

公 告 本

申請日期	90.11.6
案 號	90127527
類 別	B27F/00, B01J2/04

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

577779

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	複數之球體及其形成方法
	英 文	"METHODS OF FORMING A PLURALITY OF SPHERES; AND PLURALITIES OF SPHERES"
二、發明人 創作	姓 名	1.柯林 伊迪 COLIN EDIE 2.大衛 B. 肯諾 DAVID B. KENO 3.克利斯多夫 L. 帕芬紐克 CHRISTOPHER L. PARFENIUK
	國 籍	1. 3.加拿大 2.美國
	住、居所	1.美國華盛頓州維達里市東泰倫斯巷15125號 2.美國華盛頓州費爾菲德市西瑪爾街606號 3.美國華盛頓州史波肯尼市東艾德路8107號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商哈尼威爾國際公司 HONEYWELL INTERNATIONAL INC.
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國紐澤西州摩里斯鎮哥倫比亞路101號
	代 表 人 姓 名	羅傑 H. 克里斯 ROGER H. CRISS

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權美國 2000年11月09日 09/710,030 ☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： ，寄存號碼：

五、發明說明 (1)

技術的領域

本發明係有關於複數之球體及其形成方法。

發明之背景

現有的複數種應用中係期望形成具有一致之直徑、球體形狀以及表面特性的複數球體，就示範之應用而言係包括形成圓柱封裝材料所用之玻璃及/或陶瓷珠；形成射鳥所用之鉛、鈹、鎢或鋼珠；以及形成半導體加工應用裝置所使用之軟焊料珠(或球)。

半導體加工應用裝置所使用之軟焊料珠的形成係為特別地困難，因為對於該等焊料珠之一致性的需求係特別地高。例如，一種使用軟焊料珠之示範性的半導體加工應用裝置係為所謂的球狀柵格陣列加工，其中軟焊料珠係被轉移至一半導體元件(或是封裝)並接著被熔化相關於元件形成電氣互連。該等軟焊料珠係藉由將其滾動橫越其中具有複數凹口之模板，並接著搖動模板用以去除多餘之軟焊料珠同時留下仍保持在凹口中之軟焊料珠而形成。假若軟焊料珠並非皆為完全一致時，一些軟焊料珠於其他的軟焊料珠相較係不同地滾動，此係導致一些凹口未被填滿及/或一些無法從模板完全地滾動的多餘軟焊料珠。最後，在經過搖動之後依然留在模板上之軟焊料珠係被提起(典型地藉由一真空裝置)，並被轉移至一半導體基板，在其上軟焊料珠應可形成由位在模板中之凹口的圖案所定義之一種圖案。然而，假若在搖動之後多餘的軟焊料珠仍然留在模板上，或是假若模板中一些凹口未被填滿時，被轉移至半導體基

五、發明說明(2)

板的圖案會發生錯誤，如此會導致與半導體基板結合之半導體元件的故障。於半導體元件之晶片級封裝期間上述球狀柵格陣列加工法係為相關於形成電氣互連的一種重要之加工法，例如，並係可結合覆晶之應用。此外，球狀柵格陣列加工法係可在形成較晶片級為大之封裝時使用。

複數種已發展之方法係用於形成複數之小球體，該等方法中球體係由材料開始受到衝壓、切割及/或滾動而製成。然而，仍存在著對於改良形成複數之一致球體的方法之需求。

發明之概要說明

於一觀點中，本發明係包含一種形成複數之球體的方法。配置一通道其之末端係為一孔口。液體流經該通道並經由孔口排出以形成液滴。液滴接著通過一流體受到冷卻並固化而成為複數之球體。至少一些球體受到聚集。液體之壓力係約維持在形成冷卻成聚集之球體之液滴時之數值的 $\pm 10\%$ 範圍內。於特定的具體實施例中，液體之壓力係可穩定地約維持在形成冷卻成聚集之球體之液滴時之數值的 $\pm 3\%$ 範圍內，並且，例如，在形成冷卻成聚集之球體的液滴時係可穩定地維持在約為 $\pm 0.05\%$ 範圍內。

於另一觀點中，本發明包含至少為數百個球體之複數球體其之直徑約小於0.05吋，特徵在於至少95%之球體係約位在球體之平均直徑的 $\pm 1.2\%$ 範圍內。

圖式之簡要說明

現將相關於以下之伴隨的圖式對本發明之較佳的具體實

五、發明說明 (3)

施例加以說明。

圖1係為一種裝置的圖表、概略之部分的橫截面視圖，該裝置係可根據本發明之方法用於形成複數之一致的球體。

圖2係可於圖1之裝置中使用的噴嘴的橫截面視圖，並顯示形成液體之球狀液滴的動作。

圖3係顯示複數種不同型式之顆粒，其係在本發明之球體形成作動時形成。

圖4係顯示一種球體分類裝置，其係可於本發明之方法用以從由一球體形成裝置所形成之其他的顆粒中分類所欲之球體。

圖5係為圖4之分類裝置的底視圖。

圖6A及6B係為根據本發明之方法所產生之球體的一致性之圖表(圖6A)，以及根據習知技藝之方法所產生於市場上販售之球體的一致性(圖6B)。

較佳具體實施例之詳細說明

本發明係包含形成複數一致之球體的方法。於一觀點中，本發明包含一識別動作，倘若液滴本身係為一致的並在固化過程中保持一致性，則可藉由液體材料之液滴固化形成一致的球體。因此，本發明係包含用於形成一致之液滴流的方法，該液滴接著加以冷卻形成複數之一致的球體。

相關於圖1說明本發明之一具體實施例，其中顯示一種用於形成複數一致之球體的裝置10。裝置10係相關於垂直

五、發明說明 (4)

軸"Y"以及水平軸"X"加以說明。

裝置10係包括一升高的容器12其中包含一種液體14。容器12之側邊係以橫截面圖顯示因此於容器12中係可見到液體14。容器12係可包含複數種液體密封材料中之任一種，諸如，例如金屬或是塑膠。液體14係包含熔態的材料，例如，係可包含熔態金屬、熔態塑膠或是熔態玻璃。於一特別的具體實施例中，裝置10係用於形成一種軟焊料，而液體14係包含一種熔態混合物其係包括一或更多種之錫、鉛、銅及銀。混合物本質上係可由一或更多種之錫、鉛、銅及銀所組成，或是由一或更多種之錫、鉛、銅及銀所組成。一種示範的軟焊料包含本質上由錫及鉛所組成之混合物，其中錫之濃度係約為63%(重量比)。另一種示範的軟焊料之成分包含錫、銅及銀。

容器12係構形成將材料14的溫度維持在材料之熔化溫度以上的溫度。例如，假若材料14包含錫及鉛之軟焊料成分時，其之熔化溫度約為180°C。因此，容器12係較佳地維持在180°C以上之溫度，用以維持軟焊料處在熔化的形式，較佳的操作溫度係約為250°C至270°C。為了維持溫度完全高過材料14之熔點，係可維持材料之低黏度以改良材料之流動特性。

容器12係沿著垂直軸"Y"升高高於地面之上，用以提供熔態材料14之壓力水頭。容器12之示範性的升高距離係約為10呎至50呎，而典型地係約為30呎。容器12係由一支撐結構(未顯示)所支撐著。儘管所示之容器12係為矩形，但

五、發明說明 (5)

應可瞭解的是容器12係可包含複數種幾何的形式。然而，令人滿意的是容器12係可維持熔態材料14之質量為具有較大表面積之一相對的薄層。例如，容器12係可維持熔態材料14為一約為1吋厚、表面積約為8平方呎之液體。大表面積係容許流進或流出容器12之實質上的材料量大體上不會造成容器12中材料14之高度的變化。容器12中材料14之高度最終係決定流經裝置10之材料的壓力，並且與具有相同質量14但表面積較小所造成之壓力變動相較，容器12所提供之大的表面積係可減少裝置10中壓力的變動。容器12中材料14之高度的變化係維持在低於±10%，或是在特定的具體實施例中係小於±3%。於裝置10之作動時，容器12中材料14之高度的變化較佳地係可低於±0.05%，於裝置10之作動時，在裝置10中穩定地轉移液體14之壓力位在約為±0.05%的範圍內。

係可藉由複數種方法中之任一方法將熔態材料14配置在容器12中。一種方法係在與容器12相鄰並係在容器之上方配置一預熱容器60，於裝置10之作動時，熔化預熱室60中的固體材料並使熔態材料慢慢地流進容器12中。例如，假若裝置10係用於形成軟焊料時，在預熱容器60中係可提供固態焊料條並加以熔化用以提供熔態材料14。

流體通道16係自容器12向下延伸並且其之末端係為一孔口或是噴嘴18。流體通道16係可包含，例如，一管(於此所使用之"管"一詞係包含管路系統以及更多之傳統的"管")。假若通道16係包含一管時，其之直徑係可約從1/4吋至1/2

五、發明說明 (6)

吋。管係較佳地包含熱傳導性材料，諸如，例如為金屬。再者，管係較佳地包覆絕緣物並結合一加熱器，因此於裝置10之作動時管係可維持在一固定的溫度。管16之適合的溫度係高於材料14之熔化溫度。假若材料14係包含在約為180°C熔化之軟焊料，則管16之合適的溫度係可，例如，約為250°C。複數個閥件20係沿著通道16配置，並可用於控制流經通道16之流體。

液體材料14係自噴嘴18排出成為一混亂的流動其係受到截斷而構成液滴22(混亂的流動係於圖2中所示)。應注意的是圖1中所示並未按比例繪示，所示之液滴22相對於裝置10係不成比例地較大用以簡化圖示裝置10之作動。實際上，液滴22之直徑係可小於0.05吋。液滴22係可在一對充電板24間通過用以將電荷施予至液滴22。電荷係可為一淨正電荷或是一淨負電荷。無論如何，所有液滴22互相間係較佳地負載相同之電荷，因此液滴相互排斥用以減輕液滴間之碰撞。充電板24係與一電源26作電氣連接用以提供充電板電荷。充電板24間之示範性的電荷係可約為0-20仟伏特，而較佳地係自0.9仟伏特至1.2仟伏特。

液滴22係被排入一室30中。室30，例如，係可包含金屬的管道。圖中所示室30之一側邊係以部分剖視圖的方式加以圖示，因此可見液滴22在室中之行進的情形。

於室30內提供流體用以冷卻液滴22。該等流體係可包含液體或是氣體，並係可簡單地包含，例如，空氣。可交替地，流體係可包含一氣體32其係經由複數之入口34被推入

五、發明說明 (7)

室30中。氣體32較佳地不會與液滴22材料發生反應，並且係可包含，例如，氮、氫、二氧化碳及/或一氧化碳。較佳地，雙原子氧(O₂)未包含於氣體32中，雙原子氧(O₂)會擾亂液滴22的形成。咸信雙原子氧會對自孔口18噴出之材料的表面張力造成影響。不論雙原子氧對液滴22的形成所造成之影響的原因，在室30中雙原子氧的濃度係較佳地低於200 ppm，並且在一些狀況下係低於100 ppm。

氣體32係可在周圍溫度下流入室30中，或可加以冷卻用以增強在室30中液滴22之冷卻效果。例如，氣體係可包含溫度位在-52°C至25°C的氮。氣體32流進室30中之流動速率係可，例如，約為750標準立方呎/時。較佳之流動速率係可視室30之氣密性而加以變化。假若室30係建構了極佳之氣密性，則流進室30中氮氣之流動速率係可降低。室30中氣體32具有二主要之目的。一目的係提供室30中具有正壓，因此空氣中的氧不致進入室30並擾亂液滴的形成，而另一目的在於提供流經室30之冷卻劑。

氣體32通過每一入口34之流動速率皆不相同。例如，所期望的是接近孔口18處之冷卻氣體流動速率係為相對低的，用以避免在形成液滴時造成過度的冷卻效果，並且在液滴形成之下游區域具有較高的冷卻氣體流動速率。通過不同入口34相對的氣體32之流動速率係可利用閥件(未顯示)加以調整。

室30的末端係為一開啟的端部40，固化之液滴22係自該處排出而成為一球體23。因為在室30中開始時所提供之材

五、發明說明 (8)

料 14 係為液體液滴 22 而從室 30 排出係為球體 23；因此在室 30 中發生一轉換區域於該處材料 14 係從液體形式變換成固體形式。較佳地，在室 30 中於材料處在液體形式之位置處氧濃度係小於 200 ppm，但在室 30 之下游位置材料 14 已固化成球體 23 處氧濃度係可增加。

球體 23 係以一速度排出室 30 外。該速度係藉由在室 30 中液滴 22 之初使速度、液滴 22 之軌道相關於水平軸 "X" 的角度、以及室 30 之端部 40 相關於地面的位置 (亦即，端部 40 沿著垂直軸 "Y" 的位移) 而決定。較佳地，端部 40 係約位在地面上方 6 呎。該等距離係可容許在球體 23 中維持適合之能量，致使球體可經由一或更多次之分類動作的滾動而不需將額外的能量輸入至球體中。

球體 23 開始時係由位在室 30 之末端處的一登陸部分 42 所接住，接著滾動或彈離登陸部分進入分類及 / 或聚集裝置 46、48、50 及 52。登陸部分 42 係較佳地包含一相對柔軟的材料，諸如，例如，膨脹的發泡聚氨酯。登陸部分 42 係可降低球體 23 之向下的速度，並可將球體 23 導向裝置 46、48、50 及 52。於所示之具體實施例中，登陸部分 42 係可為一管或是襪子的形狀，其係定出室 30 之末端部。

如先前所述，球體 23 撞擊登陸部分 42 之位置處的球體 23 速度係可為複數之參數的函數。在該等參數中位在噴嘴 18 處之流體 14 的壓力係可最終決定從噴嘴 18 排出之流體 14 的速度。該壓力係較佳地高於 80 psi，例如，係約可自 80 psi 至 200 psi。再者，於裝置 10 作動時壓力係可加以控制穩定

五、發明說明(9)

地維持在約為 $\pm 10\%$ 的範圍內，較佳地係位在約為 $\pm 3\%$ 的範圍內，而更佳地係位在約為 $\pm 0.05\%$ 的範圍內。此外，液滴22相對於水平軸"X"排出的角度係可影響球體23之速度。該角度係較佳地約介於20度至50度，具示範性的角度係約為30度。應注意的是液滴22係向上排入室30中。液滴22之向上的方向係使位在端部40處球體23的速度受到控制及調整。相反地，假若液滴22係向下排出，則速度係藉由空氣阻力與重力決定係難以控制。

孔口18距地面之高度係約從1呎至6呎，例如，係可距地面約從2呎至5呎的高度。

應注意的是室30的形狀開始時相對於孔口18係為狹窄的，而在接近液滴22路徑之頂部處係為寬的。室30之相對的寬度尺寸係可藉由位在室30中液滴22與球體23之路徑的變化而決定。特別地，於孔口18處液滴係緊密地沿著窄的流動路徑對齊。然而，到液滴抵達其之弧度行進路徑的頂部時，其不再沿著窄的流動路徑對齊。因此，將室30加寬以容納液滴及球體所依循之較寬的路徑，因此在液滴及球體流經室30時不致撞擊室30之側壁。換言之，在室30接近噴射材料14之弧形行進路徑之頂部使其加寬，用以包容在弧形行進路徑之頂部處液滴22及/或球體23位置中之不確定性。

球體23係自登陸部分42排出並通過複數個分類裝置46、48以及50，並且最終係收集在貯藏器52中。儘管圖式中裝置46、48、50以及52彼此間相互垂直地對齊，應瞭解的是

五、發明說明 (10)

一或更多之裝置相關於其他裝置係可為水平地配置。球體23，例如，係可藉由輸送帶裝置在水平配置之裝置間運送。

分類裝置46、48以及50係為可任擇的，但項發現藉由將自室中排出之材料分類係可改良從室30中所得之產品的一致性。一或更多之分類裝置46、48以及50係可包含一篩子。於本發明之一示範的具體實施例中，分類裝置46係可包含一分類導槽100其係將相關於圖4及5加以說明，而分類裝置48及50係包含篩子。較佳地，篩子48及50其中之一者其之細孔尺寸係大於自室30中排出之大部分的球體23的直徑，而另一篩子之細孔尺寸係小於自室30中排出之大部分的球體23的直徑。因此，係可使用篩子將大部分之球體23與大於大部分之球體之顆粒分離，以及與小於大部分之球體之顆粒分離。儘管圖中所示球體23係通過二分類裝置48及50，但應瞭解的是大部分的球體23實際上係通過細孔尺寸小於大部分之球體的篩子，因此係自篩子之一端部排出而非通過篩子。

在裝置10中所形成之液滴22較佳地其彼此間之尺寸大體上係為一致的，因此聚集之球體23彼此間之尺寸大體上亦具一致性。在裝置10作動時大體上藉著固持液體材料14之壓力、(較佳地包含)溫度保持不變，係可達到液滴22之大體上的一致性。因此，材料14之溫度較佳地係維持在最終固化成聚集之球體之液滴22形成時之溫度的 $\pm 5\%$ 的範圍內，以及熔態材料14之壓力較佳地係維持在最終固化成聚

五、發明說明 (11)

集之球體之液滴22形成時之壓力的0.05%的範圍內。應注意的是材料14之壓力係沿著通道16變化，因此在裝置10作動時係存在著複數種壓力值。然而，在裝置10作動以及聚集一致之球體23時所欲的是接近孔口18之特定的壓力值維持在±0.05%的範圍內。

除了接近孔口18之材料14的溫度及壓力外，另一會影響液滴形成之一致性的因素係為在室30中溫度控制的穩定性。氣體32之流動速率在形成聚集之球體時係較佳地維持不變，使在該等形成聚集之球體時室30內之溫度維持穩定。

所有圖1中所示之構造係可藉由不同之支架以及其他的支撐構件加以支撐，圖1中並未顯示但熟知此技藝之人士係可立即建構而得。

球體23之直徑係可藉由噴嘴18之開口的寬度而決定。於一示範的應用裝置中，裝置10係用於形成軟焊料球其之直徑即使約為0.03吋，而噴嘴18之環形開口的直徑約為0.01775吋。

相關於圖2加以說明一種本發明之方法可使用的示範性噴嘴係作為一種噴嘴裝置70。該裝置係包含一管72延伸進入一插塞74之中。管72係為通道16之一延伸部分，並係可包含，例如，1/2吋金屬管(諸如，例如為1/2吋不銹鋼管路)。插塞74係包含接近管72之一端部的一第一部分76，以及啮合於第一部分76內的第二部分78。插塞74，例如，係可包含一型砧鎖型式的塞子連同第二部分78以旋上螺紋的

五、發明說明(12)

方式啗合於第一部分76內。第二部分78係包含孔口18於其中延伸。孔口18係可以硬質材料(未顯示)作內襯。

噴嘴總成70同時包含一壓電的材料80環繞著管72，以及一具電氣傳導性的材料82環繞著壓電的材料80。傳導性的材料82與管72係與電源84作電氣地連接。在作動中，電源84模擬壓電的材料80致使管16內材料14振動，最終當材料經由孔口18排出時致使於材料14內形成液滴。

應注意的是圖中所顯示之噴嘴總成係為一示範性的總成，其他的噴嘴總成亦係可於本發明之方法中使用。同時應注意的是圖中所顯示之總成可能僅在管16以及材料14之溫度維持在350°C以下的狀況時係為有用的。具體地，因為壓電的材料80與管16接觸，材料會暴露至管72的溫度下。大部分之壓電的材料在溫度為350°C或更高時會失去作用。然而，假若希望材料14及/或管72係處在溫度超過350°C，噴嘴裝置70係可重新設計因此壓電的材料80係藉由一絕熱的間隔物與管72隔開。壓電的材料係藉由絕緣材料與一管隔開的噴嘴總成之示範性的設計，係於美國專利第5,810,988號及5,560,543號中提及。

操作時，材料14係經由管72自孔口18排出。同時地，壓電的材料80係作電氣地模擬致使一波形疊加在材料14上，因此影響到在噴射之材料14中液滴的形成。圖2係圖示一液滴形成之示範的機構，並明確地顯示材料14在從孔口18排出之後開始形成球狀區域90的狀況。該等球狀區域90最後分開成不同的液滴91及93，液滴91大體上係小於液滴93，

五、發明說明 (13)

並且每一液滴93係與一液滴91成對。最終地，成對之液滴91及93係合併成圖1之液滴22。

圖2中顯示與材料14流相鄰之充電板24係約位在液滴從材料流截斷之位置。充電板24因而係可在液滴形成之處理過程的較早階段將液滴充電。於所示之具體實施例中，充電板24所配置在相關於材料流14的位置，於該處球形區域90係仍與主要的材料流連接，並因而係位在分離的液滴形成之前。應瞭解的是充電板24同時係可配置在所示位置之下游，而特別地係可配置在已形成分離之液滴的位置。為了方便圖示起見圖2中所示之充電板24與圖1中之充電板相較係相對較小，圖2或圖1皆未按比例繪製。

圖2係顯示一透鏡96係與配備有一電子閃光燈的一種高速攝影機結合，用以監視液滴形成的過程。該等監控係可使操作人員調整與裝置10(圖1)相關之不同的參數，諸如，例如，頻率、孔口尺寸及/或溫度；用以最有效地將形成之液滴一致化。

典型地係需花費一些時間使噴嘴裝置70與裝置10(圖1)之上游部分平衡。因此，在聚集一致之球體之前裝置10係較佳地運轉一段時間，例如，至少約15分鐘。在平衡的過程中所產生之任何球體係可加以熔化，並再供應至裝置10中作為熔態材料14。

即使圖1之裝置10在形成球體23之前已完全平衡，但仍有一些有缺陷的顆粒存在於從裝置之室30中排出的球體流中。圖3係圖示排出裝置10外之不同類型的顆粒。特別

五、發明說明 (14)

地，圖3係圖示所欲尺寸之完美的球狀顆粒23。同時所顯示係為具有一酒窩狀的顆粒190、包含一成對構造的顆粒192、尺寸大於所欲之尺寸的顆粒194、尺寸小於所欲之尺寸的顆粒196以及具有弄平之形狀的顆粒198。顆粒190、192、194、196及198在圖1之處理過程中係可經由不同之機構而形成。例如，假若顆粒23係落在太過堅硬的登陸部分42上或是落下的速度太快時係會形成顆粒190；假若二緊密之硬化的液滴22在完全固化之前互相接觸即會產生成對構造的顆粒192；假若二或更多的液體液滴22係互相結合同時仍處在完全之液態時係會產生較大的顆粒194；假若圖2過程之小液體液滴91在固化之前並未與一較大的液體液滴結合係會產生較小的顆粒196；假若液體液滴22在固化之前撞擊到室30之一側邊時係會產生顆粒198。

於圖1所說明之處理過程形成之顆粒極少有缺陷，藉由以下將說明之圖6A之圖表加以證明。然而，所期望的是進一步地使顆粒淨化將已形成之少數的有缺陷顆粒去除。因此，圖式中不同的分類裝置46、48及50係構形用以將自圖1過程之室30中排出的顆粒分類。分類裝置係可包含傳統的篩子分類器，或是可交替地至少一分類裝置係可為圖4及5中所圖示類型之一種新穎的分類裝置，分類導槽100。

導槽100係為一管其係與水平軸"X"成一角度 α 。角度 α 係可大於0度小於90度，而較佳地係約從5度至30度。管100在分類顆粒時係如箭頭102所示地轉動。較佳地，該轉動速率係低於或約為每分鐘110轉(rpm)，例如，係可約從10 rpm

五、發明說明 (15)

至約低於110 rpm；典型的範圍係約從50 rpm至80 rpm。管100之內徑，例如，係約從10吋至12吋。

於所示之作動中，顆粒23係自登陸部分42(相對於圖1其係為片段的視圖4)落入分類導槽100之上端部104，並接著經由導槽100從下端部106排出。分類導槽100之轉動致使顆粒23在從端部104至端部106前進時，係沿著管一側壁板在一彎曲的路徑上有效地行進。特別地，側壁板係不變地轉動並且球體23係沿著管的底部而維持於該處。因此，為了沿著管的底部而維持於該處球體以相對於轉動之側壁板行進一段彎曲的路徑。頃發現完美的球形顆粒23在第一速率下沿著彎曲的路徑前進，致使維持顆粒沿著管的底部行進，而非球形的顆粒(諸如，例如，圖3之190、192及198)係在一不同的速率下沿著管之一側邊行進，而非沿著底部行進。該等狀況係圖示於圖5中，其中自管排出之大量的顆粒係顯示位在管的底部並構成球形之顆粒，而一些非球形的顆粒係顯示位在管之一側邊。配置一真空裝置110用以自管的一側邊抽吸非球形的顆粒。應注意的是即使所顯示之非球形的顆粒係僅位在管的一側邊，但顆粒同時係可位在管的另一側邊。再者，應注意的是管轉動係較佳地選定在一速率下進行能夠將球形顆粒與非球形顆粒分離。假若管轉動太快速時，所有的顆粒係可沿著管之側壁板旋轉並無法有效率地分離。同時，假若管轉動太慢時，所有的顆粒係會停留在管之底部並無法有效率地分離。

圖4及5之分類導槽100對於將成對之構造192(圖3)自球形

五、發明說明 (16)

之構造中分離係特別地有利。假若僅使用篩子加以分離則成對之構造192的作動係與球狀構造23相似。因此，利用傳統方法將成對之構造192自球狀構造23中分離係極為困難。然而，本發明之分類導槽係提供一種將成對之構造192自球狀構造23中有效分離的方法。

本發明之加工法與習知技藝方法相較係可用於形成更多之一致的複數球體。特別地，本發明之加工法係可用於形成至少數百個的複數球體並且甚至是至少數百萬或更多之球體，球體之平均直徑約為0.03吋且其之特徵在於至少95%之球體(亦即， 2σ 的範圍，其中 σ 係代表球體之標準差)係位在平均直徑之約 ± 0.0004 吋的範圍內(亦即，約位在平均直徑之 $\pm 1.3\%$ 的範圍)；於所示之具體實施例中至少95%之球體係位在平均直徑之約0.00035吋的範圍內(亦即，約位在平均直徑之 $\pm 1.2\%$ 的範圍內)。此外，本發明之加工法係可用於形成平均直徑約為0.03吋之複數球體，且其之特徵在於至少99.73%之球體(亦即， 3σ 的範圍，其中 σ 係代表球體之標準差)係位在平均直徑之約 ± 0.0006 吋的範圍內(亦即，約位在平均直徑之 $\pm 2\%$ 的範圍內)；於所示之具體實施例中至少99.73%之球體係位在平均直徑之約 ± 0.00053 吋的範圍內(亦即，約位在平均直徑之 $\pm 1.8\%$ 的範圍)。

圖6A係根據本發明之方法所產生之球體的統計分類。於圖6A中加以分類之球體係與根據本發明之方法所形成之10組不同結合批次之球體相對應，於一特定日子所需之球體群組係定義為一批次，而於一不同日子所需之球體群組互

五、發明說明 (17)

相間係定義為不同之批次。因此圖6A之圖表係證實本發明之方法的長期穩定性，並且進一步地證明在任何特定批次能夠達成緊密尺寸之分布。

應注意的是於圖6A中分類之球體係直接地自室30中排出，並未藉由任何分類裝置加以後續處理。因此，結合本發明之分類方法以及球體形成方法係可得到較圖6A中所圖示為佳之球體分布。

一組習知技藝的球體係於圖6B中加以統計地分類，其中係可發現與根據本發明之方法所生產之球體相較包含更寬廣之球體尺寸分布。圖6B之複數球體特徵在於至少95%之球體係位在約為0.03吋之平均直徑之約 ± 0.00049 吋的範圍內(亦即，約位在平均直徑之 $\pm 1.62\%$ 的範圍內)；至少99.73%之球體係位在平均直徑之約 ± 0.00074 吋的範圍內(亦即，約位在平均直徑之 $\pm 2.45\%$ 的範圍內)。圖6B之球體係可被認為包含藉由習知技藝方法所產生球體之極佳的尺寸分布。然而，由圖6A及6B之比較顯示了本發明之方法所得之球體分布係優於習知技藝的方法。

對於在，例如，包括利用軟焊料球體的半導體加工應用裝置的複數種裝置中球體之緊密的尺寸分布性係令人滿意的。例如，假若軟焊料球體係形成較緊密的尺寸分布參數時，係可使在較緊密之參數範圍內執行球狀柵格技術，如此係使在半導體元件製造上更具一致性，因而可減少元件因在球狀柵格總成中因為錯誤而造成的不良率。

儘管圖6A中顯示所產生之球體直徑係約為0.03吋，應瞭

五、發明說明 (18)

解的是本發明係可用於形成複數種直徑之球體。於特定之具體實施例中，球體直徑係可約小於或等於0.05吋。根據圖6A之圖表，該等球體特徵在於至少95%之球體係約位在複數球體之平均直徑的 $\pm 1.3\%$ 的範圍內；或是在特定之具體實施例中，係約位在平均直徑的 $\pm 1.2\%$ 的範圍內，該複數之球體係可包含數百或甚至是數百萬之球體。再者，至少99.73%之球體係約位在複數球體之平均直徑的 $\pm 2\%$ 的範圍內；或是在特定之具體實施例中，係約位在平均直徑的 $\pm 1.8\%$ 的範圍內。

五、發明說明(19)

元件標號對照表

10：裝置	76：第一部分
12：升高的容器	78：第二部分
14：液體	80：壓電的材料
16：流體通道	82：具電氣傳導性的材料
18：噴嘴	84：電源
20：閥件	90：球形區域
22：液滴	91：液滴
23：球體	93：液滴
24：充電板	96：透鏡
26：電源	100：導槽
30：室	102：箭頭
32：氣體	104：上端部
34：入口	106：下端部
40：開啟的端部	110：真空裝置
42：登陸部分	190：顆粒
46：分類裝置	192：顆粒
48：分類裝置	194：顆粒
50：分類裝置	196：顆粒
52：分類裝置	198：顆粒
60：預熱容器	
70：噴嘴裝置	
72：管	
74：插塞	

四、中文發明摘要(發明之名稱: 複數之球體及其形成方法)

本發明包括一種形成複數之球體的方法，其配置一通道，該通道之末端係為一孔口，一液體流經該通道並經由孔口排出形成液滴。液滴接著通過一流體用以冷卻液滴並將液滴固化而成為複數之球體，至少一些球體受到聚集，液體之壓力係維持在形成冷卻成聚集之球體之液滴時之數值的約±10%範圍內。本發明同時包括至少為數百個球體之複數球體，其直徑低於約0.05吋且其特徵在於至少95%之球體係位在球體之平均直徑之約±1.3%的範圍內。

英文發明摘要(發明之名稱: "METHODS OF FORMING A PLURALITY OF SPHERES; AND PLURALITIES OF SPHERES")

The invention includes a method of forming a plurality of spheres. A passageway is provided, and the passageway terminates in an orifice. A liquid is flowed through the passageway and expelled through the orifice to form drops. The drops are then passed through a fluid to cool and solidify the drops into a plurality of spheres. At least some of the spheres are collected. A pressure of the liquid is maintained within about ±10% of a value during the formation of the drops that are cooled into the collected spheres. The invention also includes a plurality of at least several hundred spheres having a diameter of less than about 0.05 inches and characterized by at least 95% of the spheres being within ±1.3% of a mean diameter of the spheres.

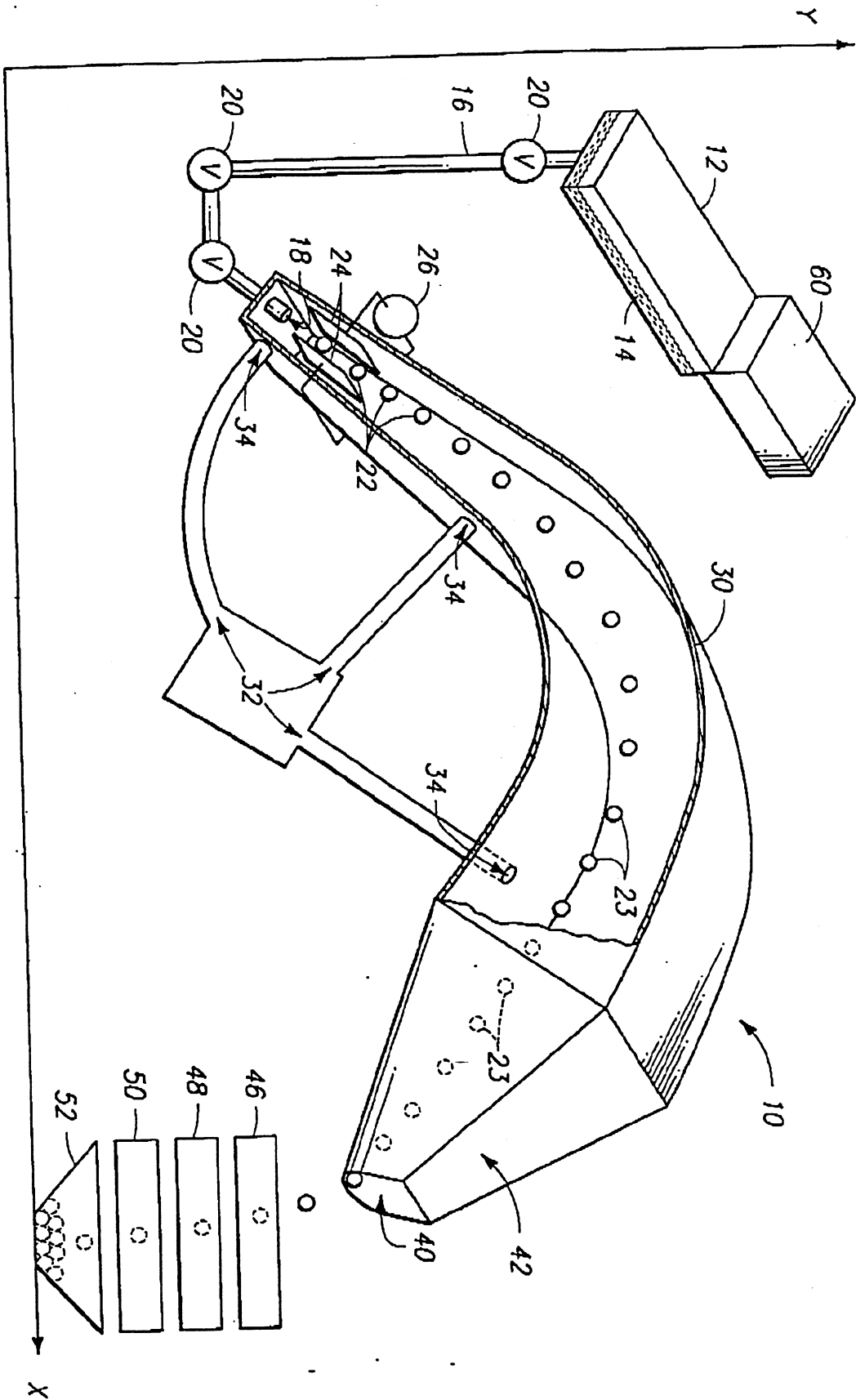


圖 1

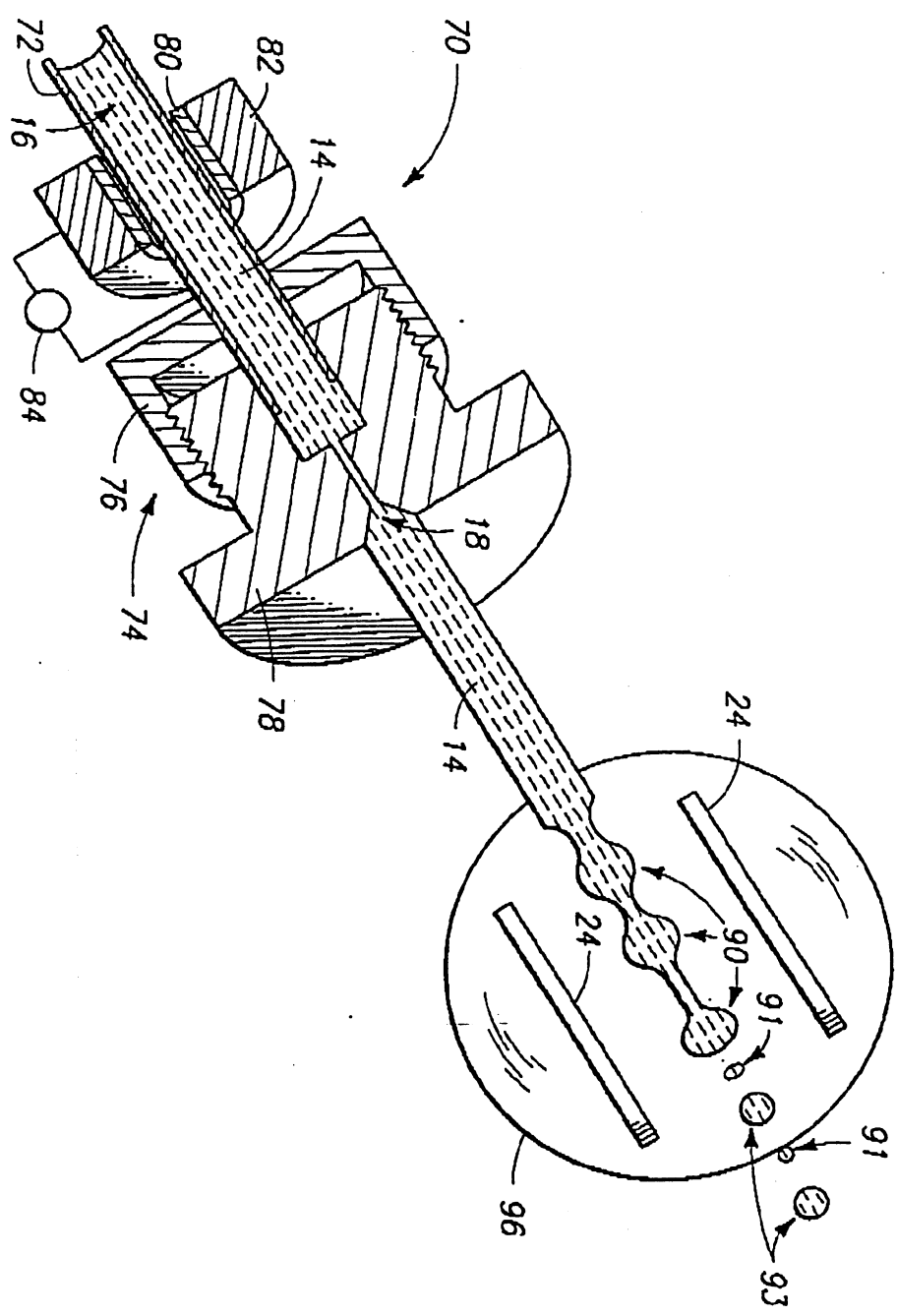


圖 2

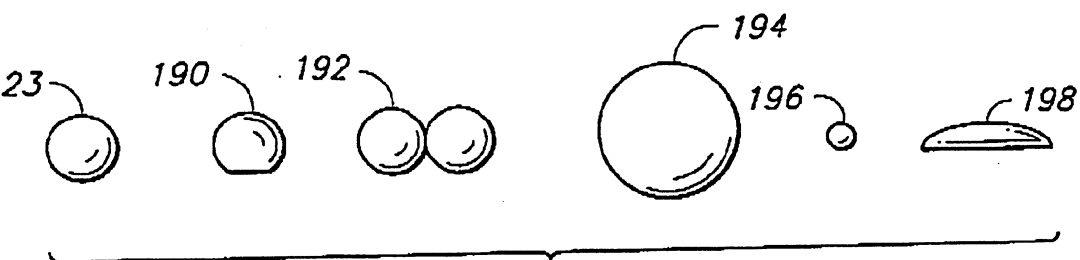


圖 3

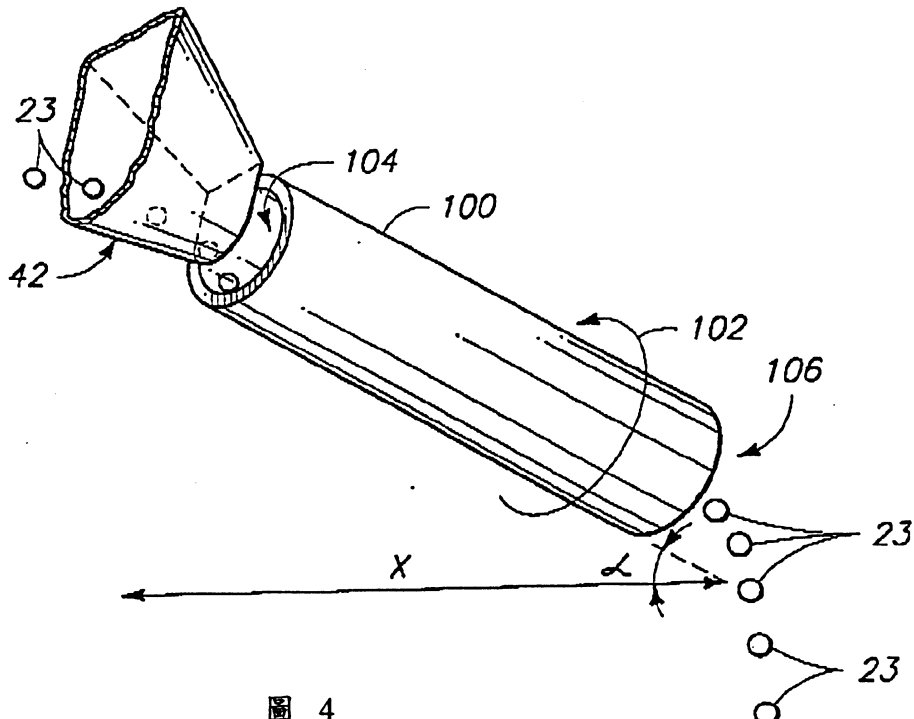


圖 4

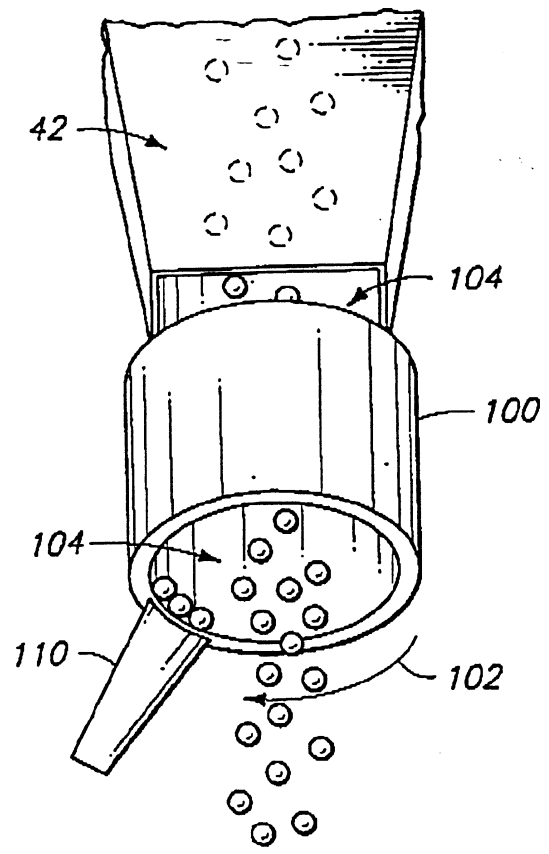


圖 5

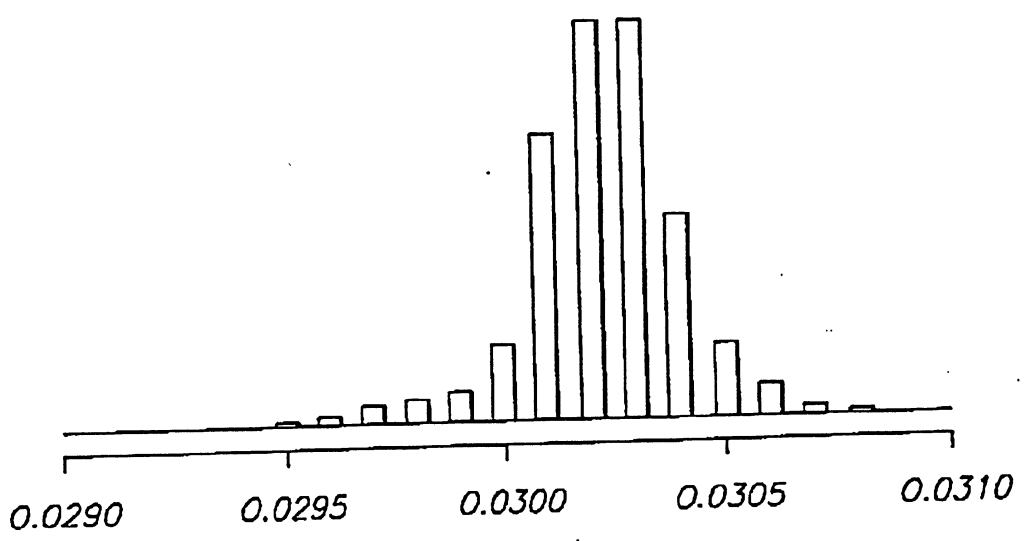


圖 6 A

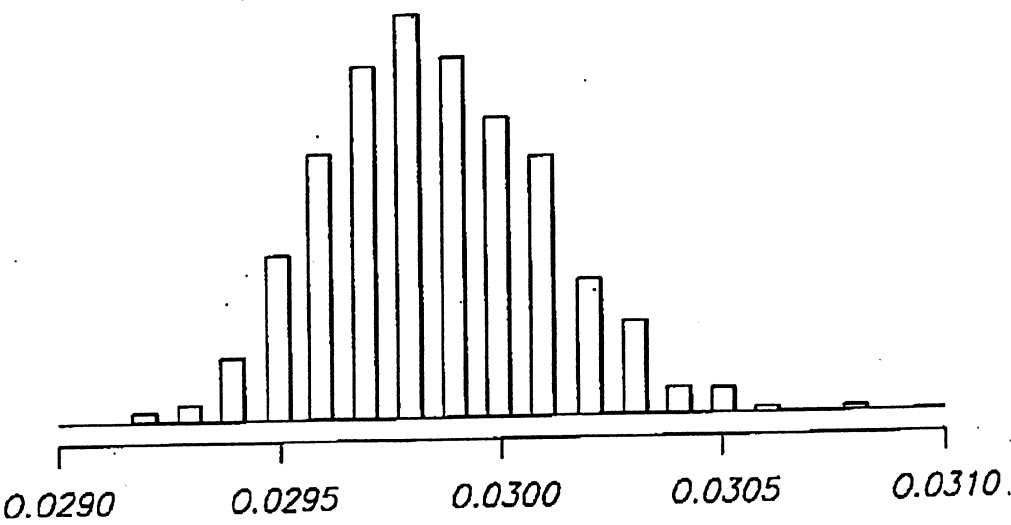
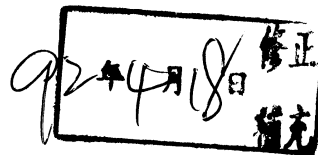


圖 6 B

習知技藝



六、申請專利範圍

1. 一種形成複數之球體的方法，包含：

配置一通道，其末端為一孔口；

將一液體流經該通道並經由孔口排出，排出之液體形成液滴，其中該孔口係向上引導，並且其中排出之液體係包含將液體自孔口向上地排出；

將液滴通過一流體用以冷卻液滴並將液滴固化而成為複數之球體；

聚集至少一些球體；及

將液體之壓力維持在形成冷卻成聚集之球體之液滴時之數值的約±10%範圍內。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該液體之壓力係穩定地維持在形成冷卻成聚集之球體之液滴時之數值的約±3%範圍內。
3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該液體之壓力係穩定地維持在形成冷卻成聚集之球體之液滴時之數值的約±0.05%範圍內。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包含穩定地維持該液體之壓力在形成冷卻成聚集之球體之液滴時之數值的約±5%範圍內。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該液體係包含一熔態金屬。
6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該液體係包含一種熔態混合物，其本質上係由錫、鉛、銅及銀之一或更多者所組成。

六、申請專利範圍

7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該液體係包含一熔態玻璃。
8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該液體係包含一熔態塑膠。
9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該流體係一氣體。
10. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該流體係一氣體且不包含氧氣，且其中之液體係暴露在本質上係由該流體所組成之一周圍環境中，係從液體排出時至液滴固化成球體為止。
11. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包含：
配置一分類導槽，其包含一轉動管，該管係相對於水平面成大於0度至小於90度的角度；
將至少一些球體通過進入導槽；及
其中之聚集係包含聚集自分類導槽排出之球體。
12. 如申請專利範圍第11項之方法，其進一步包含至少一些球體在球體自分類導槽中排出之後通過至少一篩子。
13. 如申請專利範圍第11項之方法，其進一步包含將至少一些球體在球體自分類導槽中排出之後通過一第一篩子，並在球體自分類導槽中排出之後通過一第二篩子；第一及第二篩子其中之一者的細孔尺寸係大於至少一些球體的直徑，而另一篩子之細孔尺寸係小於該至少一些球體的直徑。
14. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該管的角度相對於水平軸係約為5度至30度。

六、申請專利範圍

15. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該管係在約小於或是等於每分鐘110轉的速率下轉動。
16. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該管係在從約為每分鐘10轉至小於或是等於約每分鐘110轉的速率下轉動。
17. 如申請專利範圍第11項之方法，其中該管係在從約為每分鐘50轉至小於或是等於約每分鐘80轉的速率下轉動。
18. 如申請專利範圍第11項之方法，其中非球形塊在至少一些球體之中使顆粒不純淨，其中至少一些球體自管的底部排出；其中非球形塊當至少一些球體自管的底部排出時係沿著位在管之底部的上方之管的邊緣；並進一步包含：
配置一真空裝置，引導沿著管之邊緣的非球形塊；及
利用真空裝置將非球形塊自管之邊緣去除。
19. 如申請專利範圍第1項之方法，其中至少一些球體在固化之後係具有一速度，並進一步包含：
配置一分類導槽，其包含一轉動管；
藉由撞擊至少一些球體而降低速度到一登陸部分上；
將至少一些球體從登陸部分滾動進入分類導槽中；及
其中之聚集係包含聚集自分類導槽排出之球體。
20. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該至少一些球體包含至少數百個具有平均直徑約為0.03吋之球體，且其特徵在於至少95%之球體係位在平均直徑之約±0.0004吋的範圍內。

六、申請專利範圍

21. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該至少一些球體包含至少數百個具有平均直徑約為0.03吋之球體，且其特徵在於至少99.73%之球體係位在平均直徑之約 ± 0.0006 吋的範圍內。
22. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該至少一些球體包含至少數百個具有直徑低於約0.05吋之球體，且其特徵在於至少95%之球體係位在球體之平均直徑之約 $\pm 1.3\%$ 的範圍內。
23. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該至少一些球體包含至少數百個具有直徑低於約0.05吋之球體，且其特徵在於至少99.73%之球體係位在球體之平均直徑之約 $\pm 2\%$ 的範圍內。
24. 一種形成複數之球體的方法，包含：
配置一通道，其開端係為一升高的池而其末端係為一向上引導的孔口；
將一液體從該池流出，向下流經該通道並向上通過孔口，排出之液體形成液滴；液體係為一熔態形式的材料，其在室溫下係為固體；通道係被加熱至高於材料之熔化溫度以維持材料處在液體的形態；
在液體從池中流動時將池中液體之液面穩定地維持在約為 $\pm 10\%$ 的範圍內；
液滴通過一流體用以冷卻液滴並將液滴固化而成為複數之球體；及
聚集至少一些球體。

六、申請專利範圍

25. 如申請專利範圍第24項之方法，其中在液體從池中流動時將池中液體之液面穩定地維持在約±3%的範圍內。
26. 如申請專利範圍第24項之方法，其中在液體從池中流動時將池中液體之液面穩定地維持在約±0.05%的範圍內。
27. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該材料係包含一或更多種金屬。
28. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該材料係由一或更多種金屬組成。
29. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該材料本質上僅係由一或更多種金屬組成。
30. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該材料本質上僅係由錫、鉛、銅及銀之一或多者所組成。
31. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該材料係包含玻璃。
32. 如申請專利範圍第24項之方法，進一步包含在一半導體加工裝置中利用球體作為軟焊料球。
33. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該材料本質上僅係由錫、鉛、銅及銀之一或多者所組成，並進一步包含在一半導體加工裝置中利用球體作為軟焊料球。
34. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該材料本質上僅係由錫、鉛、銅及銀之一或多者所組成，並進一步包含在球狀柵格陣列中利用球體作為軟焊料球。
35. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該至少一些球體包

六、申請專利範圍

含數百個具有平均直徑約為0.03吋之球體，且其特徵在於至少95%之球體係位在平均直徑之約±0.0004吋的範圍內。

36. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該至少一些球體包含數百個具有平均直徑約為0.03吋之球體，且其特徵在於至少99.73%之球體係位在平均直徑之約±0.0006吋的範圍內。

37. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該至少一些球體包含數百個具有直徑約低於0.05吋之球體，且其特徵在於至少95%之球體係位在球體之平均直徑之約±1.3%的範圍內。

38. 如申請專利範圍第24項之方法，其中該至少一些球體包含數百個具有直徑約低於0.05吋之球體，且其特徵在於至少99.73%之球體係位在球體之平均直徑之約±2%的範圍內。