



(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 I583481 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 05 月 21 日

(21) 申請案號：104123697

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 02 月 03 日

(51) Int. Cl. : **B23K35/22 (2006.01)**

(30) 優先權：2011/02/04 美國 61/439,538

2011/09/28 美國 61/540,213

(71) 申請人：安塔雅科技公司 (美國) ANTAYA TECHNOLOGIES CORPORATION (US)
美國

(72) 發明人：黃潔妮 S HWANG, JENNIE S. (US)；皮萊拉 約翰 PEREIRA, JOHN (US)；麥金 亞歷山德拉 M MACKIN, ALEXANDRA M. (US)；剛薩維司 約瑟夫 C GONSALVES, JOSEPH C. (US)

(74) 代理人：閻啟泰；林景郁

(56) 參考文獻：

TW 200621411A

TW 200810869A

CN 1477663A

CN 1842415A

CN 1982405A

CN 101257995A

US 4785137

WO 2006/040582A1

WO 2009/111932A1

WO 2010/047139A1

審查人員：陳建志

申請專利範圍項數：40 項 圖式數：9 共 53 頁

(54) 名稱

形成焊料組成物之方法

A METHOD OF FORMING A SOLDER COMPOSITION

(57) 摘要

一種焊料組成物，其包括約 4 重量%至約 25 重量%錫、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻、約 0.03 重量%至約 4 重量%銅、約 0.03 重量%至約 4 重量%鎳、約 66 重量%至約 90 重量%銾及約 0.5 重量%至約 9 重量%銀。該組成物可另外包括約 0.2 重量%至約 6 重量%鋅及獨立地約 0.01 重量%至約 0.3 重量%鍺。該組成物可用來將電連接器焊接至玻璃組件上的電接點表面上。

A solder composition includes about 4% to about 25% by weight tin, about 0.1% to about 8% by weight antimony, about 0.03% to about 4% by weight copper, about 0.03% to about 4% by weight nickel, about 66% to about 90% by weight indium, and about 0.5% to about 9% by weight silver. The composition can further include about 0.2% to about 6% by weight zinc, and, independently, about 0.01% to about 0.3% by weight germanium. The composition can be used to solder an electrical connector to an electrical contact surface on a glass component.

指定代表圖：

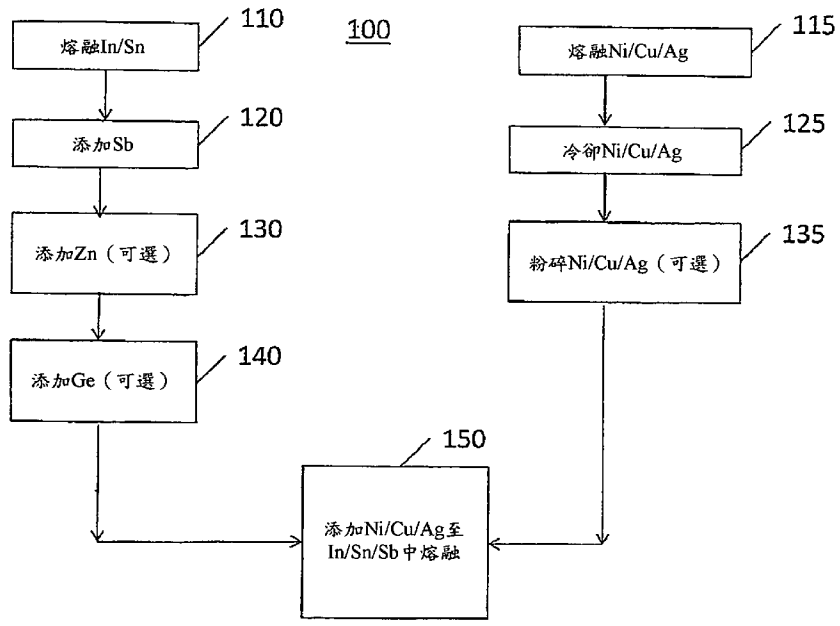


圖3A

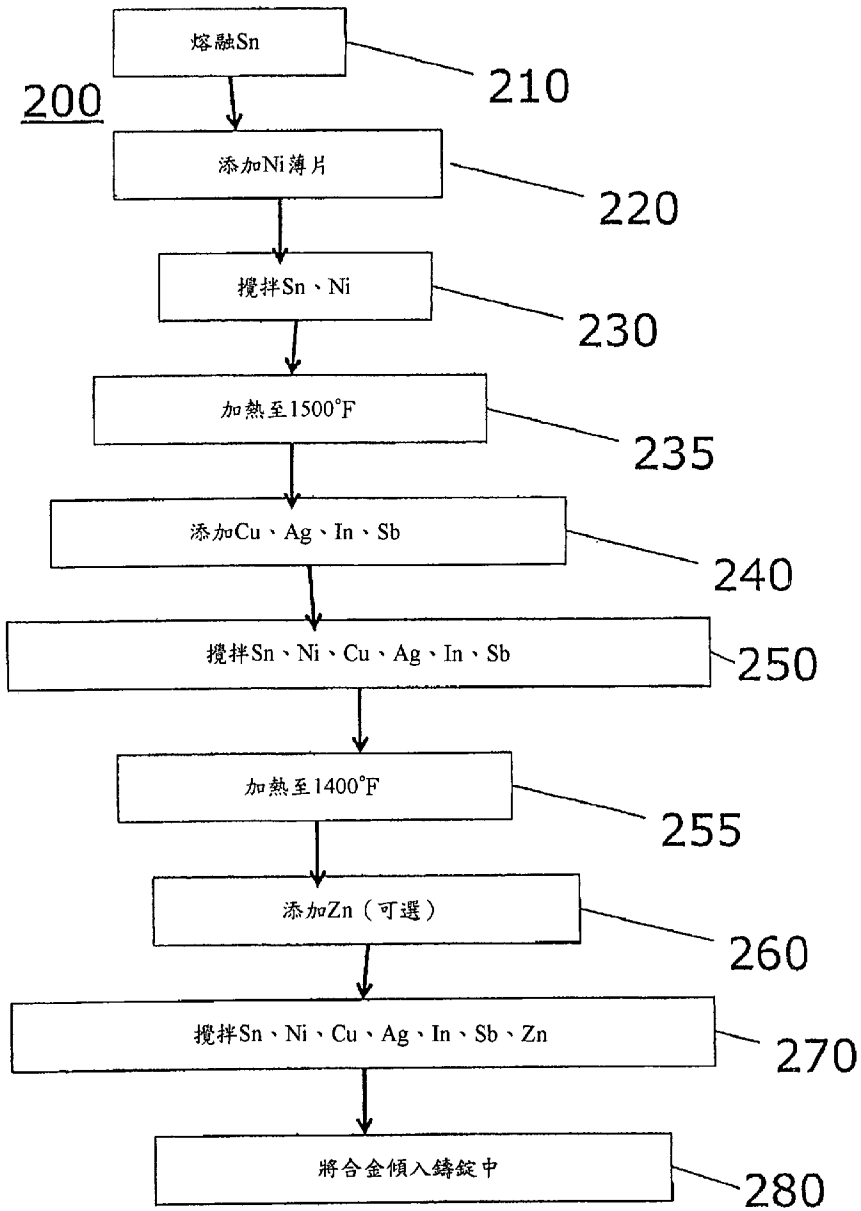


圖3B

發明摘要

※ 申請案號：1041236P (由 1011034P 分割)

※ 申請日：101.2.3

※ IPC 分類：B23K 35/22 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

形成焊料組成物之方法

A METHOD OF FORMING A SOLDER COMPOSITION

【中文】

一種焊料組成物，其包括約 4 重量%至約 25 重量%錫、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻、約 0.03 重量%至約 4 重量%銅、約 0.03 重量%至約 4 重量%鎳、約 66 重量%至約 90 重量%銲及約 0.5 重量%至約 9 重量%銀。該組成物可另外包括約 0.2 重量%至約 6 重量%鋅及獨立地約 0.01 重量%至約 0.3 重量%鍺。該組成物可用來將電連接器焊接至玻璃組件上的電接點表面上。

【英文】

A solder composition includes about 4% to about 25% by weight tin, about 0.1% to about 8% by weight antimony, about 0.03% to about 4% by weight copper, about 0.03% to about 4% by weight nickel, about 66% to about 90% by weight indium, and about 0.5% to about 9% by weight silver. The composition can further include about 0.2% to about 6% by weight zinc, and, independently, about 0.01% to about 0.3% by weight germanium. The composition can be used to solder an electrical connector to an electrical contact surface on a glass component.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（圖 3A 及 3B）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

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】(中文/英文)

形成焊料組成物之方法

A METHOD OF FORMING A SOLDER COMPOSITION

【相關申請案】

【0001】 本申請案主張 2011 年 2 月 4 日申請之美國臨時申請案第 61/439,538 號及 2011 年 9 月 28 日申請之美國臨時申請案第 61/540,213 號之權利。以上申請案之全部教示係以引用之方式併入本文中。

【技術領域】

【0002】 本發明係關於一種焊料組成物。

【先前技術】

【0003】 車輛(諸如汽車)之前窗及後窗通常包括位於玻璃內或位於玻璃上的電子元件。典型地，電子元件為天線或除霜器。為了向該電子元件提供電連接，向玻璃塗覆較小區域之金屬塗層以製得與電子元件電連接之金屬化表面。隨後，將電連接器焊接於金屬化表面上。通常用含鉛(Pb)焊料將電(亦即電源)連接器焊接至玻璃之金屬化表面上。由於各個國家對環境之關注及/或法規要求，故大多數產業目前在焊接應用中使用或計劃使用無鉛焊料。一些產業中所用的常見無鉛焊料含有較高錫(Sn)含量，諸如大於 80%錫。如本文中所描述之汽車玻璃上所用的無鉛焊料揭示於在 2001 年 7 月 3 日頒予 John Pereira 之美國專利第 6,253,988 號中(下文中稱為「Pereira」)。在數種無鉛焊料中，Pereira 揭示一種具有 64.35 重量%至 65.65 重量%銦(In)、29.7 重量%至 30.3 重量%錫(Sn)、4.05 重量%至 4.95 重量%

銀 (Ag)、0.25 重量%至 0.75 重量%銅 (Cu) 之焊料組成物 (下文中稱為「65 銻焊料 (65 Indium Solder)」)。

【0004】 當將元件焊接至汽車玻璃上時，遭遇到在其他應用中所不存在的困難。汽車玻璃易碎且通常錫含量較高，適用於其他應用之無鉛焊料可典型地致使汽車玻璃開裂。儘管諸如陶瓷及矽之材料可能似乎在某些方面與汽車玻璃類似，但適用於焊接陶瓷或矽元件之一些焊料不適用於焊接至汽車玻璃上。焊接兩種在熱膨脹係數 (CTE) 方面具有實質性差異的材料 (在此情形中諸如玻璃及銅)，在焊點冷卻期間或在後續溫度偏離期間對焊料施加應力。焊料組成物需要具有足夠低的熔點 (液相線) 從而不會在焊接製程期間導致汽車玻璃開裂，此係因為較高熔點及相應較高的處理溫度增強 CTE 失配之不利效應，在冷卻期間施加較高應力。然而，焊料組成物之熔點需要足夠高以便在汽車正常使用期間 (例如當汽車在太陽下車窗接近太陽或在其他極端惡劣環境條件下時) 不會熔融。然而，含銻焊料通常比其他焊料具有低得多的熔點。舉例而言，65 銻焊料與鉛焊料 160°C 相比具有 109°C 之固相線溫度，且與鉛焊料 224°C 相比具有 127°C 之液相線溫度。一些車輛製造商需要將能夠經受得住高溫 (例如對於一個原始設備製造商 (OEM) 為 110°C 且對於另一者為 120°C) 且在性能方面無任何劣化的玻璃製品。

【0005】 因此，存在對適用於玻璃之相較於目前可用組成物可經受更高高溫同時提供此應用領域之所有其他所需性質之無鉛焊料組成物的需要。

【發明內容】

【0006】 本發明一般係關於一種焊料組成物。

【0007】 一個具體實例包括約 4 重量%至約 25 重量%錫、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻、約 0.03 重量%至約 4 重量%銅、約 0.03 重量%至約 4 重量%鎳、約 66 重量%至約 90 重量%銲及約 0.5 重量%至約 9 重量%銀。焊料組成物可具有範圍在介於約 120°C和約 145°C之間的固相線溫度及範圍在介於 130°C和約 155°C之間的液相線溫度。

【0008】 在某些具體實例中，組成物另外包括約 0.2 重量%至約 6 重量%鋅。在某些其他具體實例中，組成物另外包括約 0.01 重量%至約 0.3 重量%鋅。在此等特定具體實例中，組成物可包括約 70 重量%至約 86 重量%銲。

【0009】 在一些具體實例中，組成物包括約 7 重量%至約 19 重量%錫、約 0.2 重量%至約 8 重量%銻、約 0.1 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.1 重量%至約 4 重量%鎳、約 70 重量%至約 80 重量%銲及約 4 重量%至約 8 重量%銀。

【0010】 在一些其他具體實例中，組成物包括約 4 重量%至約 20 重量%錫、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻、約 0.1 重量%至約 4 重量%銅、約 0.1 重量%至約 3 重量%鎳、約 71 重量%至約 86 重量%銲及約 1 重量%至約 6 重量%銀。

【0011】 在其他具體實例中，組成物包括約 11 重量%至約 17 重量%錫、約 0.5 重量%至約 3 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 5 重量%鎳、約 72 重量%至約 77 重量%銲、約 4 重量%至約 8.5 重量%銀及約 0.3 重量%至約 1.5 重量%鋅。在此等特定具體實例中，組成物

可包括約 13 重量%至約 15 重量%錫、約 0.5 重量%至約 2.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 1 重量%至約 4 重量%鎳、約 74 重量%至約 75 重量%銻、約 5 重量%至約 8.5 重量%銀及約 0.3 重量%至約 1.5 重量%鋅。此等特定具體實例之實例可包括約 15 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銻、約 6 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 15 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銻、約 6 重量%銀及約 1 重量%鋅。此等特定具體實例之其他實例可包括約 14 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 3 重量%鎳、約 75 重量%銻、約 5 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 14 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 3 重量%鎳、約 75 重量%銻、約 5 重量%銀及約 1 重量%鋅。此等特定具體實例之其他實例可包括約 13 重量%錫、約 1.5 重量%至約 2.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 4 重量%鎳、約 74 重量%銻、約 5 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 13 重量%錫、約 2 重量%銻、約 1 重量%銅、約 4 重量%鎳、約 74 重量%銻、約 5 重量%銀及約 1 重量%鋅。

【0012】 在其他具體實例中，組成物基本上由以下組成：約 11 重量%至約 17 重量%錫、約 0.5 重量%至約 3 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 5 重量%鎳、約 72 重量%至約 77 重量%銻、約 4 重量%至約 8.5 重量%銀及約 0.3 重量%至約 1.5 重量%鋅。在此等特定具體實例中，組成物基本上可由以下組成：約 13 重量%至約 15 重量%錫、約 0.5 重量%至約 2.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 1 重量%至約 4

重量%鎳、約 74 重量%至約 75 重量%銮、約 5 重量%至約 8.5 重量%銀及約 0.3 重量%至約 1.5 重量%鋅。此等特定具體實例之實例基本上可由以下組成：約 15 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銮、約 6 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 15 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銮、約 6 重量%銀及約 1 重量%鋅。此等特定具體實例之其他實例基本上可由以下組成：約 14 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 3 重量%鎳、約 75 重量%銮、約 5 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 14 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 3 重量%鎳、約 75 重量%銮、約 5 重量%銀及約 1 重量%鋅。此等特定具體實例之其他實例基本上可由以下組成：約 13 重量%錫、約 1.5 重量%至約 2.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 4 重量%鎳、約 74 重量%銮、約 5 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 13 重量%錫、約 2 重量%銻、約 1 重量%銅、約 4 重量%鎳、約 74 重量%銮、約 5 重量%銀及約 1 重量%鋅。在此等特定具體實例中，焊料組成物可具有範圍在介於約 120°C 和約 145°C 之間、諸如範圍在介於約 120°C 和約 135°C 之間的固相線溫度及範圍在介於 130°C 和約 155°C 之間、諸如範圍在介於約 130°C 和約 145°C 之間的液相線溫度。

【0013】 本發明亦係關於一種玻璃組件上之電連接，其包括玻璃組件、玻璃組件上含有銀的電接點表面及用焊料組成物層焊接至玻璃組件上之電接點表面的電連接器，該焊料組成物具有包含以下之元素混合物：約 4 重量%至約 25 重量%錫、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻、約 0.03 重量%至約 4

重量%銅、約 0.03 重量%至約 4 重量%鎳、約 66 重量%至約 90 重量%銲及約 0.5 重量%至約 9 重量%銀。在其他具體實例中，玻璃組件上之電連接包括玻璃組件、玻璃組件上含有銀的電接點表面及用焊料組成物層焊接至玻璃組件上之電接點表面的電連接器，該焊料組成物基本上由以下組成：約 4 重量%至約 25 重量%錫、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻、約 0.03 重量%至約 4 重量%銅、約 0.03 重量%至約 4 重量%鎳、約 66 重量%至約 90 重量%銲及約 0.5 重量%至約 9 重量%銀。

【0014】 本發明亦係關於一種形成焊料組成物之方法，其包括將銲、鎳、銅、銀、銻及錫混合在一起形成包括約 4 重量%至約 25 重量%錫、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻、約 0.03 重量%至約 4 重量%銅、約 0.03 重量%至約 4 重量%鎳、約 66 重量%至約 90 重量%銲及約 0.5 重量%至約 9 重量%銀的合金。在一些具體實例中，銲與錫一起混合於第一熔融混合物中，且至少鎳、銅及銀於溶液中一起混合於添加至第一熔融混合物中的第二混合物中。在其他具體實例中，錫與鎳一起混合於熔融混合物中，且隨後將至少銅、銲及銀添加至熔融混合物中。在此等特定具體實例中，可在已將所有其他金屬添加至熔融混合物中之後添加鋅。

【0015】 在一些具體實例中，錫以約 7 重量%至約 19 重量%之比例混合、銻以約 0.2 重量%至約 8 重量%之比例混合、銅以約 0.1 重量%至約 1.5 重量%之比例混合、鎳以約 0.1 重量%至約 4 重量%之比例混合、銲以約 70 重量%至約 80 重量%之比例混合且銀以約 4 重量%至約 8 重量%之比例混合。

【0016】 在其他具體實例中，一種形成焊料組成物之方法，其包括將銲、鎳、銅、鋅、銀、銻及錫混合在一起形成包括約 11 重量%至約 17 重量

%錫、約 0.5 重量%至約 3 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 5 重量%鎳、約 72 重量%至約 77 重量%銲、約 4 重量%至約 8 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅的合金。在此等特定具體實例中，組成物可包括約 13 重量%至約 15 重量%錫、約 0.5 重量%至約 2.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 1 重量%至約 4 重量%鎳、約 74 重量%至約 75 重量%銲、約 5 重量%至約 6 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅。此等特定具體實例之實例可包括約 15 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銲、約 6 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 15 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銲、約 6 重量%銀及約 1 重量%鋅。此等特定具體實例之其他實例可包括約 14 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 3 重量%鎳、約 75 重量%銲、約 5 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 14 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 3 重量%鎳、約 75 重量%銲、約 5 重量%銀及約 1 重量%鋅。此等特定具體實例之其他實例可包括約 13 重量%錫、約 1.5 重量%至約 2.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 4 重量%鎳、約 74 重量%銲、約 5 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 13 重量%錫、約 2 重量%銻、約 1 重量%銅、約 4 重量%鎳、約 74 重量%銲、約 5 重量%銀及約 1 重量%鋅。

【0017】 除提供環境友好的無鉛材料以外，本發明之焊料組成物具有許多優點，諸如提供可用於汽車玻璃之無鉛組成物，在強度及延性方面提供必需的機械性質且經受所需較高操作溫度，同時保留所需較低製造製程

溫度。

【圖式簡單說明】

【0018】

圖 1 為包括電動操作除霜器之汽車後窗的內視圖。

圖 2 為焊接至圖 1 之後窗電接點上之電連接器的側視圖，其中後窗、電接點及焊料以剖面展示。

圖 3A 為形成本發明中焊料組成物之具體實例的一方法之流程圖之示意圖。

圖 3B 為形成本發明中焊料組成物之具體實例的另一方法之流程圖之示意圖。

圖 4A 及圖 4B 為可用本發明之焊料組成物焊接的電力連接器之示意圖。

圖 5 為用本發明之焊料組成物焊接於前窗上的電力連接器之示意圖。

圖 6 為使用本發明之焊料組成物之前窗總成的示意圖。

圖 7 為在本發明焊料組成物之具體實例的溫度循環測試之一個循環期間溫度隨時間而變的圖示。

圖 8 為使用測力計測試本發明焊料組成物之性能的拉力測試之示意圖。

圖 9 為使用砝碼測試本發明焊料組成物之性能的拉力測試之示意圖。

【實施方式】

【0019】 自如如隨附圖式(其中同樣的參考字符在不同視圖中指代相同零件)中說明的本發明之例示具體實例之以下更特定描述將顯而易知前述內容。圖式未必按比例繪製，而是著重在於說明本發明之具體實例。

【0020】 本發明提供一種適用於將電子組件焊接至玻璃上以便與玻

璃內或玻璃上之電子元件電連接的焊料組成物。參照圖 1，採用汽車之後窗 10（例如在歐洲亦稱為背光（backlight））作為說明性實例。窗（玻璃組件）10 包括由嵌入窗 10 內或沈積於窗 10 內表面上之電阻性除霜線 14 組成的風窗除霜器 12。除霜線 14 與位於窗 10 之內表面上的一對電接點條（電接點表面，亦稱為匯流條）16 電連接。電接點條 16 由沈積於窗 10 之內表面上的導電塗層組成。典型地，電接點條 16 由含銀材料形成。

【0021】 當將元件焊接至汽車玻璃上時，遭遇到在其他應用中所不存在的困難。為了解決原始設備製造商（OEM）關於在汽車玻璃上使用無鉛焊料的一些顧慮，汽車玻璃供應商（諸如 CLEPA（歐洲汽車供應商協會））已開發數種測試，包括溫度週期變化、持續頂點濕度、頂點溫度與濕度及高溫儲存。為了解決 OEM 對焊料熔點之顧慮，一個測試包括用 65 錳焊料焊接至連接器上之在 105°C 下儲存 500 小時的玻璃樣品，在儲存期間將 500 公克砝碼懸掛於各連接器上，但在測試期間連接器未自玻璃脫離。然而，OEM（諸如歐洲汽車製造商協會（ACEA））提出溫度可高達 115°C 至 120°C。

【0022】 開發本發明之焊料組成物來解決 OEM 之上述顧慮。參照圖 2，使用標準焊接技術（諸如電阻焊接元件或火焰、微火焰、熱鐵、熱空氣及感應加熱）採用本發明之焊料組成物層 20 將電（亦即電力）連接器 18 焊接至窗 10 上的各電接點條（亦即匯流條）16 上。焊接可在環境空氣氛圍中進行，無需惰性氣體環境。隨後，電力線 22 可與電連接器 18 電連接以向風窗除霜器 12（圖 1）提供電力。以下提供焊料性能測試及結果。

【0023】 在一個具體實例中，本發明焊料組成物 20 包括約 4 重量% 至約 25 重量%錫、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻、約 0.03 重量%至約 4 重量

%銅、約 0.03 重量%至約 4 重量%鎳、約 66 重量%至約 90 重量%銢及約 0.5 重量%至約 9 重量%銀。

【0024】 在一些具體實例中，組成物 20 包括約 1 重量%至約 7 重量%銀。在某些具體實例中，組成物 20 包括約 0.2 重量%至約 8 重量%銻。在其他具體實例中，組成物 20 包括約 3 重量%至約 7 重量%銀。在其他具體實例中，組成物 20 包括約 1 重量%至約 4 重量%銀。

【0025】 在某些具體實例中，組成物 20 另外包括約 0.2 重量%至約 6 重量%鋅。在某些其他具體實例中，組成物 20 另外包括約 0.3 重量%至約 6 重量%鋅。在其他具體實例中，組成物 20 另外包括約 3 重量%至約 5 重量%鋅。

【0026】 在某些其他具體實例中，組成物 20 另外包括約 0.01 重量%至約 0.3 重量%鍺。在此等特定具體實例中，組成物 20 可包括約 70 重量%至約 86 重量%銢。

【0027】 在一些具體實例中，組成物 20 包括約 7 重量%至約 19 重量%錫、約 0.2 重量%至約 8 重量%銻、約 0.1 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.1 重量%至約 4 重量%鎳、約 70 重量%至約 80 重量%銢及約 4 重量%至約 8 重量%銀。

【0028】 在某些具體實例中，組成物 20 包括約 74 重量%至約 78 重量%銢。在此等特定具體實例中，組成物 20 可包括約 5 重量%至約 10 重量%錫或約 12 重量%至約 19 重量%錫或約 12 重量%至約 16 重量%錫。在某些其他具體實例中，組成物 20 包括約 74 重量%至約 80 重量%銢。在其他具體實例中，組成物 20 包括約 0.1 重量%至約 3 重量%鎳。在其他具體實例中，

組成物 20 包括約 0.2 重量%至約 5 重量%銻。

【0029】 在其他具體實例中，組成物 20 包括約 11 重量%至約 17 重量%錫、約 0.5 重量%至約 3 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 5 重量%鎳、約 72 重量%至約 77 重量%銲、約 4 重量%至約 7 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅。在此等特定具體實例中，組成物 20 可包括約 13 重量%至約 15 重量%錫、約 0.5 重量%至約 2.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 1 重量%至約 4 重量%鎳、約 74 重量%至約 75 重量%銲、約 5 重量%至約 6 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅。此等特定具體實例之實例可包括約 15 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銲、約 6 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 15 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銲、約 6 重量%銀及約 1 重量%鋅。此等特定具體實例之其他實例可包括約 14 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 3 重量%鎳、約 75 重量%銲、約 5 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 14 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 3 重量%鎳、約 75 重量%銲、約 5 重量%銀及約 1 重量%鋅。此等特定具體實例之其他實例可包括約 13 重量%錫、約 1.5 重量%至約 2.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 4 重量%鎳、約 74 重量%銲、約 5 重量%銀及約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅，諸如約 13 重量%錫、約 2 重量%銻、約 1 重量%銅、約 4 重量%鎳、約 74 重量%銲、約 5 重量%銀及約 1 重量%鋅。

【0030】 焊料組成物 20 可具有範圍在介於約 120°C 和約 145°C 之間的

固相線溫度及範圍在介於 130°C 和約 155°C 之間的液相線溫度。固相線溫度實際上定義為合金開始熔融之溫度。在固相線溫度以下，物質完全呈固體，無熔融相。液相線溫度為晶體（未熔融金屬或合金）可與熔融物共存的最高溫度。在液相線溫度以上，材料為均質的，僅由熔融物組成。焊料處理溫度高於液相線溫度若干度，該等度數由焊接技術決定。

【0031】 在一特定具體實例中，組成物 20 包括約 14 重量%至約 16 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 74 重量%至約 76 重量%鎳及約 6 重量%至約 8 重量%銀，諸如約 15 重量%錫、約 1.0 重量%銻、約 1.0 重量%銅、約 1.0 重量%鎳、約 75 重量%鎳及約 7 重量%銀。此具體實例中之其他組成物可包括約 14 重量%至約 21 重量%錫、約 0.2 重量%至約 3 重量%銻、約 0.1 重量%至約 4.0 重量%銅、約 0.1 重量%至約 3.0 重量%鎳、約 72 重量%至約 80 重量%鎳及約 1 重量%至約 8 重量%銀。

【0032】 在第二特定具體實例中，組成物 20 包括約 14 重量%至約 16 重量%錫、約 2 重量%至約 4 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 74 重量%至約 76 重量%鎳及約 4 重量%至約 6 重量%銀，諸如約 15 重量%錫、約 3.0 重量%銻、約 1.0 重量%銅、約 1.0 重量%鎳、約 75 重量%鎳及約 5 重量%銀。

【0033】 在第三特定具體實例中，組成物 20 包括約 12 重量%至約 14 重量%錫、約 2 重量%至約 4 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 2 重量%至約 4 重量%鎳、約 74 重量%至約 76 重量%鎳及約 4 重量%至約 6 重量%銀，諸如約 13 重量%錫、約 3.0 重量%銻、約 1.0 重量%銅、約 3.0 重

量%鎳、約 75 重量%銻及約 5 重量%銀或約 14 重量%錫、約 3.0 重量%銻、約 1.0 重量%銅、約 2.0 重量%鎳、約 75 重量%銻及約 5 重量%銀。

【0034】 在第四特定具體實例中，組成物 20 包括約 7 重量%至約 9 重量%錫、約 4 重量%至約 6 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 2 重量%至約 4 重量%鎳、約 74 重量%至約 76 重量%銻、約 4 重量%至約 6 重量%銀及約 2 重量%至約 4 重量%鋅，諸如約 8 重量%錫、約 5.0 重量%銻、約 1.0 重量%銅、約 3.0 重量%鎳、約 75 重量%銻、約 5 重量%銀及約 3.0 重量%鋅。

【0035】 在第五特定具體實例中，組成物 20 包括約 7 重量%至約 9 重量%錫、約 4 重量%至約 6 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 74 重量%至約 76 重量%銻、約 4 重量%至約 6 重量%銀及約 4 重量%至約 6 重量%鋅，諸如約 8 重量%錫、約 5.0 重量%銻、約 1.0 重量%銅、約 1.0 重量%鎳、約 75 重量%銻、約 5 重量%銀及約 5.0 重量%鋅。

【0036】 在第六特定具體實例中，組成物 20 包括約 7 重量%至約 9 重量%錫、約 4 重量%至約 6 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 2 重量%至約 4 重量%鎳、約 74 重量%至約 76 重量%銻、約 4 重量%至約 6 重量%銀、約 2 重量%至約 4 重量%鋅及約 0.05 重量%至約 0.2 重量%銻，諸如約 8 重量%錫、約 4.9 重量%銻、約 1.0 重量%銅、約 3.0 重量%鎳、約 75 重量%銻、約 5 重量%銀、約 3.0 重量%鋅及約 0.1 重量%銻。

【0037】 在一些其他具體實例中，組成物 20 包括約 4 重量%至約 20 重量%錫、約 0.2 重量%至約 8 重量%銻、約 0.1 重量%至約 4 重量%銅、約

0.1 重量%至約 3 重量%鎳、約 71 重量%至約 86 重量%銲及約 1 重量%至約 6 重量%銀。在某些具體實例中，組成物 20 包括約 10 重量%至約 19 重量%錫。在某些其他具體實例中，組成物 20 包括約 74 重量%至約 80 重量%銲。在此等特定具體實例中，組成物 20 可包括約 1 重量%至約 7 重量%銀。在一些具體實例中，組成物 20 可包括約 3.5 重量%銅。在某些其他具體實例中，組成物 20 包括約 0.1 重量%至約 1 重量%鎳。在其他具體實例中，組成物 20 包括約 1 重量%至約 2 重量%鎳。在其他具體實例中，組成物 20 包括約 0.2 重量%至約 2 重量%銻。在其他具體實例中，組成物 20 包括約 2 重量%至約 6 重量%銻。

【0038】 在第七特定具體實例中，組成物 20 包括約 18 重量%至約 20 重量%錫、約 0.2 重量%至約 1.0 重量%銻、約 0.1 重量%至約 1.0 重量%銅、約 0.1 重量%至約 1.0 重量%鎳、約 77 重量%至約 80 重量%銲及約 1 重量%至約 3 重量%銀，諸如約 18.99 重量%錫、約 0.24 重量%銻、約 0.18 重量%銅、約 0.30 重量%鎳、約 78.70 重量%銲及約 1.48 重量%銀。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 135°C 且固相線為約 124°C。

【0039】 在第八特定具體實例中，組成物 20 包括約 13 重量%至約 16 重量%錫、約 1.0 重量%至約 3.0 重量%銻、約 3.0 重量%至約 4.0 重量%銅、約 0.2 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 74 重量%至約 76 重量%銲及約 3 重量%至約 5 重量%銀，諸如約 14.77 重量%錫、約 1.93 重量%銻、約 3.50 重量%銅、約 0.60 重量%鎳、約 74.91 重量%銲及約 3.87 重量%銀。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 135°C 且固相線為約 123°C。

【0040】 在第九特定具體實例中，組成物 20 包括約 11 重量%至約 14

重量%錫、約 2.0 重量%至約 4 重量%銻、約 0.5 重量%至約 2 重量%銅、約 1.0 重量%至約 3 重量%鎳、約 76 重量%至約 79 重量%銻及約 2 重量%至約 5 重量%銀，諸如約 12.68 重量%錫、約 2.91 重量%銻、約 1.22 重量%銅、約 1.87 重量%鎳、約 77.30 重量%銻及約 3.54 重量%銀。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 138°C 且固相線為約 127°C。

【0041】 在第十特定具體實例中，組成物 20 包括約 6 重量%至約 9 重量%錫、約 3.0 重量%至約 5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 1.0 重量%至約 3 重量%鎳、約 76 重量%至約 79 重量%銻、約 4 重量%至約 6 重量%銀及約 2 重量%至約 4 重量%鋅，諸如約 7.66 重量%錫、約 3.75 重量%銻、約 0.92 重量%銅、約 1.88 重量%鎳、約 77.30 重量%銻、約 5.21 重量%銀及約 3.17 重量%鋅。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 143.4°C 且固相線為約 129°C。

【0042】 在第十一特定具體實例中，組成物 20 包括約 7 重量%至約 9 重量%錫、約 4 重量%至約 6 重量%銻、約 0.2 重量%至約 1.0 重量%銅、約 0.2 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 73 重量%至約 76 重量%銻、約 4 重量%至約 6 重量%銀及約 4 重量%至約 6 重量%鋅，諸如約 8.45 重量%錫、約 5.42 重量%銻、約 0.40 重量%銅、約 0.54 重量%鎳、約 74.21 重量%銻、約 5.54 重量%銀及約 4.86 重量%鋅。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 139.4°C 且固相線為約 127°C。

【0043】 在第十二特定具體實例中，組成物 20 包括約 4 重量%至約 6 重量%錫、約 1.0 重量%至約 2.0 重量%銻、約 0.1 重量%至約 2 重量%銅、約 0.1 重量%至約 1.0 重量%鎳、約 84 重量%至約 86 重量%銻、約 1 重量%

至約 2 重量%銀、約 0.2 重量%至約 1 重量%鋅及小於約 0.001 重量%至約 0.15 重量%銻，諸如約 5.31 重量%錫、約 1.52 重量%銻、約 1.07 重量%銅、約 0.15 重量%鎳、約 85.56 重量%銲、約 1.45 重量%銀、約 0.46 重量%鋅及小於約 0.001 重量%銻。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 140°C 且固相線為約 132.4°C。

【0044】 在第十三特定具體實例中，組成物 20 包括約 18 重量%至約 20 重量%錫、約 0.2 重量%至約 2 重量%銻、約 0.1 重量%至約 4.0 重量%銅、約 0.1 重量%至約 3.0 重量%鎳、約 72 重量%至約 75 重量%銲及約 1 重量%至約 4 重量%銀，諸如約 19.49 重量%錫、約 1.03 重量%銻、約 2.84 重量%銅、約 1.26 重量%鎳、約 73.62 重量%銲及約 2.79 重量%銀。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 134.71°C 且固相線為約 123.74°C。

【0045】 在第十四特定具體實例中，組成物 20 包括約 16 重量%至約 19 重量%錫、約 3.0 重量%至約 6.0 重量%銻、約 2.0 重量%至約 4.0 重量%銅、約 0.5 重量%至約 3.0 重量%鎳、約 70 重量%至約 73 重量%銲及約 1 重量%至約 4 重量%銀，諸如約 18.23 重量%錫、約 4.57 重量%銻、約 2.7 重量%銅、約 1.49 重量%鎳、約 71.05 重量%銲及約 2.60 重量%銀。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 135.52°C 且固相線為約 122.98°C。

【0046】 在第十五特定具體實例中，組成物 20 包括約 15 重量%至約 18 重量%錫、約 1.0 重量%至約 4 重量%銻、約 1.5 重量%至約 3.5 重量%銅、約 1.0 重量%至約 4 重量%鎳、約 71 重量%至約 75 重量%銲及約 2 重量%至約 5 重量%銀，諸如約 16.95 重量%錫、約 2.69 重量%銻、約 2.4 重量%銅、約 2.82 重量%鎳、約 72.84 重量%銲及約 3.31 重量%銀。此特定具體實例之

熔點或溫度（液相線）為約 139.01°C 且固相線為約 125.39°C。

【0047】 在第十六特定具體實例中，組成物 20 包括約 7 重量%至約 11 重量%錫、約 3.0 重量%至約 5 重量%銻、約 1.5 重量%至約 3.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 3 重量%鎳、約 79 重量%至約 82 重量%銻、約 1.0 重量%至約 4 重量%銀及約 0.01 重量%至約 1 重量%鋅，諸如約 9.02 重量%錫、約 4.12 重量%銻、約 2.21 重量%銅、約 1.09 重量%鎳、約 80.12 重量%銻、約 2.80 重量%銀及約 0.05 重量%鋅。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 142.11°C 且固相線為約 130.91°C。

【0048】 在第十七特定具體實例中，組成物 20 包括約 9 重量%至約 12 重量%錫、約 4 重量%至約 6 重量%銻、約 1.5 重量%至約 3.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 3.0 重量%鎳、約 75 重量%至約 78 重量%銻、約 1 重量%至約 3 重量%銀及約 0.01 重量%至約 1 重量%鋅，諸如約 10.69 重量%錫、約 5.32 重量%銻、約 2.58 重量%銅、約 1.55 重量%鎳、約 76.03 重量%銻、約 2.11 重量%銀及約 0.05 重量%鋅。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 140.37°C 且固相線為約 126.93°C。

【0049】 在第十八特定具體實例中，組成物 20 包括約 8 重量%至約 10 重量%錫、約 2.0 重量%至約 5.0 重量%銻、約 2 重量%至約 4 重量%銅、約 0.5 重量%至約 3.0 重量%鎳、約 79 重量%至約 82 重量%銻、約 2 重量%至約 4 重量%銀、約 0.01 重量%至約 1 重量%鋅及小於約 0.001 重量%至約 0.15 重量%鋅，諸如約 9.03 重量%錫、約 3.43 重量%銻、約 3 重量%銅、約 0.95 重量%鎳、約 80.57 重量%銻、約 3.32 重量%銀、約 0.1 重量%鋅及小於約 0.001 重量%鋅。此特定具體實例之熔點或溫度（液相線）為約 141.67°C

且固相線為約 130.30°C。

【0050】 在第十九特定具體實例中，組成物 20 包括約 10 重量%至約 14 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 73 重量%至約 77 重量%銢、約 5 重量%至約 9 重量%銀及約 2 重量%至約 4 重量%鋅，諸如約 12 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銢、約 7 重量%銀及約 3 重量%鋅。

【0051】 在第二十特定具體實例中，組成物 20 包括約 6 重量%至約 10 重量%錫、約 3 重量%至約 7 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 2 重量%至約 4 重量%鎳、約 73 重量%至約 77 重量%銢、約 3 重量%至約 7 重量%銀及約 2 重量%至約 4 重量%鋅，諸如約 8 重量%錫、約 5 重量%銻、約 1 重量%銅、約 3 重量%鎳、約 75 重量%銢、約 5 重量%銀及約 3 重量%鋅。

【0052】 在第二十一特定具體實例中，組成物 20 包括約 12 重量%至約 16 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 73 重量%至約 77 重量%銢及約 5 重量%至約 9 重量%銀，諸如約 14 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 1 重量%鋅、約 75 重量%銢及約 7 重量%銀。

【0053】 在第二十二特定具體實例中，組成物 20 包括約 20 重量%至約 24 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 66 重量%至約 70 重量%銢及約 5

重量%至約 9 重量%銀，諸如約 22 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 68 重量%銻及約 7 重量%銀。

【0054】 在第二十三特定具體實例中，組成物 20 包括約 18 重量%至約 22 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 2 重量%至約 4 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 66 重量%至約 70 重量%銻及約 5 重量%至約 9 重量%銀，諸如約 20 重量%錫、約 1 重量%銻、約 3 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 68 重量%銻及約 7 重量%銀。

【0055】 在第二十四特定具體實例中，組成物 20 包括約 12 重量%至約 16 重量%錫、約 1 重量%至約 3 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 73 重量%至約 77 重量%銻及約 5 重量%至約 9 重量%銀，諸如約 14 重量%錫、約 2 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銻及約 7 重量%銀。

【0056】 在第二十五特定具體實例中，組成物 20 包括約 11 重量%至約 15 重量%錫、約 2 重量%至約 4 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 73 重量%至約 77 重量%銻及約 5 重量%至約 9 重量%銀，諸如約 13 重量%錫、約 3 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銻及約 7 重量%銀。

【0057】 在第二十六特定具體實例中，組成物 20 包括約 14 重量%至約 18 重量%錫、約 2 重量%至約 4 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 70 重量%至約 74 重量%銻及約 5 重量%至約 9 重量%銀，諸如約 16 重量%錫、約 3 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 72 重量%銻及約 7 重量%銀。

【0058】 在第二十七特定具體實例中，組成物 20 包括約 18 重量%至約 22 重量%錫、約 2 重量%至約 4 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 66 重量%至約 70 重量%銲及約 5 重量%至約 9 重量%銀，諸如約 20 重量%錫、約 3 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 68 重量%銲及約 7 重量%銀。

【0059】 在第二十八特定具體實例中，組成物 20 包括約 13 重量%至約 17 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 73 重量%至約 77 重量%銲及約 5 重量%至約 9 重量%銀，諸如約 15 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銲及約 7 重量%銀。

【0060】 在第二十九特定具體實例中，組成物 20 包括約 13 重量%至約 17 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 73 重量%至約 77 重量%銲及約 5 重量%至約 8.5 重量%銀，諸如約 14.05 重量%錫、約 0.98 重量%銻、約 0.87 重量%銅、約 0.70 重量%鎳、約 0.63 重量%鋅、約 74.74 重量%銲及約 7.98 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 133.18°C 且固相線為約 123.94°C。

【0061】 在第三十特定具體實例中，組成物 20 包括約 12 重量%至約 16 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 2 重量%至約 4 重量%鎳、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 73 重量%至約 77 重量%銲及約 3 重量%至約 7 重量%銀，諸如約 14.14 重量%錫、約 0.76 重量%銻、約 0.64 重量%銅、約 2.24 重量%鎳、約 0.75 重量%鋅、約

76.07 重量%銮及約 5.81 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 137.58°C 且固相線為約 125.92°C。

【0062】 在第三十一特定具體實例中，組成物 20 包括約 11 重量%至約 15 重量%錫、約 1 重量%至約 3 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 3 重量%至約 5 重量%鎳、約 0.3 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 72 重量%至約 76 重量%銮及約 4 重量%至約 6 重量%銀，諸如約 13.43 重量%錫、約 1.31 重量%銻、約 0.94 重量%銅、約 2.65 重量%鎳、約 0.49 重量%鋅、約 72.97 重量%銮及約 7.54 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 140.64°C 且固相線為約 129.24°C。

【0063】 在第三十二特定具體實例中，組成物 20 基本上由以下組成：約 13 重量%至約 17 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鎳、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 73 重量%至約 77 重量%銮及約 5 重量%至約 8.5 重量%銀，諸如約 14.05 重量%錫、約 0.98 重量%銻、約 0.87 重量%銅、約 0.70 重量%鎳、約 0.63 重量%鋅、約 74.74 重量%銮及約 7.98 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 133.18°C 且固相線為約 123.94°C。此焊料組成物之電阻率為約 $16.24 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

【0064】 如在本申請案中所用，在一些具體實例中，基本上由所列材料組成之焊料組成物限於規定材料及並不實質上影響焊料組成物及包括焊料組成物之電連接器的基本及新穎特性的材料。焊料組成物之基本及新穎特性包括本文所述之熱性質（例如液相線及固相線溫度）及機械性質（例如下文所述之性能測試）。

【0065】 在第三十三特定具體實例中，組成物 20 基本上由以下組成：約 12 重量%至約 16 重量%錫、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 2 重量%至約 4 重量%鎳、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 73 重量%至約 77 重量%銲及約 3 重量%至約 7 重量%銀，諸如約 14.14 重量%錫、約 0.76 重量%銻、約 0.64 重量%銅、約 2.24 重量%鎳、約 0.75 重量%鋅、約 76.07 重量%銲及約 5.81 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 137.58°C 且固相線為約 125.92°C。

【0066】 在第三十四特定具體實例中，組成物 20 基本上由以下組成：約 11 重量%至約 15 重量%錫、約 1 重量%至約 3 重量%銻、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 3 重量%至約 5 重量%鎳、約 0.3 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 72 重量%至約 76 重量%銲及約 4 重量%至約 8 重量%銀，諸如約 13.43 重量%錫、約 1.31 重量%銻、約 0.94 重量%銅、約 2.65 重量%鎳、約 0.49 重量%鋅、約 72.97 重量%銲及約 7.54 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 140.64°C 且固相線為約 129.24°C。

【0067】 其他組成物可包括約 8 重量%錫、約 10 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 75 重量%銲及約 5 重量%銀；或約 11 重量%錫、約 10 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 72 重量%銲及約 5 重量%銀；或約 14 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 1 重量%鋅、約 75 重量%銲及約 7 重量%銀；或約 21 重量%錫、約 1 重量%銻、約 1 重量%銅、約 68 重量%銲及約 9 重量%銀；或約 22 重量%錫、約 1 重量%銻、約 5 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 68 重量%銲及約 7 重量%銀；或約 16 重量%錫、約 1 重量%銻、約 5 重量%銅、約 1 重量%鎳、約 68 重量%銲及

約 9 重量%銀；或約 17 重量%錫、約 1 重量%銻、約 5 重量%銅、約 68 重量%銲及約 9 重量%銀；或約 16 重量%錫、約 3 重量%銻、約 1 重量%銅、約 75 重量%銲及約 5 重量%銀。

【0068】 本發明亦係關於如圖 1 及圖 2 中所示之玻璃組件上的電連接，其包括玻璃組件、玻璃組件上含有銀之電接點表面及用焊料組成物層焊接至玻璃組件上之電接點表面上的電連接器，該焊料組成物具有包含約 4 重量%至約 25 重量%錫、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻、約 0.03 重量%至約 4 重量%銅、約 0.03 重量%至約 4 重量%鎳、約 66 重量%至約 90 重量%銲及約 0.5 重量%至約 9 重量%銀的元素混合物。在其他具體實例中，玻璃組件上之電連接包括玻璃組件、玻璃組件上含有銀之電接點表面及用焊料組成物層焊接至玻璃組件上之電接點表面上的電連接器，該焊料組成物基本上由以下組成：約 4 重量%至約 25 重量%錫、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻、約 0.03 重量%至約 4 重量%銅、約 0.03 重量%至約 4 重量%鎳、約 66 重量%至約 90 重量%銲及約 0.5 重量%至約 9 重量%銀。

【0069】 圖 3A 中所示形成焊料組成物 20 之方法 100 包括將銲、鎳、銅、銀、銻及錫混合在一起形成包括約 66 重量%至約 90 重量%銲、約 0.5 重量%至約 9 重量%銀、約 0.03 重量%至約 3 重量%鎳、約 0.03 重量%至約 4 重量%銅、約 0.1 重量%至約 8 重量%銻及約 4 重量%至約 25 重量%錫的合金。方法 100 包括在步驟 110 熔融銲及錫及在步驟 120 添加銻。方法 100 可視情況包括在步驟 130 混合約 0.3 重量%至約 5 重量%鋅及在步驟 140 視情況混合約 0.01 重量%至約 0.3 重量%鋅。在一些具體實例中，銲與錫在步驟 110 一起混合於第一熔融混合物中，且至少鎳、銅及銀在步驟 115 於溶液中

一起混合於第二混合物中，隨後在步驟 125 冷卻其，視情況在步驟 135 進行粉碎，且隨後在步驟 150 添加至第一熔融混合物中。形成焊料組成物 20 之方法的流程圖顯示於圖 3A 中。方法可在環境空氣氛圍中進行，無需惰性氣體環境或真空。

【0070】 在一些具體實例中，銻以約 70 重量%至約 80 重量%之比例混合、銀以約 4 重量%至約 8 重量%之比例混合、鎳以約 0.1 重量%至約 4 重量%之比例混合、銅以約 0.1 重量%至約 1.5 重量%之比例混合、銻以約 0.2 重量%至約 8 重量%之比例混合且錫以約 7 重量%至約 19 重量%之比例混合。所得合金具有呈以上針對焊料組成物 20 所述之比例的銻、銀、鎳、銅、銻、錫及視情況選用之鋅及鍺。

【0071】 在其他具體實例中，形成焊料組成物 20 之方法 100 包括將銻、鎳、銅、鋅、銀、銻及錫混合在一起形成包括約 72 重量%至約 77 重量%銻、約 4 重量%至約 8.5 重量%銀、約 0.5 重量%至約 5 重量%鎳、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.3 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 0.5 重量%至約 3 重量%銻及約 11 重量%至約 17 重量%錫的合金。在此等特定具體實例中，組成物 20 可包括約 74 重量%至約 75 重量%銻、約 5 重量%至約 6 重量%銀、約 1 重量%至約 4 重量%鎳、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 0.5 重量%至約 2.5 重量%銻及約 13 重量%至約 15 重量%錫。此等特定具體實例之實例可包括約 75 重量%銻、約 6 重量%銀、約 1 重量%鎳、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻及約 15 重量%錫，諸如約 75 重量%銻、約 6 重量%銀、約 1 重量%鎳、約 1 重量%銅、約 1 重量%鋅、約 1 重量%銻及約

15 重量%錫。此等特定具體實例之其他實例可包括約 75 重量%銻、約 5 重量%銀、約 3 重量%鎳、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻及約 14 重量%錫，諸如約 75 重量%銻、約 5 重量%銀、約 3 重量%鎳、約 1 重量%銅、約 1 重量%鋅、約 1 重量%銻及約 14 重量%錫。此等特定具體實例之其他實例可包括約 74 重量%銻、約 5 重量%銀、約 4 重量%鎳、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅、約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅、約 1.5 重量%至約 2.5 重量%銻及約 13 重量%錫，諸如約 74 重量%銻、約 5 重量%銀、約 4 重量%鎳、約 1 重量%銅、約 1 重量%鋅、約 2 重量%銻及約 13 重量%錫。

【0072】 圖 3B 中所示之形成上述焊料組成物 20 之另一方法 200 包括在步驟 210 在高溫熔爐鍋（諸如感應加熱熔錫鍋（例如 S. M. Manfredy，型號 N.481））中加熱所需量之錫（Sn）直至錫完全熔融。感應加熱熔錫鍋為適宜用於將相對較小批量焊料加熱至高溫的熔爐，但其需要隨後進行在鍋中添加成分並攪拌熔融混合物，同時出於安全原因關掉電流（加熱）。在步驟 220，關掉鍋且所需量之鎳（Ni）以較佳 3/16"見方厚度約 0.010"之薄片形式添加。下文所述之所有其他金屬均可以鑄錠形式添加。觀察到，在攪拌下，鎳薄片黏附於熔融混合物上且相較於鎳粉更易於熔融成溶液，且將鎳熔融成溶液相對困難之部分原因在於鎳為此焊料組成物中熔點最高的金屬（熔點 1455°C）。在攪拌之後，鎳在步驟 230 成為溶液，打開鍋至高熱持續約 10 分鐘，直至熔融溫度達到約 1500°F。隨後，在步驟 240，再次關掉鍋且添加所需量之銅（Cu）、銀（Ag）、銻（In）、銻（Sb）及視情況選用之鍺（Ge）且在步驟 250 攪拌，直至其熔融成金屬溶液。隨後，在步驟 255 打

開鍋至高熱，直至熔融溫度達到約 1400°F。在步驟 260 關掉鍋，且添加所需（視情況選用之）量之鋅（Zn）且攪拌直至熔融成金屬溶液。隨後打開鍋至低熱持續幾分鐘以平衡金屬溶液，此後合金備用於傾注成鑄錠。觀察到鋅需要作為最後成分添加，原因在於其熔點相對較低（熔點 419.5°C）且含鋅金屬溶液過度的曝露於高溫可導致鋅自金屬溶液中汽化。

元素在焊料組成物中之作用

【0073】 本發明之焊料組成物為一種無鉛合金，其提供較高操作溫度以及在強度及延性方面之機械性質及本發明應用中所需之在潤濕及穩定性方面的物理性質，同時提供所需可製造性。所需可製造性包括能夠實現足夠低之製程溫度，使得常在焊接含銀金屬化電接點表面時發生的製造易出現缺陷或故障及銀浸出（除去）現象減少或消除。此係藉由用銻、銅、鎳、銀、錫及視情況選用之鍺及鋅合金合金化或沈澱或分散之鈹基材料來實現。

【0074】 鎳及銅與其他元素組合有助於總體性能（包括所需之處理溫度升高）且亦有助於在指定製程條件下的機械性質。鎳及銅即使以少量（諸如 0.03 重量%）添加亦可有效。此等量比一般公認之鎳雜質含量（0.01%）大且比並不包括用銅電路焊接至印刷電路板上之應用中一般公認之銅雜質含量大。銻與其他元素組合有助於獲得所要溫度範圍。銻即使以少量（諸如 0.1 重量%）添加亦可有效。鋅與其他元素組合有助於增強合金強度而不實質上降低處理溫度。鋅即使以少量（諸如 0.3 重量%）添加亦可有效，其比一般公認之鋅雜質含量（0.003%）大。鍺與其他元素組合可有助於焊料組成物之可處理性，此歸因於其抗氧化性，但在一些情況下鍺在組成物中可能不易偵測到。鍺即使以少量（諸如 0.01 重量%或更低）添加亦可有效。

例證

【0075】 焊料組成物 20 之重量%結果之特定實施例係利用感應耦合電漿原子發射光譜 (ICP-AEC) 獲得。固相線及液相線溫度結果係利用差示掃描熱量測定法 (DSC) 獲得。

焊料性能測試及結果

I. 溫度循環測試

【0076】 此測試根據 DIN EN ISO 16750-4-H 章節 5.3.1.2 進行。測試樣品為其中電力連接器用本發明之焊料組成物之特定具體實例焊接的 11 塊玻璃前窗 (4 塊較大、4 塊中等及 3 塊較小)。各自之凸起的狹長橋連部分在相對末端上兩個以一定距離間隔之焊料墊 19 之間延伸的橋連端點電力連接器 18a 及 18b 的示意圖分別顯示於圖 4A 及圖 4B 中。電力連接器 18a 及 18b 在下文中稱作電力連接器 18；各焊料墊 19 之面積為約 64 mm^2 ，且如圖 5 中所示，焊料組成物 20 具有約 0.5 mm 之厚度。電力連接器 18 藉由以下操作焊接於前窗 10 上：將焊料鑄錠軋壓成焊料帶，在銅基材料上將焊料帶回焊成連續條，將焊料條削成均勻尺寸，使用標準工具衝壓並使端點 (terminal) 成形，塗覆助熔劑於焊料表面上，且使用電阻焊接元件以範圍在約 750 瓦特·秒至約 1050 瓦特·秒內 (諸如約 900 瓦特·秒) 的能量輸入將電力連接器 18 焊接至前窗 10 上的電接點條 16 之目標區域，隨後冷卻，同時將電力連接器 18 固定就位於前窗 10 上並持續範圍在約 8 秒至約 12 秒內 (諸如約 10 秒) 的時間。焊料組成物 20 基本上由以下組成：約 14.05 重量%錫、約 0.98 重量%銻、約 0.87 重量%銅、約 0.70 重量%鎳、約 0.63 重量%鋅、約 74.74 重量%銻及約 7.98 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度 (液相線)

為約 133.18°C 且固相線為約 123.94°C。包括與電接點條 16 及前窗 10 上之電力線 22 連接之電力連接器 18 的完成之總成的示意圖顯示於圖 6 中。

【0077】 在此測試中（說明於圖 7 中），氣候控制室（例如 Russells, Holland MI, 型號 RDV-42-25-25/11900955 在相對乾燥濕度下，但不受控制）之溫度在 8 小時總時間期間自環境（約 20°C）至 -40°C 循環且保持在 -40°C 下 90 分鐘，隨後緩升至 105°C 並持續 120 分鐘，隨後重回至環境溫度，同時自 -40°C 步驟結束時開始經由電力線 22 施加 14 V 電流負載且終止於 105°C 步驟結束時，如圖 7 中所示各別箭頭所指示。在 20 個循環之後，如圖 8 中所示，在拉力測試 300 中（在環境溫度下）以整體垂直於焊料層 20 及前窗表面 10 之方向將各電力連接器 18 在數位測力計 310 (Mark-10 Long Island, NY, 型號 BG100) 上牽拉至 50 N 之力並持續 3 秒，該數位測力計 310 利用鉤 320 與電力連接器 18 在大致於焊料墊 19 之間的中點處連接，且利用手柄 330 人工操作。在此測試期間未發生故障（亦即連接器斷開）。

II. 熱浸測試 (Heat Soak Test)

【0078】 此測試根據 DIN EN ISO 16750-4-K 章節 5.1.2.2 在 9 個前窗樣品上進行，該等前窗樣品包括 5 個用測試 I 中所用相同的焊料組成物焊接的電力連接器。兩個前窗樣品使用基本上由以下組成之焊料組成物：約 14.14 重量%錫、約 0.76 重量%銻、約 0.64 重量%銅、約 2.24 重量%鎳、約 0.75 重量%鋅、約 76.07 重量%錒及約 5.81 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 137.58°C 且固相線為約 125.92°C。另外兩個前窗樣品使用基本上由以下組成之焊料組成物：約 13.43 重量%錫、約 1.31 重量%銻、約 0.94 重量%銅、約 2.65 重量%鎳、約 0.49 重量%鋅、約 72.97 重量%錒及約 7.54

重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 140.64°C 且固相線為約 129.24°C。

【0079】 在此測試 400 中(說明於圖 9 中),氣候控制室(A & W Blake Hot Chamber)之溫度在 105°C 下保持 96 小時,同時在整個 96 小時期間經由電力線 22 施加 14 V 之電流負載及以整體垂直於焊料層 20 及前窗表面 10 之方向施加 6 N 由於重力加速度而垂直向下定向的機械負載(利用位於大致在焊料墊 19 之間中點處之經鉤 420 與電力連接器 18 連接的砝碼 410 施加)。電力連接器之溫度(利用熱電偶 430 量測)在測試期間因所施加之電負載而增至約 120°C 之最大值。在 96 小時測試之後,如圖 8 中所示且如上所述(在環境溫度下)在數位測力計(Mark-10 Long Island, 型號 BG50)上將各電力連接器牽拉至 50 N 之力並持續 3 秒。在此測試期間未發生故障(亦即連接器斷開或微裂隙)。

III. 高溫儲存測試

【0080】 此測試在與以上針對測試 I 所用之相同測試樣品上進行。在此測試中,氣候控制室(在相對乾燥濕度下,但不受控制)之溫度維持在恆定 120°C 下並持續 24 小時,同時電力連接器無電負載或機械負載。在 24 小時結束之後,如圖 8 中所示且如上所述(在環境溫度下)在數位測力計(Mark-10 Long Island, NY, 型號 BG100)上將各電力連接器牽拉至 50 N 之力並持續 3 秒。在此測試期間未發生故障(亦即連接器斷開)。

IV. 長期電負載測試

【0081】 此測試在與以上針對測試 I 及測試 III 所用之相同測試樣品上進行。在此測試中,氣候控制室(濕度相對乾燥,但不受控制)之溫度

維持在恆定 105°C 下並持續 500 小時，且在整個 500 小時期間電流負載為 14 V。在 500 小時結束之後，如圖 8 中所示且如上所述（在環境溫度下）在數位測力計（Mark-10 Long Island, NY, 型號 BG100）上將各電力連接器牽拉至 50 N 之力並持續 3 秒。在此測試期間未發生故障（亦即連接器斷開）。

V. 熱驟變測試

【0082】 此測試根據 DIN EN ISO 16750-4-H 章節 5.4.2 進行。測試樣品為 5 個各具有 30 個電力連接器之 12"×12"強化玻璃板。板為 4 mm 厚，經染色，以搪瓷印刷且套印有 6 個 1"寬之銀條。電力連接器焊接於銀條上。兩個板上之電力連接器用基本上由以下組成之焊料組成物焊接：約 14.05 重量%錫、約 0.98 重量%銻、約 0.87 重量%銅、約 0.70 重量%鎳、約 0.63 重量%鋅、約 74.74 重量%錒及約 7.98 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 133.18°C 且固相線為約 123.94°C。另一板上之電力連接器用基本上由以下組成之焊料組成物焊接：約 14.14 重量%錫、約 0.76 重量%銻、約 0.64 重量%銅、約 2.24 重量%鎳、約 0.75 重量%鋅、約 76.07 重量%錒及約 5.81 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 137.58°C 且固相線為約 125.92°C。另一板上之電力連接器用基本上由以下組成之焊料組成物焊接：約 13.43 重量%錫、約 1.31 重量%銻、約 0.94 重量%銅、約 2.65 重量%鎳、約 0.49 重量%鋅、約 72.97 重量%錒及約 7.54 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 140.64°C 且固相線為約 129.24°C。

【0083】 在此測試中，一個循環由以下組成：在氣候控制室中將樣品加熱至 105°C 並持續 1 小時，其中無電負載或機械負載，隨後將樣品完全浸沒於冷水（約 23°C 或更低，來自冰箱）中。在每次循環之後用壓縮空氣乾

燥樣品。在 5 個循環之後及隨後在 10 個循環之後，如圖 8 中所示且如上所述（在環境溫度下）在數位測力計（Mark-10 Long Island, NY, 型號 BG100）上將各電力連接器牽拉至 50 N 之力並持續 3 秒。在此測試期間未發生故障（亦即連接器斷開）。

VI. 高濕度測試；恆定氣候

【0084】 在此測試中，根據 DIN EN ISO 6270-2-CH 進行，將 8 個前窗樣品在環境室中曝露於 80°C 之恆定溫度及 >96% RH 之濕度（生成蒸汽）並持續總共 504 小時，且在達到規定溫度及濕度之後 10 小時開始在電力連接器上施加 14 V 之電流負載（圖示約 22 A）並持續 15 分鐘，且在此後每 24 小時持續 15 分鐘直至 504 小時結束。電力連接器之溫度（利用熱電偶量測）在測試期間因所施加之電負載而增加至約 95°C 之最大值。在 504 小時結束之後，如圖 8 中所示且如上所述（在環境溫度下）在數位測力計（Mark-10 Long Island, NY, 型號 BG100）上將各電力連接器牽拉至 50 N 之力並持續 3 秒。若銀層（電接點表面 16）在 504 小時期間或在拉力測試期間與玻璃 10 分離，則不能進行拉力測試及電測試，且焊料接點被評估為良好。然而，以上在測試 V 中所述的三個焊料組成物各自有一個前窗樣品完成高濕度/恆定氣候測試且未發生故障（亦即連接器斷開）。

VII. 耐擋風玻璃清洗劑流體性

【0085】 測試樣品為各具有 30 個電力連接器之 12"x12"玻璃板（如上所述），該等電力連接器用基本上由以下組成之焊料組成物焊接：約 14.05 重量%錫、約 0.98 重量%銻、約 0.87 重量%銅、約 0.70 重量%鎳、約 0.63 重量%鋅、約 74.74 重量%銲及約 7.98 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度

(液相線) 為約 133.18°C 且固相線為約 123.94°C。

【0086】 在此測試中，測試樣品浸沒於模擬前窗清洗劑溶液中 24 小時，該前窗清洗劑溶液由以下製成：11 又 1/8 杯水、3 又 1/6 杯乙醇、1.6 杯異丙醇、1 又 1/4 湯匙乙二醇及四分之一湯匙十二烷基硫酸鈉。在 24 小時結束之後，如圖 8 中所示且如上所述（在環境溫度下）牽拉各電力連接器，例外為測力計 310 為以 100 mm/min 之速率在測力計上操作至 50 N 之力並持續 2 秒的 Instron 測力計（Instron, Norwood, MA 型號 5544）。在此測試期間未發生故障（亦即連接器斷開）。

VII. 鹽霧測試

【0087】 此測試根據 DIN EN ISO 9227 章節 8 進行。測試樣品為各具有（如上所述）30 個電力連接器之 12"x12"玻璃板，該等電力連接器用基本上由以下組成之焊料組成物焊接：約 14.05 重量%錫、約 0.98 重量%銻、約 0.87 重量%銅、約 0.70 重量%鎳、約 0.63 重量%鋅、約 74.74 重量%錒及約 7.98 重量%銀。此焊料組成物之熔點或溫度（液相線）為約 133.18°C 且固相線為約 123.94°C。

【0088】 在此測試中，使測試樣品在測試室（Harshaw 型號 22）中曝露於鹽噴霧下 96 小時。鹽濃度為 5% 且 pH 值在 6.5 與 7.2 之間。鹽霧溫度設定為 +35°C ± 2°C，且塔溫度設定為 +48°C，其中空氣壓力在 16 磅/平方吋（psi）與 18 磅/平方吋之間。在 96 小時結束之後，如圖 8 中所示且如上所述（在環境溫度下）牽拉各電力連接器，例外為測力計 310 為以 100 mm/min 之速率操作至 50 N 之力並持續 2 秒的 Instron 測力計（Instron, Norwood, MA 型號 5544）。在此測試期間未發生故障（亦即連接器斷開）。

【0089】 本文中所引用之所有專利、公開申請案及參考文獻之教示均以其全文引用的方式併入本文中。

【0090】 雖然本發明已參照其例示具體實例特定展示及描述，但熟習此項技術者應瞭解，在不脫離由隨附申請專利範圍涵蓋的本發明之範疇之情況下，可在其中進行形式及細節之各種改變。

【符號說明】

【0091】

- 10：後窗
- 12：風窗除霜器
- 14：除霜線
- 16：電接點條
- 18：電連接器
- 18a：橋連端點電力連接器
- 18b：橋連端點電力連接器
- 19：焊料墊
- 20：焊料組成物
- 22：電力線
- 300：拉力測試
- 310：數位測力計
- 320：鉤
- 330：手柄
- 400：測試

410：連接的砒碼

420：鉤

430：熱電偶

申請專利範圍

1. 一種形成焊料組成物之方法，其包含以下步驟：

將銻、鎳、銅、銀、銻及錫熔融；且

將使有效形成包括以下之合金之量的該銻、鎳、銅、銀、銻及錫混合在一起：

約 4 重量%至約 25 重量%錫；

約 0.1 重量%至約 8 重量%銻；

約 0.03 重量%至約 4 重量%銅；

約 0.03 重量%至約 4 重量%鎳；

約 66 重量%至約 90 重量%銻；及

約 0.5 重量%至約 9 重量%銀。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其另外包含以下步驟：

將該銻與錫一起混合形成第一熔融混合物；

將至少該鎳、銅及銀於溶液中一起混合形成第二熔融混合物；且隨後

將該第二熔融混合物添加至該第一熔融混合物中。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其另外包含以下步驟：

將錫與鎳一起混合形成熔融混合物，且隨後

將至少銅、銻及銀添加至該熔融混合物中。

4. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其另外包括在所有其他金屬已添加至該熔融混合物中之後將鋅添加至該熔融混合物中的步驟。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該合金包括約 0.2 重量%至約 8 重量%銻。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該合金包括約 1 重量%至約 7 重量%銀。
7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該合金包括約 3 重量%至約 7 重量%銀。
8. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該合金包括約 1 重量%至約 4 重量%銀。
9. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其另外包括混合約 0.2 重量%至約 6 重量%鋅。
10. 如申請專利範圍第 9 項之方法，其中該合金包括約 0.3 重量%至約 6 重量%鋅。
11. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該合金包括約 3 重量%至約 5 重量%鋅。
12. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其另外包括混合約 0.01 重量%至約 0.3 重量%鍺。
13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該合金包括約 70 重量%至約 86 重量%銻。
14. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該合金具有範圍在介於約 120°C 和約 145°C 之間的固相線溫度。
15. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該合金具有範圍在介於 130°C 和約 155°C 之間的液相線溫度。
16. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中錫以約 7 重量%至約 19 重量%之比例混合、銻以約 0.2 重量%至約 8 重量%之比例混合、銅以約 0.1 重量

%至約 1.5 重量%之比例混合、鎳以約 0.1 重量%至約 4 重量%之比例混合、銮以約 70 重量%至約 80 重量%之比例混合且銀以約 4 重量%至約 8 重量%之比例混合。

17. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該合金包括約 74 重量%至約 78 重量%銮。
18. 如申請專利範圍第 17 項之方法，其中該合金包括約 5 重量%至約 10 重量%錫。
19. 如申請專利範圍第 17 項之方法，其中該合金包括約 12 重量%至約 19 重量%錫。
20. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該合金包括約 12 重量%至約 16 重量%錫。
21. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該合金包括約 74 重量%至約 80 重量%銮。
22. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該合金包括約 0.1 重量%至約 3 重量%鎳。
23. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該合金包括約 0.2 重量%至約 5 重量%銻。
24. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該合金包括：
 - 約 4 重量%至約 20 重量%錫；
 - 約 0.1 重量%至約 8 重量%銻；
 - 約 0.1 重量%至約 4 重量%銅；
 - 約 0.1 重量%至約 3 重量%鎳；

- 約 71 重量%至約 86 重量%銻；及
- 約 1 重量%至約 6 重量%銀。
25. 如申請專利範圍第 24 項之方法，其中該合金包括約 10 重量%至約 19 重量%錫。
26. 如申請專利範圍第 24 項之方法，其中該合金包括約 74 重量%至約 80 重量%銻。
27. 如申請專利範圍第 26 項之方法，其中該合金包括約 1 重量%至約 7 重量%銀。
28. 如申請專利範圍第 27 項之方法，其中該合金包括約 3.5 重量%銅。
29. 如申請專利範圍第 24 項之方法，其中該合金包括約 0.1 重量%至約 1 重量%鎳。
30. 如申請專利範圍第 24 項之方法，其中該合金包括約 1 重量%至約 2 重量%鎳。
31. 如申請專利範圍第 24 項之方法，其中該合金包括約 0.2 重量%至約 2 重量%銻。
32. 如申請專利範圍第 24 項之方法，其中該合金包括約 2 重量%至約 6 重量%銻。
33. 一種形成焊料組成物之方法，其包含以下步驟：
- 將銻、鎳、銅、銀、銻及錫熔融；且
- 將使有效形成包括以下之合金之量的該銻、鎳、銅、銻、銀、銻及錫混合在一起：
- 約 11 重量%至約 17 重量%錫；

約 0.5 重量%至約 3 重量%銻；
約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅；
約 0.5 重量%至約 5 重量%鎳；
約 72 重量%至約 77 重量%銻；
約 4 重量%至約 8.5 重量%銀；及
約 0.3 重量%至約 1.5 重量%鋅。

34. 如申請專利範圍第 33 項之方法，其中該合金包括：

約 13 重量%至約 15 重量%錫；
約 0.5 重量%至約 2.5 重量%銻；
約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅；
約 1 重量%至約 4 重量%鎳；
約 74 重量%至約 75 重量%銻；
約 5 重量%至約 6 重量%銀；及
約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅。

35. 如申請專利範圍第 34 項之方法，其中該合金包括：

約 15 重量%錫；
約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻；
約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅；
約 1 重量%鎳；
約 75 重量%銻；
約 6 重量%銀；及
約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅。

36. 如申請專利範圍第 35 項之方法，其中該合金包括：

約 15 重量%錫；

約 1 重量%銻；

約 1 重量%銅；

約 1 重量%鎳；

約 75 重量%銻；

約 6 重量%銀；及

約 1 重量%鋅。

37. 如申請專利範圍第 33 項之方法，其中該合金包括：

約 14 重量%錫；

約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銻；

約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅；

約 3 重量%鎳；

約 75 重量%銻；

約 5 重量%銀；及

約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅。

38. 如申請專利範圍第 37 項之方法，其中該合金包括：

約 14 重量%錫；

約 1 重量%銻；

約 1 重量%銅；

約 3 重量%鎳；

約 75 重量%銻；

約 5 重量%銀；及

約 1 重量%鋅。

39. 如申請專利範圍第 34 項之方法，其中該合金包括：

約 13 重量%錫；

約 1.5 重量%至約 2.5 重量%銻；

約 0.5 重量%至約 1.5 重量%銅；

約 4 重量%鎳；

約 74 重量%銻；

約 5 重量%銀；及

約 0.5 重量%至約 1.5 重量%鋅。

40. 如申請專利範圍第 39 項之方法，其中該合金包括：

約 13 重量%錫；

約 2 重量%銻；

約 1 重量%銅；

約 4 重量%鎳；

約 74 重量%銻；

約 5 重量%銀；及

約 1 重量%鋅。

圖式

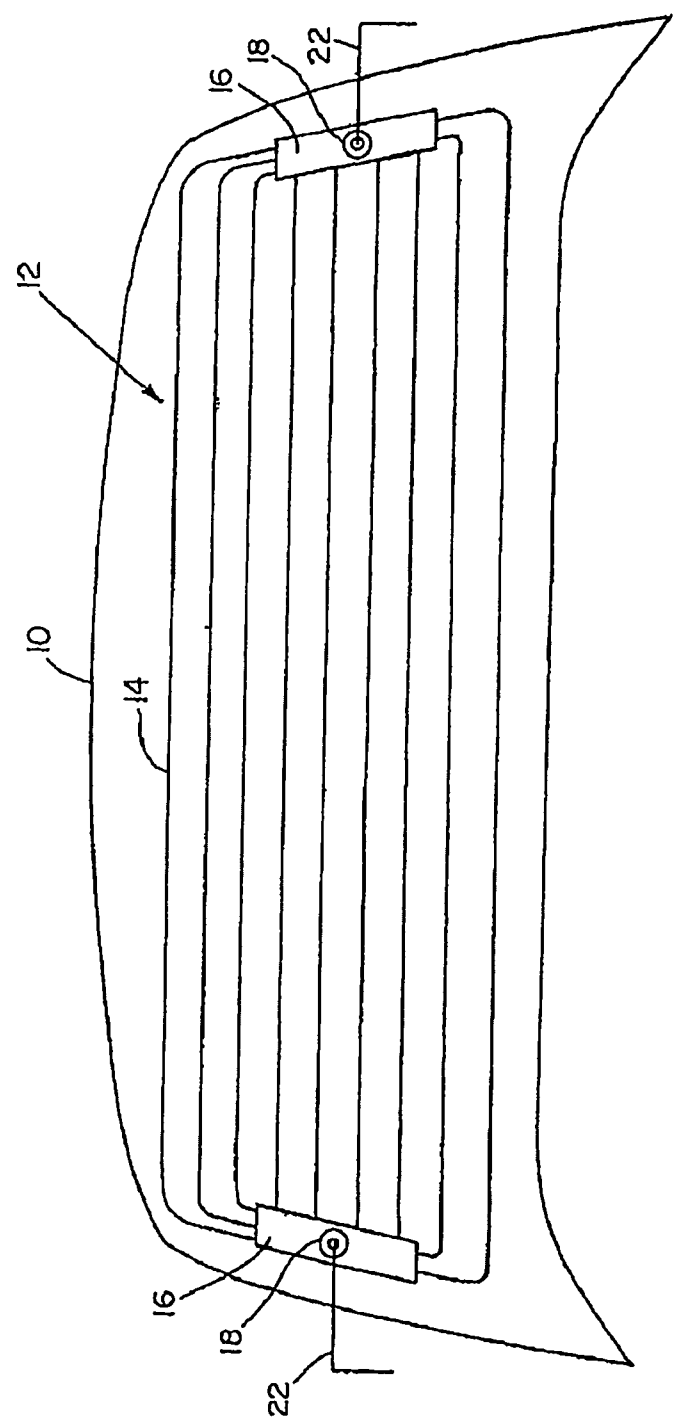


圖1

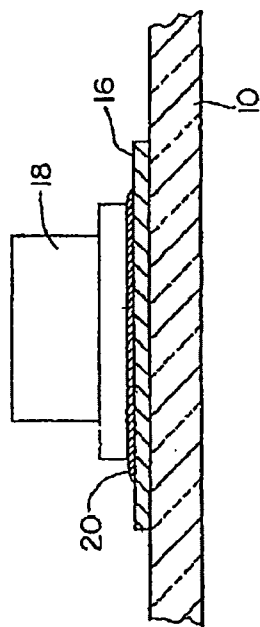


圖2

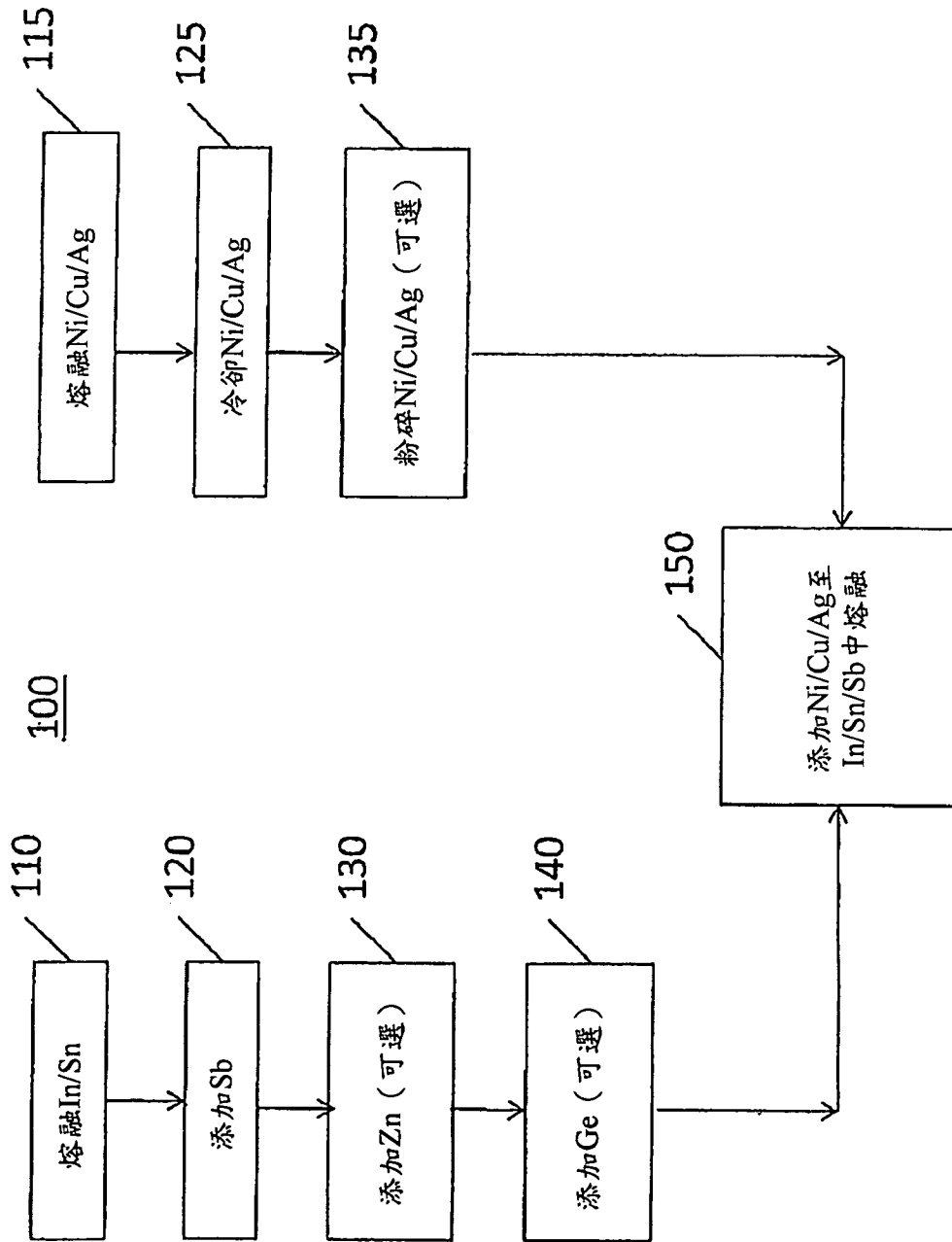


圖3A

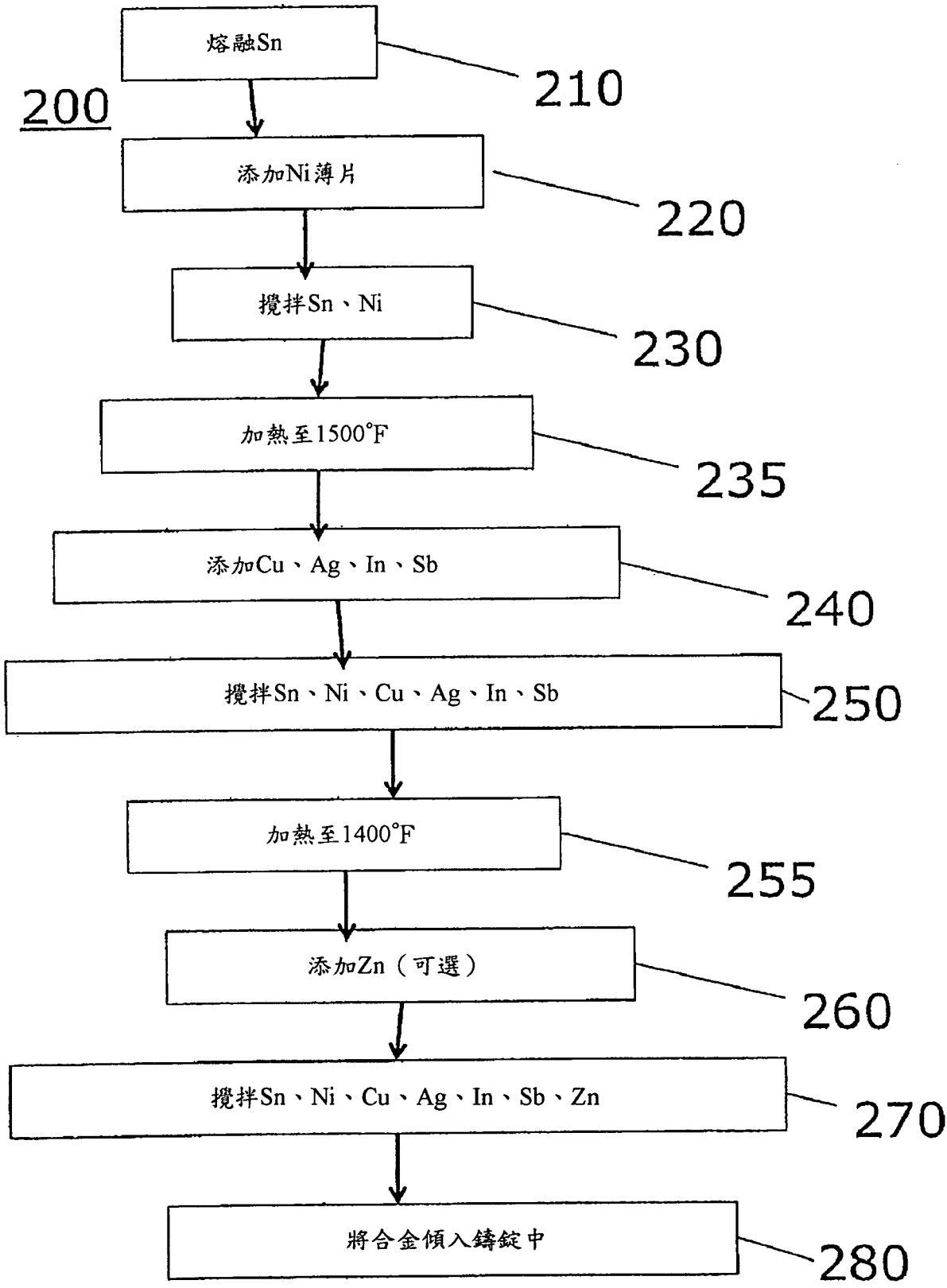


圖3B

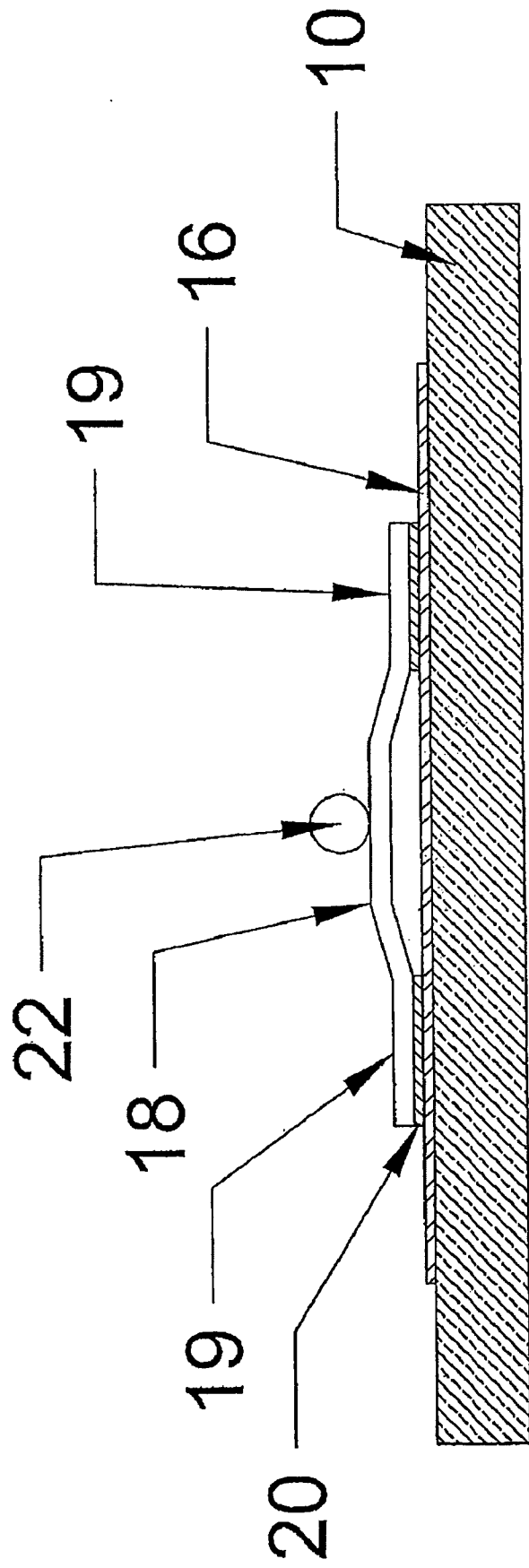


圖5

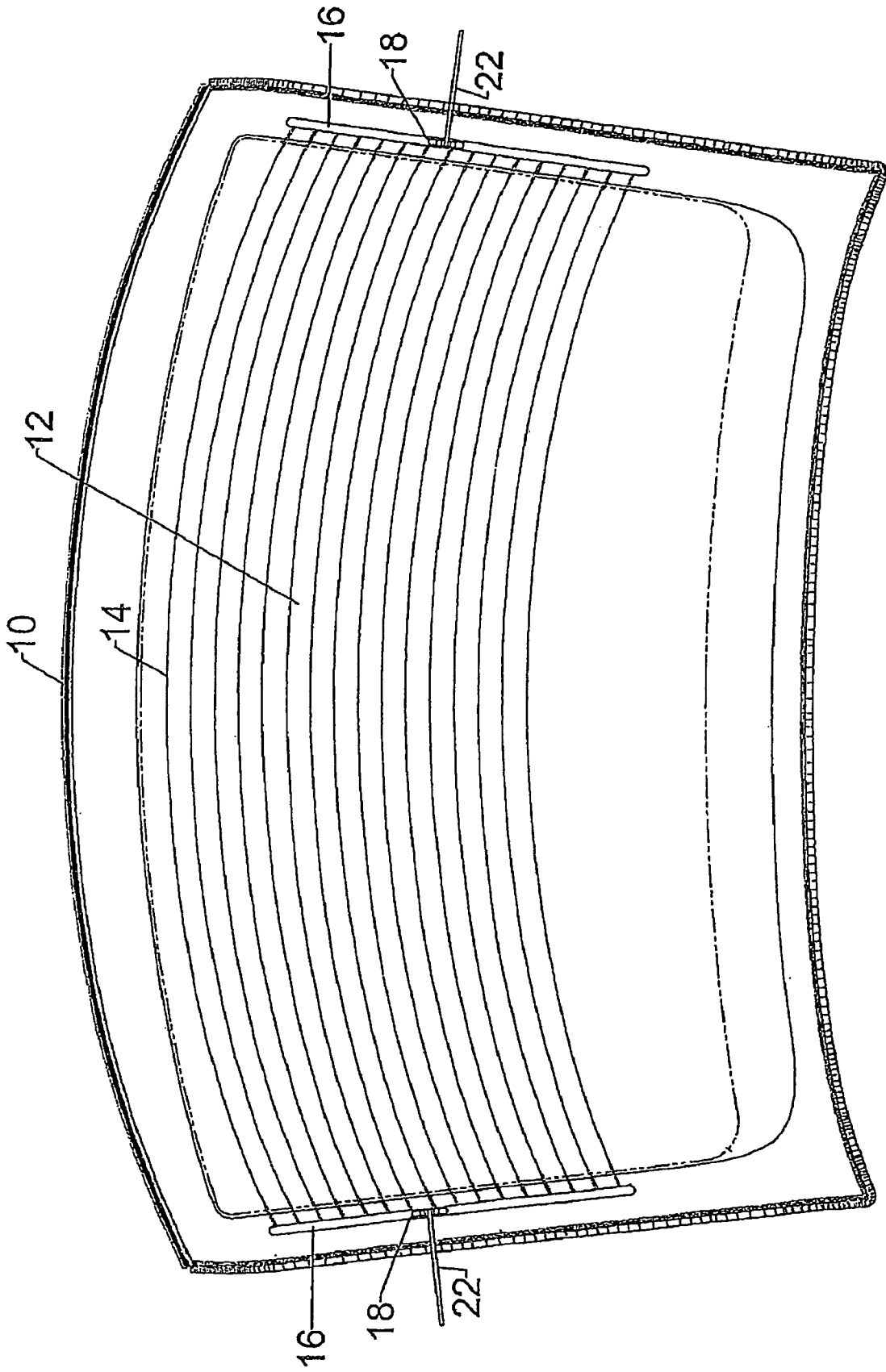


圖6

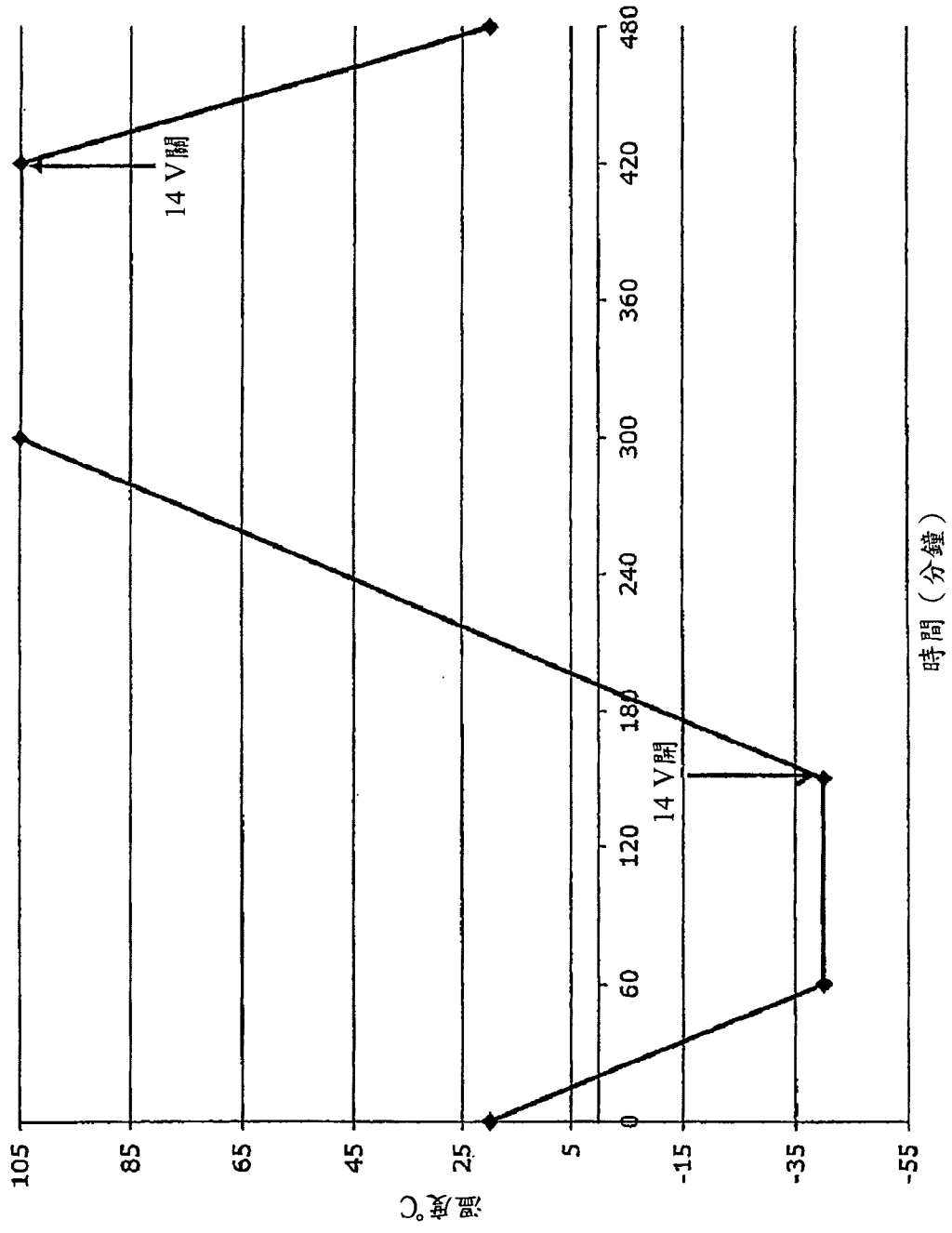


圖7

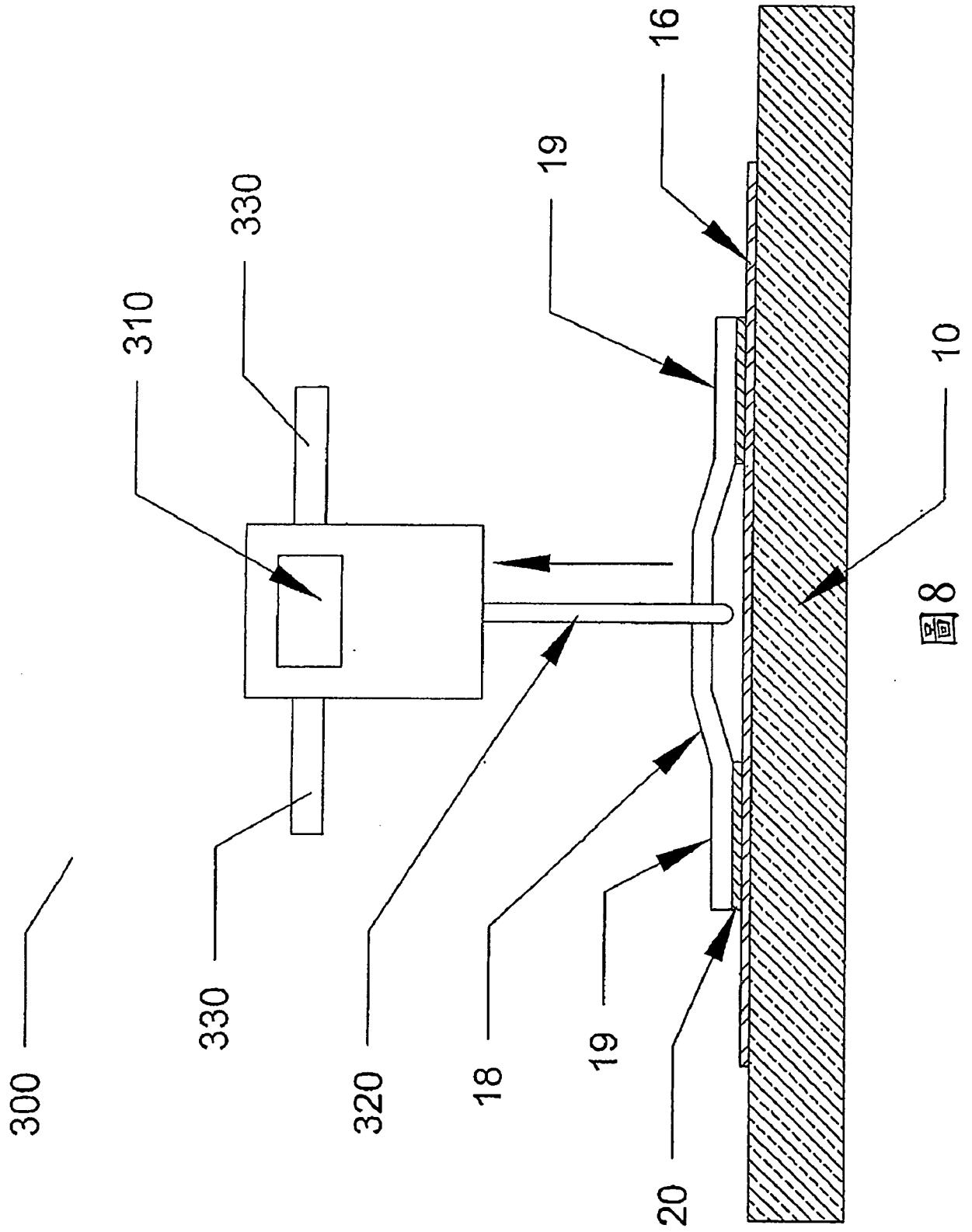


圖 8

