



(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 201714261 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 16 日

(21)申請案號：105132534

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 07 日

(51)Int. Cl. : H01L23/34 (2006.01)

(30)優先權：2015/10/09 美國

14/880,030

(71)申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR
MANUFACTURING CO., LTD. (TW)

新竹市力行六路八號

(72)發明人：謝政傑 HSIEH, CHENG-CHIEH (TW)；吳集錫 WU, CHI-HSI (TW)；鄭心圓 JENG,
SHIN-PUU (TW)；陳琮瑜 CHEN, TSUNG-YU (TW)；洪文興 HUNG, WENSEN
(ID)

(74)代理人：卓俊傑

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：1 項 圖式數：28 共 52 頁

(54)名稱

冷卻裝置

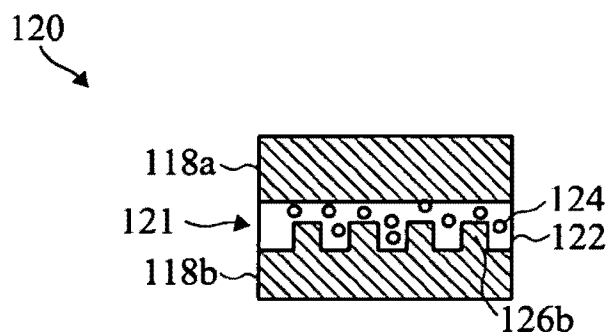
COOLING DEVICES

(57)摘要

本發明揭露冷卻裝置。在一些實施例中，一種用於半導體裝置的冷卻裝置包含儲集器，儲集器具有第一板以及耦接至第一板的第二板。空腔介於第一板與第二板之間。相變材料 (PCM) 位於空腔中。冷卻裝置適於消散來自封裝半導體裝置的熱。

Cooling devices are disclosed. In some embodiments, a cooling device for a semiconductor device includes a reservoir having a first plate and a second plate coupled to the first plate. A cavity is between the first plate and the second plate. A phase change material (PCM) is in the cavity. The cooling device is adapted to dissipate heat from a packaged semiconductor device.

指定代表圖：



符號簡單說明：

118a . . . 第一板

118b . . . 第二板

120 . . . 冷卻裝置

121 . . . 空腔

122 . . . 相變材料
(PCM)

124 . . . 填充物材料

126b . . . 凸起特徵

【圖 4】



201714261

【發明摘要】

申請日: 105.10.7

IPC分類:

H01L 23/34 (2006.01)

【中文發明名稱】冷卻裝置

【英文發明名稱】COOLING DEVICES

【中文】本發明揭露冷卻裝置。在一些實施例中，一種用於半導體裝置的冷卻裝置包含儲集器，儲集器具有第一板以及耦接至第一板的第二板。空腔介於第一板與第二板之間。相變材料（PCM）位於空腔中。冷卻裝置適於消散來自封裝半導體裝置的熱。

【英文】Cooling devices are disclosed. In some embodiments, a cooling device for a semiconductor device includes a reservoir having a first plate and a second plate coupled to the first plate. A cavity is between the first plate and the second plate. A phase change material (PCM) is in the cavity. The cooling device is adapted to dissipate heat from a packaged semiconductor device.

【指定代表圖】圖4。

【代表圖之符號簡單說明】

118a：第一板

118b：第二板

120：冷卻裝置

121：空腔

122：相變材料（PCM）

124：填充物材料

126b：凸起特徵

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】冷卻裝置

【英文發明名稱】COOLING DEVICES

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於一種冷卻裝置。

【先前技術】

【0002】 半導體裝置用於多種電子應用中，諸如個人電腦、蜂巢式電話、數位相機以及其他電子設備。通常藉由在半導體基板上依序沈積絕緣層或介電層、導電層以及半導體層的材料，以及使用微影技術來圖案化各種材料層，以在其上形成電路組件以及元件，而製造出半導體裝置。通常在單一個半導體晶圓上製造幾十或幾百個積體電路。藉由沿著切割道鋸割積體電路而使個別晶粒單體化。接著這些個別的晶粒以多晶片模組形式或以其他類型的封裝形式分開地封裝。

【0003】 半導體行業繼續藉由連續降低最小特徵大小來改良各種電子組件（例如，電晶體、二極體、電阻器、電容器等）的整合密度，從而允許較多組件整合於給定區域中。在一些應用中，此等較小電子組件亦要求比習知的封裝利用較小區域的較小封裝。

【0004】 用於半導體裝置的一種已開發類型的較小封裝為晶圓級封裝（wafer level package，WLP），其中積體電路被封裝於通常包含重佈線路層（redistribution layer，RDL）或後鈍化內連線（post

passivation interconnect, PPI) 的封裝中，其封裝的接點使用扇外型配線，其電性接墊比積體電路的接墊具有較大間距，。晶圓級封裝例如是常用來封裝要求高速、高密度以及較大接腳計數(pin count)的積體電路 (IC)。

【發明內容】

【0005】 本發明一實施例的一種冷卻裝置，用於半導體裝置，包括儲集器、空腔、相變材料 (phase change material, PCM)。儲集器包括第一板以及耦接至所述第一板的第二板。空腔位於所述第一板與所述第二板之間。相變材料設置於所述空腔中，其中所述冷卻裝置適於消散來自封裝半導體裝置的熱。

【圖式簡單說明】

【0006】 當結合附圖研讀時，自以下實施方式最好地理解本發明的態樣。應注意，根據行業中的標準慣例，各種特徵未按比例繪製。實際上，為論述清楚起見，可任意地增大或減小各種特徵的尺寸。

圖 1 至圖 3 為說明根據本發明的一些實施例的將冷卻裝置耦接至半導體裝置的封裝方法的剖面圖。

圖 4 以及圖 5 為根據一些實施例繪示的冷卻裝置的一部分的剖面圖。

圖 6 為圖 5 的較詳細視圖，其說明根據一些實施例的冷卻裝置的凸起特徵以及板的一些尺寸。

圖 7 為根據一些實施例繪示的冷卻裝置的一部分的剖面圖。

圖 8 根據一些實施例繪示的冷卻裝置的凸起特徵的各種形狀的俯視圖或仰視圖。

圖 9 以及圖 10 說明根據一些實施例的冷卻裝置的凸起特徵的透視圖。

圖 11 為說明根據一些實施例的冷卻裝置的冷卻原理的剖面圖。

圖 12 是圖 11 的局部較詳細的視圖，其根據一些實施例繪示。

圖 13 以及圖 14 為說明根據一些實施例的冷卻裝置的相變材料（phase change material，PCM）的相變化的剖面圖。

圖 15 為根據一些實施例繪示的封裝半導體裝置，其包括與其耦接的冷卻裝置且耦接至系統部分的剖面圖。

圖 16 為圖 15 中所繪示的封裝半導體裝置的一部分的俯視圖，其根據一些實施例說明積體電路晶粒上的熱點。

圖 17 為根據一些實施例繪示的半導體裝置的剖面圖，其耦接至冷卻裝置以及系統部分且包括兩個積體電路晶粒。

圖 18 為根據一些實施例繪示圖 17 的冷卻裝置的兩個區的俯視圖。

圖 19 為根據一些實施例的圖 18 中所繪示的冷卻裝置的兩個區的剖面圖。

圖 20 為根據一些實施例繪示的與耦接至封裝半導體裝置的散熱片整合的冷卻裝置的剖面圖。

圖 21 說明根據一些實施例的包含適型構件的冷卻裝置的剖面圖。

圖 22 根據一些實施例繪示的耦接至散熱管的冷卻裝置的剖面圖。

圖 23 為說明根據一些實施例的冷卻裝置的剖面圖，其耦接至包含多個水平以及垂直封裝積體電路晶粒的封裝半導體裝置。

圖 24 為說明根據一些實施例的半導體裝置的封裝方法的流程圖。

圖 25 為說明根據一些實施例的將相變材料設置於冷卻裝置中的方法的方塊圖。

圖 26 為根據一些實施例繪示的耦接至疊層封裝 (package-on-package, POP) 裝置的冷卻裝置的剖面圖。

圖 27 以及圖 28 為說明根據本發明的一些實施例的相變材料性質的模擬結果的曲線圖。

【實施方式】

【0007】 以下揭露內容提供用於實施所提供標的物的不同特徵的許多不同實施例或實例。下文描述組件以及配置的特定實例以簡化本發明。當然，此等組件以及配置僅僅為實例且不意欲為限制性的。舉例而言，在以下描述中，第一特徵在第二特徵上方或上的形成可包含第一特徵以及第二特徵直接接觸地形成的實施例，且還可包含額外特徵可在第一特徵與第二特徵之間形成使得第一特徵與第二特徵可不直接接觸的實施例。另外，本發明可在各種實例中重複圖式元件符號以及/或字母。此重複是出於簡化以及清楚的目的，且本身並不指示所論述的各種實施例以及/或組態之間的關係。

【0008】 另外，為易於描述，本文中可使用諸如「在...之下」、「在...

下方」、「下部」、「在...上方」、「上部」以及其類似者的空間相對術語，以描述如諸圖中所說明的一個元件或特徵相對於另一元件或特徵的關係。除了諸圖中所描繪的定向之外，空間相對術語意欲涵蓋裝置在使用或操作中的不同定向。設備可以其他方式定向（旋轉 90 度或處於其他定向），且本文中所使用的空間相對描述詞同樣可相應地進行解釋。

【0009】 本發明的一實施例中揭露冷卻裝置、封裝半導體裝置以及半導體裝置的封裝方法。冷卻裝置包括可實施於攜帶型電子設備中的攜帶型儲熱器或儲熱袋，諸如攜帶式電話、智慧型電話、平板電腦、筆記型電腦以及其他應用。冷卻裝置可實施於封裝半導體裝置上，其可包括附接至另一基板的一個基板，其中每一基板可為晶粒、晶圓、印刷電路板、封裝基板或其類似者。冷卻裝置藉此可冷卻晶粒對晶粒、晶圓對晶粒、晶圓對晶圓、晶粒或晶圓對印刷電路板或封裝基板類型的封裝或其類似者。貫穿各種視圖以及說明性實施例，類似圖式元件符號適於指定類似元件。

【0010】 圖 1 至圖 3 為說明根據本發明的一些實施例的在各種階段處將冷卻裝置 120（參見圖 3）耦接至封裝半導體裝置 100 的方法的剖面圖。首先，參閱圖 1，其提供包含積體電路晶粒 110 的封裝半導體裝置 100。封裝半導體裝置 100 包含耦接至積體電路晶粒 110 的內連線結構 112，以及設置於積體電路晶粒 110 周圍以及內連線結構 112 上方的模塑材料 114。在一些實施例中，封裝半導體裝置 100 包括扇出型結構。舉例而言，內連線結構 112 的導電配線可相比積體電路晶粒 110 的導電配線所間隔開的距離來得遠。同樣地，內連線結構 112 的接墊的覆蓋面積(footprint)可大於積體

電路晶粒 110 的接觸點（未示出）的覆蓋面積。在一些實施例中，封裝半導體裝置 100 包括積體扇外型（integrated fan-out, InFO）裝置或晶圓級封裝(WLP)裝置。封裝半導體裝置 100 還可包括其他類型的封裝。

【0011】 積體電路晶粒 110 可包括具有形成於其內或其上的電路系統(circuitry)的基板。基板可包括，例如，摻雜或未摻雜基體矽基板或絕緣層上有矽（semiconductor-on-insulator, SOI）基板的作用層(active layer)。積體電路晶粒 110 的基板的電路系統可為適於特定應用的任何類型的電路系統。積體電路晶粒 110 可包括邏輯、記憶體、處理器或其他類型的裝置。作為其他實例，形成於積體電路晶粒 110 的基板內或基板上的電路系統可包含經互連以執行一或多個功能的各種 N 型金屬氧化物半導體（N-type metal-oxide semiconductor, NMOS）以及/或 P 型金屬氧化物半導體（P-type metal-oxide semiconductor, PMOS）裝置，諸如電晶體、電容器、電阻器、二極體、光二極體、熔絲以及其類似者。功能可包含記憶體結構、邏輯結構、處理結構、感測器、放大器、功率分佈電路系統、輸入/輸出電路系統以及/或類似者。一般技術者將瞭解，上文實例是為達成說明的目的而提供以進一步解釋一些說明性實施例的應用且並不意欲以任何方式限制本發明。其他電路系統可用作適合於給定應用。積體電路晶粒 110 已通常藉由在半導體晶圓上形成多個積體電路晶粒 110 並沿著切割道單一化個別積體電路晶粒 110 而製造。

【0012】 在一些實施例中，積體電路晶粒 110 的封裝製程包括提供載板（未示出）以及將積體電路晶粒 110 附接至載板。載板可包

括晶圓、載帶(tape)或其他類型的支撐件、基板或可用於封裝製程作為用於封裝一或多個積體電路晶粒 110 的平台的裝置。舉例而言，在一些實施例中，在封裝多個積體電路晶粒 110 之後會移除載板。

【0013】 在一些實施例中，穿孔（圖 1 至圖 3 中未示出；參見圖 23 中所繪示的穿孔 142）亦形成於載板上方。舉例而言，穿孔 142 可電鍍在形成於載板上的晶種層上。在一些實施例中，並不包含穿孔 142。在一些實施例中，多個穿孔 142 可在多個積體電路晶粒 110 耦接至載板之前或之後，藉由電鍍、微影或其他方法形成於載板上方。這些穿孔 142 可利用電鍍製程、藉由在載板上方沈積晶種層以及在晶種層上方形成具有欲使穿孔 142 形成的圖案的圖案化罩幕來形成。通過圖案化罩幕將穿孔 142 電鍍至載板上且接著移除圖案化罩幕。亦移除晶種層的被外露的部分。穿孔 142 可包括銅、銅合金或其他金屬或導電材料。舉例而言，幾十或幾百個穿孔 142 可包含於封裝在一起的各積體電路晶粒 110 或積體電路晶粒 110 的群組的封裝中。在一些實施例中，多個穿孔 142 為封裝半導體裝置 100 提供垂直方向上的電性連接。舉例而言，多個穿孔 142 中的每一者可經定位以使得其將耦接至稍後將形成的內連線結構 112 的導電部分。

【0014】 在一些實施例中，多個積體電路晶粒 110 耦接至位在部分穿孔 142 之間的載板。利用設置於積體電路晶粒 110 的底部表面上的晶粒貼合膜（die attach film，DAF）（未示出）將這些積體電路晶粒 110 耦接至載板。舉例而言，可使用取放型機器或手動地將多個積體電路晶粒 110 置放於載板上。圖式中僅繪示一個積

體電路晶粒 110；在一些實施例中，多個積體電路晶粒 110 同時耦接至載板且封裝。這些積體電路晶粒 110、兩個或多個積體電路晶粒 110 稍後沿著（即，封裝或內連線結構 112 的）切割道而被單體化以形成多個封裝半導體裝置 100。

【0015】 模塑材料 114 接著形成於載板上方、積體電路晶粒 110 以及穿孔 142（在包含穿孔 142 的實施例中）上方。作為實例，模塑材料 114 可包括模塑化合物，其包括絕緣材料：諸如環氧樹脂、填充物材料、應力脫模劑(stress release agent, SRA)、黏著促進劑、其他材料或其組合。在一些實施例中，模塑材料 114 可包括當施加時會流動於同時封裝的多個積體電路晶粒 110 之間以及穿孔 142 周圍的液體或凝膠。模塑材料 114 接著經固化或使其乾燥以使得其形成為固體。在一些實施例中，模塑化合物夾鉗(clamp)可應用在固化製程期間或模塑材料 114 的電漿處理製程期間。在一些實施例中，如經沈積，模塑材料 114 在多個積體電路晶粒 110 以及穿孔 142 的頂部表面上方延伸，且在施加模塑材料 114 之後，使用諸如化學機械拋光（chemical mechanical polish, CMP）製程、研磨製程、蝕刻製程或其組合（作為實例）的平坦化製程移除模塑材料 114 的頂部部分。其他方法亦可用於平坦化模塑材料 114。亦可在模塑材料 114 的平坦化製程期間移除積體電路晶粒 110 以及/或穿孔 142 的頂部部分。在一些實施例中，可控制所施加模塑材料 114 的量以外露積體電路晶粒 110 以及穿孔 142 的頂部表面。其他方法亦可適於形成模塑材料 114。

【0016】 內連線結構 112 接著可形成於經平坦化的模塑材料 114、積體電路晶粒 110 以及穿孔 142 上方。在一些實施例中，內連線

結構 112 包括 RDL 或 PPI。內連線結構 112 可包含一個、兩個或多個導電線層以及穿孔層。內連線結構 112 的導電線中的一些耦接至積體電路晶粒 110 的接墊（未示出）。在一些實施例中，內連線結構的導電特徵或配線可包括藉由電鍍製程、微影製程以及/或其他方法在一或多個絕緣材料層內形成的銅、銅合金或其他金屬。

【0017】 接著移除載板晶圓。在一些實施例中，接著單體化多個封裝半導體裝置 100 以形成圖 1 中所繪示的封裝半導體裝置 100（例如，以反向視圖，其中內連線結構 112 在底部處）。舉例而言，可使用鋸子或雷射（未示出）單體化封裝半導體裝置 100，在一些實施例中，所述鋸子或雷射可包括鑽石或其他材料的刀片。一或多個載板可用於封裝半導體裝置。

【0018】 在一些實施例中，在單體化多個封裝半導體裝置 100 之前，內連線結構 112 包括形成於積體電路晶粒 110 的第一側上的第一內連線結構，及形成於積體電路晶粒 110 的第二側上形成第二內連線結構（未示出），第二側相對於第一側。舉例而言，先前所描述的載板可包括第一載板，且在形成第一內連線結構 112 之後，第二載板可附接至第一內連線結構 112。移除第一載板，且在積體電路晶粒 110 的第二側、穿孔 142 以及模塑材料 114 上方形成第二內連線結構。接著移除第二載板，且接著單體化封裝半導體裝置 100。舉例而言，在一些實施例中，第一內連線結構 112 以及第二內連線結構可為多個封裝半導體裝置 100 提供水平方向上的電性連接。在一些實施例中，第二內連線結構可包括用於封裝半導體裝置 100 的背側佈線，且第一內連線結構 112 包括前側佈線，或者相反（例如，相對於積體電路晶粒 110）。

【0019】本文中描述的使用一或多個載板半導體裝置的封裝方法僅為其中一個實例：積體電路晶粒 110 可使用封裝製程的不同方法或方法次序封裝。

【0020】在一些實施例中，封裝半導體裝置 100 由多個連接件 104 耦接至基板或印刷電路板(printed circuit board, PCB)102，如圖 1 中所繪示。舉例而言，連接件 104 可包括諸如焊料的共晶材料(eutectic material)，且連接件 104 可被佈置成完全或部分植置(populated)的球柵陣列封裝(ball grid array, BGA)。詞「焊料」在本文中的使用包含鉛系焊料與無鉛焊料兩者，諸如鉛-錫(Pb-Sn)組成物的鉛系焊料；無鉛焊料包含銦鉛(InSb)；錫、銀以及銅(SAC)組成物；以及具有共同熔點且在電應用中形成導電焊料連接的其他共晶材料。對於無鉛焊料，可使用具有變化的組成的 SAC 焊料，諸如 SAC 105 (Sn 98.5%, Ag 1.0%, Cu 0.5%)、SAC 305 以及 SAC 405。諸如焊料球的無鉛導電材料亦可自錫銅(SnCu)化合物形成而無需使用銀(Ag)。無鉛焊料連接件 104 還可包含錫以及銀(Sn-Ag)而無需使用銅。在一些實施例中，連接件 104 例如可包括焊料凸塊或焊料球。在一些實施例中，連接件 104 包括具有部分球體的形狀的導電球。連接件 104 還可包括其他形狀，諸如非球形導電連接件。在一些實施例中，連接件 104 可包括藉由濺鍍、列印、電鍍、無電極電鍍、化學氣相沈積(chemical vapor deposition, CVD)或其類似者形成的金屬柱(諸如銅柱)。金屬柱可並無焊料且具有實質上垂直側壁。在一些實施例中，金屬頂蓋層(未示出)形成於金屬柱連接件 104 的頂部上。金屬頂蓋層可包含鎳、錫、錫-鉛、金、銀、鈹、銦、鎳-鈹-金、鎳-金、類似者或其組合且可藉由電鍍

製程形成。作為實例，連接件 104 亦可適於將封裝半導體裝置 100 耦接至其他類型的裝置，諸如耦接至另一封裝半導體裝置、未封裝半導體裝置或直接耦接於最終應用中。

【0021】 在一些實施例中，如圖 1 所示，封裝半導體裝置 100 的內連線結構 112 使用多個連接件 104 耦接至基板或 PCB 102。連接件 104 耦接於基板或 PCB 102 上的接墊(未示出)與內連線結構 112 的接墊之間。藉由對準連接件 104 與基板或 PCB 102 的接墊並加熱連接件 104 至連接件 104 的共晶材料的熔點（而回焊連接件 104 的材料）來將連接件 104 耦接至基板或 PCB 102 的接墊。連接件 104 的材料被冷卻，從而使連接件 104 電性且機械耦接至基板或 PCB 102 的接墊，並將封裝半導體裝置 100 耦接至基板或 PCB 102。

【0022】 底部填充材料 106 可施加於連接件 104 之間以及內連線結構 112 與基板或 PCB 102 之間。舉例而言，底部填充材料 106 可包括如對於模塑材料 114 所描述的類似材料。底部填充材料 106 可（例如）沿著內連線結構 112 沿著邊緣連接件 104 的一側或多側配置，且底部填充材料 106 在封裝半導體裝置 100 之下流動至其他側。底部填充材料 106 接著經固化或使其固化。在一些實施例中，也可不包含底部填充材料 106。

【0023】 在其他實施例中，封裝半導體裝置 100 並不耦接至基板或 PCB 102，如本文中將進一步描述的圖 23 以及圖 26 中說明的實施例中所繪示。同樣地，圖 1 至圖 3 中所說明的實施例以及本發明中所說明的部分其他實施例可不耦接至基板或 PCB 102。

【0024】 積體電路晶粒 110 可包含在操作期間被加熱的熱點 108。

根據本發明的一些實施例，藉由附接至封裝半導體裝置 100 的冷卻裝置 120 消散來自熱點 108 的熱，如本文中將進一步描述的圖 3 中所繪示。

【0025】為附接冷卻裝置 120，在一些實施例中，將熱介面材料 (thermal interface material, TIM) 116 施加至積體電路晶粒 110 的頂部表面以及模塑材料 114 的頂部表面，如圖 2 中所說明。熱介面材料 116 可包括聚合物材料或焊料材料。在熱介面材料 116 包括聚合物材料的實施例中，聚合物材料可形成為基質底的聚合物或無機材料，諸如輕度交聯矽樹脂聚合物、一或多個基質聚合物、具有一或多個熱傳導填充物的聚合物。熱介面材料 116 例如可包括約 20 微米至約 150 微米的厚度。熱介面材料 116 還可包括其他材料以及尺寸。熱介面材料 116 可被施配至積體電路晶粒 110 以及模塑材料 114 的頂部表面上。可使用自動施配器設備進行施配製程，所述設備可控制熱介面材料 116 施配容積以及圖案（諸如蛇形(serpentine)、螺旋形或其他圖案）以便達成全覆蓋範圍以及所要熱介面材料 116 接合線厚度。亦可使用其他方法施加熱介面材料 116。在一些實施例中，將熱介面材料 116 施加到冷卻裝置 120，如圖 17 中所繪示。

【0026】接下來參閱圖 3，使用自動取放型機器或設備或其他方法將冷卻裝置 120 耦接至熱介面材料 116。在一些實施例中，例如，冷卻裝置 120 是由熱介面材料 116 耦接至積體電路晶粒 110 以及模塑材料 114。冷卻裝置 120 包括具有空腔的儲集器（圖 3 中未示出；參見圖 4 中所繪示的空腔 121），空腔內部裝有相變材料（相變材料）122。在一些實施例中，例如，相變材料 122 包括高熱量

儲存材料。舉例而言，相變材料 112 可包括具有大於約 100 kJ/kg 的熔化潛熱的熱量儲存性質。相變材料 122 還可包括其他等級的熱量儲存性質。相變材料 122 適於改變相態，諸如固態與液態之間、液態與氣態之間或固態與氣態之間。相變材料 122 亦可適於其他狀態之間的相變化。

【0027】相變材料 122 包括在相對較低熔點下改變相的材料，諸如約 100 攝氏度或更小、約 5 攝氏度至約 80 攝氏度，或約 50 攝氏度或更小（作為實例）。相變材料 122 亦可適於在其他溫度下改變相態。在一些實施例中，相變材料 122 可包括蠟、水、鹽水、瓊脂糖凝膠(Agarose gel)、N-十四烷(N-Tetradeca)、甲酸(Formic Acid)、N-十五烷(N-Pentadeca)、乙酸(Acetic Acid)、N-十六烷(N-Hexadeca)、辛酸(Caprilone)、多卡斯利(Docasytle)、N-二十一烷(N-Henicosan)、酚(Phenol)、N-十二酸(N-Lauric)、P-甲苯胺(P-Joluidine)、氰胺(Cynamide)、N-二十二烷(N-Docosane)、N-二十三烷(N-Tricosane)、氫化肉桂烷(Hydrocinna)、鯨蠟基(Cetyl)、O-硝基苯胺(O-Nitroanili)、菝烷(Camphene)、二苯基(Diphenyl)、N-二十五烷(N-Penta Cosane)、肉豆蔻酸(Myristic Acid)、草酸鹽(Oxolate)、三硬脂酸甘油酯(Tristearin)、鄰二甲苯(O-Xylene)、 β -氯乙酸(β -Chloroacetic)、N-二十六烷(N-Hexacosane)、硝基萘(Nitro Naphthalene)、 α -氯乙酸(α -Chloroacetic)、N-二十八烷(N-Octacosane)、棕櫚酸(Palmitic Acid)、蜂蠟(Bees Wax)、乙醇酸(Glyolic Acid)、P-溴苯酚(P-Bromophenol)、偶氮苯(Azobenzene)、丙烯酸(Acrylic Acid)、地樂酚甲苯(Dintro Toluene)、苯乙酸(Phenylacetic Acid)、烯丙基硫脲(Thiosinamine)或其組合。在一些實施例中，相變材料 122 包括具有相對較低熔融溫

度的材料，諸如小於約 50 攝氏度至約 100 攝氏度。作為另一實例，在一些實施例中，相變材料 122 可包括適於每單位質量以及容積儲存相對大量熱量且適於實現相變效應的材料。相變材料 122 還可包括其他材料以及性質。

【0028】 在一些實施例中，相變材料 122 是通過開口 123 施加於冷卻裝置 120 的儲集器的空腔 121 內部，且被栓塞 125 閉合或堵住。栓塞 125 適於將相變材料 122 留置於空腔內。冷卻裝置 120 有利地為積體電路晶粒 110 的熱點 108 提供冷卻以及熱消散。在一些實施例中，例如，冷卻裝置 120 適於消散來自積體電路晶粒 110、內連線結構 112 以及/或模塑材料 114 的熱。

【0029】 圖 4 以及圖 5 為根據一些實施例繪示的冷卻裝置 120 的一部分的剖面圖。冷卻裝置 120 包含第一板 118a 以及耦接至第一板 118a 的第二板 118b。第一板 118a 以及第二板 118b 的邊緣耦接在一起以形成具有兩個板 118a 與 118b 之間的空腔 121 的儲集器。相變材料 122 位於設置於第一板 118a 與第二板 118b 之間的空腔 121 內。在一些實施例中，冷卻裝置 120 的第一板 118a 以及第二板 118b 可包括金屬或半導體材料。作為實例，第一板 118a 以及第二板 118b 可包括銅、銅/鎳或矽。在一些實施例中，例如，第一板 118a 以及第二板 118b 可包括相對高熱導率材料，諸如具有 Si 的熱導率或更大熱導率的材料。在一些實施例中，第一板 118a 以及第二板 118b 包括適型材料。在一些實施例中，例如，第一板 118a 以及第二板 118b 的表面拓撲(topology)適於共形封裝或封裝半導體裝置 100 的表面。第一板 118a 以及第二板 118b 亦可包括其他材料以及性質。

【0030】 在一些實施例中，第一板 118a 及/或第二板 118b 包括分別設置於其上的多個凸起特徵 126a 或 126b。舉例而言，在圖 4 中，第二板 118b 包括朝向第一板 118a 延伸的多個凸起特徵 126b。在圖 5 中，第一板 118a 以及第二板 118b 兩者皆包括分別設置於其上的多個凸起特徵 126a 或 126b。第一板 118a 包括朝向第二板 118b 延伸的多個凸起特徵 126a，且第二板 118b 包括朝向第一板 118a 延伸的多個凸起特徵 126b。在一些實施例中，凸起特徵 126a/126b 並不包含於第一板 118a 或第二板 118b 上。在一些實施例中，凸起特徵 126a/126b 藉由（例如）增加板 118a/118b 的表面面積而輔助冷卻裝置 120 的熱消散。

【0031】 在一些實施例中，相變材料 122 包含填充物材料 124，如圖 4 以及圖 5 中所說明。在一些實施例中，填充物材料 124 包括並不改變相的材料。作為實例，填充物材料 124 可包括銦、銀、錫、銅、鉍粒子或其組合。填充物材料 124 亦可包括其他材料。在一些實施例中，填充物材料 124 並不包含於相變材料 122 中。在一些實施例中，例如，填充物材料 124 被包含在與相變材料 122 的相變材料組合。

【0032】 圖 6 為圖 5 的更詳細視圖，其說明根據一些實施例的冷卻裝置 120 的凸起特徵 126a 及 126b 以及板 118a 及 118b 的一些尺寸，以及冷卻裝置 120。凸起特徵 126a 以及 126b 可具有包括尺寸 A 的高度，其中在一些實施例中，尺寸 A 包括約 10 微米(μm)至約 1,000 微米(μm)。第一板 118a（第二板 118b 亦同）可包括尺寸 B 的厚度，其中在一些實施例中，尺寸 B 包括約 50 微米(μm)至約 2,000 微米(μm)。冷卻裝置 120 的總厚度可包括尺寸 C 的厚度，

其中在一些實施例中，尺寸 C 包括約 150 微米(μm)至約 4,000 微米(μm)。在一些實施例中，作為另一實例，尺寸 C 包括約 0.6 公厘(mm)或小於 0.6 公厘(mm)。凸起特徵 126a 以及 126b 可具有包括尺寸 D 的寬度，其中在一些實施例中，尺寸 D 包括約 5 微米(μm)至約 500 微米(μm)。凸起特徵 126a 以及 126b 可與鄰近凸起特徵 126a 以及 126b 間隔開達包括尺寸 E 的距離，其中在一些實施例中，尺寸 E 包括約 5 微米(μm)至約 500 微米(μm)。尺寸 A、B、C、D 以及 E 亦可包括其他值。

【0033】圖 6 亦在 120'處說明冷卻裝置 120 的第一板 118a 以及第二板 118b 的邊緣耦接在一起。在一些實施例中，作為實例，冷卻裝置 120 是使用機械鍛造、燒結粉末或按壓方法形成。因此，在一些實施例中，第一板 118a 以及第二板 118b 包括具有燒瓶狀(flask)或扁平容器形狀的連續材料段。舉例而言，冷卻裝置 120 的外部部分包括第一板 118a 以及第二板 118b 的密封總成。在一些實施例中，例如，冷卻裝置 120 經密閉性密封。冷卻裝置 120 亦可使用其他方法形成。在一些實施例中，例如，開口 123 (參見圖 3) 可位在接近第一板 118a 的邊緣、接近第二板 118b 的邊緣，或接近第一板 118a 的邊緣以及第二板 118b 的邊緣兩者 (參見圖 25 的 123'處)。在一些實施例中，例如，第一板 118a 以及第二板 118b 的邊緣可在除開口 123 或 123'處之外經密封 (未示出)。

【0034】在圖 5 以及圖 6 中，凸起特徵 126a 以及 126b 對準。圖 7 為根據一些實施例繪示的冷卻裝置 120 的一部分的剖面圖，其中第一板 118a 以及第二板 118b 的凸起特徵 126a 以及 126b 分別錯開。

【0035】圖 8 為根據一些實施例繪示的冷卻裝置 120 的凸起特徵 126a 以及 126b 的一些例示性形狀的俯視圖（或仰視圖）。作為實例，凸起特徵 126a 以及 126b 在俯視圖或仰視圖中可包括正方形、矩形、圓形、十字形、環形、梯形、L 或網狀形狀。凸起特徵 126a 以及 126b 在冷卻裝置 120 的俯視圖或仰視圖中還可包括其他形狀。

【0036】圖 9 以及圖 10 說明根據一些實施例的冷卻裝置 120 的第二板 118b 的凸起特徵 126b 的透視圖。在圖 9 中，冷卻裝置 120 的第二板 118b 的凸起特徵 126b 包括多個正方形或矩形形狀特徵，且在圖 10 中，冷卻裝置 120 的第二板 118b 的凸起特徵 126b 包括多個圓柱形形狀特徵。同樣地，冷卻裝置 120 的第一板 118a 的凸起特徵 126a 可包括類似形狀。凸起特徵 126a 以及 126b 還可在透視圖中包括其他形狀。

【0037】圖 11 為說明根據一些實施例的冷卻裝置 120 的冷卻原理的剖面圖。在封裝半導體裝置 100 的積體電路晶粒 110 的熱點 108 在操作期間變熱時，產生自熱點 108 的熱 128 通過熱介面材料 116 消散至冷卻裝置 120 的第二板 118b。圖 12 為根據一些實施例的圖 11 的一部分的較詳細視圖，其說明熱 128 轉移至第二板 118b 並通過凸起特徵 126b 以及凸起特徵 126b 自其延伸的第二板 118b 的基座消散。凸起特徵 126b 有利地增加第二板 118b 的表面面積並改良熱量 128 自熱點 108 至相變材料 122 的轉移。第二板 118b 以及第二板 118b 的凸起特徵 126b 將熱 128 消散至相變材料 122，此情況改變相變材料 122 的相態，亦即取決於相變材料 122 的材料，熔融相變材料 122（例如，將固態改變為液態）或將固態或液態改

變為氣態。相變材料 122 的相變亦導致積體電路晶粒 110 的熱點 108 的冷卻或溫度降低。

【0038】舉例而言，相變材料 122 包括潛熱儲存材料。由於相變材料 122 外露，熱 128 的溫度增加，因此相變材料 122 內的化學鍵隨著材料改變相被斷裂。相變為熱尋（吸熱）過程，且因此相變材料 122 吸收熱 128。在將熱 128 儲存於作為熱儲存材料的相變材料 122 中之後，當到達相變溫度時相變材料 122 開始改變相態。相變材料 122 的溫度接著實質上保持恆定直至相變過程結束為止。在到達相變條件之後，相變材料 122 保持處於相變狀態中（例如，諸如液態）直至裝置溫度向下冷卻為低於熔點為止，此時相變材料 122 開始變換回至非相變狀態（例如，諸如固態）。相變材料 122 接著準備儲存另一裝置加熱週期(device heating cycle)的熱。因此，相變材料 122 吸收熱 128，而使熱點 108 冷卻。

【0039】圖 13 以及圖 14 在相變材料 122 包括具有固態或液態至氣態的相變化的材料的一些實施例中進一步說明根據一些實施例的冷卻裝置的相變材料 122 的相變化。舉例而言，相變熱轉移在相變材料 122 的相變期間出現。在圖 13 中，當接近第二板 118b 以及第二板 118b 的凸起特徵 126b 的熱點 108 的溫度增加時，相變材料 122 中產生毛細流動，且相變材料 122 變得較流動且最終至少部分為氣態或氣相。在熱點 108 已自相變冷卻之後，相變材料 122 歸因於冷卻製程期間的冷凝返回至原始固態或液態，如圖 14 中所繪示。取決於相變材料 122 的材料，其他相變化可發生於熱點 108 的加熱以及冷卻期間，諸如（例如）固態至液態返回至固態。

【0040】 在圖 4 至圖 7 以及圖 14 中，相變材料 122 在圖式中繪示為實質上填滿空腔 121。然而，根據本發明的一些實施例，相變材料 122 的容積當在凝固或液態時包括空腔 121 容積的約 30%至 80%，以允許在相變期間在空腔 121 內膨脹至液態或氣態。舉例而言，空腔 121 可包括第一容積，且處於非相變化狀態的相變材料 122 可包括第二容積，其中第二容積包括第一容積的約 30%至 80%。

【0041】 圖 15 為根據一些實施例繪示封裝半導體裝置 100 的冷卻裝置 120 耦接至系統 131 的系統部分 130 的剖面圖。在一些實施例中，系統部分 130 可包括殼體、底盤或外殼。系統部分 130 還可包括系統 131 的其他組件或元件。在冷卻裝置 120 實施於手持型裝置（本文中亦大體上稱為系統 131）中的一些實施例中，系統部分 130 可包括（例如）手持型裝置或系統 131 的殼體或外殼。冷卻裝置 120 包含第一側以及相對第一側的第二側。冷卻裝置 120 的第一側耦接至積體電路晶粒 110 以及模塑材料 114，且冷卻裝置 120 的第二側耦接至系統 131 的系統部分 130。

【0042】 在一些手持型應用中，有時使用術語 T_{skin} ，其是指手持型裝置的一部分（諸如可與人類皮膚實體接觸的殼體、底盤或外殼）的溫度。 T_{skin} 的最大溫度有時被稱作最大 T_{skin} ，其是指人類皮膚可耐受的裝置的所述部分的最大可允許溫度以避免（例如）固持或佩戴裝置時的不適。舉例而言，有時使用的最大 T_{skin} 的值為 45℃。本發明的一些實施例在於手持型電子裝置或系統 131 中實施冷卻裝置 120 的優勢為可達成諸如在殼體、底盤或外殼的系統部分 130 維持最大 T_{skin} 或更小的溫度，而無需降級積體電路晶粒 110

效能。可藉由實施本文中所描述的冷卻裝置 120 避免積體電路晶粒 110 自熱點 108 的熱耗散以及熱串擾(thermal cross-talk)，且可達成經改良電效能以及可靠性。在本文中繪示的一些實施例中，例如，冷卻裝置 120 熱接觸經外露的積體電路晶粒 110。作為另一實施例，冷卻裝置 120 可提供經改良熱傳導以及較有效積體電路晶粒 110 瞬態冷卻。

【0043】 圖 15 亦說明可在一些實施例中耦接於系統部分 130 與冷卻裝置 120 之間の間隙填充物材料 132。間隙填充物材料 132 可包括諸如潤滑脂、凝膠或彈性體（作為實例）的熱介面材料或其他材料。在其他實施例中，並不包含間隙填充物材料 132。在一些實施例中，例如，冷卻裝置 120 的第一側耦接至積體電路晶粒 110 以及模塑材料 114，且冷卻裝置 120 的第二側由間隙填充物材料 132 耦接至系統 131 的系統部分 130。

【0044】 在一些實施例中，諸如環氧樹脂、膠水、熱傳導黏著劑或其他材料的黏著劑 134 亦可設置於模塑材料 114 與冷卻裝置 120 之間。舉例而言，黏著劑 134 可包括約 10 微米(μm)至約 100 微米(μm)的厚度。黏著劑 134 還可包括其他尺寸。熱介面材料 116 設置於積體電路晶粒 110 與冷卻裝置 120 之間。在其他實施例中，並不包含黏著劑 134，且熱介面材料 116 亦設置於模塑材料 114 與冷卻裝置 120 之間，如圖 3 中所繪示。

【0045】 圖 16 為沿著圖 15 中的 15-15'處的封裝半導體裝置 100 的一部分的俯視圖，其說明根據一些實施例的積體電路晶粒 110 上的熱點 108。在一些應用中，例如，一或多個熱點 108 可駐留於封裝半導體裝置 100 的積體電路晶粒 110 的區中。舉例而言，熱點

108 可由於增加的電流或晶片消耗功率出現，以在執行不同操作工作負荷時啟動彼等區中的積體電路晶粒 110 的電路系統。冷卻裝置 120 有利地為積體電路晶粒 110 的熱點 108 提供冷卻並提供遠離所述熱點的熱擴散以及轉移。

【0046】 圖 17 為說明根據一些實施例的封裝半導體裝置 100，其包含耦接至冷卻裝置 120 的兩個積體電路晶粒 110a 以及 110b 的剖面圖。根據一些實施例，不同材料可用於冷卻裝置 120 內的相變材料 122 以用於積體電路晶粒 110a 以及 110b 中的每一者。圖 18 為繪示圖 17 中所繪示的冷卻裝置 120 的兩個區的俯視圖，且圖 19 為根據一些實施例的圖 18 中所繪示的冷卻裝置 120 的兩個區的剖面圖。冷卻裝置 120 包含分別具有不同相變材料 122a 以及 122b 的兩個空腔 121a 以及 121b，所述相變材料分別設置於兩個區中的每一空腔 121a 以及 121b 內。相變材料 122a 以及 122b 還可分別包含填充物材料 124a 以及 124b。在其他實施例中，並不包含填充物材料 124a 以及/或 124b。

【0047】 因此，在一些實施例中，用於半導體裝置的冷卻裝置 120 包含儲集器，其包括第一板 118a 以及耦接至第一板 118a 的第二板 118b，以及位於第一板 118a 與第二板 118b 之間的第一空腔 121a。第一相變材料 122a 設置於第一空腔 121a 中。冷卻裝置 120 包括位於第一板 118a 與第二板 118b 之間的第二空腔 121b，以及設置於第二空腔 121b 中的第二相變材料 122b。在一些實施例中，第二相變材料 122b 包括不同於第一相變材料 122a 的材料。

【0048】 圖 17 至圖 19 中所繪示的實施例中的一些實現用於封裝半導體裝置 100 的各種積體電路晶粒 110a 以及 110b 的不同熱消

散速率或量以及不同冷卻速率。作為實例，第一相變材料 122a 可包括蠟且第二相變材料 122b 可包括水。舉例而言，冷卻裝置 120 還可包括各種區中具有兩個或多於兩個不同相變材料的三個或多於三個區，所述相變材料對應於包含於封裝半導體裝置 100 中的三個或多於三個積體電路晶粒 110 的冷卻要求。

【0049】 在一些實施例中，第二相變材料 122b 可包括相同於第一相變材料 122a 的材料。在其他實施例中，作為另一實例，第一相變材料 122a 可包含填充物材料 124a，且第二相變材料 122b 可不包含填充物材料。在一些實施例中，第一相變材料 122a 以及第二相變材料 122b 可有利地經客製化設計以為封裝半導體裝置 100 以及/或系統 131 中將分別位在接近空腔 121a 以及 121b 的各別積體電路晶粒 110a 以及 110b 提供充分冷卻。

【0050】 圖 17 亦說明在一些實施例中，冷卻裝置 120 可首先耦接至系統部分 130，且熱介面材料 116 可被施加至冷卻裝置 120。熱介面材料 116 接著耦接至積體電路晶粒 110a 以及 110b 以及模塑材料 114。圖 17 進一步說明在一些實施例中，模塑材料 114 的一部分可駐留於積體電路晶粒或晶粒 110a 以及 110b 的頂部表面上方。

【0051】 圖 20 為根據一些實施例繪示的與耦接至封裝半導體裝置 100 的散熱片 136 整合的冷卻裝置 120 的剖面圖。應注意，在圖 15 以及圖 17 中，系統 131 繪示為處於正經組裝的過程階段。在由箭頭指示的連接之後，已移除包含箭頭的間隙並垂直連接系統 131 的元件。同樣地，圖 20 中所繪示的包含散熱片 136 的系統 131 包括在由箭頭指示的連接之後垂直連接的元件。

【0052】 在圖 20 中，例如，冷卻裝置 120 在一些實施例中為散熱片 136 的整合部分。作為實例，散熱片 136 可包括諸如銅、鋁、鎂或其合金的材料。在一些實施例中，散熱片 136 可包括約 0.22 公厘(mm)至約 2 公厘(mm)的厚度。散熱片 136 還可包括其他材料以及尺寸。

【0053】 舉例而言，圖 20 中所說明的散熱片 136 具有形成於其中的凹陷，且冷卻裝置 120 設置於凹陷內。冷卻裝置 120 由黏著劑 137 留置於散熱片 136 中的凹陷內，作為實例，所述黏著劑包括熱傳導黏著劑、合金焊接材料、其組合或其他材料。舉例而言，黏著劑 137 可包括約 50 微米(μm)至約 200 微米(μm)的厚度。黏著劑 137 還可包括其他尺寸。整個封裝或系統 131 的 z-剖面（例如，以 z 方向）可藉由如圖 20 中所說明地將冷卻裝置 120 整合於散熱片 136 中而有利地減小。此外，藉由將冷卻裝置 120 包含於散熱片 136 中來提供有效積體電路晶粒 110 瞬態冷卻。

【0054】 圖 21 說明根據一些實施例的包含適型構件 138 且實施於系統 131 中的冷卻裝置 120 的剖面圖。系統部分 130 包括接近封裝半導體裝置 100a 以適應封裝高度變化的較厚部分。舉例而言，冷卻裝置 120 包含共形熱接觸特徵。在一些實施例中，適型構件 138 包括第一板 118a 以及第二板 118b 的可彎曲區。舉例而言，第一板 118a 以及第二板 118b 可包括適型材料。在一些實施例中，例如，第一板 118a 以及第二板 118b 可包括經由機械彎曲製程用模具製造的彎曲區。在一些實施例中，第一板 118a 以及第二板 118b 還可包括具有充分厚度以使得其適型的材料。舉例而言，具有薄第一板 118a 以及第二板 118b 材料的冷卻裝置 120 可在封裝製程生

產線中由操作員或機器彎曲。相變材料 122 可含有於單一空腔 121 中，如對於圖 3 至圖 7 中所繪示的實施例所描述，或相變材料 122a 以及 122b 可含有於兩個空腔 121a 以及 121b 中，如對於圖 17 至圖 19 中所繪示的實施例所描述。

【0055】 在其他實施例中，適型構件 138 包括彈性體薄片、彈性體薄膜或其他適型以及可彎曲材料。彈性體材料可包括高溫聚醯亞胺膜或其他材料。舉例而言，聚醯亞胺可承受於高達約 400℃ 的高溫環境。冷卻裝置 120 可包括由兩個冷卻部分組成的複合冷卻裝置，其中每一冷卻部分分別具有形成於其中的含有相變材料 122 的空腔 121a 以及 121b。相變材料 122 可在每一空腔 121a 以及 121b 中包括相同材料，如對於圖 3 至圖 7 中所繪示的實施例所描述，或相變材料 122a 以及 122b 可分別在每一空腔 121a 以及 121b 中包括不同材料，如對於圖 17 至圖 19 中所繪示的實施例所描述。

【0056】 因此，在一些實施例中，包括第一空腔 121a 的冷卻裝置 120 的第一部分由適型構件 138 耦接至包括第二空腔 121b 的冷卻裝置 120 的第二部分。第一空腔 121a 可包括第一相變材料 122a，且第二空腔 121b 可包括第二相變材料 122b。第一相變材料 122a 以及第二相變材料 122b 可包括相同或不同材料。

【0057】 包含適型構件 138 的冷卻裝置 120 有利地提供適應系統 131 內的同一基板或 PCB 102 上的多個封裝高度的能力。舉例而言，在圖 21 中，封裝半導體裝置 100a 以及連接件 104 包括包括尺寸 d_1 的高度，且封裝半導體裝置 100b 以及連接件 104 包括包括尺寸 d_2 的高度，其中尺寸 d_2 大於尺寸 d_1 。作為實例，尺寸 d_1 可包括約 100 微米(μm)至約 500 微米(μm)，且尺寸 d_2 可包括約 100

微米(μm)至約 800 微米(μm)。尺寸 d_1 以及 d_2 還可包括其他值。適型構件 138 亦提供適應系統部分 130 的多種形狀的能力。

【0058】 圖 21 亦說明兩種不同類型的封裝半導體裝置 100a 以及 100b 可耦接至系統 131 中的基板或 PCB 102。封裝半導體裝置 100a 包含一個積體電路晶粒 110a，如對於圖 15 中所繪示的實施例所描述。封裝半導體裝置 100b 包含與經垂直堆疊積體電路晶粒 110c 的堆疊一起水平封裝的積體電路晶粒 110a。四個積體電路晶粒 110c 繪示於垂直堆疊中；然而，可垂直堆疊兩個、三個或五個或多於五個積體電路晶粒 110c。作為實例，積體電路晶粒 110c 之間的電性連接可由接墊以及/或穿孔實現。其他方法以及結構亦可適於建立積體電路晶粒 110c 之間的垂直電性連接。舉例而言，封裝半導體裝置 100b 的內連線結構 112 可包含積體電路晶粒 110b 與這些積體電路晶粒 110c 的垂直堆疊之間的水平連接。舉例而言，基板或 PCB 102 可或可不包含在系統 131 內提供兩個封裝半導體裝置 100a 與 100b 之間的水平電性連接的配線。

【0059】 因此，根據一些實施例，包含積體電路晶粒 110a、內連線結構 112 以及模塑材料 114 的第一封裝半導體裝置 100a 耦接至冷卻裝置 120，且第二封裝半導體裝置 100b 亦耦接至冷卻裝置 120。在一些實施例中，藉由將適型構件 138 包含於冷卻裝置 120 中，額外封裝半導體裝置（未示出）亦可耦接至冷卻裝置 120 且可具有不同高度。

【0060】 圖 22 根據一些實施例繪示的耦接至散熱管 140 的冷卻裝置 120 的剖面圖。本文中所描述的冷卻裝置 120 可（例如）由包括彈性體薄片、彈性體薄膜或其他物件或材料的適型構件 138 與

散熱管 140 整合。包含適型構件 138 且耦接至散熱管 140 的冷卻裝置 120 有利地提供適應同一基板或 PCB 102 上的多個封裝高度的能力。冷卻裝置 120 可耦接至第一封裝半導體裝置 100a，且散熱管 140 可耦接至第二封裝半導體裝置 100b。同樣地，在一些實施例中，冷卻裝置 120 可耦接至第一積體電路晶粒 110a，且散熱管 140 可耦接至第二積體電路晶粒 110b 以及/或 110c。

【0061】 在其他實施例中，散熱管 140 可使用非適型構件耦接至冷卻裝置 120（未示出）。舉例而言，冷卻裝置 120 以及散熱管 140 亦可耦接至同一封裝半導體裝置 100a 或 100b（亦未示出）。

【0062】 圖 23 為說明根據一些實施例的耦接至封裝半導體裝置 100 的冷卻裝置 120 的剖面圖，所述封裝半導體裝置 100 包含多個經水平以及垂直封裝的積體電路晶粒 110。舉例而言，在所繪示的一些實施例中，封裝半導體裝置 100 可包括 InFO 混合垂直堆疊裝置。封裝半導體裝置 100 包含設置於內連線結構 112 上方的第一模塑材料 114 中的兩個水平定位的積體電路晶粒 110。穿孔 142 在積體電路晶粒 110 周圍形成於第一模塑材料 114 中。積體電路晶粒 110 垂直堆疊於水平定位的電路晶粒 110 中的每一者上方，且垂直堆疊的積體電路晶粒 110 水平定位於第二模塑材料 114' 內。冷卻裝置 120 由熱介面材料 116 耦接至上部積體電路晶粒 110 以及第二模塑材料 114'。因此，根據一些實施例，冷卻裝置 120 可實施於包含以下各者的封裝半導體裝置 100 中：多個水平定向的積體電路晶粒 110、多個垂直堆疊的積體電路晶粒 110 或多個水平定向的積體電路晶粒 110 與多個垂直堆疊的積體電路晶粒 110 兩者。

【0063】 圖 24 為根據本發明的一些實施例的半導體裝置的封裝方

法的流程圖 150。在步驟 152 中，提供積體電路晶粒 110。在步驟 154 中，將積體電路晶粒 110 耦接至內連線結構 112。在步驟 156 中，將模塑材料 114 形成於積體電路晶粒 110 周圍以及內連線結構 112 上方。在步驟 158 中，將冷卻裝置 120 耦接至積體電路晶粒 110 以及模塑材料 114，冷卻裝置 120 包含儲集器，所述儲集器具有第一板 118a 以及耦接至第一板 118a 的第二板 118b、位於第一板 118a 與第二板 118b 之間的空腔 121 以及設置於空腔 121 中的相變材料 122，其中冷卻裝置 120 適於消散來自積體電路晶粒 110、內連線結構 112 或模塑材料 114 的熱 128。

【0064】本文中描述消散來自一或多個積體電路晶粒 110 的熱點 108 的熱。內連線結構 112 亦可在操作期間產生熱點，且可經由模塑材料 114 消散來自熱點的熱。在一些實施例中，本文中所描述的冷卻裝置 120 亦有利地適於消散來自封裝半導體裝置 100 的內連線結構 112 以及/或模塑材料 114 的熱。

【0065】在一些實施例中，描述於圖 24 中所繪示的流程圖 150 中的半導體裝置的封裝方法更包括使用多個連接件 104 將內連線結構 112 耦接至基板或 PCB 102，如圖 1 中所繪示。在一些實施例中，積體電路晶粒 110、內連線結構 112 以及模塑材料 114 包括第一封裝半導體裝置 100a，且所述方法更包括將第二封裝半導體裝置 100b 耦接至冷卻裝置 120，如圖 21 中所繪示。在又其它實施例中，積體電路晶粒 110、內連線結構 112 以及模塑材料 114 包括第一封裝半導體裝置 100a，且所述方法更包括將第二封裝半導體裝置 100b 耦接至第一封裝半導體裝置 100a，如本文中將進一步描述的圖 26 中所繪示。

【0066】 圖 25 為說明根據一些實施例的將相變材料 122 設置於冷卻裝置 120 中的方法的方塊圖。管道 166 接合至冷卻裝置 120 的第一板 118a 中的開口 123。開口 123 亦可設置於第二板 118b 上(未示出)，或開口 123 可設置於冷卻裝置 120 在第一板 118a 與第二板 118b 之間的邊緣上，如圖 25 中的 123'處以虛線(例如，以短劃線)所繪示。舉例而言，開口 123 或 123'亦可定位於第一板 118a 的邊緣上或第二板 118b 的邊緣上。

【0067】 舉例而言，開口 123 可為圓形且具有約 2 公厘(mm)至約 4 公厘(mm)的直徑。開口 123 還可包括其他形狀以及尺寸。在一些實施例中，例如，管道 166 包括具有約 10 公厘(mm)至約 15 公厘(mm)的長度以及約 2 公厘(mm)至約 4 公厘(mm)的直徑的玻璃管道。在一些實施例中，玻璃管道可包括硼矽酸玻璃。在其他實施例中，管道 166 可包括塑膠、橡膠、矽酮或基於金屬的管道或導管。管道 166 還可包括其他材料以及尺寸。

【0068】 接著使用由閥 168a 控制的真空泵 164 通過管道 166 自冷卻裝置 120 中的空腔 121 移除氣體 169(即，空氣或其他氣體)。在一些實施例中，相變材料 122 接著以液態形式自亦由閥 168b 控制的容器 162 流動通過管道 166 並流動至冷卻裝置 120 的空腔 121。管道 166 接著經熔融以形成栓塞 125(圖 25 中未示出；參見圖 3)並密封冷卻裝置 120，亦即，使用約 850℃至約 1,000℃溫度下的高溫火焰槍。作為實例，冷卻裝置 120 亦可藉由焊接、焊合或黏著劑固化製程密封。其他方法亦可適於密封冷卻裝置 120 或形成栓塞 125。栓塞 125 適於將相變材料 122 留置於冷卻裝置 120 中的空腔 121 內。亦可使用其他方法將相變材料 122 引入至冷卻裝

置 120。

【0069】圖 25 中亦說明冷卻裝置 120 的一些尺寸。冷卻裝置 120 在俯視圖或透視圖中可包括實質上正方形或矩形形狀（圖 25 中所繪示）。本文中先前參考圖 6 描述包括尺寸 C 的冷卻裝置 120。在一些實施例中，冷卻裝置 120（以及冷卻裝置 120 的第一板 118a 以及第二板 118b）可包括尺寸 F 的長度以及包括尺寸 G 的寬度，其中在一些實施例中，例如，尺寸 F 以及 G 包括約 5 公厘(mm)至約 60 公厘(mm)。尺寸 F 以及 G 還可包括其他尺寸，例如隨冷卻裝置 120 將使用的最終應用而變。冷卻裝置 120 還可包括並排放的多個較小冷卻裝置（未示出）。冷卻裝置 120 還可包括其他尺寸以及形狀。

【0070】根據本發明的一些實施例，製造用於封裝半導體裝置 100 的冷卻裝置 120 的方法包含形成儲集器，所述儲集器包括第一板 118a、耦接至第一板 118a 的第二板 118b，以及位於第一板 118a 與第二板 118b 之間的空腔 121。所述方法包含將相變材料 122 設置於空腔 121 中。在一些實施例中，第一板 118a、第二板 118b 或第一板 118a 與第二板 118b 之間的邊緣中包括如圖 25 中所繪示的開口 123 或 123'，且設置相變材料 122 的方法包括通過開口 123 或 123' 將相變材料 122 設置於空腔 121 中。所述方法還可包括使用栓塞 125（參見圖 3）閉合開口 123 或 123'。再次參閱圖 25，所述方法可更包括在設置相變材料 122 之前自空腔 121 移除氣體 169。在一些實施例中，所述方法可更包括將管道 166 耦接至開口 123 或 123'，以及通過管道 166 將相變材料 122 設置於開口 123 或 123' 中。所述方法可更包括在設置相變材料 122 之後移除管道 166。

【0071】圖 26 為根據一些實施例繪示的耦接至疊層封裝（POP）裝置 170 的冷卻裝置 120 的剖面圖。在一些實施例中，積體電路晶粒 110a、內連線結構 112 以及模塑材料 114a 包括第一封裝半導體裝置 100a。在一些實施例中，第二封裝半導體裝置 100b 由多個連接件 104b 耦接至第一封裝半導體裝置 100a，從而形成疊層封裝裝置 170，之後冷卻裝置 120 經由第二封裝半導體裝置 100b 耦接至第一封裝半導體裝置 100a 的積體電路晶粒 110a 以及模塑材料 114a。在其他實施例中，冷卻裝置 120 亦可在第一封裝半導體裝置 100a 耦接至第二封裝半導體裝置 100b 之前耦接至第二封裝半導體裝置 100b。

【0072】為製造疊層封裝裝置 170，在一些實施例中，在單體化第一封裝半導體裝置 100a 之前且在形成模塑材料 114a（在一些實施例中且亦平坦化）之後，提供多個第二封裝半導體裝置 100b，且使用多個連接件 104b 將多個第二封裝半導體裝置 100b 中的每一者耦接至第一封裝半導體裝置 100a 中的一者。多個第二封裝半導體裝置 100b 藉由諸如由操作員或技術員手動、使用諸如取放型機器的自動機器的方法或其他方法耦接至尚未單體化多個第一封裝半導體裝置 100a。加熱連接件 104b 的共晶材料、回焊共晶材料並在共晶材料冷卻之後，將第二封裝半導體裝置 100b 電性且機械耦接至第一封裝半導體裝置 100a。接著單體化多個第一封裝半導體裝置 100a 以形成多個疊層封裝裝置 170，所述疊層封裝裝置中的一者說明於圖 26 中。在一些實施例中，接著將冷卻裝置 120 耦接至第二封裝半導體裝置 100b 的頂部表面。

【0073】第二封裝半導體裝置 100b 可包括具有設置於其上的多個

接墊的基板 172。在一些實施例中，基板 172 可包含為第二封裝半導體裝置 100b 提供水平連接的形成於其上的一或多個內連線結構（未示出）。基板 172 還可包含形成於其中的多個穿孔（亦未示出）。一或多個積體電路晶粒 110b 可耦接至基板 172 的頂部表面。舉例而言，在圖 26 中所繪示的實施例中，第二封裝半導體裝置 100b 包括兩個垂直堆疊的積體電路晶粒 110b。在一些實施例中，兩個或多於兩個積體電路 110b 亦可一起水平封裝於第二封裝半導體裝置 100b 中（未示出）。

【0074】 在所繪示的一些實施例中，積體電路晶粒 110b 由接合線 174 耦接至設置於基板 172 的頂部表面上的接墊。在一些實施例中，接合線 174 以及基板 172 中的穿孔為第二封裝半導體裝置 100b 提供垂直電性連接。模塑材料 114b 設置於積體電路晶粒 110b、接合線 174 以及基板 172 上方。舉例而言，模塑材料 114b 可包括如對於第一封裝半導體裝置 100a 的模塑材料 114（圖 26 中標記為 114a）所描述的類似材料。

【0075】 在一些實施例中，例如，第二封裝裝置 100b 的一或多個積體電路晶粒 110b 可包括動態隨機存取記憶體（DRAM）裝置。積體電路晶粒 110b 還可包括其他類型的裝置。積體電路晶粒 110b 可封裝於如圖 26 中所繪示的線接合類型封裝中，或積體電路晶粒 110b 可封裝於其他類型的封裝中並使用其他類型的封裝技術。

【0076】 耦接至冷卻裝置 120 的疊層封裝裝置 170 可透過設置於疊層封裝裝置 170 的底部表面上的多個連接件 104a 耦接至另一裝置或物件，例如使用表面黏著技術（surface mount technology，SMT）製程，其中這些連接件 104a 耦接至內連線結構 112。在一

些實施例中，疊層封裝裝置 170 可耦接至圖 26 中以虛線繪示的基板或 PCB 102。

【0077】舉例而言，冷卻裝置 120 經由第二封裝半導體裝置 100b 以及多個連接件 104b 耦接至第一封裝半導體裝置 100a。冷卻裝置 120 適於消散來自積體電路晶粒 110a 及/或積體電路晶粒 110b 的熱，且亦消散來自疊層封裝裝置 170 的其他組件的熱，諸如第一封裝半導體裝置 100a 的內連線結構 112 以及模塑材料 114a，以及第二封裝半導體裝置 100b 的基板 172 內的內連線結構以及模塑材料 114b。

【0078】在一些實施例中，第一封裝半導體裝置 100a 的積體電路晶粒 110a 包括邏輯裝置或處理器，且第一封裝半導體裝置 100a 的內連線結構 112 包括扇外型配線，例如在一些實施例中，第二積體電路晶粒 110b 包括諸如 DRAM 裝置的記憶體裝置從而形成 InFO 疊層封裝裝置 170。第一積體電路晶粒 110a、第二積體電路晶粒 110b、第一封裝半導體裝置 100a 以及第二封裝半導體裝置 100b 還可包括其他類型的裝置，且本文中所描述的冷卻裝置 120 亦可實施於其他類型的應用中。

【0079】圖 27 以及圖 28 為說明根據一些實施例的實施本文中所描述的冷卻裝置 120 的模擬結果的曲線圖。在圖 27 中，包括蠟的相變材料 122 用於瞬態熱模擬分析。曲線圖 180 說明 y 軸上以焦耳/公斤.絕對溫度 (J/Kg.K) 為單位的固態比熱或比熱容 (C_p) 針對 x 軸上以攝氏度為單位的一系列蠟溫度。所述模擬呈現蠟（即，固體石蠟）的比熱容 C_p 在約 45 攝氏度的蠟熔點處約為 180,000J/(Kg.K)，如點 182 處所繪示。圖 28 為繪示 y 軸上以攝氏度 ($^{\circ}\text{C}$)

為單位的溫度針對 x 軸上以秒(s)為單位的一系列時間的曲線圖。點 184 處繪示蠟溫度/時間的曲線圖，且點 186 處繪示水溫度/時間的曲線圖。用於接觸皮膚的接觸手持型裝置的最大溫度，最大 T_{skin} 指示為 45 攝氏度。曲線圖中的點 188 處繪示穩定狀態區。曲線圖中所繪示的模擬結果指示，蠟作為相變材料 122 比水具有較好瞬態熱效能。舉例而言，發現蠟歷時比水長約 1.6 秒的時間週期保持低於最大 T_{skin} 溫度。因此，使用蠟作為相變材料 122 可節約晶片（即，積體電路晶粒 110）約 25% 的操作時間，因此有利地提供低於皮膚溫度 T_{skin} 的較長晶片滯留時間。

【0080】 本發明的一些實施例可實施於包括 InFO 裝置的封裝半導體裝置中且當與所述封裝半導體裝置一起使用時尤其有益。在一些實施例中，作為實例，冷卻裝置 120 亦在晶圓級封裝、晶圓級晶片尺度封裝（wafer-level chip scale packages，WLCSP）、疊層封裝裝置、系統級晶片（system-on-a chip，SoC）裝置、晶片-晶圓-基板（chip-on-wafer-on-substrate，CoWoS）裝置或其他類型的 3DIC 中具有有用應用。作為其他實例，本發明的實施例亦有益於包含具有熱點的積體電路晶粒以及在裝置操作期間具有高溫的其他元件的其他類型的裝置或晶圓級封裝且可實施於所述裝置中。

【0081】 本發明的一些實施例包含冷卻裝置 120 以及包含本文中所描述的冷卻裝置 120 的封裝半導體裝置 100、系統 131 以及 POP 裝置 170。其他實施例包含包含冷卻裝置 120 的半導體裝置的封裝方法。

【0082】 本發明的一些實施例的優勢包含提供具成本效益且將熱消散遠離於積體電路晶粒的熱點以及封裝半導體裝置的其他元件

(諸如內連線結構以及模塑材料)的冷卻裝置、封裝方法以及結構。由含有相變材料的冷卻裝置提供低成本冷卻解決方案，其亦提供經改良瞬態熱效能以及經改良可靠性。可無需降級電效能(諸如積體電路晶粒的延遲時間以及滯留時間)便能維持在行動以及手持型裝置的最大 T_{skin} 的範圍內，且可延長操作時間。在一些實施例中，冷卻裝置有利地冷卻封裝半導體裝置使其低於最大 T_{skin} 。藉由將冷卻裝置實施於封裝半導體裝置上可減少或排除歸因於熱點的積體電路晶粒的熱耗散或熱串擾。多於一種類型的相變材料可包含於冷卻裝置中，從而實現用於耦接至冷卻裝置的積體電路晶粒的不同熱消散以及冷卻速率。

【0083】 一些實施例涉及使用冷卻裝置作為散熱片的整合部分，從而減少封裝 z -剖面並帶來有效裝置瞬態冷卻。其他實施例包含適型構件，其適應基板或 PCB 上的多個封裝高度。一些實施例包含耦接至散熱管的冷卻裝置。冷卻裝置靈活地整合至 InFO 以及 CoWoS 裝置，且適於手持型裝置以及與系統部分一起使用。冷卻裝置具有薄剖面且可容易地與封裝半導體裝置整合。此外，本文中所描述的冷卻裝置可容易地實施於現存封裝處理流程以及結構中。

【0084】 在一些實施例中，一種用於半導體裝置的冷卻裝置包含儲集器，其具有第一板以及耦接至第一板的第二板，以及位於第一板與第二板之間的空腔。相變材料設置於空腔中。冷卻裝置適於消散來自封裝半導體裝置的熱。

【0085】 在其他實施例中，一種封裝半導體裝置包含積體電路晶粒、耦接至積體電路晶粒的內連線結構，以及設置於積體電路晶粒

周圍以及內連線結構上方的模塑材料。冷卻裝置耦接至積體電路晶粒以及模塑材料。冷卻裝置包含儲集器，其包含第一板以及耦接至第一板的第二板，以及位於第一板與第二板之間的空腔。相變材料設置於空腔中。第二板的邊緣耦接至第一板的邊緣。冷卻裝置適於消散來自積體電路晶粒、內連線結構或模塑材料的熱。

【0086】 在又其他實施例中，一種半導體裝置的封裝方法包含將積體電路晶粒耦接至內連線結構。將模塑材料形成於積體電路晶粒周圍以及內連線結構上方。將冷卻裝置耦接至積體電路晶粒以及模塑材料。冷卻裝置包含儲集器，其包括第一板以及耦接至第一板的第二板，以及位於第一板與第二板之間的空腔。相變材料設置於空腔中。冷卻裝置適於消散來自積體電路晶粒、內連線結構或模塑材料的熱。

【0087】 前文概述若干實施例的特徵，使得所屬領域中具通常知識者可較好地理解本發明的態樣。所屬領域中具通常知識者應瞭解，其可易於使用本發明作為設計或修改用於進行本文中所引入的實施例的相同目的以及/或達成相同優勢的其他製程以及結構的基礎。所屬領域中具通常知識者亦應認識到，此類等效構造並不脫離本發明的精神以及範疇，且其可在不脫離本發明的精神以及範疇的情況下在本文中進行各種改變、替代以及更改。

【符號說明】

【0088】

100、100a、100b：封裝半導體裝置

102：基板或印刷電路板（PCB）

- 104、104a、104b：連接件
- 106：底部填充材料
- 108：熱點
- 110、110a、110b、110c：積體電路晶粒
- 112：內連線結構
- 114：第一模塑材料
- 114'：第二模塑材料
- 114a、114b：模塑材料
- 116：熱介面材料（TIM）
- 118a：第一板
- 118b：第二板
- 120：冷卻裝置
- 121：空腔
- 121a：第一空腔
- 121b：第二空腔
- 122：相變材料
- 122a：第一相變材料
- 122b：第二相變材料
- 123、123'：開口
- 124、124a、124b：填充物材料
- 125：栓塞
- 126a、126b：凸起特徵
- 128：熱
- 130：系統部分

- 131：系統
- 132：間隙填充物材料
- 134、137：黏著劑
- 136：散熱片
- 138：適型構件
- 140：散熱管
- 142：穿孔
- 150：半導體裝置的封裝方法的流程圖
- 152、154、156、158：步驟
- 162：容器
- 164：真空泵
- 166：管道
- 168a、168b：閥
- 169：氣體
- 170：疊層封裝裝置
- 172：基板
- 174：接合線
- 180：曲線圖
- 182、184、186、188：點
- A、B、C、D、E、F、G、 d_1 、 d_2 ：尺寸

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種冷卻裝置，用於半導體裝置，包括：

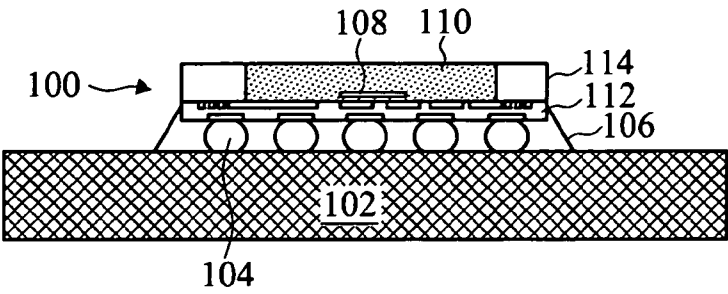
儲集器，包括第一板以及耦接至所述第一板的第二板；

空腔，位於所述第一板與所述第二板之間；以及

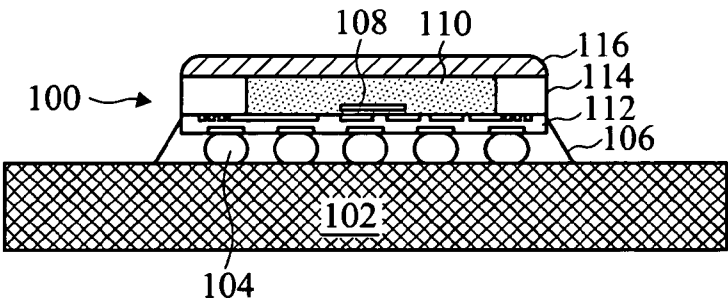
相變材料（phase change material，PCM），設置於所述空腔中，

其中所述冷卻裝置適於消散來自封裝半導體裝置的熱。

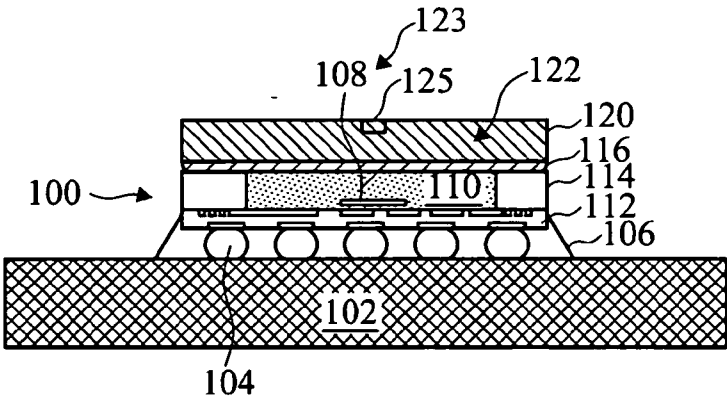
【發明圖式】



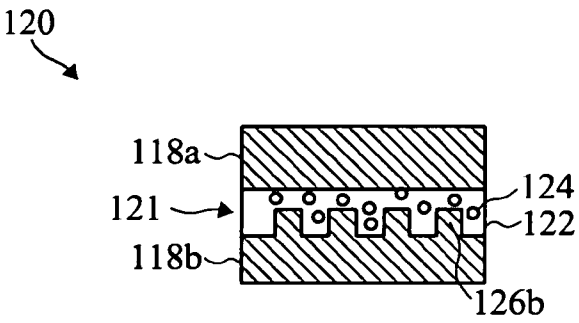
【圖 1】



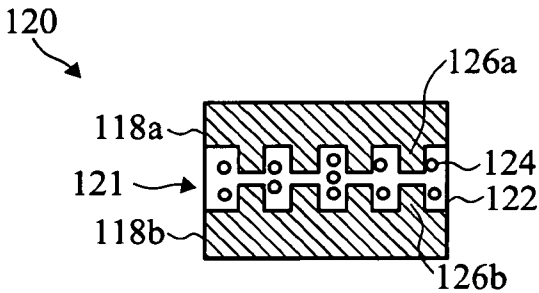
【圖 2】



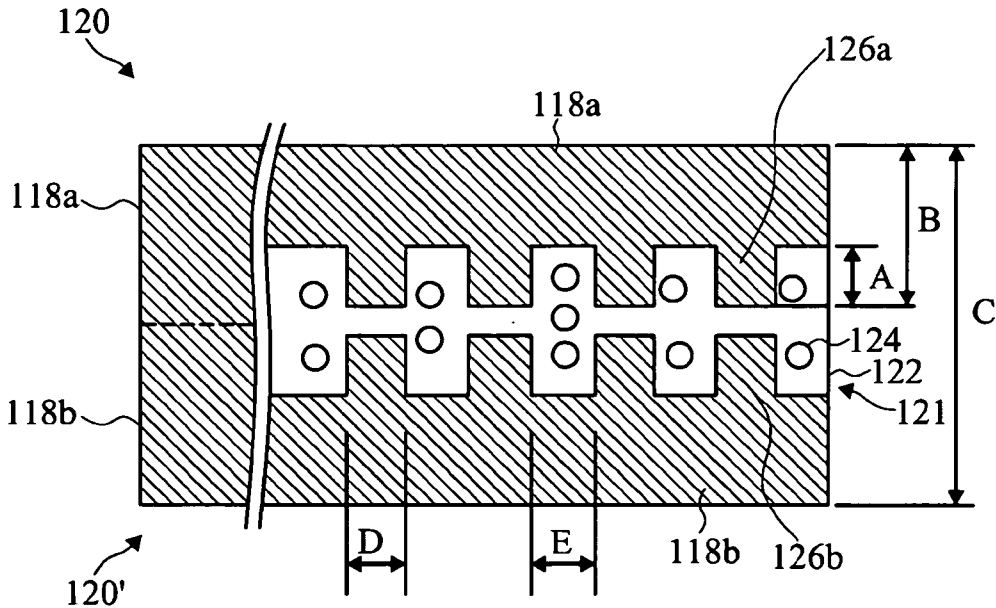
【圖 3】



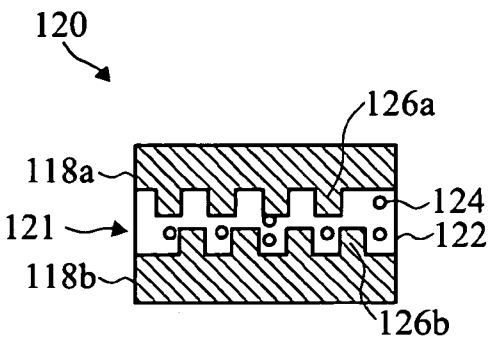
【圖 4】



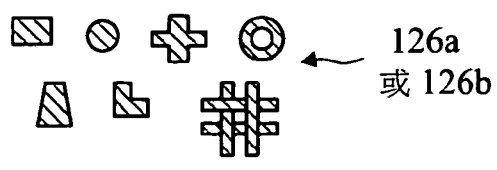
【圖 5】



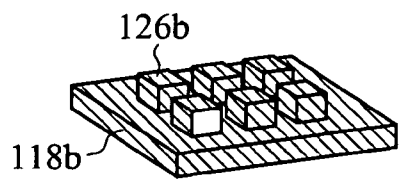
【圖 6】



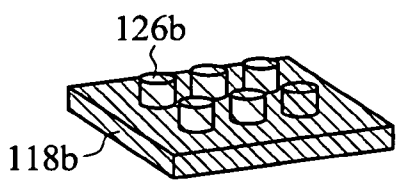
【圖 7】



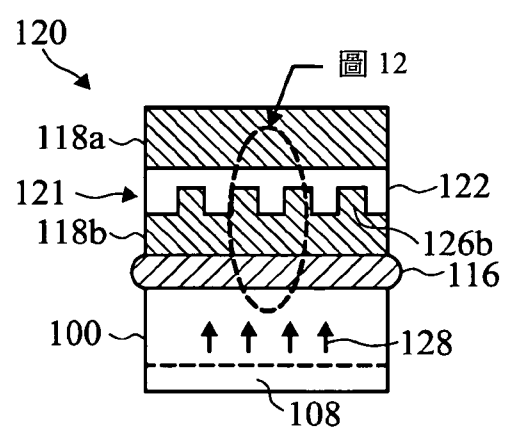
【圖 8】



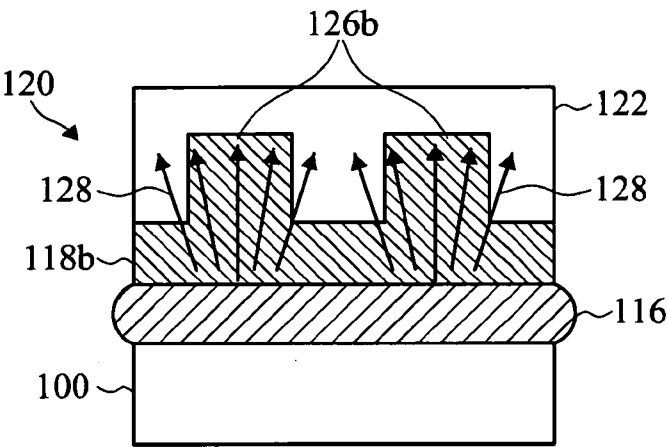
【圖 9】



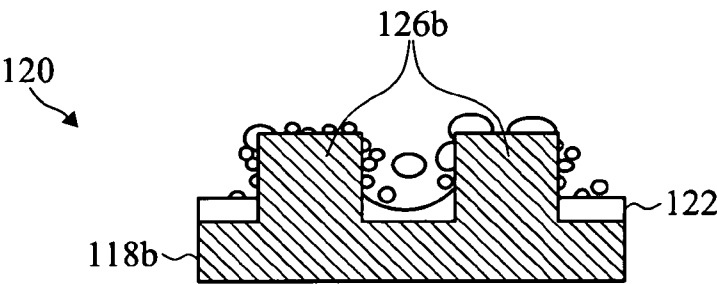
【圖 10】



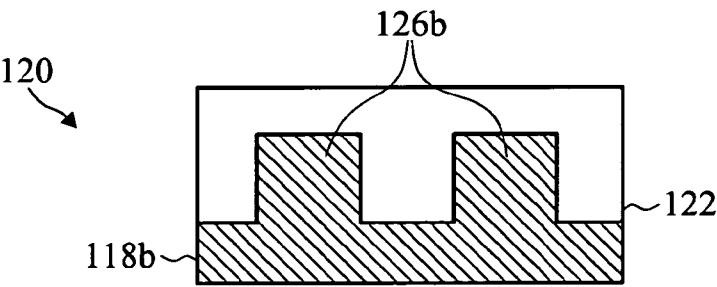
【圖 11】



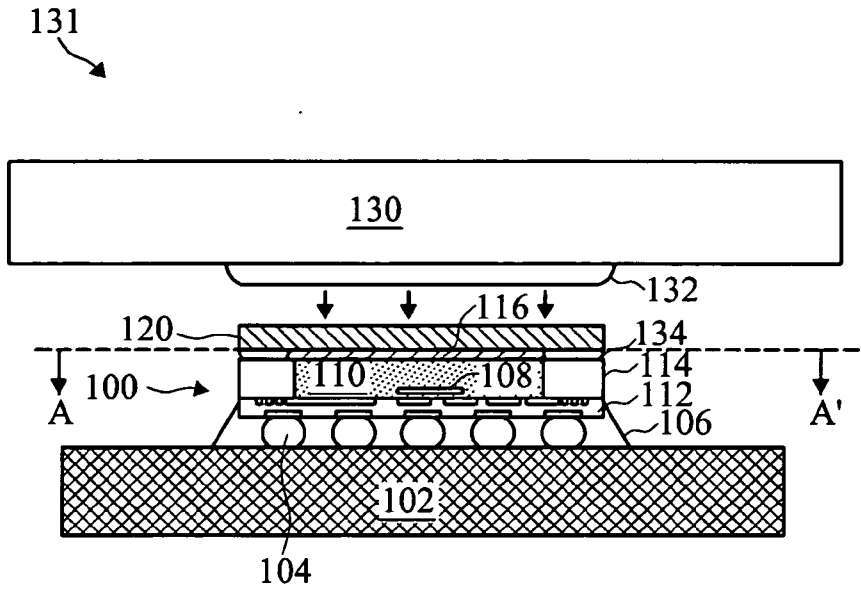
【圖 12】



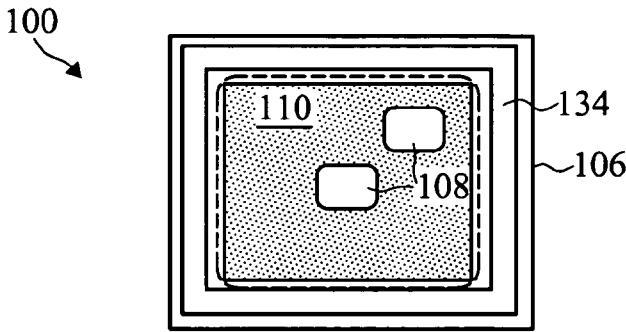
【圖 13】



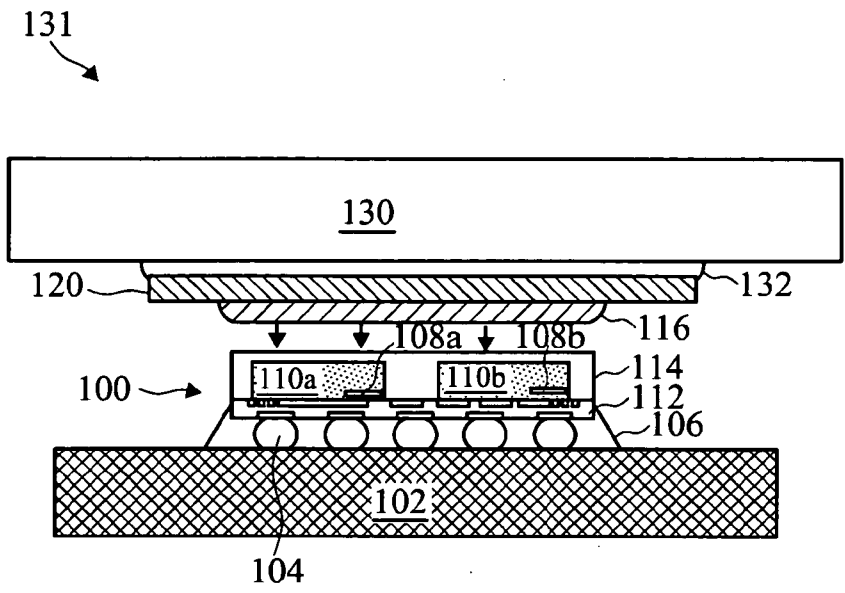
【圖 14】



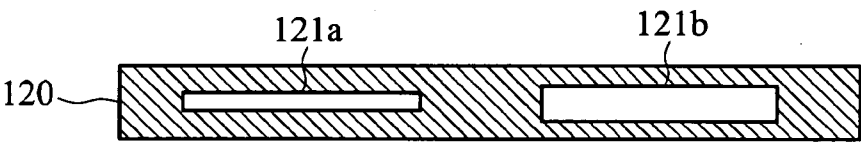
【圖 15】



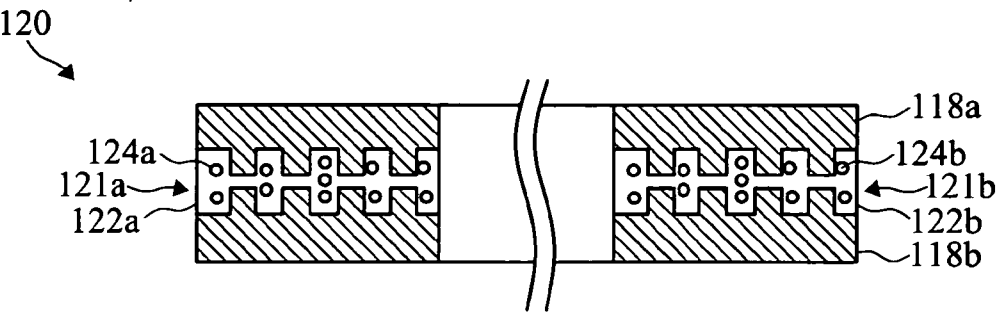
【圖 16】



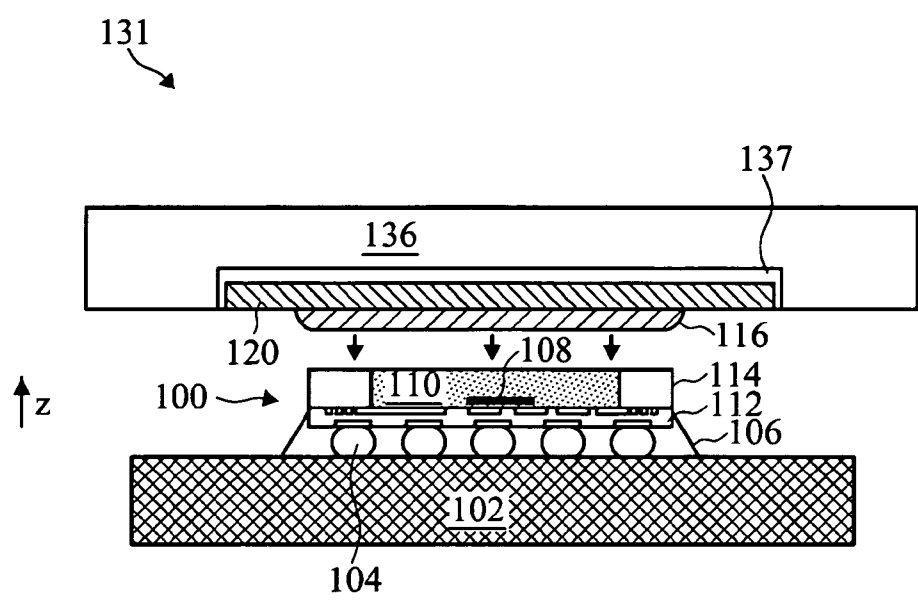
【圖 17】



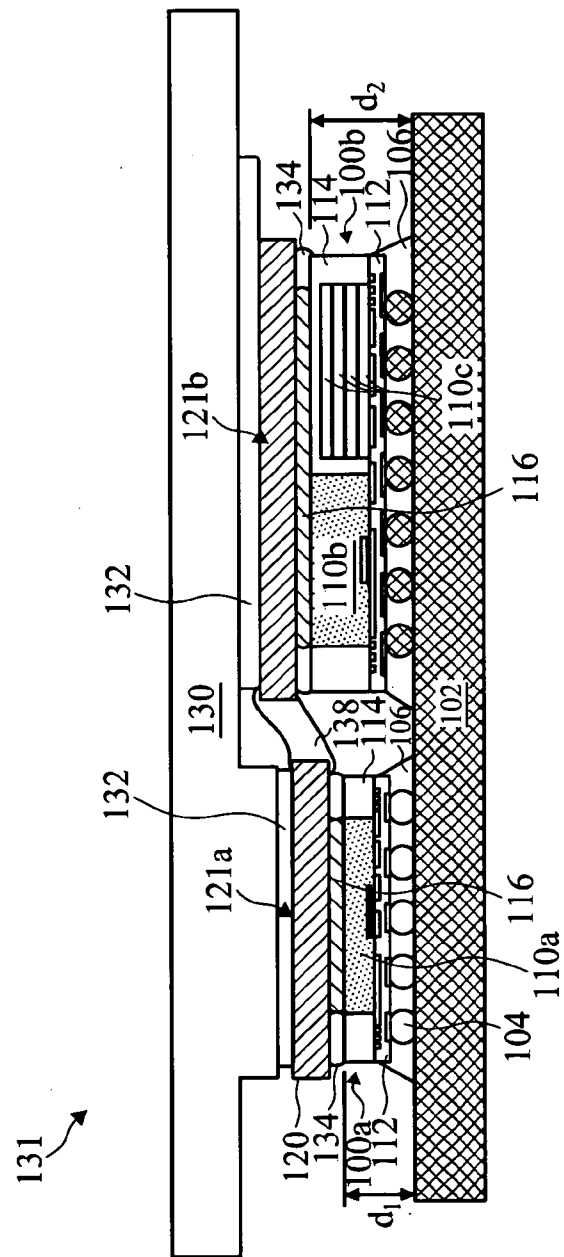
【圖 18】



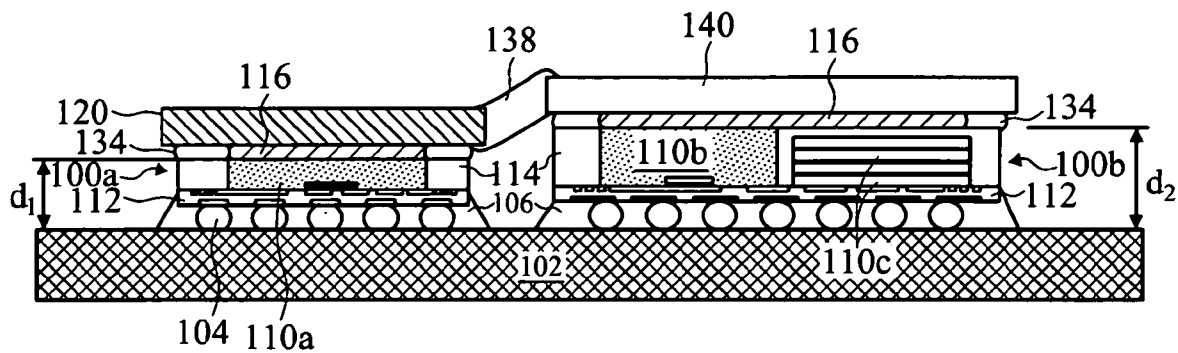
【圖 19】



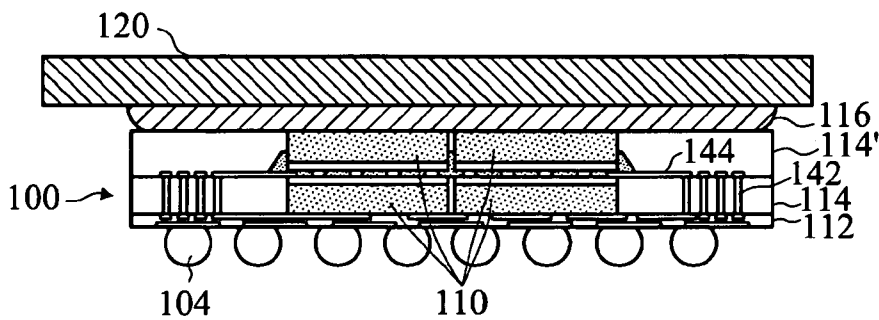
【圖 20】



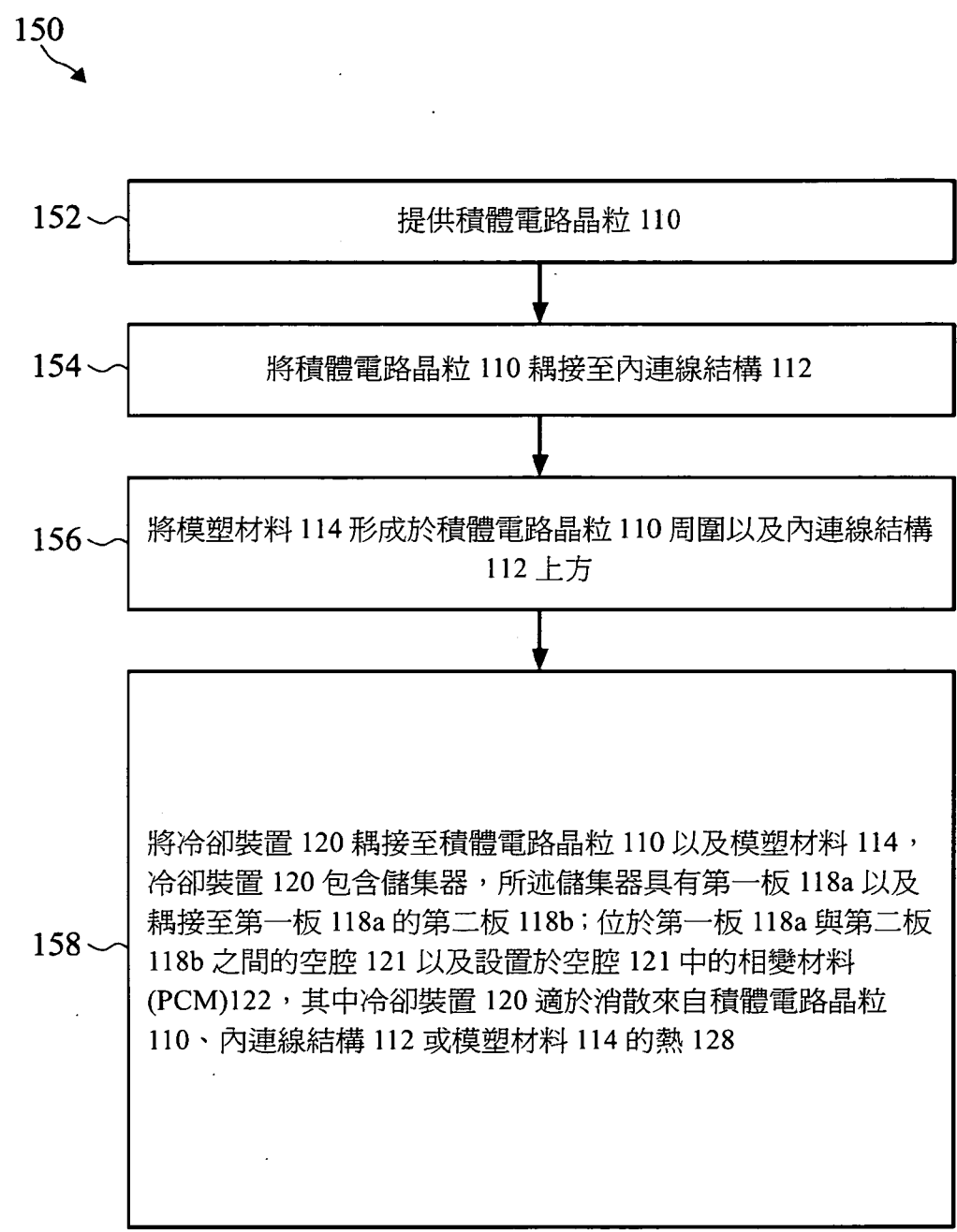
【圖 21】



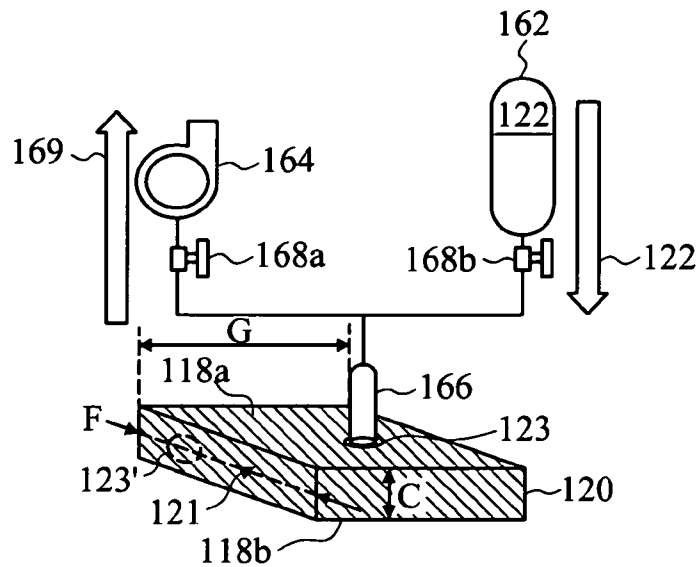
【圖 22】



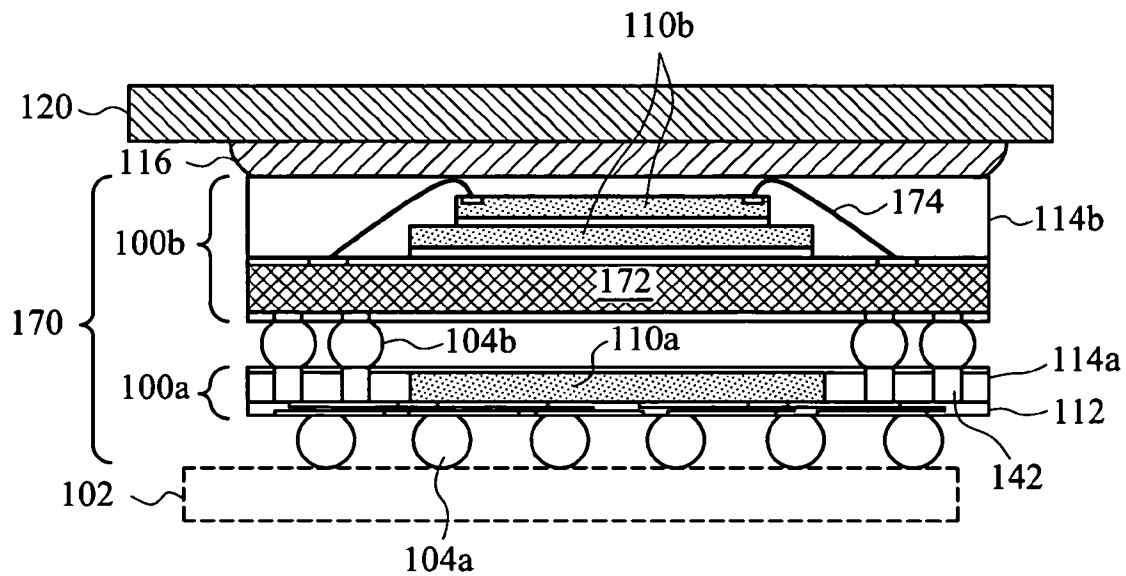
【圖 23】



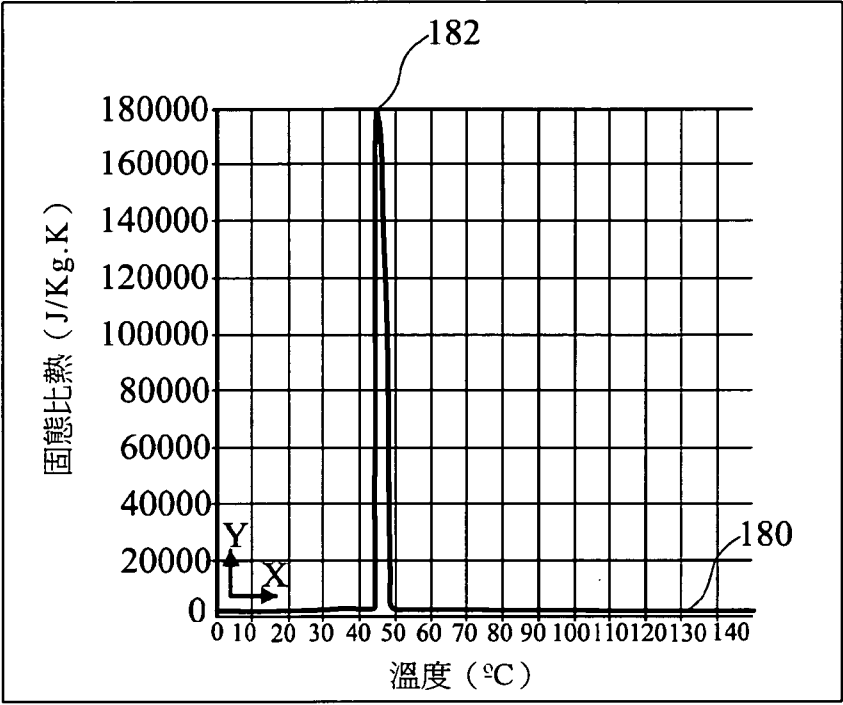
【圖 24】



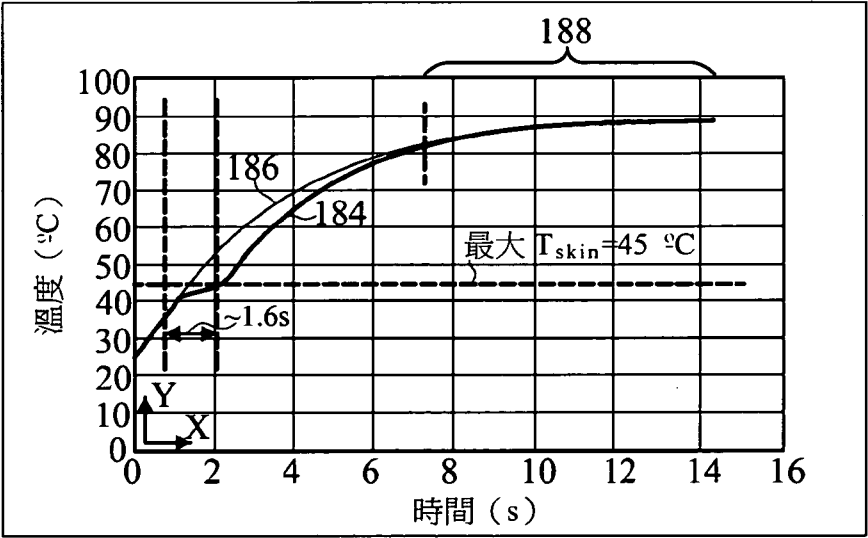
【圖 25】



【圖 26】



【圖 27】



【圖 28】