



(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 201345601 A

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：101147400

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 14 日

(51)Int. Cl.：

B01D57/00 (2006.01)

B01D59/38 (2006.01)

B01D61/18 (2006.01)

H05K3/00 (2006.01)

(30)優先權：2011/12/15 美國

61/576,035

2012/01/23 美國

61/589,583

(71)申請人：尖端科技材料公司 (美國) ADVANCED TECHNOLOGY MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：陳天牛 CHEN, TIANNIU (CN)；科爾珊斯基 麥克 B KORZENSKI, MICHAEL B.
(US)；蔣平 JIANG, PING (CN)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：11 共 95 頁

(54)名稱

在回收廢電氣和電子設備期間剝除焊料金屬之裝置及方法

APPARATUS AND METHOD FOR STRIPPING SOLDER METALS DURING THE RECYCLING OF
WASTE ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT

(57)摘要

本發明係關於回收印刷線路板之裝置及方法，其中可收集電子組件、貴金屬及卑金屬供再利用及回收。該等裝置一般包括機械焊料移除模組及/或熱模組、化學焊料移除模組、及貴金屬浸濾模組，其中該等模組係經連接以使電子廢棄物在各模組之間連續通過。

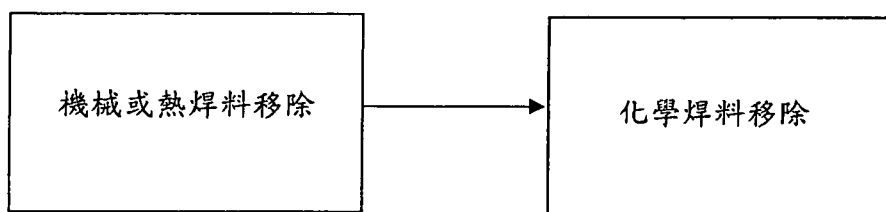


圖 1



(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 201345601 A

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：101147400

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 14 日

(51)Int. Cl.：

B01D57/00 (2006.01)

B01D59/38 (2006.01)

B01D61/18 (2006.01)

H05K3/00 (2006.01)

(30)優先權：2011/12/15 美國

61/576,035

2012/01/23 美國

61/589,583

(71)申請人：尖端科技材料公司 (美國) ADVANCED TECHNOLOGY MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：陳天牛 CHEN, TIANNIU (CN)；科爾珊斯基 麥克 B KORZENSKI, MICHAEL B.
(US)；蔣平 JIANG, PING (CN)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：11 共 95 頁

(54)名稱

在回收廢電氣和電子設備期間剝除焊料金屬之裝置及方法

APPARATUS AND METHOD FOR STRIPPING SOLDER METALS DURING THE RECYCLING OF
WASTE ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT

(57)摘要

本發明係關於回收印刷線路板之裝置及方法，其中可收集電子組件、貴金屬及卑金屬供再利用及回收。該等裝置一般包括機械焊料移除模組及/或熱模組、化學焊料移除模組、及貴金屬浸濾模組，其中該等模組係經連接以使電子廢棄物在各模組之間連續通過。

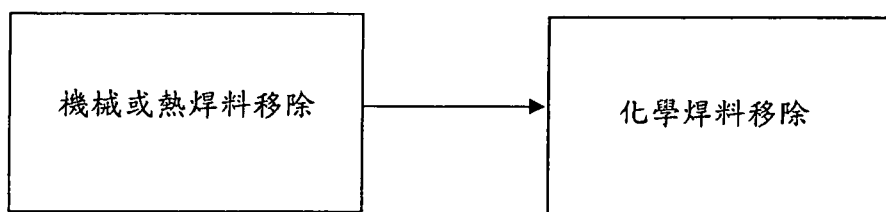


圖 1

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101147400

B01D 57/00 (2006.01)

※申請日：101/12/14

※IPC 分類：B01D 59/38 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

B01D 61/18 (2006.01)

H05K 3/00 (2006.01)

在回收廢電氣和電子設備期間剝除焊料金屬之裝置及方法

APPARATUS AND METHOD FOR STRIPPING SOLDER
METALS DURING THE RECYCLING OF WASTE
ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT

二、中文發明摘要：

本發明係關於回收印刷線路板之裝置及方法，其中可收集電子組件、貴金屬及卑金屬供再利用及回收。該等裝置一般包括機械焊料移除模組及／或熱模組、化學焊料移除模組、及貴金屬浸濾模組，其中該等模組係經連接以使電子廢棄物在各模組之間連續通過。

三、英文發明摘要：

Apparatuses and processes for recycling printed wire boards, wherein electronic components, precious metals and base metals may be collected for reuse and recycling. The apparatuses generally include a mechanical solder removal module and/or a thermal module, a chemical solder removal module, and a precious metal leaching module, wherein the modules are attached for continuous passage of the e-waste from module to module.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大致係關於回收諸如印刷線路板之廢電氣和電子設備以分離包括(但不限於)貴金屬、卑金屬、焊料金屬、及工作積體電路之材料的裝置及方法。

【先前技術】

包括廢棄或受損電腦、電腦螢幕、電視接收器、行動電話、及類似產品之用過電子設備的棄置正快速地增加。已知曉當將電子設備棄置於掩埋場時一般存在大量對活體及環境的危害物。同樣，應瞭解不恰當的拆解會對人工執行拆解之人員造成明顯的健康及安全風險。

印刷線路板(PWB)係許多電子系統之常見元件。PWB 通常係藉由將乾膜層壓於支撐在纖維玻璃板基質上之乾淨銅箔上來製造。利用具有電路板設計之負型的膜使膜暴露，及使用蝕刻劑來自板移除未經遮蔽的銅箔。接著將焊料塗覆於板上之未經蝕刻的銅上。取決於特定 PWB 之用途及設計，在製程中可能使用各種其他金屬，包括鉛、錫、鎳、鐵、鋅、鋁、銀、金、鉑、鈮、及汞。PWB 包括許多額外組件，例如，電晶體、電容器、散熱器、積體電路(IC)、電阻器、整合切換器(integrated switch)、處理器等。

PWB 可能係一種難以處理的廢棄材料，因其一旦自其所安裝的電氣系統移除之後一般即具極低效用。此外，其通常

係由使其被分類為有害或「特殊」廢棄物流的材料所組成。其必需與其他非有害固體廢棄物流分離且分開處理。作為廢棄材料處理之 PWB 必需利用若干可用處置選擇中之任一者來處理。此等選擇不僅昂貴，而且其需要大量勞力及藉由產生器來處理。再者，由於一些此等處置選擇不包括破壞廢電路板，因此產生器亦會保留與不恰當處理或處置相關的許多不利情況。

已提出不同方法來嘗試對抗原料廢棄物及由持續增加之電子廢棄物碎塊負荷所導致的環境污染。迄今為止，仍需要需求高能量需求的方法來分離材料，以致可將其回收。機械及濕法冶金方法係回收廢 PWB 的傳統方法，其包括研磨整體廢棄物，接著嘗試分離及濃縮不同材料物流。不利地，當研磨 PWB 時，僅塑膠部分可有效地自金屬釋出且會排放毒性氣體。因此，機械方法無法導致高回收率，尤其係針對貴金屬而言。在濕法冶金方法中，使用大量化學物質，產生大量廢酸及污泥，其需作為有害廢棄物處置。再者，藉由化學過程回收各種金屬之整體過程相當冗長且複雜。包括高溫冶金處理廢 PWB 的熱方法會由於環氧樹脂之熱降解(形成戴奧辛及呔喃類)及金屬(包括 Pb、Sb、As 及 Ga)之揮發而導致排放有害化學物質至大氣及水中。熱方法之特徵進一步在於高能耗，且需要使用昂貴的排氣淨化系統及抗腐蝕性設備。

此外，目前自材料中提取貴金屬(例如，金)之方法不利地包括使用毒性及／或昂貴的化學物質(即瀝濾劑(lixiviant))來自材料浸濾出金。其中一種最古老的溶解金之商業方法係所謂的「氰化物法」，其中氰離子與金形成此一穩定錯合物。氰化物法之效用導致其用於自其礦石提取金及自塗布金之零件碎塊回收金的商業用途。一般而言，在「氰化物法」中使用氰化鉀溶液。不利地，此溶液相當具毒性且處置用過的氰化物溶液成為值得注意且逐漸增加的廢棄物處置及污染減量控制問題。金亦已使用鹽酸及硝酸之混合物(稱為「王水」)來溶解，以獲得錯合氯金酸(HAuCl_4)。然而，王水極具腐蝕性，會產生毒性煙霧，且對貴金屬不具任何選擇性。

不具任何組件及焊料之印刷線路板(即裸板)呈現為較具有安裝組件之集成電路板更容易回收的材料，因裸板本身僅由藉由環氧樹脂膠合的銅及纖維玻璃箔片與在其表面上之一些金／鎳／銅鍍層所組成。由於裸板佔一般集成印刷電路板的 65-70 重量%，因此自板移除組件導致形成佔總體積之 65-70% 的可容易回收之材料部分。與應用於整體進入材料體積之粉碎的一般實務相比，此途徑更有利。此外，一旦自板移除，則可將回收的組分分類且以類型銷售，諸如含鉍組分或可再利用的組分，因而產生具有較僅組分之混合物高之零售價值的多個產物流。

因此，有需要一種克服上述問題或使其減至最小之回收諸

如印刷線路板組件之廢電氣和電子設備的方法。

【發明內容】

本發明大致係關於回收印刷線路板以分離材料供再利用及／或回收之裝置及方法。更特定言之，本發明大致係關於回收 PWB 以有效率地回收貴金屬、卑金屬、焊料金屬、及工作積體電路，同時使大宗化學品及其他使用資源量減至最少的裝置及方法。

在一態樣中，描述一種用於處理電子廢棄物之裝置，該裝置包括：

(a)機械焊料移除模組；及

(b)化學焊料移除模組；

其中該等模組係彼此相連地連接。

在另一態樣中，描述一種回收電子廢棄物之方法，該方法包括：

使用機械焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該機械焊料移除器包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器；

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該化學焊料移除器包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；及

使用浸濾組成物移除至少一部分貴金屬。

在又另一態樣中，描述一種用於處理電子廢棄物之裝置，

該裝置包括：

(a)用於自 PWB 移除外殼或環氧化組件之加熱模組；及

(b)化學焊料移除模組，

其中該等模組係彼此相連地連接。

在又另一態樣中，描述一種回收電子廢棄物之方法，該方法包括：

使用加熱模組自 PWB 移除至少一外殼，其中該加熱模組包括加熱機構及用於使 PWB 移動通過該加熱機構之構件；

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該化學焊料移除器包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；及

使用浸濾組成物移除至少一部分貴金屬。

其他態樣、特徵及優點將可由隨後揭示內容及隨附申請專利範圍而更完整明瞭。

【實施方式】

本發明大致係關於用於回收印刷線路板、積體電路及印刷線路板組件，以分離材料供再利用及／或回收之裝置及方法。更特定言之，本發明大致係關於用於回收 PWB 以更有效率地回收及分離金屬及工作組分，同時使大宗化學品及其他資源之使用減至最少的裝置及方法。

如於[先前技術]一節中所引介，回收廢 PWB 之傳統方法會導致環境污染、高成本支出及低效率。相對地，文中所述

之裝置及方法係基於回收材料之不同途徑，其中基於外觀及物理及化學性質來分離廢 PWB 之各種部分。

自印刷線路板(PWB)移除至少一種可回收材料之方法先前描述於 2011 年 4 月 15 日以 André Brosseau 等人之名義提出申請且題為「回收廢棄印刷電路板之方法(Method for Recycling of Obsolete Printed Circuit Boards)」的國際專利申請案第 PCT/US2011/032675 號中，將其全體內容併入本文為參考資料。概言之，PCT/US2011/032675 中所述之方法包括(a)、(b)、(c)中之至少一者或其任何組合：

(a)自 PWB 釋放組分；

(b)自 PWB 及／或 PWB 組件回收貴金屬；

(c)自 PWB 回收卑金屬。

關於本揭示案之目的，「電子廢棄物」係相當於已到達其有效壽命之終端或者已經棄置的電腦、電腦螢幕、電視接收器、平板電腦、行動電話、視訊攝影機、數位相機、DVD 播放器、電子遊戲機、傳真機、影印機、MP3 播放器、及類似產品。電子廢棄物包括含於此等熟知物件內之組件，諸如印刷線路板及其上所包含的組件(例如，電晶體、電容器、散熱器、IC、電阻器、整合切換器、晶片及處理器)。

關於一般揭示案之目的，裸板係經描述為包括紙張、低介電塑膠、薄且可撓之塑膠、陶瓷／金屬、纖維玻璃、環氧樹脂及銅箔。如熟悉技藝人士所當明瞭，「纖維玻璃」係經玻

璃強化之塑膠或經玻璃纖維強化之塑膠且將對應於任何包括塑膠及玻璃之材料。

如本文所使用，「貴金屬」包括金屬金、銀、鉑、鈀、銻、銨、鐵、鎳、鈦及包含其等之合金。

如本文所使用，「卑金屬」係相當於鐵、鎳、鋅、銅、鋁、鎢、鉬、鈮、鎂、鈷、鈹、鎳、鈦、鋳、銻、錒、錳、鈹、鉻、鍺、釩、鎳、鉛、銻、鈷、鈹、鈳、鈳、包含其等之合金、及其組合。

如本文所使用，「銅」係相當於 Cu(0)金屬以及包含 Cu(0)之合金。

「實質上不含」在本文係定義為低於 2 重量%，較佳低於 1 重量%，更佳低於 0.5 重量%，及最佳低於 0.1 重量%。「不含」係相當於 0 重量%。

如本文所使用，「約」係意指相當於所述值之 $\pm 5\%$ 。

如本文所定義之「錯合劑」包括熟悉技藝人士明瞭為錯合劑、鉗合劑、螯隔劑、及其組合之彼等化合物。錯合劑將使用文中所述之組成物與待移除之金屬原子及／或金屬離子化學結合或物理締和。

關於本說明書，「印刷線路板」及「印刷電路板」係同義詞且可互換使用。

如本文所用，術語「分離」係相當於自 PWB 完全移除組件或自 PWB 部分分離組件，其中自 PWB 部分分離組件係

相當於使將組件固定至 PWB 之焊料弱化，及可藉由另一方法進行其餘的分離。

如本文所用，相對於貴金屬、卑金屬及／或含鉍金屬「移除」含鉛或錫之焊料意指含鉛或錫之焊料金屬的至少一部分係經機械方式移除或含鉛或錫之焊料金屬或離子係實質上地溶解或以其他方式增溶於移除組成物中(較佳係溶解)，然而其他金屬未經機械移除、實質上地溶解或以其他方式增溶。「實質上地溶解」在文中定義為超過 95 重量%之原來存在的材料經溶解或以其他方式增溶，較佳係超過 98 重量%，更佳係超過 99 重量%，及最佳係超過 99.9 重量%。「實質上未溶解」在文中定義為低於 5 重量%之原來存在的材料經溶解或以其他方式增溶，較佳係低於 2 重量%，更佳係低於 1 重量%，及最佳係低於 0.1 重量%。

如本文所用之術語「浸濾」係相當於自 PWB 及／或 PWB 組件將金或其他貴金屬完全移除或萃取至浸濾組成物中，或自 PWB 及／或 PWB 組件將金或其他貴金屬部分移除或萃取至浸濾組成物中。金或其他貴金屬係溶解或以其他方式增溶於浸濾組成物中(較佳係溶解)。

如本文所定義之「壓碎」PWB 及／或 PWB 組件係相當於使 PWB 及／或 PWB 組件之金及其他貴金屬實質上暴露於浸濾組成物之任何方法，例如，破裂、粉碎或撕碎 PWB 及／或 PWB 組件。較佳係破裂 PWB 組件，藉此使由於粉碎

或撕碎而損失的金或其他貴金屬之量減至最小。若將碎塊粉碎則可能會損失貴金屬，其中金粉塵黏著至經分離的物流且損失於磁性部分中。因此，壓碎進一步經定義為一種方法，藉此不超過 10% 之金或其他貴金屬損失至諸如粉碎或撕碎之製程，較佳不超過 5%，再更佳不超過 2%。此外，壓碎電子廢棄物藉由使含有害金屬及溴化阻燃劑之粉塵的釋放減至最少而減小對人類健康的風險。

熟悉技術人士當充分瞭解「碘」係相當於 I_2 分子，而「碘化物」(I^-)係陰離子，且係以鹽提供。碘化物鹽包括，但不限於，碘化鋰、碘化鈉、碘化鉀、碘化銨、碘化鈣、碘化鎂、及碘化四烷基銨，其中該等烷基可彼此相同或不同且係選自由直鏈 C_1 - C_6 烷基(例如，甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基)及分支鏈 C_1 - C_6 烷基所組成之群。

如本文所定義，「碳」包括結晶石墨、非晶形石墨、石墨烯、熱解石墨、氧化石墨、石墨纖維、碳奈米管、導電碳、石墨化碳、或任何包括石墨之 α (六方配置碳原子)或 β (菱形配置碳原子)形式的含碳物質。

組成物可以如下文更完整描述之相當多樣的特定調配物具體實施。在其中組成物之特定成分係參照包括零下限之重量百分比範圍論述的所有此等組成物中，當明瞭在組成物之各種特定具體例中可存在或不存在此等成分，且在存在此等成分之實例中，其可以基於其中使用此等成分之組成物之總

重量計低至 0.001 重量百分比之濃度存在。

[自 PWB 選擇性地移除焊料之第一種裝置及方法]

組件通常係藉由鉛、錫或鉛-錫焊料附著至 PWB 之表面，其通常為 70Sn/30Pb、60Sn/40Pb 或 63Sn/37Pb 之組合。在某些應用中，使用 Ag-Sn 焊料。目前將 PWB 脫焊以移除組件涉及將焊料加熱至熔融溫度，藉此使經釋放的組件自 PWB 分離並收集液體焊料。此應用於回收 PWB 之方法具有兩項主要缺點：(i)由於鉛及錫係低揮發性金屬，因而此加熱及熔融將會產生大量排放至周圍空氣之污染物；及(ii)熱將會損壞組件使其無法再利用。

本發明人先前於 PCT/US2011/032675 中揭示一種利用組成物自印刷線路板分離印刷線路板組件之方法。概言之，該方法包括使第一組成物與印刷線路板接觸，以自該印刷線路板選擇性地移除印刷線路板組件，其中該印刷線路板組件係使用焊料或一些其他固定方式附著至印刷線路板。雖然有效，但本發明人企圖提高第一組成物對於自 PWB 移除 PWB 組件的效率。

為此，在一態樣中，描述一種自表面移除焊料之裝置，其中該裝置包括機械焊料移除構件及化學焊料移除構件(參見，例如，圖 1)。機械焊料移除構件包括，但不限於，切割刀片、研磨材料(例如，結合材料，包括氧化鋁、碳化矽、碳化鎢、或石榴石、或經塗布材料諸如砂紙)、研磨機、高

壓水或任何其他可藉以自表面移除至少一部分焊料的構件。機械焊料移除構件較佳係浸泡於液體(例如，水)中，且可進一步包括攪動器諸如刷、耙、或平行及／或垂直於 PWB 設置以輔助移除焊料之吹送氣體或液體。機械焊料移除構件較佳包括浸泡於水中之切割刀片，其可機械移除至少約 25% 之焊料，更佳至少約 35% 之焊料及再更佳至少約 45% 之焊料。切割刀片之數目可在約 1 至約 500 之範圍內，視裝置設置及處理量而定。此態樣尤其適用於包括具有鉛基焊料之組件的 PWB。

化學焊料移除構件包括任何使表面暴露至第一組成物以達成自其化學移除焊料的裝置。應明瞭使表面暴露至第一組成物可以任何適當的方式達成，例如，經由將第一組成物噴塗於表面上，經由將表面浸泡於一定量之第一組成物中，經由使表面與另一材料(例如，已於其上吸收第一組成物之墊、或纖維吸收性塗布器元件)接觸，經由使表面與再循環組成物接觸，或藉由任何其他藉以使第一組成物與待移除材料接觸之適當手段、方式或技術。在一較佳具體例中，將表面浸泡於一定量之第一組成物中，其中該量實質上可足以浸泡包括表面的整個 PWB，或者，PWB 係經部分浸泡以致僅包括焊料之表面存於第一組成物中(參見，例如，圖 2)。當 PWB 僅於板之一側上具有焊料時，部分浸泡尤其有利。在圖 2 中，浸泡包括焊料之 PWB 的表面，而非整個板。應明

瞭圖 2 中液體相對於 PWB 厚度之液位僅係供視覺展示用，其可由熟悉技藝人士輕易地決定改變。此外，圖 2 中說明之「平台」僅係用來使 PWB 提升至高於容器底部且不限於輥子(如圖所示)，而係可包括靜態平坦表面(實心或具有孔或洞)、皮帶、支架、突起(具有彎曲、尖銳或平坦峰頂)、或任何其他可藉以使 PWB 提升至高於容器底部的構件。化學焊料移除構件可進一步包括攪動器諸如刷、耙、或平行及／或垂直於 PWB 設置以輔助移除焊料之吹送氣體或液體。

在第一態樣之一具體例中，如圖 3 所示，用於自印刷線路板(PWB)之表面移除焊料之裝置包括：

機械焊料移除器；

化學焊料移除器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 自動或手動地自機械焊料移除器移動至化學焊料移除器至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。

在第一態樣之另一具體例中，如圖 3 所示，用於自印刷線路板(PWB)之表面移除焊料之裝置包括：

機械焊料移除器；

化學焊料移除器，其包括第一組成物之容器及至少一攪動

器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 自動地自機械焊料移除器移動至化學焊料移除器至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該攪動器較佳包括至少一個刷、耙、或吹送氣體或液體。

在第一態樣之另一具體例中，如圖 3 所示，用於自印刷線路板(PWB)之表面移除焊料之裝置包括：

機械焊料移除器，其包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器；

化學焊料移除器，其包括第一組成物之容器及至少一攪動器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 自動地自機械焊料移除器移動至化學焊料移除器至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該攪動器較佳包括至少一個刷、耙、或吹送氣體或液體。

在第一態樣之又另一具體例中，如圖 3 所示，用於自印刷

線路板(PWB)之表面移除焊料之裝置包括：

機械焊料移除器，其包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器；

化學焊料移除器，其包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 自動地自機械焊料移除器移動至化學焊料移除器至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該攪動器較佳包括至少一個刷、耙、或吹送氣體或液體。

一些積體電路(IC)係使用環氧樹脂(例如，北橋及南橋 IC 及 CPU)固定至 PWB，因此不易使用文中所述之機械及化學移除構件移除。因此，在另一具體例中，用於自印刷線路板(PWB)之表面移除焊料之裝置進一步包括用來軟化環氧樹脂的加熱模組，以致可容易地移除 IC 而自 PWB 完全移除組件及焊料。

加熱模組 110 較佳包括具有用於使 PWB 移動通過用於加熱環氧樹脂及其後自 PWB 移除環氧化 IC 之包括攪動構件之加熱機構之構件的單元。舉例來說，圖 7 說明文中涵蓋之加熱模組的俯視圖，其中用於移動 PWB 之構件係輥鏈 130，

儘管亦涵蓋其他移動 PWB 之構件，包括軌道、皮帶、及活節鏈條。舉例來說，用於移動 PWB 之構件可為具有沿軌道頂端行進之輪的軌道。所說明之輥鏈機構包括鏈輪 140，其中一個鏈輪可經軸驅動且可以可變速度操作，而其餘的鏈輪可為自由輪。輥鏈或其他用於移動 PWB 之構件呈現為具有大致矩形的外圍，儘管亦涵蓋替代的外圍形狀。

夾子或鉗子(參見，圖 8 及 9 中之 190，其分別說明文中涵蓋之加熱模組的前視圖及側視圖)或其他固定構件附著至輥鏈或其他用於移動 PWB 150 之構件，藉此 PWB 可手動或自動地懸掛至輥鏈 130 上。較佳地，PWB 係在進入加熱機構 120 中之前才夾於附著區域 170 中。夾子 190 係藉由環繞輥鏈或其他用於移動 PWB 之構件的夾支撐鉗 210 引導。PWB 於脫離區域 180 中經手動或自動移除，其中將 PWB 自輥鏈上的夾子取下。舉例來說，可將電磁線圈設置於脫離區域 180 中，以使夾子 190 打開且使 PWB 落入收集板的貯槽 230 中。

關於加熱機構 120，其經說明為可(例如)使用電阻加熱線圈加熱之兩個相同尺寸的平行單元。取決於待移除的特定材料，可將加熱機構 120 加熱至適當溫度，且可使 PWB 移動通過。藉由將溫度維持在低於環氧樹脂之熔點，可使環氧樹脂軟化而不會同時釋放有害或有毒蒸氣。因此，舉例來說，可將加熱機構 120 加熱至較佳在約 100 至約 400°C 範圍內之

溫度。最佳將溫度設在較待移除之焊料或環氧樹脂之熔點低至少 1°C 至約 20°C。應明瞭可使包括加熱機構之區域排氣及如熟悉技藝人士所可輕易明瞭地進行空氣洗滌或過濾。

參照圖 9，刷 220 係置於加熱機構內，以致於環氧樹脂軟化後，可輕易地將環氧化 IC 自 PWB 晶片刷除。亦可設想刷 220 的其他位置，例如，在加熱機構 120 外部。刷 220 較佳具有不銹鋼刷毛。刷的替代物包括，但不限於，高壓氣體或液體、耙、聲能及雷射能量。在一特定具體例中，加熱機構 120 較佳包括使加熱器及刷可推入 PWB 中或自 PWB 撤回的構件。舉例來說，加熱器及刷可以機械方式、氣動方式、液壓方式或電磁方式推入或撤回。

實務上，使 PWB 150 附著至附著區域中的輥鏈且隨後進入加熱機構 120，藉此溫度係低於環氧樹脂之熔點。同時間地，刷 220 自 PWB 150 移除環氧化 IC，且 IC 掉入零件抽屜 200 中。經除去 IC 的 PWB 離開加熱機構 120 且立即經冷卻，例如於室溫下。當 PWB 沿輥鏈行進時，到達脫離區域 180，且 PWB 脫離夾且掉入開放貯槽 230 中。隨後使 IC 及／或 PWB 手動或自動地移動(例如，輸送)至化學焊料移除構件。

因此，用於自 PWB 移除環氧化組件之加熱模組裝置包括：加熱機構及用於使 PWB 移動通過加熱機構之構件，其中該加熱機構包括一旦環氧樹脂經軟化時用於移除組件，以

致可將組件自 PWB 移除的攪動構件。在一具體例中，攪動構件包括刷及用於使 PWB 移動通過加熱機構之構件包括輥鏈。PWB 可使用夾子或其他鉗夾構件自輥鏈懸掛。在一特佳具體例中，加熱機構係保持在低於環氧樹脂之熔點至少 1 °C 至約 20°C。

進一步涵蓋在加熱及移除經環氧樹脂塗布之 IC 後，可將 PWB 再引入至化學焊料移除器、沖洗模組、及乾燥模組中，如圖 3 中展示為選項。

因此，在第一態樣之另一具體例中，如圖 3 所示，用於自印刷線路板(PWB)之表面移除焊料之裝置包括：

機械焊料移除器；

化學焊料移除器；

加熱模組；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 自動或手動地自機械焊料移除器移動至化學焊料移除器至沖洗模組及至乾燥模組。加熱模組可置於化學焊料移除器與沖洗模組之間，或者，加熱模組可置於乾燥模組之後。應明瞭若加熱模組係置於乾燥模組之後，則該表面較佳經由將 PWB 引導至相同的沖洗及乾燥模組中(如圖 3 中所示意展示)，或者，經由將 PWB 引導至第二個沖洗模組及第二個乾燥模組中，而再次沖洗及乾

燥。進一步涵蓋在加熱及移除經環氧樹脂塗布之 IC 後，可將 PWB 再引入至化學焊料移除器、沖洗模組、及乾燥模組中，如圖 3 中展示為選項。在一特佳具體例中，PWB 係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。較佳地，該機械焊料移除器包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器。較佳地，該化學焊料移除器包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中。較佳地，該攪動器包括至少一刷、耙、或吹送氣體或液體。

在各情況中，沖洗模組包括沖洗 PWB 以自其移除第一組成物之構件。應明瞭沖洗表面可以任何適當的方式達成，例如，經由將沖洗組成物噴塗於表面上，經由將表面浸泡於一定量之沖洗組成物中，經由使表面與另一材料(例如，已於其上吸收沖洗組成物之墊、或纖維吸收性塗布器元件)接觸，經由使表面與再循環沖洗組成物接觸，或藉由任何其他藉以使沖洗組成物與待移除材料接觸之適當手段、方式或技術。沖洗組成物較佳包括水。

在各情況中，乾燥模組包括乾燥 PWB 之構件。較佳的乾燥構件包括，但不限於，氮氣、異丙醇、再生空氣、熱空氣或 SEZ(旋轉製程技術)。

應明瞭裝置之各具體例可進一步包括置於乾燥之後的組件收集器。

在第二態樣中，將第一態樣之裝置利用於自印刷線路板 (PWB) 之表面移除焊料之方法中，該方法一般包括使用機械焊料移除構件移除至少一部分焊料，及使用化學焊料移除構件移除至少一部分焊料。此態樣尤其適用於包括具有鉛基焊料之組件的 PWB。較佳地，至少約 25% 之焊料係使用機械焊料移除構件移除，更佳至少約 35% 之焊料及再更佳至少約 45% 之焊料。較佳地，至少約 90% 之焊料係使用該方法移除，更佳至少約 95% 之焊料，及更佳至少約 99% 之焊料。

在第二態樣之一具體例中，自 PWB 之表面移除焊料之方法包括：

使用機械焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該機械焊料移除器包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器；及

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料。

該方法可進一步包括沖洗及乾燥 PWB。該攪動器較佳包括至少一刷、耙、或吹送氣體或液體。

在第二態樣之另一具體例中，自 PWB 之表面移除焊料之方法包括：

使用機械焊料移除器移除至少一部分焊料；及

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該化學焊料移除器包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中。

該方法可進一步包括沖洗及乾燥 PWB。該攪動器較佳包括至少一刷、耙、或吹送氣體或液體。

在第二態樣之又另一具體例中，自 PWB 之表面移除焊料之方法包括：

使用機械焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該機械焊料移除器包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器；及

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該化學焊料移除器包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中。

該方法可進一步包括沖洗及乾燥 PWB。該攪動器較佳包括至少一刷、耙、或吹送氣體或液體。

第二態樣之方法可進一步包括加熱 PWB 之表面以移除經環氧樹脂塗布之組件。因此，在第二態樣之又另一具體例中，自 PWB 之表面移除焊料之方法包括：

使用機械焊料移除器移除至少一部分焊料；

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料；及

使用加熱構件移除經環氧樹脂覆蓋之組件。

該方法可進一步包括沖洗及乾燥 PWB。該機械焊料移除器較佳包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器。該化學焊料移除器較佳包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中。

該攪動器較佳包括至少一刷、耙、或吹送氣體或液體。

第一態樣之裝置及第二態樣之方法有利地提供一種自廢 PWB 移除組件及焊料之更環保的方式。該方法可在低於約 35°C 之製程溫度下進行，因此消除排放鉛蒸氣及對於排放及洗滌大量空氣的需求。此外，由於機械焊料移除較佳係在液體中進行(例如，刀片係浸泡於水中)，因而不會產生危險的含鉛粉塵。此外，與 PWB 部分浸泡於第一組成物中相關的優點包括，但不限於，消耗較少濕式化學物質、需棄置較少濕式化學物質、及使用較少沖洗組成物。此外，裝置較佳係完全自動化且 PWB 係在模組間輸送。自 PWB 之表面移除焊料之方法導致電子組件自 PWB 之表面分離，選擇性地移除焊料金屬，同時印刷電路層壓物之貴金屬及卑金屬及暴露的環氧樹脂保持不受影響。該裝置及方法提供一種回收／再加工廢 PWB 之快速且經濟有效的方法，其包括回收電子組件及形成僅含有銅、纖維玻璃增強環氧樹脂及金／鎳／銅鍍層之更易回收之裸板的物流。

第一組成物係經調配以相對於同時存在於該 PWB 上之貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料。該焊料較佳包含鉛、錫、或鉛及錫之組合。在使用本文所述之組成物來自其上具有含鉛及／或錫之材料的 PWB 移除該等材料時，通常使第一組成物與表面在約 20°C 至約 85°C 範圍內，較佳在約 20°C 至約 40°C 範圍內接觸約 5 秒至約 180 分鐘，

較佳約 1 分鐘至 60 分鐘，及最佳約 5 分鐘至約 45 分鐘之時間。此等接觸時間及溫度為說明性，可使用可有效地自 PWB 移除待移除焊料的任何其他適宜時間及溫度條件。

在一具體例中，第一組成物包含至少一種氧化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。第一組成物可進一步包含至少一種鉛及／或錫錯合劑、至少一種有機溶劑、及／或至少一種用於鈍化貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬之鈍化劑。因此，在一具體例中，第一組成物包含至少一種鉛及／或錫錯合劑與至少一種氧化劑之組合，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中，第一組成物包含至少一種鉛及／或錫錯合劑、至少一種氧化劑、及至少一種用於鈍化貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬材料之鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，第一組成物包含至少一種鉛及／或錫錯合劑、至少一種氧化劑、及至少一種有機溶劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，第一組成物包含至少一種鉛及／或錫錯合劑、至少一種氧化劑、至少一種有機溶劑、及至少一種用於鈍化貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬材料之鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中，第一組成物包含至少一種氧化劑及至少一種有機溶劑，由其所組成，或基本上由其所組成，其中該第一組成物實質上不含硝酸、硫酸、或其組合。在又另一具體例中，第一組成物包含至少一種氧化

劑及至少一種用於鈍化貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬之鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成，其中該第一組成物實質上不含硝酸、硫酸、或其組合。在又另一具體例中，第一組成物包含至少一種氧化劑、至少一種有機溶劑、及至少一種用於鈍化貴金屬及／或銅材料之鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成，其中該第一組成物實質上不含硝酸、硫酸、或其組合。在又另一具體例中，第一組成物包含至少一種氧化劑、至少一種有機溶劑、及至少一種用於鈍化貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬材料之鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成，其中該第一組成物實質上不含硫酸。此等組成物具有含鉛及／或錫之材料相對於貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬之選擇性，因而提高浴槽對於焊料之負載量且增長第一組成物之浴槽壽命。可將對鉛及／或錫具選擇性之離子交換樹脂與第一組成物組合使用，以進一步延長浴槽之壽命。應明瞭第一組成物係水性組成物。

熟悉技藝人士應明瞭文中所述之第一組成物僅代表第二態樣之方法之第一組成物的一種型式。如熟悉技藝人士所可輕易決定，涵蓋將其他組成物使用於第二態樣之方法中。

組成物中包含氧化劑以將待移除金屬氧化為離子形式且累積溶解金屬的高度可溶解鹽。此處涵蓋的氧化劑包括，但不限於，臭氧、硝酸(HNO_3)、起泡空氣、環己基胺基磺酸、過氧化氫(H_2O_2)、發氧方(oxone)(過氧單硫酸鉀， 2KHSO_5)

• $\text{KHSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$)、多原子銨鹽(例如，過氧單硫酸銨、亞氯酸銨(NH_4ClO_2)、氯酸銨(NH_4ClO_3)、碘酸銨(NH_4IO_3)、過硼酸銨(NH_4BO_3)、過氯酸銨(NH_4ClO_4)、過碘酸銨(NH_4IO_3)、過硫酸銨($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$)、次氯酸銨(NH_4ClO))、多原子鈉鹽(例如，過硫酸鈉($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$)、次氯酸鈉(NaClO))、多原子鉀鹽(例如，碘酸鉀(KIO_3)、過錳酸鉀(KMnO_4)、過硫酸鉀、過硫酸鉀($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)、次氯酸鉀(KClO))、多原子四甲銨鹽(例如，亞氯酸四甲銨($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{ClO}_2$)、氯酸四甲銨($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{ClO}_3$)、碘酸四甲銨($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{IO}_3$)、過硼酸四甲銨($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{BO}_3$)、過氯酸四甲銨($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{ClO}_4$)、過碘酸四甲銨($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{IO}_4$)、過硫酸四甲銨($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{S}_2\text{O}_8$))、多原子四丁銨鹽(例如，過氧單硫酸四丁銨)、過氧單硫酸、脲過氧化氫($(\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{O}_2$)、過乙酸($\text{CH}_3(\text{CO})\text{OOH}$)、硝酸鈉、硝酸鉀、硝酸銨、硫酸、及其組合。雖然本身非氧化劑，但對於本揭示案之目的，氧化劑進一步包括烷磺酸(例如，甲磺酸(MSA)、乙磺酸、2-羥乙磺酸、正丙磺酸、異丙磺酸、異丁烯磺酸、正丁磺酸、正辛磺酸)、苯磺酸、苯磺酸衍生物(例如，4-甲氧苯磺酸、4-羥苯磺酸、4-胺基苯磺酸、4-硝基苯磺酸、甲苯磺酸、己苯磺酸、庚苯磺酸、辛苯磺酸、壬苯磺酸、癸苯磺酸、十一基苯磺酸、十二基苯磺酸、十三基苯磺酸、十四基苯磺酸、十六基苯磺酸、3-硝基苯磺酸、2-硝基苯磺酸、2-硝基萘磺酸、3-硝基萘磺酸、2,3-二硝基苯磺酸、

2,4-二硝基苯磺酸、2,5-二硝基苯磺酸、2,6-二硝基苯磺酸、3,5-二硝基苯磺酸、2,4,6-三硝基苯磺酸、3-胺基苯磺酸、2-胺基苯磺酸、2-胺基萘磺酸、3-胺基萘磺酸、2,3-二胺基苯磺酸、2,4-二胺基苯磺酸、2,5-二胺基苯磺酸、2,6-二胺基苯磺酸、3,5-二胺基苯磺酸、2,4,6-三胺基苯磺酸、3-羥基苯磺酸、2-羥基苯磺酸、2-羥基萘磺酸、3-羥基萘磺酸、2,3-二羥基苯磺酸、2,4-二羥基苯磺酸、2,5-二羥基苯磺酸、2,6-二羥基苯磺酸、3,5-二羥基苯磺酸、2,3,4-三羥基苯磺酸、2,3,5-三羥基苯磺酸、2,3,6-三羥基苯磺酸、2,4,5-三羥基苯磺酸、2,4,6-三羥基苯磺酸、3,4,5-三羥基苯磺酸、2,3,4,5-四羥基苯磺酸、2,3,4,6-四羥基苯磺酸、2,3,5,6-四羥基苯磺酸、2,4,5,6-四羥基苯磺酸、3-甲氧基苯磺酸、2-甲氧基苯磺酸、2,3-二甲氧基苯磺酸、2,4-二甲氧基苯磺酸、2,5-二甲氧基苯磺酸、2,6-二甲氧基苯磺酸、3,5-二甲氧基苯磺酸、2,4,6-三甲氧基苯磺酸)、及其組合。氧化劑可包括文中定義為氧化劑之任何物質的組合。氧化劑可於製造商處，於引入第一組成物至 PWB 之前，或者於 PWB 處(即於原位)引入至第一組成物。氧化劑較佳係以 0.1 至 90 體積%，更佳 10 至 60 體積%，及最佳 25 至 45 體積%範圍內之量存在於第一組成物中。氧化劑較佳包含過氧化物化合物、發氧方、硝酸及／或甲磺酸。氧化劑最佳包含甲磺酸。

當存在時，據認為有效量之硝酸充作焊料移除製程之加速

劑。因此，於一些具體例中，第一組成物中之氧化劑較佳包含烷磺酸(例如，MSA)及硝酸，其中該烷磺酸係以 0.1 至 90 體積%範圍內之量存在，更佳為 10 至 60 體積%，及最佳為 25 至 45 體積%，及硝酸係以約 0.1 至 80 體積%之量存在，較佳約 1 至 45 體積%，及最佳為 5 至 15 體積%。

包含錯合劑以與氧化劑所產生之離子錯合。此處涵蓋的錯合劑包括，但不限於： β -二酮化合物諸如乙醯丙酮鹽、1,1,1-三氟-2,4-戊二酮、及 1,1,1,5,5,5-六氟-2,4-戊二酮；羧酸鹽諸如甲酸鹽及乙酸鹽及其他長鏈羧酸鹽；及醯胺(及胺)，諸如雙(三甲基矽烷基醯胺)四聚物。額外的錯合劑包括胺及胺基酸(即甘胺酸、絲胺酸、脯胺酸、白胺酸、丙胺酸、天冬醯胺酸、天冬胺酸、麩醯胺酸、纈胺酸、及離胺酸)、檸檬酸、乙酸、順丁烯二酸、草酸、丙二酸、琥珀酸、膦酸、膦酸衍生物諸如羥亞乙基二膦酸(HEDP)、1-羥乙烷-1,1-二膦酸、氨基-參(亞甲基膦酸)、氨基三乙酸、亞胺二乙酸、依替酸(etidronic acid)、乙二胺、乙二胺四乙酸(EDTA)、及(1,2-伸環己基二氨基)四乙酸(CDTA)、尿酸、四甘二甲醚(tetraglyme)、五甲基二伸乙三胺(PMDETA)、1,3,5-三吡啶-2,4,6-三硫醇三鈉鹽溶液、1,3,5-三吡啶-2,4,6-三硫醇三銨鹽溶液、二乙基二硫基胺基甲酸鈉、具有一烷基(R^2 =己基、辛基、癸基或十二基)及一寡聚醚($R^1(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_2$ ，其中 R^1 =乙基或丁基)之經二取代之二硫基胺基甲酸鹽

($R^1(CH_2CH_2O)_2NR^2CS_2Na$)、硫酸銨、單乙醇胺(MEA)、Dequest 2000、Dequest 2010、Dequest 2060s、二伸乙三胺五乙酸、丙二胺四乙酸、2-羥基吡啶 1-氧化物、乙二胺二琥珀酸(EDDS)、N-(2-羥乙基)亞胺二乙酸(HEIDA)、五鹼式三磷酸鈉、其鈉及銨鹽、氯化銨、氯化鈉、氯化鋰、氯化鉀、硫酸銨、鹽酸、硫酸、及其組合。錯合劑較佳包含 HEDP、HEIDA、EDDS、其鈉或銨鹽、硫酸、或其組合。氧化劑對錯合劑之量係在約 10:1 至約 1:10，較佳約 5:1 至約 1:5，及再更佳約 2:1 至約 1:2 之體積百分比比率範圍內，其中該氧化劑成分係稀的且以約 1 重量%至約 50 重量%之重量百分比存在(例如，一體積之 30 重量%過氧化氫)，及該錯合劑成分係稀的且以約 1 重量%至約 50 重量%之重量百分比存在(例如，一體積之 1 重量% HEDP)。舉例來說，第一組成物可包含 1 份體積之 30 重量%過氧化氫加 1 份體積之 1 重量%錯合劑。

用於鈍化貴金屬、含鈹金屬、及／或卑金屬之鈍化劑包括，但不限於，抗壞血酸、腺苷、L-(+)-抗壞血酸、異抗壞血酸、抗壞血酸衍生物、檸檬酸、乙二胺、五倍子酸、草酸、單寧酸、乙二胺四乙酸(EDTA)、尿酸、1,2,4-三唑(TAZ)、三唑衍生物(例如，苯并三唑(BTA)、甲苯三唑、5-苯基-苯并三唑、5-硝基-苯并三唑、3-胺基-5-巰基-1,2,4-三唑、1-胺基-1,2,4-三唑、羥基苯并三唑、2-(5-胺基戊基)苯并三唑、

1-胺基-1,2,3-三唑、1-胺基-5-甲基-1,2,3-三唑、3-胺基-1,2,4-三唑、3-巰基-1,2,4-三唑、3-異丙基-1,2,4-三唑、5-苯基硫醇-苯并三唑、鹵基-苯并三唑(鹵基=F、Cl、Br 或 I)、萘并三唑)、4-胺基-1,2,4-三唑(ATAZ)、2-巰基苯并咪唑(MBI)、2-巰基苯并噻唑、4-甲基-2-苯基咪唑、2-巰基噻唑啉、5-胺基四唑(ATA)、5-胺基-1,3,4-噻二唑-2-硫醇、2,4-二胺基-6-甲基-1,3,5-三吡、噻唑、三吡、甲基四唑、1,3-二甲基-2-咪唑啉酮、1,5-五亞甲基四唑、1-苯基-5-巰基四唑、二胺甲基三吡、咪唑啉硫酮、巰基苯并咪唑、4-甲基-4H-1,2,4-三唑-3-硫醇、5-胺基-1,3,4-噻二唑-2-硫醇、苯并噻唑、磷酸三甲苯酯、咪唑、吲二唑(indiazole)、苯甲酸、硼酸、丙二酸、苯甲酸銨、兒茶酚、五倍子酚、間苯二酚、氫醌、三聚氰酸、巴比妥酸及衍生物諸如 1,2-二甲基巴比妥酸、 α -酮酸諸如丙酮酸、腺嘌呤、嘌呤、膦酸及其衍生物、甘胺酸／抗壞血酸、Dequest 2000、Dequest 7000、對甲苯基硫脲、琥珀酸、膦酸基丁烷三羧酸(PBTCA)、鉬酸鈉、鉬酸銨、鉻酸之鹽(例如，鈉、鉀、鈣、鋇)、鎢酸鈉、重鉻酸之鹽(例如，鈉、鉀、銨)、辛二酸、壬二酸、癸二酸、己二酸、八亞甲基二羧酸、庚二酸、十二烷二羧酸、二甲基丙二酸、3,3-二乙基琥珀酸、2,2-二甲基戊二酸、2-甲基己二酸、三甲基己二酸、1,3-環戊烷二羧酸、1,4-環己烷二羧酸、對苯二甲酸、間苯二甲酸、2,6-萘二羧酸、2,7-萘二羧酸、1,4-萘二羧酸、1,4-伸苯基二

氧二乙酸、1,3-伸苯基二氧二乙酸、聯苯二甲酸、4,4'-聯苯二羧酸、4,4'-氧二苯甲酸、二苯基甲烷-4,4'-二羧酸、二苯基砜-4,4'-二羧酸、十亞甲基二羧酸、十一亞甲基二羧酸、十二亞甲基二羧酸、鄰苯二甲酸、萘二羧酸、對苯二羧酸、偏苯三甲酸、苯均四酸、磷酸鈉(例如，六偏磷酸鈉)、矽酸鈉、胺基酸及其衍生物諸如 1-精胺酸、核苷及核鹼基(分別諸如腺苷酸及腺嘌呤)、及其組合。鈍化劑最佳包括 BTA、ATAZ、TAZ、三唑衍生物、抗壞血酸、鉬酸鈉、或其組合。在一特佳具體例中，鈍化劑包括鉬酸鈉。更特定言之，鈍化劑之功能係要降低組成物對銅之侵蝕。此防止銅上之薄鍍金層由於銅溶解而被底切及損失，且保持此鍍層對於進一步的金提取製程而言安全。當存在時，以第一組成物之總重量計，鈍化劑之量係在約 0.01 至 5 重量%之範圍內，較佳約 0.1 重量%至約 1 重量%。

雖然不希望受限於理論，但據認為有機溶劑可藉由潤濕微電子裝置結構之表面而增進金屬蝕刻速率。此處涵蓋的有機溶劑包括，但不限於，醇、醚、吡咯啉酮、二醇、羧酸、二醇醚、胺、酮、醛、烷烴、烯烴、炔烴、碳酸酯、及醯胺，更佳為醇、醚、吡咯啉酮、二醇、羧酸、及二醇醚，諸如甲醇、乙醇、異丙醇、丁醇、及高碳醇(包括二元醇、三元醇等等)、四氫呋喃(THF)、N-甲基吡咯啉酮(NMP)、環己基吡咯啉酮、N-辛基吡咯啉酮、N-苯基吡咯啉酮、甲酸甲酯、

二甲基甲醯胺(DMF)、二甲亞砜(DMSO)、四亞甲砜(四氫噻吩砜)、乙醚、苯氧-2-丙醇(PPh)、苯丙酮、乳酸乙酯、乙酸乙酯、苯甲酸乙酯、乙腈、丙酮、乙二醇、丙二醇、二噁烷、丁內酯、碳酸丁二酯、碳酸乙二酯、碳酸丙二酯、二丙二醇、兩親媒性物質(二甘醇單甲醚、三甘醇單甲醚、二甘醇單乙醚、三甘醇單乙醚、乙二醇單丙醚、乙二醇單丁醚、二甘醇單丁醚(即丁基卡必醇)、三甘醇單丁醚、乙二醇單己醚、二甘醇單己醚、乙二醇苯基醚、丙二醇甲基醚、二丙二醇甲基醚(DPGME)、三丙二醇甲基醚、二丙二醇二甲基醚、二丙二醇乙基醚、丙二醇正丙基醚、二丙二醇正丙基醚(DPGPE)、三丙二醇正丙基醚、丙二醇正丁基醚、二丙二醇正丁基醚、三丙二醇正丁基醚、丙二醇苯基醚、及其組合)、分支鏈非氟化醚鍵聯羧酸 $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_n\text{O}(\text{CH}_2)_m\text{COOH}$ ，其中 $n=1$ 至 10 及 $m=1$ 至 10)、未分支鏈非氟化醚鍵聯羧酸 $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_n\text{O}(\text{CH}_2)_m\text{COOH}$ ，其中 $n=1$ 至 10 及 $m=1$ 至 10)、分支鏈非氟化非醚鍵聯羧酸 $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ ，其中 $n=1$ 至 10)、未分支鏈非氟化非醚鍵聯羧酸 $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$ ，其中 $n=1$ 至 10)、二羧酸、三羧酸、及其組合。有機溶劑較佳包括二甘醇單丁醚、二丙二醇丙基醚、丙二醇、或其混合物。當存在時，以第一組成物之總重量計，有機溶劑之量係在約 0.01 重量%至約 25 重量%，較佳約 0.1 重量%至約 10 重量%，及最佳約 0.1 重量%至約 5 重量%之範圍內。

典型上，過氧化氫當暴露至有機物質或金屬時分解，因此，含過氧化氫的組成物具有短儲存壽命，且因此必需在使用點混合。由於在一些使用者位置處缺少基礎設施，因此混合點用途由於缺少適當的管線及化學傳遞系統而並非選項，其會增加製造廠的成本。有利地，當第一組成物包含鉛及／或錫錯合劑與至少一種氧化劑組合時，氧化劑經安定且因此可經預混合，儘管應明瞭該錯合劑及至少一種氧化劑仍可於使用點混合。

在另一具體例中，第一組成物包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成：至少一種氧化劑；視需要之至少一種鉛及／或錫錯合劑；視需要之至少一種有機溶劑；視需要之至少一種用於鈍化貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬之鈍化劑；及焊料材料。該焊料材料較佳包括含鉛及／或錫之材料。該等含鉛及／或錫之材料可為溶解及／或懸浮於文中所述組成物中的鉛及／或錫離子。

在又另一具體例中，當第一組成物包含硝酸時，該組成物可進一步包含胺基磺酸銨或胺基磺酸。據認為胺基磺酸離子可穩定硝酸及抑制毒性 NO_x 煙氣排放。當存在時，以第一組成物之總重量計，胺基磺酸根離子之量係在約 0.1 至 20 重量%，較佳約 1 至 10 重量%，及最佳約 1 至 5 重量%之範圍內。

在一特佳具體例中，第一組成物包含下列成分，由其所組

成，或基本上由其所組成：MSA、至少一種有機溶劑、及至少一種鈍化劑，其中該組成物實質上不含硝酸、硫酸、或其組合。在另一特佳具體例中，第一組成物包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成：MSA、至少一種二醇醚、及至少一種鈍化劑，其中該組成物實質上不含硝酸、硫酸、或其組合。於又另一特佳具體例中，第一組成物包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成：MSA、至少一種二醇醚、及鉬酸鈉，其中該組成物實質上不含硝酸、硫酸、或其組合。再更佳地，第一組成物包含 MSA、二甘醇單丁基醚、鉬酸鈉、及水，由其所組成，或基本上由其所組成，其中該組成物實質上不含硝酸、硫酸、或其組合。於又另一具體例中，第一組成物包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成：MSA、至少一種有機溶劑、及至少一種鈍化劑，其中該組成物實質上不含硫酸。於又另一具體例中，第一組成物包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成：MSA、硝酸、胺基磺酸銨、BTA、二甘醇單丁基醚、及水，其中該組成物實質上不含硫酸。於另一具體例中，第一組成物包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成：MSA、硝酸、胺基磺酸銨、BTA 及水，其中該組成物實質上不含硫酸。第一組成物之額外具體例包括(i)包含 MSA、硝酸、BTA 及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(ii)包含 MSA、硝酸、TAZ 及水，由其所

組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(iii)包含 MSA、硝酸、1-胺基-1,2,4-三唑及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(iv)包含 MSA、硝酸、1-胺基-1,2,3-三唑及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(v)包含 MSA、硝酸、1-胺基-5-甲基-1,2,3-三唑及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(vi)包含 MSA、硝酸、3-胺基-1,2,4-三唑及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(vii)包含 MSA、硝酸、3-巰基-1,2,4-三唑及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(viii)包含 MSA、硝酸、3-異丙基-1,2,4-三唑及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(ix)包含 MSA、硝酸、MBI 及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(x)包含 MSA、硝酸、ATA 及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(xi)包含 MSA、硝酸、2,4-二胺基-6-甲基-1,3,5-三嘧啶及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(xii)包含 MSA、硝酸、抗壞血酸及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；(xiii)包含 MSA、硝酸、鉬酸鈉及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物；及(xiv)包含 MSA、硝酸、3-胺基-5-巰基-1,2,4-三唑及水，由其所組成，或基本上由其所組成之第一組成物。另一種第一組成物包含硫酸、發氧方及丙二醇，由其所組成，或基本上由其所組成。

頃發現若於第一組成物中使用硝酸，則可不用添加硝酸鐵而達成電子組件自 PWB 表面之脫離及釋放。此外，第一組成物可實質上不含氟化物鹽、其他鐵鹽、鈦(IV)鹽、研磨材料、氟硼酸、及包含伸乙基(例如，伸乙基、二伸乙基、三伸乙基等)之有機溶劑、及其他 HAP 有機溶劑中之至少一者。如本文所使用，「氟化物」種類係對應於包括離子氟化物(F^-)或共價鍵結氟的物質。應明瞭可包含氟化物種類作為氟化物種類或於原位產生。

可有利地將可輕易回收之化學組成物使用於產生最少廢棄物之閉環製程中。舉例來說，當第一組成物包含 MSA 時，MSA 可輕易地回收。舉例來說，如第一組成物包含 MSA、二醇醚及鉬酸鈉，及使該組成物與 Pb/Sn 焊料接觸時，所得之包含 Pb/Sn 金屬之組成物可藉由使組成物通過碳過濾器以移除二醇醚及電解提煉以回收 Pb 及 Sn 而回收。可再利用包含 MSA 之剩餘溶液。當不再可利用時，第一組成物可經由電解提煉 Pb 及 Sn 及中和過度酸性而成為基本上無毒性。

經說明可用於選擇性地移除含鉛及／或錫材料之第一組成物係可與 PWB 組件(例如，電晶體、電容器、散熱器、IC、電阻器、整合切換器、處理器等)以及暴露於該 PWB 上之貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬相容。此外，第一組成物係水溶性、非腐蝕性、非可燃性及低毒性。

應明瞭第一組成物可在使用點如調配好使用或在經水稀釋後使用。稀釋劑較佳係去離子水及稀釋程度係約 1:1 至約 10:1(水比第一組成物濃縮物)。

文中所述之第一組成物具有在約 1 至約 12 範圍內之 pH，且可根據所使用之錯合劑(當存在時)進行調整。舉例來說，當錯合劑包含 HEDP、HEIDA、或其鹽時，組成物之 pH 將係高度酸性，例如，在約 1 至約 4 之範圍內。當錯合劑包含 EDDS 時，組成物之 pH 可有利地藉由使用 EDDS 的不同鈉鹽而調入。舉例來說，包含具有三個鈉離子之 EDDS 的組成物將具有在約 4 至約 8，較佳約 5 至約 7 範圍內之 pH。包含具有四個鈉離子之 EDDS 的組成物將具有在約 8 至約 12，較佳約 9 至約 11 範圍內之 pH。

文中所述第一組成物之較佳具體例包括包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成的組成物：(i) EDDS/H₂O₂，(ii) HEIDA/H₂O₂，及(iii) MSA、硝酸、胺基磺酸銨、BTA、二甘醇單丁基醚及(iv) MSA、硝酸、ATAZ。

文中所述之第一組成物係藉由簡單地添加各別成分及混合至均勻狀態而容易地調配。此外，第一組成物可輕易地調配為單包裝調配物或在使用點或之前混合的多部分調配物，例如，多部分調配物的個別部分可於工具或工具上游的儲存槽中混合。各別成分之濃度可在組成物的特定倍數內寬廣地改變，即更稀或更濃，且當明瞭文中所述之組成物可變

化及替代地包含與文中揭示一致之成分的任何組合，由其所組成，或基本上由其所組成。

熟悉技藝人士應明瞭焊料將諸如電晶體、電容器、電阻器、散熱器、積體電路、整合切換器、處理器、晶片等之「組件」附著至 PWB。有利地，可使用第一組成物來移除焊料以使組件自額外的 PWB 表面分離，直至第一組成物經鉛及／或錫金屬飽和為止。藉由移除焊料，組件經釋放，且該等組件可使用光學系統分離成可再利用且可再銷售的組件，及可經進一步加工以處置、回收有用材料等的組件。用於移除鉛及／或錫焊料之組成物可經歷電解提煉以回收純鉛及／或錫及／或可替代地使用擴散透析技術處理來濃縮金屬離子。

[自 PWB 選擇性地移除焊料之第二種裝置及方法]

一些印刷線路板(例如存於具有 WiFi 能力之行動電話中者)通常包括經藉由焊料(例如，Ag-Sn)固定至表面之外殼(例如，鋼)覆蓋的組件。機械移除鋼外殼(例如，用刀片切割)並非有利的方法。因此，需要一種可容易地移除鋼外殼及回收廢 PWB 之方法。

為此，在第三態樣中，描述一種自表面移除焊料之裝置，其中該裝置包括加熱模組及化學焊料移除構件(參見，例如，圖 4)。第三態樣之裝置尤其適用於雙面 PWB、形狀奇特的 PWB、及／或包含前述外殼之 PWB。應明瞭亦可使用

第三態樣之裝置來自單面 PWB 移除外殼。使用加熱模組來軟化焊料及黏著劑、環氧樹脂及膠水，以致外殼可容易地自 PWB 移除。

在一態樣中，加熱模組 110 包括具有用於使廢 PWB 移動通過加熱機構之構件的單元，該加熱機構包括一旦焊料經軟化時用於自 PWB 移除外殼之攪動構件。舉例來說，圖 7 說明文中涵蓋之加熱模組的俯視圖，其中用於移動廢 PWB 之構件係輥鏈 130，儘管亦涵蓋其他移動廢 PWB 之構件，包括軌道、皮帶、及活節鏈條。舉例來說，用於移動廢 PWB 之構件可為具有沿軌道頂端行進之輪的軌道。所說明之輥鏈機構包括鏈輪 140，其中一個鏈輪可經軸驅動且可以可變速度操作，而其餘的鏈輪可為自由輪。輥鏈或其他用於移動廢 PWB 之構件呈現為具有大致矩形的外圍，儘管亦涵蓋替代的外圍形狀。

夾子或鉗子(參見，圖 8 及 9 中之 190，其分別說明文中涵蓋之加熱模組的前視圖及側視圖)或其他固定構件附著至輥鏈或其他用於移動廢 PWB 150 之構件，藉此廢 PWB 可手動或自動地懸掛至輥鏈 130 上。較佳地，廢 PWB 係在進入加熱機構 120 中之前才夾於附著區域 170 中。夾子 190 係藉由環繞輥鏈或其他用於移動廢 PWB 之構件的夾支撐鉗 210 引導。廢 PWB 於脫離區域 180 中經手動或自動移除，其中將 PWB 自輥鏈上的夾子取下。舉例來說，可將電磁線圈設

置於脫離區域 180 中，以使夾子 190 打開且使廢 PWB 落入收集板的貯槽 230 中。

關於加熱機構 120，其經說明為可使用電阻加熱線圈加熱之兩個相同尺寸的平行單元。取決於待移除的特定材料，可將加熱機構 120 加熱至適當溫度，且可使廢 PWB 移動通過。藉由將溫度維持在低於焊料之熔點，可使焊料軟化而不會同時釋放有害或有毒蒸氣。因此，舉例來說，可將加熱機構 120 加熱至較佳在約 100 至約 400°C 範圍內之溫度。最佳將溫度設在較待軟化焊料之熔點低至少 1°C 至約 20°C。應明瞭可使包括加熱機構之區域排氣及如熟悉技藝人士所可輕易明瞭地進行空氣洗滌或過濾。

參照圖 9，刷 220 係置於加熱機構內，以致於焊料軟化後，可輕易地將外殼自廢 PWB 晶片刷除。刷 220 較佳具有不銹鋼刷毛。刷的替代物包括，但不限於，高壓氣體或液體、耙、聲能及雷射能量。加熱機構 120 較佳包括使加熱器及刷可推入廢 PWB 中或自廢 PWB 撤回的構件。舉例來說，加熱器及刷可以機械方式、氣動方式、液壓方式或電磁方式推入或撤回。

實務上，使廢 PWB 150 附著至附著區域中的輥鏈且隨後進入加熱機構 120，藉此溫度係低於焊料之熔點。同時間地，刷 220 自廢 PWB 150 移除外殼，且經移除的外殼掉入零件抽屜 200 中。經除去外殼的廢 PWB 離開加熱機構 120

且立即經冷卻，例如於室溫下。當廢 PWB 沿輥鏈行進時，到達脫離區域 180，且廢 PWB 脫離夾且掉入開放貯槽 230 中。隨後使外殼及／或廢 PWB 手動或自動地移動(例如，輸送)至化學焊料移除構件。

因此，用於自廢 PWB 移除外殼之加熱模組裝置包括：加熱機構及用於使廢 PWB 移動通過加熱機構之構件，其中該加熱機構包括一旦焊料經軟化時用於自 PWB 移除外殼的攪動構件。在一具體例中，攪動構件包括刷及用於使廢 PWB 移動通過加熱機構之構件包括輥鏈。廢 PWB 可使用夾子或其他鉗夾構件自輥鏈懸掛。在一特佳具體例中，加熱機構係保持在低於焊料之熔點至少 1°C 至約 20°C 。

可有利地使用加熱模組來視需要地移除 Pb-Sn 焊料、Ag-Sn 焊料及環氧樹脂。

參照圖 10(A)，可見廢 PWB 具有在組件及印刷電路上方的金屬外殼。於在約 200°C 溫度下熱處理 3-5 分鐘後，外殼輕易地經以刷移除，而得到圖 10(B)中所示之廢 PWB。

化學焊料移除構件包括任何使表面暴露至第一組成物以達成自其化學移除焊料的裝置。應明瞭使表面暴露至第一組成物可以任何適當的方式達成，例如，經由將第一組成物噴塗於表面上，經由將表面浸泡於一定量之第一組成物中，經由使表面與另一材料(例如，已於其上吸收第一組成物之墊、或纖維吸收性塗布器元件)接觸，經由使表面與再循環

組成物接觸，或藉由任何其他藉以使第一組成物與待移除材料接觸之適當手段、方式或技術。在一較佳具體例中，將表面浸泡於一定量之第一組成物中，其中該量實質上可足以浸泡包括表面的廢 PWB。當 PWB 為非平面結構時，完全浸泡尤佳。亦涵蓋包括穿孔鼓輪的大容器，藉此可將大量 PWB 插入容器中供化學焊料移除用。容器較佳經攪動，以使第一組成物流過 PWB 之表面。此外，可將外殼浸泡於第一組成物中以移除殘留焊料。應明瞭外殼可浸泡在與 PWB 所浸泡者相同或不同的第一組成物中。參照圖 11，其顯示在 40°C 下於第一組成物中浸泡 5-10 分鐘之前(圖 11(A))及之後(圖 11(B))之沒有金屬外殼的廢 PWB。

在第三態樣之一具體例中，如圖 4 所示，用於自印刷線路板(PWB)之表面移除焊料之裝置包括：

加熱模組；

化學焊料移除器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 自動或手動地自加熱模組移動至化學焊料移除器至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。

在第三態樣之另一具體例中，如圖 4 所示，用於自印刷線

路板(PWB)之表面移除焊料之裝置包括：

加熱模組；

化學焊料移除器，其包括第一組成物之容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 自動或手動地自加熱模組移動至化學焊料移除器至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。

在第三態樣之另一具體例中，如圖 4 所示，用於自印刷線路板(PWB)之表面移除焊料之裝置包括：

加熱模組，其包括加熱機構及用於使廢 PWB 移動通過加熱機構之構件；

化學焊料移除器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 自動或手動地自加熱模組移動至化學焊料移除器至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。加熱模組較佳包括攪動構件，攪動構件包括刷及用於使廢 PWB 移動通過加熱機構之構件包括輥鏈。廢 PWB 可使用夾子或其他鉗夾構件自輥鏈懸掛。在一特佳具體例

中，加熱機構係保持在低於焊料或環氧樹脂之熔點至少 1°C 至約 20°C 。

在第三態樣之又另一具體例中，如圖 4 所示，用於自印刷線路板(PWB)之表面移除焊料之裝置包括：

加熱模組，其包括加熱機構及用於使廢 PWB 移動通過加熱機構之構件；

化學焊料移除器，其包括第一組成物之容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 自動或手動地自加熱模組移動至化學焊料移除器至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。加熱模組較佳包括攪動構件，攪動構件包括刷及用於使廢 PWB 移動通過加熱機構之構件包括輥鏈。廢 PWB 可使用夾子或其他鉗夾構件自輥鏈懸掛。在一特佳具體例中，加熱機構係保持在低於焊料或環氧樹脂之熔點至少 1°C 至約 20°C 。

在各情況中，沖洗模組包括沖洗 PWB 以自其移除第一組成物之構件。應明瞭沖洗表面可以任何適當的方式達成，例如，經由將沖洗組成物噴塗於表面上，經由將表面浸泡於一定量之沖洗組成物中，經由使表面與另一材料(例如，已於其上吸收沖洗組成物之墊、或纖維吸收性塗布器元件)接

觸，經由使表面與再循環沖洗組成物接觸，或藉由任何其他藉以使沖洗組成物與待移除材料接觸之適當手段、方式或技術。沖洗組成物較佳包括水。

在各情況中，乾燥模組包括乾燥 PWB 之構件。較佳的乾燥構件包括，但不限於，氮氣、異丙醇、再生空氣、熱空氣或 SEZ(旋轉製程技術)。

在第四態樣中，將第三態樣之裝置利用於自印刷線路板(PWB)之表面移除焊料之方法中，該方法一般包括使用熱自 PWB 之表面移除外殼或環氧化組件，及使用化學焊料移除構件移除至少一部分焊料。此態樣尤其適用於包括使用 Ag-Sn 基焊料固定至表面之外殼的 PWB，但當使用 Pb-Sn 焊料或環氧樹脂時，其亦可使用。較佳使用包括刷之攪動構件移除外殼或環氧化組件。在一特佳具體例中，加熱係保持在低於焊料或環氧樹脂之熔點至少 1°C 至約 20°C。如先前所述，「外殼」係相當於覆蓋 PWB 上之組件之通常為鋼材的覆蓋物。外殼通常係使用 Ag-Sn 基焊料固定至 PWB。

在第四態樣之一具體例中，自 PWB 之表面移除焊料之方法包括：

使用熱自 PWB 之表面移除外殼；及

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料。

該方法可進一步包括沖洗及乾燥 PWB。在一特佳具體例中，加熱係保持在低於焊料或環氧樹脂之熔點至少 1°C 至約

20°C。

在第四態樣之另一具體例中，自 PWB 之表面移除焊料之方法包括：

使用熱及至少一攪動器自 PWB 之表面移除外殼；及

使用包括第一組成物之容器的化學焊料移除器移除至少一部分焊料。

該方法可進一步包括沖洗及乾燥 PWB。該攪動器較佳包括刷。在一特佳具體例中，加熱機構係保持在低於焊料或環氧樹脂之熔點至少 1°C 至約 20°C。

在第四態樣之又另一具體例中，自 PWB 之表面移除焊料之方法包括：

使用加熱模組自 PWB 移除至少一外殼及／或環氧化組件，其中該加熱模組包括加熱機構及用於使 PWB 移動通過加熱機構之構件；

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該化學焊料移除器包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；及

使用浸濾組成物移除至少一部分貴金屬。

第三態樣之裝置及第四態樣之方法有利地提供一種自廢 PWB 移除組件及焊料之更環保的方式。

雖然焊料可包含一些銀，例如，3.5 重量%至 10 重量%，但因焊料實質上包含錫，故如前文所引介之第一組成物相對

於同時存在於該 PWB 上之貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料。在使用本文所述之組成物來自其上具有含錫焊料之 PWB 實質上地移除該材料時，通常使第一組成物與表面在約 20°C 至約 85°C 範圍內，較佳在約 20°C 至約 40°C 範圍內接觸約 5 秒至約 180 分鐘，較佳約 1 分鐘至 60 分鐘，及最佳約 5 分鐘至約 45 分鐘之時間。此等接觸時間及溫度為說明性，可使用可有效地自 PWB 移除待移除焊料的任何其他適宜時間及溫度條件。

[自 PWB 浸濾貴金屬之裝置及方法]

在第五態樣中，描述一種回收印刷線路板(PWB)之裝置，該裝置一般包括貴金屬浸濾構件。

本發明人先前於國際專利申請案 PCT/US2011/032675 中介紹一種自含貴金屬之材料回收貴金屬(例如，金)之組成物及方法，其中該方法包括將含貴金屬之材料引入至包含三碘化物之浸濾組成物中。該等含貴金屬之材料包括，但不限於，電子廢棄物諸如 PWB 及／或 PWB 組件。該貴金屬較佳包括金。含貴金屬之材料可依原樣、粉碎成粉末、撕碎成塊、壓碎(使得硬殼(例如，塑膠)裂開且其中所含之金屬經暴露)或以任何其他形式添加至浸濾組成物中，只要含貴金屬之材料中所含之金屬輕易地經暴露而自材料移除即可。

在使用時，使用於自含貴金屬之材料中浸濾貴金屬之浸濾組成物與含貴金屬之材料在約 20°C 至約 60°C 範圍內，較佳

在約 20°C 至約 40°C 範圍內接觸約 5 秒至約 180 分鐘，較佳約 1 分鐘至 60 分鐘，及最佳約 5 分鐘至約 45 分鐘之時間。此等接觸時間及溫度為說明性，可使用可有效地自含貴金屬之材料移除貴金屬的任何其他適宜時間及溫度條件。在應用時，使浸濾組成物以任何適當的方式與含貴金屬之材料(例如，PWB 及／或 PWB 組件)接觸，例如，經由將組成物噴塗於 PWB 及／或 PWB 組件上，經由將 PWB 及／或 PWB 組件浸泡(於一定量之組成物中)，經由使 PWB 及／或 PWB 組件與另一材料(例如，已於其上吸收組成物之墊、或纖維吸收性塗布器元件)接觸，或藉由任何其他藉以使浸濾組成物與 PWB 及／或 PWB 組件接觸之適當手段、方式或技術。較佳地，PWB 及／或 PWB 組件係完全浸泡於一定量之浸濾組成物中。

於含貴金屬之材料已暴露至浸濾組成物後，可將包含金或其他貴金屬之浸濾組成物自 PWB 及／或 PWB 組件及可能存在的沈澱物分離。分離技術包括過濾、離心、傾析、或任何此等之組合。貴金屬可如 PCT/US2011/032675 中所述自浸濾組成物釋出。舉例來說，可藉由還原浸濾組成物中之金或其他貴金屬(例如，利用適用於該目的之還原劑)而獲得固體金屬。

雖然在貴金屬瀝濾過程期間，卑金屬的溶解一般受到抑制，但於若干重複浸濾循環後，一些卑金屬仍可能累積於組

成物中。為移除此等卑金屬，可使浸濾組成物流過含有離子交換樹脂之填充塔，在此溶解的卑金屬將被選擇性地捕捉，而三碘離子及溶解貴金屬將通過。可用於此目的之樹脂係市售的強酸性陽離子交換劑(例如，The Dow Chemical Company 製造之 DOWEX 離子交換樹脂)。藉由卑金屬移除淨化浸濾組成物不需為各浸濾循環之一部分，但其可隨溶液受污染至其效用受負面影響之點儘可能頻繁地重複。卑金屬亦可經由在浸濾過程期間或浸濾過程及鍍金之後的電鍍移除。由於卑金屬負載量在金浸濾再次開始之前減少，因此此允許浸濾化學物質回收更多次。

一旦浸濾過程結束且經負載的三碘化物溶液自經浸濾材料分離，則可沖洗經瀝濾材料(例如，用水)以回收浸濾組成物，其可含有極大量的三碘化物及溶解金。當經瀝濾材料包含 PWB 時，殘留包括纖維玻璃、銅片及環氧樹脂的裸板。浸濾組成物可使用沖洗組成物輕易地自其先前所施用之 PWB 移除。沖洗組成物較佳包括水。其後可使用氮氣或旋轉乾燥循環乾燥 PWB。

因此，在一具體例中，第五態樣包括用於回收 PWB 及／或 PWB 組件之裝置，該裝置包括貴金屬移除構件，其包括：

貴金屬浸濾模組；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 及／或 PWB 組件自動或手動地自貴金屬浸濾模組移動至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 及／或 PWB 組件係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。

在另一具體例中，描述一種用於回收 PWB 及／或 PWB 組件之裝置，該裝置包括貴金屬移除構件，其包括：

貴金屬浸濾模組，其包括含三碘化物之浸濾組成物的容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 及／或 PWB 組件自動或手動地自貴金屬浸濾模組移動至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 及／或 PWB 組件係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。

在另一具體例中，描述一種用於回收 PWB 及／或 PWB 組件之裝置，該裝置包括貴金屬移除構件，其包括：

壓碎模組；

貴金屬浸濾模組，其包括含三碘化物之浸濾組成物的容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 及／或 PWB 組件自動或

手動地自貴金屬浸濾模組移動至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 及／或 PWB 組件係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。

在另一具體例中，描述一種用於回收 PWB 及／或 PWB 組件之裝置，該裝置包括貴金屬移除構件，其包括：

壓碎模組；

貴金屬浸濾模組，其包括含鹽水／酸混合物之浸濾組成物或第一組成物的容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 及／或 PWB 組件自動或手動地自貴金屬浸濾模組移動至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 及／或 PWB 組件係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。

在第五態樣之各裝置中，該裝置可視情況包括加熱模組（例如，類似於第一態樣者），其中該 PWB 經引導至加熱模組以在任何額外經環氧樹脂塗布之組件殘留於板上之情況下軟化環氧樹脂，以致可輕易地移除該等組件。加熱模組可在貴金屬浸濾模組之後容易地併入至裝置中，且其較佳包括排氣烘箱，其中可達成在約 100 至 400°C 範圍內之溫度，以軟化使用環氧樹脂固定至 PWB 之 IC。一旦環氧樹脂經軟化，則位於加熱模組內之攪動器（諸如刷、耙、或吹送氣體

或液體)可輕易地達成組件之移除。由於鉛蒸氣可能係加熱過程之副產物，因此排氣烘箱較佳包括洗滌構件。

壓碎模組(當使用時)可在線上，或可分開地達成壓碎，且使經壓碎的 PWB 及／或 PWB 組件自動或手動地進給至裝置中。壓碎構件包括，但不限於，用於粉碎之構件、用於撕碎之構件、及用於壓碎 PWB 及／或 PWB 組件以使硬殼(例如，塑膠)裂開之構件，此如熟悉技藝人士所可輕易決定。較佳地，當處理 PWB 時，將其壓碎以使板裂開。較佳地，當處理 PWB 組件時，將其粉碎成粉末。

在各情況中，沖洗模組包括沖洗 PWB 及／或 PWB 組件以自其移除浸濾組成物之構件。應明瞭沖洗表面可以任何適當的方式達成，例如，經由將沖洗組成物噴塗於表面上，經由將表面浸泡於一定量之沖洗組成物中，經由使表面與另一材料(例如，已於其上吸收沖洗組成物之墊、或纖維吸收性塗布器元件)接觸，經由使表面與再循環沖洗組成物接觸，或藉由任何其他藉以使沖洗組成物與待移除材料接觸之適當手段、方式或技術。沖洗組成物較佳包括水。

在各情況中，乾燥模組包括乾燥 PWB 之構件。較佳的乾燥構件包括，但不限於，氮氣、異丙醇、再生空氣、熱空氣或 SEZ(旋轉製程技術)。

三碘離子可藉由任何已知之方法引入至浸濾組成物中，其包括，但不限於：將碘溶解於碘化物(例如，KI、NaI、NH₄I)

或氫碘酸之水溶液中；原位產生碘，其與過量碘化物反應形成三碘化物；藉由硝酸、發氧方、次氯酸鹽及其類似物氧化碘化物之水溶液；及使碘化物與碘酸鹽於酸性介質中反應。若干項詳盡描述於下。

碘(I_2)係相當昂貴且於水中具有低溶解度，但其可於原位產生。碘於碘化物之水溶液中係以三碘離子存在。該製程利用碘於氧化金，同時碘化物藉由形成金碘化物錯合物而促進溶解經氧化的金。

在一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸及水，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中，浸濾組成物包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成：至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、視需要之至少一種有機溶劑、視需要之至少一種金屬鈍化劑、視需要之至少一種表面活性劑、視需要之至少一種緩衝劑。在另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、及至少一種有機溶劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、及至少一種金屬鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種金屬鈍化劑、及至少一種緩衝劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又

另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、及至少一種表面活性劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種有機溶劑、及至少一種金屬鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種有機溶劑、及至少一種表面活性劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種表面活性劑、及至少一種金屬鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種有機溶劑、至少一種表面活性劑、及至少一種金屬鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。應瞭解存於浸濾組成物中之碘鹽或氫碘酸及氧化劑將於原位反應形成碘，及碘離子將過量，導致形成三碘化物。因此，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物及水，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、及至少一種有機溶劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之瀝濾組成物將包含三碘化物、水、及至少一種鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具

體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、及至少一種表面活性劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種有機溶劑、及至少一種鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種有機溶劑、及至少一種表面活性劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種有機溶劑、及至少一種鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種有機溶劑、至少一種表面活性劑、及至少一種鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。浸濾組成物係經調配為選擇性及實質上地自電子廢棄物將金浸濾至可經進一步處理以回收該金的部分中。舉例來說，在一具體例中，可使用該浸濾組成物於自卑金屬分離金或其他貴金屬，其中該等卑金屬保留為固體。

可能的氧化劑係先前於文中定義為使用於第一組成物中者。浸濾組成物中之氧化劑較佳包括發氧方、過硫酸鈉、過硫酸銨、過硫酸鉀、硝酸、過氧化氫、氯化鐵、硝酸鐵、或其組合。再更佳地，浸濾組成物中之氧化劑包括過硫酸銨、過硫酸鈉、硝酸、過碘酸、發氧方、次氯酸鈉、或其組合。

浸濾組成物中之氧化劑之量係在約 0.01 重量%至約 25 重量%，較佳約 1 重量%至約 20 重量%，及最佳約 1 重量%至約 10 重量%之範圍內。

碘鹽包括，但不限於，碘化鋰、碘化鈉、碘化鉀、碘化銨、碘化鈣、碘化鎂、及碘化四烷基銨，其中該等烷基可彼此相同或不同且係選自由直鏈 C_1 - C_6 烷基(例如，甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基)及分支鏈 C_1 - C_6 烷基所組成之群。碘鹽較佳包括碘化鉀。可使用氫碘酸替代碘鹽。碘鹽之量係在約 0.1 重量%至約 50 重量%，較佳約 1 重量%至約 40 重量%，及最佳約 10 重量%至約 35 重量%之範圍內。

可能的有機溶劑係先前於文中定義為使用於第一組成物中者。最佳地，當存在時，浸濾組成物中之有機溶劑包括醇、二甘醇單丁醚、丙二醇、二丙二醇正丁醚、碳酸酯諸如碳酸乙二酯、及其組合。當包含時，浸濾組成物中之有機溶劑之量係在約 0.01 重量%至約 20 重量%，較佳約 1 重量%至約 10 重量%，及最佳約 1 重量%至約 5 重量%之範圍內。

可能的鈍化劑係先前於文中定義為使用於第一組成物中者。當包含時，浸濾組成物中之鈍化劑之量係在約 0.01 重量%至約 10 重量%，較佳約 0.05 重量%至約 5 重量%，及最佳約 0.05 重量%至約 2 重量%之範圍內。

涵蓋的表面活性劑包括，但不限於，酸及鹼、非離子性表面活性劑、陰離子性表面活性劑、陽離子性表面活性劑、兩

性離子表面活性劑、及其組合。較佳的酸性或鹼性表面活性劑包括，但不限於，具有酸或鹼官能性(「頭」)及直鏈或分支鏈烴基(「尾」)之表面活性劑及／或具有酸官能性(「頭」)及全氟化烴基(「尾」)之表面活性劑。較佳的酸或鹼官能性包括磷酸、膦酸、膦酸單酯、磷酸酯單酯及二酯、羧酸、二羧酸單酯、三羧酸單酯及二酯、硫酸酯單酯、磺酸、胺、及其鹽。烴基較佳具有至少 10 個(例如，10-20 個)碳原子(例如，癸基、十一基、十二基、十三基、十四基、十五基、十六基、十七基、十八基、十九基、二十基)，除了當分子含有兩個烷基鏈(諸如於磷酸酯二酯及膦酸酯單酯中)時，6-16 個碳之稍短的烴基(例如，己基、2-乙基己基、十二基)為較佳。全氟化烴基較佳具有 7-14 個碳原子(例如，庚基、辛基、壬基、癸基、十一基、十二基、十三基、十四基)。較佳的表面活性劑包括癸基膦酸、十二基膦酸、十四基膦酸、十六基膦酸、雙(2-乙基己基)磷酸酯、十八基膦酸、全氟庚酸、全氟癸酸、三氟甲磺酸、膦酸乙酸、十二基苯磺酸、及十二基胺。

涵蓋的非離子性表面活性劑包括，但不限於，聚氧伸乙基月桂基醚(Emalmin NL-100(Sanyo)、Brij 30、Brij 98)、十二烯基琥珀酸單二乙醇鹽胺(DSDA, Sanyo)、乙二胺肆(乙氧化物-嵌段-丙氧化物)四醇(Tetronic 90R4)、聚氧伸乙基聚氧伸丙基二醇(Newpole PE-68(Sanyo)、Pluronic L31、Pluronic

31R1)、聚氧伸丙基蔗糖酯(SN008S, Sanyo)、第三辛基苯氧基聚乙氧乙醇(Triton X100)、聚氧伸乙基(9)壬基苯基醚、分支鏈(IGEPAL CO-250)、聚氧伸乙基山梨糖醇六油酸酯、聚氧伸乙基山梨糖醇四油酸酯、聚乙二醇脫水山梨糖醇單油酸酯(Tween 80)、脫水山梨糖醇單油酸酯(Span 80)、烷基多糖苷、全氟丁酸乙酯、1,1,3,3,5,5-六甲基-1,5-雙[2-(5-降莢烯-2-基)乙基]三矽氧烷、單體十八烷基矽烷衍生物諸如 SIS6952.0(Siliclad, Gelest)、經矽氧烷改質之聚矽氮烷諸如 PP1-SG10 Siliclad Glide 10(Gelest)、聚矽氧-聚醚共聚物諸如 Silwet L-77(Setre Chemical Company)、Silwet ECO Spreader(Momentive)、及醇乙氧基化物(Natsurf™ 265, Croda)。

涵蓋的陽離子性表面活性劑包括，但不限於，十七烷氟辛烷磺酸四乙銨、硬脂基氯化三甲銨(Econol TMS-28, Sanyo)、溴化 4-(4-二乙胺基苯基偶氮)-1-(4-硝苄基)吡錠、單水合氯化鯨蠟基吡錠、氯化苄二甲烴銨、氯化苯銨(benzethonium chloride)、氯化苄基二甲基十二烷基銨、氯化苄基二甲基十六烷基銨、溴化十六基三甲基銨、氯化二甲基二-十八烷基銨、氯化十二烷基三甲基銨、對甲苯磺酸十六烷基三甲基銨、溴化二-十二烷基二甲基銨、氯化二(氫化牛脂)二甲基銨、溴化四庚基銨、溴化肆(癸基)銨、Aliquat® 336 及溴化羥苯乙胺(oxyphenonium bromide)。烴基較佳具有至

少 10 個(例如，10-20 個)碳原子(例如，癸基、十一基、十二基、十三基、十四基、十五基、十六基、十七基、十八基、十九基、二十基)，除了當分子含有兩個官能化烷基鏈(諸如於氯化二甲基二-十八烷基銨、溴化二甲基二-十六烷基銨及氯化二(氫化牛脂)二甲基銨中)時，6-20 個碳之稍短的烴基(例如，己基、2-乙基己基、十二基)為較佳。

涵蓋的陰離子性表面活性劑包括，但不限於，聚氧伸乙基月桂基醚鈉、二己基磺酸琥珀酸鈉、二環己基磺酸琥珀酸鈉鹽、7-乙基-2-甲基-4-十一基硫酸鈉(Tergitol 4)、SODOSIL RM02、及磷酸酯氟表面活性劑諸如 Zonyl FSJ。

兩性離子表面活性劑包括，但不限於，環氧乙烷烷基胺(AOA-8, Sanyo)、N,N-二甲基十二烷基胺 N-氧化物、椰油醯兩性基丙酸鈉(sodium cocaminopropionate) (LebonApl-D, Sanyo)、3-(N,N-二甲基肉豆蔻基銨基)丙磺酸鹽、及(3-(4-庚基)苯基-3-羥丙基)二甲銨基丙磺酸鹽。

可視需要將無機酸添加至浸濾組成物中。舉例來說，浸濾組成物可進一步包括硫酸、鹽酸、氫溴酸、或氫碘酸。

浸濾組成物之 pH 較佳係約 3 至約 10，更佳係約 4 至約 8 及最佳係約 6 至約 8。在一較佳具體例中，添加緩衝劑以維持浸濾組成物之 pH 於約 5 至約 8 之範圍內。緩衝劑係技藝中所熟知，且可包括，例如，磷酸鹽緩衝劑諸如磷酸單鈉／磷酸二鈉或磷酸單鉀／磷酸二鉀。

浸濾組成物係藉由簡單地添加個別成分及混合至均勻狀態而容易地調配。此外，該等組成物可輕易地調配為在使用點或之前混合的多部分調配物，例如，多部分調配物的個別部分可於工具或工具上游的儲存槽中混合。個別成分之濃度可在組成物的特定倍數內寬廣地改變，即更稀或更濃，且當明瞭組成物可變化及替代地包含與文中揭示一致之成分的任何組合，由其所組成，或基本上由其所組成。

較佳地，在一具體例中，浸濾組成物包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成：碘化鉀、過硫酸鈉及水，更佳約 20 重量%至約 30 重量%碘化鉀、約 4 重量%至約 10 重量%過硫酸鈉及水。在另一具體例中，浸濾組成物包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成：碘化鉀、過硫酸銨及水，更佳約 20 重量%至約 30 重量%碘化鉀、約 4 重量%至約 10 重量%過硫酸銨及水。在又另一具體例中，浸濾組成物包含碘化鉀、過硫酸鈉、BTA、及水，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含碘化鉀、過硫酸鈉、BTA、磷酸鹽緩衝劑、及水，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含碘化鉀、硝酸及水，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中，浸濾組成物包含碘化鉀、過碘酸、氫氯酸及水，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中之浸濾組成物包含碘化鉀、發氧方及水，由其所組成，或基

本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含碘化鉀、次氯酸鈉、氫氯酸及水，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含碘化鉀、原位產生碘及水，由其所組成，或基本上由其所組成。浸濾組成物實質上不含王水及含氰化物組分。浸濾組成物較佳係水溶性、非腐蝕性、非可燃性及低毒性。

熟悉技藝人士應瞭解一旦金或其他貴金屬自 PWB 及／或 PWB 組件浸濾出，則可將剩餘材料棄置、回收利用或經歷進一步回收。於將金或其他貴金屬萃取／浸濾至浸濾組成物中後，可經由還原金屬離子而獲得金或其他貴金屬，如於 PCT/US2011/032675 中詳盡論述。還原劑較佳係所謂的環保化學品。較佳的還原劑包括，但不限於，抗壞血酸、丙二酸二乙酯、偏亞硫酸氫鈉、多酚 60(P60，綠茶萃取物)、葡萄糖、及檸檬酸鈉。舉例來說，如 2010 年 8 月 20 日提出申請之美國臨時專利申請案第 61/375,273 號，標題「自電子廢棄物回收貴金屬及卑金屬之可維持方法(Sustainable Process for Reclaiming Precious Metals and Base Metals from e-Waste)」(將其全文併入本文為參考資料)中所引介，於 pH 1 下引入至包含 Au^{3+} 離子之組成物中的抗壞血酸產生高純度的金屬金。可將偏亞硫酸氫鈉(SMB)添加至在 pH 1 或 pH 7 下之包含 Au^{3+} 離子之組成物中，及產生高純度的金屬金。或者，可經由電解提煉或電化學技術將金離子轉化為金金

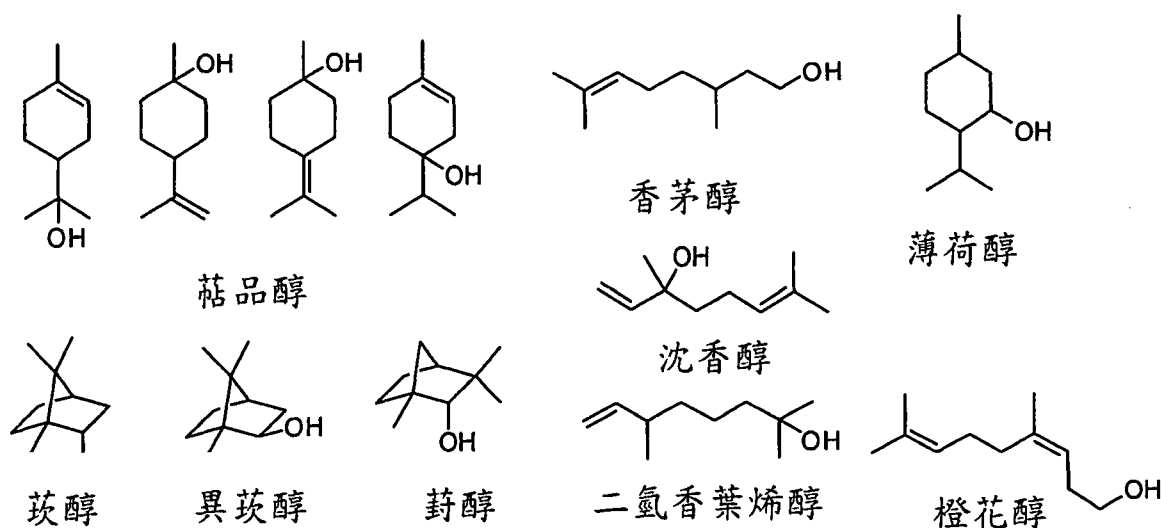
屬。可使用任何合適的方式來移除沈澱的金。沈降及傾析、通過壓濾機過濾溶液或離心係用於此移除的方便程序。

亦涵蓋可使用浸濾組成物來同時自 PWB 固體材料分離碳及貴金屬。明確言之，貴金屬浸濾模組可進一步包括用於泡沫浮選之構件，其中使用泡沫浮選來自其他材料分離碳。泡沫浮選使用起泡劑(其在含水管柱之頂端產生穩定泡沫層(「泡沫」))及用於在泡沫層中集中碳的收集劑。一般而言，自電子廢棄物分離碳之方法包括使包含該碳及貴金屬之電子廢棄物與浸濾組成物接觸，該浸濾組成物包含如文中所述之三碘化物及至少一種起泡劑及至少一種收集劑以形成混合物；產生泡沫層及液體層；及自液體層分離泡沫層，其中該泡沫層包含碳及該液體層包含貴金屬。可將剩餘的固體電子廢棄物棄置或進一步處理。泡沫層係藉由引導氣體通過混合物所產生。

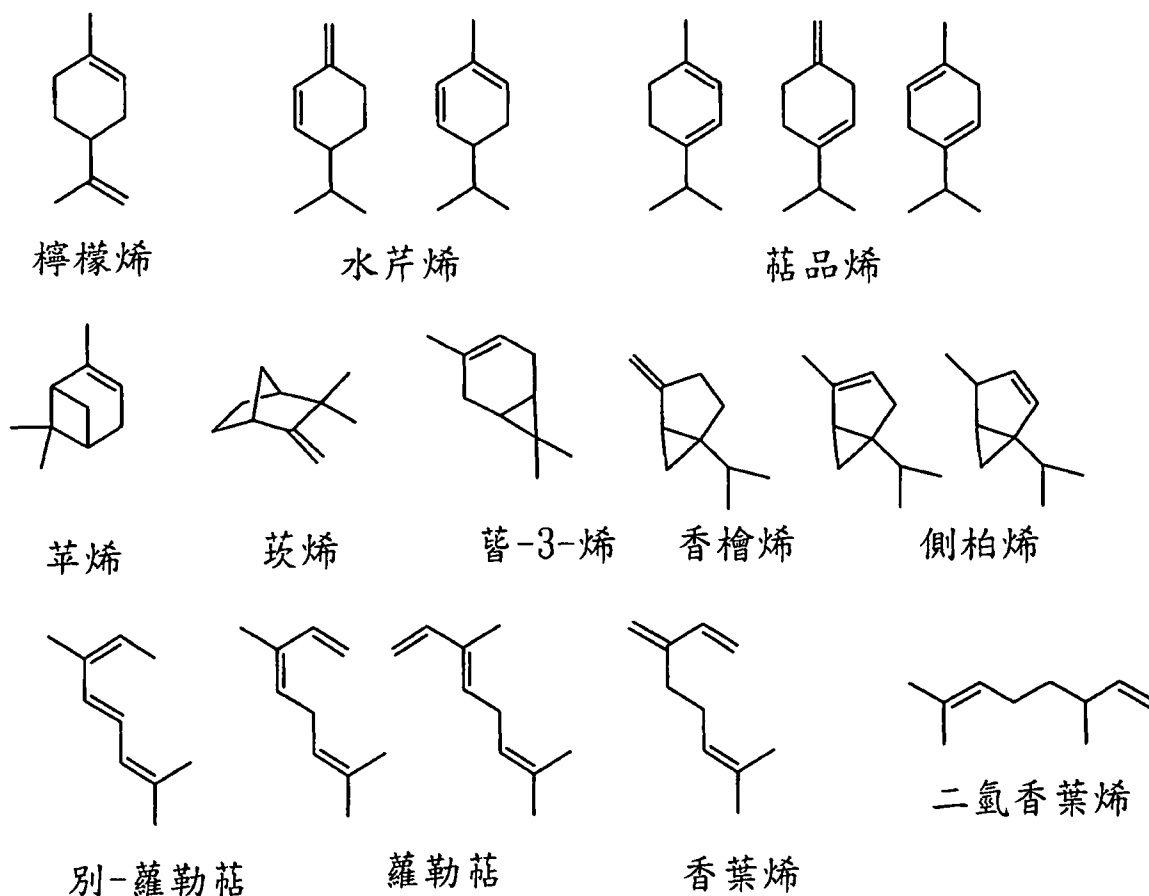
如熟悉技藝人士所可輕易明瞭，較佳使包含電子廢棄物、三碘化物、至少一種起泡劑及至少一種收集劑之混合物經攪動(例如，攪拌)。浮選可在室溫下於矩形或圓柱形機械攪動池或槽、浮選管柱、短柱狀浮選池(Jameson cell)或脫墨浮選機器中進行。應明瞭經引入以產生泡沫的氣體可包括空氣、氮氣、氧氣、氫氣、氬氣、二氧化碳、一氧化二氮、氫氣、及其任何組合。較佳地，氣體包括空氣且泡沫係藉由起泡所產生。熟悉技藝人士應明瞭可容易地決定起泡速率以達成泡

沫形成。氣體可使用燒結管(fritted tube)引入至池、槽、或管柱中。如熟悉技藝人士所可輕易明瞭，泡沫層可藉由「撇清」或者將泡沫自液體層刮除而容易地自液體層分離。此外，可不利用撇清或刮除而使泡沫層自池或容器之邊緣溢流。於自液體層分離泡沫層之後，可處理泡沫層以回收其中所含之經濃縮的含碳材料，且可處理液體層以回收貴金屬。剩餘的固體電子廢棄物可經棄置或進一步處理。液體層較佳為水性。

雖然不希望受限於理論，但據認為起泡劑可減小水的表面張力，以將上升氣泡穩定成一層泡沫，其中親水性材料(例如，碳)收集於其上。該至少一種起泡劑較佳係環保的且包括形式上水合的萜烯類，包括，但不限於，萜品醇、香茅醇、薄荷醇、沈香醇、茨醇、異茨醇、葑醇、二氫香葉烯醇、橙花醇、及其組合，如下文所說明。其他起泡劑包括甲基異丁基甲醇(MIBC)。起泡劑較佳實質上不含甲基異丁基甲醇及其他衍生自不可再生資源的起泡劑。起泡劑較佳包含萜品醇。



雖然不希望受限於理論，但據認為收集劑優先吸附至混合物中之一種組分(例如，碳)，使其變得更疏水，以致其與上升氣泡締和。該至少一種收集劑較佳係環保的且包括不飽和萜烯類，包括，但不限於，檸檬烯、水芹烯(phellandrene)、萜品烯、萜烯(pinene)、莰烯、薷-3-烯、香檜烯(sabinene)、側柏烯(thujene)、別-蘿勒萜(allo-ocimene)、蘿勒萜、香葉烯(myrcene)、二氫香葉烯、及其組合，如下文所說明。收集劑較佳實質上不含煤油及其他衍生自不可再生資源的收集劑。收集劑較佳包含檸檬烯。



收集劑較佳包含檸檬烯及起泡劑包含萜品醇。

因此，在又另一具體例中，描述一種用於回收 PWB 及／

或 PWB 組件之裝置，該裝置包括碳及貴金屬移除構件，其包括：

貴金屬浸濾模組，其包括含三碘化物、至少一種起泡劑、及至少一種收集劑之浸濾組成物之容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 及／或 PWB 組件自動或手動地自貴金屬浸濾模組移動至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 及／或 PWB 組件係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。PWB 組件較佳係經粉碎。

在又另一具體例中，描述一種用於回收 PWB 及／或 PWB 組件之裝置，該裝置包括碳及貴金屬移除構件，其包括：

壓碎模組；

貴金屬浸濾模組，其包括含三碘化物、至少一種起泡劑、及至少一種收集劑之浸濾組成物之容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使 PWB 及／或 PWB 組件自動或手動地自貴金屬浸濾模組移動至沖洗模組及至乾燥模組。在一特佳具體例中，PWB 及／或 PWB 組件係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。PWB 組件較佳係經粉碎。

包含碳及貴金屬移除構件之該裝置可進一步包括如文中

所述之加熱模組，其可於貴金屬浸濾模組之後容易地併入至裝置中。

關於浸濾組成物，用於自電子廢棄物移除碳及貴金屬之浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及水，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種有機溶劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種金屬鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種金屬鈍化劑、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種緩衝劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種表面活性劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種有機溶劑、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種金屬鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧

化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種有機溶劑、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種表面活性劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種表面活性劑、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種金屬鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，浸濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘鹽或氫碘酸、水、至少一種有機溶劑、至少一種表面活性劑、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種金屬鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。應瞭解存於浸濾組成物中之碘鹽或氫碘酸及氧化劑將於原位反應形成碘，及碘離子將過量，導致形成三碘化物。因此，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及水，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種有機溶劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之瀝濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種表面活性劑，由其所組

成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種有機溶劑、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之瀝濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種有機溶劑、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種表面活性劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種表面活性劑、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在又另一具體例中，於原位反應後之浸濾組成物將包含三碘化物、水、至少一種有機溶劑、至少一種表面活性劑、至少一種起泡劑、至少一種收集劑、及至少一種鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。

因此，在第六態樣中，描述一種自電子廢棄物移除碳及至少一種貴金屬之方法，該方法包括：

將 PWB 及／或 PWB 組件引入至包含三碘化物、至少一種起泡劑、及至少一種收集劑之浸濾組成物中；

產生泡沫層及液體層；及

自液體層分離泡沫層，

其中該等貴金屬實質上經移除至液體中，及該碳實質上經移除至泡沫中。

[用於回收 PWB 之裝置及方法]

在第七態樣中，描述一種用於回收電子廢棄物(例如，PWB)之裝置，該裝置一般包括脫焊裝置及貴金屬浸濾裝置(參見，圖 6)。脫焊裝置可對應於文中所述之第一或第三態樣之裝置，但應瞭解可使用其他脫焊裝置。貴金屬浸濾裝置可對應於文中所述之第五態樣之裝置，但應瞭解可使用其他貴金屬浸濾裝置。該裝置較佳係經設計成使電子廢棄物(例如，PWB、經壓碎的 IC 粉末等)自動或手動地自脫焊裝置移動至貴金屬浸濾裝置。在一特佳具體例中，電子廢棄物(例如，PWB)係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。脫焊裝置及貴金屬浸濾裝置較佳係經附著，以致電子廢棄物自動地及連續地自一者移動至另一者。

在第七態樣之一具體例中，用於回收電子廢棄物之裝置包括：

機械焊料移除模組；

化學焊料移除模組；

沖洗模組；

乾燥模組；

貴金屬浸濾模組；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使電子廢棄物自動或手動地在各

模組間移動。在一特佳具體例中，電子廢棄物係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該等模組較佳係經附著，以致電子廢棄物自動地及連續地自一者移動至另一者。在一特佳具體例中，電子廢棄物包含 PWB 及貴金屬包含金。

在第七態樣之另一具體例中，用於回收電子廢棄物之裝置包括：

機械焊料移除模組，其包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器；

化學焊料移除模組，其包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；

沖洗模組；

乾燥模組；

貴金屬浸濾模組，其包括含三碘化物之浸濾組成物之容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使電子廢棄物自動或手動地在各模組間移動。在一特佳具體例中，電子廢棄物係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該等模組較佳係經附著，以致電子廢棄物自動地及連續地自一者移動至另一者。在一特佳具體例中，電子廢棄物包含 PWB 及貴金屬包含金。該攪動器較佳包括至少一個刷、耙、或吹送氣體或液體。

在第七態樣之又另一具體例中，用於回收電子廢棄物之裝置包括：

機械焊料移除模組；

化學焊料移除模組；

加熱模組；

沖洗模組；

乾燥模組；

視需要之壓碎模組；

貴金屬浸濾模組；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使電子廢棄物自動或手動地在各模組間移動。在一特佳具體例中，電子廢棄物係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該等模組較佳係經附著，以致電子廢棄物自動地及連續地自一者移動至另一者。在一特佳具體例中，電子廢棄物包含 PWB 及貴金屬包含金。涵蓋在加熱模組之後，可將電子廢棄物再引入至化學焊料移除器、沖洗模組、及乾燥模組中，如圖 3 中展示為選項及文中所說明。當存在時，壓碎模組包括，但不限於，用於粉碎之構件、用於撕碎之構件、及用於壓碎 PWB 及／或 PWB 組件以使硬殼(例如，塑膠)裂開之構件，此如熟悉技藝人士所可輕易決定。

在第七態樣之又另一具體例中，用於回收電子廢棄物之裝置包括：

機械焊料移除模組，其包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器；

化學焊料移除模組，其包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；

加熱模組；

沖洗模組；

乾燥模組；

視需要之壓碎模組；

貴金屬浸濾模組，其包括含三碘化物之浸濾組成物之容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使電子廢棄物自動或手動地在各模組間移動。在一特佳具體例中，電子廢棄物係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該等模組較佳係經附著，以致電子廢棄物自動地及連續地自一者移動至另一者。在一特佳具體例中，電子廢棄物包含 PWB 及貴金屬包含金。涵蓋在加熱模組之後，可將電子廢棄物再引入至化學焊料移除器、沖洗模組、及乾燥模組中，如圖 3 中展示為選項及文中所說明。當存在時，壓碎模組包括，但不限於，用於

粉碎之構件、用於撕碎之構件、及用於壓碎 PWB 及／或 PWB 組件以使硬殼(例如，塑膠)裂開之構件，此如熟悉技藝人士所可輕易決定。該攪動器較佳包括至少一個刷、耙、或吹送氣體或液體。

在第七態樣之另一具體例中，用於回收電子廢棄物之裝置包括：

機械焊料移除模組；

化學焊料移除模組；

視需要之加熱模組；

沖洗模組；

乾燥模組；

壓碎模組；

貴金屬浸濾模組；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使電子廢棄物自動或手動地在各模組間移動。在一特佳具體例中，電子廢棄物係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該等模組較佳係經附著，以致電子廢棄物自動地及連續地自一者移動至另一者。在一特佳具體例中，電子廢棄物包含 PWB 及貴金屬包含金。當存在時，涵蓋在加熱模組之後，可將電子廢棄物再引入至化學焊料移除器、沖洗模組、及乾燥模組中，如圖 3

中展示為選項及文中所說明。壓碎模組包括，但不限於，用於粉碎之構件、用於撕碎之構件、及用於壓碎 PWB 及／或 PWB 組件以使硬殼(例如，塑膠)裂開之構件，此如熟悉技藝人士所可輕易決定。

在第七態樣之又另一具體例中，用於回收電子廢棄物之裝置包括：

機械焊料移除模組，其包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器；

化學焊料移除模組，其包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；

視需要之加熱模組；

沖洗模組；

乾燥模組；

壓碎模組；

貴金屬浸濾模組，其包括含三碘化物之浸濾組成物之容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使電子廢棄物自動或手動地在各模組間移動。在一特佳具體例中，電子廢棄物係於輸送帶、輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該等模組較佳係經附著，以致電子廢棄物自動地及連續地自一者移動至另一者。

在一特佳具體例中，電子廢棄物包含 PWB 及貴金屬包含金。當存在時，涵蓋在加熱模組之後，可將電子廢棄物再引入至化學焊料移除器、沖洗模組、及乾燥模組中，如圖 3 中展示為選項及文中所說明。壓碎模組包括，但不限於，用於粉碎之構件、用於撕碎之構件、及用於壓碎 PWB 及／或 PWB 組件以使硬殼(例如，塑膠)裂開之構件，此如熟悉技藝人士所可輕易決定。該攪動器較佳包括至少一個刷、耙、或吹送氣體或液體。

在第七態樣之又另一具體例中，用於回收電子廢棄物之裝置包括：

加熱模組，其包括加熱機構及用於使廢 PWB 移動通過該加熱機構之構件；

化學焊料移除模組，其包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；

沖洗模組；

乾燥模組；

貴金屬浸濾模組，其包括含三碘化物之浸濾組成物之容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使電子廢棄物自動或手動地在各模組間移動。在一特佳具體例中，電子廢棄物係於輸送帶、

輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該等模組較佳係經附著，以致電子廢棄物自動地及連續地自一者移動至另一者。在一特佳具體例中，電子廢棄物包含 PWB 及貴金屬包含金。較佳地，加熱模組包括包含刷的攪動構件及用於使廢 PWB 移動通過加熱機構之構件包括輥鏈。廢 PWB 可使用夾子或其他鉗夾構件自輥鏈懸掛。在一特佳具體例中，加熱機構係保持在低於焊料或環氧樹脂之熔點至少 1°C 至約 20°C。

在第七態樣之又另一具體例中，用於回收電子廢棄物之裝置包括：

加熱模組，其包括加熱機構及用於使廢 PWB 移動通過該加熱機構之構件；

化學焊料移除模組，其包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；

沖洗模組；

乾燥模組；

壓碎模組；

貴金屬浸濾模組，其包括含三碘化物之浸濾組成物之容器；

沖洗模組；及

乾燥模組。

該裝置較佳係經設計成使電子廢棄物自動或手動地在各模組間移動。在一特佳具體例中，電子廢棄物係於輸送帶、

輸送輥、或輸送輪上移動通過裝置。該等模組較佳係經附著，以致電子廢棄物自動地及連續地自一者移動至另一者。在一特佳具體例中，電子廢棄物包含 PWB 及貴金屬包含金。壓碎模組包括，但不限於，用於粉碎之構件、用於撕碎之構件、及用於壓碎 PWB 及／或 PWB 組件以使硬殼(例如，塑膠)裂開之構件，此如熟悉技藝人士所可輕易決定。較佳地，加熱模組包括包含刷的攪動構件及用於使廢 PWB 移動通過加熱機構之構件包括輥鏈。廢 PWB 可使用夾子或其他鉗夾構件自輥鏈懸掛。在一特佳具體例中，加熱機構係保持在低於焊料或環氧樹脂之熔點至少 1°C 至約 20°C。

不管使用第七態樣之何具體例，與文中之揭示一致地，焊料可包含鉛、錫、或鉛及錫之組合。較佳地，電子廢棄物包括包含 PWB 之表面，及可回收材料包含組件(例如，IC)、貴金屬、卑金屬、或組件、貴金屬及卑金屬之任何組合。可收集經釋放的組件，且可將其分離成可再利用及可再銷售者，及可經進一步加工以處置、回收有用材料者等等。第一組成物較佳相對於貴金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料(例如，鉛、錫、其合金、及其組合)，且於移除焊料後釋放之組件可輕易地收集及分類供再利用或回收用。於焊料移除後，可使包括鉛及／或錫離子之第一組成物經歷進一步加工(例如，電解提煉)以回收鉛及／或錫。較佳地，在引入至貴金屬浸濾模組之前，將電子廢棄物壓碎。於浸濾後，可如文

中所述使金沈澱。接觸條件(即時間及溫度)於文中引介。有利地,該裝置允許使用者採用廢棄及用過的印刷線路板及回收其上所包含的電子組件及金屬供再利用。

在第八態樣中,描述一種回收電子廢棄物之方法,該方法包括:

使用機械焊料移除器移除至少一部分焊料;

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料;及

使用浸濾組成物移除至少一部分貴金屬。

該方法可進一步包括沖洗及乾燥電子廢棄物。該電子廢棄物較佳包括 PWB。

在第八態樣之一具體例中,描述一種回收電子廢棄物之方法,該方法包括:

使用機械焊料移除器移除至少一部分焊料,其中該機械焊料移除器包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器;

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料,其中該化學焊料移除器包括第一組成物之容器及至少一攪動器,其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中;及

使用浸濾組成物移除至少一部分貴金屬。

該方法可進一步包括沖洗及乾燥電子廢棄物。該電子廢棄物較佳包括 PWB。該攪動器較佳包括至少一個刷、耙、或吹送氣體或液體。

在第八態樣之又另一具體例中，回收電子廢棄物之方法包括：

使用機械焊料移除器移除至少一部分焊料；

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料；

使用加熱構件移除經環氧樹脂覆蓋之組件；及

使用浸濾組成物移除至少一部分貴金屬。

該方法可進一步包括沖洗及乾燥電子廢棄物。該電子廢棄物較佳包括 PWB。該機械焊料移除器較佳包括用於自電子廢棄物之表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器。該化學焊料移除器較佳包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該電子廢棄物係部分浸泡於第一組成物中。該攪動器較佳包括至少一個刷、耙、或吹送氣體或液體。

雖然本發明已參照說明性具體例及特徵以不同方式揭示於文中，但當明瞭上文所述之具體例及特徵並非意欲限制本發明，且熟悉技藝人士基於文中揭示內容當可明白其他變化、修改及其他具體例。因此，應將本發明廣義地解釋為涵蓋在後文記述之申請專利範圍之精神及範疇內的所有此等變化、修改及替代具體例。

【圖式簡單說明】

圖 1 說明用於回收印刷線路板之一般裝置及方法。

圖 2 說明將回收印刷線路板部分浸泡於化學焊料移除器

組成物中。

圖 3 說明用於自印刷線路板移除焊料之裝置的一具體例。

圖 4 說明用於自印刷線路板移除焊料之裝置的另一具體例。

圖 5 說明用於自印刷線路板及／或印刷線路板組件濾出金之裝置的一具體例。

圖 6 說明用於回收印刷線路板之一般裝置。

圖 7 係熱脫焊單元之內部組件的俯視圖。

圖 8 係圖 7 之熱脫焊單元之內部組件的前視圖。

圖 9 係圖 7 之熱脫焊單元之內部組件的側視圖。

圖 10 係行動電話 PWB 在加熱之前(A)及加熱之後(B)。

圖 11 係圖 10(A)之行動電話 PWB 在化學脫焊之前(A)及化學脫焊之後(B)。

【主要元件符號說明】

110	加熱模組
120	加熱機構
130	輥鏈
140	鏈輪
150	PWB
170	附著區域
180	脫離區域
190	夾子或鉗子

201345601

- 200 零件抽屜
- 210 夾支撐鉗
- 220 刷
- 230 貯槽

七、申請專利範圍：

1.一種用於處理電子廢棄物之裝置，該裝置包括：

(a)機械焊料移除模組；及

(b)化學焊料移除模組；

其中該等模組係彼此相連地連接。

2.如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中，該機械焊料移除模組包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中，該化學焊料移除模組包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該電子廢棄物係部分浸泡於第一組成物中。

4.如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其進一步包括位於該化學焊料移除模組之上游及／或下游的加熱模組。

5.如申請專利範圍第 4 項之裝置，其中，該加熱模組包括至少一攪動器。

6.如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其進一步包括位於該加熱模組之下游的至少一沖洗模組。

7.如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其進一步包括位於該化學焊料移除模組之下游的至少一沖洗模組。

8.如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其進一步包括貴金屬浸濾模組。

9.如申請專利範圍第 8 項之裝置，其中，該貴金屬浸濾模

組包括含三碘化物之浸濾組成物之容器。

10.如申請專利範圍第 8 項之裝置，其中，該貴金屬浸濾模組自電子廢棄物分離碳。

11.如申請專利範圍第 9 項之裝置，其中，該浸濾組成物進一步包含至少一種起泡劑及至少一種收集劑。

12.如申請專利範圍第 10 項之裝置，其中，該貴金屬浸濾模組進一步包括起泡構件。

13.如申請專利範圍第 8 項之裝置，其進一步包括位於該貴金屬浸濾模組下游之至少一沖洗模組。

14.如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中，該電子廢棄物包括印刷線路板(PWB)。

15.如申請專利範圍第 8 項之裝置，其中，該貴金屬包括選自由下列所組成之群之至少一物種：金、銀、鈮、鉑、銻、銨、鐵、銻、及鈦。

16.如申請專利範圍第 2 項之裝置，其中，該攪動器包括至少一刷、耙、或吹送氣體或液體。

17.一種回收電子廢棄物之方法，其包括：

使用機械焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該機械焊料移除器包括用於自表面機械移除焊料之至少一刀片及至少一攪動器；

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該化學焊料移除器包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該

PWB 係部分浸泡於第一組成物中；及

使用浸濾組成物移除至少一部分貴金屬。

18.一種用於處理電子廢棄物之裝置，該裝置包括：

(a)用於自 PWB 移除外殼或環氧化組件之加熱模組；及

(b)化學焊料移除模組，

其中該等模組係彼此相連地連接。

19.如申請專利範圍第 18 項之裝置，其中，該加熱模組包括加熱機構及用於使廢 PWB 移動通過該加熱機構之構件。

20.如申請專利範圍第 18 或 19 項之裝置，其中，該加熱機構包括攪動構件。

21.如申請專利範圍第 20 項之裝置，其中，該攪動構件包括刷。

22.如申請專利範圍第 19 項之裝置，其中，該用於使廢 PWB 移動通過加熱機構之構件包括輥鏈。

23.如申請專利範圍第 18 或 19 項之裝置，其中，該化學焊料移除模組包括第一組成物之容器。

24.如申請專利範圍第 18 或 19 項之裝置，其中，該裝置進一步包括位於該化學焊料移除模組之下游的至少一沖洗模組。

25.如申請專利範圍第 18 或 19 項之裝置，其進一步包括貴金屬浸濾模組。

26.如申請專利範圍第 25 項之裝置，其中，該貴金屬浸濾

模組包括含三碘化物之浸濾組成物之容器。

27.如申請專利範圍第 26 項之裝置，其中，該貴金屬浸濾模組自電子廢棄物分離碳。

28.如申請專利範圍第 26 項之裝置，其中，該浸濾組成物進一步包含至少一種起泡劑及至少一種收集劑。

29.如申請專利範圍第 28 項之裝置，其中，該貴金屬浸濾模組進一步包括起泡構件。

30.如申請專利範圍第 25 項之裝置，其進一步包括位於該貴金屬浸濾模組上游之至少一壓碎模組。

31.如申請專利範圍第 18 或 19 項之裝置，其進一步包括位於該貴金屬浸濾模組下游之至少一沖洗模組。

32.一種回收電子廢棄物之方法，其包括：

使用加熱模組自 PWB 移除至少一外殼，其中該加熱模組包括加熱機構及用於使 PWB 移動通過該加熱機構之構件；

使用化學焊料移除器移除至少一部分焊料，其中該化學焊料移除器包括第一組成物之容器及至少一攪動器，其中該 PWB 係部分浸泡於第一組成物中；及

使用浸濾組成物移除至少一部分貴金屬。

八、圖式：

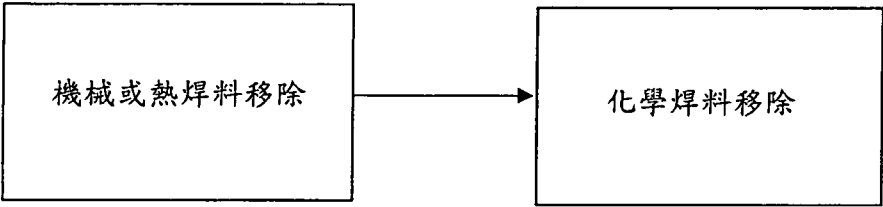


圖1

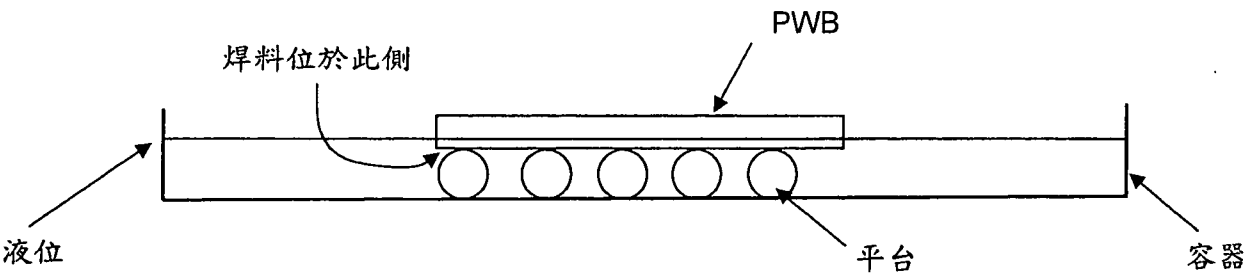


圖2

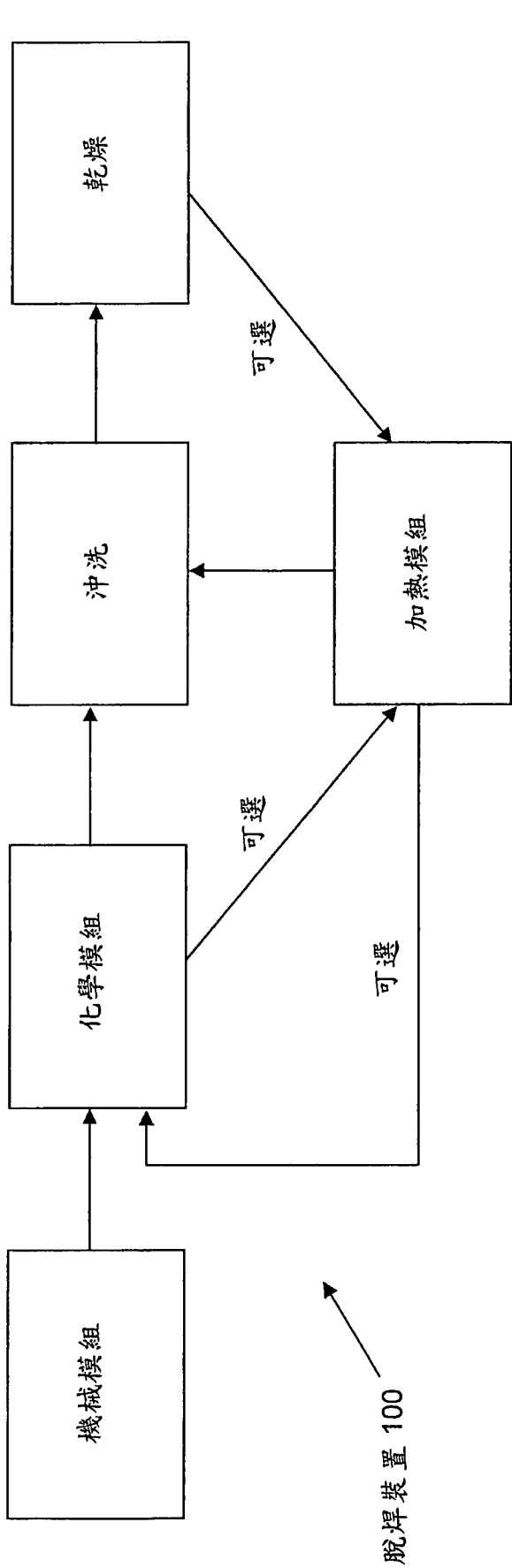


圖3

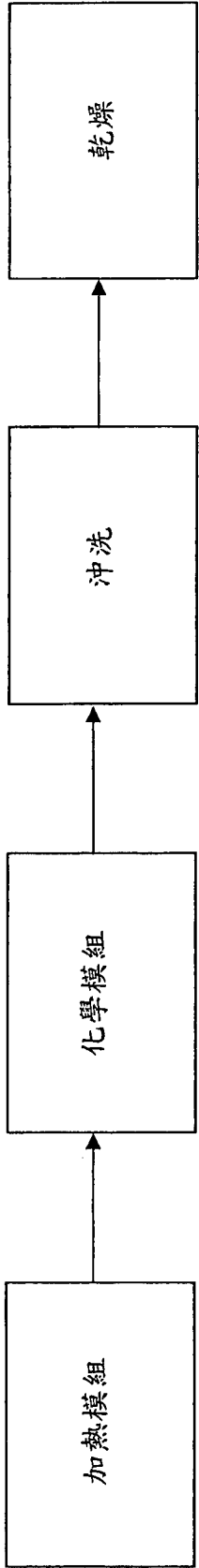
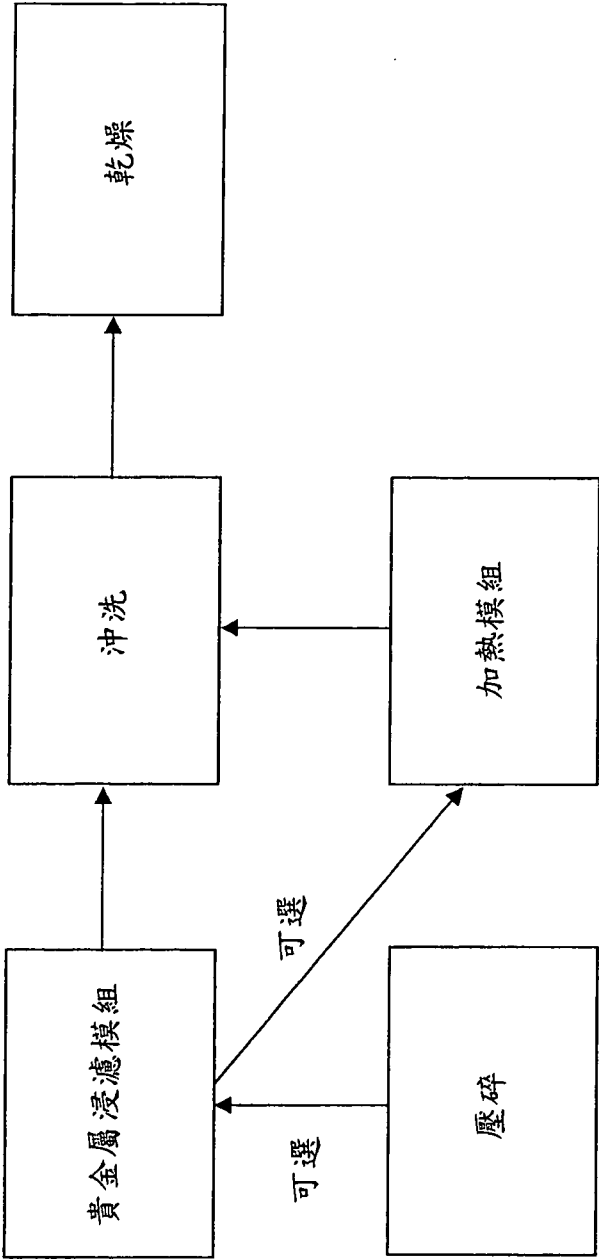


圖4



貴金屬浸濾裝置(300)

圖5

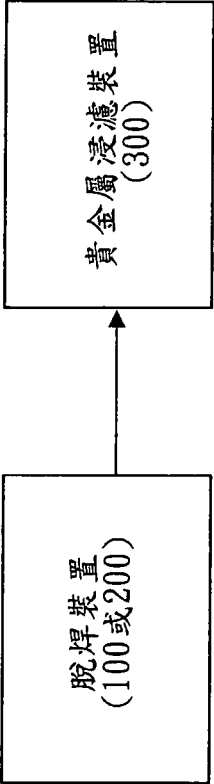


圖6

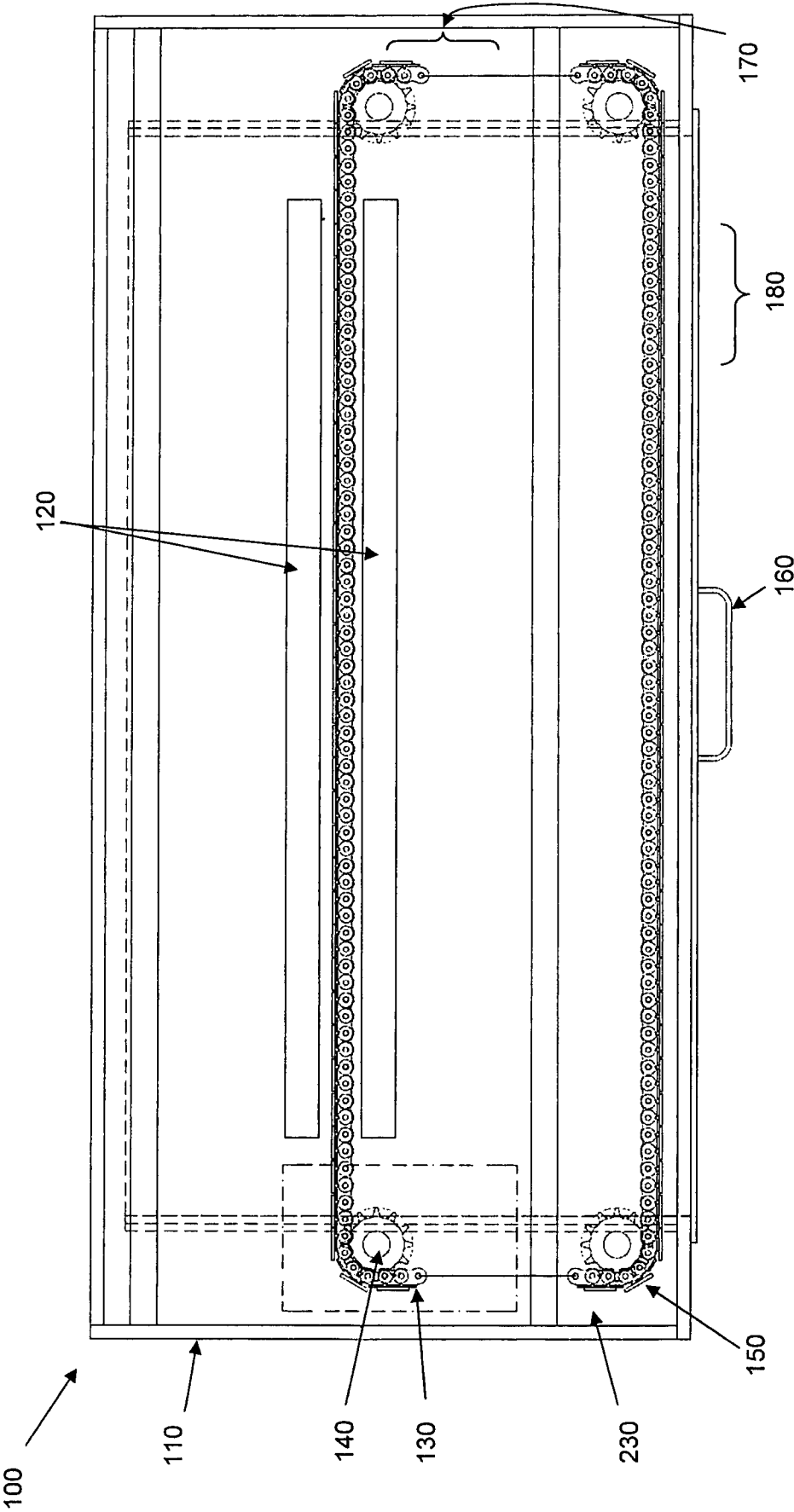


圖7

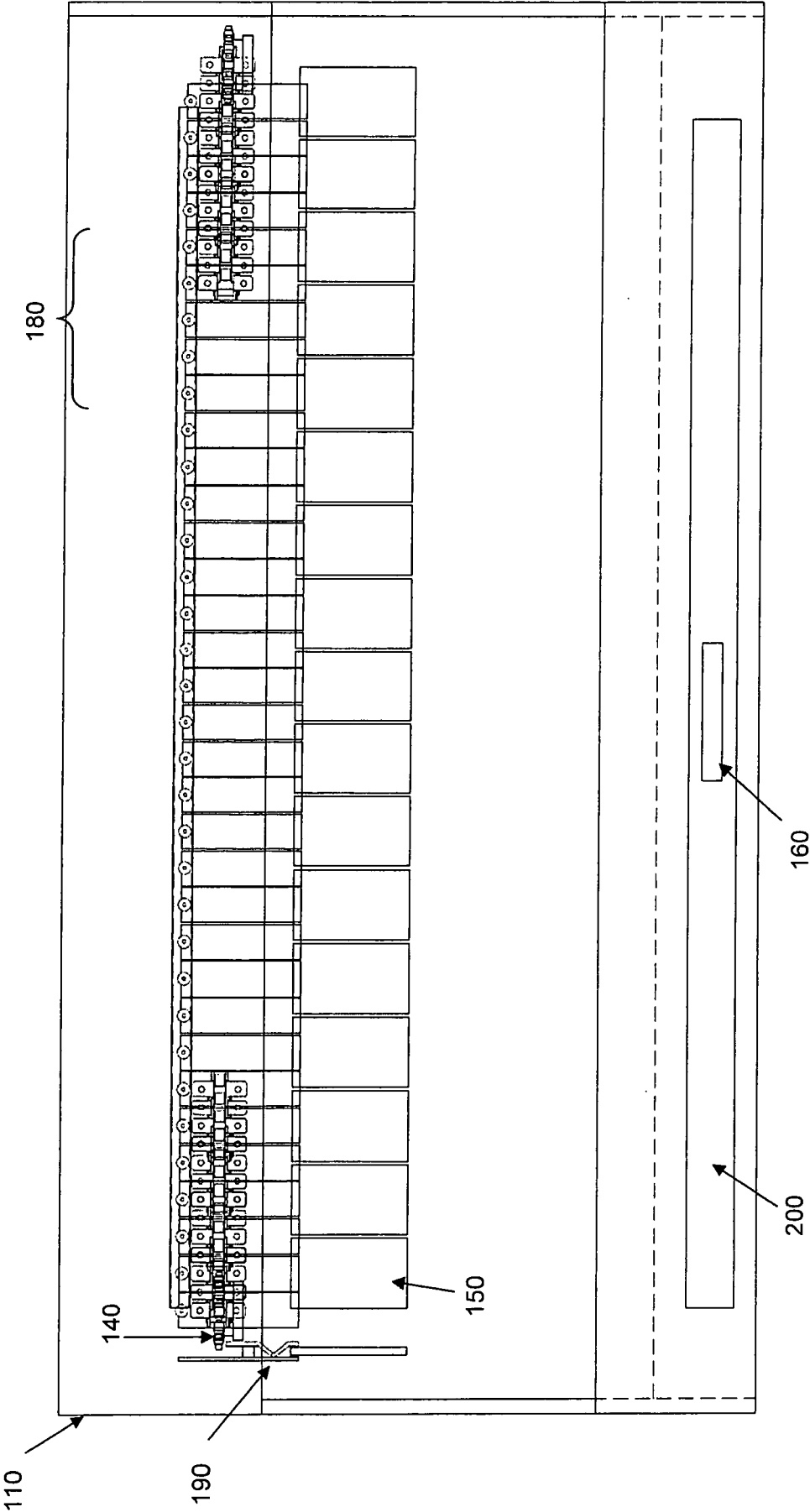


圖8

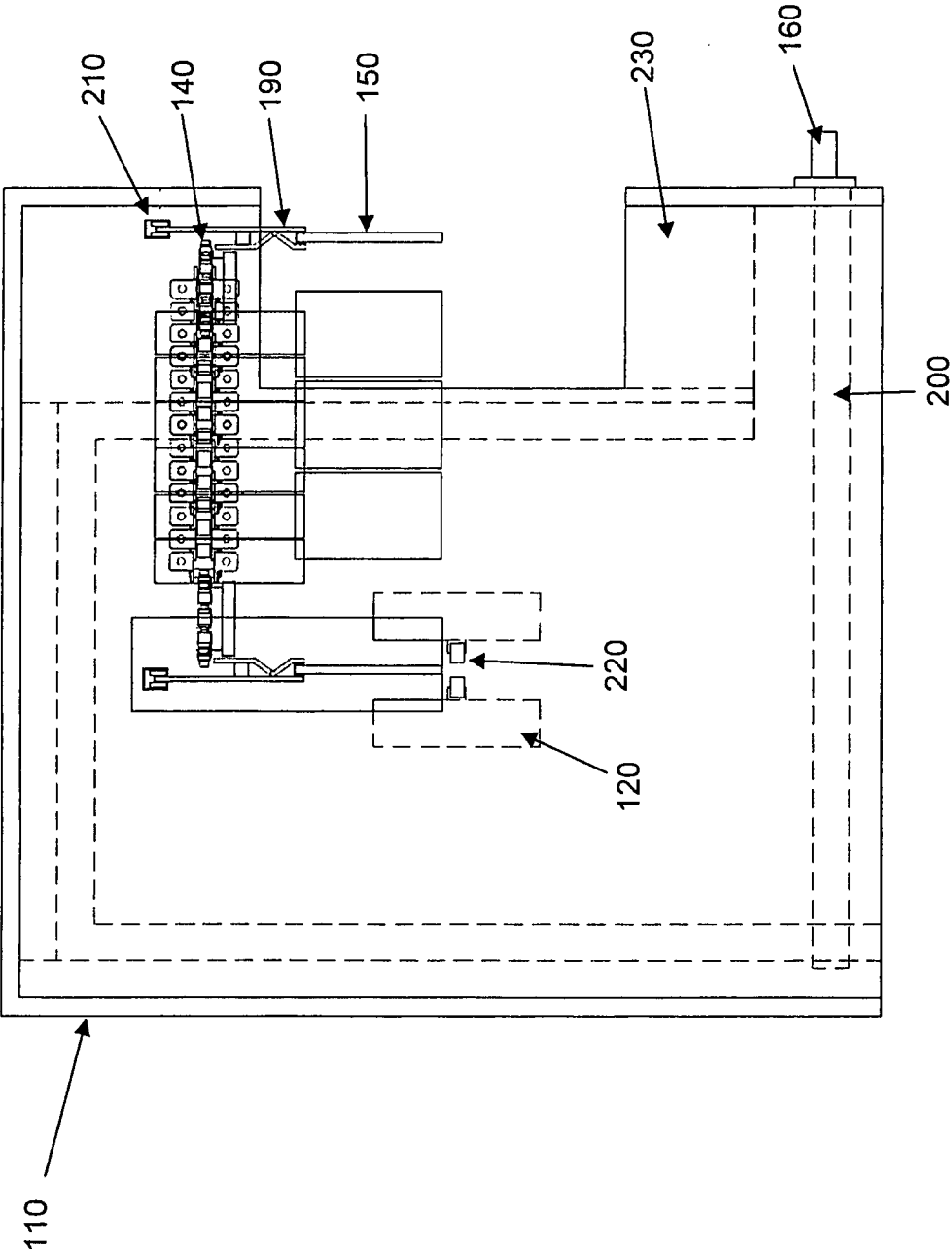
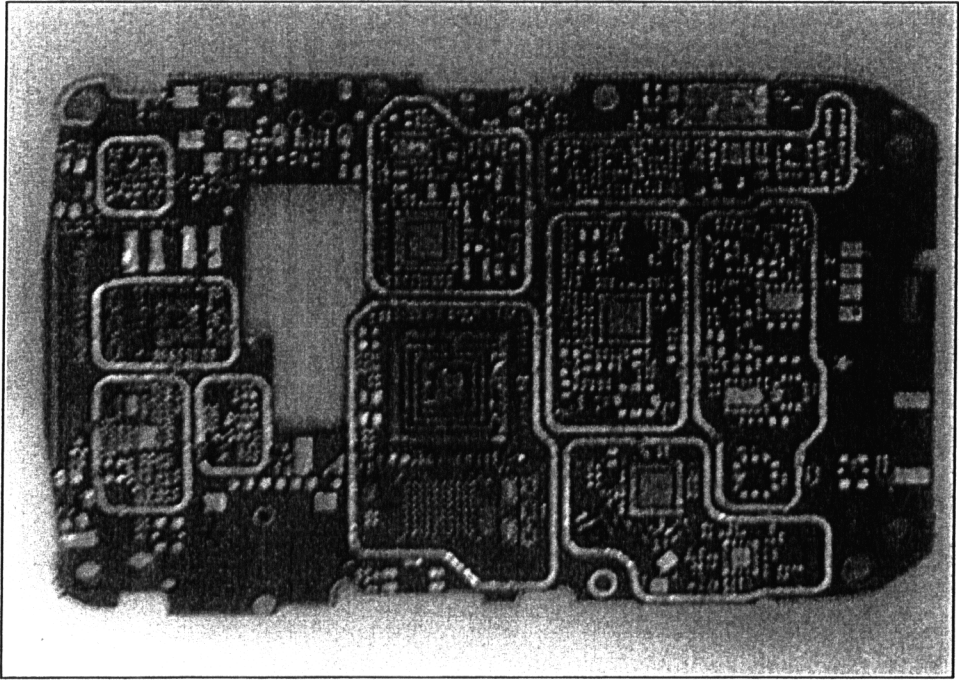


圖9

(B)



3-5min
↑
~ 200°C

(A)

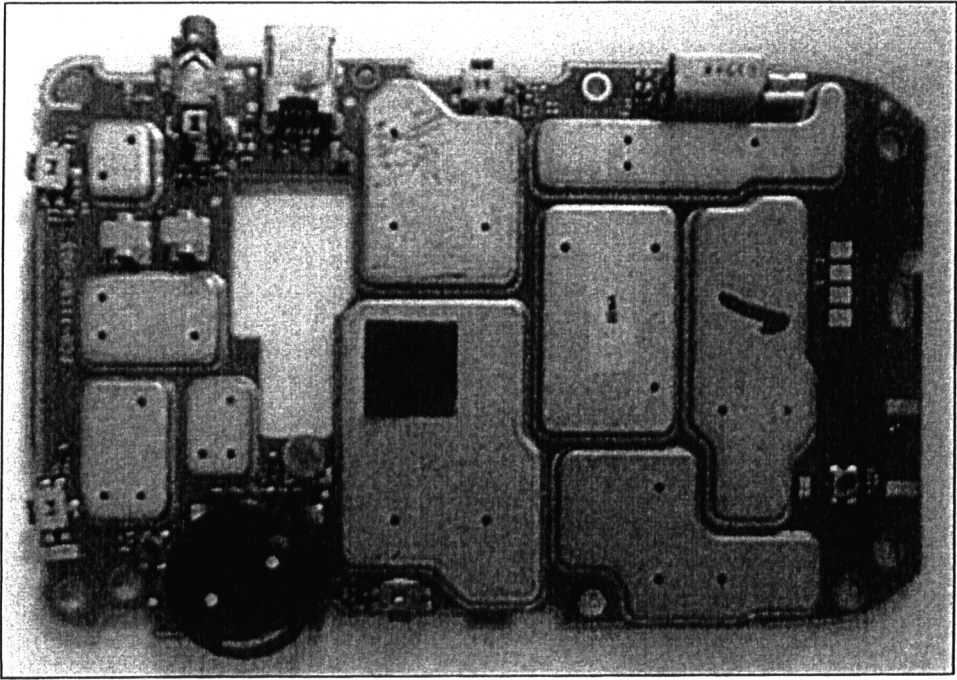
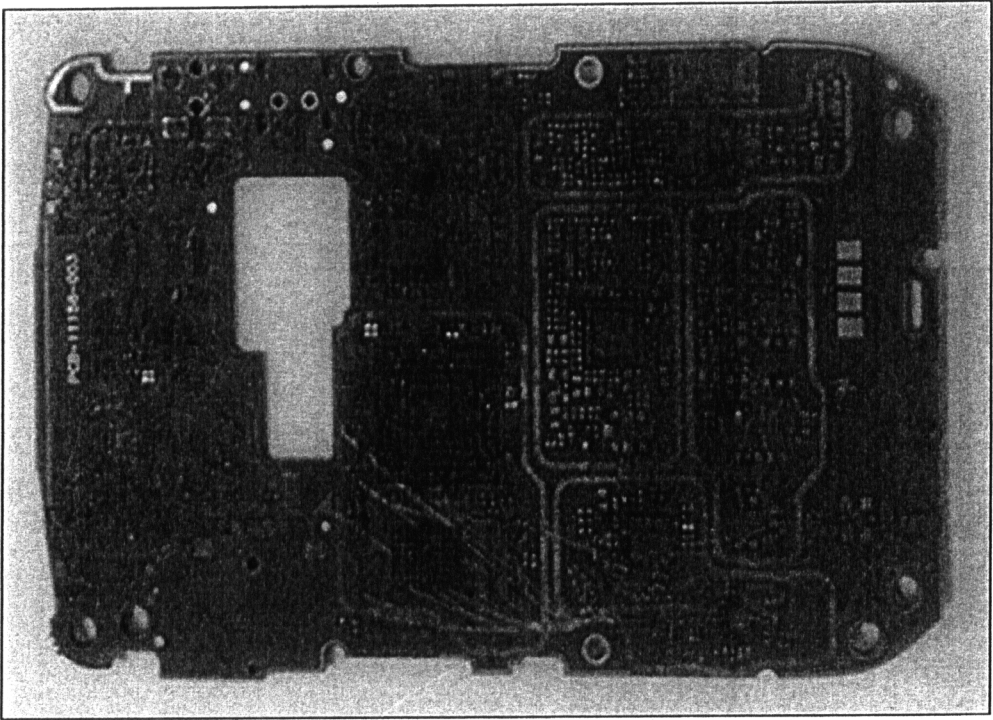


圖10

(B)



5-10min
→
40°C

(A)

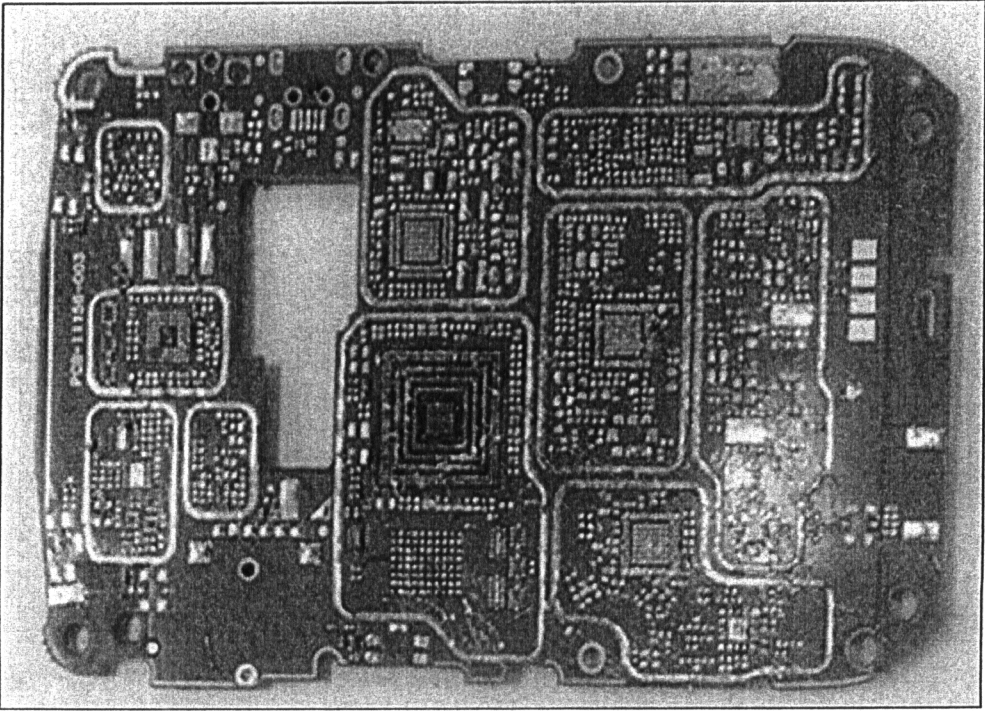


圖11