



(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 201410603 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 03 月 16 日

(21)申請案號：101133285

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 12 日

(51)Int. Cl. : **C01B31/04 (2006.01)**

(71)申請人：銖鑽科技股份有限公司 (中華民國) RITEDIA CORPORATION (TW)

新竹縣湖口鄉新竹工業區光復北路 17 號

(72)發明人：宋健民 SUNG, CHIEN MIN (TW)；林逸樵 LIN, I CHIAO (TW)；林弘正 LIN, HUNG CHENG (TW)

(74)代理人：蘇建太；林冠宏

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：23 項 圖式數：5 共 28 頁

(54)名稱

量產石墨烯之方法

METHOD OF MASS PRODUCTION OF GRAPHENE

(57)摘要

本發明係有關於一種量產石墨烯之方法，包括以下步驟：提供一高溫反應爐，用於儲存一熔融溶劑，且該高溫反應爐包括一設置於頂部之一出料口，以及一進料口；提供一碳源與該熔融溶劑混合；該碳源之碳原子在過飽和狀態下析出至該熔融溶劑之表面以形成一石墨烯層；以及於該出料口收集該石墨烯層。

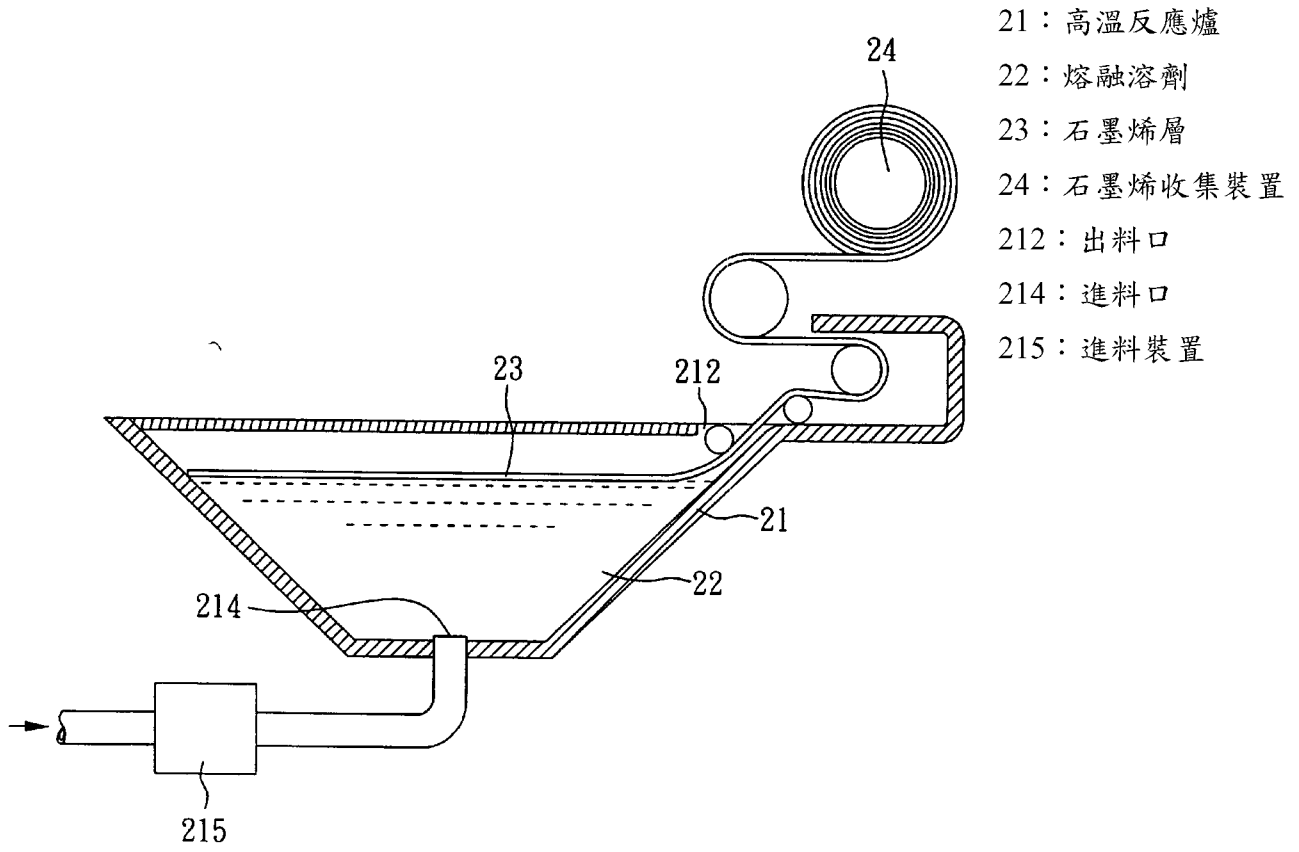


圖2

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：101133285

※申請日：101.09.12 ※IPC 分類：

C01B31/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

量產石墨烯之方法

Method of Mass Production of Graphene

二、中文發明摘要：

本發明係有關於一種量產石墨烯之方法，包括以下步驟：提供一高溫反應爐，用於儲存一熔融溶劑，且該高溫反應爐包括一設置於頂部之一出料口，以及一進料口；提供一碳源與該熔融溶劑混合；該碳源之碳原子在過飽和狀態下析出至該熔融溶劑之表面以形成一石墨烯層；以及於該出料口收集該石墨烯層。

三、英文發明摘要：

The present invention relates to a method of mass production of graphene that includes: providing a high temperature furnace for storing a molten solvent, wherein the high temperature furnace includes an outlet disposed on the top of the high temperature furnace, and an inlet, providing a carbon source to mix with the molten solvent, precipitating the carbon to form a graphene layer on the surface of the molten solvent under a supersaturated state, and collecting the graphene layer from the outlet.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖（ 2 ）。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

21	高溫反應爐
22	熔融溶劑
23	石墨烯層
24	石墨烯收集裝置
212	出料口
214	進料口
215	進料裝置

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】

本發明係關於一種量產石墨烯之方法，尤指一種適用於量產高度石墨化石墨烯之方法。

【先前技術】

石墨烯為一種單一原子厚度且具有 sp^2 鍵結之碳原子之平板結構，理論上，具有完美六角網狀構造之石墨烯可緊密堆疊並於該層狀結構之平面呈現優異的電子穩定性及導熱性。雖然石墨烯所具有之優異物理性質使得可廣泛地應用於各種裝置中提高裝置之導電、導熱或強度等特性，然而，從千禧年初物理學家成功的從石墨中分離石墨烯以來，仍無有效之方法可量產高度石墨化之石墨烯。習知量產石墨烯之方式係以高溫高壓加工石墨，迫使石墨中之碳原子重新排列成平面六角網狀結構。然而，以此方式製作之石墨烯其六角網狀結構往往無法於石墨烯平面方向(L_a)獲得較大之延伸距離，且其六角網狀結構往往也是殘破不堪的，因而所製得之石墨烯之平面間距($d_{(0002)}$)也相較於理論值大得許多，造成所製造之石墨烯之物性不如預期。

發明人所提出之中華民國專利公開號第201022142號及第201131019號分別提供了一種製備高度石墨化石墨烯薄片之方法。其中，係使得高純度石墨透過金屬觸媒作用使得石墨烯中之碳原子得以重新排列成完美之六角網狀平面結構從而製得高度石墨化之石墨烯薄片。然而，上述兩

種製法皆需要高純度石墨烯作為原料且其裝置依然無法大量生產高度石墨化之石墨烯，無益於量產化高度石墨化之石墨烯。

因此，發展一不需以高純度石墨烯作為原料且能夠大量生產高度石墨化之石墨烯之方法實有其必要。

【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種量產石墨烯之製造方法，俾能藉由碳原子於過飽和狀態下析出至熔融溶劑表面並重新組成為具有完美晶格結構之石墨烯，由於該熔融溶劑除作為碳溶劑外，同時更具有觸媒功能，可將石墨烯中之碳原子推至晶格結構中最穩定之位置，使得所製得之石墨烯可達到最佳程度之堆疊，從而製備出高度石墨化之石墨烯。

為達上述目的，本發明之一態樣係提供一種量產石墨烯之方法，包括以下步驟：提供一高溫反應爐，用於儲存一熔融溶劑，且該高溫反應爐包括一設置於頂部之一出料口，以及一進料口；提供一碳源與該熔融溶劑混合；該碳源之碳原子在過飽和狀態下析出至該熔融溶劑之表面以形成一石墨烯層；以及於該出料口收集該石墨烯層，其中，該高溫反應爐更包括一進料裝置，其係連接該進料口，以將一碳源加入該熔融溶劑中。根據碳源之不同，該進料口可設置相對於該高溫反應爐不同之位置，例如，於一態樣中，該進料口係設置於該高溫反應爐之底部，所使用之碳

源可由該高溫反應爐之底部通入使得碳源材料可與該熔融溶劑獲得最佳的混合，此外，由高溫反應爐底部之進料口通入氣體碳源同時更可帶動該熔融溶劑之對流，進而使得碳源與熔融溶劑混合得更加均勻，提高其產能。於另一態樣中，當碳源為固體時，由於其材質或大小可能不均，則可由高溫反應爐頂部之進料口加入一固體碳源，此時根據所需，該進料口可與該出料口相同或不同。於又一態樣中，為控制熔融溶劑擾流狀態或為再結晶高度石墨化之石墨烯，亦可由該高溫反應爐側邊之進料口添加碳源，來達其所需之目的。然而，上述進料口之設置位置僅為說明而用，且本發明之量產石墨烯之方法可視需要而設計為一連續量產或批次量產之模式，本發明並不侷限於此。

為了使所量產之石墨烯具有可高度石墨化之晶格結構，如上述，控制高溫反應爐中熔融溶劑之溫度為相當重要之操作步驟，因此，於本發明中，高溫反應爐更包括一溫度控制裝置。本發明一態樣中，係以一電爐控制其熔融溶劑之溫度，使其溫度可具有一梯度分佈，或均勻分佈，本發明並不以此為限。

如上述，當碳源中之碳原子於熔融溶劑中過飽和析出時，由於碳原子相較於熔融溶劑之密度來得低，因此，析出之碳原子會於熔融溶劑表面重新排列形成一石墨烯層，是以，本發明可將出料口設置於該高溫反應爐頂部，而為了實現量產化之目的，本發明更可包括一設置於高溫反應爐頂部之石墨烯收集裝置。根據本發明之一態樣，該石墨

烯收集裝置可為一批次收集裝置，以非連續之方式收集所產生之石墨烯層。而由於本發明中所使用之熔融溶劑僅作為溶劑及觸媒使用，並不於過程中消耗，因此，於本發明之另一態樣中，亦可採用一連續收集裝置連續收集所產生之石墨烯層。

於本發明之一態樣中，所使用之熔融溶劑可至少一選自由鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)、鉭(Ta)、鈮(Pd)、鉑(Pt)、鐳(La)、鈰(Ce)、鎔(Eu)及其合金所組成之群組。於特定態樣中，該熔融溶劑係包括鐵、鈷、鎳或其合金。於另一特定態樣中，該熔融溶劑更可包括其他元素以降低其活性。例如，於一態樣中，該熔融溶劑可包括一活性較小之化合物以降低該熔融溶劑之活性。任何可降低該熔融溶劑活性之材料皆可使用，本發明並不侷限於此，然而在一特定態樣中，該活性較小之化合物可為金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、鉛(Pb)、鋅(Zn)或其合金。

本發明中所使用之碳源可為任何含碳之材料，其形態可為氣體、液體或固體，本發明並不以此為限。例如，本發明之一態樣係使用氣體材料作為碳源，任何含碳氣體皆可使用，例如，於本發明中，該氣體碳源可至少一選自由石油裂解氣體、碳氧化合物、水煤氣、或其組合所組成之群組；於一特定態樣中，該氣體碳源則可為石油裂解氣體、水煤氣或其組合。而於本發明之另一態樣中，則使用固體材料作為碳源，如上述，任何含碳固體皆可使用，本發明並不以此為限。例如，於本發明之一態樣中，該固體碳源

可至少一選自由塑膠、橡膠、醣類、瀝青、汽油、碳黑、石墨、碳氧化合物或其組合所組成之群組。然而，需注意的是，當選擇含碳氣體作為碳源時，由於在高溫反應爐中，氧氣容易與碳原子結合而形成二氧化碳，使得熔融溶劑中的含碳量減少，造成產率下降，因此，於本發明之一態樣中，該進料裝置更可包括一除氧裝置，對所選用之氣體碳源進行除氧以避免發生上述情況。根據所選用之氣體碳源成分，各種除氧方式皆可選用，本發明並不以此為限。

本發明之另一目的係在提供一種量產石墨烯之裝置，俾能藉由碳原子於過飽和狀態下析出至熔融溶劑表面並重新組成為具有完美晶格結構之石墨烯，由於該熔融溶劑除作為碳溶劑外，同時更具有觸媒功能，可將石墨烯中之碳原子推至晶格結構中最穩定之位置，使得所製得之石墨烯可達到最佳程度之堆疊，從而製備出高度石墨化之石墨烯。

為達成上述目的，本發明係提供一種量產石墨烯之裝置，包括：一高溫反應爐，係用以儲存一熔融溶劑，其中，該高溫反應爐係包括一設置於頂部之一出料口，以及一進料口；一進料裝置，其係連接該進料口，以將一碳源加入該熔融溶劑中。根據碳源之不同，該進料口可設置相對於該高溫反應爐不同之位置，例如，於一態樣中，該進料口係設置於該高溫反應爐之底部，所使用之碳源可由該高溫反應爐之底部通入使得碳源材料可與該熔融溶劑獲得最佳的混合，此外，由高溫反應爐底部之進料口通入氣體碳源

同時更可帶動該熔融溶劑之對流，進而使得碳源與熔融溶劑混合得更加均勻，提高其產能。於另一態樣中，當碳源為固體時，由於其材質或大小可能不均，則可由高溫反應爐頂部之進料口加入一固體碳源，此時根據所需，該進料口可與該出料口相同或不同。於又一態樣中，為控制熔融溶劑擾流狀態或為再結晶高度石墨化之石墨烯，亦可由該高溫反應爐側邊之進料口添加碳源，來達其所需之目的。然而，上述進料口之設置位置僅為說明而用，且本發明之量產石墨烯之方法可視需要而設計為一連續量產或批次量產之模式，本發明並不侷限於此。

為了使所量產之石墨烯具有可高度石墨化之晶格結構，如上述，控制高溫反應爐中熔融溶劑之溫度為相當重要之操作步驟，因此，於本發明中，高溫反應爐更包括一溫度控制裝置。本發明一態樣中，係以一電爐控制其熔融溶劑之溫度，使其溫度可具有一梯度分佈，或均勻分佈，本發明並不以此為限。

如上述，當碳源中之碳原子於熔融溶劑中過飽和析出時，由於碳原子相較於熔融溶劑之密度來得低，因此，析出之碳原子會於熔融溶劑表面重新排列形成一石墨烯層，是以，本發明係將出料口設置於該高溫反應爐頂部，而為了實現量產化之目的，本發明更可包括於高溫反應爐頂部設置一石墨烯收集裝置。根據本發明之一態樣，該石墨烯收集裝置可為一批次收集裝置，以非連續之方式收集所產生之石墨烯層。而由於本發明中所使用之熔融溶劑僅作為

溶劑及觸媒使用，並不於過程中消耗，因此，於本發明之另一態樣中，亦可採用一連續收集裝置連續收集所產生之石墨烯層。

於本發明之一態樣中，所使用之熔融溶劑可至少一選自由鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)、鉭(Ta)、鈀(Pd)、鉑(Pt)、鐳(La)、鈾(Ce)、鎔(Eu)及其合金所組成之群組。於特定態樣中，該熔融溶劑係包括鐵、鈷、鎳、鈾或其合金。於另一特定態樣中，該熔融溶劑更可包括其他元素以降低其活性。例如，於一態樣中，該熔融溶劑可包括一活性較小之化合物以降低該熔融溶劑之活性。任何可降低該熔融溶劑活性之材料皆可使用，本發明並不侷限於此，然而在一特定態樣中，該活性較小之化合物可為金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、鉛(Pb)、鋅(Zn)或其合金。

本發明中所使用之碳源可為任何含碳之材料，其形態可為氣體、液體或固體，本發明並不以此為限。例如，本發明之一態樣係使用氣體材料作為碳源，任何含碳氣體皆可使用，例如，於本發明中，該氣體碳源可至少一選自由石油裂解氣體、碳氧化合物、水煤氣、或其組合所組成之群組；於一特定態樣中，該氣體碳源則可為石油裂解氣體、水煤氣或其組合。而於本發明之另一態樣中，則使用固體材料作為碳源，如上述，任何含碳固體皆可使用，本發明並不以此為限。例如，於本發明之一態樣中，該固體碳源可至少一選自由塑膠、橡膠、醣類、瀝青、汽油、碳黑、石墨、碳氧化合物或其組合所組成之群組。然而，需注意

的是，當選擇含碳氣體作為碳源時，由於在高溫反應爐中，氧氣容易與碳原子結合而形成二氧化碳，使得熔融溶劑中的含碳量減少，造成產率下降，因此，於本發明之一態樣中，該進料裝置更可包括一除氧裝置，對所選用之氣體碳源進行除氧以避免發生上述情況。根據所選用之氣體碳源成分，各種除氧方式皆可選用，本發明並不以此為限。

在本文中，「石墨化程度(degree of graphitization)」意指石墨的比例，其石墨烯平面(graphene plane)間距離之理論值為3.354埃(angstrom)，因此當石墨化程度為1時，係指石墨烯堆疊最為緊密，其石墨平面間距($d_{(0002)}$)為3.354埃。石墨化程度(G)可由下列式1計算：

式1

$$G=(3.440- d_{(0002)})/(3.440-3.354)$$

據此，較高之石墨化程度係對應於較大之結晶尺寸，其係藉由石墨烯之六角網狀結構平面之延伸尺寸(La)以及堆疊層(Lc)之尺寸所決定。因此，一般而言，高度石墨化係指石墨化程度大於或等於0.8。然而，經由本發明裝置所量產之石墨烯層之石墨化程度係大於等於0.85。於某些特定態樣中，其石墨化程度更可為0.9~1。

在本文中，「碳源」一詞所指為任何含有碳原子之材料，其可為氣體、液體或固體。而該材料之組成亦可為純物質、化合物或混合物，本發明並不侷限於此。

在本文中，「熔融溶劑」一詞係指將金屬或合金直接經由加熱形成一熔融態，以作為一碳溶劑。

在本文中，「石墨烯」或「石墨烯層」係指包括單一原子層及複數層狀堆疊之石墨烯。

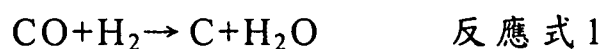
以上係廣泛地概述本發明各種特徵，而以下係更詳述描述使更能了解本發明，而更可理解本發明技術之優越處。本發明之其他特徵將於以下伴隨著申請專利範圍更詳細描述，或可透過具體實施而學習本發明。

【實施方式】

本發明係關於一種量產石墨烯之方法；更具體地，其係有關於一種量產高度石墨化石墨烯之方法。根據發明人所提出之中華民國專利公開號第201022142號及第201131019號可知藉由將熔融溶劑作為金屬觸媒可提高石墨烯之石墨化程度。據此，本發明即為基於上述原理所發展之量產石墨烯之方法，其特徵在於本發明不需使用高純度石墨作為碳源，且由於所形成之石墨烯析出後係漂浮於熔融溶劑表面，易於以各種方式收集。

請參考圖1，係為本發明第一及第二實施例之量產石墨烯示意圖，其包括：一高溫反應爐11，係用以儲存一熔融溶劑12，其中，該高溫反應爐11係包括一設置於頂部之一出料口112，以及一設置於該高溫反應爐底部之一進料口114。於本實施例中，所使用之碳源為水煤氣，其係為一氧化碳(CO)及氫氣(H₂)所組成之混合氣體。當由底部之進料口114通入水煤氣時，同時可帶動熔融溶劑12對流，使得碳源可與熔融溶劑12均勻地混合。於本實施例中，所使用之熔

融溶劑12為鎳鈰合金(Ni-Ce)，其熔點為600°C，適於使過飽和之碳原子析出而形成之石墨烯層13。據此，當水煤氣通入該高溫反應爐11後，可經由控制一單向閥(圖未顯示)，避免由底部之進料口114洩漏熔融溶劑12。待水煤氣中之一氧化碳及氫氣經由反應式1析出碳原子後，所形成之碳原子即會因與熔融溶劑12之比重差異而過飽和析出於熔融溶劑12表面，進而重新組成為一石墨烯層13，此時，再透過一石墨烯收集裝置14即可批次回收該石墨烯層13。



然而，反應式1為一吸熱反應，若不經由其他熱源提供熱量，該高溫反應爐11中之熔融溶劑12可能會因此一碳析出反應而造成其溫度低於熔點而導致凝固。因此，本發明第一實施例無法經由一次通入大量水煤氣以量產製備石墨烯。據此，本發明之第二實施例係為提供一可提高石墨烯批次產量之方法。請參考圖1，本實施例之裝置係於第一實施例大致相同，所不同處在於，在通入水煤氣時，係同時通入少量空氣(體積比為水煤氣:空氣=9:1)，使得水煤氣中部分的氫氣可與空氣中的氧氣反應生成水蒸氣，如反應式2所示。由於反應式2為一放熱反應，是以所產生之反應熱即可作為一熱源，使該熔融溶劑12之溫度得以保持在600°C以上而不凝固。並且，由於進料口114設置於高溫反應爐11之底部，促使靠近底部之熔融溶劑12之溫度因反應熱而較高於靠近頂部之熔融溶劑12之溫度，而呈現一溫度梯度。是以，經反應式1所產生之碳較易溶於底部之熔融溶劑12中而

較易析出於頂部之熔融溶劑12表面，更有利於量產該石墨烯層13。

據此，如圖1所示，上述第一與第二實施例提供一量產石墨烯之裝置，其包括：一用於儲存一熔融溶劑12之高溫反應爐11，其包括一設置於頂部之出料口112以與設置於底部之進料口114；以及一設置於出料口112處之石墨烯收集裝置14。



請參考圖2，係為本發明第三實施例之量產石墨烯示意圖。本實施例係與第一實施例之裝置相似，所不同處在於，為了實現連續量產石墨烯層23，本實施例之裝置更包括一泵浦作為進料裝置215，其係用於調節水煤氣之進氣量。據此，待熔融溶劑22中之碳原子析出至熔融溶劑22表面使得熔融溶劑22內碳含量低於飽和濃度時，便可即時通入水煤氣補充溶劑中之碳含量，達到連續量產石墨烯之目的。同樣地，如第二實施例，本實施例亦可於通入水煤氣時，同時通入少量空氣(體積比為水煤氣:空氣=9:1)以調整熔融溶劑之溫度。此外，藉由進料裝置215調整通入高溫反應爐21中之氣體壓力，將得以達到攪拌該熔融溶劑22之效果。若所製備之石墨烯層23之石墨化程度不佳時，可透過提高通入之氣體壓力強力攪拌該熔融溶劑22，使得析出之石墨烯回溶至熔融溶劑22中，便可再重新析出為高度石墨化之石墨烯層23。

據此，如圖2所示，上述第三實施例提供一量產石墨烯之裝置，其包括：一用於儲存一熔融溶劑22之高溫反應爐21，其包括一設置於頂部之出料口212與設置於底部之進料口214；一設置於出料口212處之石墨烯收集裝置24；以及一設置於進料口214前之進料裝置215。

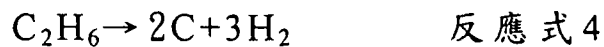
請參考圖3，係為本發明第四實施例之量產石墨烯示意圖。本實施例係使用漂流木作為一供應至該量產石墨烯裝置之固體碳源36，並使用鎳鐵合金(Ni-Fe)作為熔融溶劑32，其熔點為1300°C。於本實施例中，該高溫反應爐31之出料口312及進料口314係同時設置於高溫反應爐31之頂部。據此，本實施例先將該漂流木所組成之固體碳源36由進料口314加入至該高溫反應爐31，待漂流木所組成之固體碳源36中的碳原子析出至該熔融溶劑32表面形成一石墨烯層33後，再以一批次收集裝置34收集該石墨烯層33。

據此，如圖3所示，上述第四實施例提供一量產石墨烯之裝置，其包括：一用於儲存一熔融溶劑32之高溫反應爐31，其包括一設置於高溫反應爐31頂部之進料口314及出料口312；一設置於出料口312處之石墨烯收集裝置34；以及一設置於進料口314處之進料裝置315。

請參考圖4，係為本發明第五實施例之量產石墨烯示意圖。本實施例係與第三實施例之裝置大致相同，所不同處在於，本實施例所使用之碳源係來自於石油裂解所產生之有機烴氣體，包括甲烷、乙烷或其類似物。據此，當該些有機烴氣體經由該高溫反應爐41底部之進料口414通入時，

即經由如反應式3或反應式4將碳原子析出至該熔融溶劑之表面以形成一石墨烯層43。而由於兩者皆為吸熱還原反應，因此，連續通入有機烴氣體將導致熔融溶劑之溫度降低至600°C以下。據此，本實施例更包括一溫度控制裝置45，係用於控制本實施例之熔融溶劑42之溫度。於本實施例中，該溫度控制裝置45係為一電阻爐，係設置於該高溫反應爐41外，以保持該熔融溶劑溫度於600°C以上。

據此，如圖4所示，上述第五實施例提供一量產石墨烯之裝置，其包括：一用於儲存一熔融溶劑42之高溫反應爐41，其包括一設置於頂部之出料口412以及設置於底部之進料口414；一設置於出料口412處之石墨烯收集裝置44；一設置於進料口前之進料裝置415；以及一用以維持熔融溶劑溫度之溫度控制裝置45。



上述反應式3及反應式4僅以甲烷及乙烷代表該些有機烴氣體析出碳之反應，本發明並不僅限於使用上述氣體，亦可使用其他有機烴氣體作為一氣體碳源。

請參考圖5，係為本發明第六實施例之量產石墨烯示意圖。本實施例係與第三實施例之裝置大致相同，所不同處在於，本實施例更包括一設置於進料裝置515前之除氧裝置516。於上述實施例中，雖可藉由空氣與氫氣反應產生之反應熱保持熔融溶劑之溫度，但過量的氧氣將導致所析出之碳原子氧化為二氧化碳而逸散至空氣中。據此，本實施例

於進料裝置515前，係設置一除氧裝置516以調節通入高溫反應爐51中之氧氣含量，從而達到控制熔融溶劑42溫度並避免過量氧化所析出之碳原子。於本實施例中，混有氧氣之水煤氣通過除氧裝置516後，即可調節其氧氣含量。再經由該進料裝置515將該含氧氣之水煤氣通入該高溫反應爐51中，使其於熔融溶劑52中進行如上述反應式1及反應式2之反應，即可於該熔融溶劑52表面形成石墨烯層53並同時保持該熔融溶劑52溫度於600°C以上。更佳地，可使得靠近該高溫反應爐51底部之熔融溶劑52溫度較高，靠近頂部之熔融溶劑52溫度較低，以呈現一溫度梯度利於進行該溶碳析出為石墨烯層53之反應。再者，請參考圖5並一併參考圖4，雖圖5並未顯示一溫度控制裝置，但本實施例亦可同時搭配使用如第五實施例之電阻爐以及除氧裝置516以更有效地控制該熔融溶劑52之溫度分佈以有效地連續量產石墨烯。

據此，如圖5所示，上述第六實施例提供一量產石墨烯之裝置，其包括：一用於儲存一熔融溶劑52之高溫反應爐51，其包括一設置於頂部之出料口512以與設置於底部之進料口514；一設置於出料口512處之石墨烯收集裝置54；一設置於進料口514前之進料裝置515；以及一用以調節氣體碳源含氧量之除氧裝置516。

應了解的是，上述內容僅供說明本發明原理的應用。在不違背本發明範疇及精神的前提下，本發明所屬技術領域具有通常知識者可做出多種修改及不同的配置，且依附

在後的申請專利範圍則意圖涵蓋這些修改與不同的配置。因此，當本發明中目前被視為是最實用且較佳之實施例的細節已被揭露如上時，對於本發明所屬技術領域具有通常知識者而言，可依據本文中所提出的概念與原則來作出而不受限於多種包含了尺寸、材料、外形、形態、功能、操作方法、組裝及使用上的改變。

【圖式簡單說明】

圖1係本發明第一及第二實施例之量產石墨烯示意圖。

圖2係本發明第三實施例之量產石墨烯示意圖。

圖3係本發明第四實施例之量產石墨烯示意圖。

圖4係本發明第五實施例之量產石墨烯示意圖。

圖5係本發明第六實施例之量產石墨烯示意圖。

【主要元件符號說明】

11, 21, 31, 41, 51	高溫反應爐
12, 22, 32, 42, 52	熔融溶劑
13, 23, 33, 43, 53	石墨烯層
14, 24, 34, 44, 54	石墨烯收集裝置
112, 212, 312, 412, 512	出料口
114, 214, 314, 414, 514	進料口
215, 315, 415, 515	進料裝置
36	固體碳源
45	溫度控制裝置



七、申請專利範圍：

1. 一種量產石墨烯之方法，包括：

提供一高溫反應爐，用於儲存一熔融溶劑，且該高溫反應爐包括一設置於頂部之一出料口，以及一進料口；

提供一碳源與該熔融溶劑混合；

該碳源之碳原子在過飽和狀態下析出至該熔融溶劑之表面以形成一石墨烯層；以及

於該出料口收集該石墨烯層。

2. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，該高溫反應爐更包括一進料裝置，其係連接該進料口，以將該碳源加入該熔融溶劑中。

3. 如申請專利範圍第2項所述之方法，其中，該進料口係設置於該高溫反應爐之底部、頂部、側邊或其組合。

4. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，該高溫反應爐更包括一溫度控制裝置。

5. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，該高溫反應爐更包括一石墨烯收集裝置。

6. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，該熔融溶劑係至少一選自由鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)、鉭(Ta)、鈮(Pd)、鉑(Pt)、鏷(La)、鈾(Ce)、鎔(Eu)及其合金所組成之群組。

7. 如申請專利範圍第5項所述之方法，其中，該熔融溶劑更包括金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、鉛(Pb)、鋅(Zn)或其合金。

8. 如申請專利範圍第1項所述之方法，其中，該碳源係為一氣體碳源或固體碳源。

9. 申請專利範圍第8項所述之方法，其中，該氣體碳源係至少一選自由石油裂解氣體、碳氧化合物、水煤氣、或其組合所組成之群組。

10. 申請專利範圍第8項所述之方法，其中，該固體碳源係至少一選自由塑膠、橡膠、醣類、瀝青、汽油、碳黑、石墨、碳氧化合物或其組合所組成之群組。

11. 如申請專利範圍第5項所述之方法，其中，該石墨烯收集裝置係為一批次收集裝置或一連續收集裝置。

12. 如申請專利範圍第2項所述之方法，其中，該進料裝置更包括一除氧裝置。

13. 一種量產石墨烯之裝置，包括：

一高溫反應爐，係用以儲存一熔融溶劑，其中，該高溫反應爐係包括一設置於頂部之一出料口，以及一進料口；

一進料裝置，其係連接該進料口，以將一碳源加入該熔融溶劑中。

14. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該進料口係設置於該高溫反應爐之底部、頂部、側邊或其組合

15. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該量產石墨烯之裝置更包括一溫度控制裝置。

16. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該高溫反應爐更包括一石墨烯收集裝置。

17. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該進料裝置更包括一除氧裝置。

18. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該熔融溶劑係至少一選自由鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)、鉭(Ta)、鈮(Pd)、鉑(Pt)、鐳(La)、鈰(Ce)、鎔(Eu)及其合金所組成之群組。

19. 如申請專利範圍第18項所述之裝置，其中，該熔融溶劑更包括金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、鉛(Pb)、鋅(Zn)或其合金。

20. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該碳源係為一氣體碳源或固體碳源。

21. 申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該氣體碳源係至少一選自由石油裂解氣體、碳氧化合物、水煤氣、或其組合所組成之群組。

22. 申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該固體碳源係至少一選自由塑膠、橡膠、醣類、瀝青、汽油、碳黑、石墨、碳氧化合物或其組合所組成之群組。

23. 如申請專利範圍第16項所述之裝置，其中，該石墨烯收集裝置係為一批次收集裝置或一連續收集裝置。

八、圖式 (請見下頁)：

17. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該進料裝置更包括一除氧裝置。

18. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該熔融溶劑係至少一選自由鐵(Fe)、鈷(Co)、鎳(Ni)、鉭(Ta)、鈮(Pd)、鉑(Pt)、鐳(La)、鈰(Ce)、鎔(Eu)及其合金所組成之群組。

19. 如申請專利範圍第18項所述之裝置，其中，該熔融溶劑更包括金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、鉛(Pb)、鋅(Zn)或其合金。

20. 如申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該碳源係為一氣體碳源或固體碳源。

21. 申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該氣體碳源係至少一選自由石油裂解氣體、碳氧化合物、水煤氣、或其組合所組成之群組。

22. 申請專利範圍第13項所述之裝置，其中，該固體碳源係至少一選自由塑膠、橡膠、醣類、瀝青、汽油、碳黑、石墨、碳氧化合物或其組合所組成之群組。

23. 如申請專利範圍第16項所述之裝置，其中，該石墨烯收集裝置係為一批次收集裝置或一連續收集裝置。

八、圖式 (請見下頁)：

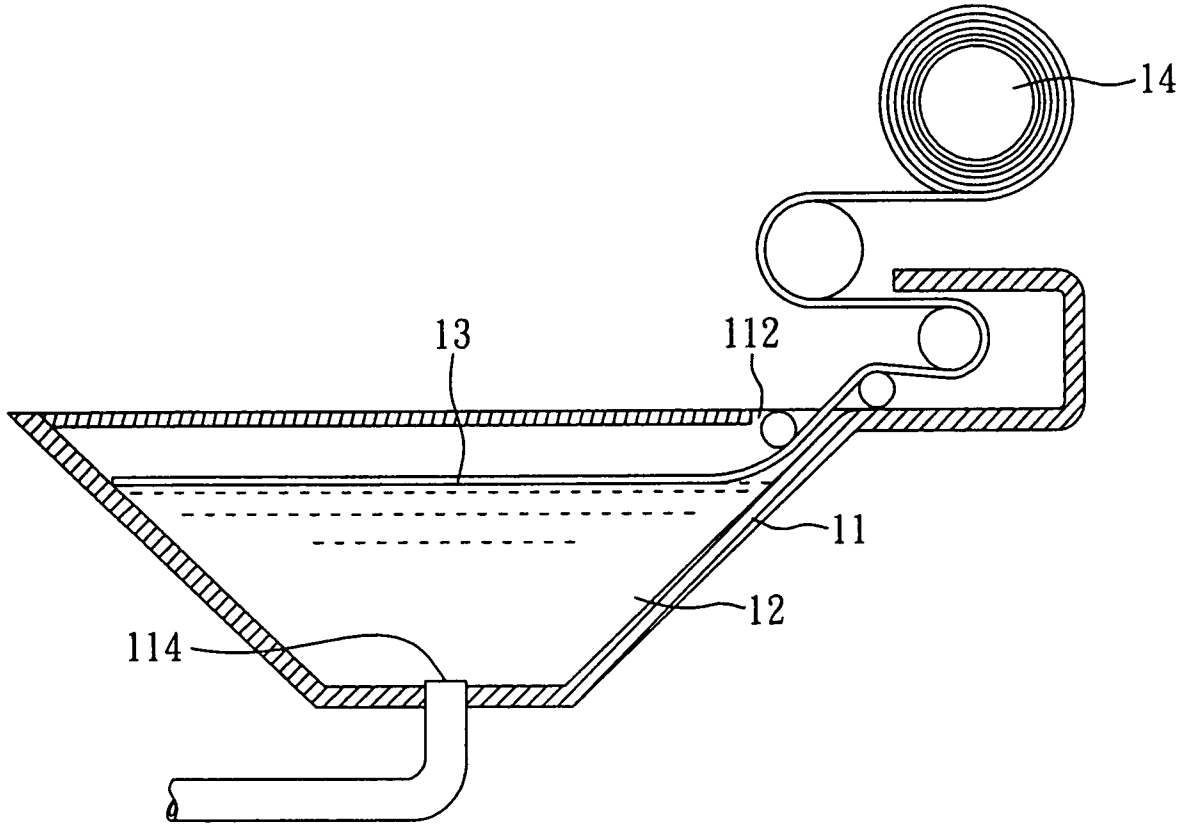


圖1

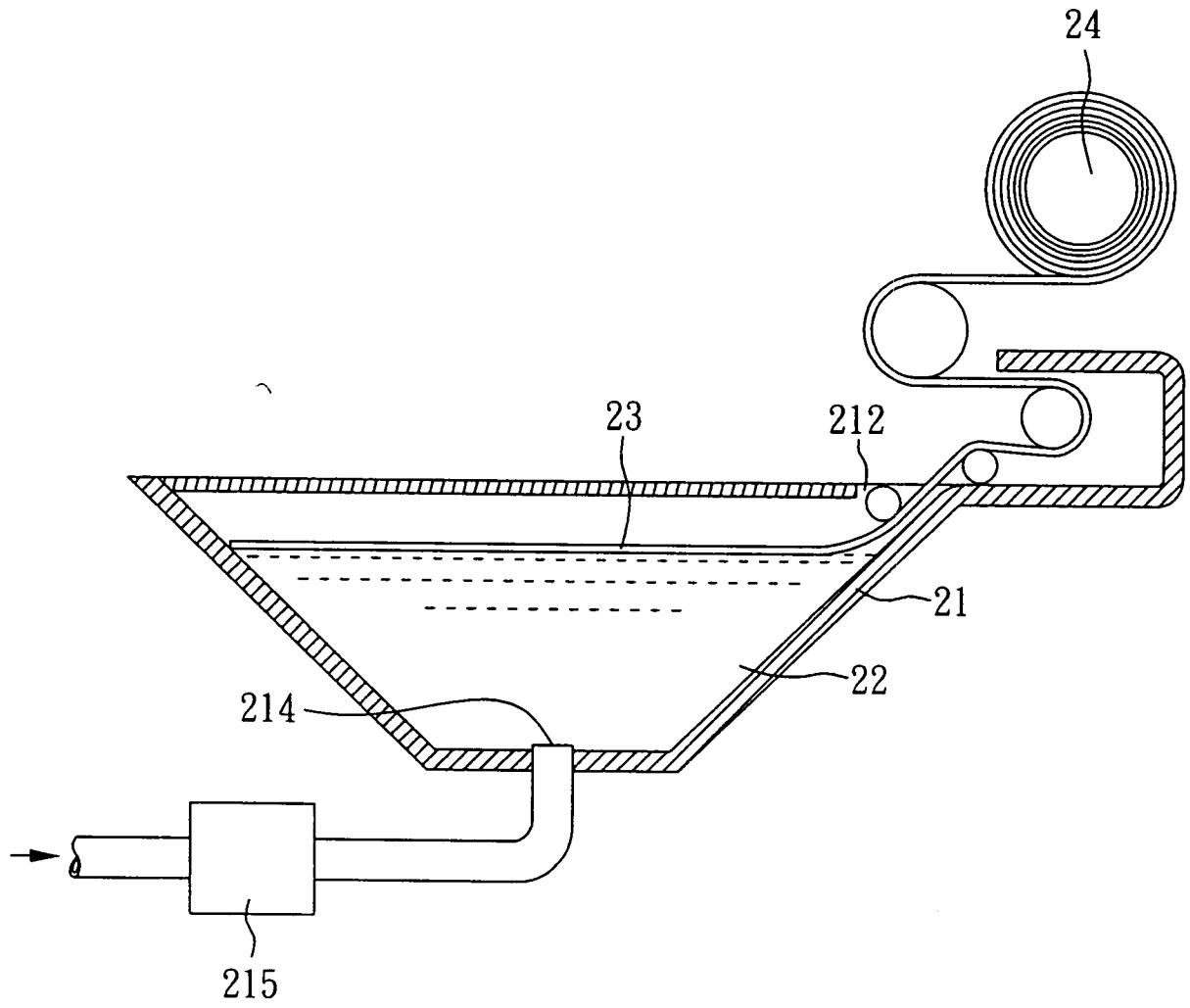


圖2

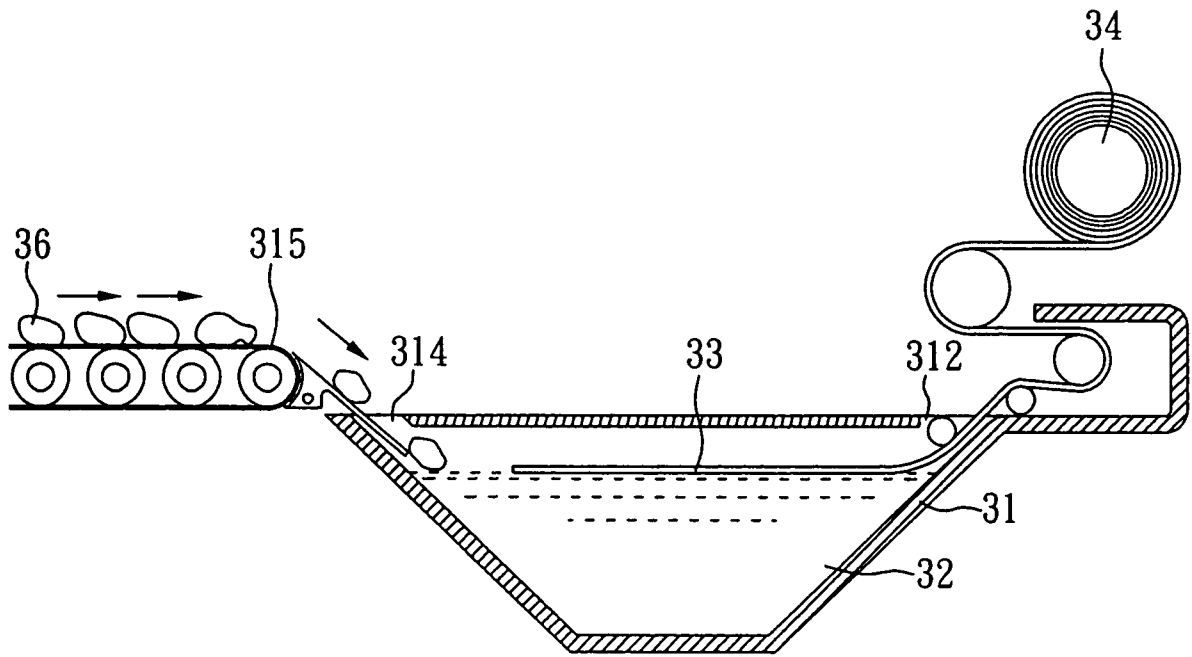


圖3

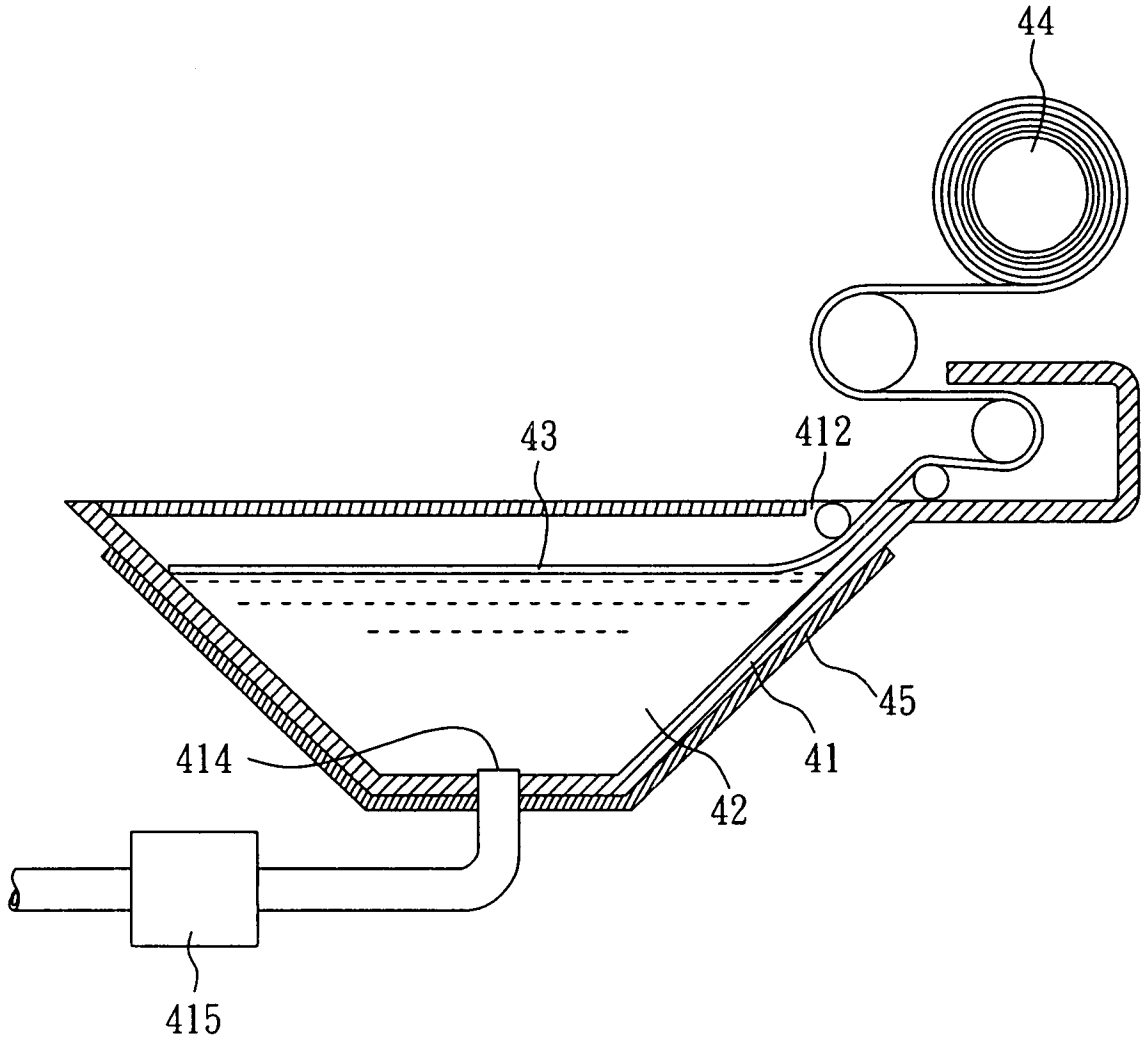


圖4

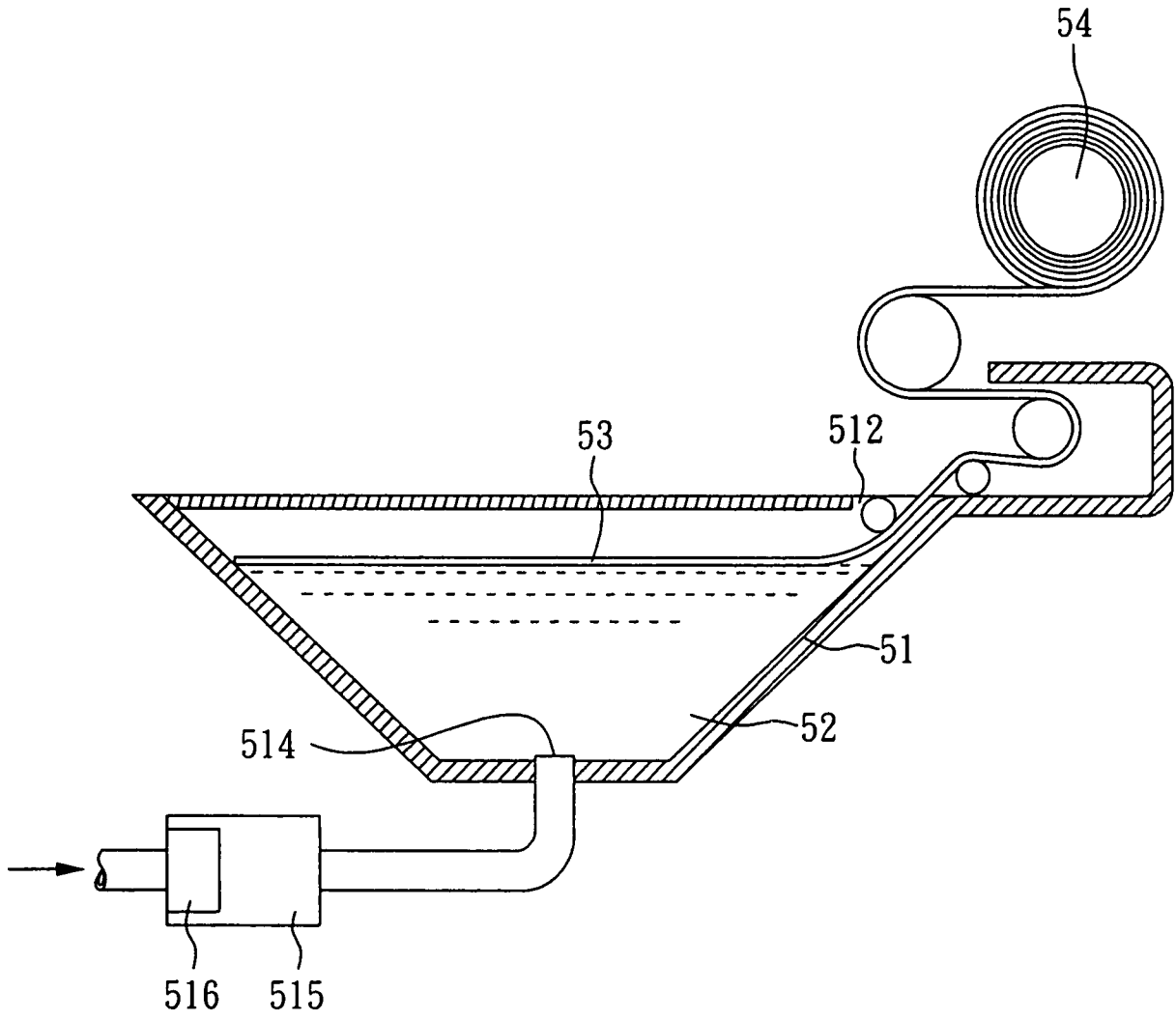


圖5