202436000

(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 202436000 A

(43)公開日： 中華民國 113 (2024) 年 09 月 16 日

(21)申請案號：112140548 (22)申請日： 中華民國 112 (2023) 年 10 月 24 日

(51)Int. Cl.： *B23K1/19 (2006.01)* *B23K3/08 (2006.01)*

(30)優先權：2022/11/22 美國 17/992,322

(71)申請人：美商雷森公司 (美國) RAYTHEON COMPANY (US)
美國
美商布蘭澤尼克斯股份有限公司 (美國) BRAZONICS, INC. (US)
美國

(72)發明人：麥科迪克 克雷格 H MCCORDIC, CRAIG H. (US)；赫頓 瑪莉 K HERNDON, MARY K. (US)；梅森 拉爾夫 P MASON, RALPH P. (US)；霍姆斯 愛德華 I HOLMES, EDWARD I. (US)；巴伯 李 P BARBER, LEE P. (US)；卡斯堤洛 喬丹喬爾 CASTILLO, JORDAN JOEL (US)；查潘金 史考特 J CHAMPAGNE, SCOTT J. (US)；貝肯 布萊恩 K BACON, BRIAN K. (US)

(74)代理人：黃瑞賢

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：8 共 23 頁

(54)名稱

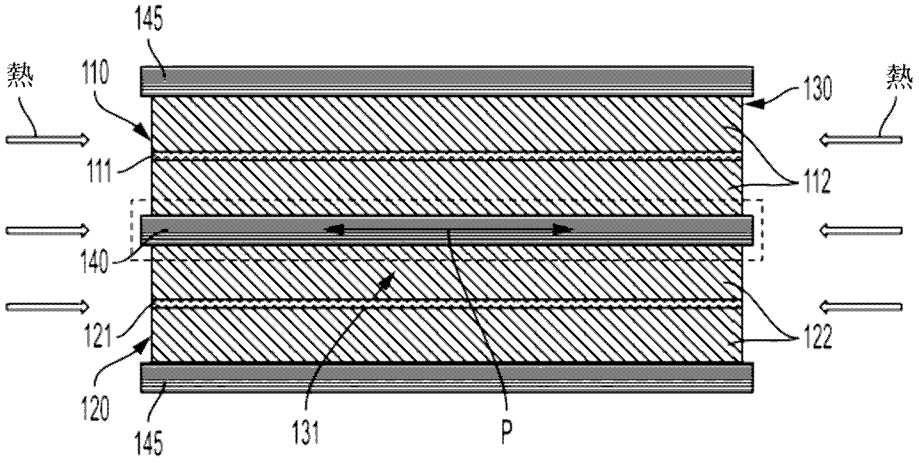
爐硬焊循環改善方法

(57)摘要

本發明提供一種減少硬焊製程的循環時間的方法。該方法包含將第一及第二對硬焊部配置在一起，使硬焊材料介於該第一及第二對硬焊部中各對的硬焊部之間；將該第一及第二對硬焊部堆疊以形成疊層，使熱解石墨（PG）介於該疊層中的該第一對硬焊部與該第二對硬焊部之間，以及加熱該第一及第二對硬焊部至硬焊溫度，以硬焊接合該第一及第二對硬焊部中各對的該硬焊部。

A method of decreasing a cycle time of a brazing process is provided. The method includes arranging each of first and second pairs of braze parts together, each of the first and second pairs of the braze parts having braze material interposed between the braze parts, stacking the first and second pairs of the braze parts to form a stack, interposing pyrolytic graphite (PG) between the first pair of the braze parts and the second pair of the braze parts in the stack and heating the first and second pairs of the braze parts to a brazing temperature to braze the braze parts of each of the first and second pairs of the braze parts together.

指定代表圖：



【圖 2】

符號簡單說明：

110:第一對硬焊部

111:硬焊材料

112:硬焊部

120:第二對硬焊部

121:硬焊材料

122:硬焊部

130:疊層

131:中心部份

140:PG

145:額外的 PG

P:平面

202436000

【發明摘要】

【中文發明名稱】

爐硬焊循環改善方法

【英文發明名稱】

FURNACE BRAZE CYCLE ENHANCEMENT

【中文】

本發明提供一種減少硬焊製程的循環時間的方法。該方法包含將第一及第二對硬焊部配置在一起，使硬焊材料介於該第一及第二對硬焊部中各對的硬焊部之間；將該第一及第二對硬焊部堆疊以形成疊層，使熱解石墨（PG）介於該疊層中的該第一對硬焊部與該第二對硬焊部之間，以及加熱該第一及第二對硬焊部至硬焊溫度，以硬焊接合該第一及第二對硬焊部中各對的該硬焊部。

【英文】

A method of decreasing a cycle time of a brazing process is provided. The method includes arranging each of first and second pairs of braze parts together, each of the first and second pairs of the braze parts having braze material interposed between the braze parts, stacking the first and second pairs of the braze parts to form a stack, interposing pyrolytic graphite (PG) between the first pair of the braze parts and the second pair of the braze parts in the stack and heating the first and second pairs of the braze parts to a brazing temperature to braze the braze parts of each of the first and second pairs of the braze parts together.

【指定代表圖】圖2

【代表圖之符號簡單說明】

110: 第一對硬焊部

111: 硬焊材料

112: 硬焊部

120: 第二對硬焊部

121: 硬焊材料

122: 硬焊部

130: 疊層

131: 中心部份

140: PG

145: 額外的PG

P: 平面

【發明說明書】

【中文發明名稱】

爐硬焊循環改善方法

【英文發明名稱】

FURNACE BRAZE CYCLE ENHANCEMENT

【技術領域】

【0001】 本發明的示例性實施型態基本上係關於真空硬焊，以及於一實施型態中使用熱解石墨（pyrolytic graphite，PG）改善真空硬焊循環。

【先前技術】

【0002】 PG是包含熱裂解石墨（thermal pyrolytic graphite，TPG）、退火石墨（APG）及高取向熱解石墨（HOPG）等的統稱。還有熱擴散率高於約500 mm^2/s或更高的其他材料。此等材料包含但不限於含碳材料，例如碳纖維、熱解碳、鑽石，以及氮化物及碳化物

【0003】 硬焊（brazing）係一種接合金屬的製程，其中藉由將填料金屬熔化並流入接合處接合兩種或更多種金屬物，填料金屬的熔點低於相鄰的金屬。硬焊與熔接（welding）不同之處在於硬焊不包含熔化工件。硬焊與軟焊（soldering）不同之處在於硬焊使用較高的溫度（液相溫度450°C或840°F以上）。在硬焊製程中，填料金屬藉由毛細作用流入緊密接合部的縫隙中。使填料金屬略高於其熔化（液相）溫度，同時受到適當氣氛（通常是真空）保護。

接著，填料金屬潤濕並與金屬母材反應，並冷卻以接合工件。

【0004】 諸多技術採用大量的硬焊部。例如，某些技術可能包含上百組機架，每一個機架具有多個獨立的硬焊部。特別是水冷板技術，通常由多個部分硬焊接合形成水冷板。

【發明內容】

【0005】 根據本發明之一態樣，提供一種減少硬焊製程的循環時間的方法。該方法包含將第一及第二對硬焊部配置在一起，使硬焊材料介於該第一及第二對硬焊部中各對的該硬焊部之間，將該第一及第二對硬焊部堆疊以形成疊層，使熱解石墨（PG）介於該疊層中的該第一對硬焊部與該第二對硬焊部之間，以及加熱該第一及第二對硬焊部至硬焊溫度，以硬焊接合該第一及第二對硬焊部中各對的硬焊部。

【0006】 根據另外或替代的實施型態，該PG增加該疊層的有效熱擴散率，進而減少硬焊接合該第一及第二對硬焊部中各對的硬焊部所需的循環時間。

【0007】 根據另外或替代的實施型態，該PG使該疊層的有效熱擴散率增加約3.0倍或更多。

【0008】 根據另外或替代的實施型態，該 PG 的熱擴散率為約 500 mm^2/s 或更高。

【0009】 根據另外或替代的實施型態，該硬焊溫度介於約 1050 至 1200°F 之間。

【0010】 根據另外或替代的實施型態，該方法進一步包含使第一及第二

阻焊層分別介於該 PG 與該第一及第二對硬焊部之間。

【0011】 根據另外或替代的實施型態，該方法進一步包含使該 PG 包覆於金屬外殼中。

【0012】 根據另外或替代的實施型態，該方法進一步包含使 PG 疊於該疊層的頂部及底部中至少一者之上。

【0013】 根據另外或替代的實施型態，該方法進一步包含以下所述中至少一或更多者：使該 PG 彎曲以圍繞該第一及第二對硬焊部中至少一對硬焊部的外緣，以及將額外的 PG 片附加於該 PG，鄰接於該第一及第二對硬焊部中至少一者的該外緣。

【0014】 根據本發明之一態樣，提供一種減少硬焊製程的循環時間的方法。該方法包含將多對硬焊部配置在一起，使硬焊材料介於該多對硬焊部中各對的該硬焊部之間，將該多對硬焊部堆疊以形成疊層，使熱解石墨（PG）介於相鄰的該多對硬焊部之間，以及加熱該多對硬焊部至硬焊溫度，以硬焊接合該多對硬焊部中各對的硬焊部。

【0015】 根據另外或替代的實施型態，該 PG 增加該疊層的有效熱擴散率，進而減少硬焊接合該多對硬焊部中各對的該硬焊部所需的循環時間。

【0016】 根據另外或替代的實施型態，該 PG 使該疊層的有效熱擴散率增加約 3.0 倍或更多。

【0017】 根據另外或替代的實施型態，該 PG 的熱擴散率為約 500 mm^2/s 或更高。

【0018】 根據另外或替代的實施型態，該硬焊溫度介於約 1050 至 1200°F 之間。

【0019】 根據另外或替代的實施型態，該方法進一步包含使阻焊層分別介於該 PG 與該多對硬焊部中相應的一對硬焊部之間。

【0020】 根據另外或替代的實施型態，該方法進一步包含使該 PG 包覆於金屬外殼中。

【0021】 根據另外或替代的實施型態，該方法進一步包含使 PG 疊於該疊層的頂部及底部中至少一者之上。

【0022】 根據另外或替代的實施型態，該方法進一步包含以下所述中至少一或更多者：使該 PG 彎曲以圍繞該多對硬焊部中至少一對硬焊部的外緣；以及將額外的 PG 片附加於該 PG，鄰接於該第一及第二對硬焊部中至少一對硬焊部的該外緣。

【0023】 根據本發明之一態樣，提供一種減少硬焊製程的循環時間的方法。該方法包含形成第一及第二疊層，各該疊層包含多對硬焊部，將該第一及第二疊層配置成彼此相鄰，使熱解石墨（PG）介於第一疊層中的該多對硬焊部中至少一相鄰對之間，使 PG 疊於該第一及第二疊層中至少一者的頂部及底部中至少一者之上，使 PG 的端部彎曲以沿該第一及第二疊層中的該多對硬焊部中一或更多者，在該第一及第二疊層之間延伸，以及加熱該第一及第二疊層中的該多對硬焊部至硬焊溫度，以硬焊接合該第一及第二疊層中各疊層的該硬焊部。

【0024】 根據另外或替代的實施型態，該PG的熱擴散率為約500 mm^2/s或更高，並且至少使該第一疊層的有效熱擴散率增加約3.0倍或更多，進而減少硬焊接合該第一及第二疊層中各疊層的該硬焊部所需的循環時間。

【0025】 將藉由以下實施型態並結合所附圖式清楚說明此等及其他優勢

及特徵。

【圖式簡單說明】

【0026】 以下說明不以任何方式限制本發明。參照所附圖式，相同符號代表相同元件。

【0027】

〔圖1〕描述根據實施型態之一種減少硬焊製程的循環時間的方法的流程圖。

〔圖2〕根據實施型態之具有熱解石墨（PG）之交錯層之硬焊部的疊層的示意圖。

〔圖3〕根據實施型態之圖2中虛線3所圍區域的局部放大圖。

〔圖4〕根據實施型態之圖2中具有PG之交錯層之硬焊部的疊層在焊爐中的示意圖。

〔圖5〕根據實施型態之具有PG之交錯層之硬焊部的放大示意圖，其中PG具有表面積增加的端部。

〔圖6〕根據實施型態之具有PG之交錯層之硬焊部的放大示意圖，其中PG具有使表面積增加的附加PG片。

〔圖7〕描述根據另一實施型態之一種減少硬焊製程的循環時間的方法的流程圖。

〔圖8〕具有PG之交錯層之硬焊部的疊層的示意圖，用於描述根據實施型態之一種減少硬焊製程的循環時間的方法。

【0028】 將藉由以下實施型態並結合所附圖式清楚說明此等及其他優勢

及特徵。

【實施方式】

【0029】 在包含硬焊接合多個部份的技術領域中，近來發現硬焊循環時間可能造成問題。例如，當硬焊接合部份形成水冷板，硬焊循環時間可能極長。在此等或其他案例中，每一個部份可為金屬層，硬焊接合至相鄰的金屬層。將每一對相鄰的層堆疊於具有交錯之材料層的疊層中，並置於焊爐中，前述材料層的導熱率等於或低於母材（例如鋼）。啟動焊爐使疊層的溫度升高達硬焊溫度，這通常相當費時，因為疊層的材料具有相對低的熱擴散率，疊層的中心升溫緩慢。於部分大型疊層的實例中，硬焊循環時間可長達12小時或更久。據此，需要一種能為包含多個部份的大型疊層減少硬焊循環時間的解決方案。

【0030】 因此，如以下所述，提供一種為包含多個部份的大型疊層減少硬焊製程的循環時間的方法，包含以由例如熱解石墨（PG）製成的石墨片材取代包含多個部份的大型疊層中的交錯材料層，例如，熱解石墨（PG）具有相對高的熱擴散率，因此可以比其他方式更快地將熱傳導至大型疊層的中心。

【0031】 參照圖1及圖2至圖5，提供一種減少硬焊製程的循環時間的方法100。

【0032】 首先，方法 100 包含將第一對硬焊部 110 及第二對硬焊部 120 配置在一起（方塊 101），將第一對硬焊部 110 及第二對硬焊部 120 堆疊以形成疊層 130（方塊 102），並使 PG 140 介於疊層 130 中的第一對硬焊部 110 及第二對硬焊部 120 之間（方塊 103）。可設置額外的 PG 145，或將其疊於疊層 130 的頂

部或底部中之一者或兩者之上（方塊 1035）。儘管為求簡潔明確，圖 2 及圖 4 中描繪的疊層 130 僅含第一對硬焊部 110 及第二對硬焊部 120，應理解疊層 130 可包含另外的成對硬焊部及層。第一對硬焊部 110 可包含介於硬焊部 112 之間的填料或硬焊材料 111。硬焊部 112 可為大體上平坦且平面的金屬材料的塊或層。第二對硬焊部 120 可同樣包含介於硬焊部 122 之間的填料或硬焊材料 121。硬焊部 122 可為大體上平坦且平面的金屬材料的塊或層。

【0033】 方法 100 可進一步包含將包含 PG 140 的疊層 130 置於焊爐 401 中（參見圖 4），並且加熱第一及第二對硬焊部 110、120 至硬焊溫度約 1050 至 1200°F（方塊 104），高效率地硬焊接合第一對硬焊部 110 的硬焊部 112 以及第二對硬焊部 120 的硬焊部 122。以往此製程需要耗費大量的時間以完全加熱疊層 130 的中心，疊層 130 中所含 PG 140 及額外的 PG 145 能提升疊層 130 的有效熱擴散率，進而減少硬焊接合第一及第二對硬焊部 110、120 中各對的硬焊部 112、122 所需的循環時間。根據實施型態，PG 140 及額外的 PG 145 能使疊層 130 的有效熱擴散率增加數倍（即約 3.0 倍或更多），進而使硬焊接合第一及第二對硬焊部 110、120 中各對的硬焊部 112、122 所需的循環時間減少數倍（即約 3.0 倍或更多）。根據其他實施型態，PG 140 及額外的 PG 145 可具有相對高的熱擴散率，高於約 500 mm^2/s 或更高。

【0034】 減少的循環時間至少是PG 140的結構的函數。PG 140（及額外的PG 145）包含PG材料或其他類似材料的多個片材141。PG 140相對高的熱擴散率（部分係基於多個片材141的結構）大體上係呈現於PG 140的平面P。如此一來，當在焊爐401中對包含PG 140的疊層130加熱時，熱沿著PG 140的平面P以相較於疊層130的其他部份相對更快的速度傳導。接著，熱由PG 140傳導進

疊層130的至少一個中心部份131，並由此處向外傳導。

【0035】 圖1的方法100可進一步包含使PG 140（及額外的PG 145）包覆於金屬外殼300中（方塊105），並使第一及第二阻焊層301、302分別介於PG 140與第一及第二對硬焊部110、120之間（方塊106）。如圖3所示，金屬外殼300可由鋁或另一種類似的金屬材料或合金製成，並至少設置於PG 140的上表面及下表面之上。於部份實例中，金屬外殼300可完全包覆整個PG 140。於部份或所有此等實例中，金屬外殼300可為具有少數或沒有開口的固體片材，或具有一或更多個相對大的開口的框架。第一及第二阻焊層301、302可由金屬氧化物粉末製成，例如氧化鋁、氧化鈦、氧化釔、氧化鎂等，或其他類似材料，並可避免在加熱/硬焊的過程中或在此等製程之後，PG 140（在沒有金屬外殼300處或在框架型金屬外殼300的開口處）或金屬外殼300與第一及第二對硬焊部110、120沾黏。

【0036】 根據實施型態並如圖4所示，可藉由焊爐401進行加熱。

【0037】 圖 1 的方法 100 亦可包含以下所述中至少一或更多者：使 PG 140 的端部 142 彎曲以圍繞第一及第二對硬焊部 110、120 中至少一對的至少一個硬焊部 112、122 的外緣（方塊 108），以及將額外的 PG 片附加於 PG 140 的端部 142，鄰接於第一及第二對硬焊部 110、120 中至少一對的至少一個硬焊部 112、122 的外緣（方塊 109）。如圖 5 所示，可於 PG 140 有額外長度的部分進行彎曲。只要彎曲部 501 是平滑的並避免扭結或折疊，則 PG 140 的多個片材 141 應能保持完整並能縱向地傳導熱。因此，如圖 5 所示，由一側加熱時，熱沿著 PG 140 的平面 P 向彎曲部 501 傳導。在彎曲部 501 處，熱沿著彎曲部 501 並圍繞彎曲部 501 傳導，接著沿端部 142 的長度垂直傳導，平面 P 在此處轉成

垂直的。傳導至端部 142 的熱可接著傳導進第一及第二對硬焊部 110、120 中至少一對的至少一個硬焊部 112、122 的臨近部份。如圖 6 所示，附加額外的 PG 片有效地延長 PG 140。因此，如圖 6 所示，由一側加熱時，熱沿著 PG 140 的平面 P 向額外的 PG 片 601 傳導。在額外的 PG 片 601 處，熱傳導至額外的 PG 片 601 並沿在垂直方向上的額外的 PG 片 601 的長度垂直傳導。傳導至額外的 PG 片 601 的熱可接著傳導進第一及第二對硬焊部 110、120 中至少一對的至少一個硬焊部 112、122 的臨近部份。同樣地，可對額外的 PG 片 145 進行彎曲以及附加額外的 PG 片的處理。

【0038】 參照圖 7，提供一種減少硬焊製程的循環時間的方法 700。方法 700 大體上類似於方法 100，無需詳述。方法 700 包含將多對硬焊部配置在一起，使硬焊材料介於多對硬焊部中各對的硬焊部之間（方塊 701），將多對硬焊部堆疊以形成疊層（方塊 702），使 PG 介於相鄰的多對硬焊部之間（方塊 703），可疊設額外的 PG 145，或將其疊於疊層 130 的頂部或底部中之一者或兩者之上（方塊 7035），以及加熱多對硬焊部至硬焊溫度（方塊 704）。方法 700 可進一步包含使 PG 包覆於金屬外殼中（方塊 705），並使第一及第二阻焊層分別介於 PG 與多對硬焊部中相應的一對硬焊部之間（方塊 706）。此外，方法 700 可進一步包含使 PG 的端部彎曲以圍繞至少一個硬焊部的外緣（方塊 708）。

【0039】 參照圖 8，提供一種減少硬焊製程的循環時間的方法 800。如圖 8 所示，方法包含形成第一及第二疊層 810、820，其中第一及第二疊層 810、820 中各疊層包含多對硬焊部 811、821。方法進一步包含將第一及第二疊層 810、820 配置成彼此相鄰，使 PG 830 介於第一疊層 810 中的多對硬焊部 811 中至少一相鄰對之間，使 PG 830 的至少一端部 831 彎曲以沿第一及第二疊層

810、820 中的多對硬焊部 811、821 中一或更多者，在第一及第二疊層 810、820 之間延伸。PG 830 的端部 831 可延長並確實地沿第一及第二疊層 810、820 的實質高度延伸，於部分實例中，在第一疊層 820 中的多對硬焊部 821 中至少一相鄰對之間延伸。亦可將額外的 PG 層 832 疊於第一及第二疊層 810、820 中至少一者的頂部或底部中至少一者之上。此外，方法包含加熱第一及第二疊層 810、820 中的多對硬焊部 811、821 至硬焊溫度，以硬焊接合第一及第二疊層 810、820 中各疊層的硬焊部 811、821。如上述，PG 830 的熱擴散率為約 500 mm^2/s 或更高，並且至少使第一疊層 810 的有效熱擴散率隨著時間增加（即約 3.0 倍或更多）（於所述實例中，第二疊層 820 亦然），進而減少硬焊接合第一及第二疊層 810、820 中各疊層的硬焊部所需的循環時間。

【0040】 換言之，於圖 8 所示實例中，當加熱第一疊層 810 及第二疊層 820 時，熱沿著 PG 830 的平面以相較於第一疊層 810 及第二疊層 820 的其他部份相對更快的速度傳導，並沿著 PG 830 中介於第一疊層 810 與第二疊層 820 之間的部份的平面傳導。經傳導的熱接著由 PG 830 介於第一疊層 810 與第二疊層 820 之間的（垂直）部份（其中 PG 830 的平面在垂直方向上）傳導，並進入第一疊層 810 及第二疊層 820 的臨近側，並由此處向外傳導。

【0041】 因此，顯見可於焊爐中同時硬焊接合多個硬焊部疊層，並減少循環時間。

【0042】 本發明所述技術特徵的功效在於提供一種為包含多個部份的大型疊層減少硬焊製程的循環時間的方法，包含以由例如 PG 製成的石墨片材取代包含多個部份的大型疊層中的交錯材料層。PG 具有相對高的熱擴散率，因此可以比其他方式更快地將熱傳導至大型疊層的中心。

【0043】 用語「約」旨在包含本發明申請日時已知儀器量測特定量時產生的誤差。

【0044】 本文所用術語的目的係描述特定實施型態，而非旨在限制本發明。除非另有明確說明，本文所述用語「一（a）」、「一（an）」及「該（the）」旨在亦包含複數。另外，應理解本說明書中用語「包含（comprises）」及/或「包含（comprising）」係明確指出存在所述特徵、整數、步驟、操作、元素及/或元件，但不排除存在或增加一個或多個其他特徵、整數、步驟、操作、元素元件及/或其組合。

【0045】 儘管已參照示例性實施型態或實施例描述本發明，本發明所屬技術領域中具通常知識者應理解可產生數種變化，並以均等技術手段取代其中的技術特徵，而不脫離本發明所請範圍。此外，可以多種方式修改本發明所教示之技術手段以因應特定情境或材料，而不脫離本發明主要所請範圍。因此，本發明旨在不限於所揭露之實施本發明的最佳特定實施型態，本發明包含落入申請專利範圍中的所有實施型態。

【符號說明】

【0046】

100: 方法

101: 方塊

102: 方塊

103: 方塊

1035: 方塊

104: 方塊

105: 方塊

106: 方塊

108: 方塊

109: 方塊

110: 第一對硬焊部

111: 硬焊材料

112: 硬焊部

120: 第二對硬焊部

121: 硬焊材料

122: 硬焊部

130: 疊層

131: 中心部份

140: PG

141: 片材

142: 端部

145: 額外的PG

300: 金屬外殼

301: 第一阻焊層

302: 第二阻焊層

401: 焊爐

501: 彎曲部

601: 額外的PG片

700: 方法

701: 方塊

702: 方塊

703: 方塊

7035: 方塊

704: 方塊

705: 方塊

706: 方塊

708: 方塊

810: 第一疊層

811: 硬焊部

820: 第二疊層

821: 硬焊部

830: PG

831: 端部

832: 額外的PG層

P: 平面

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種減少硬焊製程的循環時間的方法，該方法包含：

將第一及第二對硬焊部配置在一起，使硬焊材料介於該第一及第二對硬焊部中各對的硬焊部之間；

將該第一及第二對硬焊部堆疊以形成疊層；

使熱解石墨（PG）介於該疊層中的該第一對硬焊部與該第二對硬焊部之間；以及

加熱該第一及第二對硬焊部至硬焊溫度，以硬焊接合該第一及第二對硬焊部中各對的該硬焊部。

【請求項2】如請求項1所述之方法，其中，該PG增加該疊層的有效熱擴散率，進而減少硬焊接合該第一及第二對硬焊部中各對的該硬焊部所需的循環時間。

【請求項3】如請求項2所述之方法，其中，該PG使該疊層的有效熱擴散率增加約3.0倍或更多。

【請求項4】如請求項1所述之方法，其中，該PG的熱擴散率為約500 mm^2/s或更高。

【請求項5】如請求項1所述之方法，其中，該硬焊溫度介於約1050至1200ºF之間。

【請求項6】如請求項1所述之方法，其中，進一步包含使第一及第二阻焊層分別介於該PG與該第一及第二對硬焊部之間。

【請求項7】如請求項1所述之方法，其中，進一步包含使該PG包覆於金屬外殼中。

【請求項8】如請求項1所述之方法，其中，進一步包含使PG疊於該疊層的頂部

及底部中至少一者之上。

【請求項9】如請求項1所述之方法，其中，進一步包含以下所述中至少一或更多者：

使該PG彎曲以圍繞該第一及第二對硬焊部中至少一對硬焊部的外緣；以及

將額外的PG片附加於該PG，鄰接於該第一及第二對硬焊部中至少一者的該外緣。

【請求項10】一種減少硬焊製程的循環時間的方法，該方法包含：

將多對硬焊部配置在一起，使硬焊材料介於該多對硬焊部中各對的該硬焊部之間；

將該多對硬焊部堆疊以形成疊層；

使熱解石墨（PG）介於相鄰的該多對硬焊部之間；以及

加熱該多對硬焊部至硬焊溫度，以硬焊接合該多對硬焊部中各對的該硬焊部。

【請求項11】如請求項10所述之方法，其中，該PG增加該疊層的有效熱擴散率，進而減少硬焊接合該多對硬焊部中各對的該硬焊部所需的循環時間。

【請求項12】如請求項11所述之方法，其中，該PG使該疊層的有效熱擴散率增加約3.0倍或更多。

【請求項13】如請求項10所述之方法，其中，該PG的熱擴散率為約500 mm^2/s或更高。

【請求項14】如請求項10所述之方法，其中，該硬焊溫度介於約1050至1200°F之間。

【請求項15】如請求項10所述之方法，其中，進一步包含使阻焊層分別介於該PG與該多對硬焊部中相應的一對硬焊部之間。

【請求項16】如請求項10所述之方法，其中，進一步包含使該PG包覆於金屬外殼中。

【請求項17】如請求項10所述之方法，其中，進一步包含使PG疊於該疊層的頂部及底部中至少一者之上。

【請求項18】如請求項10所述之方法，其中，進一步包含以下所述中至少一或更多者：

使該PG彎曲以圍繞該多對硬焊部中至少一對硬焊部的外緣；以及

將額外的PG片附加於該PG，鄰接於該第一及第二對硬焊部中至少一對硬焊部的該外緣。

【請求項19】一種減少硬焊製程的循環時間的方法，該方法包含：

形成第一及第二疊層，各該疊層包含多對硬焊部；

將該第一及第二疊層配置成彼此相鄰；

使熱解石墨（PG）介於第一疊層中的該多對硬焊部中至少一相鄰對之間；

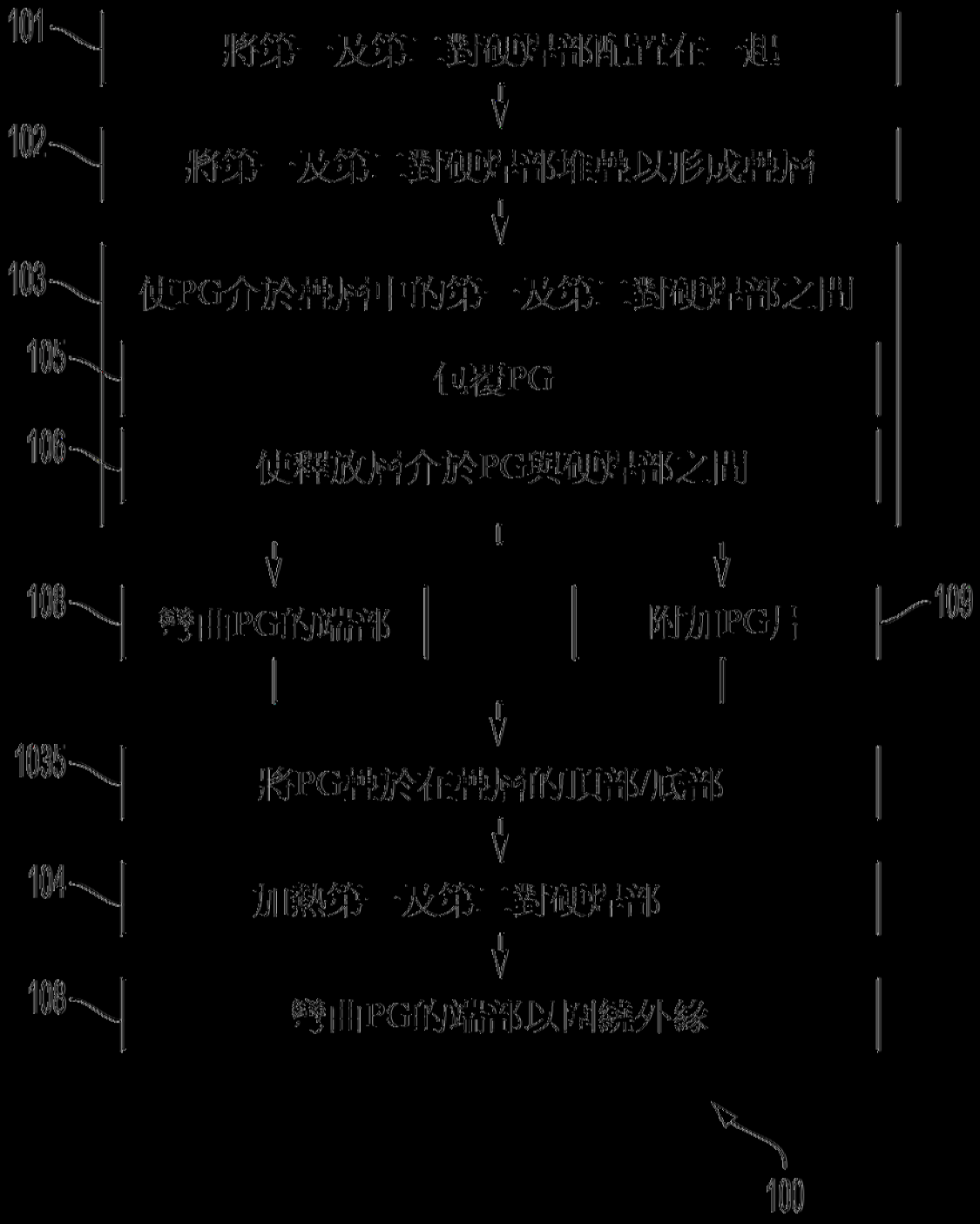
使PG疊於該第一及第二疊層中至少一者的頂部及底部中至少一者之上；

使PG的端部彎曲以沿該第一及第二疊層中的該多對硬焊部中一或更多者，在該第一及第二疊層之間延伸；以及

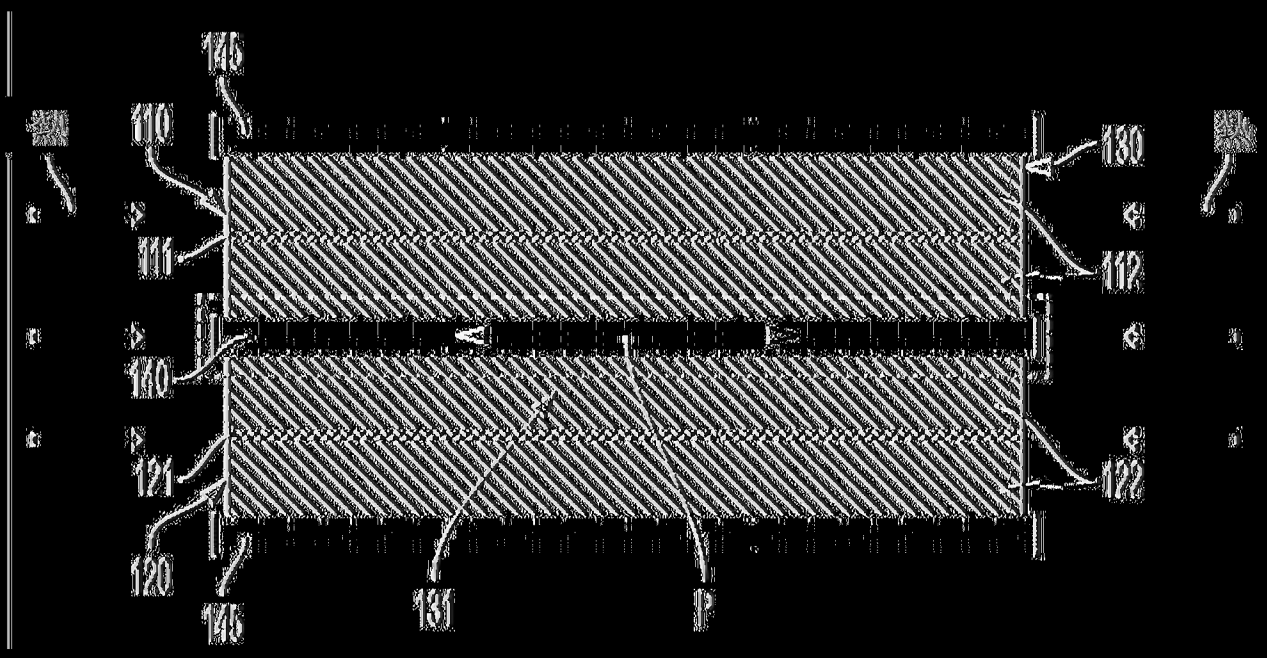
加熱該第一及第二疊層中的該多對硬焊部至硬焊溫度，以硬焊接合該第一及第二疊層中各疊層的該硬焊部。

【請求項20】如請求項19所述之方法，其中，該PG的熱擴散率為約500 mm^2/s或更高，並且至少使該第一疊層的有效熱擴散率增加約3.0倍或更多，進而減少硬焊接合該第一及第二疊層中各疊層的該硬焊部所需的循環時間。

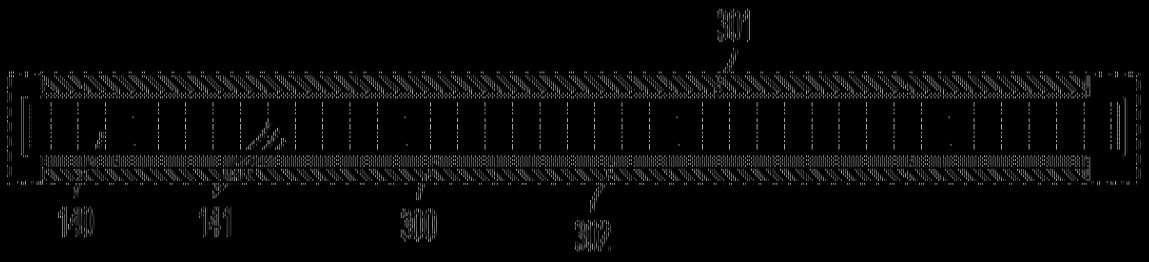
（發明圖式）


101
將第一及第二對硬件部配置在一起
102
將第一及第二對硬件部堆疊以形成疊層
103
使PG介於疊層中的第一及第二對硬件部之間
105
包覆PG
106
使釋放層介於PG與硬件部之間
108
彎曲PG的端部
附加PG片
109
1035
將PG疊於在疊層的頂部/底部
104
加熱第一及第二對硬件部
108
彎曲PG的端部以圍繞外緣
100

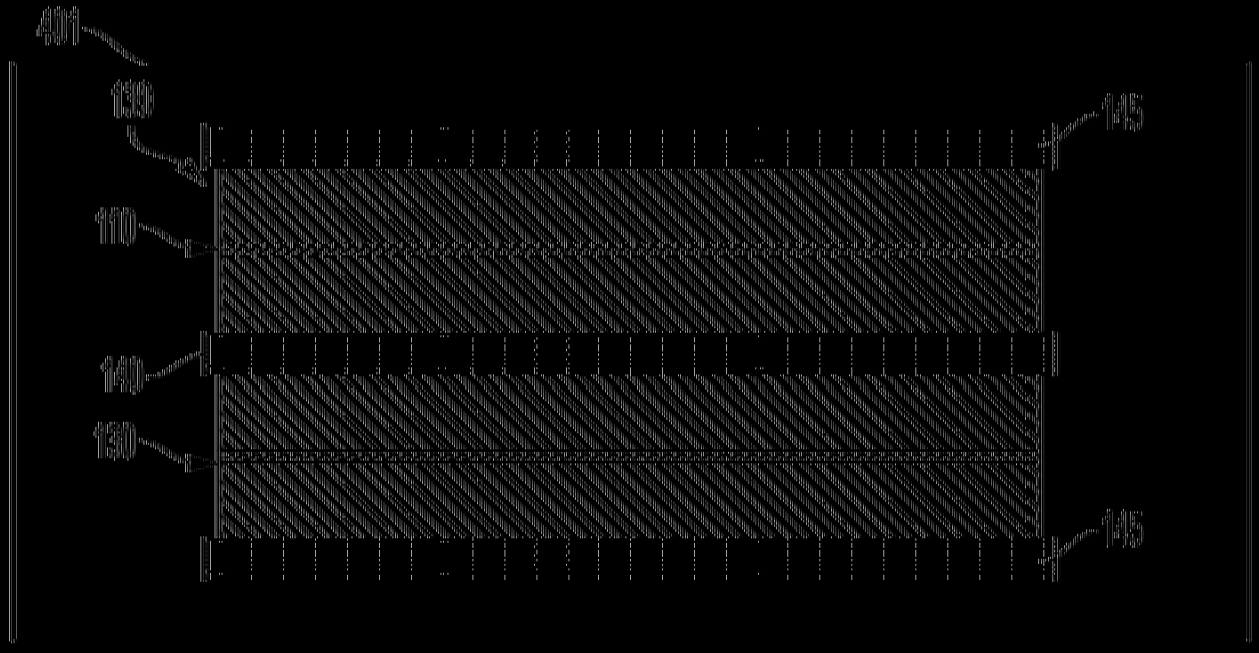
（圖 1）


145
110
111
130
112
140
121
122
120
145
131
P

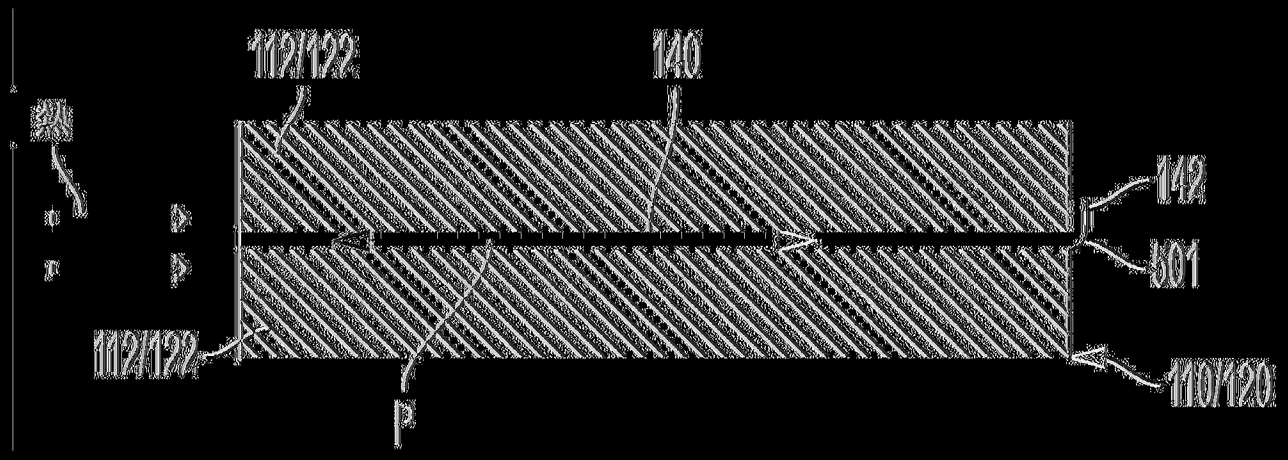
[圖 2]


301
140
141
300
302

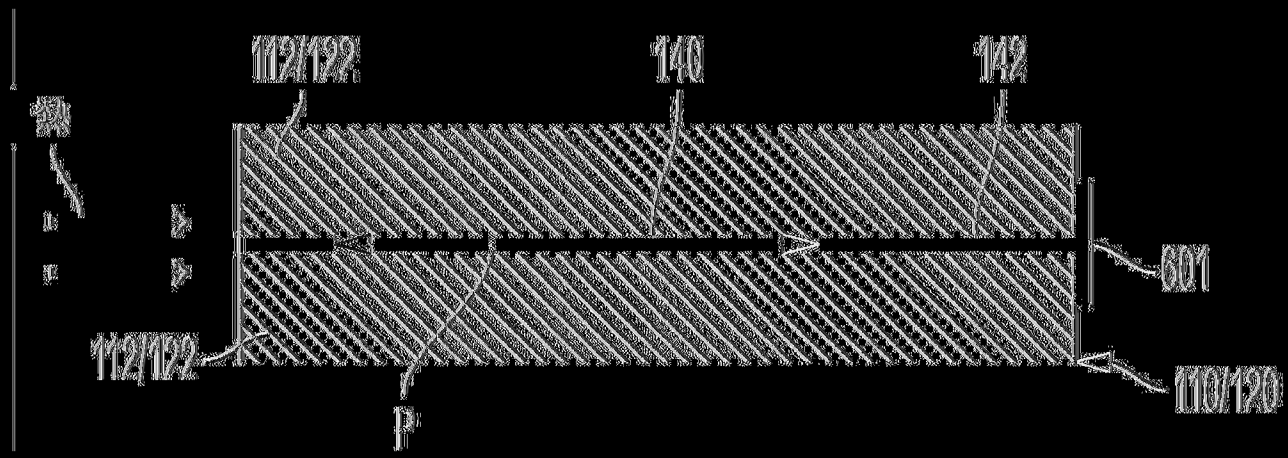
[圖 3]


401
130
145
110
140
130
145

[圖 4]


112/122
140
142
601
112/122
P
110/120

[圖 5]


112/122
140
142
601
112/122
P
110/120

[圖 6]

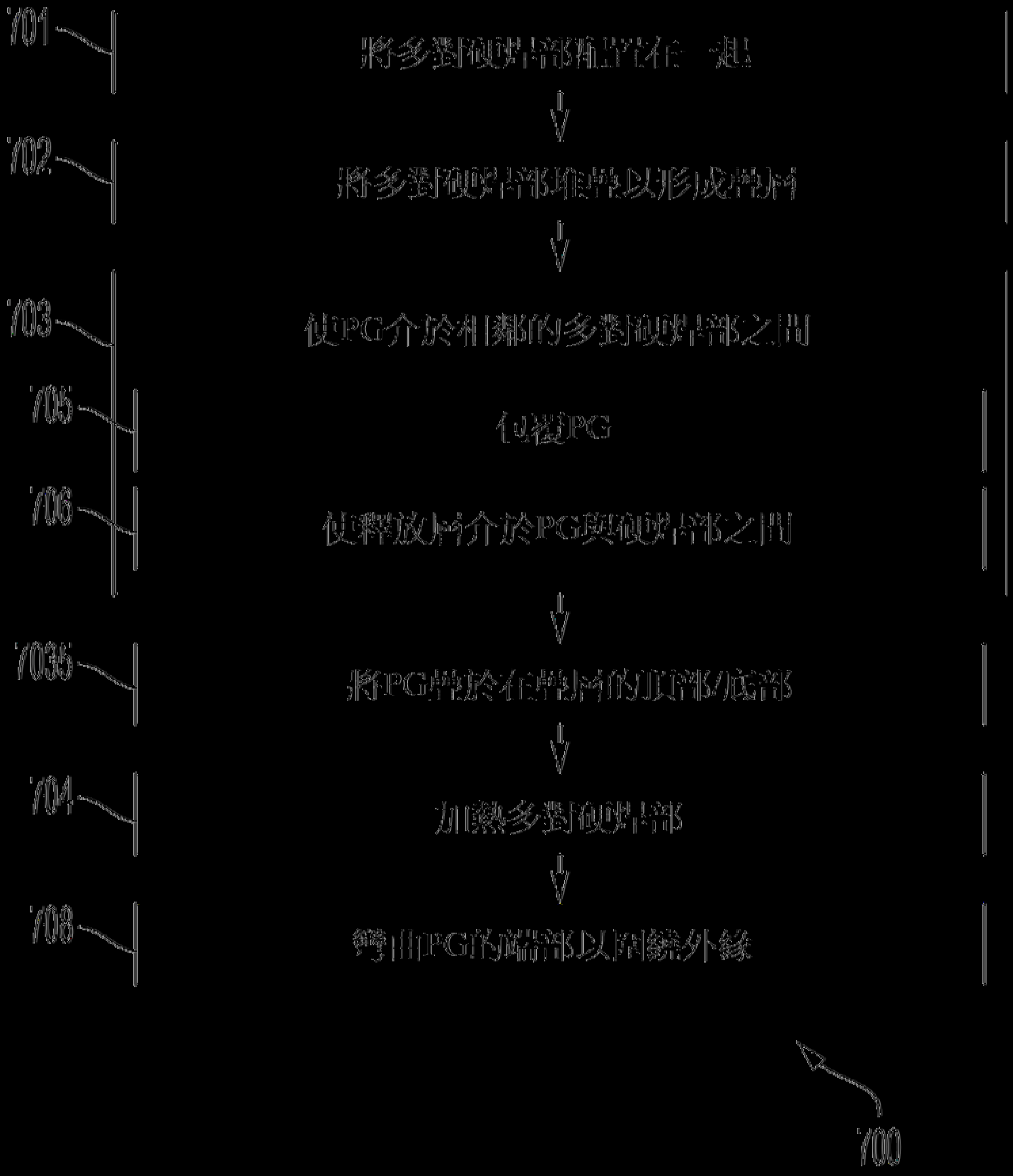
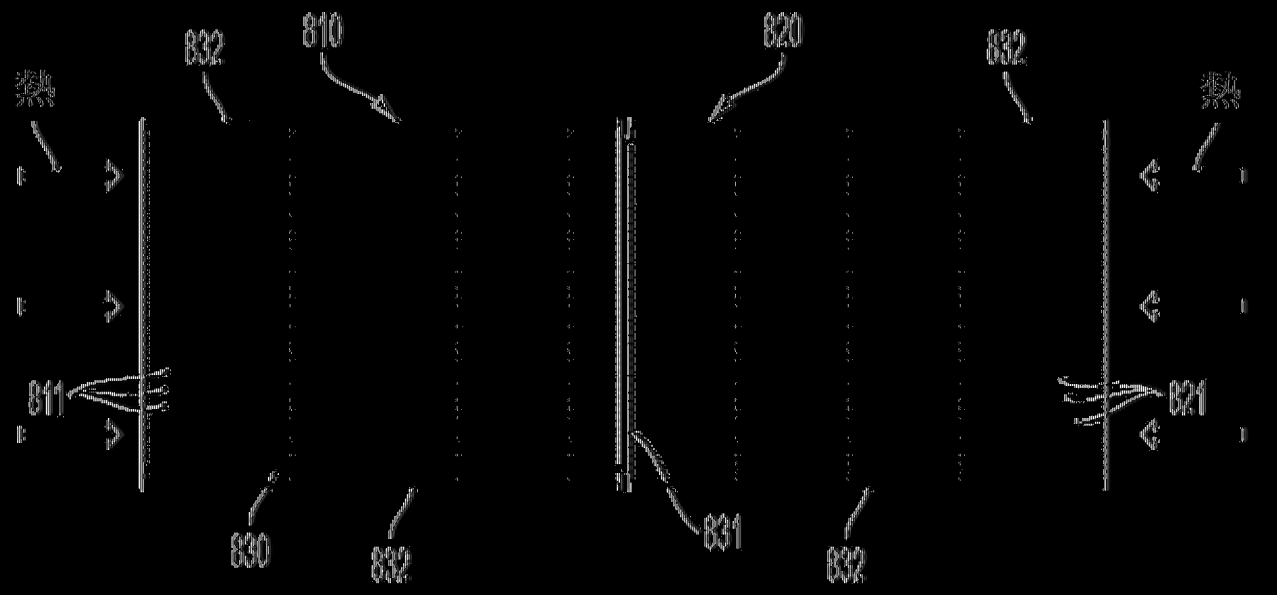

701
將多個硬件部組裝在一起
702
將多個硬件部堆疊以形成堆疊
703
使PG介於相鄰的多個硬件部之間
705
包覆PG
706
使釋放片介於PG與硬件部之間
703S
將PG堆疊在堆疊的頂部/底部
704
加熱多個硬件部
708
彎曲PG的端部以圍繞外緣
700

圖 7



|(圖 8)|