



(21) 申請案號：101200103

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 01 月 03 日

(51) Int. Cl. : **H01L21/00 (2006.01)**

(71) 申請人：中美矽晶製品股份有限公司(中華民國) SINO-AMERICAN SILICON PRODUCTS INC. (TW)

新竹市新竹科學工業園區工業東二路 8 號

(72) 創作人：王漢民 WANG, HAN MIN (TW)；廖容呈 LIAO, JUNG CHENG (TW)；陳敬智 CHEN, CHING CHIH (TW)；王榮宗 WANG, RONG ZONG (TW)；藍崇文 LAN, C. W. (TW)

(74) 代理人：高玉駿；楊祺雄

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：6 共 20 頁

(54) 名稱

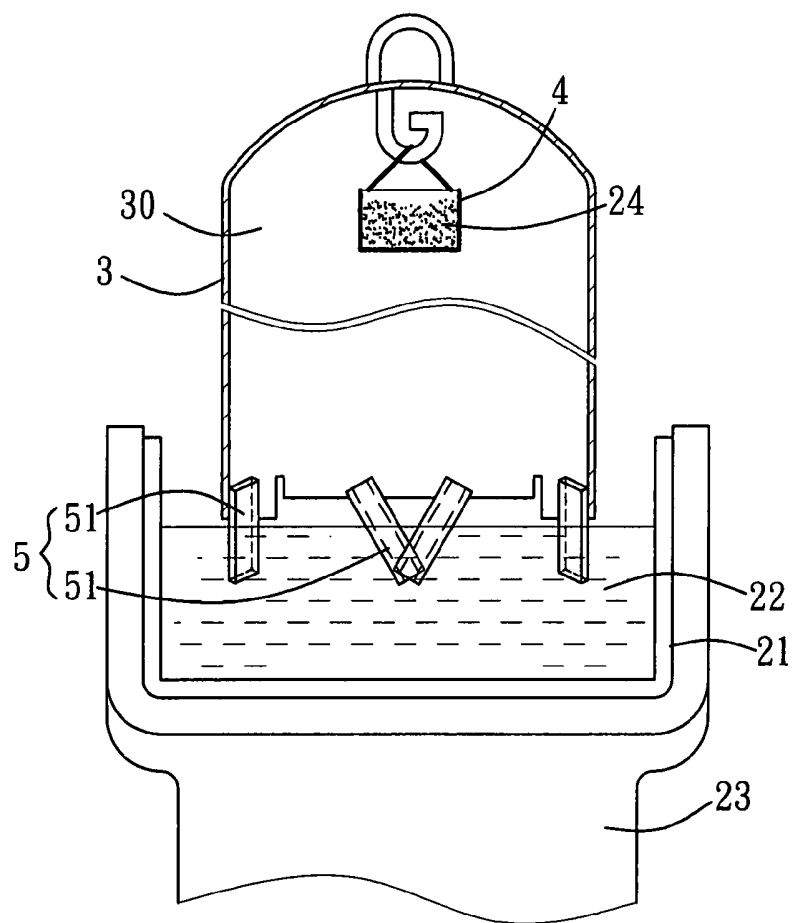
晶體摻雜裝置

AN APPARATUS FOR GROWING CRYSTALS WITH DOPANT

(57) 摘要

一種晶體摻雜裝置，設置於容置有熔融長晶原料的坩堝上，而佈散摻雜物進入該熔融長晶原料中，該晶體摻雜裝置包含罩覆於該坩堝且圍繞界定出開口朝向該坩堝的容置空間的罩蓋、設置於該容置空間中而容裝該摻雜物的容杯，及攪拌件，該攪拌件鄰靠近該容置空間開口地連接於該罩蓋上，且當該晶體摻雜裝置設置於該坩堝上時該攪拌件接觸該位於坩堝中的熔融長晶原料而使該熔融長晶原料以相對異於該坩堝的轉動速率流動，進而製得摻雜濃度高且均勻的具有摻雜物的晶棒。

An apparatus for doping melt with a dopant, it is suspended above the melt in a crucible and doping the melt with the dopant. The apparatus comprises a vessel having a capacity space with a mouth open to the crucible; a cup containing the dopant and in the capacity space; and a mixer extending from the vessel and adjacent to the crucible. The mixer touches the melt in the crucible when installing above the crucible and stirs the melt to improve the efficiency with which dopant is dissolved in the melt. In accordance with the apparatus, the dopant dissolved more efficiently and uniform in the melt.



- 21 . . . 坩堝
- 22 . . . 熔融長晶原料
- 23 . . . 底座
- 24 . . . 摻雜物
- 3 . . . 罩蓋
- 30 . . . 容置空間
- 4 . . . 容杯
- 5 . . . 攪拌件
- 51 . . . 葉片

圖2

五、新型說明：

【新型所屬之技術領域】

本新型是有關於一種長晶用裝置，特別是指一種晶體摻雜裝置。

【先前技術】

早期製作含有摻雜物的晶圓是將摻雜物固體小顆粒直接丟入熔融的長晶原料中，之後再長晶成晶棒，切割後製得含有摻雜物的晶圓。但因為摻雜物的氣化溫度遠低於熔融的長晶原料溫度，所以，摻雜物在此高溫下具有高度揮發性而導致大部分摻雜物昇華、激烈地逸散於外界環境中，因此，最終製得的晶圓的摻雜濃度便非常的低。

參閱圖 1，為增加摻雜濃度，目前是採用如圖 1 所示的晶體摻雜裝置 1 進行摻雜並續而長晶製得晶棒。

該晶體摻雜裝置 1 設置於容置有熔融長晶原料 12 的坩堝 11 上，包含一界定出一容置空間 130 的罩蓋 13，及一設置於該容置空間 130 以放置摻雜物 14 的容杯 15，且該罩蓋 13 的開口面向該坩堝 11，而其中，該盛裝有熔融長晶原料 12 的坩堝 11 是設置於一基座 16 上而可被控制地繞一中心軸線旋轉，進而施行例如柴式長晶法 (Czochralski process) 的製程長晶以製作出晶棒。

進行摻雜時，由於該坩堝 11 中的熔融長晶原料 12 例如矽熔點通常極高，因此，使得位於該坩堝 11 上的罩蓋 13 中的容杯 15 內的摻雜物 14 在此高溫下直接氣化 (vaporization) 而充斥於被罩蓋 13 圍繞出的容置空間 13 中

，並擴散溶解至該坩堝 11 中的熔融長晶原料 12 中，接著，以擴散解有摻雜物 14 的熔融長晶原料 12 長晶成晶棒，切割後即製得具有摻雜物的晶圓。

使用如圖 1 所示的晶體摻雜裝置 1 雖然可以將摻雜物 14 溶入該熔融長晶原料 12 中，進而製作得到具有摻雜物 14 的晶圓，但，在摻雜物 14 氣化而擴散溶解至熔融長晶原料 12 中時，該熔融長晶原料 12 的表層因摻雜濃度較高而容易形成摻雜物團簇物 (cluster)，導致後續長晶時的初期 (pre-body) 斷線問題，另外，該熔融長晶原料 12 表層的摻雜濃度高亦會造成氣相摻雜物 14 無法持續擴散溶入該熔融長晶原料 12 中，而使得最終成形的晶棒摻雜物量不高、且所含摻雜物的濃度分布不均勻。

【新型內容】

因此，本新型之目的，即在提供一種可以提高摻雜物摻雜濃度且摻雜均勻的晶體摻雜裝置。

於是，本新型晶體摻雜裝置設置於一容置有熔融長晶原料的坩堝上，而佈散一摻雜物進入該熔融長晶原料中，該晶體摻雜裝置包含一罩蓋、一容杯，及一攪拌件。

該罩蓋罩覆於該坩堝上，且圍繞界定出一開口朝向該坩堝的容置空間。

該容杯設置於該容置空間中而容裝有該摻雜物。

該攪拌件鄰靠近該容置空間的開口地連接於該罩蓋上，且當該晶體摻雜裝置設置於該坩堝上時該攪拌件接觸該位於坩堝中的熔融長晶原料而使該熔融長晶原料以相對異

於該坩鍋的轉動速率流動。

較佳地，當該晶體摻雜裝置設置於該坩鍋上時，該攪拌件接觸該位於坩鍋中的熔融長晶原料而使該熔融長晶原料以一軸線為中心向外且向下流動。

較佳地，該攪拌件包括多數間隔且由該罩蓋底緣向該坩鍋方向延伸的葉片。

較佳地，該攪拌件包括一兩端分別連接於該罩蓋上的連接臂、一由該連接臂朝該坩鍋中的熔融長晶原料方向延伸的中心桿，及多數由該中心桿外周緣徑向向外延伸的攪拌葉。

本新型之功效在於：藉由該攪拌件的設置使得該熔融長晶原料被擾動而旋轉流動，而令該摻雜物的擴散溶解過程因該熔融長晶原料的流動而分散均勻，並因此提高擴散溶解速率，而製作出摻雜濃度高且均勻的晶棒。

【實施方式】

有關本新型之前述及其他技術內容、特點與功效，在以下配合參考圖式之二個較佳實施例的詳細說明中，將可清楚的呈現。

在本新型被詳細描述之前，要注意的是，在以下的說明內容中，類似的元件是以相同的編號來表示。

參閱圖 2，本新型晶體摻雜裝置之一第一較佳實施例設置於一容置有熔融長晶原料 22 的坩鍋 21 上方，包含一罩蓋 3、一容杯 4，及一攪拌件 5，用於佈散一摻雜物 24 進入該熔融長晶原料 22 中，並續而進行長晶以製作晶棒，切割

後製得含有摻雜物的晶圓。

在本例中，特別說明的是，該盛裝有熔融長晶原料 22 的坩堝 21 是設置於一基座 23 上而可被控制地繞一軸線旋轉，進而實施例如柴式長晶法(Czochralski process)進行長晶製作品棒。

該罩蓋 3 罩覆於該坩堝 21 上方且具有一開口朝向該坩堝 21 的容置空間 30，在本第一較佳實施例中，該罩蓋 3 成鐘形罩形狀並可以相對該坩堝 21 不動的方式，例如卡掣吊掛，設置於該坩堝 21 上，令氣化後的摻雜物 24 不會快速地逸散於環境中而能朝該熔融長晶原料 22 方向擴散。

該容杯 4 設置於該容置空間中而容裝該摻雜物，在本第一較佳實施例中，該容杯 4 是以掛置方式設置於該容置空間 30 中並容裝該摻雜物 24，透過該容杯 4 設置位置與該坩堝 21 中的熔融長晶原料 22 的距離可控制該摻雜物 24 因該熔融長晶原料的溫度而氣化的速度。

該攪拌件 5 是鄰靠近該容置空間 30 開口地連接於該罩蓋 3 上，並包括多數間隔且由該罩蓋 3 底緣向該坩堝 21 中的熔融長晶原料 22 方向延伸的葉片 51，在本第一較佳實施例中，該等葉片 51 共四個、成長板狀且分別連接於該罩蓋 3 底緣的四個方位，以得到較均勻的攪拌效果。

當本新型晶體摻雜裝置設置於該容裝有熔融長晶原料 22 的坩堝 21 上並開始進行摻雜時，該坩堝 21 繞該軸線自體緩緩轉動，此時因為該罩蓋 3 以卡掣吊掛的方式而相對於該坩堝固定不動地設置於該坩堝上，且該攪拌件 5 的每

一葉片 51 接觸該位於該坩堝 21 中的熔融長晶原料 22，所以使得該熔融長晶原料 22 被該等葉片 51 擾動而以不同於該坩堝 21 旋轉速率地流動，同時，容置於該容杯 4 中的摻雜物 24 因熔融長晶原料 22 的高溫而氣化充斥於該罩蓋 3 的容置空間 30 中，所以成氣相的摻雜物 24 便朝該流動的熔融長晶原料 22 持續擴散、溶解進入該熔融長晶原料 22 中，而得到高濃度摻雜的熔融長晶原料 22，最後，待摻雜完畢，即可自該坩堝 21 上移開該晶體摻雜裝置而續以高摻雜物濃度、且均勻摻雜的熔融長晶原料 22 進行長晶得到晶棒，切割後製得高濃度摻雜的晶圓。

另外要補充說明的是，該等葉片 51 的設置是具有預定的角度，例如相對於該熔融長晶原料 22 表面 45° 的傾斜且與沿該旋轉軸線所成的平面夾設預定角度的偏斜的方式設置時，可以攪動該熔融長晶原料 22 呈現以該軸線為中心向外且向下流動地旋轉，而使得摻雜物 24 更易溶解進入熔融長晶原料 22 中，且混合得更為均勻。

此外，該罩蓋 3 亦可被控制地以不同於該坩堝 21 旋轉速率的轉速懸掛於該坩堝 21 上而自身旋轉，同樣可達到擾動該熔融長晶原料 22 以不同於該坩堝 21 轉動速率地流動的目地，更佳地，該罩蓋 3 的轉動方向是與該坩堝 21 的轉動方向相反而可達到最好的混合效果。

參閱圖 3、4，本新型晶體摻雜裝置之一第二較佳實施例與該第一較佳實施例相似，其不同之處在於該攪拌件 5'。該攪拌件 5' 包括一兩端分別連接於該罩蓋 3 上並位於該

容置空間 30 的連接臂 52、一由該連接臂 52 朝該坩堝 21 中的熔融長晶原料 22 方向延伸的中心桿 53，及多數由該中心桿 53 外周緣徑向向外延伸的攪拌葉 54，而在本第二較佳實施例中，由該成圓柱狀的中心桿 53 外緣間隔向外延伸出四個片狀的攪拌葉 54，且該等攪拌葉 54 與該坩堝 21 中的熔融長晶原料 22 所成平面成一傾斜夾角而使得該被擾動的熔融長晶原料 22 呈現以旋繞該軸線為中心地向外且向下環繞流動達到混合均勻的目的。

本第二較佳實施例同樣藉著該攪拌件 5' 的每一攪拌葉 54 接觸該坩堝 21 中的熔融長晶原料 22，搭配該坩堝 21 及/或該罩蓋 3 的相對轉動，使得該熔融長晶原料 22 被擾動、且以異於該坩堝 21 的轉動速率流動而令該容置空間 30 中氣化的摻雜物 24 更容易擴散溶解進入該熔融長晶原料 22 中。

而以上述本新型二個較佳實施例所說明的晶體摻雜裝置進行長晶、製作具有摻雜物的晶圓時，是先將該晶體摻雜裝置設置於該容置有熔融長晶原料的坩堝上且該晶體摻雜裝置的攪拌件接觸該熔融長晶原料，接著因為該坩堝、及/或該罩蓋的轉動令該熔融長晶原料因該攪拌件的接觸而以異於該坩堝的轉動速率繞一軸線旋轉流動，且更佳地，配合該攪拌件與該熔融長晶原料的接觸夾角設置使得該熔融長晶原料是以該軸線為中心向外且向下環繞流動，達到更好的混合效果。

同時，位於該坩堝中熔融長晶原料上方的容杯內的摻

雜物因為高溫氣化而充滿於該罩蓋圍繞所成的容置空間中，並朝向該坩堝中熔融長晶原料方向擴散進而開始溶解於流動的該熔融長晶原料中。

摻雜完成後得到該摻雜有高濃度的摻雜物且摻雜均勻的熔融長晶原料，並將本新型晶體摻雜裝置移除，續而以該摻雜有摻雜物的熔融長晶原料進行長晶、製得晶棒，最後將晶棒切割後得到具有摻雜物的晶圓。

特別值得一提的是，如先前技術中所提及，摻雜時在不擾動該坩堝中的熔融長晶原料的情況下，該熔融長晶原料表面摻雜物濃度會在達到飽和後導致氣相摻雜物繼續向該熔融長晶原料擴散的速度變慢，並在該熔融長晶原料表面形成高摻雜物濃度的邊界層，而此邊界層深度約為1~2mm，故本新型晶體摻雜裝置便是利用該攪拌件與該熔融長晶原料的接觸，以及相對轉動而攪拌該熔融長晶原料而避免高摻雜物濃度的邊界層的形成，更進一步的，該罩蓋的設置高度以令該攪拌件接觸該熔融長晶原料並深入大於2mm為佳，而能達到較好的攪拌效果，使氣化後的摻雜物更容易溶入該熔融長晶原料中。

參閱圖5、6，發明人以砷(As)為摻雜物在熔融矽(Si)中使用本新型晶體摻雜裝置進行摻雜，而同時與以現有的晶體摻雜裝置1(見圖1)進行摻雜來做比較，並分別以該些以不同摻雜裝置所得到的具有摻雜物的熔融長晶原料進行長晶、製備晶棒，並由多次的實驗次數統計出兩種以不同摻雜裝置而具有摻雜物的熔融長晶原料長晶時的斷線次數

以及所製得晶棒的電阻。

由實驗結果得知，以本新型晶體摻雜裝置長晶不僅初期(Pre-body)斷線次數由每爐平均 3.3 次減少至 0.67 次，每爐的斷線比例更由 3.55 次降至 1.17 次；此外，由本新型晶體摻雜裝置所製得的晶棒整體電阻也因為摻雜物濃度較高、較均勻而使得能有將近 30%長度的晶棒電阻低於 2mohm/cm，遠高於目前業界上僅有 10~15%長度的晶棒電阻是低於 2mohm/cm 的結果。

本新型藉由該接觸熔融長晶原料 22 的攪拌件 5 使該熔融長晶原料 22 產生擾動而形成攪拌、混合的流動效果，改善原本因熔融長晶原料 22 表層濃度飽和、阻礙摻雜物 24 繼續向內擴散溶解的速率，更進一步還能避免該熔融長晶原料 22 表層因為摻雜濃度高形成的摻雜物團簇物(Cluster)而導致長晶斷線的問題

綜上所述，本新型晶體摻雜裝置利用機械力的攪拌擾動、混合該熔融長晶原料，如此一來便可避免該熔融長晶原料形成具有高濃度摻雜物的表面阻礙後續的氣相摻雜物的擴散溶解速度，甚而因該熔融長晶原料的表層摻雜物濃度高導致團簇物的形成、長晶時斷線的問題發生，故確實能達成本新型之目的。

惟以上所述者，僅為本新型之較佳實施例而已，當不能以此限定本新型實施之範圍，即大凡依本新型申請專利範圍及新型說明內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍屬本新型專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 是一側視示意圖，說明現有的晶體摻雜裝置；

圖 2 是一側視示意圖，說明本新型晶體摻雜裝置的第一較佳實施例；

圖 3 是一側視示意圖，說明本新型晶體摻雜裝置的第二較佳實施例；

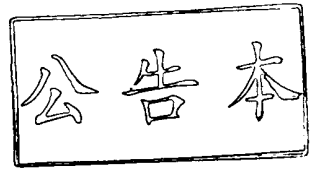
圖 4 是一立體圖，說明該第二較佳實施例中的一攪拌件；

圖 5 是一長條圖，說明本新型與現有的晶體摻雜裝置長晶時斷線的次數；及

圖 6 是一折線圖，說明本新型與現有的晶體摻雜裝置所製備晶棒的電阻分佈。

【主要元件符號說明】

21	坩堝	5	攪拌件
22	熔融長晶原料	51	葉片
23	基座	5'	攪拌件
24	摻雜物	52	連接臂
3	罩蓋	53	中心桿
30	容置空間	54	攪拌葉
4	容杯		



新型專利說明書

(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：101200103

※申請日：101.1.03

※IPC 分類：H01L 21/00 (2006.01)

一、新型名稱：(中文/英文)

晶體摻雜裝置 / An apparatus for growing crystals with dopant

二、中文新型摘要：

一種晶體摻雜裝置，設置於容置有熔融長晶原料的坩堝上，而佈散摻雜物進入該熔融長晶原料中，該晶體摻雜裝置包含罩覆於該坩堝且圍繞界定出開口朝向該坩堝的容置空間的罩蓋、設置於該容置空間中而容裝該摻雜物的容杯，及攪拌件，該攪拌件鄰靠近該容置空間開口地連接於該罩蓋上，且當該晶體摻雜裝置設置於該坩堝上時該攪拌件接觸該位於坩堝中的熔融長晶原料而使該熔融長晶原料以相對異於該坩堝的轉動速率流動，進而製得摻雜濃度高且均勻的具有摻雜物的晶棒。

三、英文新型摘要：

An apparatus for doping melt with a dopant, it is suspended above the melt in a crucible and doping the melt with the dopant. The apparatus comprises a vessel having a capacity space with a mouth open to the crucible; a cup containing the dopant and in the capacity space; and a mixer extending from the vessel and adjacent to the

crucible. The mixer touches the melt in the crucible when installing above the crucible and stirs the melt to improve the efficiency with which dopant is dissolved in the melt. In accordance with the apparatus, the dopant dissolved more efficiently and uniform in the melt.

六、申請專利範圍：

1. 一種晶體摻雜裝置，設置於一容置有熔融長晶原料的坩堝的上方，而佈散一摻雜物進入該熔融長晶原料中，該晶體摻雜裝置包含：
 - 一罩蓋，罩覆於該坩堝上且圍繞界定出一開口朝向該坩堝中熔融長晶原料的容置空間；
 - 一容杯，設置於該容置空間中而容裝該摻雜物；及
 - 一攪拌件，鄰靠近該容置空間的開口地連接於該罩蓋上，且當該晶體摻雜裝置設置於該坩堝上時該攪拌件接觸該位於坩堝中的熔融長晶原料而使該熔融長晶原料以相對異於該坩堝轉動速率地流動。
2. 依據申請專利範圍第 1 項所述之晶體摻雜裝置，其中，當該晶體摻雜裝置設置於該坩堝上時，該攪拌件接觸該位於坩堝中的熔融長晶原料而使該熔融長晶原料以一軸線為中心向外且向下流動地旋轉。
3. 依據申請專利範圍第 2 項所述之晶體摻雜裝置，其中，該攪拌件包括多數間隔且由該罩蓋底緣向該坩堝方向延伸的葉片。
4. 依據申請專利範圍第 2 項所述之晶體摻雜裝置，其中，該攪拌件包括一兩端分別連接於該罩蓋上的連接臂、一由該連接臂朝該坩堝開口方向延伸的中心桿，及多數由該中心桿外周緣徑向向外延伸的攪拌葉。
5. 依據申請專利範圍第 3 或第 4 項所述之晶體摻雜裝置，其中，該攪拌件接觸並伸置於該熔融長晶原料中的深度

於 2mm。

七、圖式：

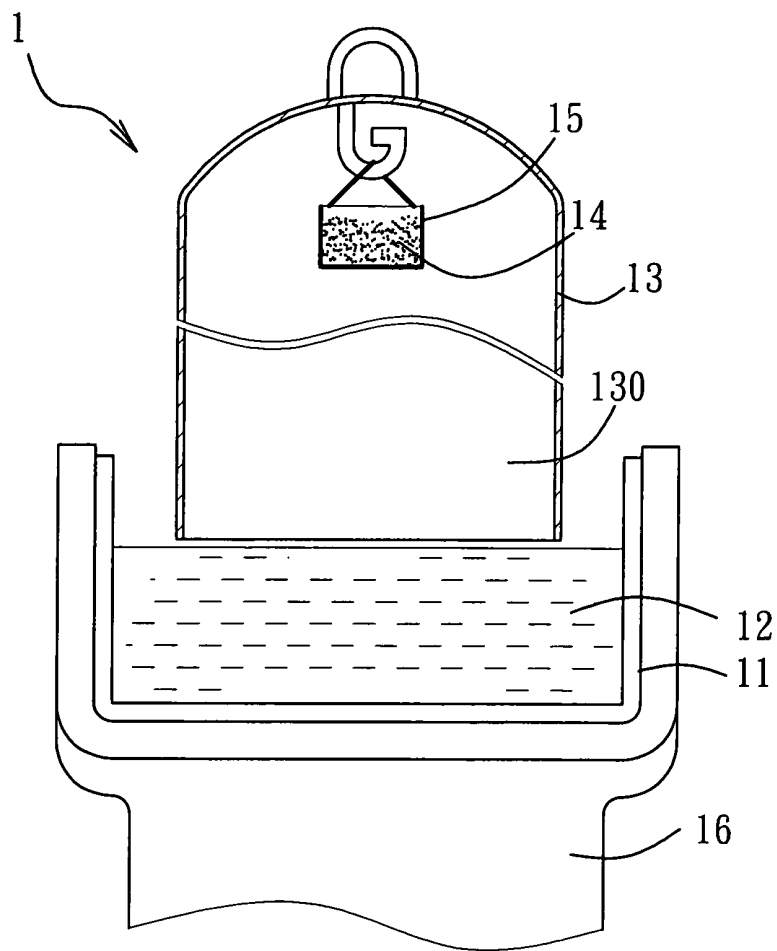


圖1

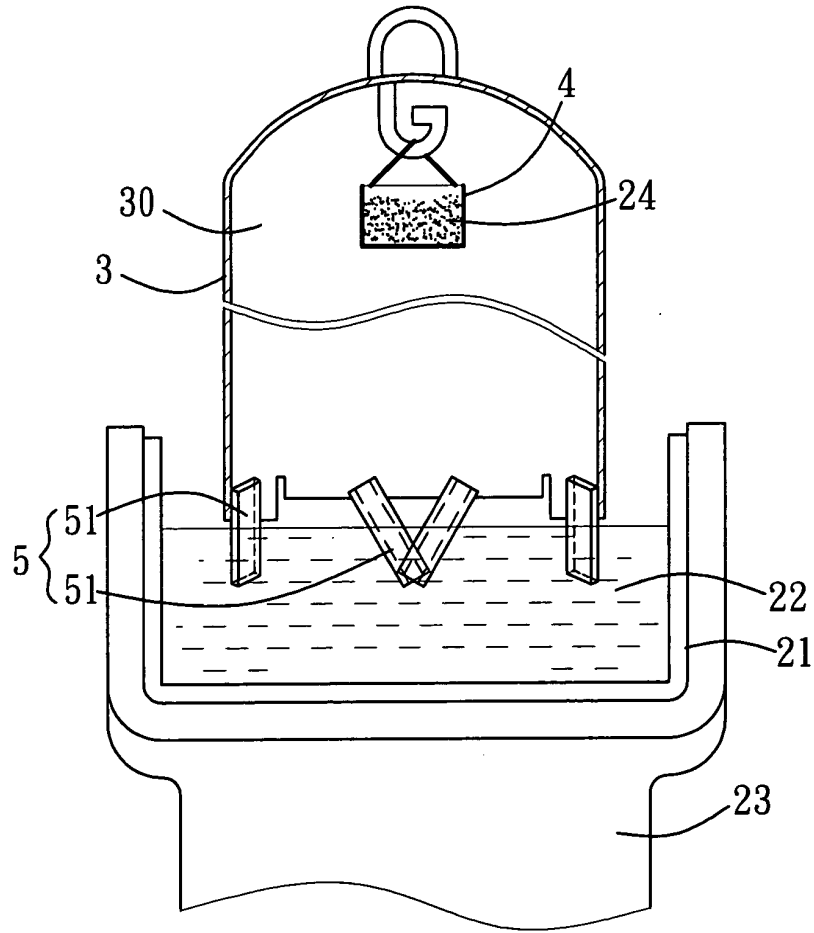


圖2

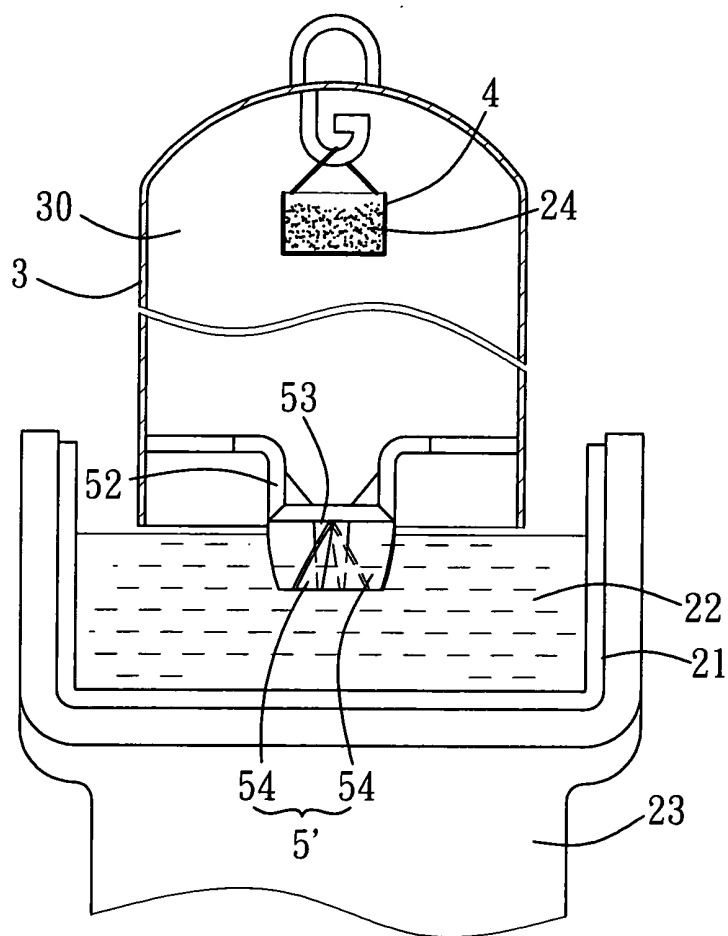


圖3

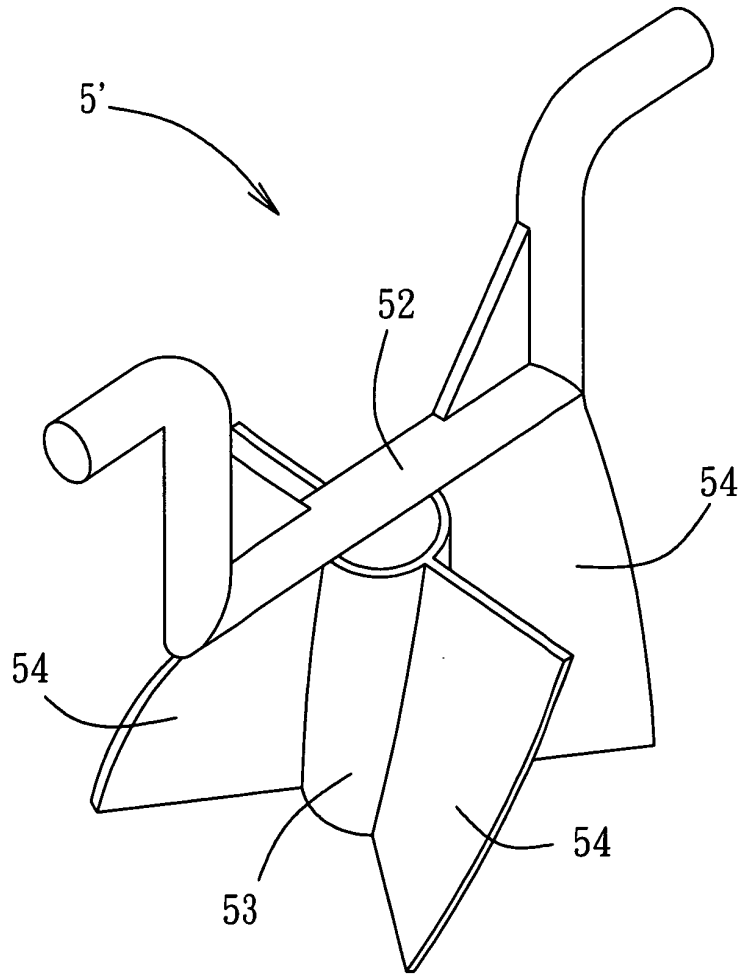


圖4

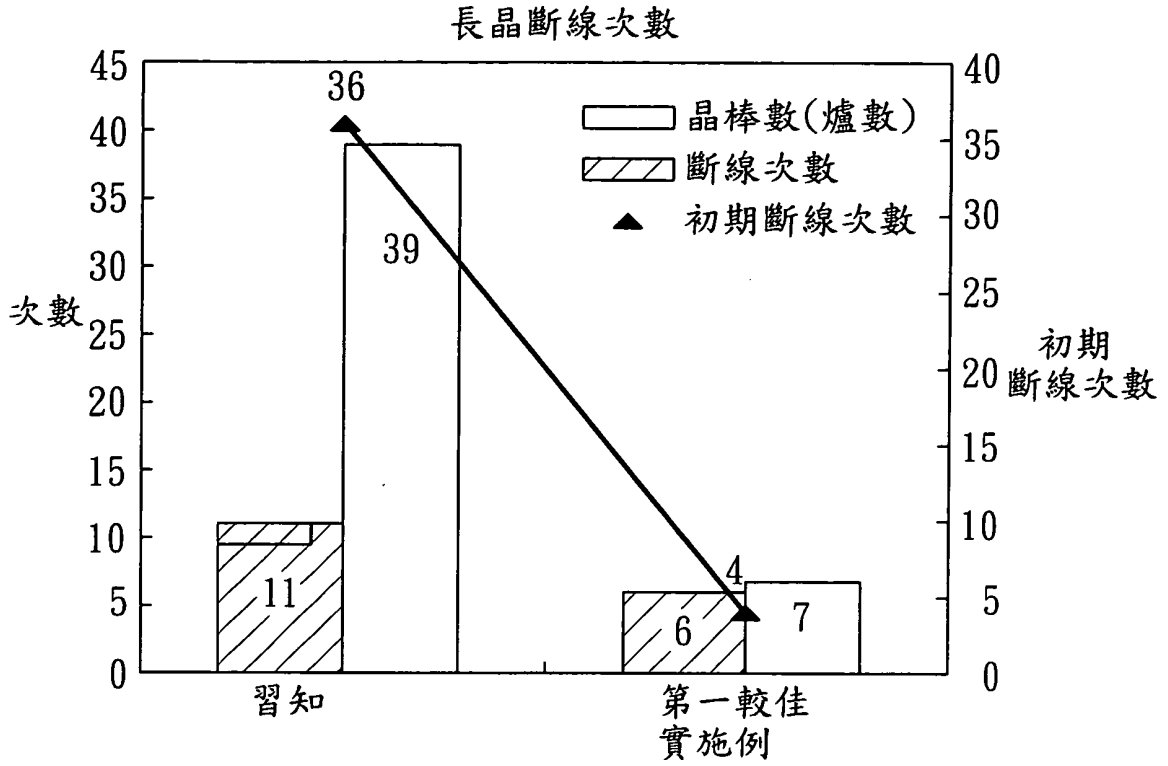


圖5

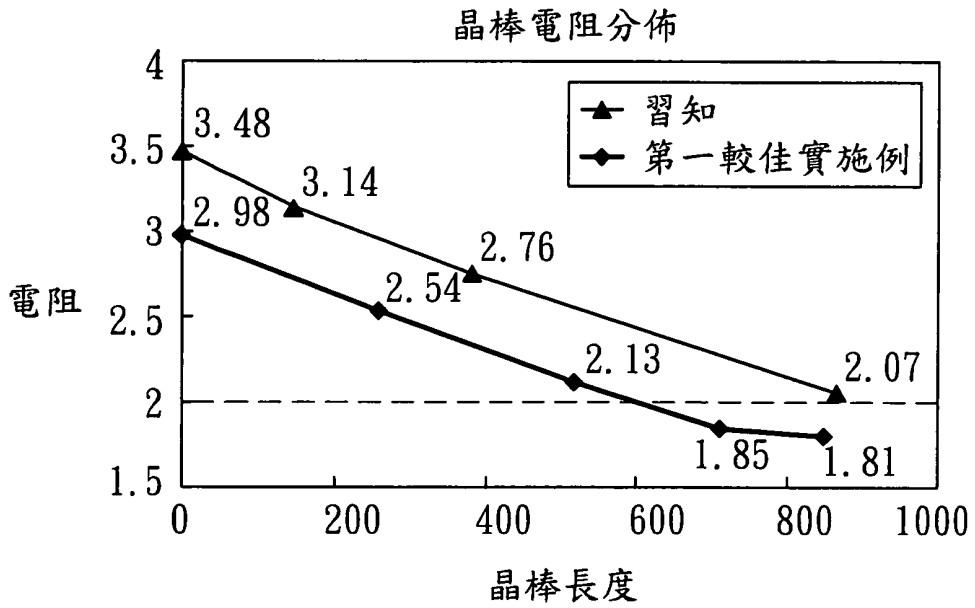


圖6

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	坩堝	30	容置空間
22	熔融長晶原料	4	容杯
23	基座	5	攪拌件
24	摻雜物	51	葉片
3	罩蓋		