



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I678770 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：105109922

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 29 日

(51)Int. Cl. : H01L23/00 (2006.01)

H01L23/15 (2006.01)

H01L25/065 (2006.01)

H03K19/177 (2006.01)

(30)優先權：2015/04/23 美國

14/694,132

(71)申請人：美商帕洛阿爾托研究中心公司 (美國) PALO ALTO RESEARCH CENTER
INCORPORATED (US)

美國

(72)發明人：林 史考特 J H LIMB, SCOTT J. H. (US) ; 懷汀 葛雷格里 L WHITING,
GREGORY L. (US)

(74)代理人：王彥評；賴碧宏

(56)參考文獻：

TW 201347173A

TW 201411802A

US 2015/0037914A1

US 2015/0102852A1

WO 2014/169218A2

審查人員：黃映慈

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：6 共 37 頁

(54)名稱

具離子交換玻璃處理之中介層的暫態電子裝置

(57)摘要

一種使用玻璃型中介層的暫態電子裝置，該中介層係以離子交換處理以增加其脆性，並包括一安裝於其表面操作的觸發裝置。一積體電路(IC)晶粒接著連結至該中介層，於一般操作狀況下，該中介層係安裝至其作用之一封裝(package)結構上，以操作性連結該 IC 晶粒至該封裝 I/O 針腳/球腳。於一暫態事件期間(例如當偵測到未經授權之竄改)，一觸發訊號傳送至該觸發裝置，使得該觸發裝置產生一作用於該玻璃型中介層基板之起始斷裂力。該中介層係配置成透過該玻璃型中介層基板傳送具足夠能量之該起始斷裂力同時讓該中介層完全粉末化並轉移至該 IC 晶粒，該 IC 晶粒亦因此粉末化(即視覺上消失)。

A transient electronic device utilizes a glass-based interposer that is treated using ion-exchange processing to increase its fragility, and includes a trigger device operably mounted on a surface thereof. An integrated circuit (IC) die is then bonded to the interposer, and the interposer is mounted to a package structure where it serves, under normal operating conditions, to operably connect the IC die to the package I/O pins/balls. During a transient event (e.g., when unauthorized tampering is detected), a trigger signal is transmitted to the trigger device, causing the trigger device to generate an initial fracture force that is applied onto the glass-based interposer substrate. The interposer is configured such that the initial fracture force propagates through the glass-based interposer substrate with sufficient energy to both entirely powderize the interposer, and to transfer to the IC die, whereby the IC die also powderizes (i.e., visually disappears).

指定代表圖：

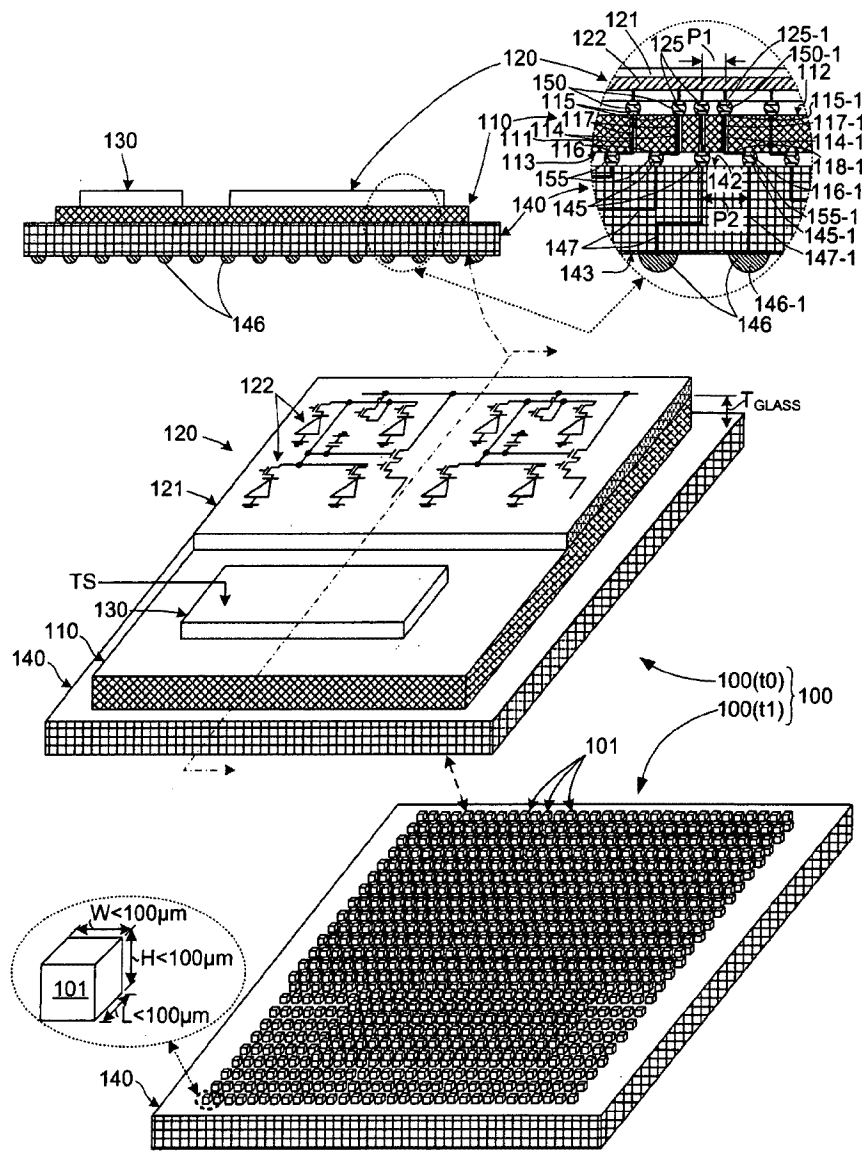


圖1

符號簡單說明：

100 · · · 暫態電子裝置

100(t0) . . . 暫態前

完整的暫態電子裝置

100(t1) · · · 暫態後
粉末狀的暫態電子裝
置

101 · · · 微粒

110 · · · 中介層

111 · · · 玻璃基板

112、142 · · · 上表
面

113、143 · · · 下表
面

114 · · · 玻璃導通孔
開口

115、115-1、116、
116-1・・・接觸點

117、117-1 · · · 金屬通孔結構

118-1 . . . 金屬跡線

120 · · · IC 晶粒

121 · · · 基板

122 · · · 電子電路

125 · · · 接觸墊

130 · · · 觸發裝置

140 · · · 封裝結構

141 · · · 基板

145、145-1 · · · 封
裝接觸結構

146、146-1 · · · 球/
凸塊

147、147-1 · · · 導
體

150、150-1、155、

155-1 · · · 焊接結構

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

具離子交換玻璃處理之中介層的暫態電子裝置

TRANSIENT ELECTRONIC DEVICE WITH

ION-EXCHANGED GLASS TREATED INTERPOSER

【聯邦資助研發之聲明】

【0001】本發明係基於美國國防高等研究署 (DARPA) 資助之成果，其合約編號為 HR0011-14-C-0013(3765)。因此美國政府對本發明持有某些權利。

【技術領域】

【0002】本發明係關於暫態電子設備，特別是關於在暫態電子組件中使用之中介層。

【先前技術】

【0003】大面積感測為各種軍事、生態與商業利益之關鍵，且歷來經由集中式遠程感測器的使用而作用。然而電子系統小型化之快速發展已顯著改善小型感測裝置的功能。這些微感測器有潛力產生具操作適應性、緊鄰方可行之非傳統感測形式、靈敏度增加以及藉由網路情報獲得知識之優點的大 N 分散式網路。

【0004】雖然分散式網路系統具顯著的潛力，他們的實際使用受限於其與環境累積、檢測和失效以及因無法維持正控制之利用（不像集中式遠程感測器）的相關風險。

【0005】該詞“暫態電子設備”係指一相對新的電子裝置

系列，其在一段時間後消失（分解與分散），使他們非常適合分散式網路系統。傳統暫態電子系統通常有賴於使用可溶性基板與電子材料（例如絲）。當放入溶劑中（通常為水），這些傳統基板與電子設備慢慢溶入溶液內。因此，以傳統暫態電子裝置製成之一分散式網路系統可望於一相對較短的時間內“消失”（例如在週期性降雨後）。

【0006】 儘管傳統的暫態電子方法達成使該電子設備在使用後“消失”，達到完全分解與分散所需之冗長溶解週期使得傳統方法不適用於需要隨著指令迅速且完全分解之離散式應用（例如軍事）。再者，傳統方法使用的材料不兼容於現有積體電路製造和裝配技術，需要在有效成本下發展新的 IC 製造程序。

【0007】 在半導體裝置封裝背景下，中介層（interposer）是廣為人知的電子介面且通常置於一 IC 晶粒（晶片）與一標準化半導體封裝結構之間，例如一球腳格狀陣列（ball-grid array，BGA）封裝或一針腳格狀陣列（pin-grid array，PGA）封裝。中介層通常包括一平坦的絕緣體基板（舉例來說或一剛性絕緣體如 FR4，或一彈性絕緣體如聚醯亞胺），多金屬導體透過該中介層延伸於配置在基板相反表面上不同圖樣（pattern）之相對應的接觸結構（點）之間。意即置於該中介層基板之一面之一第一組接觸點形成配合 IC 晶粒上相對應之接觸墊（contact pad）的一圖樣以助益 IC 至中介層之連結（例如經由表面黏著技術），以及在該中介層反面之一第二組接觸點形成配合置於該主封裝（host package）一內表面上之

相對應接觸結構的一第二（不同）圖樣以助益該中介層表面安裝至該主封裝。該金屬導體通過該中介層基板以提供介於第一組與第二組相對應之接觸結構間的訊號途徑。以這樣的安排，當該主封裝結構隨後連接至一電子系統的印刷電路板（PCB），該中介層協助在該 IC 晶粒與該電子系統間經由該主封裝之 I/O 針腳 / 球腳傳遞訊號。

【0008】中介層傳統上原是用來將 IC 晶粒繞行連接至標準封裝結構上的接觸點，但近來亦用於其他目的。例如，如同半導體製造的進步有助於更小的 IC 晶粒有相對應之較細間距的 IC 晶粒接觸墊，中介層亦用來將細間距的 IC 晶粒接觸點展開成更兼容於傳統封裝結構的較大間距。在這種情況下，該中介層包括依一細間距（第一）圖樣排列在一表面上的第一組接觸點，與依一較寬間距（第二）圖樣排列在相反表面的第二組接觸點，連同為提供相關連之第一組與第二組接觸點間的電子訊號途徑而延伸通過基板並沿著相反表面的導電金屬通孔（via）和跡線（trace）。除了將細間距的 IC 晶粒接觸點展開成較寬的間距，中介層也用來將兩個或更多的晶粒固定成一個單一的封裝結構。

【0009】需要的是一種可兼容於現有 IC 製造技術的暫態電子封裝組合，且置於其上之 IC 晶粒依指令達到充分完整分解，藉由防止存取建置於 IC 晶粒上完好的積體電路而提供安全性與防竄改保護。

【發明內容】

【0010】本發明係針對一種暫態電子裝置，其中至少一 IC

晶粒經由插入玻璃型中介層而安裝於一封裝結構，其中該中介層包括一玻璃基板，該玻璃基板被處理成含有足量離子使其接收到暫態事件觸發訊號後會碎裂（粉末化），如此也使連結在該玻璃基板上的 IC 晶粒碎裂（粉末化）。類似於傳統安排，該新穎的中介層包含置於一第一基板表面且排列成配合 IC 晶粒上相對應之接觸墊之一（第一）圖樣的一第一組接觸點（如金屬墊或其他接觸結構），置於基板相反表面且排列成配合封裝結構上相對應接觸結構之一（第二）圖樣的一第二組接觸點，以及在相對應之第一與第二組接觸點間產生電子訊號途徑之延伸在該基板上或通過該基板的導體。根據本發明之一方面，IC 晶粒係固定連接在中介層上，且該中介層包括包括一藉由離子交換處理賦予脆性之玻璃基板，如此一來，觸發裝置回應一觸發訊號而產生一起始斷裂力（initial fracture force）傳送通過該中介層並將該 IC 晶粒粉末化。具體而言，該離子交換處理之玻璃基板係用已知離子交換程序處理，因此該玻璃基板被賦予足夠的儲能而於回應該起始斷裂力時產生第二斷裂力，使得該第二斷裂力傳送通過該玻璃基板，因此該玻璃基板完全分解（粉末化）成微米尺寸的微粒（如直徑 $\leq 100\text{ }\mu\text{m}$ ），其運用類似於魯珀特之淚（Prince Rupert's Drop）所用的機制。藉由使用一合適之傳統連結技術（例如陽極接合或藉由熔封玻璃）將該 IC 晶粒固定連接至該玻璃基板，該第二斷裂力亦傳送足夠能量至該 IC 晶粒以粉碎該 IC 晶粒（如大致上與中介層基板之粉末化同時）。因此本發明有助於製造暫態電子裝置與系統，其中 IC 晶粒上之功能

性電路於一比用傳統方式（如可溶性基板）明顯較短的時間內有效地消失（粉末化）。此外，藉由將該觸發裝置配置成一偵測到未授權之破壞（例如破壞封裝結構或安裝暫態裝置之印刷電路板）便開始粉末化，本發明藉由防止未授權存取建置於 IC 晶粒上完好的積體電路而提供安全性與防竄改保護。此外，因該中介層兼容於現有低成本 IC 製造技術，本發明有助於製造暫態電子系統，包括對核心 IC 製造程序有最少（或完全沒有）修改的電子裝置。

【0011】根據本發明之一實施例，該中介層之玻璃基板包括離子交換特定玻璃（例如所有具足夠鹼性成份之矽酸鹽玻璃）之一薄玻璃晶圓 / 薄片（wafer / sheet）（例如具厚度在 $100\mu\text{m}$ 和 $300\mu\text{m}$ 範圍內），蝕刻（例如使用雷射、機械或化學蝕刻技術）該玻璃以包含多個玻璃導通孔（through-glass via；TGV）開口。接著以傳導性材料（例如金屬，像是銅）填充該 TGV 開口，該傳導性材料最好具熱膨脹係數（CTE）符合（如 $\pm 10\%$ ）該離子交換特定玻璃之熱膨脹係數，其中該傳導性材料形成具相反端暴露在基板相反表面的金屬通孔結構。接觸點（例如金屬墊）與可選用的金屬跡線結構便在基板兩個相反表面或其中一面上各自形成圖樣，該接觸點安排成上述理想的圖樣，而該可選用的金屬跡線形成圖樣以便在相對應之上 / 下（第一 / 第二）成對的接觸墊間與相關連之金屬通孔結構的相反端間提供電性連結，因此在相對應之上 / 下（第一 / 第二）成對的接觸墊間形成中介層導體（傳導途徑）。

【0012】根據一當前之優選實施例，一暫態事件觸發裝置係製造或設置在每一中介層上，而該中介層接觸結構與金屬跡線結構則形成於玻璃基板上。該觸發裝置包括一致動機制，該致動機制控制起始斷裂力的釋出（例如產生與施加）以回應提供至該觸發裝置之一觸發訊號（例如一外部傳來之電流脈衝）。在替代實施例中，該致動機制包括配置成施加電阻加熱至該玻璃中介層的裝置或配置成施加機械壓力至該玻璃中介層的裝置兩者其中之一。藉由以此方式配置該觸發裝置，當接收到一觸發訊號時該致動機制可產生並施加一夠強之起始斷裂力至該玻璃基板，使得該中介層突然災難性地粉末化且有足夠力道確保安裝其上之 IC 晶粒完全毀壞（粉末化）。

【0013】根據本發明之另一方面，該 IC 晶粒係用確保該 IC 晶粒與該中介層同時粉末化之技術與晶粒連結技術製造且固定連接至該玻璃基板。在一當前優選之實施例中，該 IC 晶粒包括一以標準矽絕緣體（SOI）製造技術（例如功能性電路因此建置成一 SOI 積體電路結構）製造的 IC 裝置。在一實施例中，該 IC 晶粒利用陽極接合連接至該玻璃基板，其提供良好的介面黏附讓碎裂從玻璃基板擴展開且確保該黏合之晶粒被破壞。在一替代實施例中，可使用另一種連結方式，例如使用熔封玻璃。藉由將功能性電路形成 SOI 積體電路以及陽極接合該 IC 晶粒至該玻璃基板，該 IC 晶粒於暫態事件實現時無庸置疑地粉末化成微粒。在另一實施例中，該 IC 晶粒係在連結程序之前或之後“變薄”（例如進行化學機械拋光）以

減少該 IC 晶粒的厚度，其進一步確保該 IC 晶粒在一暫態事件中粉末化。

【0014】根據本發明之另一實施例，一種製造暫態電子裝置的方法包括至少部分形成上述中介層結構並使該玻璃基板接受離子交換處理以增加該玻璃基板之脆性。在蝕刻通孔後可選擇性進行一表面離子交換處理以增加沿著該通孔側壁之脆性。在離子交換處理之前或之後，該觸發裝置（如上述）、該中介層接觸結構以及金屬跡線結構形成／設置於該玻璃基板上。接著固定連接（例如用陽極接合）一或多個 IC 晶粒至該被處理之玻璃基板的一上（第一）表面，俾使 IC 接觸點電性連接至相對應（第一）中介層接觸結構，然後將該中介層安裝至一封裝結構，俾使依第二圖樣排列於該封裝結構上的接觸結構電性連接至置於該玻璃基板之下（第二）表面上相對應（第二）的中介層接觸結構。如上所述，該中介層之玻璃基板接受離子交換處理使其離子含量增加到當回應該觸發裝置提供之起始斷裂力時該受處理之玻璃基板的脆性足以產生第二斷裂力，且該 IC 晶粒連結至該受處理之玻璃基板，使得該第二斷裂力具足夠能量粉末化該 IC 晶粒。觸發後最終的顆粒大小取決於諸如玻璃基板厚度、離子交換處理程度、晶粒連結處理以及起始斷裂力這些因素。在一實施例中，該 IC 晶粒係飾以提供協助控制最終斷裂顆粒大小之斷裂點（特徵）的圖樣（舉例來說，當該玻璃基板被粉末化，該斷裂特徵之形成使得該 IC 晶粒沿著斷裂特徵圖樣斷裂）。

【0015】根據替代之特定實施例，該暫態電子裝置製造方

法包含薄片級 (sheet level) 或晶粒級 (die level) 中介層形成圖樣。每一種情況下，多個中介層核心整體設置於一單一玻璃片上 (例如，每一中介層核心之玻璃基板係以該玻璃片之一相對部分形成)。在薄片級圖樣形成方法中，中介層接觸結構與觸發裝置係形成於每一個中介層核心，然後切割該玻璃薄片以分開這些個別的中介層，接著讓這些中介層接受離子交換處理 (如個別或批次處理)，然後將 IC 晶粒連結至每一中介層。根據晶粒級圖樣形成方法，切開該玻璃薄片成個別的中介層與離子交換處理係在每一中介層核心形成中介層接觸結構與觸發裝置之前，然後連結 IC 晶粒至每一中介層。這兩種方法的主要差異為成本與效能。切割前先在中介層上形成圖樣將提升產量並減少成本，但將具金屬圖樣層之玻璃進行離子交換亦產生一不均勻表面應力分佈，此將降低其脆性。在另一方面，形成圖樣前離子交換處理個別晶粒將提供一更可靠的易碎基板，但在個別單片形成圖樣所增加的成本可能不利。對本領域之技術人員而言，這些示例性方法之其他變化是顯而易見的。

【圖式簡單說明】

【0016】就接下來之說明、專利申請範圍以及本文附圖，將可更理解本發明這些與其他之特色、面貌與優點。

【0017】圖 1 為一上方透視圖，其顯示依據本發明之一示例性實施例製造的一暫態電子裝置。

【0018】圖 2 為一流程圖，其顯示製造圖 1 之暫態電子裝置的一般性製造程序。

【0025】圖 1 之簡圖係包括一暫態電子裝置 100 之透視圖與剖面圖，其顯示一暫態前（pre-transience）完整的狀態（如圖 1 中間與上方所示之裝置 100(t₀)）與一暫態後（post-transience）粉末狀的狀態（圖 1 下方所示之裝置 100(t₁)）。

【0026】參照圖 1 之中間與上方部分，在暫態前的狀態（例如剛製造後），暫態電子裝置 100(t₀)通常包括一積體電路（IC）晶粒 120 以及設置於一中介層 110 上之一觸發裝置 130，該中介層 110 係安裝於一示例性封裝結構 140 上。

【0027】參照圖 1 右上方之小圓圖，IC 晶粒 120 係包括形成於一基板 121（亦即諸如一半導體晶片）上之一積體電路 122 的一積體電路裝置，其使用任何已知半導體製造技術，儘管於一當前優選實施例中 IC 晶粒 120 係一矽絕緣體（SOI）積體電路裝置。電子電路 122 包括一或多個電子元件，其係配置成執行一規定之有用功能（如感測器作用）直到暫態事件發生，如下所述。IC 接觸墊 125 係依一第一圖樣 P1 設置於該半導體基板 121 之一表面上且操作性連結至電子電路 122，例如經由傳統的金屬化圖樣（未顯示）。

【0028】如圖 1 之左上方所示，封裝結構 140 於該示例性實施例中係被描述成一球腳格狀陣列（BGA）封裝結構，其包括配置成協助表面安裝組合至一系統電路板（未顯示）的多個球或凸塊 146。具體而言，如圖 1 右上方小圓圖所示，封裝結構 140 包括依一第二圖樣（P2）設置於一封裝結構 141 之一上表面 142 上的多個（第一）封裝接觸結構 145，而球 /

凸塊（第二封裝結構）146 設置於基板 141 且自其一下表面 143 延伸。封裝導體 147 係用已知技術製成並延伸通過封裝結構 141 以在相關連之接觸結構間提供訊號途徑（例如導體 147-1 在封裝結構 145-1 與相關連之球 / 凸塊 146-1 間產生一電子途徑）。當然，封裝結構 140 可用其他封裝形式實現，例如針腳格狀陣列封裝結構。

【0029】再次參照圖 1 之左上方，類似於傳統安排，中介層 110 係設置於 IC 晶粒 120 與封裝結構 140 之間，並固定至封裝基板 140 使其作為連結 IC 晶粒 120 之每一接觸墊 125 至位於封裝結構 140 上一相對應之球 / 凸塊 146 的配接器。具體而言，中介層 110 包括一薄玻璃基板 111，其具有一上表面 112 與相隔一基板厚度 T_{GLASS} 之一相反下表面 113，在一當前優選實施例中，該基板厚度在 $100\mu m$ 與 $300\mu m$ 範圍內。一第一組接觸點（如金屬墊或其他接觸結構）115 係依圖樣 P1 設置於上表面 112，使得每個接觸點 115 的位置符合該 IC 晶粒 120 之一相對應接觸墊 125 的位置，當 IC 晶粒表面安裝並固定連接（如連結）至中介層 110 時助益於可操作之電性連結（如藉由焊接結構 150）。舉例來說，如圖 1 之小圓圖所示，接觸點 115-1 與相對應之接觸墊 125-1 對齊，並藉由焊接結構 150-1 與之電性連結。中介層 110 係藉由設置於下表面 113 上之第二接觸點 116 固定至封裝結構 140，其係依圖樣 P2 安排並分別與封裝結構 140 上相對應之封裝接觸結構 145 電性連結（如藉由焊接結構 155），當中介層 110 為操作性安裝至封裝結構 140 上時助益於可操作之電性連結。舉例來說，如圖 1

之小圓圖所示，接觸點 116-1 係與相對應之接觸結構 145-1 對齊，並藉由焊接結構 155-1 與之電性連結。中介層 110 進一步包括多個在相關連之接觸點 115 與 116 間形成電子訊號途徑的導體，且每一導體包括設置於一相關連玻璃導通孔（TGV）開口 114 上且延伸通過玻璃基板 111 的一金屬通孔結構 117，以及一或多個形成於一或多個上表面 112 與下表面 113 上之可選用的金屬跡線 118。舉例來說，接觸點 115-1 與 116-1 間係用一金屬通孔結構 117-1 以及形成於下表面 113 上之金屬跡線 118-1 連結。因此，中介層 110 在 IC 晶粒 120 之接觸墊 125-1 與封裝結構 140 之球 / 凸塊 146-1 間藉由接觸點 116-1 提供一電子訊號途徑，該接觸點 116-1 係以接觸結構 145-1 與導體 147-1 而連結至球 / 凸塊 146-1，該導體係由金屬通孔結構 117-1 與金屬跡線 118-1 以及接觸點 115-1 形成。

【0030】如下文所詳細說明，觸發裝置 130 係用以在一暫態事件期間藉由產生並施加一起始斷裂力至玻璃基板 111 而起始 IC 晶粒 120 之粉末化（破碎），以回應一外界產生之觸發訊號 TS。具體而言，觸發裝置 130 係配置成產生一起始斷裂力以回應外界產生之觸發訊號 TS，並操作性連接至玻璃基板 111 之上表面 112，俾使該產生之起始斷裂力施加至玻璃基板 111。如下文所解釋，該起始斷裂力之產生具有足夠能量以使得中介層 110 與 IC 晶粒 120 粉末化。

【0031】根據本發明之一方面，玻璃基板 111 包括一離子交換特定玻璃材料（例如接受離子交換處理之一玻璃）以及用賦予玻璃基板 111 足夠脆性之程序製造中介層 110，使得回

應觸發裝置 130 產生之起始斷裂力時，產生二次斷裂並具足夠能量傳送通過玻璃基板 111 而粉末化玻璃基板 111。具體來說，以下述方式產生中介層核心後，使用已知離子交換程序處理（回火 tempering）玻璃基板 111，俾使玻璃基板 111 之離子含量（如玻璃基板 111 中所包含之離子的數量）增高至賦予該玻璃足夠之脆性，使得在一隨後而來之暫態事件期間為回應觸發裝置 130 施加之該起始斷裂力，玻璃基板 111 上生成第二斷裂。此外，如圖 1 下方所示之裝置 100(t1)，玻璃基板 111 係以離子交換處理賦予足夠之脆性，因此該玻璃基板 111 完全分解（粉末化）成微米尺寸的微粒（如直徑 $\leq 100\ \mu\text{m}$ ），其運用類似於魯珀特之淚（Prince Rupert's Drop）所用的機制。亦即，如圖 1 左下方之小圓圖所示，該第二斷裂迅速穿透受處理之玻璃基板 111，因此玻璃基板 111 突然且災難性地分解（粉末化）成微米尺寸的微粒 101（例如具長度 L、寬度 W 與高度 H 小於約 $100\ \mu\text{m}$ 的大小）。達到上述脆性狀態（例如，該中介層核心所接受之離子交換處理的參數）所需之玻璃基板 111 最佳的離子含量取決於多個因素，包括玻璃基板 111 之類型與厚度，且測定該最佳含量係在本領域技術人員之能力範圍內。

【0032】根據本發明之另一方面，IC 晶粒 120 係固定連接至中介層 110，俾使玻璃基板 111 上生成之該第二斷裂在一暫態事件期間以足夠力量傳送並也粉末化 IC 晶粒 120。藉由使用一合適之傳統連結技術（例如陽極接合或藉由熔封玻璃）將 IC 晶粒 120 至玻璃基板 111，該玻璃基板 111 上生成之二

次斷裂亦傳送至 IC 晶粒 120 並具足夠能量以粉末化 IC 晶粒 120 (例如圖 1 底部所示,基本上與中介層 110 之粉末化同時)。因此本發明有助於暫態電子裝置 100 之製造,其中形成於 IC 晶粒 120 上之功能性電路於一比用傳統方式(如可溶性基板)明顯較短的時間內有效地消失(粉末化)。此外,藉由將觸發裝置 130 配置成一偵測到未授權之破壞(例如破壞封裝結構 140 或安裝暫態裝置 100 之一系統電路板,未顯示)便開始粉末化反應,本發明藉由防止未授權存取建置於 IC 晶粒 120 上完好的電子電路 122 而同時提供安全性與防竄改保護。此外,因中介層 110 兼容於現有低成本 IC 製造技術,本發明有助於製造暫態電子裝置 100 且對核心 IC 製造程序有最少(或可能完全沒有)修改。

【0033】圖 2 所示為根據一示例性實施例製造暫態電子裝置 100 (參見圖 1) 之一製造程序流程圖,該方法一般包括將中介層 110 進行離子交換處理,然後固定連結 IC 晶粒 120 至受處理之玻璃基板 111。接著將中介層 110 固定至封裝結構 140。參照圖 2 上方之區塊 210,該方法始於取得或製造一中介層核心(例如包括金屬通孔結構但不包括接觸結構、金屬跡線或一觸發裝置之一合適的玻璃基板)。一示例性中介層核心之製造係說明如下並參見圖 3 與 3(A)至 3(E)。接著,進行離子交換處理以增加該玻璃基板之離子含量(區塊 220),以及完成該中介層之製造(諸如接觸結構依照預定安排形成,如上述參照圖 1 之圖樣 P1 和 P2,金屬跡線形成於基板之一或兩表面上,以及一觸發裝置形成或安裝於玻璃基板

上)。如圖 2 箭號 A 所標示以及如下述之具體示例性實施例，區塊 220 中將該未完成之中介層核心進行離子交換處理或區塊 230 中已完成之中介層接著於區塊 220 進行離子交換處理。如區塊 240 所標示，進行離子交換處理後，一或多個 IC 晶粒係依上述方法使用晶粒連結技術連結至每一中介層，其在暫態事件期間促進二次斷裂從該中介層傳送至該 IC 晶粒並具足夠能量以粉末化該 IC 晶粒。參照區塊 250，該中介層係操作性固定至一封裝結構上（如圖 1 所示之 BGA 封裝結構 140），由此該暫態電子裝置已準備好被裝配成一主系統（host system）。

【0034】圖 3 所示為根據本發明之一實施例製造一中介層核心之製造程序的流程圖，而圖 3 (A) 至 3 (E) 所示為一示例性中介層核心在圖 3 流程中的不同階段。

【0035】參照圖 3 之區塊 211 與圖 3 (A)，該程序始於取得具合適之厚度 T_{GLASS} 的一離子交換特定玻璃薄片 111A。合適之離子交換特定玻璃包括未強化之康寧大猩猩玻璃（Corning Gorilla Glass）、肖特觸控玻璃（SCHOTT Xensation）與 AGC 龍尾玻璃（AGC Dragontrail glass），其可從多家玻璃經銷商例如美國加州聖保拉（Santa Paula, CA）之 Abrisa Technologies 公司取得。

【0036】參照圖 3 之區塊 213 與圖 3 (B)，玻璃導通孔（TGV）開口 114A 延伸穿透玻璃基板 111A（例如在上表面 112A 與下表面 113A 之間）而形成。在替代之特定實施例中，TGV 開口 114A 係使用雷射蝕刻程序、機械蝕刻程序或化學蝕

刻程序（其在圖 3（B）中共同以箭號 310 標示）之其中一種蝕刻或削磨部分的玻璃基板 112A。

【0037】參照圖 3 之區塊 215 與圖 3（C），接著進行（在 TGV 開口 114 形成金屬通孔結構之前）一選擇性之表面離子交換程序（箭號 320 所標示）。

【0038】接著使用合適之方法在每一 TGV 開口 114A 形成金屬通孔結構 117A。參照圖 3 之區塊 217 與圖 3（D），在一特定實施例中一金屬材料 330 係設置於上表面 112A 與下表面 113A 上，俾使該金屬材料之部分進入每一 TGV 開口 114A 並形成相對應之金屬通孔結構 117A。參照圖 3 之區塊 219 與圖 3（E），接著將該金屬材料之殘餘部分從上表面 112A 與下表面 113A 移除，例如利用合適之蝕刻劑 340。如圖 3（E）所示，進行該蝕刻程序俾使所得之中介層核心 110A 包括延伸通過玻璃基板 111A 且其相反兩端分別暴露在上表面 112A 與下表面 113A 的每一金屬通孔結構 117A，其助益於與之後所形成之結構的連結（諸如中介層接觸結構與金屬跡線結構）。

【0039】接著加工上述之中介層核心以提供完整的中介層至 IC 晶粒安裝之所在。根據替代之 示例性實施例，中介層核心之加工係進行薄片級或晶粒級的圖樣形成。一示例性薄片級圖樣形成加工係如下述並參照圖 4（A）至 4（E），而一示例性晶粒級圖樣形成加工係如下述並參照圖 5（A）至 5（E）。薄片級與晶粒級圖樣形成皆始於多個中介層核心，其形成並在一單一玻璃薄片上整體連接在一起。例如圖 4（A）所示，一單一（連續的 / 未斷裂的）玻璃薄片 111B 包括三個

連結一體之中介層核心 110B-1、110B-2 與 110B-3，每一中介層核心具有由玻璃薄片 111B 之相對應部分形成之一各自的玻璃基板 111B-1、111B-2 與 111B-3。同樣的，如圖 5 (A) 所示，整體的中介層核心 110C-1、110C-2 與 110C-3 具有由一單一玻璃基板 111C 之相對應部分形成之各自的玻璃基板 111C-1、111C-2 與 111C-3。

【0040】以圖 4 (A) 所示之整體的中介層核心開始，圖 4 (B) 所示薄片級圖樣形成之開始係藉由使用已知技術於每一中介層核心上形成接觸結構、選擇性之金屬跡線結構以及觸發裝置的圖樣。例如，接觸結構 115 (以及可選擇之金屬跡線結構，未顯示) 係經由在薄片上表面 112B 上印刷一合適之金屬 350B 而形成於玻璃薄片 111B 上。將接觸結構 116 與可選擇之金屬跡線結構 (未顯示) 形成於薄片下表面 113B 上，然後藉由例如反轉玻璃薄片 111B 並重複金屬印刷程序而形成。接著藉由使用印刷程序將一合適之金屬 360B 設置於每一中介層 110B-1 至 110B-3 上或表面安裝一事先形成之結構至每一中介層 110B-1 至 110B-3 上而分別形成觸發裝置 130B-1 至 130B-3。參照圖 4 (C)，玻璃薄片 111B 接著被切割 (例如使用雷射 370B) 分開成中介層 110B-1 至 110B-3，然後該各個別之中介層 110B-1 至 110B-3 如圖 4 (D) 所示進行離子交換處理 (箭號 380B 所標示)。如圖 4 (E) 所示，離子交換處理之後，接著分別連結 IC 晶粒 120B-1、120B-2 與 120B-3 至中介層 110B-1、110B-2 與 110B-3。

【0041】如圖 5 (A) 至 5 (E) 所述之晶粒級圖樣形成包

含個別處理每一中介層核心。亦即如圖 5 (A) 所示之整體的中介層核心開始，晶粒級圖樣形成始於切割（使用雷射 370C 切割）成個別的中介層核心 110C-1 至 110C-3，接著如圖 5 (C) 所示將個別的中介層核心 110C-1 至 110C-3 進行離子交換處理（箭號 380C 所標示）。離子交換處理之後，如圖 5 (D) 所示，接觸結構 115 與 116、選擇性之金屬跡線結構以及觸發裝置 130C-1 至 130C-3 以上述之技術形成於各中介層核心 110C-1 至 110C-3 上，接著如圖 5 (E) 所示，IC 晶粒 120C-1、120C-2 以及 120C-3 分別連結至中介層 110C-1、110C-2 以及 110C-3。

【0042】圖 6 (A) 至 6 (E) 根據本發明之另一實施例說明一暫態電子裝置 100D 之製造與隨後之致動。

【0043】圖 6 (A) 說明以上述一致之方法製造之一中介層 110D。為說明之目的，分別設置於上表面 112D 與下表面 113D 上之相關連的接觸結構 115D 與 116D 之連結係經由包含一相關連之金屬通孔結構 117D 的簡單接觸結構。在本實施例中，觸發裝置 130D 係為電性控制，更具體而言係用一加熱元件產生局部熱源以回應通過金屬通孔結構 137D 傳送之一施加的電子脈衝，該金屬通孔結構 137D 係連結至設置於下面 113D 上相關連之接觸結構 136D。在一實施例中，觸發裝置 130D 之構成係藉由在相關連之金屬通孔結構 137D 的上方末端部分形成一寬 / 厚的低電阻電極 132D，接著在電極 132D 之間形成一薄、窄的電阻（致動器 actuator）結構 135D，其中電阻結構 135D 係以能維持高溫的材料（像是一金屬如鎢）形

成。觸發裝置 130D 係用標準微加工技術（氣相沈積與光曝圖案形成 photo-patterning）或簡單地通過遮罩蒸鍍（shadow-masked evaporation）而直接製造在玻璃基板 110D 之上。

【0044】圖 6（B）說明經由熔封玻璃或一陽極接合將 IC 晶粒 120D 隨後固定連接至玻璃基板 111D。參照上文圖 1 所說明，安裝 IC 晶粒 120D 使得接觸墊 125D 與設置於玻璃基板 111D 上表面 112D 上的接觸結構 115D 產生電性接觸。

【0045】圖 6（C）說明將中介層 110D 固定至一封裝結構 140D 以完成暫態電子裝置 110D 之裝配。如上文所述，安裝中介層 110D 使得封裝接觸結構 145D-1 電性連結至設置於玻璃基板 111D 下表面 113D 上相對應的中介層接觸結構 116D。於此實施例中，觸發裝置 130D 之致動也是經由封裝接觸結構 145D-2 與相對應之接觸結構 136D 間之電性連結而生效，其藉由在封裝結構 140 與設置於中介層 110D 上的金屬通孔結構 137D 之間形成導體（未顯示）而在封裝結構 140D 之球 / 凸塊 146D 以及觸發裝置 130D 之間形成訊號途徑。

【0046】亦如圖 6（C）所說明，在一實施例中，IC 晶粒 120D 藉由化學機械拋光（chemical mechanical polishing, CMP）390D 變薄至一實際的厚度 T_{DIE} 以更進一步促成粉末化。IC 晶粒 120D 達到破碎之關鍵在於從玻璃基板 111D 蔓延至 IC 晶粒 120D 之斷裂縫隙的耦合，其經由將 IC 晶粒 120D 變薄（像是如所述在連接至中介層 110D 之後或在連接之前）而更為促成。該破碎程序可視為兩種可能的演變間的競爭：

縫隙可往上蔓延至晶粒基板 / 矽，或者未蔓延通過該連結區反而大轉彎導致去連結。為達到玻璃 / 矽連結所需之比例，使用一陽極接合或一低熔點熔封玻璃 127D 將 IC 晶粒 120D 固定至玻璃基板 111D。或者，可用共晶或黏合劑連結將 IC 晶粒 120D 固定至玻璃基板 110D。

【0047】圖 6 (D) 說明將暫態電子裝置 100D 隨後連接至一系統級印刷電路板 160D，其提供電源給 IC 晶粒 120D 並藉由封裝結構 140D 及中介層 110D 與之通訊。在該示例性實施例中，電路板 160D 係安裝在一安全的外殼（未顯示）內，其包含可偵測對該外殼進行未授權破壞的一安全系統（如感測器），以及配置成與 IC 晶粒 120D 和觸發裝置 130D 通訊的一控制系統。亦即，在一般操作情況下，該系統控制器有利於 IC 晶粒之功能性操作。然而，如以下參照圖 6 (E) 與 6 (F) 之說明，當該系統控制器偵測到對該系統外殼進行未授權之破壞時（其可能與試圖存取或破壞 IC 晶粒 120D 之功能性電路相關），該系統控制器發射觸發訊號至觸發裝置 130D 以起始一暫態事件。

【0048】圖 6 (E) 與 6 (F) 說明在一暫態事件期間（例如回應經由封裝結構 140D 之球 / 凸塊而施加至暫態電子裝置 100D 的一觸發訊號 TS）暫態電子裝置 100D 之被控制的破壞（分解）。在該示例性實施例中，由觸發裝置 130D 產生之斷裂機制係為當玻璃基板 110D 之部分被電阻結構 135D 膨脹加熱而產生之環應力（hoop stress）。此觸發裝置之模擬顯示施加電流脈衝 0.5 毫秒後，在該電阻器結構下出現在

100-150MPa 範圍內之張性環應力(tensile hoop stresses)-- 此應足以在幾乎任何傳統回火玻璃上起始斷裂。這些模擬結果顯示大表面拉應力 (tensile stress) 可用適量的電流與能量取得。在此例中，根據用鎢性質估算得之電阻，該電流約為 70 毫安培，且該電阻兩端之電壓約為 80 毫伏特。這些量在現有小尺寸電池 (small-form-factor battery) 的容量範圍內。如圖 6 (E) 所標示，在時間 t_0 (例如，觸發訊號 TS 發射之後立即) 時，一產生之初始斷裂 F_0 經由局部加熱方式生成於玻璃基板 110D 上，但 IC 晶粒 120D 維持完整。如圖 6 (F) 所標示，回應傳送通過玻璃基板 111D(t_1)之起始斷裂力，玻璃基板 111D(t_1)上生成二次斷裂 F_p ，由此所述，玻璃基板 111D(t_1)被粉末化成微粒 101D。此外，因 IC 晶粒 120D(t_1)充分連結至玻璃基板 111D(t_1)上，二次斷裂 F_p 傳送至 IC 晶粒 120D(t_1)並具足夠能量以粉末化該晶粒材料成微粒 101D。

【0049】除了上個實施例中所述之局部加熱法外，其他觸發裝置可用以生成該裝置產生粉末化所需之起始斷裂。例如，可製造合適之觸發裝置，其利用在玻璃基板表面上起始一化學反應或藉由在該玻璃基板上施加一局部機械壓力 (例如使用一壓電元件) 而產生局部斷裂。

【0050】儘管本發明以特定實施例說明，但本領域之技術人員應知本發明之創新特色亦可應用於其他實施例，所有這些均在本發明之範圍內。

【符號說明】

- 100、100D 暫態電子裝置
- 100(t0) 暫態前完整的暫態電子裝置
- 100(t1) 暫態後粉末狀的暫態電子裝置
- 101、101D 微粒
- 110、110D 中介層
- 110B-1、110B-2、110B-3、110C-1、110C-2、110C-3 中介層核心
- 111、111A、111B-1、111B-2、111B-3、111C、111C-1、111C-2、111C-3、111D 玻璃基板
- 111B 玻璃薄片
- 112、112A、112D、142 上表面
- 112B 薄片上表面
- 113、113A、113D、143 下表面
- 113B 薄片下表面
- 114、114A 玻璃導通孔開口
- 115、115-1、116、116-1 接觸點
- 115D、116D、136D 接觸結構
- 117、117A、117-1、117D、137D 金屬通孔結構
- 118-1 金屬跡線
- 120、120B-1、120B-2、120B-3、120C-1、120C-2、120C-3、120D IC 晶粒
- 121 基板
- 122 電子電路

125、125D 接觸墊

127D 熔封玻璃

130、130B-1、130B-2、130B-3、130C-1、130C-2、130C-3、

130D 觸發裝置

132D 電極

135D 電阻

140、140D 封裝結構

141 基板

145、145-1、145D-1、145D-2 封裝接觸結構

146、146-1、146D 球 / 凸塊

147、147-1 導體

150、150-1、155、155-1 焊接結構

160D 電路板

210、211、213、215、217、219、220、230、240、250 區
塊

310、320、380B、380C 箭號

330 金屬材料

340 蝕刻劑

350B、360B 金屬

370B、370C 雷射

390D 化學機械拋光

發明摘要

I678770

※ 申請案號：105109922

※ 申請日：105年3月29日

※IPC 分類：H01L 23/00 (2006.01)

H01L 23/15 (2006.01)

H01L 25/065 (2006.01)

H03K 19/177 (2006.01)

【發明名稱】

具離子交換玻璃處理之中介層的暫態電子裝置

TRANSIENT ELECTRONIC DEVICE WITH ION-EXCHANGED

GLASS TREATED INTERPOSER

【中文】

一種使用玻璃型中介層的暫態電子裝置，該中介層係以離子交換處理以增加其脆性，並包括一安裝於其表面操作的觸發裝置。一積體電路（IC）晶粒接著連結至該中介層，於一般操作狀況下，該中介層係安裝至其作用之一封裝（package）結構上，以操作性連結該 IC 晶粒至該封裝 I/O 針腳 / 球腳。於一暫態事件期間（例如當偵測到未經授權之竄改），一觸發訊號傳送至該觸發裝置，使得該觸發裝置產生一作用於該玻璃型中介層基板之起始斷裂力。該中介層係配置成透過該玻璃型中介層基板傳送具足夠能量之該起始斷裂力同時讓該中介層完全粉末化並轉移至該 IC 晶粒，該 IC 晶粒亦因此粉末化（即視覺上消失）。

【英文】

A transient electronic device utilizes a glass-based interposer that is treated using ion-exchange processing to increase its fragility, and includes a trigger device operably mounted on a surface thereof. An integrated circuit (IC) die is then bonded to the interposer, and the interposer is mounted to a package structure where it serves, under normal operating conditions, to operably connect the IC die to the package I/O pins/balls. During a transient event (e.g., when unauthorized tampering is detected), a trigger signal is transmitted to the trigger device, causing the trigger device to generate an initial fracture force that is applied onto the glass-based interposer substrate. The interposer is configured such that the initial fracture force propagates through the glass-based interposer substrate with sufficient energy to both entirely powderize the interposer, and to transfer to the IC die, whereby the IC die also powderizes (i.e., visually disappears).

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 100 暫態電子裝置
- 100(t0) 暫態前完整的暫態電子裝置
- 100(t1) 暫態後粉末狀的暫態電子裝置
- 101 微粒
- 110 中介層
- 111 玻璃基板
- 112、142 上表面
- 113、143 下表面
- 114 玻璃導通孔開口
- 115、115-1、116、116-1 接觸點
- 117、117-1 金屬通孔結構
- 118-1 金屬跡線
- 120 IC 晶粒
- 121 基板
- 122 電子電路
- 125 接觸墊
- 130 觸發裝置
- 140 封裝結構
- 141 基板
- 145、145-1 封裝接觸結構
- 146、146-1 球 / 凸塊

147、147-1 導體

150、150-1、155、155-1 焊接結構

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

【無】

【0019】圖 3 為一流程圖，其顯示依據本發明之一實施例製造包含金屬玻璃導通孔結構之中介層核心的製造程序。

【0020】圖 3 (A)、3 (B)、3 (C)、3 (D)、與 3 (E) 為簡化之側面剖視圖，其顯示依據圖 3 之流程製造的一中介層核心。

【0021】圖 4 (A)、4 (B)、4 (C)、4 (D)、與 4 (E) 為簡化之側面剖視圖，其顯示依據本發明之一薄片級圖樣形成之實施例製造的一多重暫態電子裝置。

【0022】圖 5 (A)、5 (B)、5 (C)、5 (D)、與 5 (E) 為簡化之側面剖視圖，其顯示依據本發明之一晶粒級圖樣形成之實施例製造的一多重暫態電子裝置。

【0023】圖 6 (A)、6 (B)、6 (C)、6 (D)、6 (E)、與 6 (F) 為側面剖視圖，其顯示依據本發明之另一實施例製造的一暫態電子裝置。

【實施方式】

【0024】本發明係關於改進暫態電子裝置。本文以下說明使本領域一般技術人員可製造並使用本發明所提供之特定應用與需求之內容。本文所使用之方向性術語諸如“上方”“向上”“下方”“向下”係旨在為說明之目的提供相對位置，並非用以限定一絕對的參考框架。對優選實施例之各種修改對本領域之技術人員而言是顯而易見的，文中所定義之一般原理可應用至其他實施例。因此，本發明並不限於本文所述之特定實施例，而是要符合與本公開說明之原理與新穎特徵一致之最廣範圍。

申請專利範圍

1、一種暫態電子裝置，其包括：

一積體電路（IC）晶粒，其包括具有一電子電路形成於上之半導體基板，以及依一第一圖樣設置在該半導體基板之一表面上的 IC 接觸墊，該 IC 接觸墊可操作性連接至該電子電路；

一封裝結構，其包括一封裝基板、依一第二圖樣設置於其第一表面上之多個第一封裝接觸結構、設置於其第二表面上之多個第二封裝接觸結構以及在該第一與第二表面間延伸穿透該封裝結構之多個封裝導體，其使得每一該封裝導體在相關連之第一封裝接觸結構與一相關連之第二封裝結構間形成一電子途徑；

一中介層，其包括一包含依該第一圖樣設置於其一第一表面上之多個第一接觸點的玻璃基板、設置於其第二表面上之多個第二接觸點以及多個中介層導體，每一該中介層導體係配置成在一相關連之第一接觸點與一相關連之第二接觸點間形成一電子途徑；以及

一觸發裝置，其連接至該中介層且配置成產生並施加一起始斷裂力至該玻璃基板，以回應一觸發訊號，

其中該中介層係固定至該封裝基板上，使得設置於該第二表面上之每一第二接觸點為電性連結至相對應之第一封裝接觸結構，

其中該玻璃基板包含一數量之離子，使得回應該起始斷裂力時，二次斷裂係在該玻璃基板中產生並傳播遍及該

玻璃基板，藉此使該玻璃基板粉末化，且
其中該 IC 晶粒係固定連接至該玻璃基板，使得該二次斷裂以足以使該 IC 晶粒粉末化的能量傳播至該 IC 晶粒。

- 2、如申請專利範圍第 1 項所述之暫態電子裝置，其中該玻璃基板包括一在 100 μ m 至 300 μ m 範圍內之厚度。
- 3、如申請專利範圍第 2 項所述之暫態電子裝置，其中該玻璃基板包括一矽酸鹽玻璃。
- 4、如申請專利範圍第 2 項所述之暫態電子裝置，其中該玻璃基板界定多個延伸於其第一表面與第二表面之間的玻璃導通孔。
- 5、如申請專利範圍第 4 項所述之暫態電子裝置，其中每一該中介層導體包括金屬通孔結構，該金屬通孔結構延伸通過相關連之該玻璃導通孔。
- 6、如申請專利範圍第 5 項所述之暫態電子裝置，其中該金屬通孔結構包括傳導性材料，該傳導性材料的熱膨脹係數（CTE）係符合該玻璃基板的熱膨脹係數（CTE）。
- 7、如申請專利範圍第 4 項所述之暫態電子裝置，其中該等中介層導體中的至少一些中介層導體進一步包括金屬跡線結構，該金屬跡線結構係配置在該第一表面及該第二表面中之一者上且從相關連之該金屬通孔結構延伸至相關連之該第一接觸點及該第二接觸點中之一者。
- 8、如申請專利範圍第 1 項所述之暫態電子裝置，其中該觸發裝置包括一致動機制，該致動機制係配置成控制釋出該起始斷裂力以回應一外界提供之觸發訊號。

- 9、如申請專利範圍第 8 項所述之暫態電子裝置，其中該致動機制包括配置成施加電阻加熱至該玻璃基板的裝置或配置成施加機械壓力至該玻璃基板的裝置中之一者。
- 10、如申請專利範圍第 1 項所述之暫態電子裝置，其中該 IC 晶粒係陽極接合至該玻璃基板。
- 11、如申請專利範圍第 1 項所述之暫態電子裝置，其中該 IC 晶粒包括矽絕緣體（SOI）積體電路裝置。

圖式

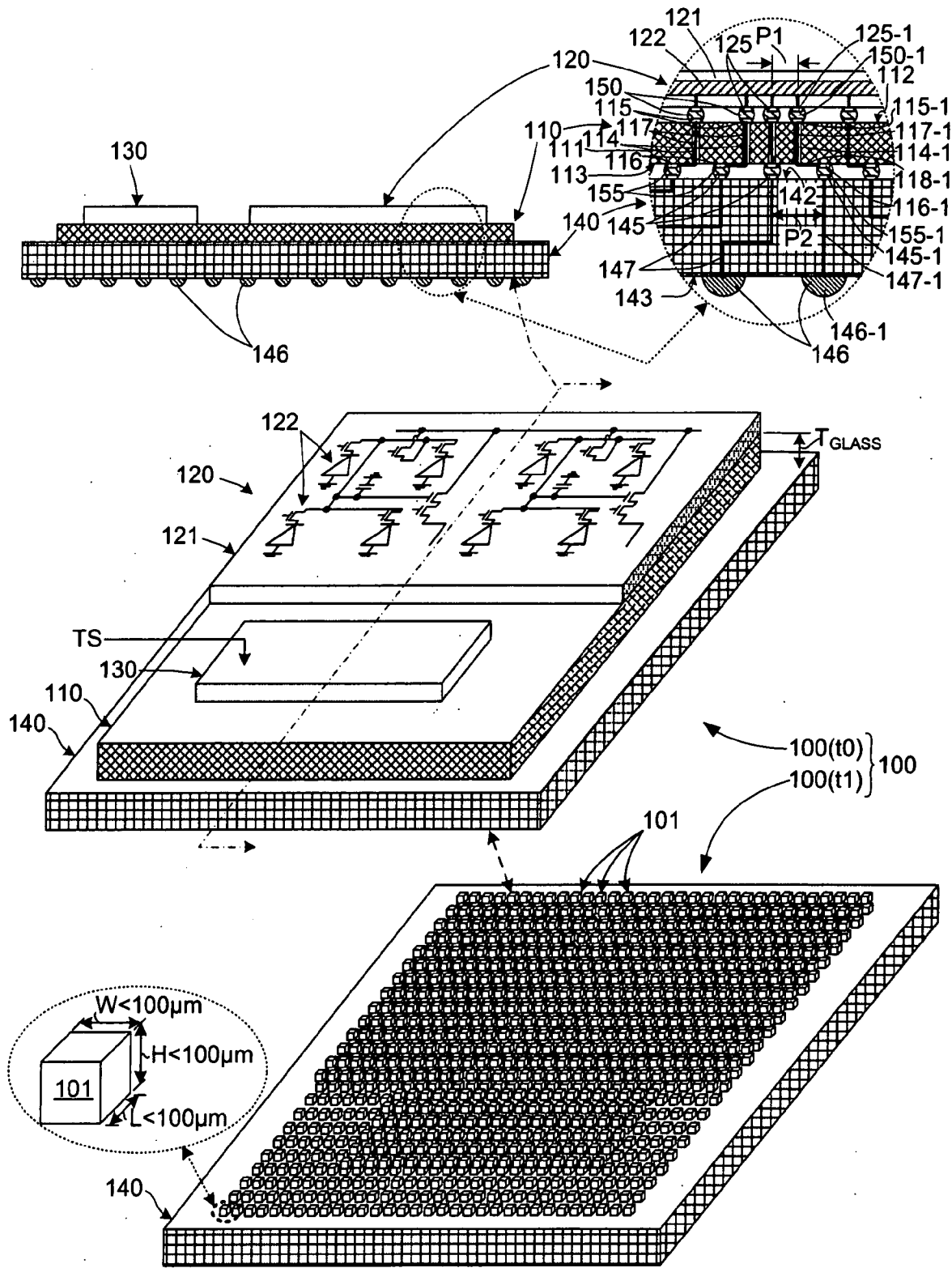


圖1

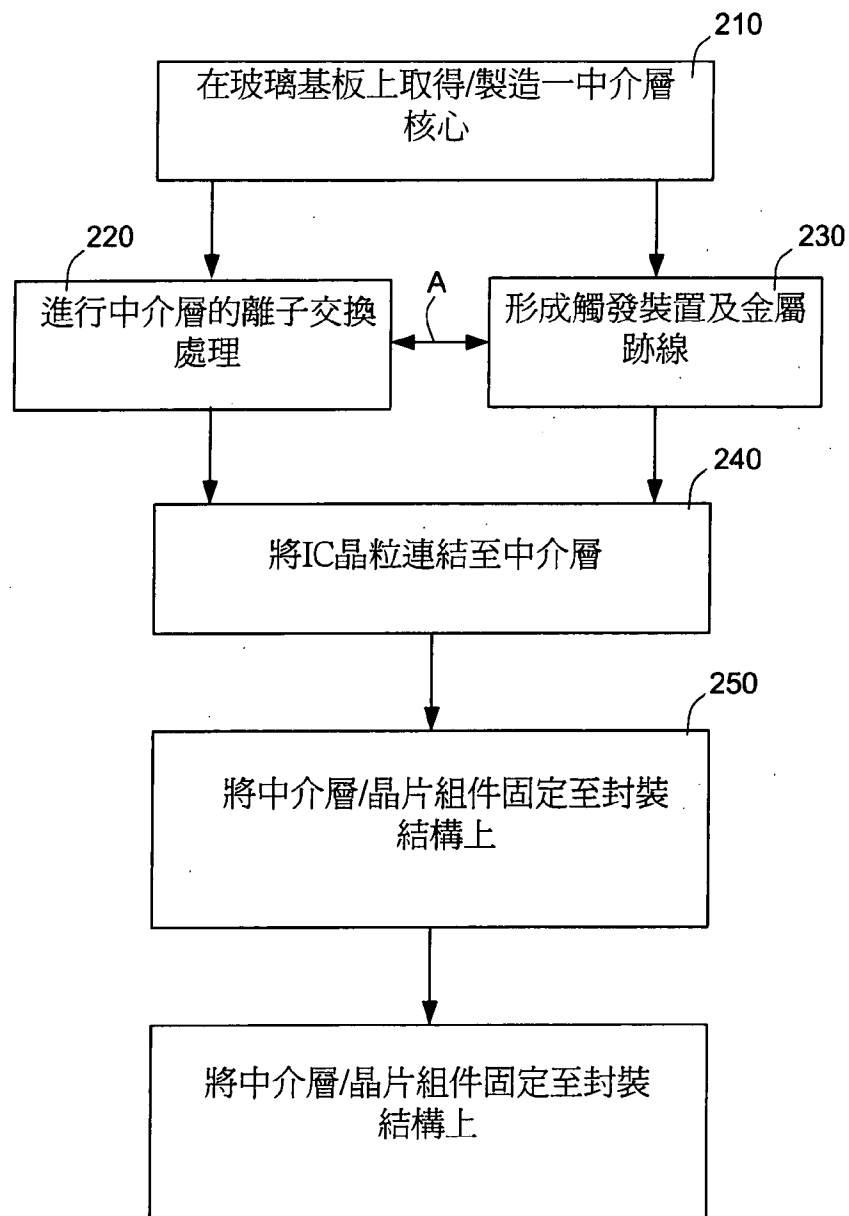


圖2

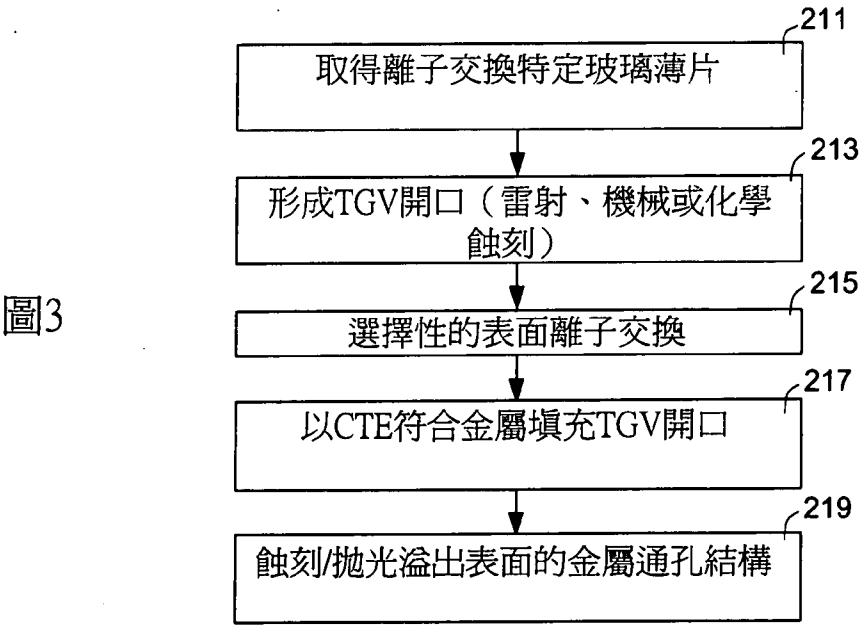


圖3(A)

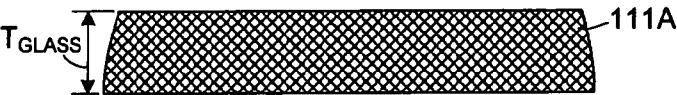


圖3(B)

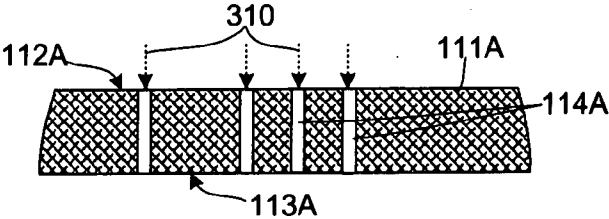


圖3(C)

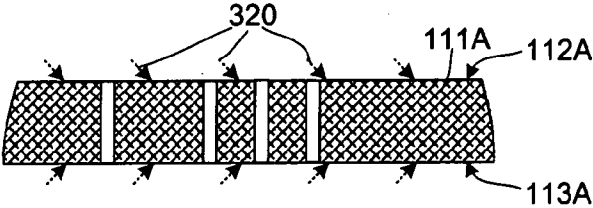


圖3(D)

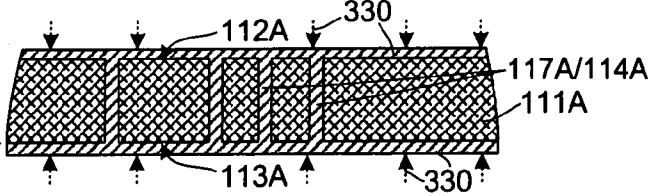
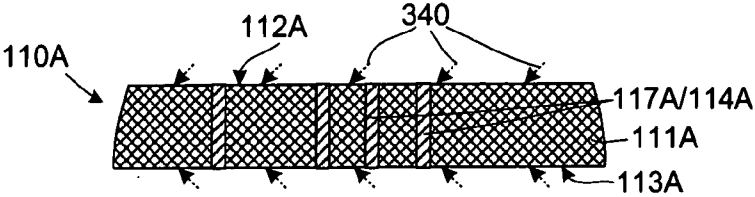
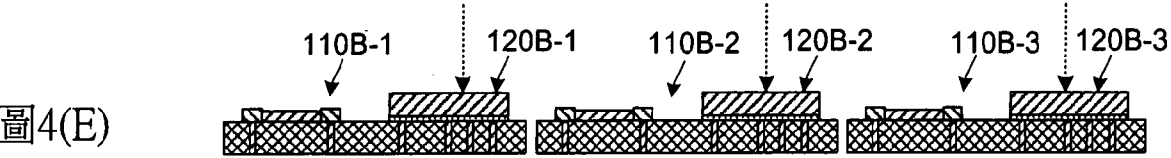
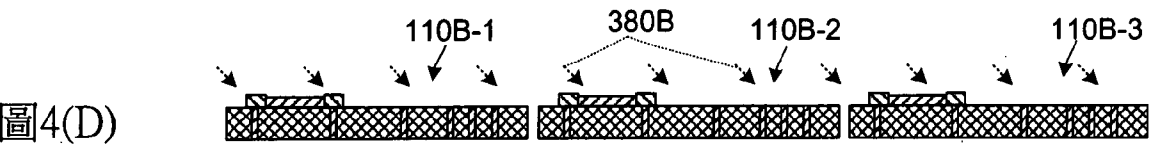
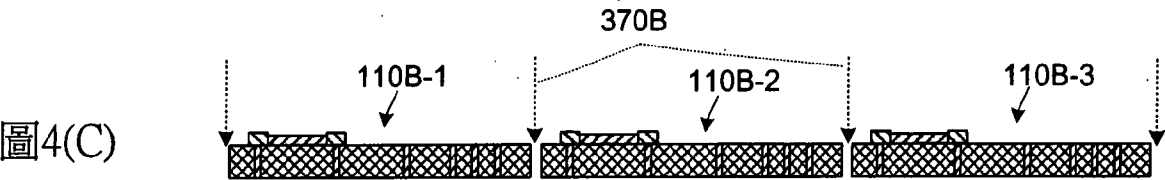
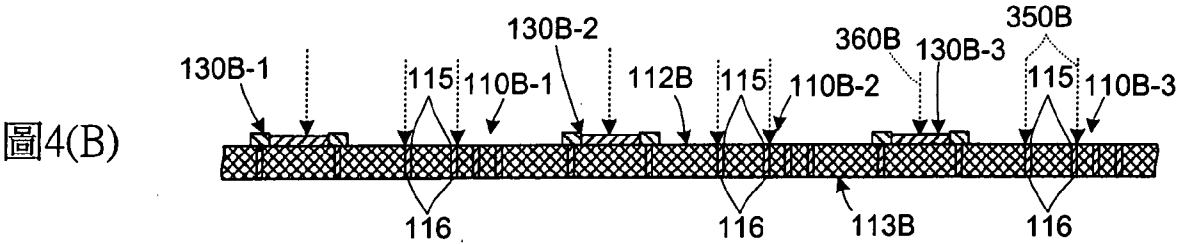
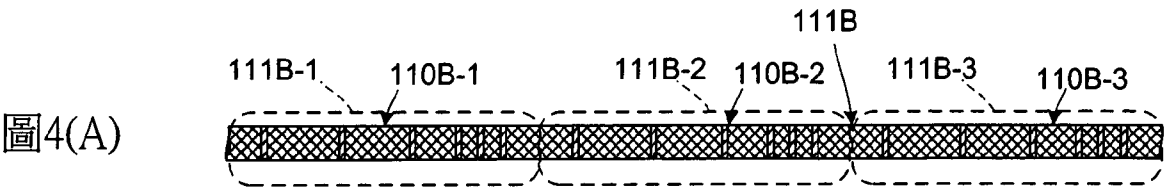
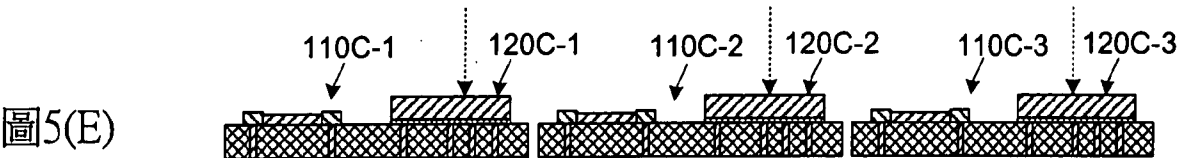
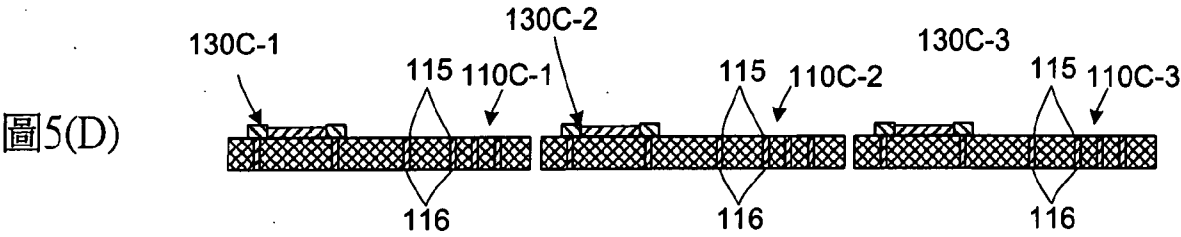
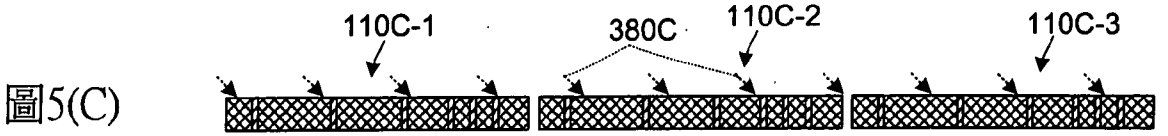
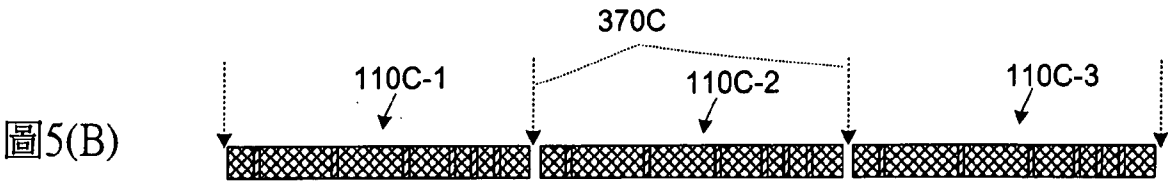
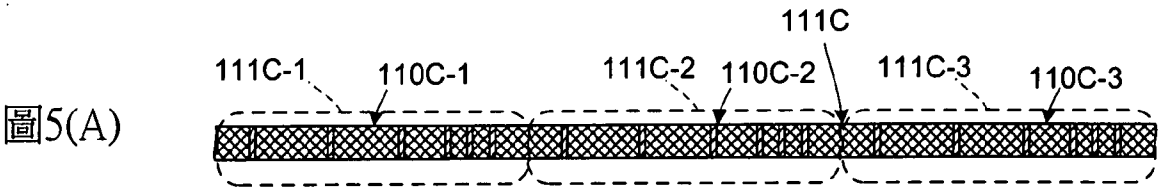


圖3(E)







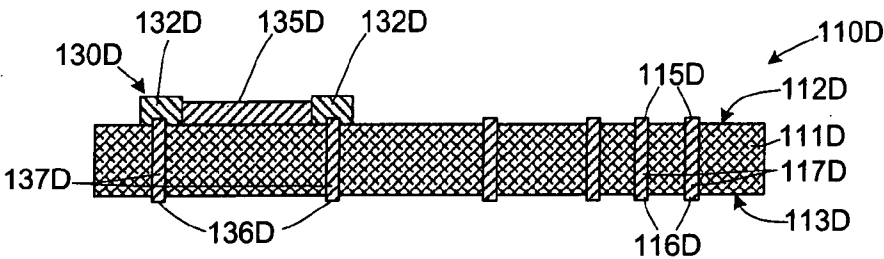


圖6(A)

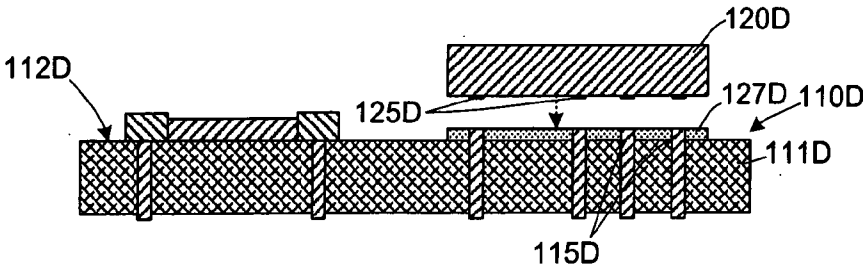


圖6(B)

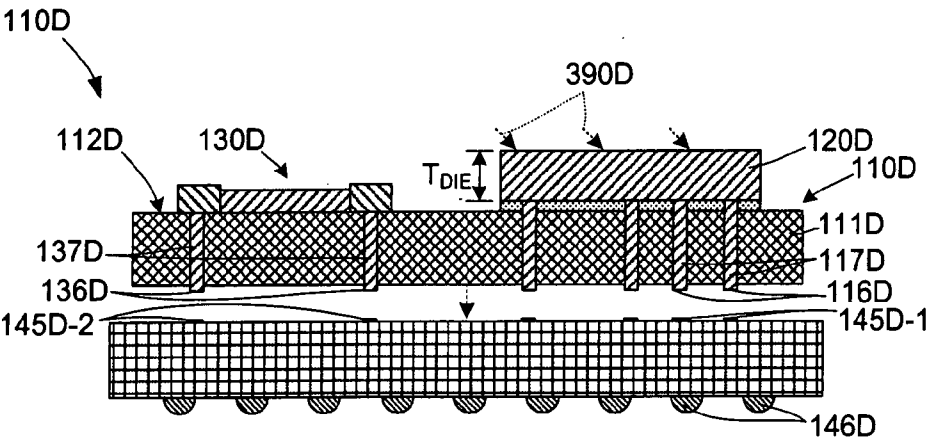


圖6(C)

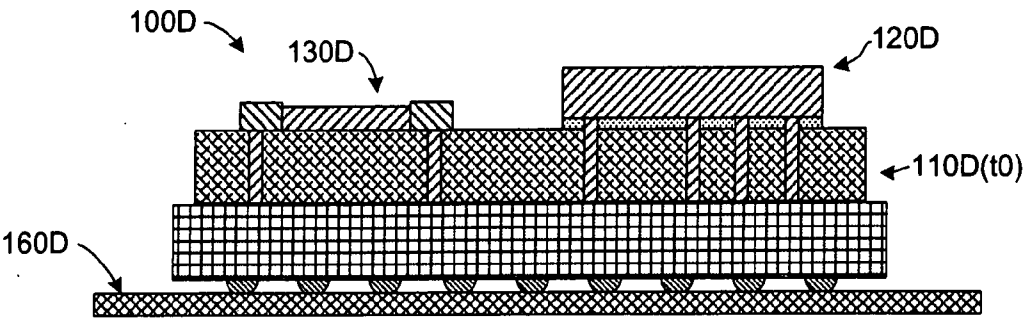


圖6(D)

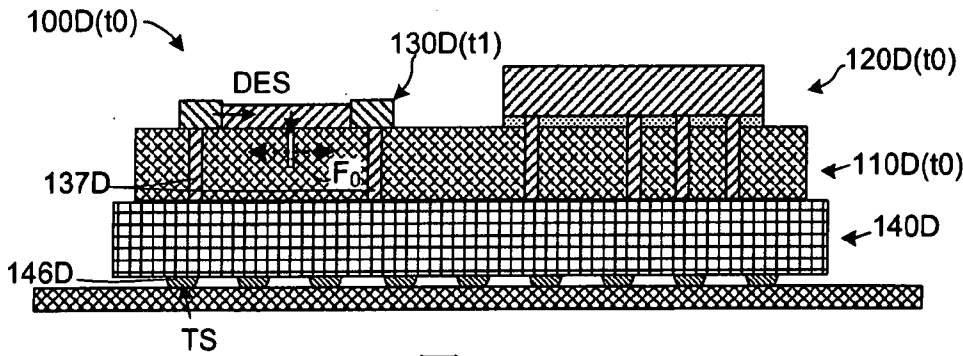


圖6(E)

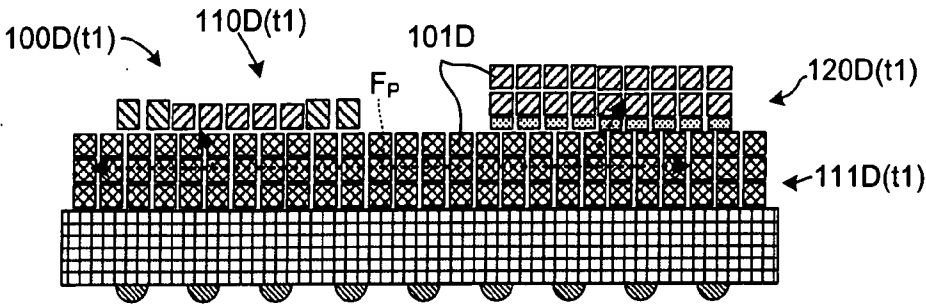


圖6(F)