



(21)申請案號：105118920

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 04 月 15 日

(51)Int. Cl.：

C22B7/00 (2006.01)

C08J11/04 (2006.01)

C03B37/00 (2006.01)

(30)優先權：2010/04/15

美國

61/324,390

2010/08/24

美國

61/376,549

2010/11/10

美國

61/412,390

2010/07/07

美國

61/362,118

2010/07/28

美國

61/368,360

2010/09/23

美國

61/385,586

2010/10/01

美國

61/388,643

2010/11/11

美國

61/412,628

(71)申請人：安堤格里斯公司 (美國) ENTEGRIS, INC. (US)

美國

(72)發明人：布拉席歐 安德烈 (CA)；克里格倫戈 席維特拉娜 GRIGORENKO, SVITLANA

(CA)；蔣平 JIANG, PING (CN)；科爾珊斯基 麥克 KORZENSKI, MICHAEL B.

(US)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：26 項 圖式數：5 共 80 頁

(54)名稱

廢棄印刷電路板之回收利用方法

METHOD FOR RECYCLING OF OBSOLETE PRINTED CIRCUIT BOARDS

(57)摘要

本發明係關於使用環保組成物回收利用印刷線路板之方法，其中可收集電子組件、貴金屬及卑金屬供再利用及回收利用。

Processes for recycling printed wire boards using environmentally-friendly compositions, wherein electronic components, precious metals and base metals may be collected for reuse and recycling.

指定代表圖：

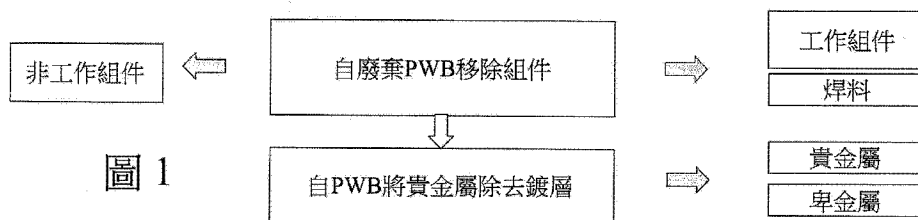


圖 1

發明摘要

※ 申請案號：105118920 (由100113122分割)

※ 申請日：100.4.15

※IPC 分類：G22B 7/00 (2006.01)

G08J 11/04 (2006.01)

G03B 37/00 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

廢棄印刷電路板之回收利用方法

METHOD FOR RECYCLING OF OBSOLETE PRINTED CIRCUIT
BOARDS

【中文】

本發明係關於使用環保組成物回收利用印刷線路板之方法，其中可收集電子組件、貴金屬及卑金屬供再利用及回收利用。

【英文】

Processes for recycling printed wire boards using environmentally-friendly compositions, wherein electronic components, precious metals and base metals may be collected for reuse and recycling.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）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)

廢棄印刷電路板之回收利用方法

METHOD FOR RECYCLING OF OBSOLETE PRINTED CIRCUIT
BOARDS

【技術領域】

本申請案主張下列專利之優先權：2010 年 4 月 15 日以 Svitlana Grigorenko 及 André Brosseau 之名義提出申請之美國臨時專利申請案第 61/324,390 號，標題「利用超音波照射選擇性回收貴金屬之方法(Method of Selective Recovery of Precious Metals by the Use of Ultrasonic Irradiation)」；2010 年 8 月 24 日以 Svitlana Grigorenko 及 André Brosseau 之名義提出申請之美國臨時專利申請案第 61/376,549 號，標題「藉由施加超聲強化選擇性回收錫、鉛及／或鉛-錫焊料而移除插件電路板上組件之方法(Methods of Removal of Components on Populated Circuit Boards by Means of Selective Recovery of Tin, Lead and/or Lead-Tin Solder Intensified by the Application of Ultrasound)」；2010 年 11 月 10 日以 André Brosseau 及 Svitlana Grigorenko 之名義提出申請之美國臨時專利申請案第 61/412,390 號，標題「回收利用廢棄印刷電路板之方法(Method of Recycling of Obsolete Printed Circuit Boards)」；2010 年 7 月 7 日以 Michael B. Korzenski 及 Ping Jiang 之名義提出申請之美國臨時專利申請案第 61/362,118 號，標題「自印刷線路板回收貴金屬及銅之方法(Processes for Reclaiming Precious Metals and Copper from Printed Wire Boards)」；2010 年 7 月 28 日以 Michael B.

Korzenski 及 Ping Jiang 之名義提出申請之美國臨時專利申請案第 61/368,360 號，標題「自印刷線路板回收貴金屬及銅之方法(Processes for Reclaiming Precious Metals and Copper from Printed Wire Boards)」；2010 年 9 月 23 日以 Michael B. Korzenski 及 Ping Jiang 之名義提出申請之美國臨時專利申請案第 61/385,586 號，標題「自印刷線路板回收貴金屬及銅之方法(Processes for Reclaiming Precious Metals and Copper from Printed Wire Boards)」；2010 年 10 月 1 日以 Ping Jiang 及 Michael B. Korzenski 之名義提出申請之美國臨時專利申請案第 61/388,643 號，標題「自材料瀝濾金之調配物及方法(Formulation and Method for Leaching Gold from Material)」；及 2010 年 11 月 11 日以 André Brosseau、Svitlana Grigorenko、Ping Jiang 及 Michael B. Korzenski 之名義提出申請之美國臨時專利申請案第 61/412,628 號，標題「回收利用印刷電路板之方法(Method for Recycling of Printed Circuit Boards)」；將各者之全體內容併入本文為參考資料。

本發明大致係關於回收利用印刷線路板以分離包括(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處置快速地增加。已知一般當將電子設備土地掩埋時，其會對生物及環境造成重大危害。同樣地，應明瞭不當的拆卸會對人工執行拆卸之人士的健康及安全造成明顯風險。

印刷線路板(PWB)係許多電子系統的一種常見元件。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而製造。使該膜藉由與電路板設計相反的膜暴露，並使用蝕刻劑於自板移除未經

遮蓋的銅箔。然後將焊料施用於板上之未經蝕刻的銅上。取決於特定 PWB 之用途及設計，可將各種其他金屬使用於製程中，其包括鉛、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、處理器等等。

PWB 因其一旦自其所安裝之電氣系統移除則一般幾乎不具效用，而可能係一種難以處理的廢棄材料。此外，其一般係由經歸類為危險或「特殊」廢棄物流的材料所組成。其必需與其他非危險固體廢棄物流分離及分開處理。作為廢棄材料處理之 PWB 必需使用若干可利用處置選擇中之任一者處理。此等選擇不僅昂貴，而且其需要大量的勞力及藉由發生器的處理。再者，由於一些此等處置選擇不包括破壞廢棄電路板，因此發生器亦保留甚多與不當處理或處置相關的不利條件。

已提出不同方法來嘗試對抗由持續增加之電子廢棄物負荷所造成的原料廢棄物及環境污染。迄今為止，需要要求高能量需求的方法來分離材料，以致可將其回收利用。機械及濕法冶金方法係回收利用廢棄 PWB 之傳統方法，其包括研磨整體廢棄物，接著再嘗試分離及集中不同材料流。不利地，當研磨 PWB 時，僅塑膠部分可有效地自金屬釋放且會放出毒性氣體。因此，機械方法不會導致高回收率，尤其對貴金屬而言。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，其必需作為危險廢棄物處置。再者，藉由化學製程回收利用各種金屬的整體製程相當冗長且複雜。包括高溫冶金加工廢棄 PWB 之熱方法由於環氧樹脂之熱降解(形成戴奧辛及呋喃類)及金屬(包括 Pb、Sb、As 及 Ga)之揮發而導致排放危險化學物質至大氣及水中。熱方法之特徵進一步在於高能量消耗，及需要使用昂貴的排氣淨化系統及耐

腐蝕性設備。

此外，此一自材料中萃取貴金屬(例如，金)之方法不利地包括使用毒性及／或昂貴的化學物質(即浸濾劑(lixiviant))於自材料瀝濾金。用於溶解金之其中一種最古老的商業製程係所謂的「氰化物製程」，其中氰化物離子與金形成此一安定錯合物。氰化物製程之效用導致其對於自其礦石萃取金及自經塗布金之廢棄零件回收金兩者之商業用途。在「氰化物製程」中一般使用氰化鉀溶液。不利地，此溶液相當毒，且用過氰化物溶液之處置成為嚴重且日漸增加的廢棄物處置及污染減量控制問題。亦已使用鹽酸及硝酸之混合物(稱為「王水」)來溶解金，以獲得錯合氯金酸(HAuCl_4)。然而，王水極具腐蝕性，會產生毒性煙氣，且對貴金屬不具有任何選擇性。

不含任何組件及焊料之印刷電路板(即裸板)為較具有經安置組件之插件電路板更易回收利用的材料，因裸板本身僅由藉由環氧樹脂膠黏之銅及纖維玻璃箔片與位於其表面上之一些金／鎳／銅鍍層所組成。由於裸板佔一般插件印刷電路板之 65-70 重量%，因此自板移除組件導致形成可容易地回收利用之材料部分，其佔總體積之 65-70%。此方法與應用至整體進入材料體積之尺寸減小的一般實務相比更有利。此外，一旦自板移除，則可將回收的組件分類且依類型(諸如含鉭組件或可再利用之組件)銷售，藉此產生較單單組件之混合物高之零售價值的多個產物流。

因此，有需要一種回收利用印刷線路板組件及其他包含金或其他貴金屬之材料及自其中回收金或其他貴金屬的方法，其能克服或減小上述問題。

【發明內容】

本發明大致係關於回收利用印刷線路板以分離材料供再利用及／或回收用之方法。更特定言之，本發明大致係關於回收利用 PWB 以回收貴金屬、卑金屬、工作組件、及鉍金屬之方法。

在一態樣中，描述一種自印刷線路板分離印刷線路板組件之方法。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。

在另一態樣中，描述一種相對於貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料(例如，含鉛及／或錫之材料)之第一組成物。該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、視需要之至少一種鈍化劑、及視需要之胺基磺酸根離子。

在又另一態樣中，描述一種自表面移除貴金屬之方法，其中該等貴金屬係自表面底切。該方法包括使該表面與第二組成物接觸，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬。

在另一態樣中，描述一種相對於貴金屬(例如，金)選擇性地移除卑金屬(諸如含銅及／或鎳之材料)的第二組成物，該第二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、視需要之至少一種卑金屬錯合劑、視需要之至少一種有機溶劑、及視需要之至少一種鈍化劑。

在又另一態樣中，描述一種自含貴金屬之材料回收貴金屬(例如，金)之方法，其中該方法包括將該含貴金屬之材料引入至含三碘化物之瀝濾組成物中，及視需要於其中引入超音波空化。

在又另一態樣中，可加工裸板以自銅釋出纖維玻璃-環氧樹脂層，其中該裸板可藉由使環氧樹脂降解而加工，其使銅片自纖維玻璃釋出。

在另一態樣中，描述一種加工印刷線路板(PWB)之方法，該方法包括：

- (a)自該 PWB 分離至少一組件；及
- (b)自該 PWB 移除至少一金屬、該至少一組件、或兩者。

在另一態樣中，描述一種自固體材料移除含鉛及／或錫之材料之方法，其中該方法包括使第一組成物與其上或其中具有含鉛及／或錫之固體材料在足夠的接觸條件下接觸，以自固體材料移除含鉛及／或錫之材料。該固體材料包括，但不限於，微電子裝置、金屬、塑膠、織物、纖維、土壤、礦石、木材、紙、玻璃、皮革及其他動物皮、水泥、混凝土、磚塊、不塗泥灰的石牆(drywall)、瀝青、含角質的物質如頭髮及指甲、橡膠、乳膠、及其組合。

在另一態樣中，描述一種自固體材料移除含銅及／或鎳之材料之方法，其中該方法包括使第二組成物與其上或其中具有含銅及／或鎳之材料的固體材料在足夠的接觸條件下接觸，以自固體材料移除含銅及／或鎳之材料。該固體材料包括，但不限於，微電子裝置、金屬、塑膠、織物、纖維、土壤、礦石、木材、紙、玻璃、皮革及其他動物皮、水泥、混凝土、磚塊、不塗泥灰的石牆、瀝青、含角質的物質如頭髮及指甲、橡膠、乳膠、及其組合。

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。

【圖式簡單說明】

- 圖 1 說明回收利用印刷線路板之方法的第一具體例。
- 圖 2 說明回收利用印刷線路板之方法的第二具體例。
- 圖 3 說明回收利用印刷線路板之方法的第三具體例。

圖 4 說明回收利用印刷線路板之方法的第四具體例。

圖 5 說明回收利用印刷線路板之方法的第五具體例。

【實施方式】

本發明大致係關於回收利用印刷線路板以分離材料供再利用及／或回收用之方法。更特定言之，本發明大致係關於回收利用 PWB 以回收貴金屬、卑金屬、工作組件、及鉍金屬之方法。文中所述之方法有利地較先前技術之方法更環保且需要更少能量。

如於先前技術段落中所引介，回收利用廢棄 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，文中所述之方法係基於不同的材料回收利用方法，其中基於外觀及物理及化學性質分離廢棄 PWB 之各個部分。文中所述之方法可使用聲化學於增加化學瀝濾及機械分離之速率，而可使用少量化學物質達成高回收速率。或者，文中所述之方法不需聲化學來有效及有效率地回收利用廢棄 PWB。

一般而言，描述一種自印刷線路板(PWB)移除至少一種可回收利用材料之方法，該方法包括以下(a)、(b)、(c)中至少一者、或其任何組合：

- (a)自 PWB 釋放組件；
- (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」或「e-廢棄物」係相當於電腦、電腦螢幕、電視接收器、電子平板(electronic pad)、行動電話、攝錄機、數位相機、DVD 播放器、遊戲機控制台、傳真機、影印機、MP3 播放器、及已達其使用壽命終點或者已被處置之類似產品。電子廢棄物或 e-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含之組件(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，裸板係經描述為包含纖維玻璃、環氧樹脂及銅箔。如熟悉技術人士所當明瞭，「纖維玻璃」係經玻璃強化之塑膠或經玻璃纖維強化之塑膠，且將對應於任何包含塑膠及玻璃之材料。

如本文所用之「貴金屬」包括金屬金、銀、鉑、鈀、及包含其之合金。

如本文所用之「卑金屬」係對應於鐵、鎳、鋅、銅、鋁、鎢、鉬、鈾、鎂、鈷、鈹、鎳、鈦、鋳、銻、錳、鈹、鉻、鎳、鈳、釩、鎳、鉛、銻、銻、銻、銻、包含其之合金、及其之組合。

如本文所用之「銅」係對應於 Cu(0)金屬以及包含 Cu(0)之合金。

「實質上不含」在文中係定義為低於 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」係對應於 0 重量%。

如本文所用之「約」係意指對應於所述值的 $\pm 5\%$ 。

如本文所用之「相對於貴金屬、卑金屬及／或含鉍金屬選擇性地移除焊料」或「相對於貴金屬、卑金屬及／或含鉍金屬選擇性地移除含鉛及／或錫之材料」係相當於約 2:1 至約 1,000,000:1，較佳約 100:1 至約 1,000,000:1，更佳約 1000:1 至約 1,000,000:1，及最佳約 10,000:1 至約 1,000,000:1 之百萬分數(ppm)移除選擇性。換言之，當移除 2(或高達 1,000,000) ppm 之含鉛及／或錫之材料時，移除不超過 1 ppm 之貴金屬、卑金屬及／或含鉍金屬。

如本文所用之「相對於貴金屬選擇性地溶解卑金屬」或「相對於金選擇性地溶解卑金屬」係相當於約 2:1 至約 1,000,000:1，較佳約 100:1 至約 1,000,000:1，更佳約 1000:1 至約 1,000,000:1，及最佳約 10,000:1

至約 1,000,000:1 之百萬分數(ppm)移除選擇性。換言之，當移除 2(或高達 1,000,000) ppm 之卑金屬時，移除不超過 1 ppm 之金。

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。

如本文所用之術語「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。

如本文所用之相對於貴金屬、卑金屬及／或含鉍金屬「移除」焊料意指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)，然而貴金屬、卑金屬及／或含鉍金屬實質上未溶解或以其他方式增溶。類似地，相對於貴金屬「移除」卑金屬意指卑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)，然而貴金屬實質上未溶解或以其他方式增溶。此外，自含貴金屬之材料「移除」貴金屬意指貴金屬係實質上地溶解或以其他方式增溶於瀝濾組成物中(較佳係溶解)，然而卑金屬及／或含鉍金屬實質上未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「瀝濾」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瀝濾組成物中，或自 PWB 及／或 PWB 組件將金或其他貴金屬部分移除或萃取至瀝濾組成物中。金或其他貴金屬係溶解或以其他方式增溶於瀝濾組成物中(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瀝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。若將廢料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 e-廢棄物藉由使含危險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。

如本文所定義之「攪動方式」包括，但不限於，物理攪動諸如混合、再循環、擾流、振動、音波振動處理、及其組合。

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。

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。

[選擇性地移除焊料之方法]

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 去除焊料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。此應用於回收利用 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。

在第一態樣中，描述一種自印刷線路板分離印刷線路板組件之方法。概括而言，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。該印刷線路板組件可係使用焊料或一些其他固定方式附著至印刷線路板。

在一具體例中，描述一種自表面移除焊料之方法，其中該方法包括使該焊料與第一組成物接觸，以相對於同時存在於該表面上之金屬選擇性地移除焊料。在另一具體例中，描述一種自表面移除焊料之方法，其中該方法包括使該焊料與第一組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於同時存在於該表面上之金屬選擇性地移除焊料。焊料較佳包含鉛、錫、或鉛及錫之組合。金屬較佳包含貴金屬、含鉍金屬、卑金屬、或貴金屬、含鉍金屬、及卑金屬之任何組合。表面較佳包括 PWB。因此，在一具體例中，描述一種自 PWB 移除含鉛及／或錫之焊料的方法，其中該方法包括使該焊料與第一組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，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。在另一具體例中，

描述一種自 PWB 移除含鉛及／或錫之焊料的方法，其中該方法包括使該焊料與第一組成物於一容器中接觸，及於該容器中產生超音波空化，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。在又另一具體例中，描述一種自 PWB 移除含鉛及／或錫之焊料的方法，其中該方法包括使該焊料與第一組成物於一容器中接觸，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，其中在自 PWB 移除該焊料之過程中未使用超音波。

熟悉技術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，隨後可將需要移除焊料之新表面(即 e-廢棄物 PWB)添加至第一組成物，且可重複自表面移除焊料以分離組件之過程，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、回收有用材料等等的組件。用於移除包括鉛及／或錫之焊料之組成物可經歷電解提煉(electrowinning)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。

在未產生超音波之移除應用中，使第一組成物以任何適當方式與 PWB 接觸，例如，經由將第一組成物噴塗於 PWB 上，經由將 PWB 浸泡(於一定量之第一組成物中)，經由使 PWB 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 PWB 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。

在產生超聲照射之移除應用中，使第一組成物於較佳經密閉的容

器中與 PWB 接觸，其中可對第一組成物施加超音波照射以產生強烈空化。應選擇超音波照射頻率、輸入功率及超音波振幅，以致於給定量之經照射組成物中產生強烈空化。為獲得焊料移除之良好加速，在諸如 20-40 kHz 之低頻率下的高功率超聲為較佳，因其負責機械分離作用。經超聲輔助之焊料移除製程可於任何提供超音波照射接近具有經浸泡 PWB 之組成物的具體例中進行，藉此於組成物體積中產生強烈空化。舉例來說，超音波能量可藉由超音波喇叭傳遞，將其插入含有化學溶液之較佳經密閉的容器中(例如，Hielscher Ultrasonics GmbH 製造之具有 20 kHz 操作頻率之 UIP1000hd 喇叭，其係配合 1 公升溶液使用)。然而，在此情況，由於距喇叭之不同距離，PWB 組件可能不會同等地受影響。因此，焊料移除製程應於經單一超音波喇叭照射之小體積中進行，以確保於整個體積中產生強烈空化，或於經數個超音波喇叭照射之大體積中進行，以於密閉容器之所有部分中提供幾近相等的空化強度。或者，可使用具有振動底部及／或安裝於壁上之超音波傳感器的超音波浴來於組成物體積中提供均等強度的超聲(例如，Advanced Sonics, LLC 製造之 Sonochemical Reaction Vessel SRV-160；SRV-160 係於 20 kHz 下由 2000W 超音波功率驅動之 5 加侖 US 浴)。在該情況中，應注意提供足夠的超音波功率，因大多數經製造用於清潔應用之現成的超音波浴結合高頻率及低功率。亦存在產生特殊組態之扁平 US 喇叭(例如，如由 Sonics and Materials Inc.所設計)的一選項，其可用來處理扁平物件如 PWB。有利地，可使該等板於連續線上輸送通過扁平超音波產生器(sonotrode)(類似於超音波線清潔系統，諸如(比方說) Hielscher Ultrasonics GmbH 製造之 DRS2000)。由於已知超聲之強度隨壓力之升高而增加，因此若於密閉容器中之組成物表面上產生

輕度壓力，則可獲得較佳的音波振動處理結果。雖然不希望受限於理論，但據認為化學反應經聲振空化藉由形成參與和溶質之氧化還原反應的自由基而加速，其大大地加速錫、鉛及／或錫／鉛合金金屬之化學瀝濾。聲振空化亦負責於接觸表面上產生高速噴射、剪切力及衝擊波之特殊機械效應，藉此加速質傳及機械分離而無任何機械或熱損傷，其加速經裝置組件自 PWB 表面之分離。

在使用文中所述之組成物於自其上具有含鉛及／或錫材料之 PWB 移除該等材料時，一般使第一組成物與表面在約 20°C 至約 85°C 範圍內之溫度下，較佳在約 20°C 至約 40°C 範圍內，接觸約 5 秒至約 180 分鐘之時間，較佳約 1 分鐘至 60 分鐘，及最佳約 5 分鐘至約 45 分鐘。此等接觸時間及溫度為說明性，可使用可有效地自 PWB 移除待移除材料的任何其他合適時間及溫度條件。於在有或無超音波照射下使 PWB 暴露於第一組成物後，電子組件經釋放，而留下沒有焊料跡線的裸板。組件經掉落或可以極小力移除。

於達成期望的移除後，可輕易地將第一組成物自其先前經施用之 PWB 移除，此可能係於文中所述組成物的指定最終應用中所期望及有效。沖洗溶液較佳包括去離子水。其後可使用氮氣或旋轉乾燥循環來乾燥 PWB。

可以新批次的 PWB 重複焊料移除製程，直至第一組成物經溶解金屬之離子飽和為止。希望將第一組成物再循環及再利用於新的焊料移除循環中。亦希望最終自第一組成物回收溶解金屬。存在許多用於自包含錫及鉛之溶液將其等再生之替代技術。其中一者為擴散透析，其係在經離子交換膜分隔的分割電池中進行。該膜容許酸及水分子輸送，但阻止金屬離子通過。以此方式回收之酸性溶液可立即再利用於

下一焊料移除循環中，且可經由自所產生之濃金屬溶液電解提煉而回收金屬。亦可使包含錫、鉛或錫／鉛合金之溶液再生，且可於單一步驟中經由使溶液進行電解而回收金屬，藉此金屬以金屬形式沈積於陰極上。

有利地，用於自 PWB 表面分離電子組件之方法選擇性地移除焊料金屬，然而印刷電路層壓物之貴金屬及卑金屬及暴露的環氧樹脂則不受影響。此方法提供一種用於回收利用／再加工廢棄 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、經纖維玻璃強化之環氧樹脂及金／鎳／銅鍍層之可更容易地回收利用之裸板的物流。

[選擇性地移除焊料之組成物的具體例]

在第二態樣中，描述一種相對於貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料(例如，含鉛及／或錫之材料)之第一組成物。該用於焊料移除之第一組成物具有以下性質：

1. 其儘可能地具有選擇性以僅溶解鉛及錫。PWB 含有大量不同金屬，包括銅、鋅、鋁、及鐵。不期望的金屬將會使第一組成物飽和，使其對於溶解標的金屬較無效。

2. 第一組成物可有效地溶解焊料，因此裝置組件可快速地自 PWB 表面脫離。

3. 裝置組件係以可銷售狀態回收；其意謂其較佳不被第一組成物損壞或侵蝕。舉例來說，經連接晶片至 PWB 表面之焊料覆蓋的微細鉛較佳不受影響。

4. 第一組成物於第一態樣製程期間移除鍍金。PWB 含有金屬金，其係以薄鍍層形式存在於鎳及銅上，形成所謂的「金手指」。因此，理

想的第一組成物保留鍍金不受影響。

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，由其等所組成，或基本上由其等所組成。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，由其等所組成，或基本上由其等所組成。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，由其等所組成，或基本上由其等所組成。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，由其等所組成，或基本上由其等所組成，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，由其等所組成，或基本上由其等所組成，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，由其等所組成，或基本上由其等所組成，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，由其等所組成，或基本上由其等所組成，其中該第一組成物實質上不含硫酸。此等組成物具有相對於貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬之對含鉛及／或錫材料的選擇性，藉此增加浴對焊料之負載及增加第一組成物之浴壽命。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第二態樣之組成物僅代表第一態樣方法之第一組成物的一種型式。涵蓋將其他組成物使用於第一態樣之方法中，此係如可由熟悉技藝人士輕易地決定。

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, $2\text{KHSO}_5 \cdot \text{KHSO}_4 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$)、多原子鉍鹽(例如，過氧單硫酸鉍、亞氯酸鉍(NH_4ClO_2)、氯酸鉍(NH_4ClO_3)、碘酸鉍(NH_4IO_3)、過硼酸鉍(NH_4BO_3)、過氯酸鉍(NH_4ClO_4)、過碘酸鉍(NH_4IO_3)、過硫酸鉍($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$)、次氯酸鉍(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($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)、次氯酸鉀(KClO))、多原子四甲鉍鹽(例如，亞氯酸四甲鉍($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{ClO}_2$)、氯酸四甲鉍($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{ClO}_3$)、碘酸四甲鉍($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{IO}_3$)、過硼酸四甲鉍($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{BO}_3$)、過氯酸四甲鉍($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{ClO}_4$)、過碘酸四甲鉍($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{IO}_4$)、過硫酸四甲鉍($(\text{N}(\text{CH}_3)_4\text{S}_2\text{O}_8$))、多原子四丁鉍鹽(例如，過氧單硫酸四丁鉍)、過氧單硫酸、脲過氧化氫

$((\text{CO}(\text{NH}_2)_2)_2\text{H}_2\text{O}_2)$ 、過乙酸($\text{CH}_3(\text{CO})\text{OOH}$)、硝酸鈉、硝酸鉀、硝酸銨、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-甲氧基苯磺酸、4-羥基苯磺酸、4-胺基苯磺酸、4-硝基苯磺酸、甲苯磺酸、己基苯磺酸、庚基苯磺酸、辛基苯磺酸、壬基苯磺酸、癸基苯磺酸、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種的組合。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 30 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-仲環己基二氨基)四乙酸(CDTA)、尿酸、四甘二甲醚(tetraglyme)、五甲基二仲乙三胺(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($R^1(CH_2CH_2O)_2$ ，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、二仲乙三胺五乙酸、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)、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-1,3,5-三吡啶、噻唑、三吡啶、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、二胺甲基三吡啶、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、鉬酸鉍、鉻酸之鹽(例如，鈉、鉀、鈣、鋇)、鎢酸鈉、重鉻酸之鹽(例如，鈉、鉀、鉍)、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、及其組合。鈍化劑最佳包括 BTA、ATA、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、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、兩親媒性物種(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-1,3,5-三嘖及水，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⁻)或共價鍵結氟的物種。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利用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 可輕易地回收利用。舉例來說，如第一組成物包含 MSA、二醇醚及鉬酸鈉，則使該組成物與 Pb/Sn 焊料接觸，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 而回收利用。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、含鈹金屬、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。

文中所述之第一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，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。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。

[經由底切移除貴金屬之方法]

在第三態樣中，描述一種自表面移除貴金屬(例如，金)之方法。技

藝中熟知 PWB 包括在自 PWB 移除焊料及組件(例如，電晶體、電容器、散熱器、IC、電阻器、整合切換器、處理器等)之後輕易地暴露的「金手指」。金(作為金連接器或「金手指」)覆蓋諸如含銅及／或鎳層之卑金屬。

在一具體例中，描述一種自表面移除貴金屬之方法，其中該貴金屬係自表面底切。於第三態樣之另一具體例中，該方法包括使該表面與第二組成物接觸，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬。第二組成物蝕刻移除卑金屬(例如，含銅及／或鎳層)及底切貴金屬(例如，金)，其自表面脫層且經輕易地收集(例如，過濾)用於進一步加工。該表面較佳包括 PWB。於第三態樣之另一具體例中，該方法包括使該表面與第二組成物於一容器中接觸，及如前文所述，視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬。在又另一具體例中，描述一種自印刷線路板移除貴金屬之方法，其中該方法包括使該表面與第二組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬。在另一具體例中，描述一種自印刷線路板移除貴金屬之方法，其中該方法包括使該表面與第二組成物於一密閉容器中接觸，及於該容器中產生超音波空化，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬。在又另一具體例中，描述一種自印刷線路板移除貴金屬之方法，其中該方法包括使該表面與第二組成物於一容器中接觸，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬，其中在自 PWB 移除貴金屬之過程中未使用超音波。

有利地，可將已移除焊料及組件(例如，根據第一態樣之方法或其

等效方法)之包含卑金屬及貴金屬之新穎表面添加至第二組成物及移除卑金屬之製程以捕捉貴金屬，可重複直至第二組成物經卑金屬飽和為止。於第三態樣之方法完成後，可處理包含卑金屬之第二組成物以獲得該等卑金屬之有用形式(例如，以電化學方式或經由電解提煉)。此外，可處理包含纖維玻璃、銅及環氧樹脂之 PWB 裸板，以如文中所揭示釋放銅片及纖維玻璃。

於第三態樣之另一具體例中，描述一種自印刷線路板移除貴金屬之方法，其中該方法包括使該表面與第二組成物於一密閉容器中接觸，及於該容器中產生超音波空化，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬。雖然不希望受限於理論，但據認為超音波產生強烈空化，導致移除效率大大增加，且產生包括(但不限於)剪切力、高速噴射及衝擊波之特殊機械效應，其有助於相對於貴金屬移除卑金屬。雖然不希望受限於理論，但據認為當移除卑金屬時，第二組成物在貴金屬下方產生穿隧效應。此導致期望的底切及隨後貴金屬作為可收集固體脫離，其可藉由過濾、離心、泡沫浮選或任何其他適當的固液分離方法自第二組成物回收。經脫離的貴金屬可以水洗滌。較佳地，在其中使用超音波空化之此具體例中，第二組成物包含過硫酸鹽(例如，過硫酸鉀、過硫酸銨、過硫酸四甲銨或過硫酸鈉)之水溶液，其中第二組成物中過硫酸鹽之濃度係在約 0.01 重量%至約 10 重量%，較佳約 0.01 重量%至溶解度極限之範圍內。低頻超聲(20-40 kHz)為較佳，因低頻將導致產生較少會促進過硫酸鹽溶液分解之自由基。應明瞭可應用已知之穩定過硫酸鹽溶液之方法來防止第二組成物分解，例如，如美國專利第 3,644,150 號中所揭示，將其全文併入本文為參考資料。美國專利第 3,644,150 號描述一種使用有機磺酸之鉀鹽穩定瀝濾溶液之

方法，然而應瞭解利用美國專利第 3,644,150 號之教義僅係視需要而定。此具體例之飽和第二組成物主要係由硫酸銅組成。為回收溶解銅，可如美國專利第 3,399,090 號中所主張，酸化工作第二組成物並進行電解、或冷卻以沈澱及分離硫酸銅及硫酸銨，將其全文併入本文為參考資料。美國專利第 3,399,090 號描述一種藉由冷卻溶液而自包含溶解金屬硫酸鹽及硫酸銨之複鹽的溶液中將該複鹽分離之方法。應瞭解利用美國專利第 3,399,090 號之教義僅係視需要而定。

在未使用超音波空化之移除應用中，使第二組成物以任何適當方式與 PWB 接觸，例如，經由將第二組成物噴塗於 PWB 上，經由將 PWB 浸泡(於一定量之第二組成物中)，經由使 PWB 與另一材料(例如，已於其上吸收第二組成物之墊、或纖維吸收性塗布器元件)接觸，經由使 PWB 與再循環組成物接觸，或藉由任何其他藉以使第二組成物與待移除材料接觸之適當手段、方式或技術。為回收溶解銅，可如文中所述，酸化工作第二組成物並進行電解、或冷卻以沈澱及分離硫酸銅及硫酸銨。

在使用文中所述之組成物於自其上具有含銅及／或鎳材料之 PWB 移除該等材料時，一般使第二組成物與表面在約 20°C 至約 100°C 範圍內之溫度下，較佳在約 20°C 至約 70°C 範圍內，接觸約 5 秒至約 180 分鐘之時間，較佳約 1 分鐘至 60 分鐘，及最佳約 5 分鐘至約 45 分鐘。當使用過硫酸銨時，溫度可高於 65°C 以防止形成固體錯合物沈澱物。此等接觸時間及溫度為說明性，可使用可有效地自 PWB 移除待移除材料的任何其他合適時間及溫度條件。

於在有或無超音波照射下使 PWB 暴露於第二組成物後，貴金屬經釋放，而留下包含纖維玻璃、銅片及環氧樹脂的裸板。貴金屬容易地

自包含溶解有卑金屬之第二組成物分離，且可用水沖洗貴金屬，及隨後可過濾沖洗水以回收金箔。亦可過濾第二組成物以回收經脫離的金箔，或可添加起泡劑至第二組成物及可將經脫離的箔自其表面撇除。第二組成物可使用沖洗溶液輕易地自其先前經施用之 PWB 移除。沖洗溶液較佳包括去離子水。其後可使用氮氣或旋轉乾燥循環來乾燥 PWB。可將其上具有金之新穎 PWB(例如，已移除組件之 PWB)添加至工作第二組成物，及可重複製程直至第二組成物經卑金屬飽和為止。用過的第二組成物主要由卑金屬之硫酸鹽組成。為回收溶解金屬，可酸化溶液及進行電解或電解提煉。

[用於底切貴金屬之組成物之一具體例]

於第四態樣中，描述相對於貴金屬(例如，金)選擇性地移除卑金屬(諸如含銅及／或鎳之材料)的第二組成物，該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。第二組成物可進一步包含至少一種卑金屬錯合劑、至少一種有機溶劑及／或至少一種用於鈍化貴金屬之鈍化劑。因此，在一具體例中，第二組成物包含至少一種卑金屬錯合劑及至少一種氧化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中，第二組成物包含至少一種氧化劑及至少一種用於鈍化貴金屬之鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。於又另一具體例中，第二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。於又另一具體例中，第二組成物包含至少一種卑金屬錯合劑、至少一種氧化劑、及至少一種用於鈍化貴金屬之鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。於另一具體例中，第二組成物包含至少一種卑金屬錯合劑、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。第二組成物之另一具

體例包含至少一種卑金屬錯合劑、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，其中該組成物實質上不含過氧化氫。於又另一具體例中，第二組成物包含至少一種有機溶劑、至少一種氧化劑、及至少一種用於鈍化貴金屬之鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。於又另一具體例中，第二組成物包含至少一種卑金屬錯合劑、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之鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。可將對卑金屬具選擇性之離子交換樹脂與第二組成物組合使用以延長浴之壽命。應明瞭第二組成物係水性組成物。

卑金屬錯合劑可選自文中所述之錯合劑之列，其係熟悉技藝人士所可容易決定。卑金屬錯合劑較佳包含硫酸、氯化物鹽(例如， NH_4Cl 、 NaCl 、 KCl 等)、或其組合。氧化劑可選自文中所述之氧化劑之列。第二組成物之氧化劑較佳包含發氧方或過硫酸鹽，例如，過硫酸鉀、過硫酸銨、過硫酸四甲銨或過硫酸鈉。貴金屬鈍化劑可選自文中所述之鈍化劑之列，其係熟悉技藝人士所可容易決定。貴金屬(例如，金)鈍化劑較佳包含鉬酸鈉、六偏磷酸鈉、辛二酸、或其組合。

熟悉技藝人士應明瞭第四態樣之組成物僅代表第三態樣方法之第二組成物之一形式。其他組成物亦涵蓋用於第三態樣方法中，其係熟悉技藝人士所可輕易決定。

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 之體積百分比比例範圍內，其中該氧化劑成分係以約 1 重量%至約 50 重量%之重量百分比存在(以氧化劑成分之總重量計)，及該錯合劑成分係以約 1 重量%至約 50 重量%之重量百分比存在(以錯合劑成分之總重量計)。舉例來說，第二組成物可包含 1 份體積

之 30 重量%過氧化氫加 1 份體積之 1 重量%錯合劑。當存在時，以第二組成物之總重量計，鈍化劑之量係在約 0.01 重量%至約 5 重量%之範圍內，較佳約 0.1 重量%至約 1 重量%。當存在時，以第二組成物之總重量計，有機溶劑之量係在約 0.01 重量%至約 25 重量%之範圍內，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%。

有利地，當第二組成物包含至少一種卑金屬錯合劑與至少一種氧化劑組合時，氧化劑係經穩定且因此可經預混合，儘管應明瞭錯合劑及氧化劑仍可於使用點混合。

在另一具體例中，第二組成物包含以下成分，由其所組成，或基本上由其所組成：至少一種氧化劑；視需要之至少一種卑金屬錯合劑；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之鈍化劑；及卑金屬材料。卑金屬材料較佳包括含銅及／或鎳之材料。含銅及／或鎳之材料可為溶解及／或懸浮於文中所述組成物中的銅及／或鎳金屬或離子。

第二組成物較佳包含發氧方及至少一種金鈍化劑，由其所組成，或基本上由其所組成。於一特佳具體例中，第二組成物包含發氧方及鉬酸鈉，由其所組成，或基本上由其所組成。於另一特佳具體例中，第二組成物包含發氧方及六偏磷酸鈉，由其所組成，或基本上由其所組成。於又另一具體例中，第二組成物包含發氧方、至少一種銅及／或鎳錯合劑、及至少一種有機溶劑，由其所組成，或基本上由其所組成。舉例來說，第二組成物可包含發氧方、硫酸、及二甘醇單丁基醚，由其所組成，或基本上由其所組成。或者，第二組成物可包含發氧方、硫酸、及丙二醇，由其所組成，或基本上由其所組成。

有利地，當第二組成物包含發氧方時，發氧方可容易地回收利用。

舉例來說，如第二組成物包含發氧方及鉬酸鈉，且使該組成物與 Cu/Ni 接觸，則可藉由電解提煉回收利用所得之包含 Cu/Ni 離子之組成物，以回收 Cu 及 Ni。可再利用剩餘之包含發氧方的溶液。

有利地，當第二組成物包含硫酸時，其中一種產物係硫酸銅，其可再利用作為硫酸銅，或者，經電解提煉以回收銅金屬。

應明瞭第二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(水比第二組成物濃縮物)。

文中所述之第二組成物具有在約 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。

在一具體例中，第二組成物實質上不含氟化物離子。在另一具體例中，第二組成物實質上不含研磨材料。此外，給定第二組成物之性質，其可實質上不含包含伸乙基(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。

文中所述第二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) HEDP/H₂O₂，(ii) HEIDA/H₂O₂，(iii) 硫酸、發氧方、二甘醇單丁基醚，(iv) 硫酸、發氧方、丙二醇，(v) 15 重量%硫酸、12 重量%發氧方、0.8 重量%二甘醇單丁基醚，(vi)

15 重量%硫酸、12 重量%發氧方、0.8 重量%丙二醇，(vii) 10-20 重量%硫酸、7-17 重量%發氧方、0.1-2 重量%二甘醇單丁基醚，及(viii) 10-20 重量%硫酸、7-17 重量%發氧方、0.1-2 重量%丙二醇。

文中所述之第二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，第二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。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。

[自固體瀝濾貴金屬之方法及組成物]

在第五態樣中，描述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，其中該方法包括將該含貴金屬之材料引入至含三碘化物之瀝濾組成物中。該含貴金屬之材料包括，但不限於，金廢料、礦石及其他採礦尾料及電子廢棄物(e-廢棄物)諸如 PWB 及／或 PWB 組件。在一具體例中，該第五態樣之方法包括將含貴金屬之材料引入至一容器中之含三碘化物之瀝濾組成物中，及視需要於該容器中產生超音波空化，其中該瀝濾組成物包含三碘化物，及其中該貴金屬實質上自該含貴金屬之材料移除。該貴金屬較佳包含金。舉例來說，於自 PWB 之表面移除焊料及釋放組件(例如，根據第一態樣之方法或其等效方法)後，可使用光學系統或一些其他方式將組件分離成碎片，藉此可將可再利用的組件自含貴金屬之組件碎片、含卑金屬之組件碎片、及視需要之含鉍組件碎片分離。在一具體例中，進一步處理含貴金屬之組件碎片，且自 PWB 組件碎片瀝濾出貴金屬。

在另一具體例中，第五態樣之方法係相當於一種自 PWB 組件回收貴金屬(例如，金)之方法，其中該方法包括：將 PWB 組件引入至含三碘化物之瀝濾組成物中，及視需要於該瀝濾組成物中產生超音波空化，其中該等貴金屬實質上自該等 PWB 組件移除。PWB 組件可就此處理，或可如文中定義壓碎 PWB 組件。

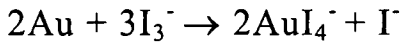
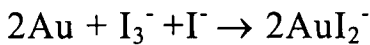
在另一具體例中，第五態樣之方法係相當於一種自印刷線路板回收貴金屬(例如，金)之方法，其中該方法包括：將 PWB 引入至含三碘化物之瀝濾組成物中，及視需要於該瀝濾組成物中產生超音波空化，其中該等貴金屬實質上自該等 PWB 移除。當自 PWB 回收貴金屬時，PWB 較佳不含 PWB 組件(例如，組件可使用文中所述第一態樣之方法或技藝中已知之任何其他方法移除)。PWB 可就此處理，或可如文中定義壓碎 PWB。

應明瞭可將含貴金屬之材料依原樣添加至瀝濾組成物，粉碎成粉末，撕裂成塊，壓碎以使硬殼(例如，塑膠)碎裂及使其中所含之金屬暴露，或以任何其他形式(只要含貴金屬之材料中所含之金屬可輕易暴露以自材料移除即可)。較佳壓碎含貴金屬之材料，以提高回收產率。

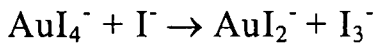
在使用文中所述之組成物於自含貴金屬之材料瀝濾貴金屬時，一般使第五態樣之組成物與含貴金屬之材料在約 20°C 至約 60°C 範圍內之溫度下，較佳在約 20°C 至約 40°C 範圍內，接觸約 5 秒至約 180 分鐘之時間，較佳約 1 分鐘至 60 分鐘，及最佳約 5 分鐘至約 45 分鐘。此等接觸時間及溫度為說明性，可使用可有效地自含貴金屬之材料移除貴金屬的任何其他合適時間及溫度條件。於在有或無超音波照射下使含貴金屬之材料暴露於第五態樣之瀝濾組成物後，貴金屬將經釋放。

在一具體例中，將自含貴金屬之材料移除之貴金屬作為固體金屬

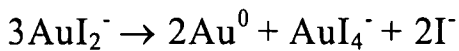
收集，而無需使用根據以下化學反應之電解提煉或還原劑，其包括根據下式藉由三碘化物溶液游離金而形成與金的穩定錯合物：



其中三價金錯合物係根據下式與單價金錯合物平衡：



如熟悉技藝人士所可輕易明瞭，金可基於歧化反應沈澱：



金屬金可以微小薄片之形式出現於瀝濾組成物之表面上。雖非必需，但添加金屬金箔(例如，晶種)以及冷卻溶液可提高金移除速率。為促進金移除，可將絮凝劑添加至組成物(例如，Magnaflow-351，Ciba Chemicals)及連同金顆粒一起自瀝濾組成物之表面撇除。有利地，由於不需要還原劑來獲得金金屬，因此可使新的含金材料與三碘化物瀝濾組成物接觸，直至組成物再次經瀝濾金屬飽和且新的金薄片出現於表面上供回收等等為止。有利地，歧化反應係相較於卑金屬對金具特異性，因此，將不會有卑金屬與金同時自動沈澱。因此，無需減少卑金屬移除至瀝濾組成物中之額外措施。金之回收最好不會影響可無限次地再利用於瀝濾新的含貴金屬材料之瀝濾組成物。

在另一具體例中，將還原劑添加至含有自含貴金屬材料移除之貴金屬的瀝濾組成物，以引起其沈澱。取決於貴金屬含量，可應用各種還原劑以引起貴金屬的選擇性或非選擇性沈澱。沈澱可以避免污染瀝濾組成物的方式完成，以致於移除貴金屬後，可將瀝濾組成物再生及再利用於下一個瀝濾循環。還原劑較佳係所謂的環保化學品。此外，還原較佳係以最低的加熱需求快速發生。舉例來說，已知利用 SO_2 沈

澱對金具選擇性，不會污染瀝濾組成物且廉價。金係作為微細粉末沈澱，其經由過濾與瀝濾溶液分離。為促進過濾，可將絮凝劑與還原劑同時添加至溶液(若還原劑係呈液態或氣態)。若還原劑係呈粉末形態，則可於還原劑完全溶解後再添加絮凝劑，以避免還原劑之顆粒聚集。為分離金粉末，可使用市售之通常用於濃縮精細研磨金礦石的 MAGNAFLOK-351(Ciba Specialty Chemicals)。使用非離子絮凝劑對於避免自組成物所可能的不期望回收碘為較佳。

或者，還原劑可包括，但不限於，硼氫化鈉、抗壞血酸、丙二酸二乙酯、偏亞硫酸氫鈉、多酚 60(polyphenon 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 e-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。

於經由過濾、離心或任何其他適當方法分離固體金後，瀝濾組成物可仍包括經瀝濾的銀及鈀離子。可添加選擇性還原劑來沈澱銀，諸如己胺。建議使用絮凝劑來促進過濾。於分離沈澱的銀後，將僅有鈀仍殘留於瀝濾溶液中，且其可(例如)利用經穩定的鹼金屬硼氫化物及絮凝劑來沈澱。

雖然在貴金屬瀝濾過程期間，卑金屬的溶解一般受到抑制，但於若干重複瀝濾循環後，一些卑金屬仍可能累積於組成物中。為移除此等卑金屬，可使瀝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，而三碘化物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)。藉由卑金屬移除純化瀝濾組成物不需為各瀝濾循環之一部分，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：

一旦瀝濾過程結束且經負載的三碘化物溶液自瀝濾材料分離，則可沖洗瀝濾材料(例如，用水)以回收瀝濾組成物，其可含有極大量的三碘化物及溶解金。

電解提煉係自溶液回收金之常用方式，但若回收包含溶解金之沖洗水，則習知之電解提煉變得無效，因金係以小濃度存在於沖洗水中。若將高表面積(HSA)電極用於電解提煉，則自沖洗水溶液移除金可變得有效。HSA 電解提煉可經濟地移除具有大於 10 ppm 及低至 ppb 水準濃度之金。若使用未分割的電解提煉單元，則碘化物亦可使用相同過程氧化及回收。

或者，可將來自沖洗水的金-碘化物錯合物捕捉於離子交換樹脂上，雖然金及碘化物將一起吸收於樹脂上。為吸收金-碘化物錯合物，可使用強鹼性陰離子交換樹脂(例如，來自 DOW 之 AMBERLITE IRA 410)。金無法容易地自此等樹脂溶離，及若使用，在大多數情況中，將樹脂燒盡以回收金。溶離程序可如在此提及作為參考文獻之美國專利第 5,051,128 號中所述而促進，其中若用硫酸及亞硝酸鈉前處理強鹼性陰離子交換樹脂，則可容易地溶離金-碘化物錯合物。溶離本身係經

由與亞硫酸鈉反應而發生。此方法提供經濟地處理大量稀釋沖洗水之可能性。

若基於任何理由必需將瀝濾組成物棄置，則可以碘形式回收所有的溶解碘化物。隨後可將此碘再利用作為新製備瀝濾溶液的補充添加。關於碘回收，可採用將碘氧化成其固態，或將碘回收於特殊樹脂上。舉例來說，過氧化氫、發氧方或過硫酸鈉、鉀或銨與碘化物水溶液之反應導致碘化物離子氧化成碘。關於將碘回收於樹脂上，可使用市售的經負載金屬氫氧化物之離子交換樹脂諸如 DOWEX G-26 (H)(The Dow Chemical Company)。

三碘化物離子可藉由任何已知之方法引入至第五態樣之瀝濾組成物中，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；用超聲照射碘化物之水溶液；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。

(a)使用超聲產生三碘化物

在第五態樣之又另一具體例中，描述一種自 e-廢棄物移除金或其他貴金屬之組成物及方法。該方法包括使 e-廢棄物與瀝濾組成物接觸以自該 e-廢棄物瀝濾金或其他貴金屬，其中施行超音波照射瀝濾組成物。可藉由以下方式達成期望效果：a)使用可充作貴金屬之選擇性瀝濾劑的三碘化物瀝濾組成物，b)維持瀝濾組成物之 pH 僅輕度酸性(較佳至少 pH=5，及更佳接近酸-中性)及氧化還原電位(ORP)介於 100 與 900 mV 之間，以使卑金屬之溶解減至最少，c)添加特殊化學品諸如二鹼式磷酸銨或二鹼式磷酸鉀／磷酸以抑制卑金屬之溶解，及 d)使組成物通

過市售的強酸陽離子交換樹脂，其將捕捉卑金屬但使三碘化物及貴金屬通過。

三碘化物離子係當在僅含有碘化物，但開始時不存在碘之水性組成物中施加超聲時直接形成。雖然不希望受限於理論，但據認為用強烈超聲照射碘化物離子之水溶液導致產生羥基自由基，其與溶解化合物之碘化物離子反應而於原位釋放分子碘。分子碘隨後與存在於溶液中之過量碘化物結合形成棕色三碘化物。舉例來說，已知碘化物之釋放及溶液之特定顏色可充作由超音波照射產生之空化的指示。使用原位產生之三碘化物，金經氧化且與碘形成穩定錯合物 AuI_2^- 及 AuI_4^- 。

有利地，施加超聲提供一種供貴金屬瀝濾之溶液，其不需要定期再氧化來維持三碘化物離子之存在，因三碘化物係由照射超聲至溶液時的碘化物氧化所產生。

除主要由於經超音波照射之溶液中形成自由基所組成的化學效應外，音波振動處理亦對化學反應具有機械效應，諸如提高反應物間的表面積，加速溶解及更新固體反應物之表面。由超聲所產生之空化對溶液之反應性具有重大效果。靠近延伸固體表面的空穴崩潰驅動液體高速噴射至表面中及產生衝擊波損壞。剪切力、噴射及衝擊波導致快速質傳、表面清潔及金屬活化。微噴射衝擊於表面上有效地移除任何作為表面氧化物或污染物之鈍化塗層，其大大地增加反應速率。聲波空化導致能量巨大集中，即在超聲照射下產生之極高局部溫度及壓力。空化崩潰產生強烈局部加熱(5000 K)、高壓(1000 大氣壓)、巨大加熱及冷卻速率(>10⁹ K/秒)及液體噴射流(-400 km/h)。

有利地，施加超聲藉由氧化碘化物而導致連續產生三碘化物。此外，可藉由在對瀝濾組成物施加超音波照射以自含貴金屬之 e-廢棄物

回收貴金屬時產生空化而達成以下結果：a)提高反應速度，b)提高反應輸出，c)可以短瀝濾時間在環境溫度及大氣壓力下進行製程，d)僅利用一種選自包括氫碘酸或任何水溶性碘化物之列的化學物質來製備瀝濾組成物。

可使用超音波流動單元反應器針對批式製程或連續製程來組織瀝濾製程。在後一情況中，所有輸入材料皆通過反應器且同等地經處理。當使用連續流動製程時，可找到漿液流率、音波振動處理振幅及功率的特定最佳組合。取決於材料類型及其貴金屬含量，可能需要於超聲反應器中之不同的滯留時間，直至偵測到貴金屬自材料完全瀝濾為止。材料之暴露時間係由材料進給速率及反應器體積來決定。可一個接一個地使用數個超音波單元反應器來放大製程效率。

於通過超音波瀝濾反應器後，可將經處理材料與瀝濾溶液之混合物送至振動篩以分離粗顆粒。然後利用壓濾機自瀝濾溶液分離出細粉。隨後用水沖洗粗及細顆粒以移除所有碘化物殘留物。用發氧方處理含少量三碘化物的洗滌水，其將三碘化物氧化為分子碘，將其收集於重力沈降器中並利用拋光過濾網器移除。以此方式回收之碘可再利用作為下一瀝濾循環之補充化學品，因碘溶解於可溶解碘化物或氫碘酸之水溶液中。可使用純水於下一次沖洗，或用於在將自瀝濾溶液分離出之貴金屬送至烘箱之前對其進行洗滌。可將不含任何貴金屬之乾淨的粗及細顆粒送至下一階段以回收利用卑金屬。

取決於貴金屬含量，可應用各種還原劑於導致貴金屬自瀝濾組成物的選擇性或非選擇性沈澱。沈澱可以避免污染瀝濾組成物的方式完成，以致可在移除貴金屬之後，將瀝濾組成物再生及再利用於下一瀝濾循環。舉例來說，已知利用 SO_2 沈澱對金具選擇性，不會污染瀝濾

組成物且廉價。金係作為微細粉末沈澱，其經由過濾與瀝濾溶液分離。為促進過濾，可將絮凝劑與還原劑同時添加至溶液(若還原劑係呈液態或氣態)。若還原劑係呈粉末形態，則可於還原劑完全溶解後再添加絮凝劑，以避免還原劑之顆粒聚集。為分離金粉末，可使用市售之通常用於濃縮精細研磨金礦石的 MAGNAFLOK-351(Ciba Specialty Chemicals)。使用非離子絮凝劑對於避免自組成物所可能的不期望回收碘為較佳。

(b)於原位產生碘

在另一具體例中，描述一種自 e-廢棄物(例如，PWB 及／或 PWB 組件)移除金或其他貴金屬之方法，該方法包括於原位產生碘(I₂)以形成包含該原位產生碘之瀝濾組成物，及使該 PWB 及／或 PWB 組件與瀝濾組成物接觸，以自 PWB 及／或 PWB 組件瀝濾金或其他貴金屬。該等 PWB 及／或 PWB 組件較佳在與瀝濾組成物接觸之前壓碎。在一較佳具體例中，該方法進一步包括自 e-廢棄物分離包含金或其他貴金屬之瀝濾組成物。可經由還原瀝濾組成物中之金或其他貴金屬而獲得固體金屬(例如，利用適用於該目的之還原劑)。該方法可有利地於室溫下進行。較佳地，金係自 e-廢棄物分離出之貴金屬。

在又另一具體例中，描述一種自 PWB 及／或 PWB 組件移除金或其他貴金屬之方法，該方法包括於原位產生碘(I₂)以形成包含該原位產生碘之瀝濾組成物，使該等 PWB 及／或 PWB 組件與瀝濾組成物接觸，以自 PWB 及／或 PWB 組件瀝濾金或其他貴金屬，及自 PWB 及／或 PWB 組件分離包含金或其他貴金屬之瀝濾組成物。可經由還原瀝濾組成物中之金離子而獲得固體金屬(例如，利用適用於該目的之還原劑)。該等 PWB 及／或 PWB 組件較佳在與瀝濾組成物接觸之前壓碎。

在另一具體例中，描述一種自 PWB 及／或 PWB 組件移除金或其他貴金屬之方法，該方法包括於原位產生碘(I₂)以形成包含該原位產生碘之瀝濾組成物，使該等 PWB 及／或 PWB 組件與瀝濾組成物接觸，以自 PWB 及／或 PWB 組件瀝濾金或其他貴金屬，自 PWB 及／或 PWB 組件分離包含金或其他貴金屬之瀝濾組成物，及還原瀝濾組成物中之金離子以獲得固體金。該等 PWB 及／或 PWB 組件較佳在與瀝濾組成物接觸之前壓碎。

在又另一具體例中，描述一種自包含至少一種卑金屬之材料分離金或其他貴金屬之方法，該方法包括使包含金或其他貴金屬之材料與該至少一種卑金屬與組成物在自該材料瀝濾金或其他貴金屬至瀝濾組成物中之條件下接觸，其中該瀝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、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、水、視需要之至少一種有機溶劑、視需要之至少一種表面活性劑、及視需要之至少一種鈍化劑。在另一態樣中，該方法進一步包括自該材料分離包含金或其他貴金屬之瀝濾組成物。可經由還原瀝濾組成物中之金而獲得固體金金屬(例如，利用適用於該目的之還原劑)。

碘(I₂)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化物離子存在。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，瀝濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘化物鹽或氫碘酸及水，由其所組成，或基本上由其所組成。在另一具體例中，瀝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、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、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，瀝瀘組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、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，瀝瀘組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、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，瀝瀘組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、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，瀝瀘組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、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，瀝瀘組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、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，瀝瀘組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、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，瀝瀘組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、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，瀝瀘組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、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。應瞭解存在於瀝瀘組成物中之碘化物鹽或氫碘酸及氧化劑將於原位反應形成碘，及碘化物離子將過量，導致形成三碘化物。因此，於原位反應後之瀝瀘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，於原位反應後之瀝瀘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，於原位反應後之瀝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，於原位反應後之瀝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，於原位反應後之瀝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，於原位反應後之瀝濾組成物將包含三碘化物、水、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。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。瀝濾組成物係經調配為實質上地自 e-廢棄物將金瀝濾成可經進一步處理以回收該金的部分。舉例來說，在一具體例中，可使用該瀝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。

在應用中，使瀝濾組成物以任何適當方式與 e-廢棄物接觸，例如，經由將組成物噴塗於 e-廢棄物上，經由將 e-廢棄物浸泡(於一定量之組成物中)，經由使 e-廢棄物與另一材料(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組成物與 e-廢棄物接觸之適當手段、方式或技術。

在使該等 PWB 及／或 PWB 組件與瀝濾組成物接觸，以自 PWB 及／或 PWB 組件瀝濾金或其他貴金屬之製程後，可將包含金或其他貴

金屬之瀝濾組成物與 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、或任何此等技術之組合。

熟悉技藝人士應明瞭使 PWB 及／或 PWB 組件與瀝濾組成物接觸，以自 PWB 及／或 PWB 組件瀝濾金或其他貴金屬可以下列方式完成：(i)利用加工瀝濾組成物直至瀝濾組成物接近最大負載，或者(ii)可使用「沖洩(feed and bleed)」製程，其中定期將乾淨的瀝濾組成物引入至加工瀝濾組成物中，並同時取出一些加工瀝濾組成物。

在使用瀝濾組成物時，一般使組成物與 e-廢棄物在約 20°C 至約 70 °C 範圍內之溫度下，較佳在約 20°C 至約 30°C 範圍內，接觸約 1 分鐘至約 200 分鐘之時間，較佳約 1 分鐘至約 60 分鐘，更佳約 5 分鐘至約 45 分鐘。此等接觸時間及溫度為說明性，可使用可有效地自 e-廢棄物將金或其他貴金屬分離至可經進一步處理以回收該金屬的部分中。

可能的氧化劑係定義於本文之第二態樣中。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，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。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 C₁-C₆ 烷基(例如，甲基、乙基、丙基、丁基、戊基、己基)及分支鏈 C₁-C₆ 烷基所組成之群。碘化物鹽較佳包括碘化鉀。可使用氫碘酸替代碘化物鹽。碘化物鹽之量係在約 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。

可能的有機溶劑係定義於本文之第二態樣中。有機溶劑最佳包括醇、二甘醇單丁醚、丙二醇、二丙二醇正丁醚、及其組合。當包含時，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。

可能的鈍化劑係定義於本文之第二態樣中。當包含時，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、非離子表面活性劑、陰離子表面活性劑、陽離子表面活性劑、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醯胺(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、聚乙二醇縮水山梨糖醇單油酸酯(Tween 80)、縮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-硝苳基)吡錠、單水合氯化鯨蠟基吡錠、氯化苳二甲脛銨、氯化苳銨(benzethonium chloride)、氯化苳基二甲基十二烷基銨、氯化苳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 及溴化脛苯乙胺(oxyphenonium bromide)。脛基較佳具有至少 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任何瀝濾組成物中。舉例來說，瀝濾組成物可進一步包括硫酸、鹽酸、氫溴酸、或氫碘酸。

瀝濾組成物之 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，添加緩衝劑以維持瀝濾組成物之 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。

在一具體例中，瀝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、至少一種碘化物離子、水、視需要之至少一種有機溶劑、視需要之至少一種鈍化劑、視需要之至少一種表面活性劑、視需要之緩衝劑、及金或其他貴金屬離子。於原位反應後考慮，瀝濾組成物包含下列成分，由其所組成，或基本上由其所組成：三碘化物、水、視需要之至少一種有機溶劑、視需要之至少一種

鈍化劑、視需要之至少一種表面活性劑、視需要之緩衝劑、及金或其他貴金屬離子。

瀝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，瀝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，瀝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，瀝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，瀝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，瀝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，瀝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。在另一具體例中之瀝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，瀝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，瀝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。瀝濾組成物實質上不含王水及含氰化物成分。瀝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 組件瀝濾出，則可將剩餘材料處置、再循環或經歷進一步回收。於將金或其他貴金屬萃取／瀝濾至瀝濾組成物中後，可經由還原金屬離子而獲得金或其他貴金屬，如將於後文詳盡論述。

將金屬離子還原為固體、高純度金屬係熟悉技藝人士所熟知。還原劑較佳係所謂的環保化學品。此外，還原較佳係以最低的加熱需求快速發生。舉例來說，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 e-廢棄物回收貴金屬及卑金屬之可維持方法」(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。沈澱及傾析、通過壓濾機過濾溶液或離心係用於此移除的方便程序。

在另一具體中，碘化物-碘溶液再生係藉由以下步驟完成：(a)於金或其他貴金屬沈澱後，減低溶液之 pH 至低於 7，及(b)添加氧化劑至該溶液。於重複再生後，如任何干擾鹽累積使溶液效用減低，則可經由藉由酸化及添加氧化劑使其自溶液沈澱而將所有碘作為元素碘回收。可將所得之元素碘晶體移除並用來形成新的瀝濾組成物。

[加工裸板之方法]

於移除 PWB 組件(例如，如第一態樣之方法中所述)及貴金屬(例如，如第三或第五態樣之方法中所述)後，一般將原始 PWB 剝除為包含藉由諸如環氧樹脂之黏著劑固持在一起之纖維玻璃層及銅片的「裸板」。可進一步加工裸板以使纖維玻璃-環氧層自銅釋放。

在第六態樣之一具體例中，可藉由降解環氧樹脂來加工裸板，其使銅片自纖維玻璃釋放。環氧樹脂可使用化學降解環氧樹脂之組成物來降解，其係熟悉技藝人士所可輕易決定。在使銅片自纖維玻璃釋放時可使用超音波或其他攪動方式。

在第六態樣之另一具體例中，可藉由在銅蝕刻劑中濕式研磨裸板之製程來加工裸板。所產生之溶液將包含存於含銅溶液中之固體粉末，其可使用技藝中已知之方法彼此物理分離(例如，離心、傾析、過濾等等)。銅蝕刻劑可為文中所述第四態樣之組成物，或者，經氧或臭氧充氣之硫酸或 H_2O_2 或任何其他可溶解金屬銅而不影響纖維玻璃及環氧樹脂之溶液。包含纖維玻璃及環氧樹脂之固體粉末可經進一步加工以使環氧樹脂降解，而釋放纖維玻璃粉末供再利用。含銅溶液(例如，硫酸銅)可就此銷售，或經進一步加工以自其中釋出銅金屬(例如，電解提煉等等)。

[回收利用印刷線路板之方法]

第七態樣之一具體例係相當於一種自表面(例如，PWB)移除至少一組件之方法，如圖 1 中所概述，該方法包括：

- (a)第一態樣之方法；及
- (b)第三態樣之方法，
- 或
- (a)自表面移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；及

(b)自表面移除卑金屬，藉此自表面底切貴金屬，

或

(a)自表面移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；及

(b)使該表面與第二組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬，藉此自表面底切貴金屬，

或

(a)使焊料與第一組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於同時存在於該表面上之貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；及

(b)自表面移除卑金屬，藉此自表面底切貴金屬，

或

(a)使焊料與第一組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於同時存在於該表面上之貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；及

(b)使該表面與第二組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬，藉此自表面底切貴金屬。

第七態樣之第二具體例係相當於一種自表面(例如，PWB)移除至少一組件之方法，如圖 2 中所概述，該方法包括：

(a)第一態樣之方法；

(b)第三態樣之方法；及

(c)第六態樣之方法，

或

(a)自表面移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；

(b)自表面移除卑金屬，藉此自表面底切貴金屬而產生包含纖維玻璃及銅之裸板；及

(c)分離該裸板之纖維玻璃及銅，

或

(a)自表面移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；

(b)使該表面與第二組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬，藉此自表面底切貴金屬，而產生包含纖維玻璃及銅之裸板；及

(c)分離該裸板之纖維玻璃及銅，

或

(a)使焊料與第一組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於同時存在於該表面上之貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料，其中當移除焊料時至少一組件自表面釋放，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；

(b)自表面移除卑金屬，藉此自表面底切貴金屬，而產生包含纖維玻璃層及銅之裸板；及

(c)分離該裸板之纖維玻璃層及銅，

或

(a)使焊料與第一組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於同時存在於該表面上之貴金

屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料，其中當移除焊料時至少一組件自表面釋放，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；

(b)使該表面與第二組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬，藉此自表面底切貴金屬，而產生包含纖維玻璃層及銅之裸板；及

(c)分離該裸板之纖維玻璃層及銅。

第七態樣之第三具體例係相當於一種自表面(例如，PWB)移除至少一組件之方法，如圖 3 中所概述，該方法包括：

(a)第三態樣之方法；及

(b)第六態樣之方法，

或

(a)自表面移除卑金屬，藉此自表面底切貴金屬，而產生包含纖維玻璃層及銅之裸板；

(b)分離該裸板之纖維玻璃材料及銅，

或

(a)使該表面與第二組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於存在於該表面上之貴金屬選擇性地移除卑金屬，藉此自表面底切貴金屬，而產生包含纖維玻璃及銅之裸板；

(b)分離該裸板之纖維玻璃及銅。

第八態樣之第四具體例係相當於一種自表面(例如，PWB)移除至少一組件之方法，如圖 4 中所概述，該方法包括：

(a)第一態樣之方法；及

(b)第五態樣之方法，

或

(a)自表面移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；及

(b)自該表面及／或該至少一組件瀝濾貴金屬，

或

(a)自表面移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；及

(b)將該表面及／或至少一組件引入至一容器中之瀝濾組成物中，

及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，其中該瀝濾組成物包含三碘化物，以自該表面及／或該至少一組件實質上地移除貴金屬，

或

(a)使焊料與第一組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於同時存在於該表面上之貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；及

(b)自該表面及／或該至少一組件瀝濾貴金屬，

或

(a)使焊料與第一組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於同時存在於該表面上之貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；及

(b)將該表面及／或該至少一組件引入至一容器中之瀝濾組成物中，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，其中該瀝濾組成物包含三碘化物，以自該表面及／或該至少一組件實質上地移

除貴金屬。

第七態樣之第五具體例係相當於一種自表面(例如,PWB)移除至少一組件之方法，如圖 5 中所概述，該方法包括：

(a)第一態樣之方法；

(b)第五態樣之方法；及

(c)第六態樣之方法，

或

(a)自表面移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；

(b)自該表面瀝濾貴金屬，以產生包含纖維玻璃層及銅之裸板；及

(c)分離該裸板之纖維玻璃層及銅，

或

(a)自表面移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；

(b)將該表面引入至一容器中之瀝濾組成物中，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，其中該瀝濾組成物包含三碘化物，以自該表面實質上地移除貴金屬，而產生包含纖維玻璃層及銅之裸板；及

(c)分離該裸板之纖維玻璃層及銅，

或

(a)使焊料與第一組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於同時存在於該表面上之貴金屬、含鋁金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；

(b)自該表面瀝濾貴金屬，以產生包含纖維玻璃層及銅之裸板；及

(c)分離該裸板之纖維玻璃層及銅，

或

(a)使焊料與第一組成物於一容器中接觸，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，以相對於同時存在於該表面上之貴金屬、含鉍金屬、及／或卑金屬選擇性地移除焊料，其中該移除焊料自表面釋放至少一組件；

(b)將該表面引入至一容器中之瀝濾組成物中，及視需要於該容器中產生超音波空化或其他攪動方式，其中該瀝濾組成物包含三碘化物，以自該表面實質上地移除貴金屬，而產生包含纖維玻璃層及銅之裸板；及

(c)分離該裸板之纖維玻璃層及銅。

不管使用第七態樣之何種具體例，與本文之揭示內容一致地，焊料可包含鉛、錫、或鉛及錫之組合。表面較佳包括 PWB 及可回收利用材料包括組件(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，且可將其分離成可回收利用及可再銷售者，及可經進一步加工以處置、回收可利用材料者等等。第一組成物較佳相對於貴金屬、含鉍金屬、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。第二組成物較佳蝕刻移除卑金屬(諸如銅及／或鎳)及底切貴金屬(例如，金)，其中貴金屬自表面脫層且經輕易地收集(例如，經由過濾)。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。於卑金屬移除後，可處理包含卑金屬離子之第二組成物以獲得該等卑金屬之有用形式(例如，以電化學方式或經由電解提煉)。分離裸板之纖維玻璃及銅之方法揭示於文中之第六態樣中。較佳地，在引入至

少一 PWB 組件或表面至瀝濾組成物之前，壓碎該至少一 PWB 組件或表面。於瀝濾後，可如文中所述使金沈澱。雖然不希望受限於理論，但據認為在第一、第二及／或瀝濾組成物存在下之超音波或其他攪動方式可增進待移除材料的選擇性瀝濾。可僅在第一組成物之存在下，僅在第二組成物之存在下，僅在瀝濾組成物之存在下施行超音波或其他攪動方式，三者之任何組合，或完全不施行。熟悉技術人士應明瞭文中所述第二及第四態樣之組成物僅分別代表第七態樣之第一及第二組成物之一種形式。可考慮將其他的第一及第二組成物使用於第七態樣之方法中，其係熟悉技術人士所可輕易地決定。應明瞭在第一、第二及／或瀝濾組成物與 PWB 接觸之後涵蓋沖洗及／或乾燥步驟。接觸條件(即時間及溫度)闡述於文中。有利地，該方法允許使用者採用廢棄及用過的印刷線路板及回收利用其上所包含的電子組件及金屬供再利用。

第八態樣係關於一種套組，其包括存於一或多個容器中之一或多種適於形成文中所述組成物之物種。

在第九態樣中，描述一種自固體材料移除含鉛及／或錫之材料之方法，其中該方法包括使第一組成物與其上或其中具有含鉛及／或錫之固體材料在足夠的接觸條件下接觸，以自固體材料移除含鉛及／或錫之材料。該固體材料包括，但不限於，微電子裝置、金屬、塑膠、織物、纖維、土壤、礦石、木材、紙、玻璃、皮革及其他動物皮、水泥、混凝土、磚塊、不塗泥灰的石牆、瀝青、含角質的物質如頭髮及指甲、橡膠、乳膠、及其組合。舉例來說，在一具體例中，可將含鉛及／或錫之材料自土壤移除以進行修復。

在第十態樣中，描述一種自固體材料移除含銅及／或鎳之材料之

方法，其中該方法包括使第二組成物與其上或其中具有含銅及／或鎳之材料的固體材料在足夠的接觸條件下接觸，以自固體材料移除含銅及／或鎳之材料。該固體材料包括，但不限於，微電子裝置、金屬、塑膠、織物、纖維、土壤、礦石、木材、紙、玻璃、皮革及其他動物皮、水泥、混凝土、磚塊、不塗泥灰的石牆、瀝青、含角質的物質如頭髮及指甲、橡膠、乳膠、及其組合。舉例來說，在一具體例中，可將含鉛及／或錫之材料自含其之礦石移除。

有利地，文中所述之方法及組成物提供回收利用印刷線路板的環保溶液，其可回收高百分比的可回收利用材料供再利用。

本發明之特徵及優點由以下論述的說明性實施例更完整展示。

[實施例 1]

製備三種組成物，1:1 v/v HEDP/30 wt% H₂O₂ 溶液(調配物 A)、1:1 v/v EDDS/30 wt% H₂O₂ 溶液(調配物 B)、及 1:1 v/v HEIDA/30 wt% H₂O₂ 溶液(調配物 C)。將大約 0.3 克銅線、鎳箔、顆粒狀錫、鉛箔、鋁線、鐵粉及顆粒狀鋅個別及靜態浸泡於 40℃ 下之乾淨調配物 A-C 中歷時 30 分鐘。於移除殘留固體後，使溶液進行感應耦合電漿(ICP)分析，以測定各溶液中各金屬之濃度(以 ppm 計)。結果概述於表 1-3。

表 1：於浸泡材料於調配物 A 中後之結果

化學品	待測試 樣品	pH	Al/ ppm	Cu/ ppm	Fe/ ppm	Ni/ ppm	Pb/ ppm	Sn/ ppm	Zn/ ppm
HEDP/H ₂ O ₂	NA	1	ND	1.81	0.07	0.16	ND	0.16	0.28
HEDP/H ₂ O ₂	銅線	1	0.43	14770	30.11	0.38	4.23	1.96	39.93
HEDP/H ₂ O ₂	鎳箔	1	0.3	3.1	0.08	10.45	ND	ND	0.26
HEDP/H ₂ O ₂	錫顆粒	1	0.11	1.44	0.17	0.12	ND	ND	0.19
HEDP/H ₂ O ₂	鉛箔	1	0.66	3.19	0.11	0.13	56.8	ND	0.23
HEDP/H ₂ O ₂	鋁線	1	12.2	2.09	0.14	ND	ND	ND	0.19
HEDP/H ₂ O ₂	鐵粉	1	0.12	5.44	7439	0.15	ND	ND	2.16
HEDP/H ₂ O ₂	鋅顆粒	1	ND	2.54	0.08	0.09	ND	ND	0.17

表 2：於浸泡材料於調配物 B 中後之結果

化學品	待測試樣品	pH	Al/ ppm	Cu/ ppm	Fe/ ppm	Ni/ ppm	Pb/ ppm	Sn/ ppm	Zn/ ppm
HEIDA/H ₂ O ₂	銅線	2	ND	1231	ND	ND	1.89	ND	3.5
HEIDA/H ₂ O ₂	鎳箔	2	ND	2.06	0.16	0.34	3.07	ND	0.07
HEIDA/H ₂ O ₂	錫顆粒	2	ND	ND	ND	ND	0.52	ND	0.07
HEIDA/H ₂ O ₂	鉛箔	2	ND	1.65	ND	ND	7320	ND	0.09
HEIDA/H ₂ O ₂	鋁線	2	ND	2.54	0.1	ND	ND	ND	0.02
HEIDA/H ₂ O ₂	鐵粉	2	ND	ND	1.5	ND	ND	ND	615
HEIDA/H ₂ O ₂	鋅顆粒	2	ND	6.44	ND	ND	ND	ND	0.01

表 3：於浸泡材料於調配物 C 中後之結果

化學品	待測試樣品	pH	Al/ ppm	Cu/ ppm	Fe/ ppm	Ni/ ppm	Pb/ ppm	Sn/ ppm	Zn/ ppm
EDDS/H ₂ O ₂	銅線	6	ND	157	1.86	0.12	ND	0.18	0.47
EDDS/H ₂ O ₂	鎳箔	6	ND	ND	1.38	0.15	ND	ND	0.09
EDDS/H ₂ O ₂	錫顆粒	6	ND	0.58	1.62	5.62	0.33	0.25	0.16
EDDS/H ₂ O ₂	鉛箔	6	ND	ND	0.21	ND	1565	ND	0.13
EDDS/H ₂ O ₂	鋁線	6	1.32	ND	0.98	ND	0.07	0.28	0.21
EDDS/H ₂ O ₂	鐵粉	6	0.09	0.16	8.47	ND	ND	0.97	215
EDDS/H ₂ O ₂	鋅顆粒	6	ND	ND	0.25	ND	ND	0.16	0.09

可看到包含 HEIDA 或 EDDS 之組成物尤其適用於相對於銅及其他貴金屬移除鉛，尤其係如使用者視需要考慮於兩組成物中包含銅鈍化劑時。

[實施例 2]

製備如下表 4 中所述之組成物。將銅線、鉛箔、顆粒狀錫、鎳箔、鋁線、鐵粉及顆粒狀鋅個別及靜態浸泡於 40℃ 下之各調配物中歷時 30 分鐘。於移除殘留固體後，使溶液進行感應耦合電漿(ICP)分析，以測

定各溶液中各金屬之濃度(以 ppm 計)。結果概述於表 4。

表 4：於浸泡材料於所列組成物中後之結果

化學品	Al/ ppm	Cu/ ppm	Fe/ ppm	Ni/ ppm	Pb/ ppm	Sn/ ppm	Zn/ ppm
第一組成物(選擇性地移除 Pb/Sn)							
MSA	4940	ND	109300	1861	1040	2453	236
MSA+1wt%丁基卡必醇 (BC)	45	ND	1531000	74	52200	4217	3324
MSA+1wt% BC+0.3wt% 二水合鉬酸鈉	69.6	24.8	63920	8.4	23720	13840	293.6
MSA+1wt% BC+0.3wt% 辛二酸	ND	ND	794400	21.6	16400	2420	625.2
第二組成物(選擇性地移除 Cu/Ni)							
發氧方(10wt%水溶液)	56.8	3030	15560	0.8	2.1	ND	9630
發氧方(10wt%水溶液) +0.3wt%辛二酸	67.46	7220	1574.6	24.6	4.6	ND	17500
發氧方(10wt%水溶液) +0.3wt%二水合鉬酸鈉	70.6	9820	217	30.8	ND	53.6	5240
發氧方(10wt%水溶液) +0.3wt%六偏磷酸鈉	22.8	14040	1420	20.6	ND	ND	17500
過硫酸鉀(5wt%水溶液)	14	215.9	64500	4.4	3.3	ND	5420
5 wt%過硫酸銨	24.6	374	96480	13.8	277.6	ND	14560
30 wt%過硫酸銨	102.2	11360	202600	24.4	293.4	ND	49620

令人驚奇地，當將丁基卡必醇及鉬酸鈉添加至 MSA 以產生第一組成物時，Pb 及 Sn 之蝕刻速率顯著地增加，而 Al、Fe、Ni 及 Zn 之蝕刻速率顯著地減小。因此，包含 MSA、丁基卡必醇及二水合鉬酸鈉之第一組成物將適用於相對於貴金屬及／或銅選擇性地移除含 Pb/Sn 之焊料。

當將鉬酸鈉或六偏磷酸鈉添加至發氧方以產生第二組成物時，Cu 之蝕刻速率顯著地增加，而 Fe 之蝕刻速率顯著地減小。因此，包含發

氧方及鉬酸鈉或六偏磷酸鈉之第二組成物將適用於相對於其他金屬選擇性地移除 Cu。

[實施例 3]

製備含 250 毫升 70% 甲磺酸及 250 毫升去離子(DI)水的水性第一組成物。將廢棄的視訊卡 NVIDIA P118 型以寂靜瀝濾(silent leaching)模式浸泡於第一組成物中。經安裝的組件於 4 天內脫離，鍍金未受影響，經脫離組件上之一些針腳被腐蝕，未偵測到污泥及氣體形成。於 30 分鐘期間內以超聲照射相同溶液，但未於脫離組件中產生值得注意的結果。

製備包含 145 毫升 70% 硝酸、30 克胺基磺酸銨、1 克苯并三唑及 40 克九水合硝酸鐵(經 DI 水平衡至 500 毫升總體積)之模擬市售的硝酸基焊料剝除溶液。使視訊卡於此溶液中進行寂靜瀝濾。組件於 20 分鐘內脫離，溶液變綠色，且作為視訊卡一部分的一片鋼幾乎完全溶解，其證實無法使用市售焊料溶液於達成本發明之目標。

製備包含 200 毫升 70% MSA、50 毫升 70% 硝酸、30 克胺基磺酸銨及 1 克苯并三唑(經 DI 水平衡至 500 毫升總體積)之第一組成物，且將視訊卡以寂靜瀝濾模式浸泡於第一組成物中。組件於 45 分鐘內開始脫離，所有組件於 1 小時內脫離。未注意到污泥及氣體形成，鍍金不受影響，且組件之針腳未被腐蝕損壞。

製備包含 200 毫升 70% MSA、50 毫升 70% 硝酸、8 克胺基磺酸銨、1 克苯并三唑且經 DI 水平衡至 500 毫升體積之第一組成物。將第一組成物倒入 750 毫升瀝濾容器中，將視訊卡浸泡於溶液中且用蓋封閉容器，該蓋具有留置供插入超音波喇叭用之開口。使用具有操作頻率 20 kHz、前端面積 9.0 平方公分及振幅比大約 1:2.4 之 1000 瓦超音波處理

器於產生超音波照射(Hielscher Ultrasonics GmbH 製造之 UIP1000hd)。
使用機械增幅器於以 1:1.8 之比率增加振幅。此一超音波產生器與此一
增幅器之組合提供在 100%振幅設定下 35 微米之最大振幅。將超音波
喇叭浸入第一組成物中，且以使其不觸碰到板表面或組件的方式放
置。超聲照射之施加於第一組成物體積中產生強力空化，其可見為強
烈的空化氣泡。於以 100%振幅音波振動處理 6 分鐘後，一些組件自板
表面脫離；再過兩分鐘後，所有組件皆脫離。未注意到污泥或氣體形
成，鍍金不受影響，且組件之針腳未被腐蝕損壞。對於來自 SEC 之 RAM
棒 128 百萬位元(Mbytes)型及來自 3Com 920-ST03 型之網路卡得到相
同的結果。

[實施例 4]

調配組成物 A 及 B。

組成物 A：10 克 KI，2.5 克過硫酸鈉，25 毫升水

組成物 B：10 克 KI，2.5 克過硫酸銨，25 毫升水

將經塗布約 0.05%~0.5%金之印刷線路板(小於 2 公分×2 公分)浸泡
於室溫下之組成物 A 及 B 中，且使用感應偶合電漿(ICP-OES)光譜術監
測 4 分鐘、10 分鐘及 30 分鐘時之金溶解程度。在組成物 A 中，80%
的金於 4 分鐘內溶解，及 99%於 10 分鐘內溶解。在組成物 B 中，90%
的金於 4 分鐘內溶解，及 100%於 10 分鐘內溶解。

[實施例 5]

調配組成物 C-G：

組成物 C：40.08 克 KI，10.03 克 I₂，100 克水

組成物 D：40 克 KI，10.02 克 HNO₃(70%)，100 克水

組成物 E：40.08 克 KI，9.98 克 HIO₄、10.04 克 HCl (37%)，90.08

克水

組成物 F：39.99 克 KI，10.00 克發氧方，100.04 克水

組成物 G：40.10 克 KI，9.99 克 NaOCl、10.06 克 HCl(37%)，89.96 克水

組成物 C-G 於混合後皆係深紅色，而組成物 E 及 F 於容器中具有一些沈澱物。將經塗布約 0.05%~0.5%金之印刷線路板(小於 2 公分×2 公分)在維持於 39℃ 之水浴中的約 50 克組成物 C-G(a)中浸泡 30 分鐘。結果列表於表 5。

表 5：於組成物 C-G 中之 Au 溶解程度

調配物	水浴結果
C	10 分鐘，70% Au 溶解 20 分鐘，100% Au 溶解
D	10 分鐘，無變化 20 分鐘，無變化 30 分鐘，無變化
E	10 分鐘，100% Au 溶解
F	10 分鐘，75% Au 溶解 ~15 分鐘，100% Au 溶解
G	10 分鐘，5% Au 溶解 20 分鐘，50% Au 溶解 ~25 分鐘，85% Au 溶解 ~30 分鐘，100% Au 溶解

[實施例 6]

比較含有(a)KI、過硫酸鈉、及水，(b)KI、過硫酸銨、及水，及(c)KI、發氧方、及水之溶液的瀝濾速率、浴負載及浴壽命，其中各溶液中之碘化物鹽、氧化劑及水的量相同。將經塗布約 0.05%~0.5%金之印刷線路板(小於 2 公分×2 公分)浸泡於室溫下之各組成物中，且使用 ICP-OES

監測 30 分鐘時之金溶解程度。數種金屬之負載結果顯示於表 6。

表 6：於室溫下組成物中之金屬負載

	KI、過硫酸鈉、及水	KI、過硫酸銨、及水	KI、發氧方、及水
金屬	µg/mL		
Ag	0.14	0.09	0.42
Al		0.092	
Au	281.42	250.47	214.44
Co	0.031	0.02	0.013
Cu	19.3	23.15	28.2
Fe		0.15	
Ni	10.89	9.64	15.07
Pb	3.3	3.06	2.21
Sn	0.37	0.33	0.44
Zn	24.46	25.69	0.17

此外，推論含過硫酸銨之溶液具有最少的沈積物形成，而含發氧方之溶液具有最低的瀝濾速率、最低的負載、最低的浴壽命、及最高的沈積量。

進一步發現可沖洗沈積物及 PWB，且收集沖洗水以使自溶液的金回收最大化。

[實施例 7]

將印刷線路板塊浸泡於室溫及 40℃ 下之組成物 F 中，且使用 ICP-OES 間隔地監測金屬溶解程度。在分析前將各樣品用水稀釋 50 倍。結果列表於表 7。

表 7：於室溫及 40℃ 下組成物 F 中之金屬負載

	40℃， 50 g 組成物 F， 21 塊 PWB	室溫， 36 g 組成物 F， 27 塊 PWB
金屬	µg/mL	
Ag	0.012	0.014
Au	160.99	676.97
Co	0.008	0.014
Cu	4.91	5.39
Ni	4.38	9.14
Pb	0.11	0.088
Sn		0.13

可見調配物在室溫下較其於高溫下對於瀝濾金屬實際上更有效。

[實施例 8]

將具有可見鍍金且總重量為 380 克之印刷電路裸板塊置於 2 公升玻璃燒杯中，於其中添加 1 公升碘化鉀水溶液(每 100 毫升去離子水 72.5 克碘化鉀固體)。將實驗維持於 21℃ 之環境溫度下。將超聲裝置 UIP1000hd(20 kHz，1000W，Hielscher Ultrasonics GmbH 製造)之超音波產生器置於燒杯中，且以將其浸泡於溶液中但不觸碰到 PWB 的方式放置。超音波裝置係以 20 kHz 之超音波頻率及 25 微米之振幅操作 2 分鐘，之後將超音波喇叭自燒杯移除。超聲照射之施加於溶液體積產生強力空化，其可見為形成於液體體積中之強烈的空化氣泡。溶液自清澈變色為茶棕色，其指示形成三碘化物離子。將 1 毫升之 70%硝酸添加至溶液。未由視覺檢查在經處理板之表面上偵測到可見的殘留鍍金；同時卑金屬不受影響。將板塊自燒杯移除，且將溶液過濾通過 1810 Whatman 酸處理低金屬 TCLP 過濾器，以移除任何固體雜質。然後將

富溶液與亞硫酸氫鈉之飽和水溶液混合並利用機械混合器攪拌 30 分鐘。溶液變色為透明的黃色，且沈澱出微細的棕色金屬金粉末。將粉末濾出，用去離子水沖洗並乾燥。回收沈澱物之個別分析顯示 $99.2\pm0.2\%$ 金。於瓷坩鍋中在 1200°C 下加熱沈澱物，藉此形成金屬金鈕扣。

於用過溶液中分析液體顯示 2 ppm 金。為回復瀝濾溶液，經由緩慢添加 30%過氧化氫並攪拌直至溶液再恢復其茶棕色為止，而將其氧化回其之原始強度。

將經處理之 PWB 用 500 毫升水沖洗並乾燥。將含有低濃度三碘化物溶液之沖洗水用過量的過硫酸鉀飽和溶液處理，藉此於液體體積中呈現為黑色粉末沈澱物之碘晶體及沖洗水失去其輕微茶色，成為無色。將碘自溶液分離且溶解於經再生的瀝濾溶液中。

[實施例 9]

將由於機械回收利用廢棄電子設備所產生之 200 克「紅色金屬」濃縮物用如實施例 8 中所述之相同瀝濾組成物處理，用磷酸二氫鉀／氫氧化鈉緩衝至 $\text{pH}=5.6$ 。濃縮物呈現為施加至混合電子廢棄物之撕裂及研磨操作的輸出材料，隨後於搖動台上磁性及渦流分離及濃縮。具有粒度 0.4-1 毫米之起始金屬混合物的組成顯示於表 8。

元素	Ag	Au	Pt	Pb	Zn	Cu	Fe	Sn	其他
%	0.158	1.564	0.395	15.615	10.794	52.766	6.015	9.813	2.880

表 8. 利用 Thermo Fisher Scientific Inc.製造之 Niton XL3t GOLDD XRF-分析儀以「電子合金」模式測量之未經處理濃縮物的組成

使「紅色金屬」濃縮物與於 2 公升燒杯中之 1 公升瀝濾組成物在 20 kHz 瀝濾溶液及 25 微米振幅之超音波照射下接觸 2 分鐘。經由過濾將金屬混合物自富瀝濾液中分離，用去離子水洗滌並乾燥。測量經處理樣品中之金屬濃度顯示不可偵測水平的 Ag、Au、Pt 及 Pd。

經由將 10 毫升經穩定的硼氫化鈉(4.4 M 於 14M NaOH 中)滴入瀝濾液中並攪拌而回收濾液中之貴金屬，藉此於溶液中出現貴金屬之粉狀沈澱物。將 30 毫升 MAGNAFLOC-351 絮凝劑添加至液體-固體混合物，且粉末狀微粒黏著至顆粒。將液體過濾且回收、洗滌並乾燥混合貴金屬之沈澱物。將沈澱物於感應爐中加熱至 1850°C，形成貴金屬之合金。經由將 30%過氧化氫滴入溶液中直至恢復溶液之茶棕色，而使瀝濾溶液回到其之原始強度。

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。

【符號說明】

無

申請專利範圍

1. 一種自包含焊料及至少一種貴金屬之印刷線路板(PWB)回收至少一種貴金屬之方法，該方法包含：

(a) 使該 PWB 之一表面與一第一組成物接觸，其中該 PWB 及該第一組成物係在一第一容器中；

(b) 攪動該第一容器；

(c) 使該焊料溶解或增溶於該第一組成物中，其中相對於該至少一種貴金屬，該第一組成物選擇性地移除該焊料；

(d) 藉由沖洗自該 PWB 移除該第一組成物；

(e) 乾燥該 PWB；

(f) 使該 PWB 與一瀝濾組成物接觸，其中該 PWB 及該瀝濾組成物係在一第二容器中；

(g) 在該第二容器中產生攪動；

(h) 使該至少一種貴金屬溶解或增溶於該瀝濾組成物中；

(i) 藉由沖洗自該 PWB 移除該瀝濾組成物；及

(j) 自該瀝濾組成物回收該至少一種貴金屬，

其中，該第一組成物實質上不含氟化物鹽、鐵鹽、鈦(IV)鹽、研磨材料、氟硼酸、及硝酸鐵中之至少一者。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，至少一組件係附著至該 PWB 之一表面，且在將該焊料溶解或增溶於該第一組成物中之期間，該至少一組件自該 PWB 分離，其中該至少一組件係選自由電晶體、電容器、散熱器、積體電路、電阻器、整合切換器、晶片、處理器、及其組合所組成之群。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該焊料包含鉛、錫或鉛／

錫合金。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該第一組成物包含至少一種氧化劑、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、及視需要之用於鈍化貴金屬之至少一種鈍化劑。

5. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中，該至少一種氧化劑包含硝酸、臭氧、起泡空氣、環己基胺基磺酸、過氧化氫、發氧方(oxone)、過氧單硫酸銨、亞氯酸銨、氯酸銨、碘酸銨、過硼酸銨、過氯酸銨、過碘酸銨、過硫酸銨、次氯酸銨、過硫酸鈉、次氯酸鈉、碘酸鉀、過錳酸鉀、過硫酸鉀、次氯酸鉀、亞氯酸四甲銨、氯酸四甲銨、碘酸四甲銨、過硼酸四甲銨、過氯酸四甲銨、過碘酸四甲銨、過硫酸四甲銨、過氧單硫酸四丁銨、過氧單硫酸、脲過氧化氫、過乙酸、硝酸鈉、硝酸鉀、硝酸銨、苯磺酸衍生物、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。

6. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中，該至少一種氧化劑包含選自由甲磺酸、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、及正辛磺酸所組成之群之烷磺酸。

7. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中，該第一組成物包含該至少一種鈍化劑，其中該至少一種鈍化劑包含選自由 1,2,4-三唑、苯并三唑、甲苯三唑、5-苯基-苯并三唑、5-硝基-苯并三唑、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、蔡并三唑、4-甲基-4H-1,2,4-三唑-3-硫醇、及 3-胺基-5-巰基-1,2,4-三唑所組成之群之三唑衍生物。

8. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中，該第一組成物進一步包含至少一種鉛及／或錫錯合劑及／或至少一種有機溶劑。

9. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中，該第一組成物實質上不含包括伸乙基之有機溶劑。

10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，進一步包含使用一相對於貴金屬而選擇性地溶解卑金屬之第二組成物溶解至少一種卑金屬。

11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該貴金屬包含金。

12. 如申請專利範圍第 11 項之方法，其中，該瀝濾組成物包含三碘化物離子。

13. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中，該至少一種貴金屬係使用該瀝濾組成物而自該至少一組件移除。

14. 如申請專利範圍第 13 項之方法，進一步包含在與該瀝濾組成物接觸之前壓碎該組件之步驟。

15. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該貴金屬包含金，及該金係使用歧化反應、還原劑，或經由電解提煉而回收。

16. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該 PWB 包含纖維玻璃層、銅膜、及黏著劑。

17. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中，使該黏著劑降解以自該纖維玻璃層釋放該銅膜。

18. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中，該至少一組件係可再利用或可回收利用且因此分離。

19. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中，該三碘化物係原位產生。

20. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該瀝濾組成物包含至少一種氧化劑、至少一種碘化物鹽或氫碘酸、水、及至少一種金屬鈍化劑。

21. 如申請專利範圍第 20 項之方法，其中，該至少一種氧化劑包含選自由以下所組成之群之物種：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、過碘酸、次氯酸鈉、或其組合；及

該至少一種碘化物鹽包含選自由以下所組成之群之物種：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 烷基及分支鏈 C_1-C_6

烷基所組成之群，及

其中，該至少一種鈍化劑包含選自由以下所組成之群之物種：1,2,4-三唑、苯并三唑、甲苯三唑、5-苯基-苯并三唑、5-硝基-苯并三唑、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、萘并三唑、4-甲基-4H-1,2,4-三唑-3-硫醇、及3-胺基-5-巰基-1,2,4-三唑、抗壞血酸、鉬酸鈉、或其組合。

22. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該瀝濾組成物實質上不含王水及含氰化物成分。

23. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中，該卑金屬包含鎳、銅、或其組合。

24. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中，該第二組成物包含至少一種氧化劑、視需要之至少一種卑金屬錯合劑、視需要之至少一種有機溶劑、及視需要之至少一種用於鈍化貴金屬之鈍化劑。

25. 如申請專利範圍第 24 項之方法，包含該至少一種卑金屬錯合劑，其中，該至少一種錯合劑包含選自由氯化銨、氯化鈉、氯化鋰、氯化鉀、硫酸銨、鹽酸、硫酸、及其組合所組成之群之物種。

26. 如申請專利範圍第 24 項之方法，其中，該至少一種氧化劑包含選自由以下所組成之群之物種：烷磺酸、臭氧、硝酸、起泡空氣、環己基胺基磺酸、過氧化氫、發氧方、過氧單硫酸銨、亞氯酸銨、氯酸銨、碘酸銨、過硼酸銨、過氯酸銨、過碘酸銨、過硫酸銨、次氯酸銨、過硫酸鈉、次氯酸鈉、碘酸鉀、過錳酸鉀、過硫酸鉀、次氯酸鉀、亞氯酸四甲銨、氯酸四甲銨、碘酸四甲銨、過硼酸四甲銨、過氯酸四甲

銨、過碘酸四甲銨、過硫酸四甲銨、過氧單硫酸四丁銨、過氧單硫酸、
脲過氧化氫、過乙酸、硝酸鈉、硝酸鉀、硝酸銨、苯磺酸衍生物。

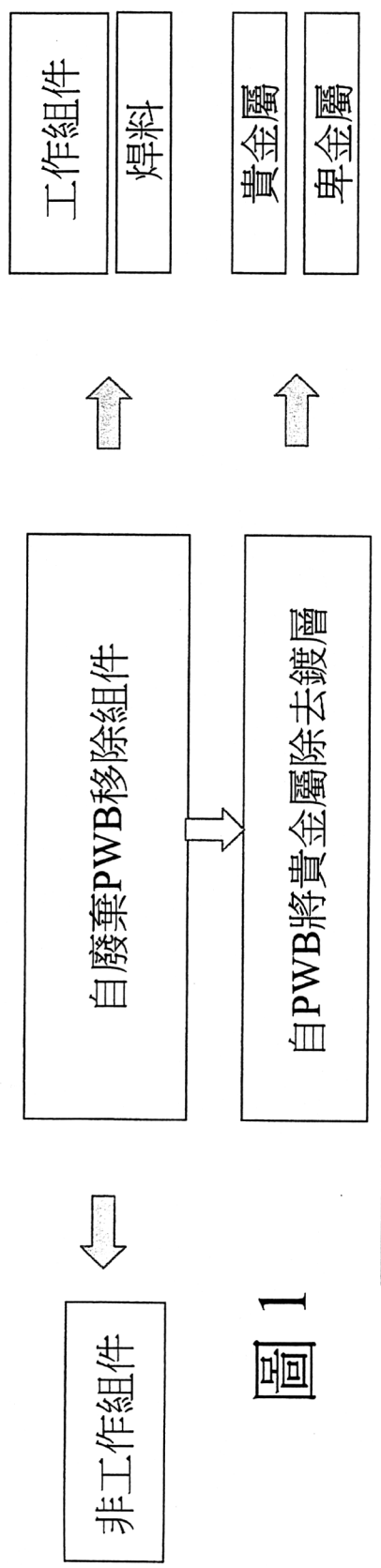


圖 1

圖式

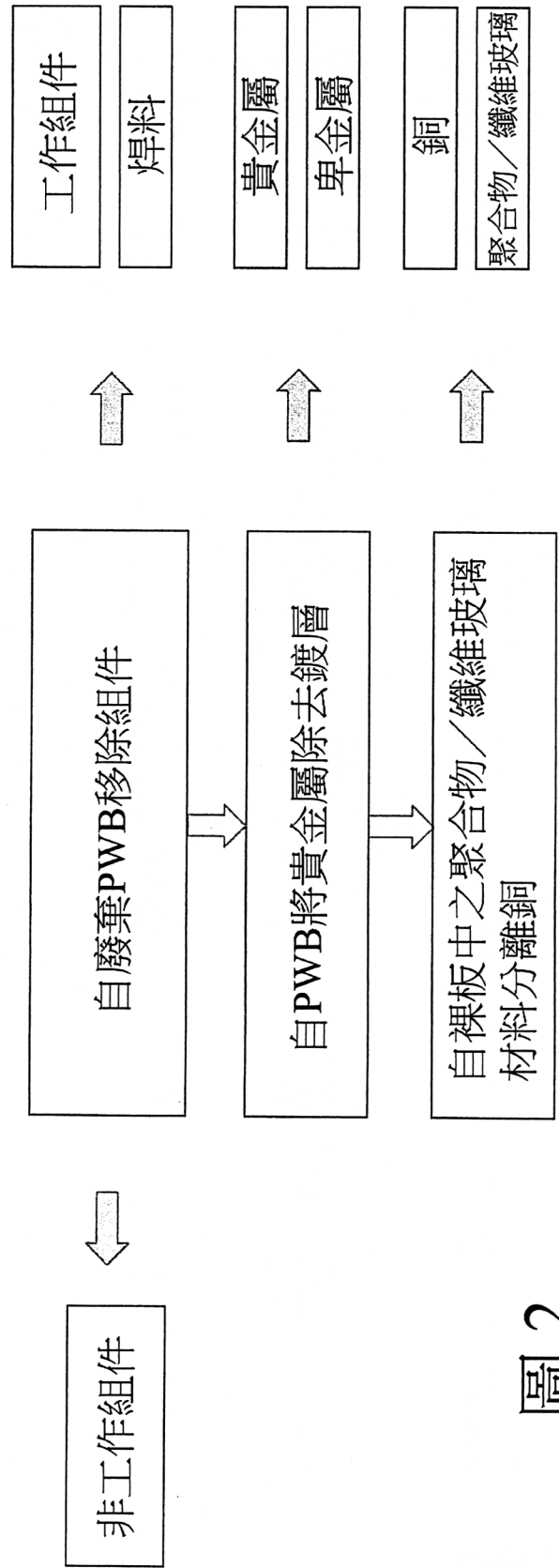


圖 2

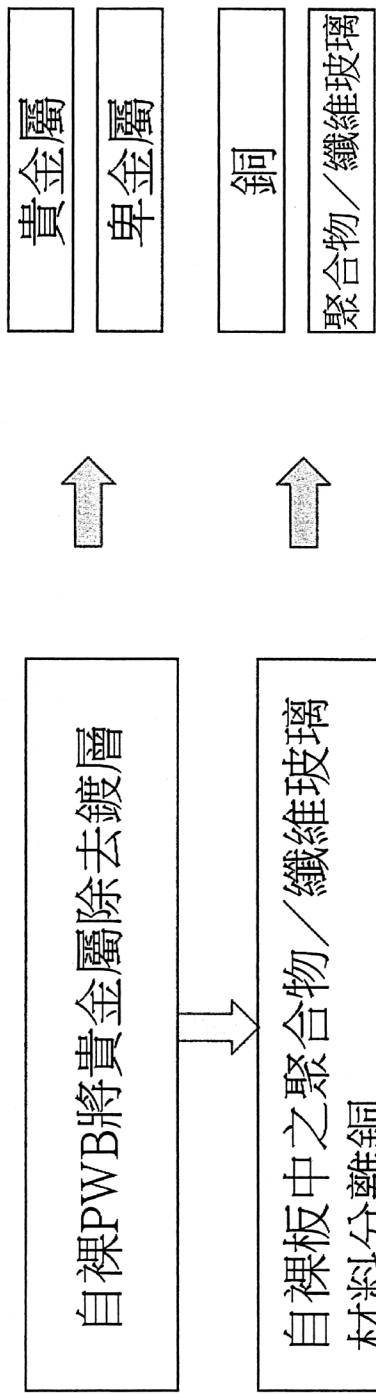


圖 3

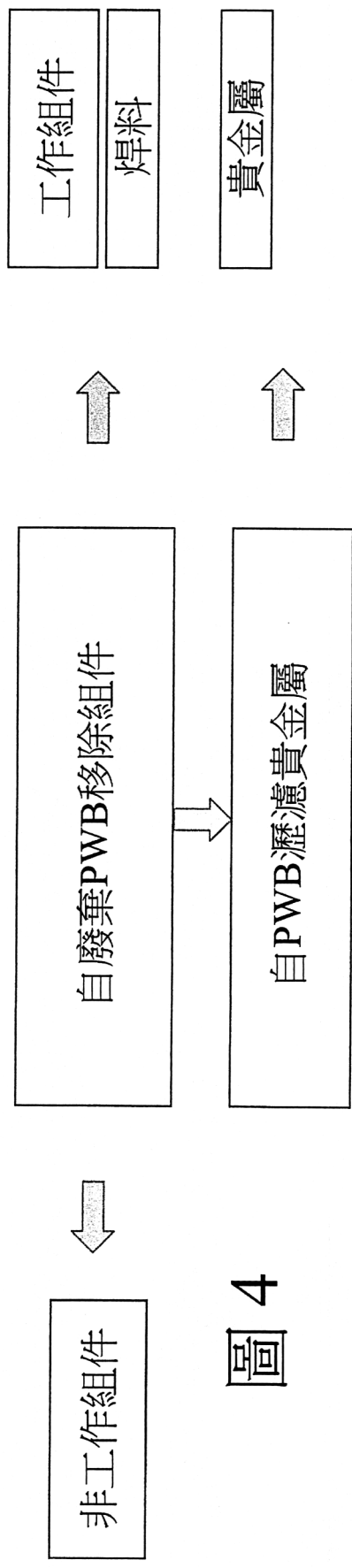


圖 4

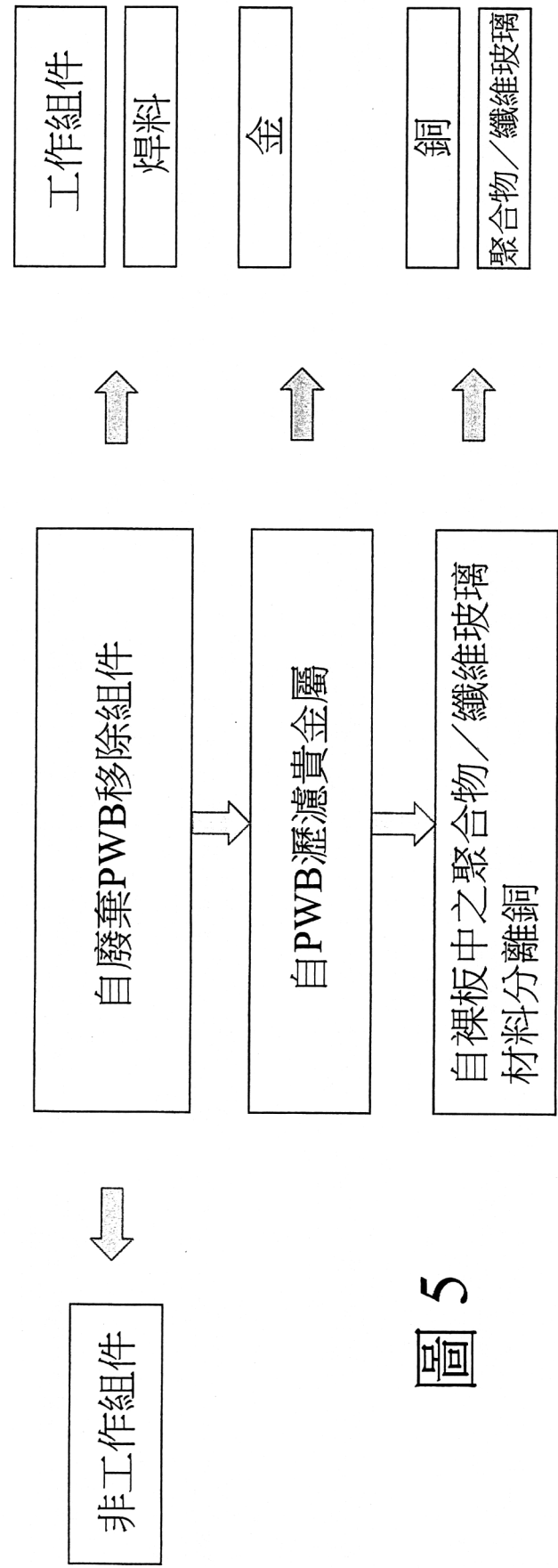


圖 5