述本發明之實施例在其基礎上進行改良之習知配置之後，現將結合展示過濾配置100及其部分之各種代表性視圖之圖4至圖12來描述根據本發明之一個實例實施例之一經改良過濾配置100之一實例實施例。

【0051】 首先參考圖4至圖8，展示根據本發明之一個實例實施例之一經改良過濾配置100之一代表性部分的各種視圖。配置100總體上形成為一大致平坦結構，其在使用中經結構化以經由焊接或其他合適機構耦合至一裙部(諸如裙部44(先前關於圖1至圖3論述且在圖7及圖8中示意性展示))。配置100包含一底表面102、平行於底表面102安置之一頂表面104及在底表面102與頂表面104之間延伸一高度 h_1 之複數個垂直壁部分106。如圖6之俯視圖中可能最佳展示，壁部分106大體上以一大致正方形格柵狀圖案配置，該格柵狀圖案界定在底表面102與頂表面104之間延伸通過配置100之複數個非圓形通道108。壁部分106相交之格柵狀圖案之區域110通常略微加厚以提供可選流孔112之形成(即，具有倒角之文丘裡孔或直孔)(例如(但不限於)具有在約0.020英寸至約0.200英寸之範圍內之一直徑)，其等垂直延伸通過配置100且各定位成居中於定位於其上方之一對應燃料棒之一端部下方。如本文中所使用，「格柵狀」將用於指代依類似於一格柵之一圖案之一方式佈置之元件之一配置。文丘裡流孔112之各者可包含一錐形入口及出口，以便使穿過其中之流體之不期望湍流及/或壓降最小化。應瞭解，到目前為止所描述之過濾配置100之一般結構提供一剛性結構，同時大體上最小化可能由其阻礙之冷卻劑流之面積。

【0052】 繼續參考圖4至圖8，過濾配置100進一步包含複數個碎屑過濾器120，各定位於一各自通道108內以便大體上橫跨界定各特定通道

108之壁部分106之間的各通道108。各碎屑過濾器120通常形成為由一中空錐體或中空圓錐狀結構(或其他合適三維配置)，其由一柵格結構122形成，該柵格結構122經定大小且經結構設計以使關於冷卻劑流通過其之阻力最小化，且因此使壓降最小化，同時亦禁止大於一預定大小(例如(但不限於)自約0.040英寸至0.100英寸之範圍)之碎屑穿過由柵格結構122界定之複數個孔口124。在本概念之實例實施例中，已採用具有在約0.005英寸至約0.075英寸之範圍內之一寬度(在水平方向上量測)及在約0.010英寸至約0.100英寸之範圍內之厚度(在垂直方向上量測)之柵格結構，然在不脫離本概念之範疇之情況下可採用其他尺寸之柵格結構。

【0053】 各碎屑過濾器120自其之一基底126向上延伸一高度 h_2 ，該基底通常可與底表面102重合或其可自底表面102向上定位至可安置於頂表面104處或下方之一頂點部分128。換言之，各碎屑過濾器120定位於底表面102與頂表面104之間，以便不突出超過表面102或104之任一者且因此具有小於或至多等於過濾配置100之高度 h_1 之一高度 h_2 。儘管在本文中之實例實施例中繪示為一「向上變尖」定向(即，自底部至頂部變窄)，但應瞭解，各碎屑過濾器可替代地在一「向下變尖」定向(即，自上到下變窄)上定向而不脫離所揭示概念之範疇。

【0054】 在本概念之實例實施例中，已採用具有在約0.250英寸至約0.600英寸之範圍內之一高度 h_2 的碎屑過濾器120，然在不脫離本概念之範疇之情況下可採用其他高度。據此，當自圖6中所展示之配置100之俯視圖中觀看時，各碎屑過濾器120 (在圖6中通常僅標記三個)在圖中向外延伸(即，在包圍壁部分106當中自頁面平面向上)。如可自圖6之俯視圖瞭解，形成形成碎屑過濾器120之各者之柵格結構122以便在平行於冷卻劑

通過配置100之總體流動之一方向上觀看時，形成一正方形格柵狀圖案。在本概念之實例實施例中，已採用在自約0.250英寸×0.250英寸至約1.000英寸×1.000英寸之範圍內之格柵尺寸，然而在不脫離本概念之範疇之情況下，可採用其他大小。應瞭解，此等格柵狀圖案並非係平面的，而以一三維方式「變形」或「拉伸」以便不安置於一單一平面中。

【0055】 在圖9、圖10、圖11及圖12中展示界定其壁部分106之一單一通道108及碎屑過濾器120之放大圖以幫助演示此實例實施例。

【0056】 在圖13至圖16中展示根據另一例示性實施例之一過濾配置200之另一實例實施例，且在圖17至圖19中展示其之一經放大重複單元。過濾配置200具有與過濾配置100類似之一配置，且因此已使用與先前討論之相同編號來識別類似元件，且因此將不再針對過濾配置200詳細描述類似元件。

【0057】 與使用一單一碎屑過濾器120之過濾配置100相比，過濾配置200包含一第二碎屑過濾器220，其定位在上方或下方，且通常在自約0.050英寸至約0.250英寸之範圍內與碎屑過濾器120垂直間隔開(通常在一嵌套類型配置中)，因此提供增強碎屑過濾。在圖13至圖19中所繪示之實例實施例中，第二碎屑過濾器220具有與碎屑過濾器120類似之形狀及結構，且因此同樣地大體上形成為由一柵格結構222形成之一中空錐體或中空圓錐狀結構(或其他合適三維配置)，柵格結構222經定大小且經結構設計以使關於冷卻劑流通過其之阻力最小化，且因此使壓降最小化，同時亦禁止大於一預定大小(例如(但不限於)在自約0.010英寸至0.100英寸之範圍內)之碎屑穿過由柵格結構222界定之複數個孔口224。在本概念之實例實施例中，已採用具有在約0.005英寸至約0.075英寸之範圍內之一寬度(在

水平方向上量測)及在約0.010英寸至0.100英寸之範圍內之厚度(在垂直方向上量測)之柵格結構，然在不脫離本概念範疇之情況下可採用其他尺寸之柵格結構。

【0058】 各第二碎屑過濾器220自其之一基底226 (圖19)向上延伸一高度 h_3 (該基底與底表面102向上間隔)到可安置於頂表面104處或下方之一頂點部分228。換言之，由碎屑過濾器120及碎屑過濾器220構成之組合雙層結構定位於底表面102與頂表面104之間，使得碎屑過濾器120或220不突出超過表面102或104之任一者。在本概念之實例實施例中，儘管已採用具有在約0.125英寸至約0.600英寸之範圍內之一高度 h_3 的第二碎屑過濾器220，然在不脫離本概念範疇之情況下可採用其他高度。如可自圖15之俯視圖及圖18之放大俯視圖瞭解，形成第二碎屑過濾器220之各者之柵格結構222同樣經形成以在當在平行於冷卻劑通過配置200之總體流動之一方向上觀看時形成一正方形柵格狀圖案。在本概念之實例實施例中，已採用在自約0.250英寸×0.250英寸至約1.000英寸×1.000英寸之範圍內之柵格尺寸，然而在不脫離本概念之範疇之情況下可採用其他大小。

【0059】 如圖18及圖19中所展示，第二碎屑過濾器220在「x」方向及「y」方向兩者上大致橫向地偏移一距離 d ，使得柵格結構122及222之各者之柵格大致彼此平分。除藉由簡單地將第二碎屑過濾器220與第一碎屑過濾器120結合使用而提供的碎屑捕獲能力外，此偏移提供進一步增強碎屑捕獲能力。

【0060】 本發明之實例實施例已經由增材製程來產生。據此，配置100或200之一些或全部可形成為一單一整體元件。在一實例實施例中，已採用直接金屬雷射熔融以由Inconel®材料形成本發明之實施例。然而，

應瞭解，在不脫離本發明之範疇之情況下，可採用其他合適方法及/或材料(例如(但不限於)不銹鋼、鈦)。

【0061】 據此，應瞭解，本文中所提出之發明係一全新且新穎設計，其併入一流線型流動設計，該設計使底部噴嘴之主體/支撐結構中之流動面積最大化，同時併入碎屑捕獲細網格尖頭特徵，該等特徵可安全地容置在底部噴嘴之主體/支撐結構內且由該主體/支撐結構大體上屏蔽。此等配置允許一有效碎屑捕獲特徵而不會不利地影響主要由當前底部噴嘴設計中之小流孔驅動之壓降。使用先進細網格尖頭碎屑過濾底部噴嘴設計，增材製程允許所要底部噴嘴設計特徵之各者：碎屑捕獲、低壓降及穩健設計，全部整合至使用現有習知製程可能不容易達成之一先進底部噴嘴設計中。因此，先進細網格尖頭碎屑過濾底部噴嘴設計係用於核能燃料設計中之一全新及新穎設計。

【0062】 雖然已詳細描述本發明之特定實施例，但熟習此項技術者將瞭解，在本發明之總體教示之背景下可開發對此等細節之各種修改及替代。因此，所揭示之特定實施例意在僅為闡釋性的且不限於將被給予隨附申請專利範圍及其任何及所有等效物之整個廣度之本發明之範疇。

【符號說明】

【0063】

9:重複單元

10:燃料總成

12:碎屑過濾器底部噴嘴

14:下核心支撐板

16:頂部噴嘴

- 17:重複單元
- 18:引導套管
- 20:格柵
- 22:燃料棒
- 24:儀表管
- 26:丸
- 28:上端塞
- 30:下端塞
- 32:空氣室彈簧
- 34:控制棒
- 36:棒束控制機構
- 37:內螺紋圓柱形部件
- 38:撥片或臂
- 42:隅角腳
- 44:裙部
- 46:矩形平板
- 48:流孔
- 100:過濾配置
- 102:底表面
- 104:頂表面
- 106:壁部分
- 108:通道
- 110:區域

- 112:流孔
- 120:碎屑過濾器
- 122:柵格結構
- 124:孔口
- 126:基底
- 128:頂點部分
- 200:過濾配置
- 220:第二碎屑過濾器
- 222:柵格結構
- 224:孔口
- 226:基底
- 228:頂點部分
- d:距離
- h_1 :高度
- h_2 :高度
- h_3 :高度
- 5-5:線
- 7-7:線
- 8-8:線
- 11-11:線
- 12-12:線
- 14-14:線
- 16-16:線
- 19-19:線

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種過濾配置，其用於一核能反應爐中之一燃料總成之一底部噴嘴中，該過濾配置包括：

一頂表面；

一底表面；

複數個垂直壁部分，其等以一大致正方形格柵狀圖案配置，該等垂直壁部分在該底表面與該頂表面之間延伸並界定在該底表面與該頂表面之間延伸通過該配置之複數個非圓形通道；及

複數個第一碎屑過濾器，各碎屑過濾器定位於該頂表面與該底表面之間以大致橫跨該複數個通道之一各自者。

【請求項2】

如請求項1之過濾配置，其中各第一碎屑過濾器包括由一柵格結構形成之一中空錐體或中空圓錐狀結構，其經定大小且經結構設計以最小化關於冷卻劑流通過該柵格結構之阻力。

【請求項3】

如請求項2之過濾配置，其中當自該過濾配置之正上方或該過濾配置之正下方觀看時，各第一碎屑過濾器之該柵格結構經配置以便形成一第一正方形格柵狀圖案。

【請求項4】

如請求項2之過濾配置，其中至少一個第一碎屑過濾器自底部至頂部變窄。

【請求項5】

如請求項2之過濾配置，其中至少一個第一碎屑過濾器自頂部至底部變窄。

【請求項6】

如請求項1之過濾配置，其進一步包括複數個第二碎屑過濾器，其等各定位於該頂表面與該第一碎屑過濾器之間以大致橫跨該複數個通道之一各自者。

【請求項7】

如請求項6之過濾配置，其中各第一碎屑過濾器包括由一柵格結構形成之一中空錐體或中空圓錐狀結構，其經定大小且經結構設計以最小化關於冷卻劑流通過該柵格結構之阻力，且

其中各第二碎屑過濾器包括由一柵格結構形成之一中空錐體或中空圓錐狀結構，其經定大小且經結構設計以最小化關於冷卻劑流通過該柵格結構之阻力。

【請求項8】

如請求項7之過濾配置，其中當自該過濾配置之正上方或該過濾配置之正下方觀看時，各第二碎屑過濾器之該柵格結構經配置以便形成一第二正方形格柵狀圖案。

【請求項9】

如請求項8之過濾配置，當自上方觀看時，該第二正方形格柵狀圖案與該第一正方形格柵狀圖案偏移一距離。

【請求項10】

如請求項7之過濾配置，其中至少一個第一碎屑過濾器自底部至頂部變窄且其中至少一個第二碎屑過濾器自底部至頂部變窄。

【請求項11】

如請求項7之過濾配置，其中至少一個第一碎屑過濾器自頂部至底部變窄且其中至少一個第二碎屑過濾器自頂部至底部變窄。

【請求項12】

一種底部噴嘴總成，其用於一核能反應爐中之一燃料總成中，該底部噴嘴總成包括：

一大致矩形裙部；及

如請求項1之一過濾配置，其耦合至該大致矩形基部。

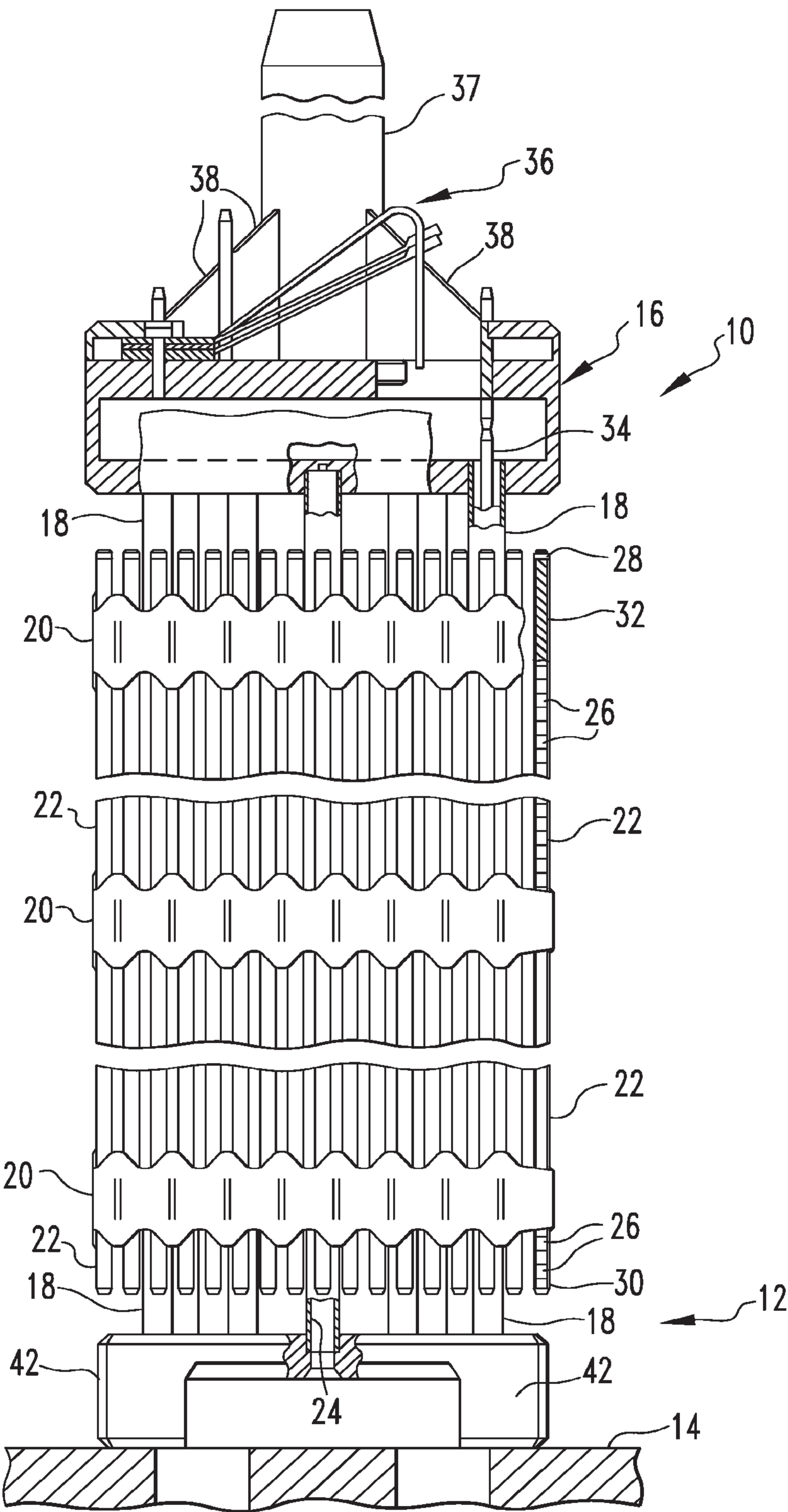
【請求項13】

一種底部噴嘴總成，其於一核能反應爐中之一燃料總成中，該底部噴嘴總成包括：

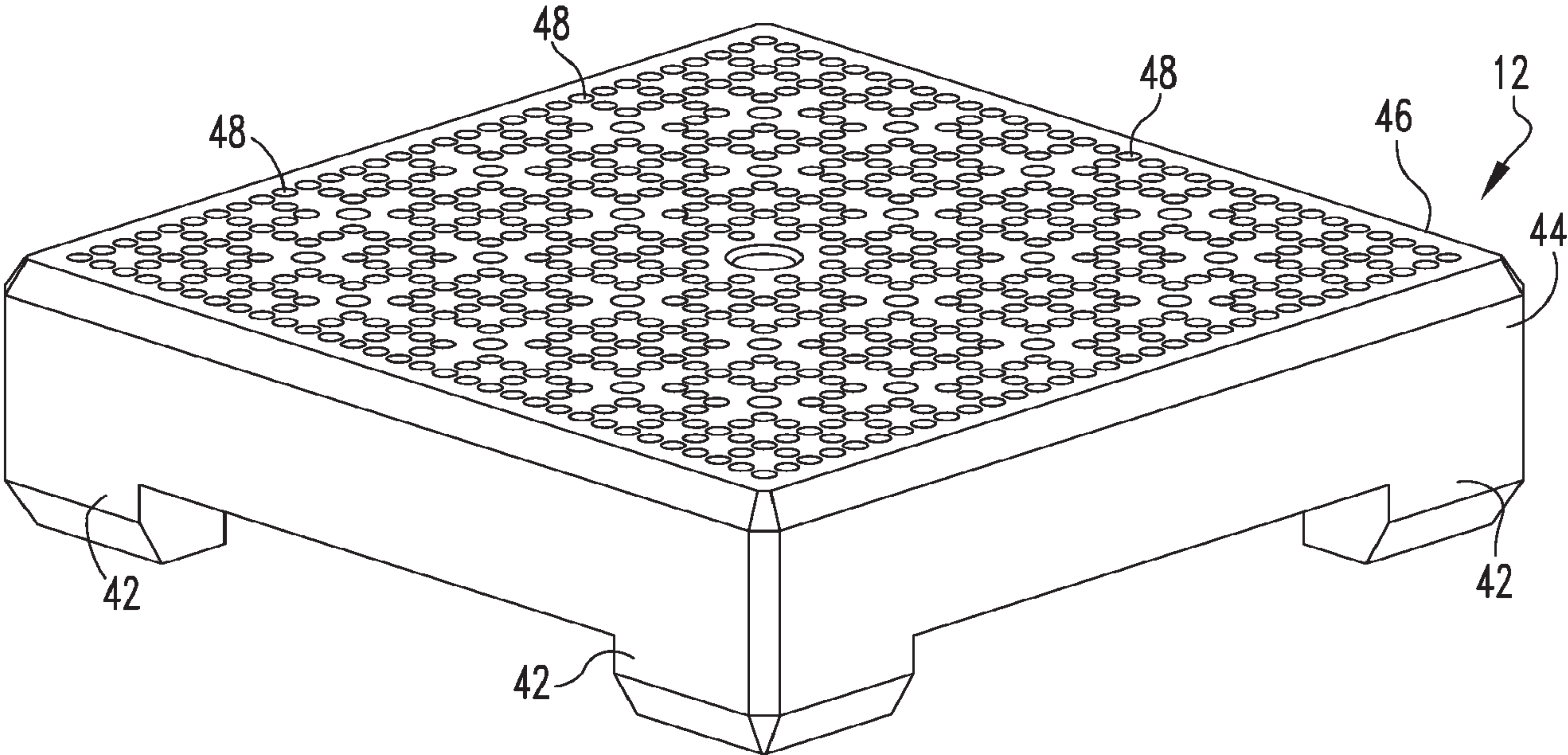
一大致矩形裙部；及

如請求項6之一過濾配置，其耦合至該大致矩形基部。

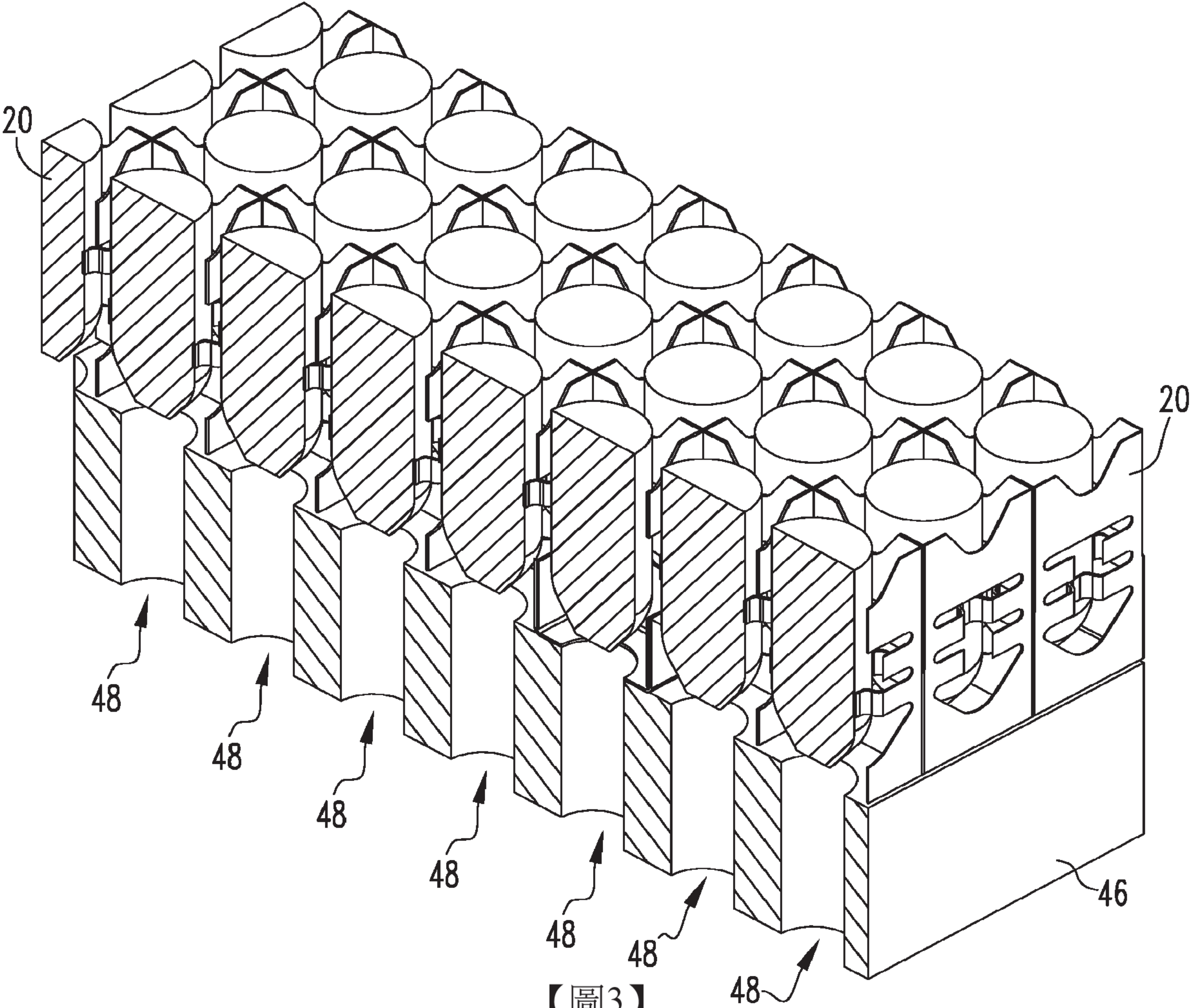
【發明圖式】



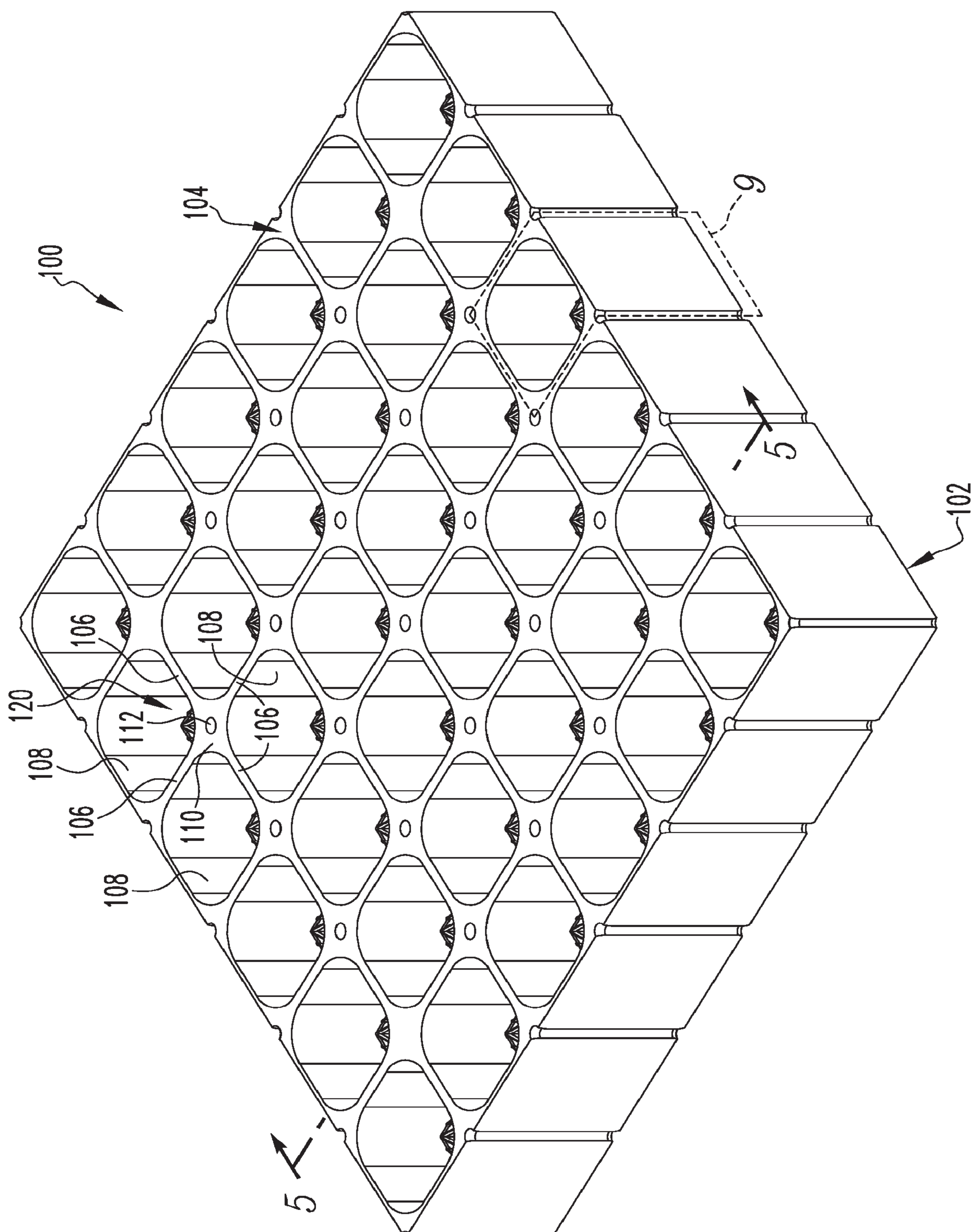
【圖1】



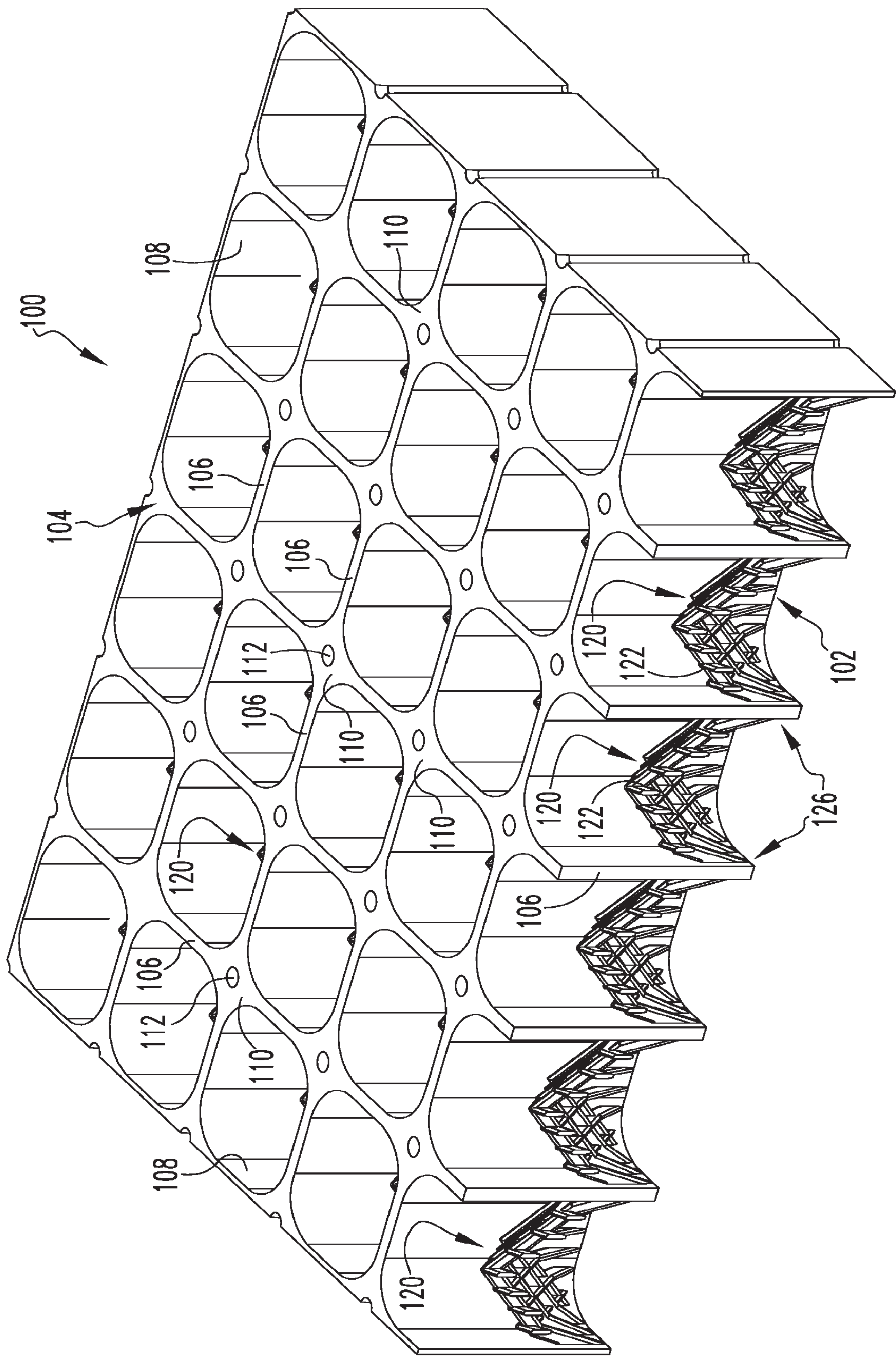
【圖2】



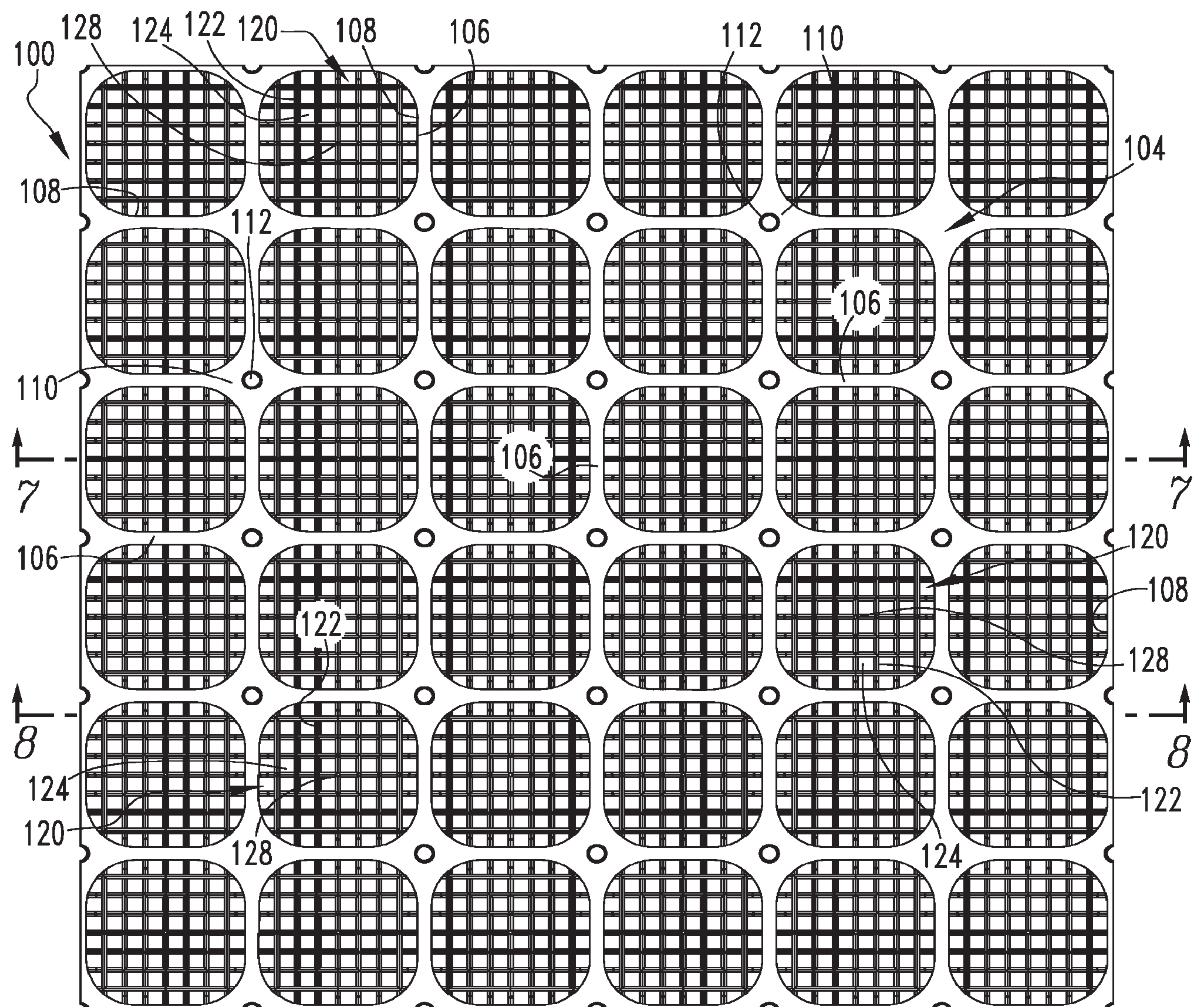
【圖3】



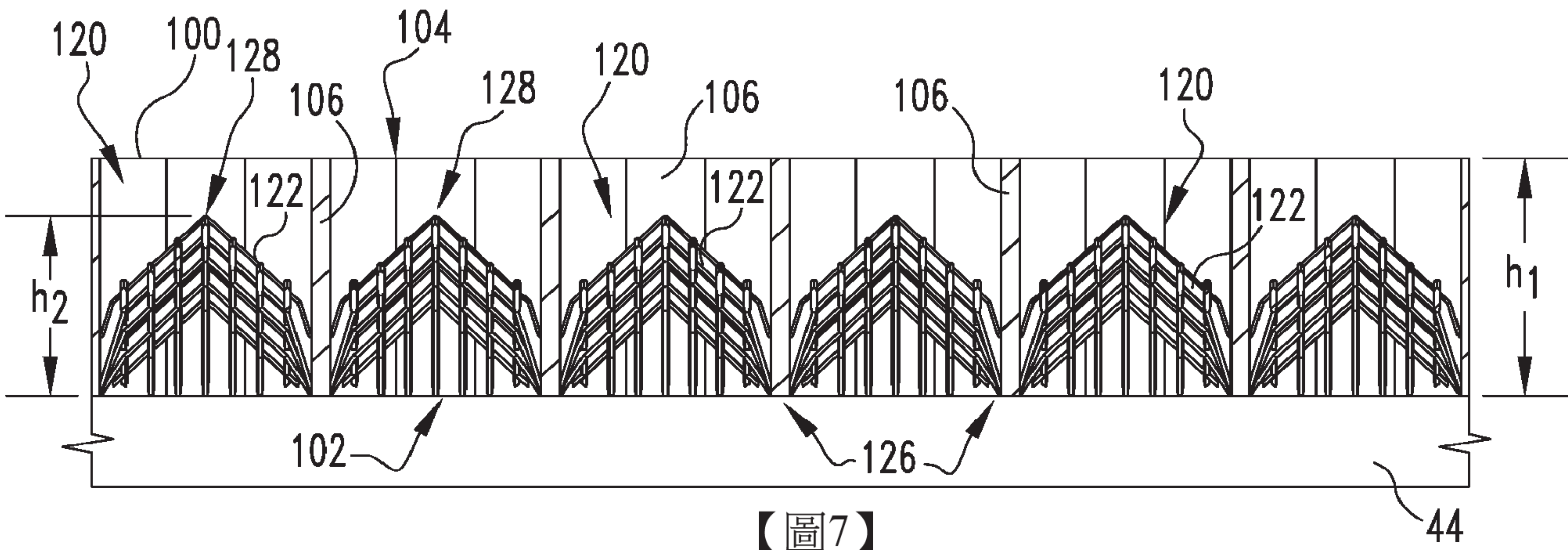
【4回】



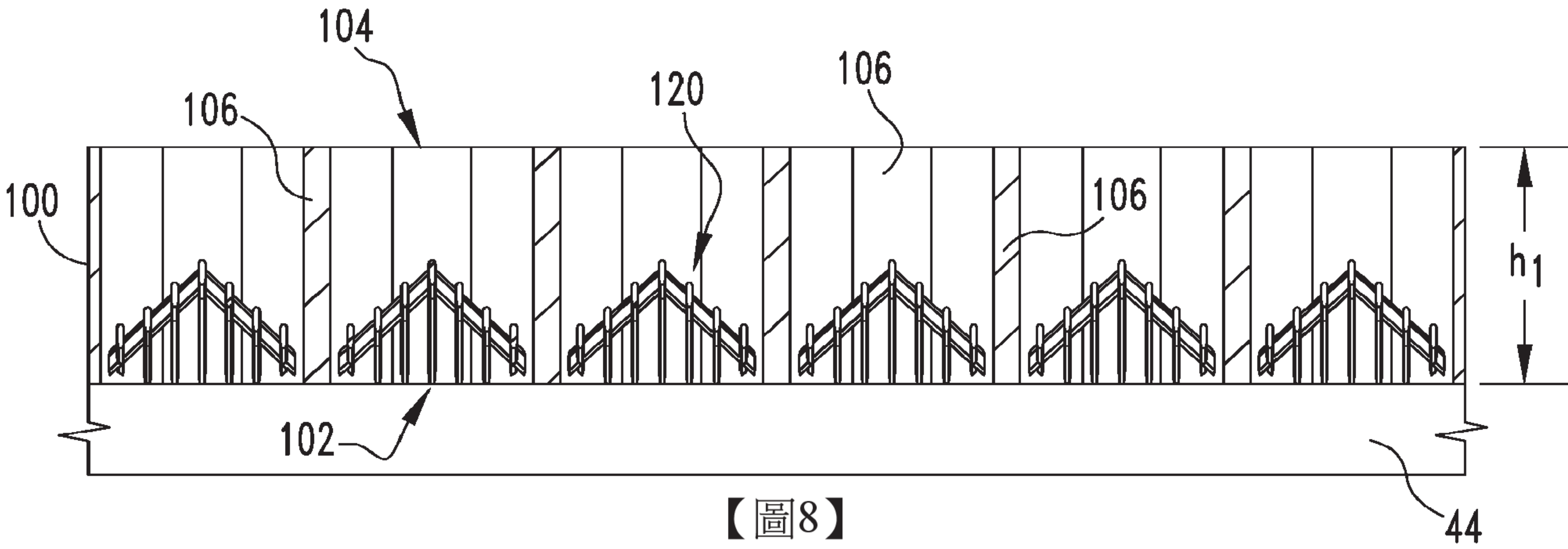
【圖5】



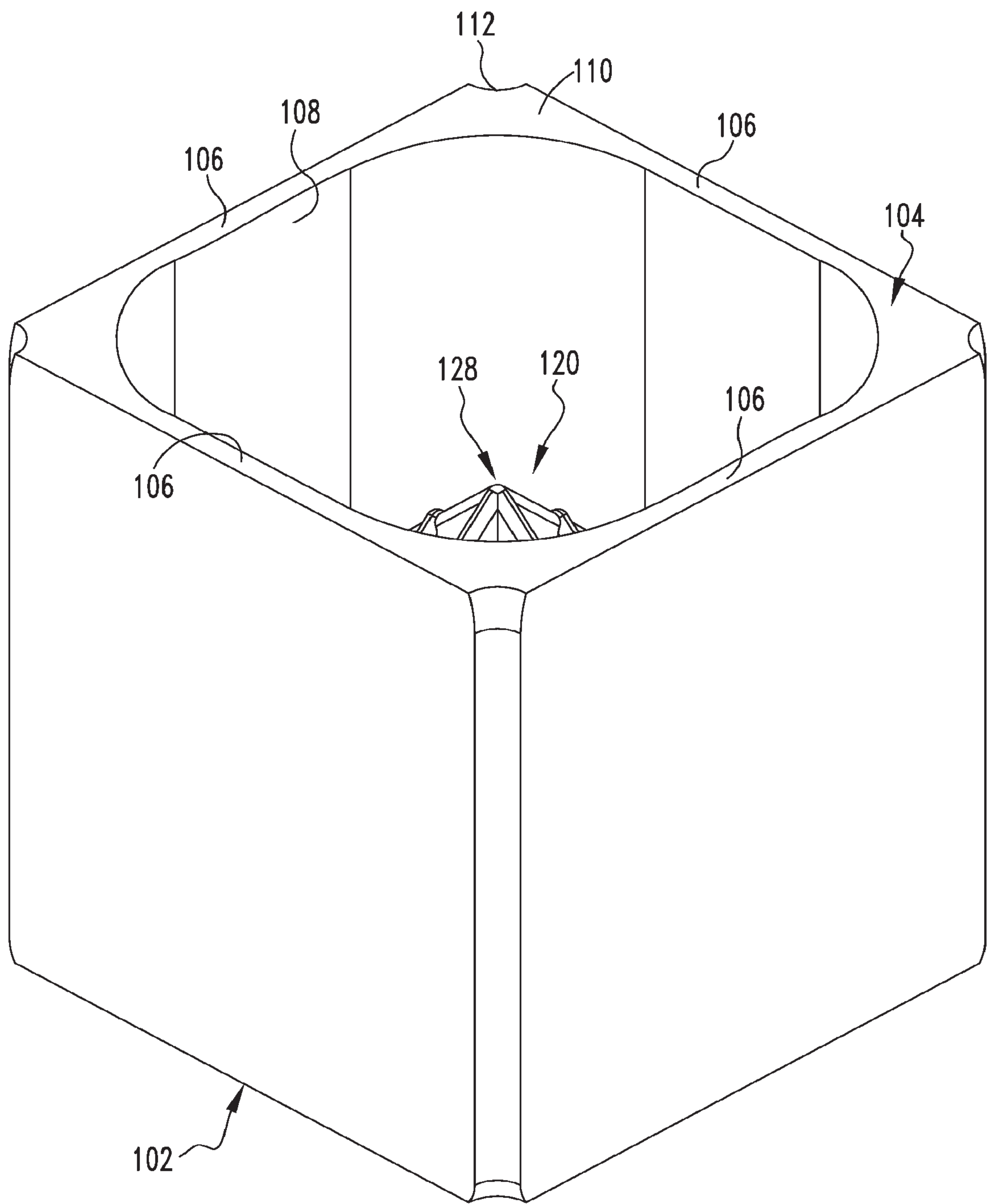
【圖6】



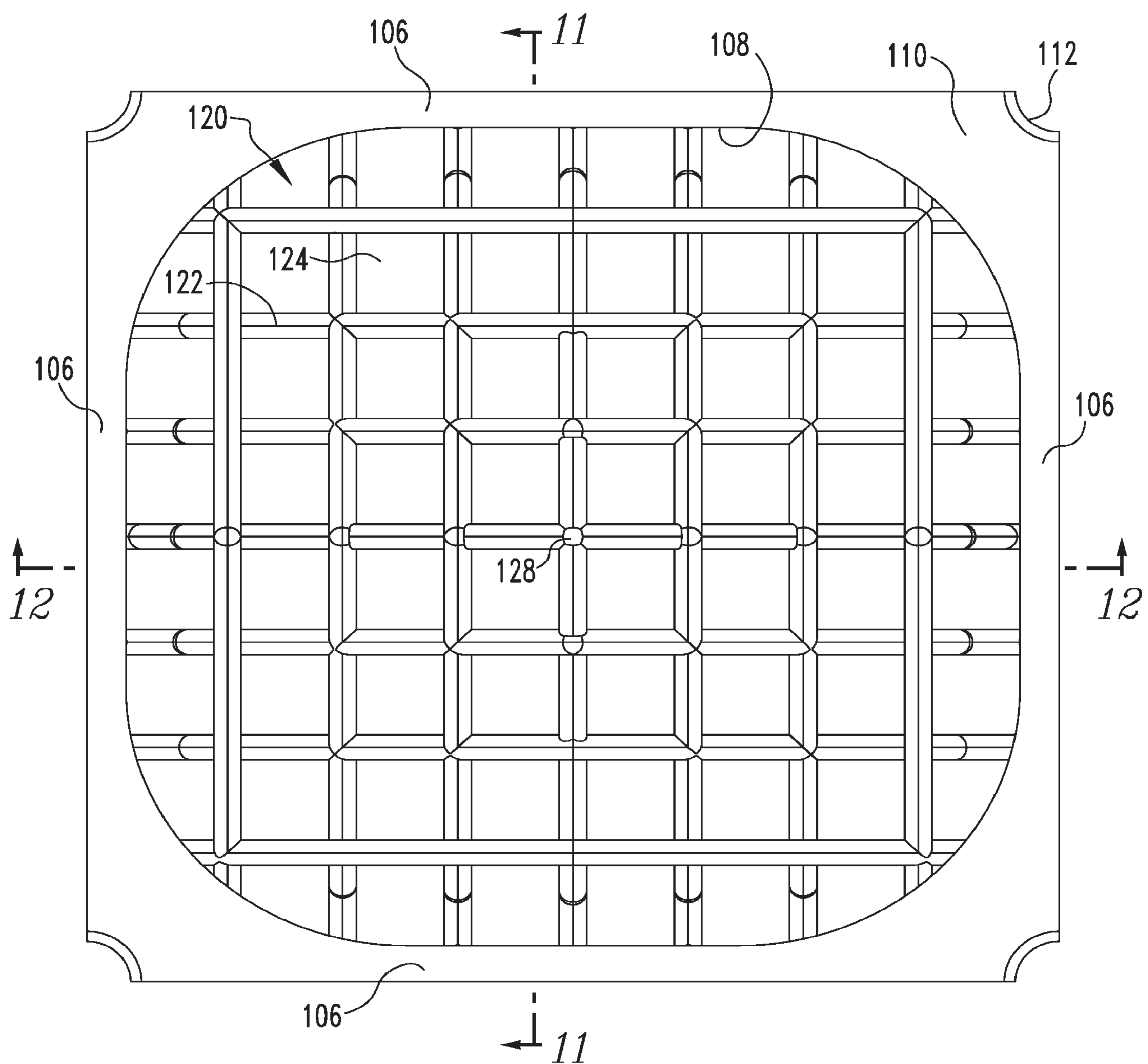
【圖7】



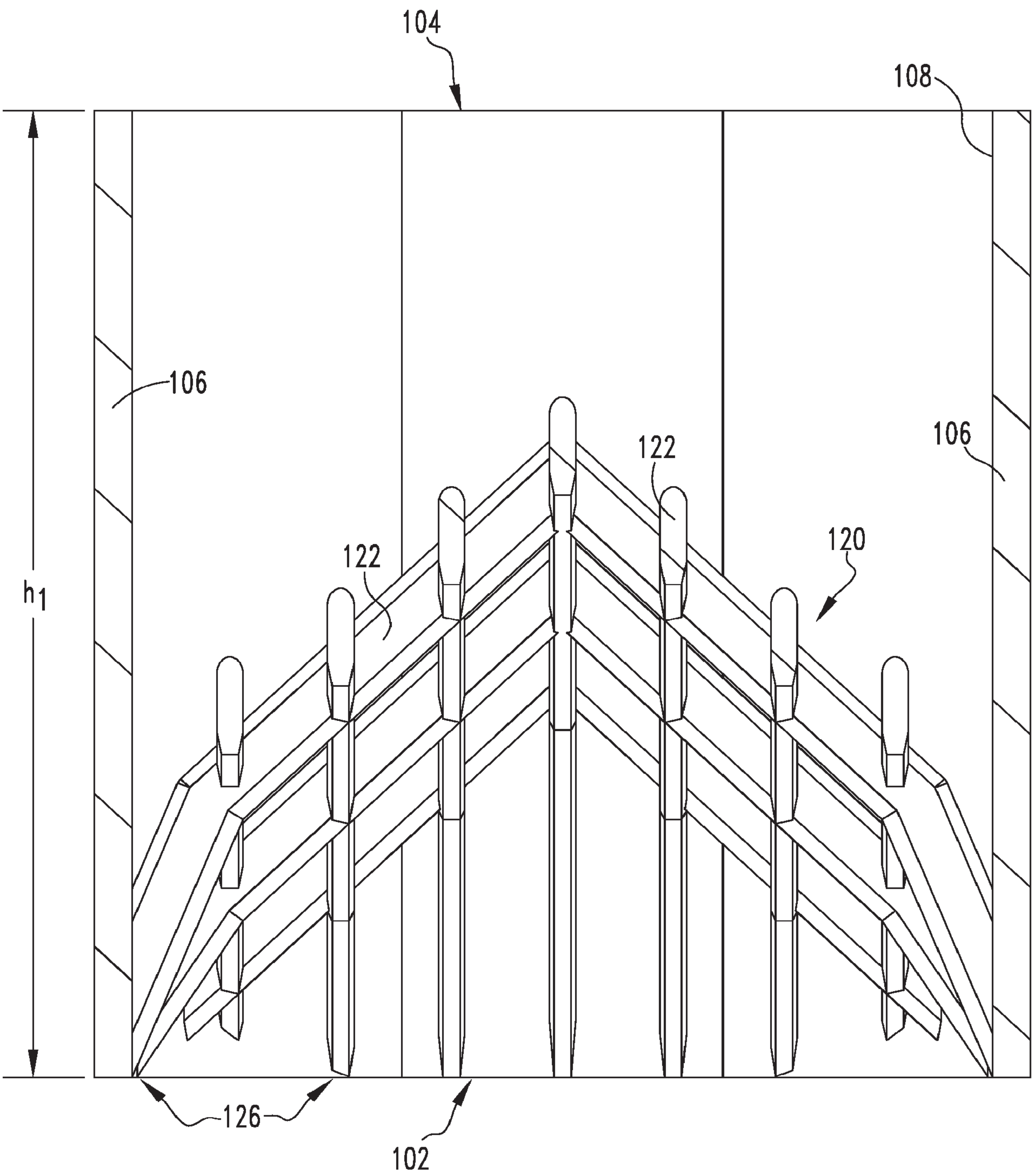
【圖8】



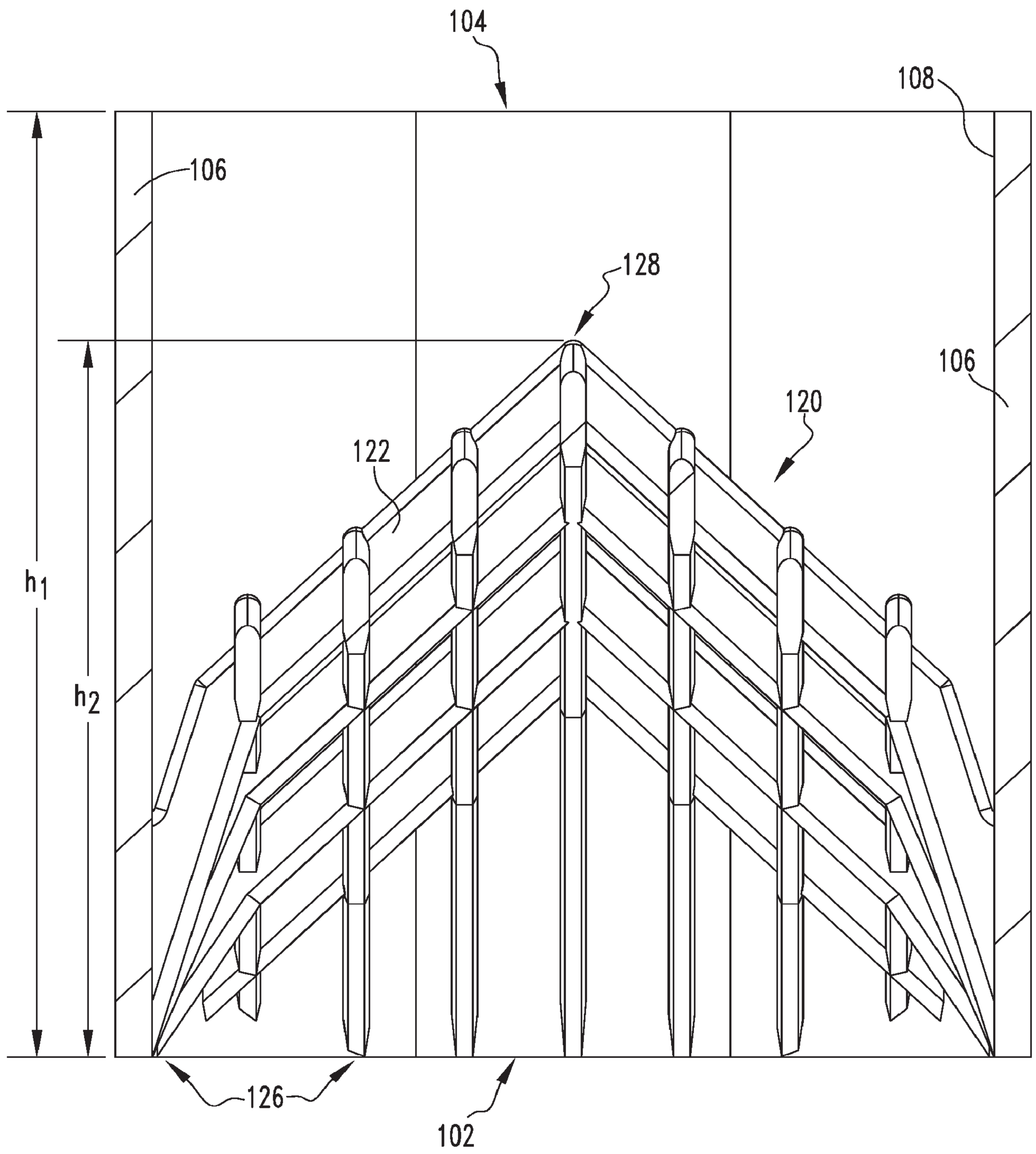
【圖9】



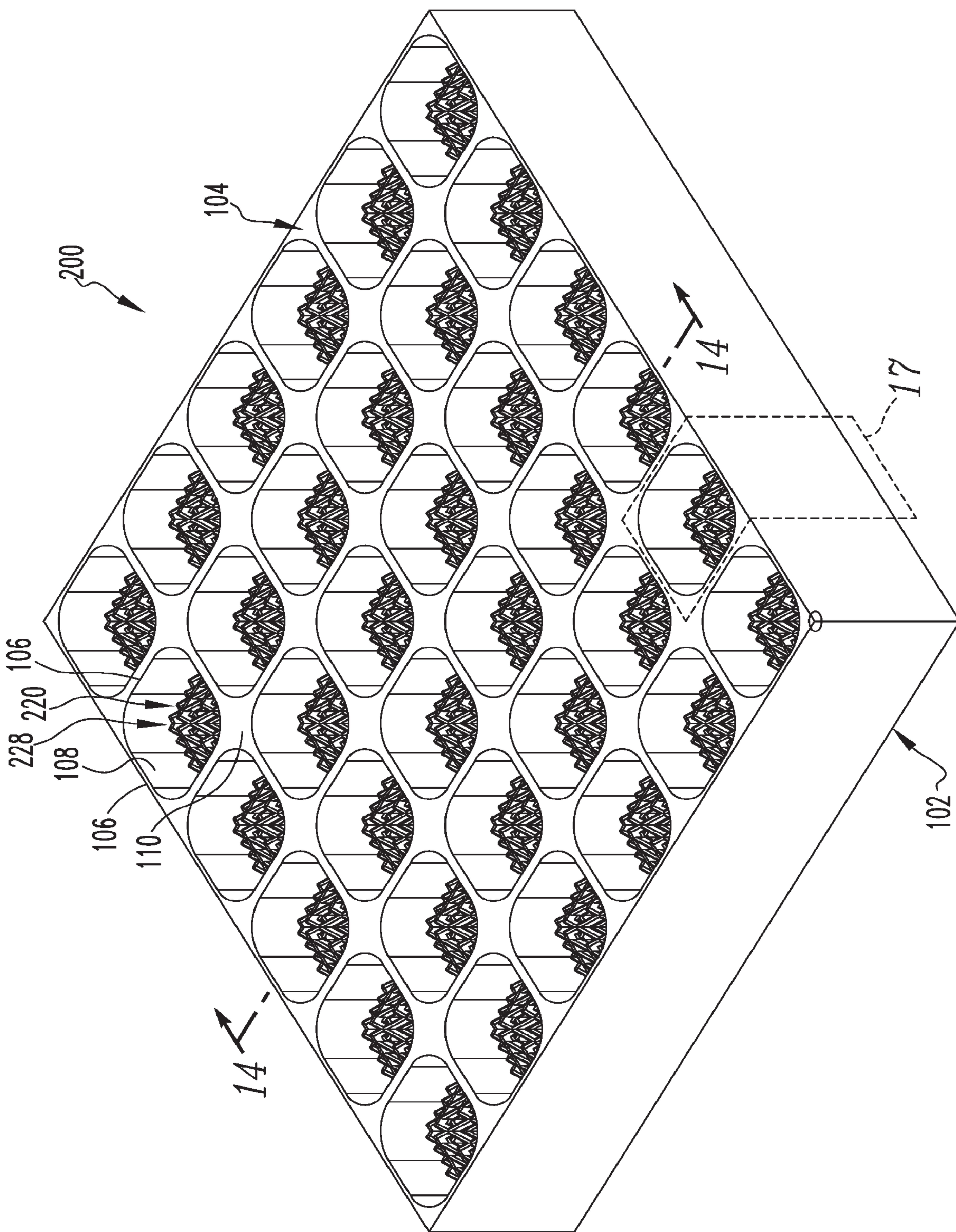
【圖10】



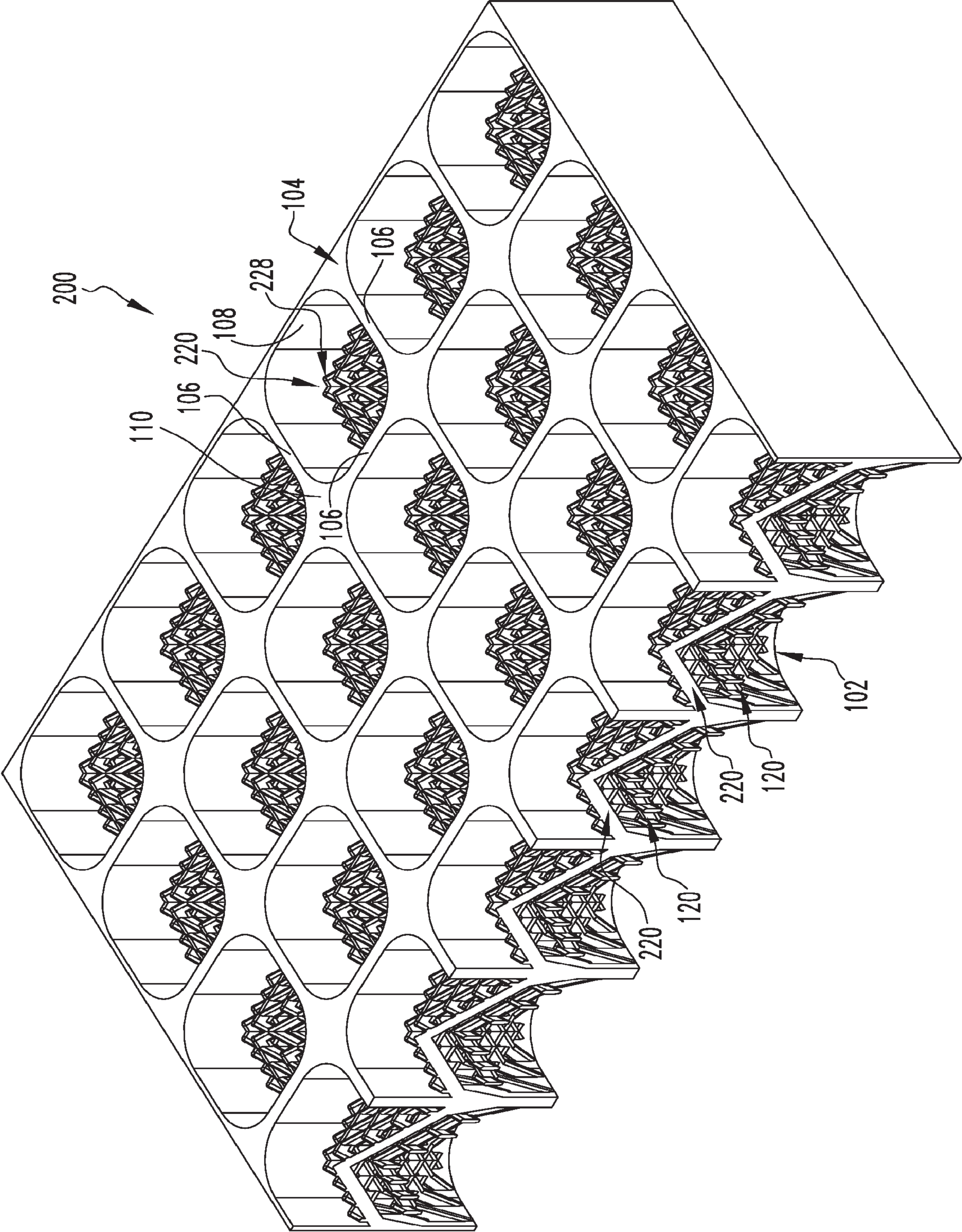
【圖11】



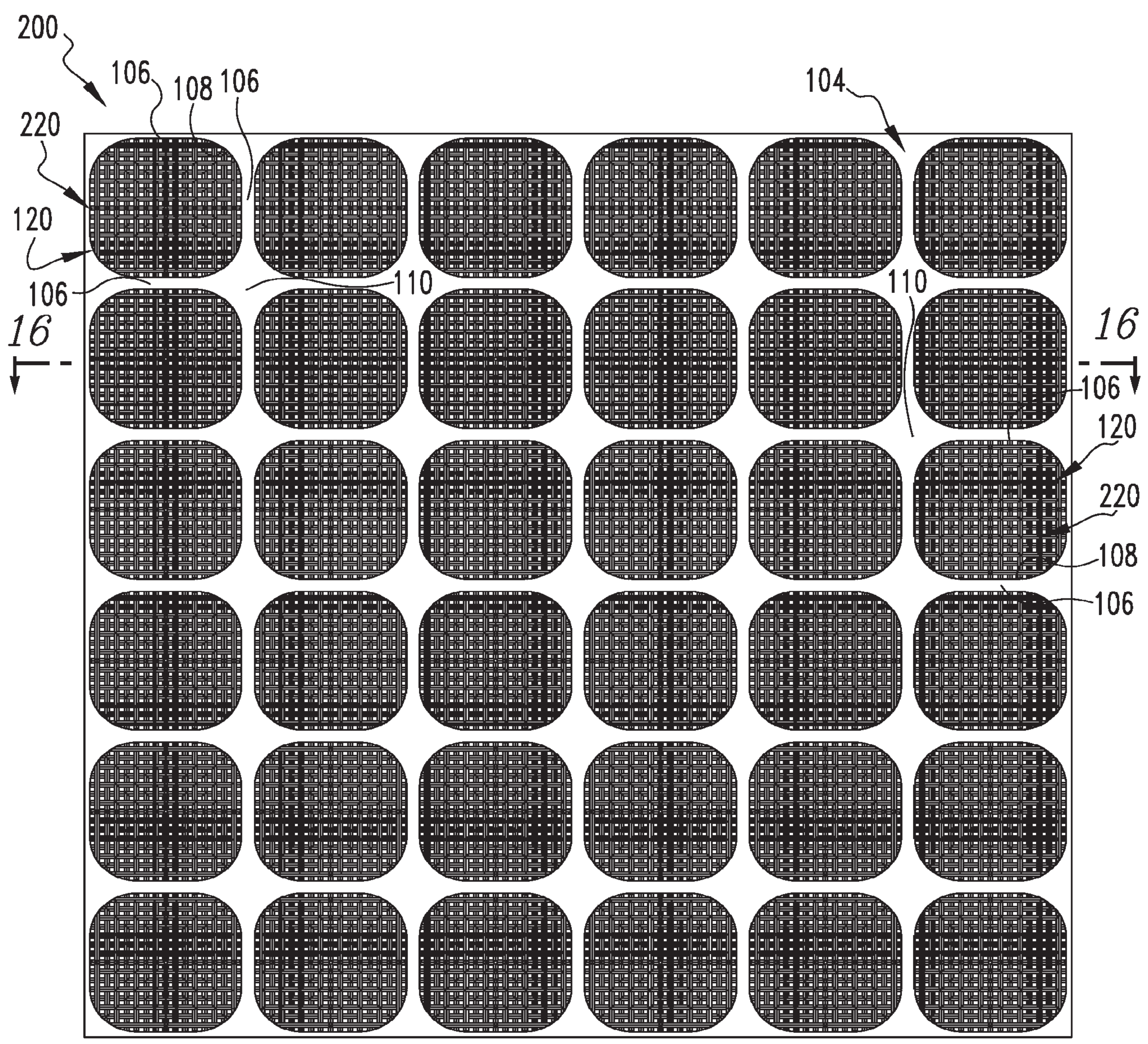
【圖12】



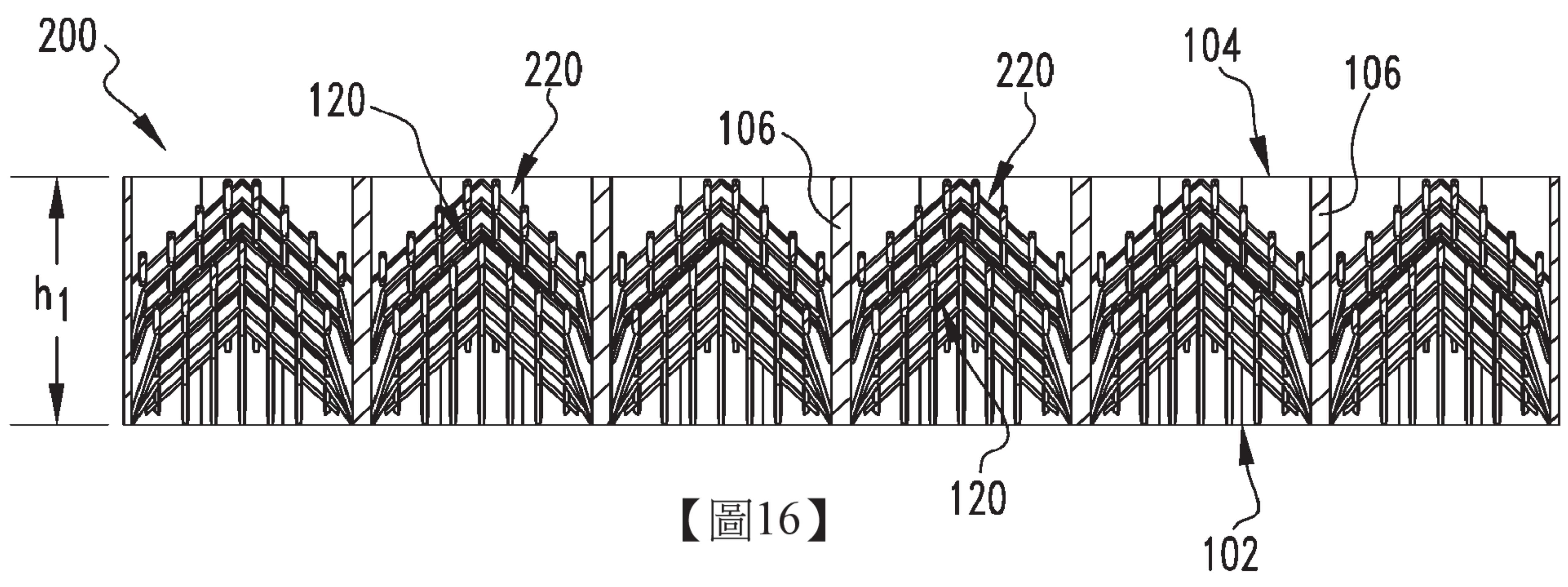
【圖13】



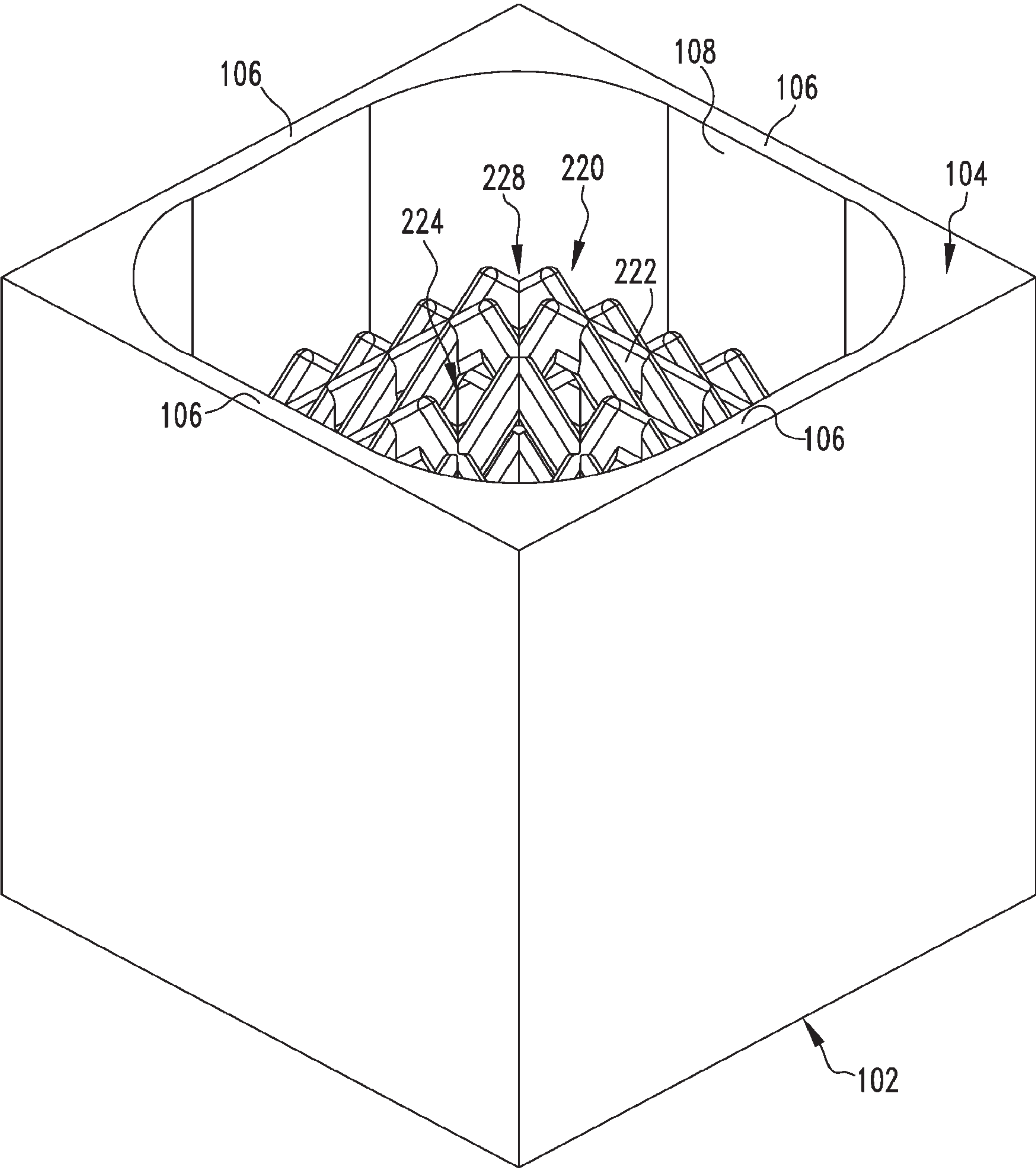
【圖14】



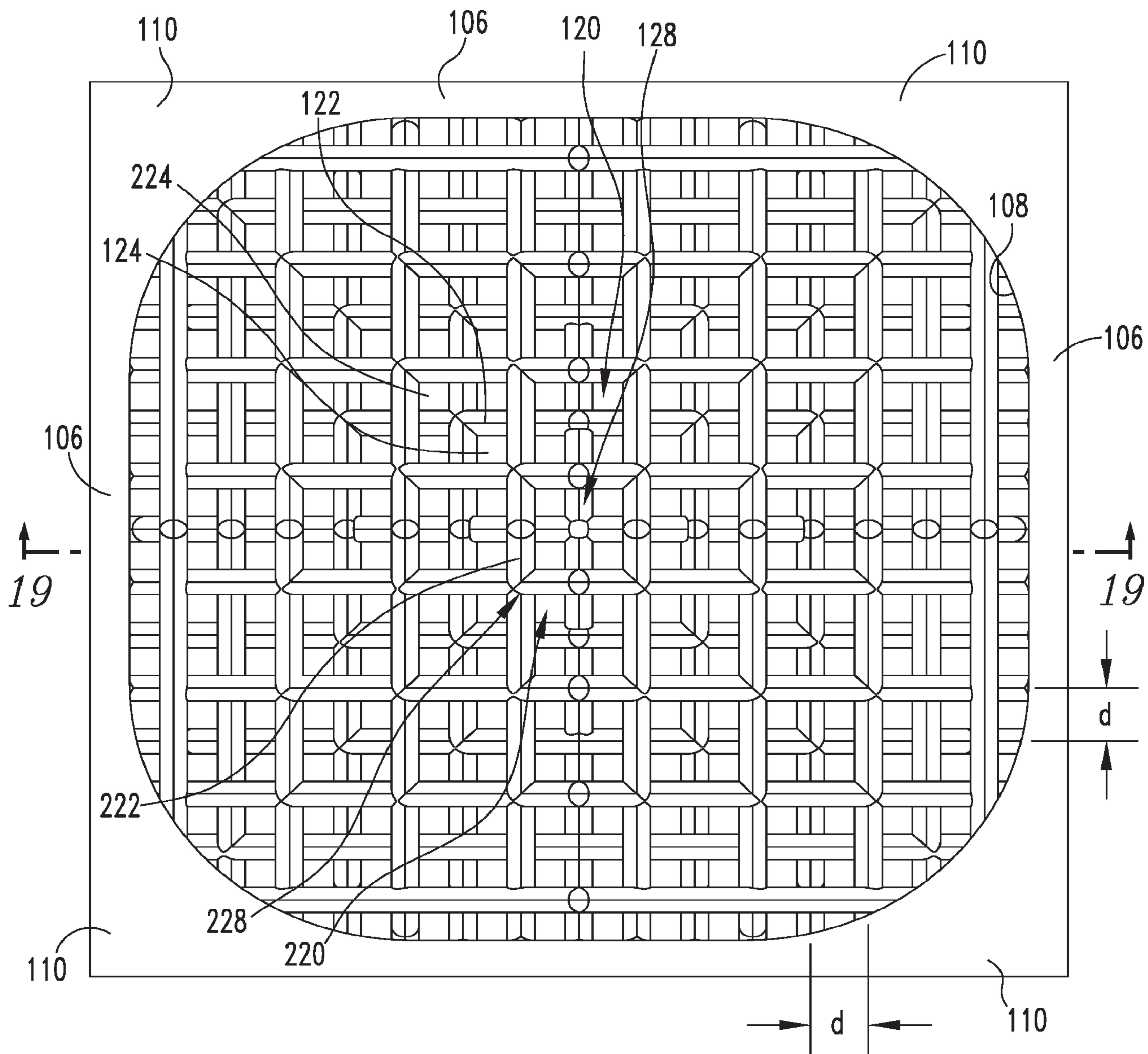
【圖15】



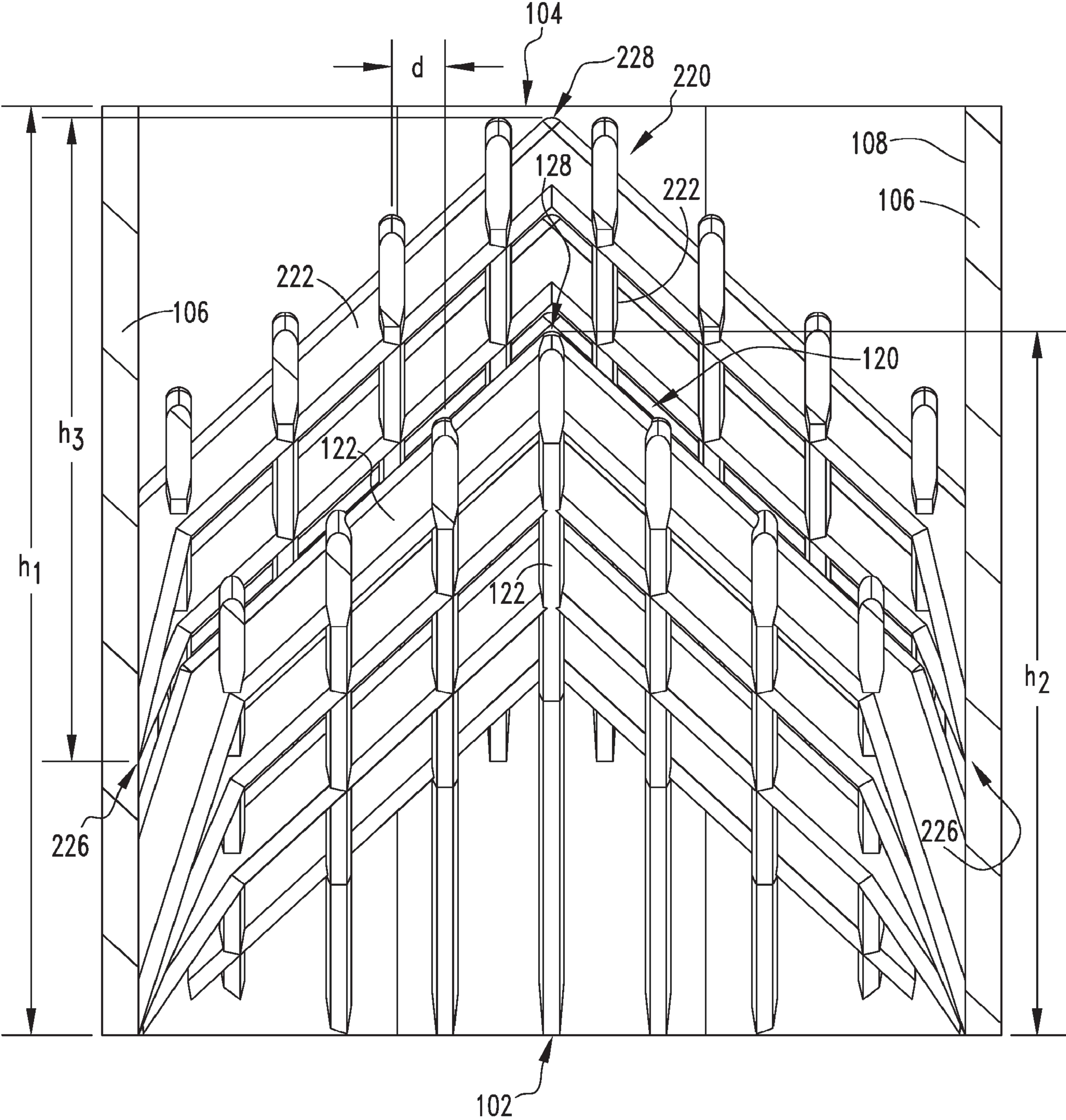
【圖16】



【圖17】



【圖18】



【圖19】