



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I858034 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：109109375

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 20 日

(51)Int. Cl. : **B29B9/16 (2006.01)****F26B17/32 (2006.01)****C08J3/12 (2006.01)**

(30)優先權：2019/03/22 美國

62/822,701

(71)申請人：美商葛拉工業公司 (美國) GALA INDUSTRIES, INC. (US)

美國

(72)發明人：瑟普席姆昂 布恩雷爾特 THEPSIMUANG, BOONLERT (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 388764B

US 5633018A

US 6344539B1

US 2007/0276120A1

US 2018/0028948A1

審查人員：黃正劼

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：10 共 50 頁

(54)名稱

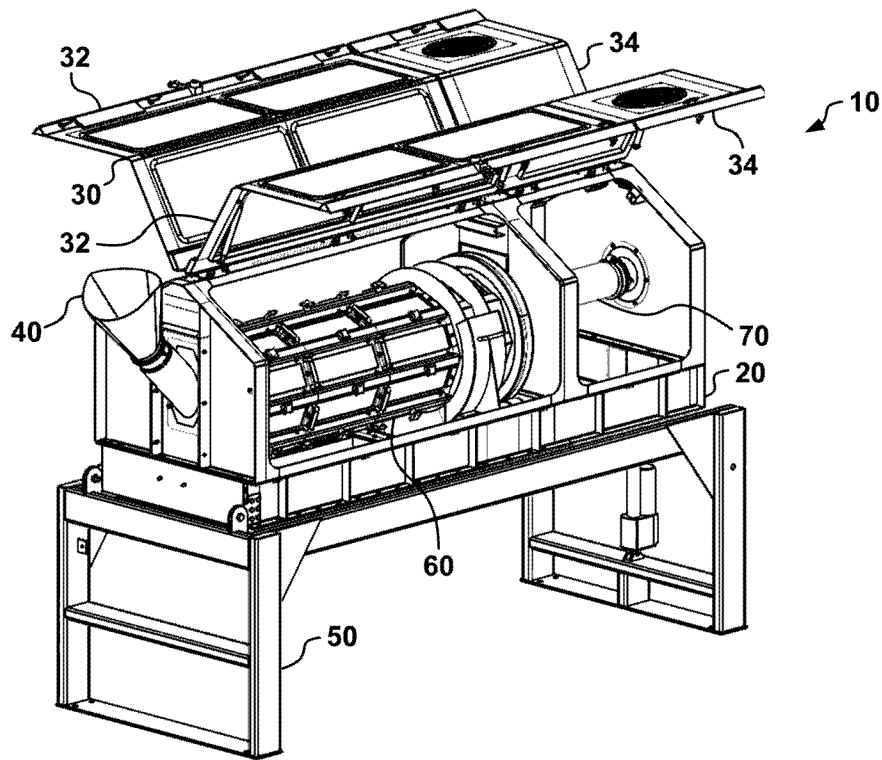
利用轉筒結晶化黏性材料之方法及系統

(57)摘要

一種用於結晶化粒狀黏性聚合材料之轉筒結晶器包括用於將可移除式嵌板轉鼓可旋轉地支撐於滾筒上之外殼。可移除式嵌板可由透明絕熱材料製成。該轉鼓通過入口滑槽接收熱丸粒流，且該轉鼓及內部攪拌器之滾轉作用使該等丸粒相對於彼此保持運動以防止聚結，直至該等丸粒達到期望結晶程度且不再有黏性。隔板沿該轉鼓之長度間隔地設置以減慢通過該轉鼓之該丸粒流以增加滯留時間。擋板設置於該轉鼓之出口端附近以輔助在該轉鼓內建構丸粒床，並亦控制該等丸粒在該轉鼓內之滯留時間。

A tumbler crystallizer for crystallizing pelleted, tacky, polymeric materials includes a housing for rotatably supporting a removable paneled drum on rollers. The removable panels may be made of a transparent, heat-insulating material. The drum receives a flow of hot pellets through an inlet chute, and a tumbling action of the drum and internal agitators keeps the pellets in motion relative to each other to prevent agglomeration until they reach a desired level of crystallinity and are no longer tacky. Baffle plates are provided at intervals along the length of the drum to slow the flow of pellets therethrough to increase residence time. Damper plates are provided near the exit end of the drum to aid in building a bed of pellets within the drum, and also to control residence time of the pellets within the drum.

指定代表圖：



【圖2】

符號簡單說明：

10:轉筒

20:外殼

30:門

32:轉鼓門

34:維護門

40:丸粒入口滑槽

50:框架

60:可旋轉式轉鼓

70:吹風機區段



I858034

【發明摘要】

【中文發明名稱】

利用轉筒結晶化黏性材料之方法及系統

【英文發明名稱】

METHODS AND SYSTEMS FOR CRYSTALLIZING TACKY
MATERIALS USING A TUMBLER

【中文】

一種用於結晶化粒狀黏性聚合材料之轉筒結晶器包括用於將可移除式嵌板轉鼓可旋轉地支撐於滾筒上之外殼。可移除式嵌板可由透明絕熱材料製成。該轉鼓通過入口滑槽接收熱丸粒流，且該轉鼓及內部攪拌器之滾轉作用使該等丸粒相對於彼此保持運動以防止聚結，直至該等丸粒達到期望結晶程度且不再有黏性。隔板沿該轉鼓之長度間隔地設置以減慢通過該轉鼓之該丸粒流以增加滯留時間。擋板設置於該轉鼓之出口端附近以輔助在該轉鼓內建構丸粒床，並亦控制該等丸粒在該轉鼓內之滯留時間。

【英文】

A tumbler crystallizer for crystallizing pelleted, tacky, polymeric materials includes a housing for rotatably supporting a removable paneled drum on rollers. The removable panels may be made of a transparent, heat-insulating material. The drum receives a flow of hot pellets through an inlet chute, and a tumbling action of the drum and internal agitators keeps the pellets in motion relative to each other to prevent agglomeration until they reach a desired level of crystallinity and are no longer tacky. Baffle plates are provided at intervals along the

length of the drum to slow the flow of pellets therethrough to increase residence time. Damper plates are provided near the exit end of the drum to aid in building a bed of pellets within the drum, and also to control residence time of the pellets within the drum.

【指定代表圖】

圖2

【代表圖之符號簡單說明】

- 10: 轉筒
- 20: 外殼
- 30: 門
- 32: 轉鼓門
- 34: 維護門
- 40: 丸粒入口滑槽
- 50: 框架
- 60: 可旋轉式轉鼓
- 70: 吹風機區段

【發明說明書】

【中文發明名稱】

利用轉筒結晶化黏性材料之方法及系統

【英文發明名稱】

METHODS AND SYSTEMS FOR CRYSTALLIZING TACKY
MATERIALS USING A TUMBLER

【技術領域】

【0001】 本發明所揭示之主題大體上係關於用於利用轉筒以輔助結晶化材料之系統及方法，特別是用於利用轉筒作為用於某些可結晶聚合物之結晶器之系統及方法。

【先前技術】

【0002】 某些聚合物在經歷熔融擠壓及粒化之後將由於施加於所得丸粒上之某些條件而開始以丸粒形式結晶。諸如丸粒加熱、丸粒冷卻、機械變形或溶劑自聚合物蒸發之條件可能會造成發生結晶。結晶會影響聚合物之光學、機械、熱及化學特性，且常常為在聚合物丸粒中具有期望效應。

【0003】 在流體下粒化系統中，隨著自經擠壓聚合物熔體生產之切割丸粒在切割室流體內冷卻，丸粒之溫度下降直至其降至低於丸粒以其物理形式冷凍的熔融溫度 T_m 。此時，可藉由進一步添加摺疊聚合物鏈片段來達成晶體成長，且晶體成長僅係在低於熔融溫度 T_m 並高於玻璃轉移溫度 T_g 之溫度下發生。較高溫度會破壞分子排列，且在低於玻璃轉移溫度時，分子鏈之移動被冷凍。因此，重要的是使丸粒保持於允許結晶繼續更長的時間直至達成期望結晶程度的溫度。對於一些材料，此時間可為大約

數秒，且對於其他材料，此時間可花費數分鐘、數小時或甚至更長。又，對於一些材料，丸粒保持黏性並彼此黏著，直至達成期望結晶程度，此時其黏性可變得較小且其可自由地流動。

【0004】 已提出用於輔助可結晶聚合物丸粒之結晶之若干方法及裝置。例如，在切割及乾燥丸粒之後，可將其儲存於儲倉中，在該等儲倉中，可藉由以下方式使該等丸粒處於結晶溫度範圍內：迫使諸如空氣、氮氣或惰性氣體之經加熱氣體通過該等丸粒達更長的時間，直至已達成期望結晶程度。對於在結晶以前可能有黏性之材料，在經加熱儲倉內需要某一攪拌手段以阻止丸粒彼此黏著，直至其由於結晶而失去其黏性。此情形為能量密集且因此為高成本之製程。

【0005】 輔助粒狀材料之結晶之另一方法為Gala Industries CPT[®]製程，如由美國專利第8,361,364號及第9,032,641號所例示，該兩個專利以引用之方式完全併入本文中，該等專利在一些實施例中利用在粒化機之切割室與離心乾燥器之間注入至漿料管線中的壓縮氣體以使丸粒加速進入乾燥器，因此減少丸粒在冷卻流體內之滯留時間。丸粒藉此保持其大部分的內熱，從而使其溫度維持於T_g與T_m之間的結晶範圍內。丸粒接著可經由振動輸送機自乾燥器輸送至絕熱容器，在該振動輸送機中，所保持內熱繼續結晶化丸粒。若丸粒具有其在結晶以前有黏性的性質，則必須供應某一形式之攪拌，直至丸粒達到降低其黏性之結晶程度。對於當粒化時在達成降低黏性之期望結晶程度以前極其有黏性的某些材料，已發現，振動輸送機並不提供足夠的攪拌以防止丸粒聚結。

【0006】 由Nordson/BKG出售並描述於美國專利第8,324,339號中之另一方法為CrystallCut[®]製程，其尤其用於PET材料。在CrystallCut[®]系

統中，由水下粒化機生產之熱PET丸粒通過閉合式輸送管在熱水(至多95℃)中快速地運送至丸粒乾燥器，在該等閉合式輸送管中發生丸粒冷卻及凝固。此輸送介質及螺模頭與乾燥器之間的短距離為保持來自熔融處理之熱的關鍵。當丸粒離開乾燥器到達振動輸送機上時，丸粒處於150℃至160℃範圍內之溫度。此使丸粒保持恆定運動，產生均一分佈之熱能，並防止丸粒隨著發生結晶而黏著在一起。如同Gala CPT[®]製程，雖然此方法可對PET有效，但在結晶以前有高黏性之材料傾向於甚至在可由振動輸送機提供之有限攪拌的情況下仍聚結。

【0007】 嘗試防止黏性材料在其結晶以前聚結之另一方法係利用由Bepex製造之Torusdisc槳葉式乾燥器(Torusdisc Paddle Dryer)以在丸粒離開乾燥器之後對丸粒加熱並攪拌丸粒。如同經加熱儲倉方法，自能量成本觀點來看，對丸粒加熱係高成本的。另外，Torusdisc並不良好地防止高黏性材料聚結，且由旋轉圓盤攪動丸粒可能會造成丸粒破裂且可能會產生不可接受量之材料細屑。

【0008】 防止材料在結晶期間聚結之另一方法為Novatec[™] CCR系統，其在儲倉型器皿內利用攪拌槳葉以攪動該器皿內之材料。就此系統而言，並非所有丸粒均由攪拌器連續移動，因此在槳葉穿過丸粒之時間之間會發生聚結。為解決此問題，可使攪拌器槳葉以較高速度旋轉，但此傾向於使丸粒破裂，且仍不有效地連續攪拌丸粒。

【0009】 因此，需要改良之系統及方法來解決上文所提及之不足。本發明之實施例係關於此等及其他考慮因素。

【發明內容】

【0010】 簡言之，本發明所揭示之主題之實施例係關於用於利用轉

筒裝置以提供必要的攪拌來防止高黏性粒化材料聚結直至可達成期望結晶程度之系統及方法。此類材料之實例為某些等級之PLA (聚乳酸)、某些聚酯、某些TPU等等。

【0011】 與由Gala Industries製造並描述於以引用之方式完全併入本文中之美國專利第9,782,705號中之轉筒裝置相似的轉筒裝置可經修改及使用以隨著可結晶丸粒離開丸粒乾燥器而對可結晶丸粒提供滾轉作用。轉筒裝置之滾轉作用提供與振動輸送機之攪拌不同且已意外地被發現為防止黏性丸粒隨著其結晶並失去其黏性而聚結的攪拌。與振動裝置相比，此滾轉作用以連續滾動運動之形式將更多移動提供至丸粒。另外，轉筒裝置之滾轉作用提供丸粒之平緩滾動，藉此避免了困擾其他攪拌裝置之丸粒破裂及細屑產生。

【0012】 具體言之，在一些實施例中，描述於美國專利第9,782,705號中之轉筒裝置可藉由自旋轉轉鼓移除篩網狀區段併用透明聚碳酸酯窗型嵌板替換篩網狀區段而被修改成為結晶化轉筒。聚碳酸酯窗型嵌板允許觀察轉筒內之材料以確保材料隨著其結晶而不聚結。聚碳酸酯嵌板之另一優勢為，其為預防熱損耗之極佳絕熱體，此係因為重要的是使結晶化晶丸粒之溫度維持為高於 T_g 並較佳地接近 T_m 。在其他實施例中，篩網可由其他透明聚合材料或甚至由透明陶瓷或玻璃替換。在另外其他實施例中，若沒有必要觀察轉鼓內之材料，則不透明材料可替換篩網，諸如實心鋼或其他實心材料嵌板，其具有或沒有絕熱表面。就此而言，實心不透明嵌板可具備由前述透明材料構成之較小觀察通口。另外，熱電偶已被添加至入口端及出口端，經配置使得熱電偶尖端延伸至丸粒之滾轉床中，以監測傳入及離開丸粒之溫度，且另一熱電偶已被添加以監測轉鼓內之空氣溫度。已對

轉鼓之出口端進行進一步修改，使得丸粒將保持於轉鼓內達足以允許在丸粒離開轉鼓之前獲得期望結晶程度的時間。已添加其他手段以防止丸粒自入口過早地流動至出口，以便維持丸粒在轉筒內之期望滯留時間。

【0013】 因此，本發明之一目標係提供一種可充當用於保持黏性直至達成期望結晶程度之材料之結晶器的轉筒裝置。

【0014】 本發明之另一目標係提供一種提供大於振動床裝置之攪拌程度的攪拌程度並防止隨著黏性材料結晶而聚結的轉筒裝置。

【0015】 本發明之又一目標係提供一種如下所述之轉筒裝置：該轉筒裝置提供相對緩慢、平滑、滾動攪拌以結晶化材料，不會造成結晶化材料破裂，不會在材料之攪拌中產生過量細屑，且不存在自丸粒塊狀物至周圍空氣之過量熱損耗，此與環形圓盤攪拌器相反。

【0016】 本發明之再一目標係提供一種用於藉由使用材料之所保持內熱以輔助材料之結晶來結晶化材料的轉筒裝置。為此目的，轉筒使用隨著材料穿過轉筒而保持材料之熱的絕熱轉鼓，且在轉鼓內設置用以使丸粒在其中保持達期望滯留時間的構件。

【0017】 本發明之另一目標係提供用於進行以下操作的構件：防止通過入口進入轉筒裝置之丸粒過早地沿轉筒之長度前進，藉此隨著粒床朝向出口前進轉筒之長度而維持丸粒床之均一結晶。為此目的，可將丸粒偏轉板置放為正好越過入口，其阻止丸粒圍繞轉鼓濺射並過早地沿轉鼓之長度前進。

【0018】 本發明之又一目標係提供一種具有額外空氣導管之轉筒裝置，該空氣導管用於將視情況存在之經加熱空氣或其他氣體提供至轉筒轉鼓之內部，以在必要時輔助預加熱轉鼓之內部，或替代地對材料加熱以輔

助結晶化。

【圖式簡單說明】

【0019】 本發明之以上及其他目標、特徵及優勢將自結合隨附圖式所給出之較佳實施例之以下描述變得顯而易見，圖式中：

【0020】 圖1為根據本發明之一些實施例之具有閉合式門之結晶器轉筒的等角正視圖；

【0021】 圖2展示根據本發明之一些實施例之具有敞開式門及可旋轉式轉鼓之結晶器轉筒的等角正視圖；

【0022】 圖3提供根據本發明之一些實施例之被移除了門並具有可旋轉式轉鼓之結晶器轉筒的剖視等角正視圖；

【0023】 圖4展示根據本發明之一些實施例之被移除了門並具有可旋轉式轉鼓之轉筒的剖視等角後視圖；

【0024】 圖5展示根據本發明之一些實施例之轉鼓的等角正視圖；

【0025】 圖6為根據本發明之一些實施例的圖5之結晶器轉鼓內部的部分剖視圖，其展示熱電偶之裝配；

【0026】 圖7為根據本發明之一些實施例的圖5至圖6之結晶器轉鼓的等角橫截面，其展示排出端之細節；

【0027】 圖8為展示根據本發明之一些實施例的圖5至圖7之轉鼓之排出端的橫截面端視圖；

【0028】 圖9為根據本發明之一些實施例的豎直地通過轉鼓之長度的等角縱向橫截面，其展示丸粒床擋板、隔板及入口偏轉板之細節；且

【0029】 圖10為朝向結晶化轉筒之入口端觀看的等角橫截面圖。

【實施方式】

相關申請案之交叉參考

【0030】 本申請案主張2019年3月22日申請之美國臨時專利申請案第62/822,701號的優先權及權益。

【0031】 本發明所揭示之主題之各種實施例以特定性被描述以滿足法定要求。然而，該描述自身並不意欲限制本專利之範疇。實情為，已預期到，所主張之主題亦可結合其他目前或未來技術而以其他方式體現，以包括不同步驟或與本文件中所描述之元件相似的元件。

【0032】 亦應注意，如本說明書及所附申請專利範圍中所利用，單數形式「一(a/an)」及「該」包括複數個參考物，除非上下文另有清楚規定。對含有「一」成分之組合物之參考意欲包括除被命名者之外的其他成分。又，在描述較佳實施例時，為了清楚起見而將使用術語。希望各術語涵蓋其如由熟習此項技術者所理解之最廣泛含義，並包括以相似方式操作以實現相似目的之所有技術等效者。

【0033】 本文中所利用之術語「結晶器」、「結晶」、「結晶質」、「經結晶」及「可結晶」均係結合與聚合物之分子鏈之部分對準相關聯的製程而利用。如由不同分析方法所估計之結晶程度通常在低於10%至高於80%之範圍內，如此結晶之聚合物常常被稱為「半結晶質」。在整個以下描述中，對以上「結晶質」術語之任何參考係指「半結晶質」材料，其可具有任何結晶程度。

【0034】 例如，本文中所利用之術語「丸粒」可包括微丸粒或微粒且可與微丸粒或微粒互換。此類丸粒/微丸粒/微粒可呈現多種形狀並由規則或不規則形狀之離散粒子代表而不限於其尺寸，包括片狀物、星狀物、球狀物、圓柱形丸粒、雙凸狀或圓盤狀丸粒、短切纖維、橡膠屑丸粒及/

或其他形狀。其亦可為圓形、正方形、矩形、三角形、五邊形、六邊形或其他幾何形狀之橫截面、星形或其他裝飾性設計，並在垂直於第一橫截面之第二橫截面中觀察時可相同或不同。亦應理解，丸粒並非必須為實心片，而是可包括界定開口或中空形狀之粒子。另外，丸粒可包括膨脹劑、發泡劑或揮發物，其可部分地或完全地膨脹以產生低(或較低)容積密度粒子。

【0035】 在本文中，諸如「具有(having/has)」或「包括(including/includes)」之術語之利用係開放式的，並意欲具有與諸如「包含(comprising/comprises)」之術語相同的含義且並不排除其他結構、材料或動作之存在。相似地，儘管諸如「可(can)」或「可能(may)」之術語之利用意欲係開放式的並反映結構、材料或動作並非必要的，但未利用此類術語並不意欲反映結構、材料或動作係必需的。在結構、材料或動作目前被認為係必需的程度，對其如此識別。

【0036】 亦應理解，一或多個方法步驟之提及並不排除在明確識別之彼等步驟之間存在額外方法步驟或介入方法步驟。此外，儘管在本文中可利用術語「步驟」以暗示所使用方法之不同態樣，但該術語不應被解譯為隱含本文中所揭示之各種步驟當中或之間的任何特定次序，除非且除當明確地需要個別步驟之次序時之外。在下文中被描述為構成本發明之各種元件的組件意欲係說明性而非限制性的。將執行與本文中所描述之組件相同或相似之功能的許多合適組件意欲涵蓋於本發明之範疇內。本文中未描述之此類其他組件可包括但不限於例如在開發本發明所揭示之主題之後開發的相似組件。

【0037】 為了促進對本發明之原理及特徵之理解，下文闡釋各種說

明性實施例。詳言之，在為結晶器轉筒之上下文中描述本發明所揭示之主題。

【0038】 圖1展示如本發明中所利用之結晶器轉筒之一個實施例。結晶器轉筒裝置之主要特徵可與由Gala Industries製造並展示及描述於美國專利第9,782,705號中之轉筒乾燥器裝置之主要特徵相似，該專利特此以引用之方式完全併入。結晶器轉筒10可具有外殼20、一或多個門30、丸粒入口滑槽40，及框架50。如所展示，門30閉合，以在轉筒10內含有通常呈聚合物丸粒之形式的可結晶材料流，並防止非想要的物體進入轉筒10。門亦輔助防止來自轉筒內部之轉鼓內之材料的熱損耗。與此對比，門30在圖2中敞開並在圖3及圖4中被移除，從而顯露轉筒10之其他組件，包括可旋轉式轉鼓60、吹風機區段70、傾斜機構80、丸粒出口滑槽90及止動環100。

【0039】 如圖3及圖4中更詳細地所展示，外殼20可經組態以支撐轉筒10之門30及轉鼓60。在一個實施例中，外殼20可包括基底22、入口面板件23、出口面板件24、背部面板件25、上部部件26、一或多個連接器28，及靜電消散刷29。具體言之，基底22可充當在框架50上方支撐外殼20之其餘部分的水平平台，而面板件23、24及25自基底22豎直地延伸並連接至上部部件26，上部部件26沿面板件23、24、25之頂部表面水平地延伸。

【0040】 基底22可由金屬、木材或硬塑膠構成，且經組態以耐受轉鼓60之旋轉力及重力並支撐外殼20之剩餘部分以及門30。例如，在一些實施例中，基底22可為允許容易焊接之不鏽鋼，諸如304不鏽鋼。在其他實施例中，基底22可為碳鋼。在其他實施例中，基底22可為鋁，從而有

利地減少了其重量。基底22之形狀可變化。例如，在一些實施例中，基底22可為矩形，並包括可藉由此項技術中所知之手段(例如焊接、螺栓、夾具等等)彼此附接之四個I形橫桿或其他橫桿。基底22可視需要而呈現尺寸以配合結晶器轉筒10之其他組件，特別是轉鼓60。

【0041】 自基底22豎直地延伸，面板件23、24、25可含有結晶器轉筒10之內部組件(例如轉鼓60、吹風機區段70等等)。入口面板件23可自基底22之入口端(亦即，具有丸粒入口滑槽40的轉筒10之端)豎直地延伸，且經組態以隨著丸粒入口滑槽40延伸通過入口面板件23以附接至轉鼓60而支撐丸粒入口滑槽40。入口面板件23可經進一步組態有浮動密封件21以防止丸粒返回通過入口面板件23離開轉鼓。根據一些實施例，入口構造之細節可見於前述美國專利第9,782,705號中。

【0042】 出口面板件24可在轉鼓60之出口端(亦即，與丸粒入口滑槽40相對)處自基底22豎直地延伸，且經組態以隨著吹風機區段70延伸通過出口面板件24及延伸於轉鼓60內部而支撐吹風機區段70。出口面板件24亦可經組態以防止丸粒流動超出出口面板件24。在一些實施例中，出口面板件24可包括浮動密封件21或相似裝置，以防止丸粒通過出口面板件24與空氣導管73 (圖6)之間間隙逸出轉鼓60。浮動密封件可經組態以允許空氣導管73被移除或調整至期望角度，同時阻止丸粒不良地離開轉鼓60。例如，在一些實施例中，出口浮動密封件可與在轉筒10之入口端處利用之浮動密封件21相似地或相同地被組態。此外，如上文結合入口構造所提及，根據一些實施例，出口構造之細節可見於前述美國專利第9,782,705號中。

【0043】 面板件23、24、25可由金屬、木材或硬塑膠構成，且經組

態以耐受轉鼓60之旋轉力及重力並支撐門30。例如，在一些實施例中，面板件23、24、25可由不鏽鋼、碳鋼或鋁構成。在一些實施例中，面板件23、24、25可具有相似尺寸。例如，在一個實施例中，面板件23、24、25可各自為五邊形，具有正方形底部部分及三角形頂部部分。在其他實施例中，面板件23、24、25可經設定大小及塑形以在轉筒10內含有轉鼓60及其他內部組件。上部部件26可自金屬、木材或硬塑膠構成，且經組態以水平地支撐面板件23、24、25之頂部。例如，上部部件26可由不鏽鋼、碳鋼或鋁構成。在一些實施例中，上部部件26可形成等腰梯形，其底面寬於頂面，如圖3中所展示。在其他實施例中，上部部件26可呈現其他形狀，諸如矩形、圓柱形，或經組態以連接至面板件23、24、25並允許門30移動之其他形狀。預期到，上部部件26可包括用於運送結晶器轉筒10之一或多個手柄或附接點。另外，在一些實施例中，可基於結晶器轉筒10之期望形狀利用多個上部部件26。

【0044】 在一個實施例中，連接器28可定位於轉筒10之入口端之相對側上。然而，在其他實施例中，若傾斜機構80切換至轉筒10之入口端，則連接器28可定位於轉筒10之出口端上。在一些實施例中，連接器28可在外殼20與框架50之間形成樞軸連接，如圖4中所展示。例如，連接器28可包括具有經由螺栓或軸件連接之孔的兩個或更多個部件。在此實施例中，一或多個間隔件可用以將連接器28之部件分離以幫助促進連接器28之樞轉。隨著傾斜機構80調整，連接器28可相對於其樞軸點旋轉。亦即，隨著傾斜機構80調整，外殼之角度且進而轉鼓60之角度可隨著連接器28保持於固定高度而相對於水平面增大或減小。以此方式，傾斜機構80可調整丸粒在轉鼓60內之滯留時間。在一些實施例中，連接器28可由

金屬、木材或硬塑膠構成。另外，因為連接器28可為轉筒10之移動零件，所以其可在一些實施例中上油及/或上油脂以幫助促進移動。

【0045】 在其他實施例中，轉筒10可能不包括框架50。代替地，基底22可經由纜線、繩索、橫桿等等自上方點懸置。例如，在一個實施例中，轉筒10之入口端及出口端可經由纜線懸置於地表面上方。預期到，轉筒10可經組態使得其離地表面之高度可經由纜線或經由框架50之可調整式高度特徵進行調整。

【0046】 在一些實施例中，靜電消散刷29可容納於面對轉鼓60的入口面板件23之背側上，如圖4中所展示。靜電消散刷29可緩慢地自轉鼓60汲取電荷，此可防止操作員被不良地電擊。為了幫助靜電消散刷29緩慢地傳導電荷並防止電擊，可將其置放於接觸或幾乎接觸轉鼓60之位置中。在一個實施例中，靜電消散刷29可自入口面板件23延伸，使得其可在不阻礙轉鼓60之旋轉移動的情況下自轉鼓60傳導電荷。在一些實施例中，靜電消散刷29可由任何靜電消散材料構成，其可具有在約 10^5 歐姆-公尺至約 10^{12} 歐姆-公尺之間的電阻率值。在其他實施例中，轉筒10可具有接地特徵，此在危害區域中可為有利的。例如，在一個實施例中，電線或刷可成角度自吊頂延伸，使得電線或刷隨著轉鼓60旋轉而保持與其接觸。例如，電線或刷可成角度以接觸向下旋轉的轉鼓60之側。因而，電線或刷可被維持足夠的接觸以用於接地目的，而不阻礙轉鼓60之旋轉。在其他實施例中，可利用此項技術中所知之其他接地或靜電消散方法。

【0047】 如圖2中所展示，門30可包括一或多個轉鼓門32及一或多個維護門34，各者自外殼20之上部部件26延伸。在一個實施例中，門30可一起敞開及閉合。在另一實施例中，轉鼓門32及維護門34可經組態以

獨立地敞開及閉合。門30可隨著其向下延伸而彎曲，使得其覆蓋轉筒10之頂部及側之一部分。替代地，在其他實施例中，門30可僅覆蓋轉筒10之頂部或側。

【0048】 一旦門30閉合且結晶器轉筒10準備好操作，丸粒入口滑槽40就可經組態以接收丸粒流並將丸粒流導引至結晶器轉筒10之轉鼓60中。在一些實施例中，如圖1及圖2中且更詳細地在圖3中所展示，丸粒入口滑槽40可包括連接至管道44之漏斗42。漏斗42可經組態以自上游組件(例如粒化機、乾燥器、去流體器或另一轉筒)接收丸粒並將丸粒導引至管道44中。

【0049】 在一些實施例中，漏斗42可為圓錐形並由金屬、木材或硬塑膠構成。例如，在一個實施例中，漏斗42可為軋製薄片金屬。漏斗42可具有直徑與管道44之直徑大約相同的下部開口，及用於收集丸粒之較大上部開口。在其他實施例中，丸粒入口滑槽40可能不包括漏斗42，此係因為管道44可直接附接至上游組件之出口。

【0050】 管道44可為經組態以將丸粒運送至轉鼓60中之中空圓柱形、矩形或其他橫截面形狀之管道，如圖3及圖9中所展示。在一些實施例中，管道44可經設定大小以在最小餘隙空間的情況下配合通過入口面板件23。預期到，管道44可在其整個長度中具有相同直徑。例如，在一個實施例中，管道44可穿過入口面板件23中之可膨脹部件，該可膨脹部件貼合地配合於管道44周圍，以防止丸粒及熱通過入口面板件23逸出轉筒，並防止外來物體進入轉筒10。預期到，浮動密封件或相似裝置可用以將管道44固持於適當位置並允許丸粒進入轉鼓60，同時防止丸粒在進入轉鼓60之前自管道44洩漏。管道44之豎直橫截面可隨著其進入浮動密封件而

為橢圓形或矩形。另外，密封件(例如聚醯胺或含氟聚合物密封件)可用以密封管道44與入口面板件23之間的連接。在其他實施例中，基於丸粒至轉鼓60中之期望流動，管道44之尺寸可隨著其延伸而改變。在一些實施例中，管道44可容納粉末進料器(未展示)或以其他方式引入用於塗佈丸粒以便輔助減少丸粒之聚結之粉末或其他材料。

【0051】 隨著例如丸粒之待結晶材料離開管道44並進入轉鼓60中，該材料傾向於自轉鼓之內部表面跳動且可能會過早地在轉鼓中之下游跳動，從而導致丸粒床不均勻地結晶。為了輔助防止此過早下游流動，可將圖9及圖10中所展示之偏轉板200設置於正好越過管道44之出口的材料入口端處。偏轉板200延伸至緊密地近接於旋轉轉鼓之流動區域中，從而防止材料在下游跳動及濺射。偏轉板200可附接至外殼之入口端且可自其成懸臂，且可豎直地延伸至流中。為了輔助防止材料隨著材料由轉鼓滾轉而積聚於懸臂式區頂上，可在其中設置偏轉板槽202，從而允許經滾轉材料流動通過該等偏轉板槽並返回至轉鼓以供滾轉。如在圖10中可見，偏轉板200可具有不對稱形狀，該不對稱形狀更緊密地配合至轉鼓，從而在遠離丸粒流的轉鼓之側上阻擋流動，並在流動方向上的轉鼓之側上敞開更多，從而允許丸粒之敞開更多的流動。

【0052】 在地表面外支撐外殼20之框架50展示於圖1、圖2及圖4中且更詳細地展示於圖3中。在一些實施例中，框架50可包括一或多個豎直部件52、一或多個橫向部件54、一或多個拐角支撐部件56，及一或多個水平部件58。框架50可由金屬、木材或硬塑膠構成，且經組態以共同地耐受轉鼓60之旋轉力及重力並支撐轉筒10之剩餘部分。在一個實施例中，框架50可由鋁構成以限制其重量。如先前所提到，在其他實施例中，

轉筒10可用經組態以將轉鼓60懸置於地表面上方之懸置裝置替換框架50。在一些實施例中，豎直部件52可沿轉筒10之四個拐角緊接豎直軸線而延伸。在其他實施例中，一或多個豎直部件52可視需要或按期望沿轉筒10之長度間隔開以支撐轉筒10。例如，在一個實施例中，三個豎直部件52可自外殼20向下延伸並支撐轉筒10，以防止轉筒10在平坦地面上或在豎直部件52並非完全相同長度時擺動。可視需要而塑形豎直部件52以在結構上支撐轉筒10。在一些實施例中，豎直部件52可為矩形且筆直，使得其經組態為以直角附接至框架50之其他組件。在其他實施例中，豎直部件52可為圓柱形及/或弧形，以為其他組件提供餘隙或減小轉筒10所需之地面空間。在其他實施例中，豎直部件52可為中空以減小其重量。在其他實施例中，豎直部件52可為實心或填充有材料以加重框架50以防止轉筒10移動，而不管其來自旋轉轉鼓60之振動。

【0053】 在一些實施例中，橫向部件54可緊接水平軸線而延伸並將豎直部件52中之一或多者彼此連接。可視需要而塑形橫向部件54以在結構上支撐轉筒10。在一些實施例中，橫向部件54可為矩形且筆直，使得其經組態為以直角附接至框架50之其他組件。在其他實施例中，橫向部件54可為圓柱形及/或弧形以為其他組件提供餘隙。在其他實施例中，橫向部件54可為中空以減小其重量。在其他實施例中，橫向部件54可為實心或填充有材料以加重框架50以防止轉筒10移動，而不管其來自旋轉轉鼓60之振動。

【0054】 在一些實施例中，拐角支撐部件56可連接由豎直部件52及水平部件58中之至少一些形成的拐角。拐角支撐部件56可為三角形，且經組態以藉由使豎直部件52保持直立而在結構上支撐框架50。亦預期

到，拐角支撐部件56可支撐框架50中之其他接頭，包括在豎直部件52與橫向部件54之間的接頭。

【0055】 在其他實施例中，水平部件58可緊接水平軸線而延伸並將豎直部件52之頂部彼此連接。水平部件58可經組態以容納外殼20，使得外殼20貼合地配合於水平部件58之頂部上。在一些實施例中，水平部件可經組態以經由連接器28樞轉地附接至外殼20。在一些實施例中，水平部件58可為覆蓋外殼20之底部的實心單表面。水平部件58之表面可包括粗糙表面以抓緊外殼20並防止外殼20隨著轉鼓60旋轉而滑動。在其他實施例中，水平部件58可環繞外殼20之周界。水平部件58可在一些實施例中為中空以減小其重量，並在其他實施例中為實心以用於增強強度。

【0056】 如圖4及圖5中更詳細地所展示，轉鼓60可經組態以接收丸粒，其中丸粒在被導引至丸粒出口滑槽90之前保持達期望滯留時間，同時發生結晶。在一些實施例中，轉鼓60可包括複數個可移除式嵌板62，其各自經由複數個旋鈕64及連接器67連接至轉鼓60。嵌板62可由諸如玻璃、聚碳酸酯、丙烯酸類或其他合適透明材料之透明材料製成。隨著轉鼓60內部之內容物在轉鼓60中滾轉，嵌板62之透明性輔助觀察該等內容物。重要的是能夠在視覺上尤其在輸入端處監測滾轉材料，能夠確保正在發生任何聚結之瓦解，且若未發生，則採取校正動作。玻璃、聚碳酸酯及丙烯酸類亦為良好絕熱體，其幫助防止隨著轉鼓旋轉而來自丸粒之熱損耗。其他材料可用於嵌板62，而不論係透明、半透明或不透明，但應具有良好絕熱特性以防止來自轉鼓內之熱損耗。若利用不透明材料，則其可在其中具備觀察通口(未展示)以仍允許在視覺上指示轉鼓內之丸粒流之狀態。若觀察轉鼓之內部被認為係不必要的，則可代替地利用實心不透明嵌

板。進一步預期到，鋼轉鼓60之整個內部或外部可用絕熱塗層或絕熱表面加內襯以進一步減少來自轉鼓內部之熱損耗。在各嵌板62之間，轉鼓60可包括把手69以輔助操作員手動地旋轉或載運轉鼓60。轉鼓60亦可包括經組態以滾動以旋轉轉鼓60之兩個或更多個轉鼓輪66。轉鼓60可進一步包括一或多個環68，該一或多個環用以與止動環100一起防止丸粒隨著通過一或多個開口102（例如沒有嵌板62之區段）離開轉鼓60而逸出丸粒出口滑槽90。視情況，在一些實施例中，轉鼓可包括在止動環100下游之一或多個開口104，開口104由複數個框架部件106界定。框架部件106可沿轉鼓60之長度延伸且經組態以可附接地容納嵌板62。

【0057】 旋鈕64及連接器67可具有用於將嵌板62附接至框架部件106上之配合元件（例如其他連接器或孔）。為了保證嵌板62之對準，嵌板框架65可包括經組態以配合於連接器67周圍之孔。在一些實施例中，嵌板62可搭扣至連接器67上。

【0058】 在其他實施例中，旋鈕64可經定位以可滑動地容納嵌板62（或若干嵌板62）之一或多個邊緣。在將嵌板62之邊緣滑動於旋鈕64之下之後，可經由（多個）連接器67將嵌板62之相對邊緣緊固至轉鼓60。在此實施例中，連接器67之所需數目可受到旋鈕64之利用的限制。另外，旋鈕64及連接器67可經組態以旋入、夾牢、門鎖及/或搭鎖，使得操作員可在不利用工具的情況下快速地連接或移除嵌板62。在其他實施例中，嵌板62可栓接、焊接、鉸接及門鎖、夾持及/或密封至轉鼓60。另外，密封件或密封墊可在連接點處用以幫助在轉鼓60內含有丸粒及微丸粒。

【0059】 在轉鼓60之內部上，如圖7至圖9中所展示，一或多個攪拌器61可連接至嵌板框架65並朝向轉鼓60之中心延伸。攪拌器61可經塑形

及定位以幫助隨著轉鼓60旋轉而在轉鼓60內攪拌丸粒。例如，在一個實施例中，攪拌器61可在橫截面中為梯形。可選擇梯形之底角，使得攪拌器61之攪拌作用可在較陡底角的情況下增大或在較淺底角的情況下減小。在另一實施例中，攪拌器61可為L形並形成直角，使得各攪拌器61之一部分垂直於另一部分。替代地，在其他實施例中，攪拌器61可形成銳角或鈍角。梯形攪拌器之底角或L形攪拌器61之角度可影響丸粒隨著轉鼓60旋轉而由攪拌器61向上運送之持續時間及範圍。亦涵蓋攪拌器61之其他幾何形狀。例如，在一些實施例中，攪拌器61可為厚或薄扁條形、弧形或螺旋形以達成期望效應。

【0060】 在一些實施例中，轉筒10內之攪拌器61及/或其他組件可按期望而用各種塗層進行處理。例如，在一個實施例中，攪拌器61可用耐磨塗層進行處理以幫助改良其耐久性。在其他實施例中，入口滑槽44及其他非旋轉零件以及轉鼓60之任何旋轉零件可被塗佈有不黏塗層以防止黏性非結晶材料黏著至其中。預期到，可利用任何塗層或表面處理，包括描述於美國專利第8,080,196號中之塗層或表面處理，該專利以引用之方式併入本文中。

【0061】 把手69可為U形並自轉鼓60之外部向外延伸，如圖5中所展示。在一些實施例中，把手69可經定位及設定大小以輔助手動地旋轉或運送轉鼓60。在其他實施例中，把手69可搭扣或以其他方式連接至框架部件106以幫助將嵌板62固持於適當位置。

【0062】 如圖4及圖5中所展示，轉鼓輪66可為圓形，且經組態以被機械地驅動以旋轉轉鼓60。由於為圓形，故轉鼓輪66可允許轉鼓60之均勻穩定旋轉，即使轉鼓可為非圓形(例如八邊形)亦如此。轉鼓輪66之外部

表面可平滑以改良轉鼓60之穩定旋轉。在一些實施例中，轉鼓輪66之直徑可大於轉鼓60之剩餘部分之直徑。例如，在一些實施例中，轉鼓輪66可具有約28吋之直徑，且轉鼓60之剩餘部分可具有約20吋之直徑。可按期望而利用轉鼓60及/或轉鼓輪66之其他直徑。轉鼓輪66可由金屬、木材或硬塑膠構成，且經組態以支撐轉鼓60之重量。在一些實施例中，轉鼓輪66可為轉鼓60與轉筒10之剩餘部分之間的唯一附接點。在此類實施例中，框架部件106可經組態以隨著轉鼓60旋轉而使轉鼓60及其內容物之結構維持為不彎曲。另外，因為轉鼓60可經組態以停置於轉鼓輪66上而不緊固至轉筒10，所以該轉鼓可容易移除以供運送、修復或替換。

【0063】如圖4及圖5中詳細地所展示，環68及止動環100可自轉鼓60之外部延伸，且可經組態以與丸粒出口滑槽90重疊以防止丸粒在到達丸粒出口132 (圖6)之前不良地逸出轉鼓60。在一些實施例中，環68可僅自嵌板62向外延伸，而止動環100可自嵌板62向內及向外延伸。在此組態中，環68可允許轉鼓60內部之丸粒傳遞至丸粒出口滑槽90。因為一些丸粒可能會嘗試跳動越過丸粒出口滑槽90，所以止動環100可阻止該等丸粒沿轉鼓60之長度繼續並代替地落入丸粒出口滑槽90中。為了進一步輔助防止丸粒跳動出丸粒出口滑槽90，可提供出口滑槽罩蓋101以覆蓋環68及止動環100之上部區段以防止丸粒濺射出出口區，如圖7至圖9中所展示。

【0064】在一些實施例中，止動環100可具有經組態以允許空氣導管73通過之孔，如圖6中所展示。預期到，該孔可經組態以貼合地配合空氣導管73，或一或多個密封件可閉合止動環100之孔與空氣導管73之間的任何間隙以防止丸粒通過止動環100。環68及止動環100可由金屬、木材或硬塑膠構成。

【0065】 在環68與止動環100之間，開口102可經組態以允許丸粒傳遞至丸粒出口滑槽90中。在一些實施例中，如由框架部件106之間的空間所界定之開口102可經設定大小及塑形以允許所有丸粒通過。在其他實施例中，開口102可經設定大小或塑形以將丸粒流限制為下游製程(例如裝袋)所需之速率或體積。

【0066】 在止動環100下游，開口104可由框架部件106之間的空間界定。在一些實施例中，防止丸粒傳遞至轉鼓60之此區段，且因此，嵌板62在此區段中沒有用。

【0067】 在一些實施例中，框架部件106可沿轉鼓60之整個長度水平地延伸並將轉鼓輪66彼此連接。框架部件106可充當用於供連接之其他組件(諸如嵌板62、旋鈕64及連接器67)之結構支撐件。在一些實施例中，框架部件106可界定開口102及104之大小及形狀，如圖5中所展示。取決於框架部件106之數目，轉鼓60之形狀可變化。在一些實施例中，轉鼓60可為八邊形並包括八個框架部件106。此八邊形形狀可優於圓形形狀，此係因為其界定小於將用於單一圓形轉鼓60之嵌板的嵌板62。可為矩形並延伸轉鼓60之整個長度或僅延伸轉鼓60之長度之一部分的較小嵌板62可較容易且較便宜地進行安裝、移除及修復。隨著框架部件106之總數目增加，轉鼓60之形狀可變得更圓，從而允許轉鼓60內之丸粒流較平滑。相反地，轉鼓60之形狀愈不圓，則其愈可有助於防止丸粒隨著在轉鼓60內到處推擠而聚結。

【0068】 如圖4中且更詳細地在圖6至圖8中所展示，部分地安置於轉鼓60內之空氣導管73可包括進氣口區段72及吹風機區段70。在背部面板件25外部，進氣口72可汲入環境空氣，或可自諸如氮氣或惰性氣體之

其他氣體之來源進行汲取。吹風機區段70可經由一或多個孔隙74將自進氣口區段72接收之空氣或氣體導引至轉鼓60。在一些實施例中，空氣導管73可為可移除式，從而使得易於運送或拆卸以供替換或修復。在其他實施例中，空氣導管73可經組態以旋轉或具有可調整式角度，在該角度下，該空氣導管在轉鼓60內延伸，從而允許按期望在轉鼓60內遞送空氣。在一個實施例中，空氣導管73之直徑可為約六吋。預期到，空氣導管73可按期望而呈現任何直徑或長度。另外，在一些實施例中，空氣導管73之直徑或形狀可變化。在一些實施例中，進氣口區段72可包括延伸至轉鼓60外部的吹風機區段70之部分。在一些實施例中，進氣口區段72可自未展示之經附接加熱器(例如電動、蒸汽或油加熱器)汲入經加熱空氣或其他氣體，以進一步輔助丸粒在轉鼓60內部之結晶。經加熱空氣或其他氣體亦可用以預加熱轉鼓60之內部，以輔助經加熱丸粒保持其內熱。替代地，在其他實施例中，加熱器可安置於吹風機區段70內，且經組態以隨著空氣或其他氣體傳遞至轉鼓60而加熱該空氣或其他氣體。藉由將經加熱空氣或氣體導引至轉鼓60中，空氣導管73可使丸粒之結晶加速。最佳的是，僅由於丸粒之所保持內熱以及轉鼓60在該轉鼓內維持此熱之絕熱性質，而在轉鼓內發生結晶。然而，在某些且希望稀有之條件下，空氣導管73將視需要在適當位置以將經加熱空氣流傳導至轉鼓之內部。為此目的，傳入丸粒熱電偶175將量測傳入丸粒之溫度，且若此溫度低於用於起始結晶之預定臨限值，則可啟動吹風機以將經加熱空氣流提供至轉鼓60之內部，以便將丸粒之溫度升高至結晶所需之溫度。出口熱電偶175可量測傳出丸粒之溫度以判定是否已達成期望溫度，且若未達成，則可改變氣流之流速及/或溫度以達成結晶所必要之丸粒溫度。根據一些實施例，空氣導管/吹風機區段

構造之其他細節可見於前述美國專利第9,782,705號中。

【0069】 在轉筒10之後端上，傾斜機構80可連接至框架50及外殼20，且經組態以改變轉鼓60相對於水平面之角度以控制丸粒之滯留時間。在一些實施例中，傾斜機構80可為經組態以提昇或降低轉筒10之一端的升降機。如圖4中所展示，傾斜機構80可包括可延伸式部件82以及兩個附接點84及86。傾斜機構80可經由電子控制器(未展示)而可手動調整及/或可自動調整。另外，在一些實施例中，角度指示器(未展示)可與傾斜機構80通信，且經組態以測定及顯示外殼20之角度且進而測定及顯示轉鼓60之角度。雖然傾斜機構80可經組態以按期望而改變轉鼓60之角度，但在一些實施例中，該角度可限於預定範圍(例如 $\pm 5^\circ$)。亦預期到，轉筒10可基於其預期用途而以不同程度傾斜。例如，為了增加用於緩慢地結晶化材料之滯留時間，轉筒10可相對於水平面傾斜達 $\pm 5^\circ$ 角度。為了較快地結晶化材料，可藉由傾斜達 $\pm 2^\circ$ 角度來縮短滯留時間。為了清潔轉筒10，可將其向下傾斜達 -5° 角度以輔助丸粒快速離開出口端。

【0070】 圖4中部分地所展示之馬達140可容納於轉筒10內。在一些實施例中，馬達140可容納於出口面板件24與背部面板件25之間。然而，預期到，馬達140可位於轉筒10之任一側(例如入口或出口)上。馬達140可為經組態以產生機械功率之任何裝置。例如，在一些實施例中，馬達140可為經組態以將電轉換成機械運動之電動馬達。在其他實施例中，馬達140可為引擎或液壓馬達。在一個實施例中，馬達140可包括齒輪箱。

【0071】 自馬達140延伸，驅動軸件(未展示)可包括經由軸件154連接之一或多個滾筒152，如圖7至圖8中所展示。此等滾筒152可共同地支撐及旋轉轉鼓輪66，如圖3及圖4中所展示。視情況，在一些實施例中，

可利用額外皮帶，使得馬達140驅動多個滾筒152。在一些實施例中，滾筒152可為軋製薄片金屬以限制其重量，但可利用其他材料。用於滾筒152之材料類型可取決於轉鼓之重量、轉鼓內之材料之重量、所遭遇之溫度等等。滾筒152可為圓柱形並具有平滑外部表面。滾筒152之直徑可基於轉鼓60之期望旋轉速度、馬達140之力輸出及期望效率以及轉筒10內之可用空間而變化。在一些實施例中，軸件154可為圓柱形且相比於滾筒152具有較小直徑。在一些實施例中，軸件154可為中空軸件以減小其重量。

【0072】 利用轉筒10作為結晶器可優於利用其他結晶器及結晶方法，該等其他結晶器及結晶方法可能過於粗糙並損害丸粒，諸如TorusDisc[®]，或該等其他結晶器及結晶方法不能有效地防止在結晶時有黏性之材料聚結，諸如Vibra型振動輸送機。此在丸粒在其結晶之前為既有黏性又有脆性之材料時可特別重要。在一個實施例中，作為一實例，結晶器轉筒10可經組態以每小時5,000 lbs之連續流速維持15分鐘之丸粒滯留時間，從而達成40%或更佳之結晶，同時使丸粒破裂及細屑產生降至最低並防止材料聚結。可取決於需要而藉由調整轉鼓60之傾角、轉鼓之直徑或轉鼓長度、轉鼓旋轉速度及/或丸粒出口擋板設計而使滯留時間及/或流速變化。

【0073】 為了在轉鼓60內積聚丸粒床，輔助控制丸粒在轉鼓內之滯留時間，並輔助將熱空氣封入轉鼓內，將可調整式擋板190（圖7、圖8及圖9）定位於轉鼓之出口附近以提供障壁，丸粒必須流過該障壁以到達丸粒出口132（圖6）。結合傾斜機構80，擋板190可用以控制丸粒通過轉鼓60至出口132之流速，藉此控制丸粒在轉鼓60內之滯留時間。對於八邊形轉

鼓，八個擋板190圍繞轉鼓之內部圓周而定位，針對轉鼓之每一側定位一個板。如圖9中所展示，該等板被形成為L形，其中裝配支腿192抵靠轉鼓側平放且直立支腿198朝向轉鼓中心向內延伸。裝配支腿192藉助於扣件194通過調整槽196附接至轉鼓框架部件106。擋板190之直立支腿198彼此抵靠而緊密地配合，並與鄰近的直立支腿重疊以防止丸粒在該等直立支腿之間流動，從而迫使該等丸粒在離開轉鼓之前積聚至溢出直立支腿198之頂部的位準。為了允許較短滯留時間，可藉由使交替的板沿調整槽196向前滑動而將擋板190調整為敞開以允許鄰近的板之間的開口，或可使該等擋板完全敞開以允許鄰近的板之間的最大開口以用於自轉鼓快速地排空丸粒。

【0074】 為了測定達成期望結晶程度所必要之滯留時間，可用期望材料進行測試。為此目的，可收集內熱仍完整的新切割丸粒並將其儲存於絕熱容器中，且可以不同時間間隔測定結晶度直至測定達成期望結晶度所需之時間。替代地，可搜尋特定材料之資料表單，其可給出隨時間及溫度而變之結晶度資料。可在網際網路上得到及發現多種聚合材料之此類資訊。可得到此類資訊之其他來源，諸如聚合物教科書或聚合物科學技術期刊。一旦知道所需滯留時間，就可手動地或由控制器自動地調整轉鼓之傾斜角，以便達成丸粒之期望滯留時間。

【0075】 可提供其他構件以輔助隨著丸粒自轉鼓之入口端朝向出口端流動而增加丸粒之滯留時間。為此目的，如圖9及圖10中最佳地所展示，隔板195可圍繞轉鼓60之長度沿圓周設置，並沿轉鼓60之長度間隔開。在例示性實施例中，轉鼓60劃分為三個區段，其中八個隔板195設置於區段一與區段二之間，且四個隔板195設置於區段二與區段三之間。初

始八個隔板195幫助在轉鼓之第一區段內維持傳入丸粒，直至該等丸粒積聚至其開始越過隔板195流入第二區段中的位準。如在圖9中可見，隔板195被置放成與流動方向成角度，其中該角度用於隨著轉鼓旋轉而推回及減慢丸粒流。該角度提供「雪犁」效應，其有助於防止丸粒流入接下來的轉鼓區段中，其中僅允許丸粒通過鄰近的板之間的間隔。由於隔板195及其與丸粒流所成之角度，轉鼓旋轉得愈快，則被抑制於第一轉鼓區段中之丸粒愈多。替代地，若轉鼓在反向方向上旋轉，則諸如當期望將轉鼓排空時，可使丸粒快速地通過轉鼓前進。藉由隔板195在延遲丸粒沿轉鼓60之長度之流動方面的作用，丸粒之內熱由第一區段內之丸粒塊狀物維持。同樣地，將區段二及三分離之四個隔板195傾向於減慢丸粒自第二區段至第三區段中之流動，其中丸粒接著最終積聚，直至其流動於擋板190之上或越過擋板190並流入丸粒出口滑槽90中。可按需要沿轉鼓60之長度利用更多或更少的隔板以減慢或加快通過該轉鼓之丸粒流。

【0076】 在丸粒到達丸粒出口滑槽90之後，丸粒可被導引至丸粒出口132並被遞送至下游裝置(例如用作第二結晶器、塗佈機、裝袋總成、輸送系統、丸粒分類器等等之另一轉筒)。為了防止丸粒在到達丸粒出口132之前不良地離開轉鼓60，丸粒出口滑槽90之在圖4中所見之隆脊92可至少部分地環繞環68及止動環100，環68及止動環100自轉鼓60之外部延伸。以此方式，環68、止動環100及隆脊92可彼此重疊以防止丸粒自丸粒出口滑槽90之側逸出。在一些實施例中，多個環68可用以減小各環68、100之間的間隔，藉此減小丸粒不良地逸出丸粒出口滑槽90之可能性。另外，如圖7至圖9中所展示，可提供出口滑槽罩蓋101以覆蓋環68及止動環100之上部區段以防止丸粒濺射出出口區。

【0077】 在結晶器轉筒10之操作期間，轉鼓60可經組態以沿其縱向軸線在順時針及/或逆時針方向上旋轉。馬達140可旋轉驅動軸件154及其滾筒152，其又使轉鼓輪66旋轉。在一些實施例中，轉鼓60可經組態以在單一方向(例如順時針方向或逆時針方向)上旋轉。在其他實施例中，轉鼓60可經組態以在多個方向上隨機地或根據預定圖案旋轉。另外，在其他實施例中，轉鼓60之旋轉速度可基於數個因素(例如旋轉方向、導管70內之空氣/氣體流速、丸粒之材料、結晶速度、期望滯留時間、期望丸粒流速)而變化，或固定。例如，轉鼓60之旋轉速度可基於馬達140之預設設定而固定，或變頻驅動可允許轉鼓旋轉速度之無限可變調整。

【0078】 預期到，可為具有一或多個處理器之電腦化控制器的一或多個指示器或控制器(未展示)可自動地控制轉筒10內之一或多個組件之操作。例如，如圖6至圖8中所展示，一或多個感測器165可量測進入及/或離開丸粒入口及出口之丸粒之溫度位準，並將所量測溫度位準傳達至指示器/控制器。為此目的，熱電偶175使其尖端浸沒於傳入丸粒流中以量測傳入丸粒之溫度，且另一熱電偶使其尖端浸沒於丸粒出口處之丸粒中以隨著丸粒離開轉鼓60而測定丸粒之溫度。當控制器判定傳入丸粒溫度位準不同於預定臨限值，離開丸粒溫度位準不同於預定臨限值，或傳入丸粒與離開丸粒之間的溫度差位準不同於預定臨限值時，控制器可指導轉筒10之組件中之一者以不同方式執行。在一個實施例中，控制器可指導傾斜機構80改變轉鼓60之角度，藉此增加或減少丸粒之滯留時間。在另一實施例中，控制器可指導馬達140改變轉鼓60之旋轉速度或旋轉方向。就此而言，旋轉速度感測器(未展示)可用以量測轉鼓RPM。如此項技術中所知，此等感測器可為光學感測器、電學感測器或機械感測器，且可經組態以將速度信號發

送至控制器並可給出關於轉鼓之RPM之視覺信號。取決於待結晶材料之攪拌的需要，可自動地或手動地增大或減小此速度。在另一實施例中，控制器可指導(多個)吹風機通過空氣導管73提供經加熱空氣/氣體以增大或減小空氣/氣體流速，藉此增大或減小丸粒溫度。在較佳實施例中，預期到，被附接有熱電偶175之感測器165附接至可調整式支撐臂185，其中可調整式支撐臂又附接至空氣導管73。可調整式支撐臂185可具有調整槽186，調整槽186允許該臂圍繞其附接點187樞轉至其期望位置中，且接著藉由將扣件(未展示)扣緊於調整槽186中而固定於期望位置處。以此方式，隨著丸粒之滾轉床在轉鼓之滾轉作用下移動，可取決於該床之深度及大部分床之位置而將熱電偶175進一步調整為進入或離開該床。可將臂185製造成將位於臂185之端附近之熱電偶定位於轉鼓60內之丸粒入口及出口附近或丸粒床內之任何期望位置處的長度，如可測定。可提供未浸沒於材料床中之另一熱電偶(未展示)以量測轉鼓60內之內部空氣溫度。作為浸沒式熱電偶175之替代例，可利用其他類型之非接觸式感測器，諸如紅外線溫度感測器，藉此避免與黏性丸粒接觸並避免潛在地黏著至熱電偶及形成聚結物。

【0079】 控制器亦可基於轉筒10之操作模式自動地控制門30之敞開及閉合。例如，當馬達140開始旋轉轉鼓60時，控制器可指導門30閉合。例如，當馬達140並不旋轉轉鼓60時，控制器可指導門敞開。

【0080】 控制器可與其他感測器通信以改良轉筒10之操作。例如，在一些實施例中，一或多個流量感測器可量測進入或離開轉筒10之丸粒入口流量及/或出口流量。控制器可控制轉筒10之特徵以達成離開轉筒10之更一致的丸粒流動。另外，控制器可偵測妨礙丸粒流動的轉筒10內之阻擋

物，並停止轉筒10之特徵中之一或多者的操作。在其他實施例中，控制器可在偵測到轉筒10內之阻擋物後就將提醒發送至操作員(例如經由無線或有線通信發送至與控制器通信之顯示器或操作員之行動電話、電腦或其他裝置)。在其他實施例中，流量感測器可量測離開轉筒10之丸粒之量，控制器接著可向操作員提供該量(例如經由顯示器)。在其他實施例中，控制器可在丸粒入口滑槽40及丸粒出口管道130處與流量感測器通信，且可經組態以比較各點處之所量測丸粒流量。當入口及出口處之所量測丸粒流量之間的差超過預定臨限值時，控制器可停止轉筒10之操作或向操作員提醒阻塞或洩漏。以此方式，當丸粒之阻塞較小時，控制器可幫助操作員識別及移除丸粒之阻塞，藉此使廢棄產品及損失機器時間降至最低。

【0081】 在其他實施例中，控制器可與經組態以量測在轉筒10上之某些點處積聚之靜電位準的一或多個靜電感測器通信。以此方式，控制器可判定靜電消散刷29或其他靜電消散裝置是否足以消散由轉筒10積累之靜電，並充當安全機構以防止操作員被不當地電擊。當控制器自此等感測器接收到靜電位準超過預定臨限值之信號時，控制器可藉由停止轉筒10之操作及/或提醒操作員而作出回應。

【0082】 預期到，結合各種感測器，控制器可針對一或多個操作模式組態轉筒10。在一些實施例中，控制器可將操作模式儲存於記憶體上，並允許操作員經由與控制器通信之顯示器或另一裝置選擇期望操作模式。操作模式可有關於不同丸粒材料、大小或形狀，及流速。例如，黏性丸粒相比於黏性及脆性材料可用較高旋轉速率進行處置。

【0083】 當然，預期到，代替自動化控制器，操作員可藉由自數位或類比顯示器讀取各種信號來執行相同功能，並相應地使結晶器轉筒之條

件變化。

【0084】在例示性操作方法中，可操作結晶器轉筒10以按以下方式結晶化聚合物。首先利用諸如由Gala Industries製造並描述於美國專利第9,032,641號中之水下粒化機系統的水下粒化機系統來粒化可結晶材料。在此粒化機系統中，藉助於水系統及水系統內之空氣注入系統將丸粒自切割室快速地轉移至離心乾燥器。由Gala Industries開發並被稱為CPT[®]製程之此空氣注入系統使丸粒在極短時間內到達乾燥器，使得丸粒保持經由擠壓製程賦予至其之內熱的大部分。以此方式，丸粒離開乾燥器並在足夠的剩餘內熱的情況下轉移至結晶器轉筒以使丸粒結晶，且轉筒轉鼓之絕熱性質將幫助在整個丸粒滯留時間期間防止此所保持熱之損耗。對於指示利用結晶器轉筒之材料，粒狀材料將保持於黏性狀態，直至達成某一期望結晶程度。為了在進行結晶製程時防止聚結，結晶器轉筒將平緩地滾轉材料並將材料保持於轉鼓內達完成足夠的結晶所需之滯留時間，直至丸粒不再有黏性。此滯留時間由以下各者控制：轉筒轉鼓之傾角；轉筒轉鼓旋轉速度；攪拌器設計及數量；隔板之位置、數目及設計；及擋板之設計及調整。利用浸沒式熱電偶及其他溫度感測器監測傳入丸粒溫度及傳出丸粒溫度，以確保維持足夠的熱以達成結晶。用本發明之結晶器轉筒提供的丸粒之平緩滾轉作用提供了在防止聚結方面優於振動輸送機型結晶器之改良，提供了在防止細屑產生及丸粒破裂方面優於環形圓盤型結晶器之改良，同時不需要任何額外能量輸入來加熱丸粒。另外，轉筒型結晶器相比於其他結晶化裝置可具有較低功率消耗以維持丸粒運動。以此方式，如本文中所描述之各種實施例中所闡釋，轉筒結晶器10針對黏性材料提供優於振動輸送機、環形圓盤或攪動槳葉型結晶器之改良。

【0085】 雖然已結合複數個例示性態樣而描述本發明，如在各個圖中所繪示及上文所論述，但應理解，在不偏離本發明的情況下，可利用其他相似態樣或可對用於執行本發明之相同功能的所描述態樣進行修改及添加。例如，在本發明之各種態樣中，根據本發明所揭示之主題之態樣描述了方法及組合物。然而，此等所描述態樣之其他等效方法或組合物亦由本文中之教示涵蓋。因此，本發明不應限於任何單一態樣，而是在廣度及範疇上根據隨附申請專利範圍進行解釋。

【符號說明】

【0086】

- 10: 轉筒
- 20: 外殼
- 21: 浮動密封件
- 22: 基底
- 23: 入口面板件
- 24: 出口面板件
- 25: 背部面板件
- 26: 上部部件
- 28: 連接器
- 29: 靜電消散刷
- 30: 門
- 32: 轉鼓門
- 34: 維護門
- 40: 丸粒入口滑槽

- 42: 漏斗
- 44: 管道
- 50: 框架
- 52: 豎直部件
- 54: 橫向部件
- 56: 拐角支撐部件
- 58: 水平部件
- 60: 可旋轉式轉鼓
- 61: 攪拌器
- 62: 可移除式嵌板
- 64: 旋鈕
- 65: 嵌板框架
- 66: 轉鼓輪
- 67: 連接器
- 68: 環
- 69: 把手
- 70: 吹風機區段
- 72: 進氣口區段
- 73: 空氣導管
- 74: 孔隙
- 80: 傾斜機構
- 82: 可延伸式部件
- 84: 附接點

- 86: 附接點
- 90: 丸粒出口滑槽
- 92: 隆脊
- 100: 止動環
- 101: 出口滑槽罩蓋
- 102: 開口
- 104: 開口
- 106: 框架部件
- 130: 丸粒出口管道
- 132: 丸粒出口
- 140: 馬達
- 152: 滾筒
- 154: 軸件/驅動軸件
- 165: 感測器
- 175: 熱電偶
- 185: 支撐臂
- 186: 調整槽
- 187: 附接點
- 190: 擋板
- 192: 裝配支腿
- 194: 扣件
- 195: 隔板
- 196: 調整槽

198: 直立支腿

200: 偏轉板

202: 偏轉板槽

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種結晶器轉筒裝置，其包含：

外殼，其包含：

可旋轉式轉鼓，其包含嵌板、滾轉床、第一熱電偶，該第一熱電偶置放於該可旋轉式轉鼓之入口處以量測流入該可旋轉式轉鼓中之丸粒之第一溫度；

傾斜裝置，其經組態以調整該外殼相對於水平面之角度；

一或多個連接器，其附接至該外殼之一端，且經組態以在該傾斜裝置使該可旋轉式轉鼓傾斜時相對於一或多個樞軸點旋轉；

一或多個攪拌器，其經組態以隨著該可旋轉式轉鼓旋轉而在該轉鼓內攪拌丸粒並防止聚結；及

一或多個擋板，其配置於該可旋轉式轉鼓之出口附近，經組態以對離開該可旋轉式轉鼓之丸粒流提供部分阻障；

其中該一或多個擋板中之至少一個擋板經組態以進行調整，以在該一或多個擋板之兩個鄰近的擋板之間產生用於使該丸粒流流動之開口。

【請求項2】

如請求項1之轉筒裝置，其中該等嵌板包含選自由聚碳酸酯、玻璃、丙烯酸類、陶瓷及其組合組成之群組的至少一種透明材料。

【請求項3】

如請求項1之轉筒裝置，其中該等嵌板為經組態以防止來自該旋轉轉鼓內之熱損耗的絕熱嵌板。

【請求項4】

如請求項1之轉筒裝置，其進一步包含將丸粒入口滑槽連接至該可旋轉式轉鼓之管道，其中該管道經組態以容納粉末進料器，該粉末進料器經組態以引入用於塗佈丸粒以減少聚結之材料。

【請求項5】

如請求項1之轉筒裝置，其進一步包含第二熱電偶，該第二熱電偶置放於該可旋轉式轉鼓之出口處，經組態以量測流出該可旋轉式轉鼓之丸粒之第二溫度。

【請求項6】

如請求項5之轉筒裝置，其進一步包含耦接至該第一熱電偶、該第二熱電偶及該傾斜裝置之控制器，該控制器包含一或多個處理器，該一或多個處理器經組態以回應於判定該第一溫度超過第一臨限值、該第二溫度超過第二臨限值、該第一溫度與該第二溫度之間的溫度差位準超過溫度差臨限值或其組合而指導該傾斜裝置調整該外殼相對於水平面之角度。

【請求項7】

如請求項6之轉筒裝置，其中第三熱電偶置放於該可旋轉式轉鼓內部且經組態以監測該旋轉轉鼓內之空氣之第三溫度，且其中該控制器耦接至該第三熱電偶，且該控制器之該一或多個處理器經進一步組態以回應於該第三溫度超過第三臨限值而指導該傾斜裝置調整該外殼相對於水平面之角度。

【請求項8】

如請求項1之轉筒裝置，其中該一或多個攪拌器具有梯形橫截面或L形橫截面。

【請求項9】

如請求項1之轉筒裝置，其中該傾斜裝置經組態以將該可旋轉式轉鼓之一端提昇至多五度或降低至多五度。

【請求項10】

如請求項1之轉筒裝置，其進一步包含：

部分地安置於該可旋轉式轉鼓內之空氣導管，該空氣導管經組態以將自吹風機區段接收之經加熱氣體通過一或多個孔隙導引至該可旋轉式轉鼓。

【請求項11】

如請求項1之轉筒裝置，其進一步包含豎直裝配之偏轉板，該偏轉板在該轉鼓入口附近，且經組態以防止流入該可旋轉式轉鼓中之丸粒朝向該可旋轉式轉鼓之該出口過早地跳動及/或濺射。

【請求項12】

如請求項6之轉筒裝置，其進一步包含可旋轉地耦接至該可旋轉式轉鼓之馬達，其中該控制器之該一或多個處理器經進一步組態以改變該可旋轉式轉鼓之旋轉速度或旋轉方向。

【請求項13】

如請求項5之轉筒裝置，其中該第一熱電偶及該第二熱電偶附接至可調整式支撐臂，此允許將該第一熱電偶及該第二熱電偶調整為進入或離開丸粒之該滾轉床。

【請求項14】

如請求項1之轉筒裝置，其中隔板圍繞該轉鼓之內部沿圓周置放，並沿該轉鼓縱向地間隔開，該隔板經組態以減慢自該轉鼓之該入口至該出口之該丸粒流。

【請求項15】

如請求項14之轉筒裝置，其中該等隔板經配置為與該丸粒流成角度，使得該等成角度之隔板推回該等丸粒，從而阻礙其朝向該旋轉轉鼓之該出口之流動。

【請求項16】

一種在結晶器中結晶化丸粒之方法，該方法包含：

將丸粒提供至該結晶器之轉鼓中；

經由第一熱電偶量測在進入該轉鼓之後的該等丸粒之第一溫度；

旋轉含有該等丸粒之該轉鼓；

基於該第一溫度不同於第一預定溫度臨限值而將該轉鼓傾斜至預定角度以改變該等丸粒在該轉鼓內之流動；

量測在離開該轉鼓之前的該等丸粒之第二溫度，其中使該轉鼓傾斜係基於該第一溫度是否不同於該第一預定溫度臨限值、該第二溫度是否不同於第二預定溫度臨限值、該第一溫度與該第二溫度之間的溫度差是否不同於預定溫度差臨限值，或其組合，及

將該丸粒流導引出該轉鼓之開口。

【請求項17】

如請求項16之方法，其進一步包含：

自至少部分地安置於該轉鼓內之空氣導管導引經加熱空氣流通過該轉鼓；及

基於該第二溫度改變該空氣之流速及/或溫度。

【請求項18】

一種在具有旋轉轉鼓之結晶器中結晶化丸粒之方法，該方法包含：

將丸粒提供至該結晶器之該旋轉轉鼓中；

經由第一熱電偶量測進入該轉鼓之該等丸粒之第一溫度；

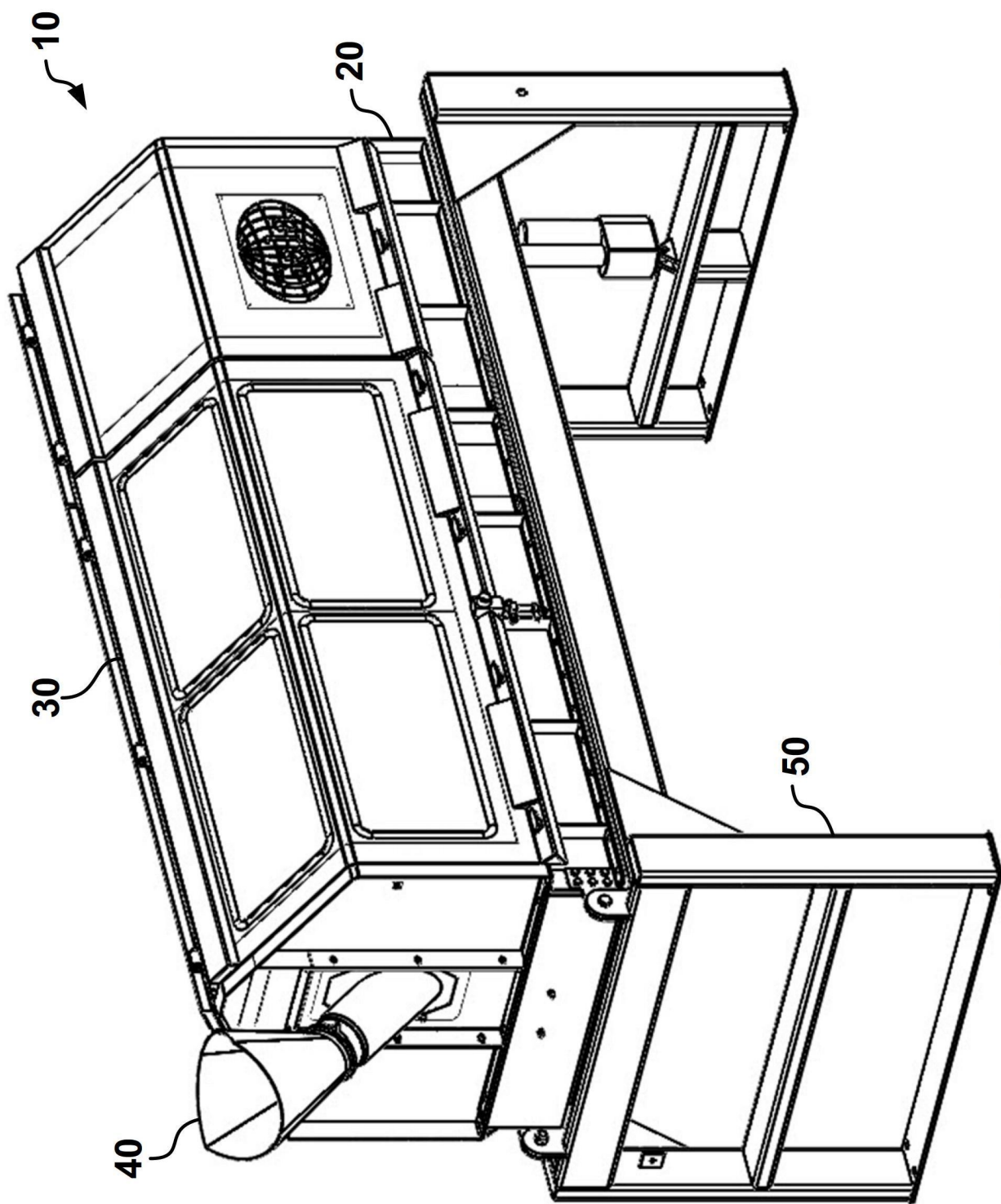
旋轉含有該等丸粒之該轉鼓；

基於該第一溫度低於達成結晶所必要之溫度，自至少部分地安置於該轉鼓內之空氣導管起始經加熱空氣流通過該轉鼓；

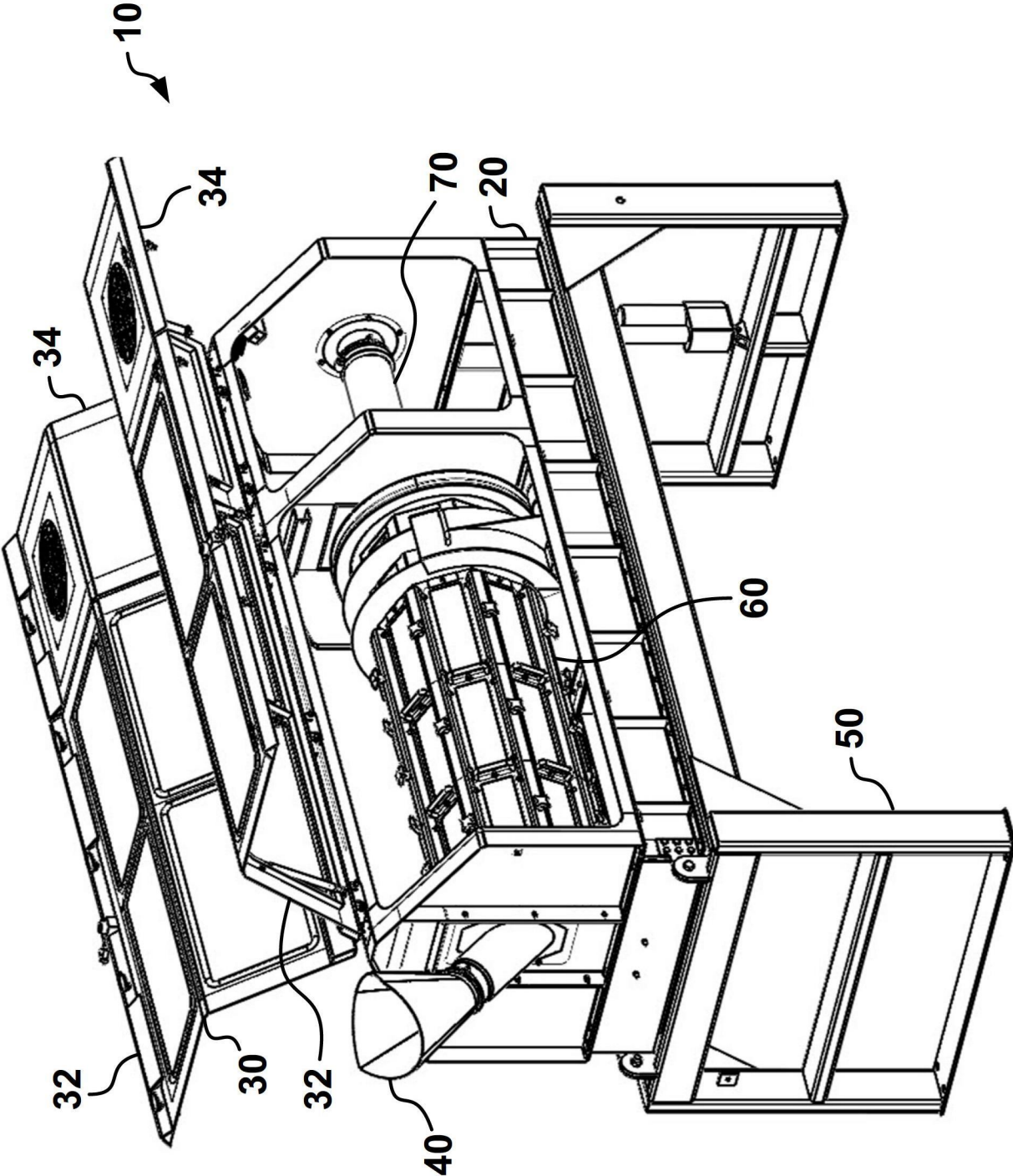
經由第二熱電偶量測離開該轉鼓之該等丸粒之第二溫度；

基於該第二溫度改變該經加熱空氣之流速及/或溫度，及導引丸粒流以通過該轉鼓之開口而離開。

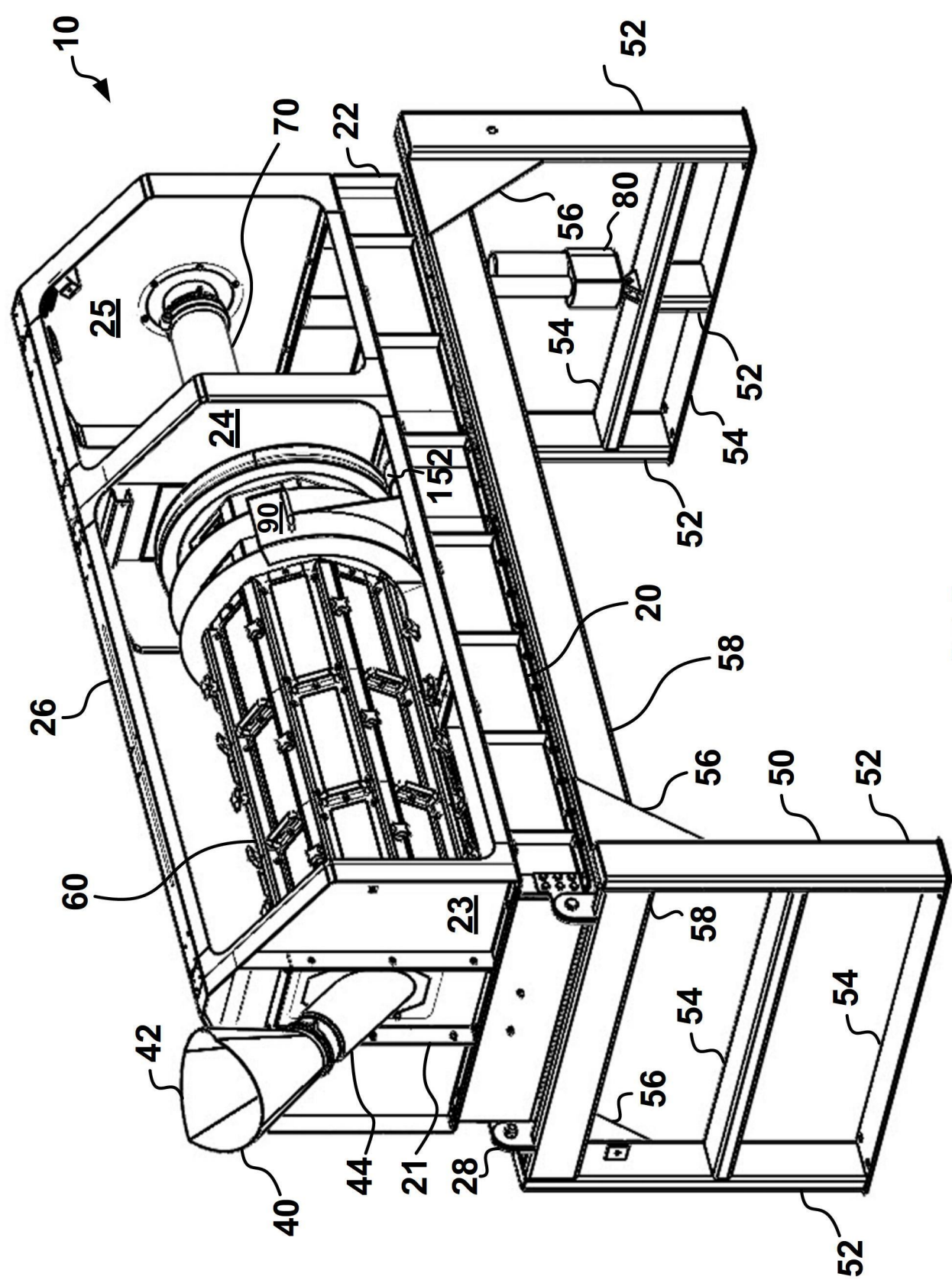
【發明圖式】



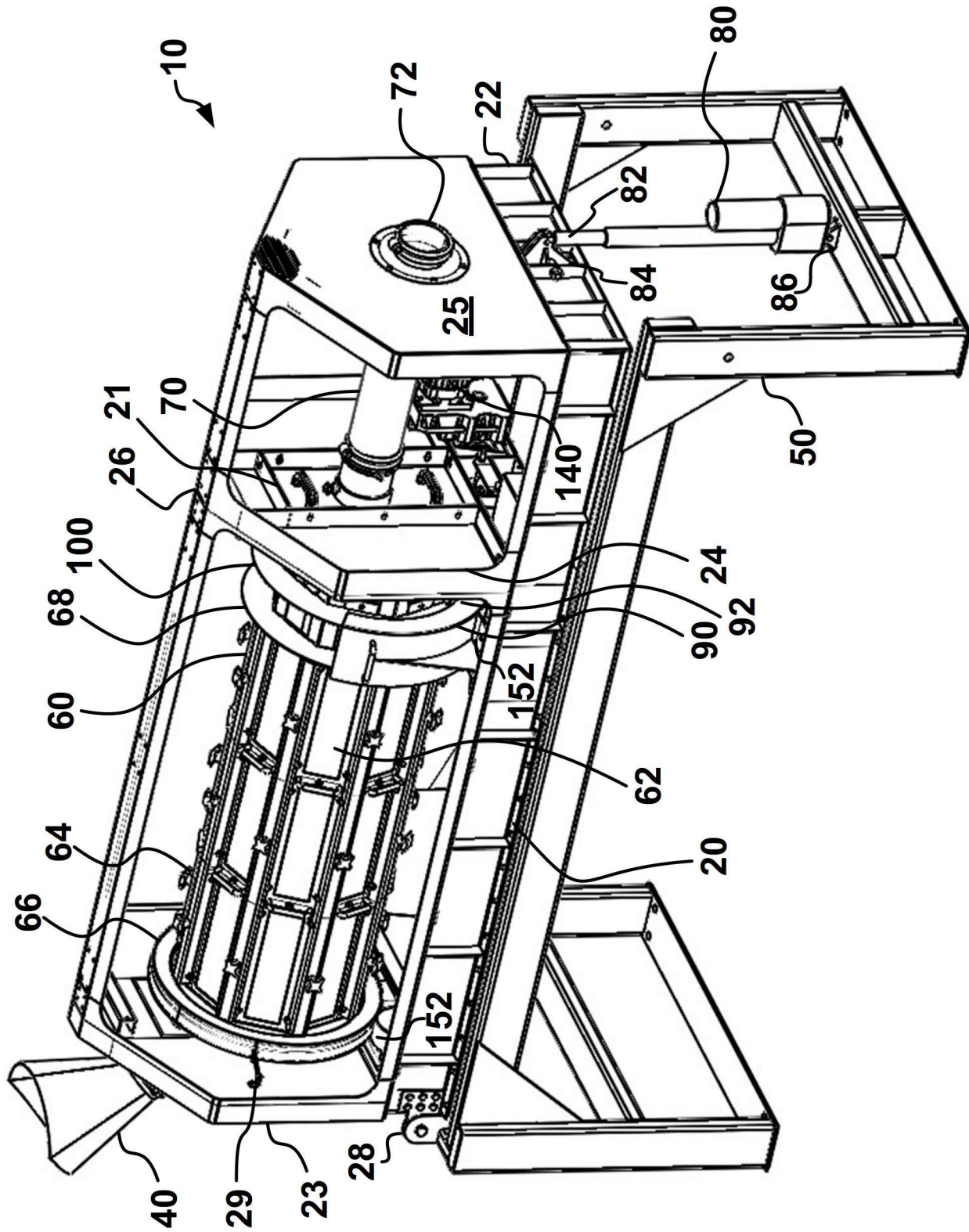
【圖1】



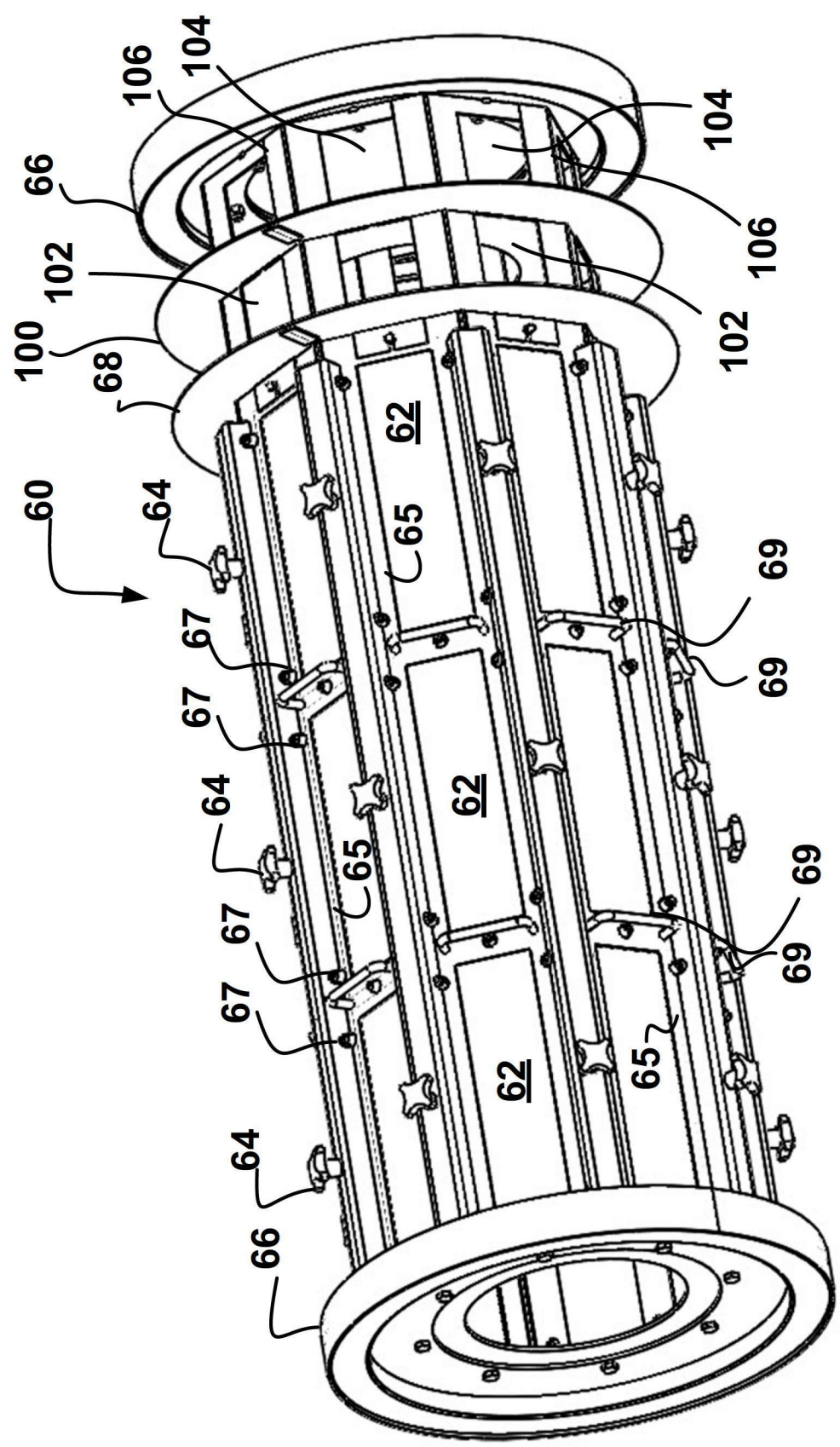
【圖2】



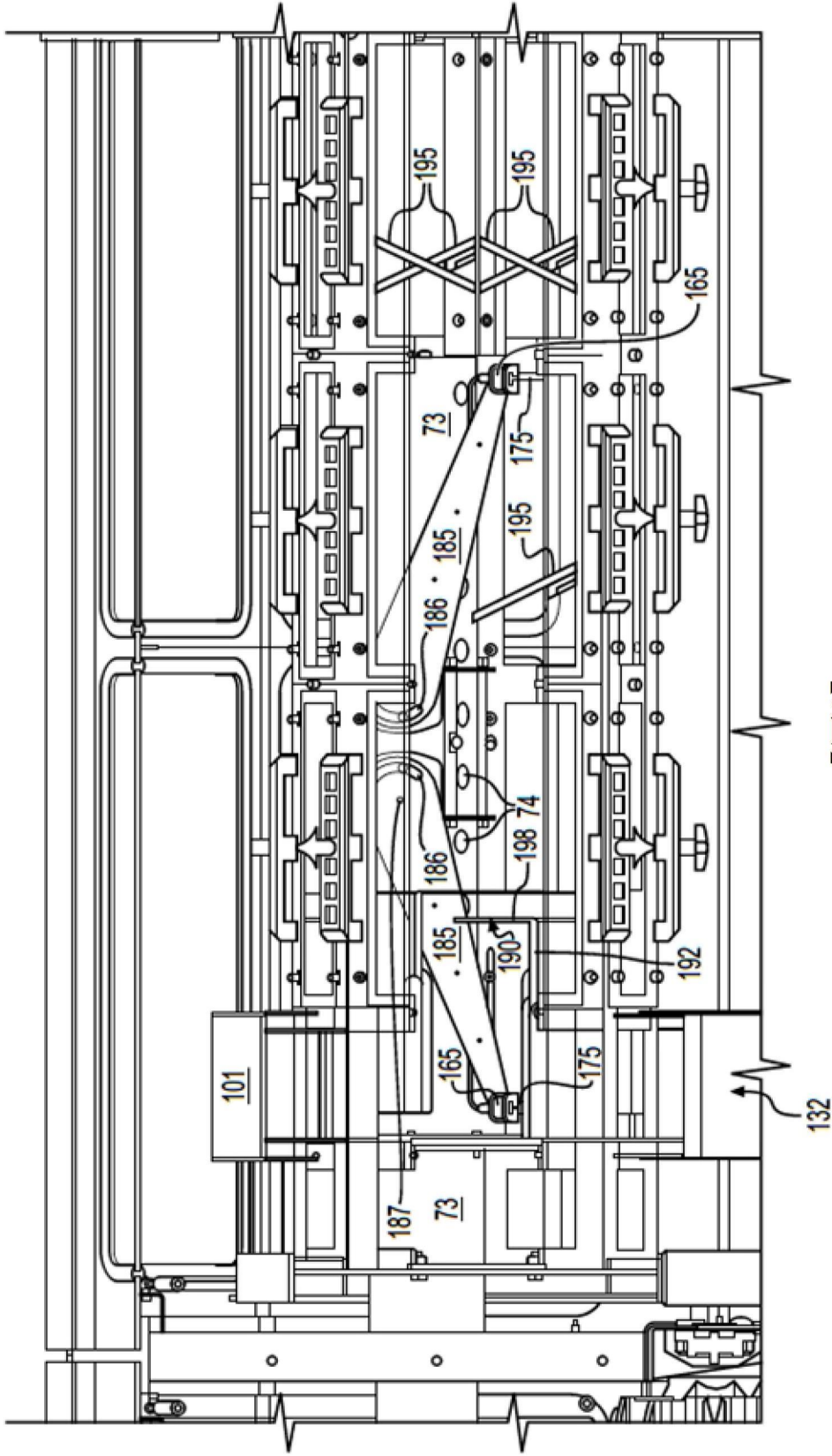
【圖3】



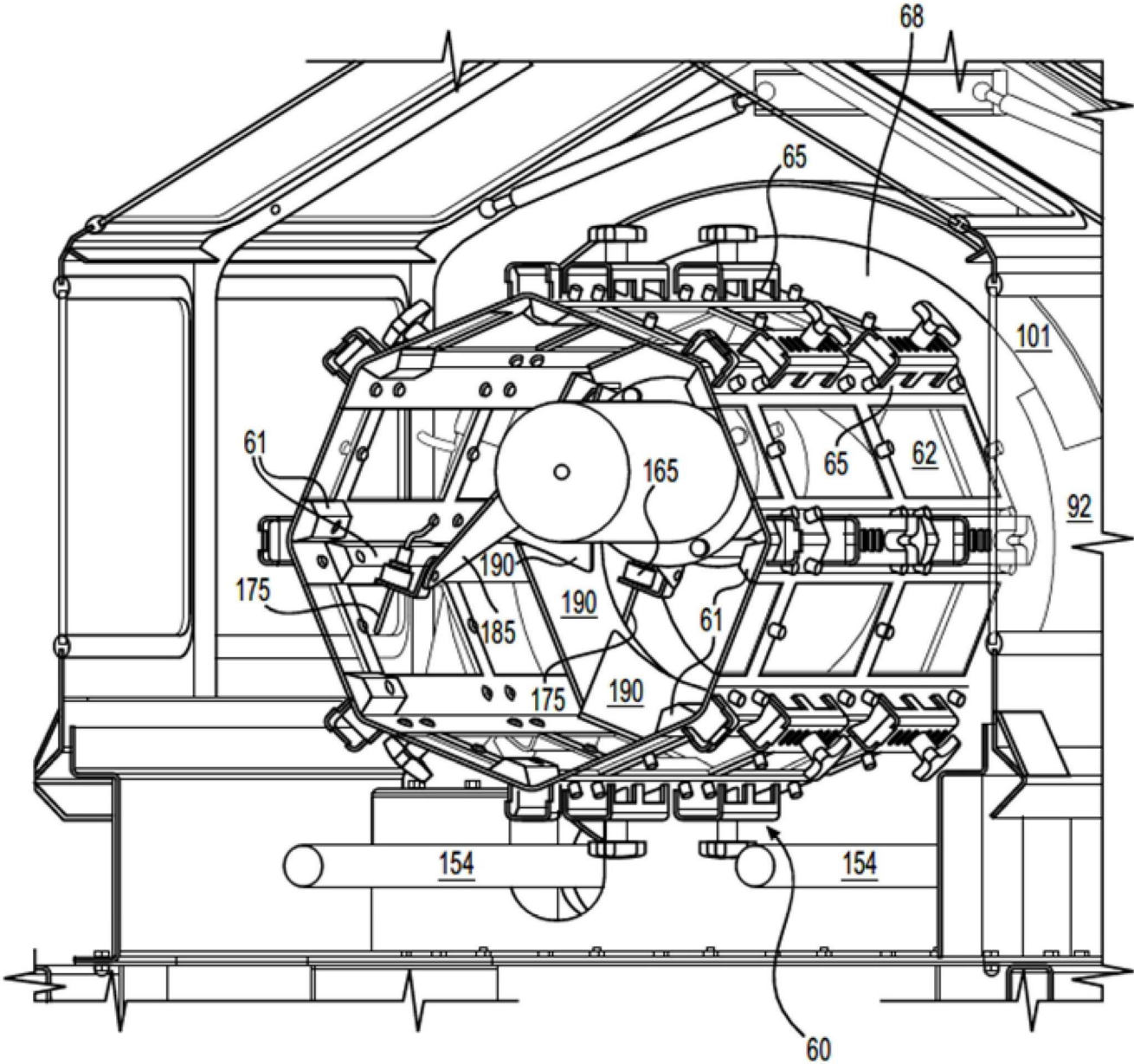
【圖4】



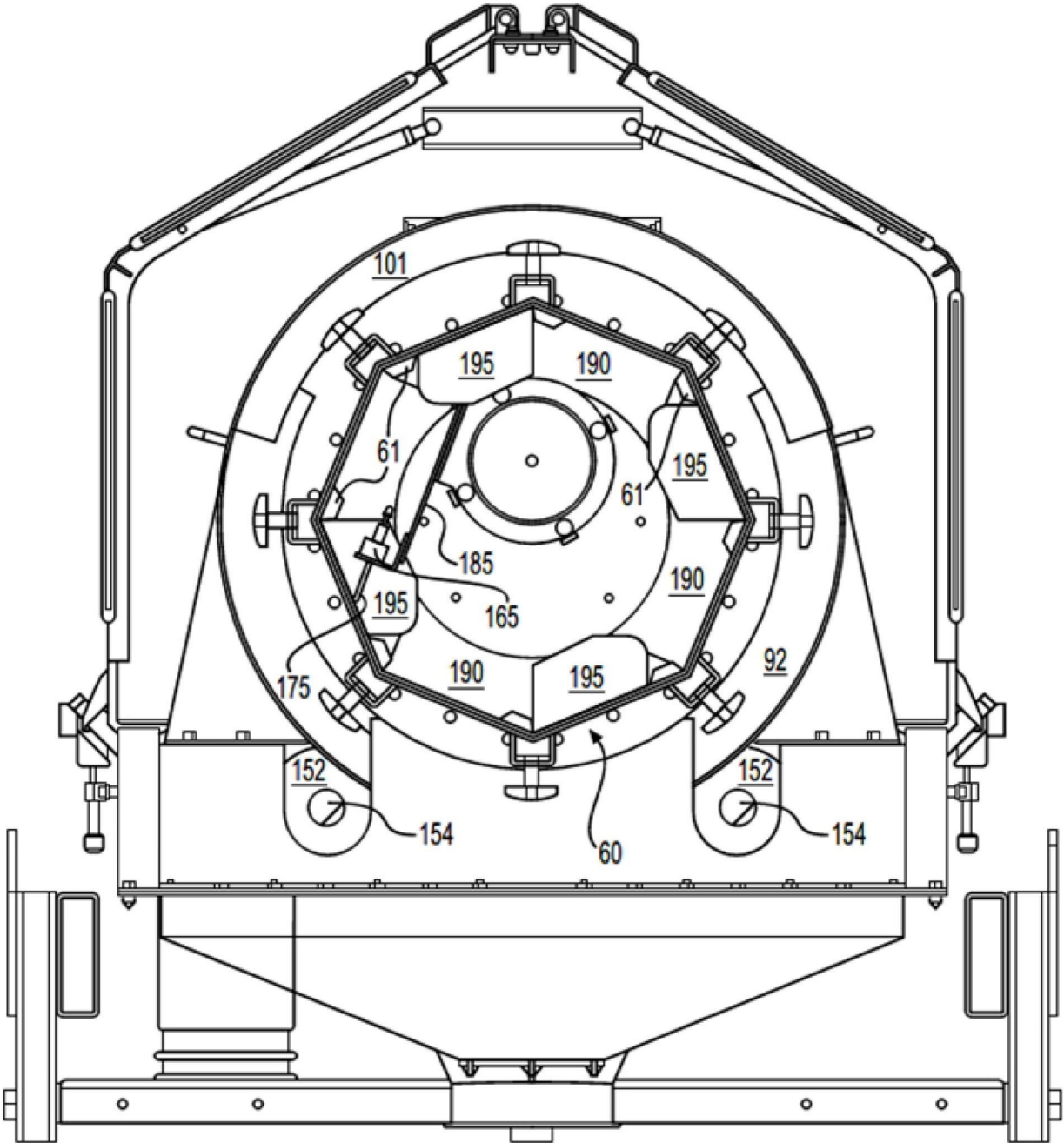
【圖5】



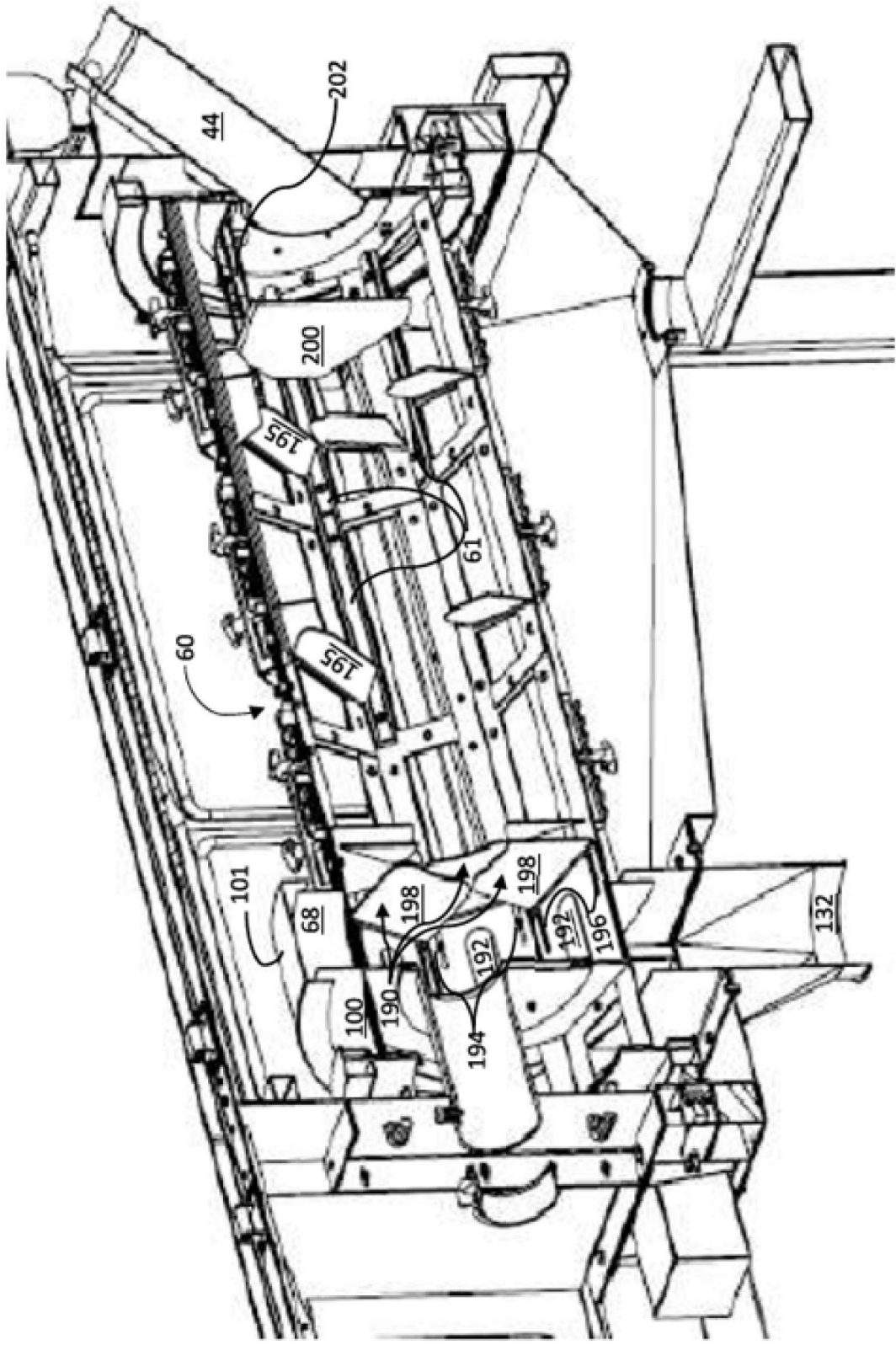
【圖6】



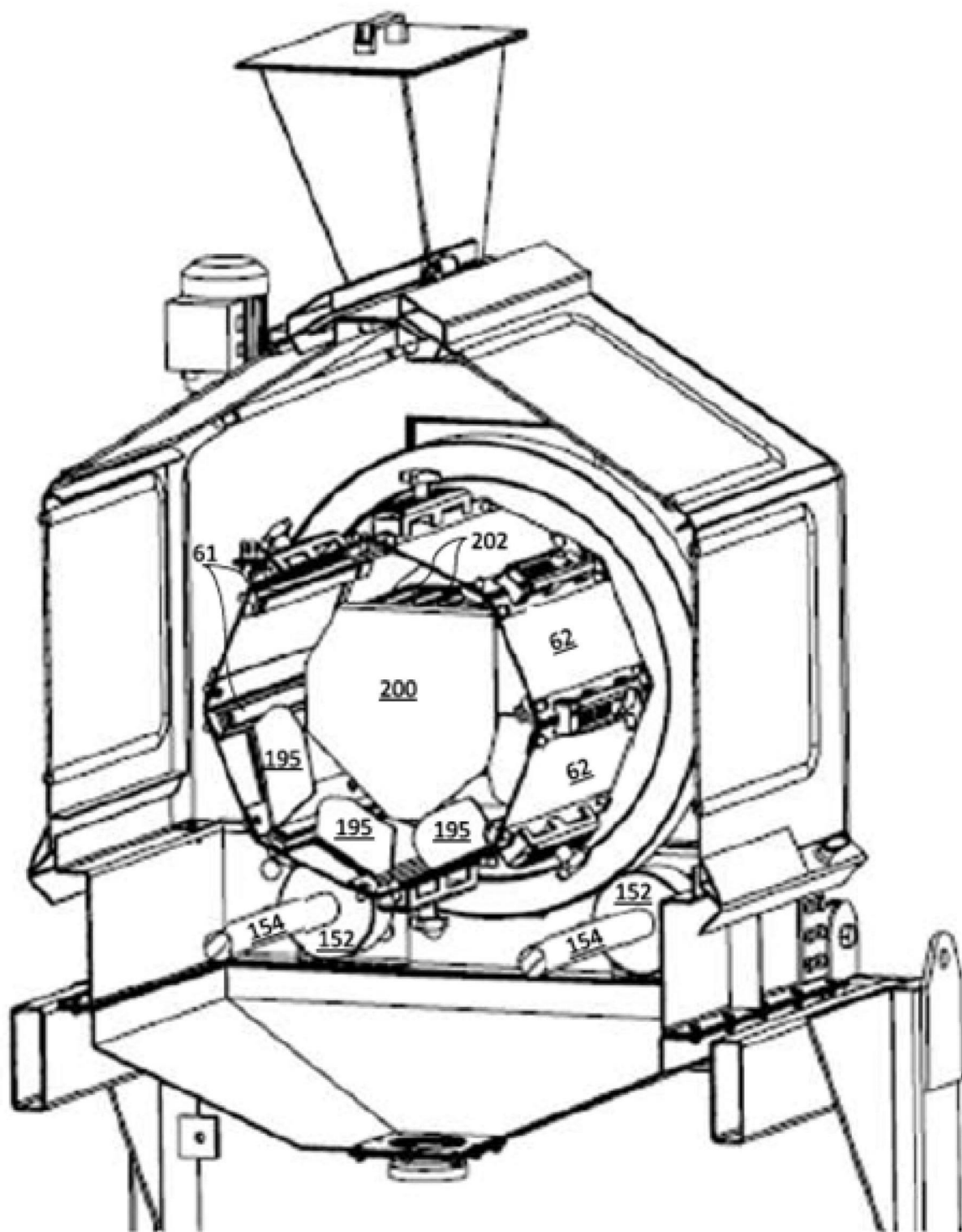
【圖7】



【圖8】



【圖9】



【圖10】