



(21) 申請案號：110119679

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 05 月 31 日

(51) Int. Cl. : F25B39/02 (2006.01)

F25D17/02 (2006.01)

A23G9/28 (2006.01)

(30) 優先權：2020/06/01

美國

63/033,059

(71) 申請人：美商寇德斯納普公司 (美國) COLDSNAP, CORP. (US)

美國

(72) 發明人：方迪 馬修 FONTE, MATTHEW (US)；費茄拉 班傑明 FICHERA, BENJAMIN

(US)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：31 項 圖式數：35 共 129 頁

(54) 名稱

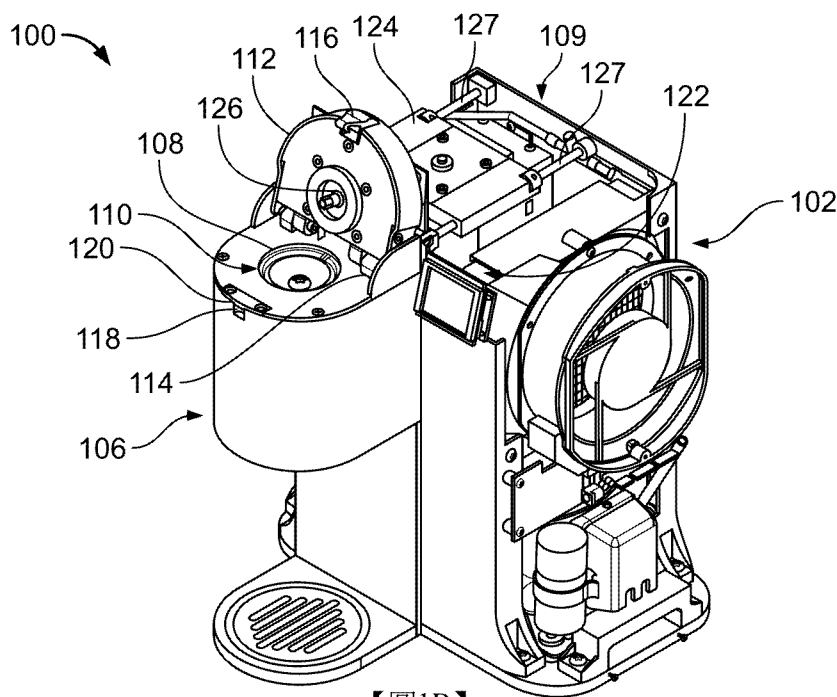
用於快速冷卻食物及飲料的冷凍系統

(57) 摘要

系統及方法已證明能夠快速冷卻含有食物及飲料之配料之桶之內含物。

Systems and methods have demonstrated the capability of rapidly cooling the contents of pods containing the ingredients for food and drinks.

指定代表圖：



【圖1B】

符號簡單說明：

100: 機器

102: 主體

106: 桶-機器界面

108: 蒸發器

109: 冷凍系統

110: 插口

112: 封蓋

114: 鉸鏈

116: 門鎖

118: 門鎖凹槽

120: 門鎖感測器

122: 處理器

124: 馬達

126: 驅動軸件

127: 蒸發器蓋板/蓋板



202202790

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於快速冷卻食物及飲料的冷凍系統

【英文發明名稱】

REFRIGERATION SYSTEMS FOR RAPIDLY COOLING FOOD
AND DRINKS

【中文】

系統及方法已證明能夠快速冷卻含有食物及飲料之配料之桶之內含物。

【英文】

Systems and methods have demonstrated the capability of rapidly cooling the contents of pods containing the ingredients for food and drinks.

【指定代表圖】

圖1B

【代表圖之符號簡單說明】

100:機器

102:主體

106:桶-機器界面

108:蒸發器

109:冷凍系統

110:插口

112:封蓋

114: 鉸鏈

116: 門鎖

118: 門鎖凹槽

120: 門鎖感測器

122: 處理器

124: 馬達

126: 驅動軸件

127: 蒸發器蓋板/蓋板

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於快速冷卻食物及飲料的冷凍系統

【英文發明名稱】

REFRIGERATION SYSTEMS FOR RAPIDLY COOLING FOOD
AND DRINKS

【技術領域】

【0001】本發明係關於用於快速冷卻食物及飲料之系統及方法。

【先前技術】

【0002】已開發出快速製備單人份熱飲品之飲品釀造系統。此等釀造系統中之某些釀造系統依靠一次性桶，在進行釀造之前將水添加至該一次性桶中。桶可用於製備熱咖啡、茶、可及奶類飲品。

【0003】家用冰淇淋機可用於製作大批量(例如，1.5夸脫或大於1.5夸脫)冰淇淋以供個人消費。此等冰淇淋製作機器通常藉由採用一手搖曲柄方法或藉由採用亦用於輔助攪拌器具內之配料之一電動馬達來製備混合物。通常使用插入至機器中之一預先冷卻器皿來冰鎮所得製備品。

【發明內容】

【0004】本說明書闡述用於快速冷卻食物及飲料之系統及方法。此等系統及方法中之某些可在不到兩分鐘內將插入至一案台或經安裝機器中之一容器中之食物及飲料自室溫冷卻至冰點。舉例而言，本說明書中所闡述之方法已成功地展示能夠在大約90秒內自室溫桶製作軟冰淇淋之能力。此方法亦用於冰鎮雞尾酒及其他飲料，包含用於生產冰凍飲料。此等系統及方法係基於具有低起動時間之一冷凍循環(或冰凍循環)及容易使用且提

供極其高效熱量轉移之一桶-機器界面。在一製造線中將配料填充於所闡述之桶中之某些桶中，且該等桶經受一殺菌程序(例如，蒸餾、無菌包裝、超高溫處理(UHT)、超熱量處置、超巴氏殺菌法或高壓處理(HPP))。HPP係一冷巴氏殺菌法技術，藉由該冷巴氏殺菌法技術將已密封於最終包裝中之產品引入至一器皿中且經受由水傳輸之一高位準均衡壓力(300至600兆帕(MPa) (43,500至87,000磅/平方英吋(psi))。桶可在殺菌之後用於在室溫下長時間段(例如，9至12個月)地儲存配料，例如包含乳製品。

【0005】 冷卻用於指示轉移熱能以降低例如一桶中所容納之配料之溫度。在某些情形下，冷卻指示轉移熱能以將例如一桶中所容納之配料之溫度降低至冰點以下。

【0006】 本發明之冷凍系統達到儘可能快地冰凍桶內之配料與同時減小壓縮機損壞風險且將冷凍系統之大小最小化之間的一平衡。舉例而言，增大冷凍系統內之冷凍劑之體積能夠使得蒸發器與桶交換更多熱量且更快地冰凍桶內之配料。然而，若冷凍劑離開蒸發器且以一液體-氣體混合物形式返回至壓縮機(例如，由於桶至蒸發器之熱量交換中並未使用所有冷凍劑)，則返回至壓縮機之此液體-氣體混合物可損壞壓縮機，此乃因壓縮機經設計以接收100%氣體。若液體返回至壓縮機，則液體使得冷凍劑變得不可壓縮且此會降低冷凍系統之效率。另一方面，一過小冷凍系統將通常花費更長時間來將一桶冷卻至配料之冰點溫度以下，且在某些情形下，將不具有足夠冷凍劑來自桶轉移所要求熱量。在此等情形下，一解決辦法係添加大量冷凍劑但此增大機器之重量及複雜性且進一步延長冰凍時間。舉例而言，在某些情形下，在一冰凍循環之前10秒至20秒內發生冰凍之700W至900W，且在冰凍循環期間冷凍劑需要吸收此熱能以冰凍桶之

配料。

【0007】 某些習用冷凍系統係基於工業空調系統，該等工業空調系統始終維持穿過蒸發器之入口之冷凍劑與穿過蒸發器之出口之冷凍劑之間的一溫度差。此溫度差有助於確保返回至一壓縮機之冷凍劑係100%氣體。如上文所述，此旨在減小壓縮機之損壞風險。在某些情形下，此中所闡述之機器允許溫度差朝向冰凍循環結束(例如，至冰凍循環結束時或在冰凍循環之第二半之至少一部分期間)收斂至實質上類似(例如，小於5°C差)。雖然此通常意味著某些液體-氣體混合物返回至壓縮機，但此係為儘可能快地(例如，在2分鐘內且有時在1分鐘內，根據桶內之配料而定)冰凍桶之配料而對本發明中所闡述之機器所做出之一折衷。

【0008】 具有用於冷卻一桶中之食物或飲料之一冷凍系統之某些機器包含：冷凍系統之一蒸發器，該蒸發器界定經設定大小以接納桶之一插口，該蒸發器包含用於接收冷凍劑之一入口端口及用於排放冷凍劑之一出口端口。冷凍系統可操作以對食物或飲料應用一冰凍循環，在該冰凍循環中冷凍劑流過蒸發器，從而將熱量自桶中之配料交換至冷凍劑，以使得一蒸發器入口溫度與一蒸發器出口溫度之間存在一溫度差。在冰凍循環開始之20秒內，蒸發器入口溫度與蒸發器出口溫度之間的溫度差大於15°C。至冰凍循環結束時，蒸發器入口溫度與蒸發器出口溫度之間的溫度差小於5°C。

【0009】 具有用於冷卻一桶中之食物或飲料之一冷凍系統之某些機器包含：冷凍系統之一蒸發器，該蒸發器界定經設定大小以接納桶之一插口，該蒸發器包含用於接收冷凍劑之一入口端口及用於排放冷凍劑之一出口端口。該冷凍系統可操作以對食物或飲料應用一冰凍循環，在該冰凍循

環中，冷凍劑流過蒸發器，從而將熱量自桶中之配料交換至冷凍劑，以使得一蒸發器入口溫度與一蒸發器出口溫度之間存在一溫度差。冷凍劑在冰凍循環之一第一半之至少一部分期間穿過蒸發器之出口端口且變得過熱。冷凍劑在冰凍循環之一第二半期間在一非過熱狀態下穿過蒸發器之出口端口。

【0010】具有用於冷卻一桶中之食物或飲料之一冷凍系統之某些機器包含：冷凍系統之一蒸發器，該蒸發器界定經設定大小以接納該桶之一插口，該蒸發器包含用於接收冷凍劑之一入口端口及用於排放冷凍劑之一出口端口；及一馬達，其可操作以使一混合攪動板在桶中在一第一方向上旋轉，其中冷凍劑在與第一方向相反之一第二方向上自入口端口流動至出口端口。該馬達使得桶中之混合攪動板以大於200 RPM之一旋轉速度旋轉。該機器將經冷卻食物或飲料分配至一容器或錐形蛋捲筒中，而不必接觸機器之其他部分。

【0011】具有用於冷卻一桶中之食物或飲料之一冷凍系統之某些機器包含：冷凍系統之一蒸發器，該蒸發器界定經設定大小以接納該桶之一插口，該蒸發器包含用於接收冷凍劑之一入口端口及用於排放冷凍劑之一出口端口；一馬達，其可操作以使一混合攪動板在桶中以大於200 RPM之一旋轉速度旋轉；一分配器，其經組態以與桶嚙合以允許自該桶分配經冷卻食物或飲料。經冷卻食物或飲料係在介於26.6°F與5.0°F之間的一分配溫度或擠出溫度下分配。經冷卻且經分配食物或飲料由一平均大小小於50 μm 之冰晶構成。

【0012】用於冰凍一桶內之液體食物或飲料之某些機器包含：一冷凍系統，該冷凍系統包括界定經設定大小以接納該桶之一插口之一蒸發

器；及一充注儲罐，其與冷凍系統流體連通，該充注儲罐可操作以將冷凍劑注入至冷凍系統中且經組態以自冷凍系統抽出冷凍劑。

【0013】 冷凍系統之某些蒸發器包含：壁，其界定經設定大小以接納一桶之一插口；一入口端口，其用於接收冷凍劑；一出口端口，其用於排放冷凍劑；及一或多個熱電冷卻器，其熱附接至該蒸發器，每一熱電冷卻器經組態以在一第一側與一第二側之間轉移熱能，該第一側熱附接至該蒸發器且該第二側熱附接至在出口端口下游之一冷凍劑通道。

【0014】 此等機器之實施例可包含以下特徵中之一或多者。

【0015】 在某些實施例中，桶之一冷卻器側壁區直接接觸一溫度低於桶內之配料之一冰凍溫度之蒸發器之一部分，且其中桶之一較溫熱側壁區直接接觸一溫度高於桶內之配料之冰凍溫度之蒸發器之一部分。在某些情形下，在冰凍循環期間沿著蒸發器之一內表面之一溫度沿著一圓周方向升高。

【0016】 在某些實施例中，冰凍循環具有30秒與3分鐘之間的一持續時間。在某些情形下，冰凍循環具有小於1分鐘之一持續時間。在某些情形下，冰凍循環具有1分鐘之一持續時間。在某些情形下，冰凍循環具有小於2分鐘之一持續時間。在某些情形下，冰凍循環具有2分鐘之一持續時間。

【0017】 在某些實施例中，該機器包含一馬達，該馬達可操作以在冰凍循環期間使一混合攪動板在一第一方向上旋轉，該混合攪動板可操作以在冰凍循環期間攪拌桶內之配料。在某些情形下，在冰凍循環期間，冷凍劑在與第一方向相反之一第二方向上自入口端口流動至出口端口。在某些情形下，該馬達使得混合攪動板在桶中在一第一方向上旋轉，且冷凍劑

在與混合攪動板相同之方向上自入口端口流動至出口端口。

【0018】 在某些情形下，使得混合攪動板在與冷凍劑之第二方向相反之一第一方向上移動，以將某些數量之較溫熱食物或飲料自桶的毗鄰冷凍劑出口端口之區轉移至桶的毗鄰冷凍劑入口端口之區。在某些情形下，使得混合攪動板在與冷凍劑之第二方向相反之一第一方向上移動，以改良總體熱量轉移程序且縮短冷卻桶中之食物或飲料所花費之時間。

【0019】 在某些實施例中，在冰凍循環之一最初20秒期間，蒸發器入口溫度與蒸發器出口溫度之間的溫度差係至少25°C。

【0020】 在某些實施例中，蒸發器入口之溫度與蒸發器出口之溫度收斂以至冰凍循環結束時變得實質上類似。

【0021】 在某些實施例中，在冰凍循環之一其餘部分內維持蒸發器入口溫度與蒸發器出口溫度之間小於5°C之溫度差。

【0022】 在某些實施例中，在冰凍循環期間機器中之冷凍劑可操作以冰凍桶內配料之至少90%。在某些情形下，在冰凍循環期間機器中之冷凍劑可操作以冰凍桶內之所有配料。在某些情形下，冷凍劑之一重量介於70克與100克之間。在某些情形下，冷凍劑之一重量介於85克與95克之間。在某些情形下，冷凍劑係丙烯。在某些情形下，桶內之配料之一重量介於5盎司與10盎司之間。

【0023】 在某些實施例中，機器中之冷凍劑之一重量適於冰凍桶中5盎司與10盎司之間的食物或飲料。在某些情形下，機器中之冷凍劑之重量適於冰凍桶中7盎司與9盎司之間的食物或飲料。

【0024】 在某些實施例中，機器中之冷凍劑之一重量適於在冰凍循環之第一半之至少一部分期間使得冷凍劑變得過熱。

【0025】在某些實施例中，機器中之冷凍劑之一重量適於在冰凍循環之第二半期間防止冷凍劑變得過熱。

【0026】在某些實施例中，機器中之冷凍劑之一重量經適當選擇以使得蒸發器入口溫度與蒸發器出口溫度之間的溫度差靠近冰凍循環之開始時大於 15°C ，且蒸發器入口溫度與蒸發器出口溫度之間的溫度差收斂且將近冰凍循環結束時實質上類似。

【0027】在某些實施例中，機器包含一分配器以允許自桶分配經冷卻食物或飲料。在某些情形下，經冷卻食物或飲料係在 26.6°F 與 17.6°F 之間的一溫度下分配。在某些情形下，經冷卻食物或飲料包含酒精且在 17.6°F 與 5.0°F 之間的一溫度下分配。在某些情形下，經冷卻且經分配食物或飲料由一平均大小小於 $50\ \mu\text{m}$ 之冰晶構成。在某些情形下，經分配食物或飲料由一平均大小小於 $40\ \mu\text{m}$ 之冰晶構成。

【0028】在某些實施例中，冷凍系統包含彼此流體連通的一壓縮機、一冷凝器及一毛細管或膨脹閥。

【0029】在某些實施例中，冷凍系統包含將機器之一壓縮機流體地連接至蒸發器之入口端口的一旁通通道。在某些情形下，旁通通道在冰凍循環結束時輔助對蒸發器進行除霜以自蒸發器釋放桶。

【0030】在某些實施例中，在冰凍循環之第一半之全部期間冷凍劑變得過熱。

【0031】在某些實施例中，在冰凍循環之第二半全部期間冷凍劑以一非過熱狀態穿過蒸發器之出口端口。

【0032】在某些實施例中，該機器包含一毛細管熱量交換器。

【0033】在某些實施例中，冷凍系統包含將充注儲罐流體地連接至

冷凍系統之一電腦控制閥。在某些情形下，冷凍系統係用於製作冰凍液體或飲料之一機器之一部分。在某些情形下，機器之一處理器經組態以在一冰凍循環開始時打開電腦控制閥且在冰凍循環結束時關閉電腦控制閥。

【0034】在某些實施例中，充注儲罐包括一活塞，該活塞可滑動地附接於充注儲罐內以將冷凍劑推動至冷凍系統中且自冷凍系統虹吸出冷凍劑。

【0035】在某些實施例中，充注儲罐包括一或多個空氣波紋管，該等空氣波紋管附接於充注儲罐內以將冷凍劑推動至冷凍系統中且自冷凍系統虹吸出冷凍劑。

【0036】在某些實施例中，桶包含液體冰淇淋，且蒸發器係用於製作冰凍冰淇淋之一機器之一部分。

【0037】在某些實施例中，一或多個熱電冷卻器中之每一者垂直地配置於蒸發器之一外側表面上。

【0038】在某些實施例中，每一熱電冷卻器使用一金屬散熱器連接至蒸發器之一外側表面。

【0039】在某些實施例中，蒸發器包含：一第一溫度感測器，其可操作以量測蒸發器之入口端口處之一冷凍劑溫度；及一第二溫度感測器，其可操作以量測出口端口處之一冷凍劑溫度。在某些情形下，一機器之一處理器可操作以監測由第一溫度感測器及第二溫度感測器量測之冷凍劑溫度，且處理器經組態以基於所量測冷凍劑溫度啟動及撤銷啟動該一或多個熱電冷卻器。在某些情形下，一機器之該處理器可操作以當蒸發器將熱量自桶轉移至蒸發器時啟動該一或多個熱電冷卻器，且蒸發器的鄰接桶之一部分高於冰淇淋之一冰凍溫度。

【0040】本說明書中所闡述之系統及方法可提供若干個優點。

【0041】本發明中之機器之某些冷凍系統使用丙烯冷凍劑，此乃因丙烯冷凍劑具有良好的良好體積效率。雖然丙烯冷凍劑常用於低溫應用，但發明人發現其對迅速冰凍冰淇淋很有效，同時亦允許壓縮機小於使用其他冷凍劑(例如，氟氯烷)之情況。此允許機器非常緊湊地用於檯面上消費者應用。在某些情形下，機器僅需要88克丙烯冷凍劑來在一冰凍循環內(例如，在一2分鐘冰凍循環內，且有時在一1分鐘冰凍循環內)冰凍桶內至少90%之配料(例如，桶內之所有配料)。

【0042】此等系統及方法之某些實施例可提供單人份經冷卻食物或飲料。此方法可幫助消費者進行份量控制。此等系統及方法之某些實施例可使消費者能夠選擇其單人份風味，例如軟冰淇淋。此等系統及方法之某些實施例包括不需要預先冷卻、預先冰凍之耐儲藏桶或包括其他製備。此等系統及方法之某些實施例可在不到兩分鐘(在某些情形下，不到1分鐘)內自室溫桶產生冰凍食物或飲料。一旦產生經冷卻食物或飲料或冰凍食物或飲料，則此等系統及方法之某些實施例不需要處理後清理。此等系統及方法之某些實施例利用可再循環之鋁桶。

【0043】此等系統之某些實施例提供附接至蒸發器以更快地冰凍冰淇淋之一或多個熱電冷卻器。當自冰淇淋至蒸發器之熱量轉移集中於冷凍劑入口位點附近且在冷凍劑出口位點附近很少甚至不發生熱量轉移時，此在冰凍循環開始時特別有利。藉由在蒸發器出口位點附近附接一熱電冷卻器，冰淇淋透過蒸發器將熱量轉移至熱電冷卻器且縮短冰淇淋之冰凍時間。

【0044】此等系統之某些實施例提供混合攪動板以在與冷凍劑流過

蒸發器之方向相反地旋轉。此允許在較溫熱蒸發器出口位點附近之溫熱冰淇淋刮下並移動至冷卻器蒸發器入口位點。此允許熱量轉移以有效地混合整個冰淇淋，且在某些情形下允許比藉由使混合攪動板在冷凍劑之方向上旋轉快1%至2%地冰凍冰淇淋。

【0045】 此等系統之某些實施例提供穿過蒸發器以改良熱量轉移之多個平行通道。此等系統之某些實施例提供穿過蒸發器以改良熱量轉移之「S」形通道。

【0046】 此等系統之某些實施例允許能夠使用一熱電冷卻器對一機器之一蒸發器進行除霜。此允許蒸發器比僅使用來自壓縮機之一旁通管線更快地除霜。

【0047】 此等系統之某些實施例提供用於儲存額外冷凍劑之一充注儲罐，該充注儲罐用於在蒸發器未有效地冰凍冰淇淋(即，冷凍系統過小)時將冷凍劑注入至冷凍系統中時。此藉由提供更大熱質量以儲存冷凍系統中之熱能允許冷凍系統更快地冰凍冰淇淋。，充注儲罐亦用於在冷凍系統未有效地使用所有冷凍劑時自冷凍系統抽出冷凍劑。在某些情形下，此意味著離開蒸發器之冷凍劑並非100%蒸汽且可能損壞壓縮機。藉由抽出冷凍劑，冷凍系統中之熱質量減小能改良冰凍效能且減小壓縮機損壞風險。使用一充注儲罐代替一膨脹閥會更低噪，且與一毛細管熱量交換器更相容。

【0048】 在附圖及以下說明中陳述此等系統及方法之一或多項實施例之細節。根據說明及圖式以及申請專利範圍，將明瞭本發明之其他特徵、目標及優點。

【圖式簡單說明】

【0049】圖1A係用於快速冷卻食物及飲料之一機器之一透視圖。

【0050】圖1B展示沒有殼體之機器。

【0051】圖1C係圖1A之機器之一部分之一透視圖。

【0052】圖2A係具有桶-機器界面之蓋板之圖1A機器之透視圖，蓋板被圖解說明為透明以允許看到蒸發器之一更詳細視圖。

【0053】圖2B係不具有殼體之機器及不具有蓋之桶-機器界面之一部分之一俯視圖。

【0054】圖2C及圖2D分別係蒸發器之一透視圖及一側視圖。

【0055】圖3A至圖3F展示f可操作以打開及關閉蒸發器中之桶以分配正在生產之食物或飲料之一桶-機器界面之組件。

【0056】圖4係一冷凍系統之一示意圖。

【0057】圖5A及圖5B係一冷凝器之一原型之視圖。

【0058】圖6A係一桶之一側視圖。

【0059】圖6B係桶及安置於桶中之一混合攪動板之一示意圖側視圖。

【0060】圖7A及圖7B係一桶及一相關聯驅動軸件之透視圖。

【0061】圖7C係具有驅動軸件之桶之一部分之一剖面，該驅動軸件與桶中之一混合攪動板嚙合。

【0062】圖8展示一桶之一第一端，其中桶之頂蓋與桶之基座間隔開以便於觀察。

【0063】圖9A至圖9G圖解說明一頂蓋圍繞桶之第一端旋轉以打開延伸穿過基座之一孔徑。

【0064】圖10係一桶之一放大示意性側視圖。

【0065】圖11係操作用於生產冷卻食物或飲料之一機器之一方法之一流程圖。

【0066】圖12係包含一蒸發器及一膨脹子系統之一冷凍系統之一示意圖。

【0067】圖13係包含一旁通管線之一冷凍系統之一示意圖，該旁通管線在一蒸發器上游之前預先冰鎮一水缸。

【0068】圖14係包含安置於一壓縮機與一冷凝器之間之一熱質量之一冷凍系統之一示意圖。

【0069】圖15係包含一壓力器皿、一第一控制閥及一第二控制閥之一冷凍系統之一示意圖。

【0070】圖16係包含一熱電模組之一冷凍系統之一示意圖。

【0071】圖17係包含一熱電池、一第一電池旁通閥及一第二電池旁通閥之一冷凍系統之一示意圖。

【0072】圖18A係一蒸發器蓋板127之俯視圖，且圖18B係蒸發器之主體之一俯視圖。

【0073】圖19A及圖19B係具有及不具有一相關聯封蓋之一蒸發器之透視圖。

【0074】圖20A至圖20D係由蒸發器之通道及一相關聯封蓋形成之流動路徑之示意圖。

【0075】圖21A至圖21C係桶及具有一關閉機構之蒸發器之視圖。

【0076】圖22A及圖22B係包含一第一螺栓及一第二螺栓之一關閉機構之側視圖。

【0077】圖23A至圖23H圖解說明具有一擠壓主體之一蒸發器。

【0078】圖24圖解說明包括一孔板之一蒸發器。

【0079】圖25係圖19A及圖19B中所展示之一蒸發器之一透視圖，該蒸發器具有由與蒸發器不同之一材料製成之一內表面。

【0080】圖26A至圖26C係包層之示意圖。

【0081】圖27係包含微通道之一材料之一例示性視圖。

【0082】圖28A至圖28C係一旋轉壓縮機之俯視圖。

【0083】圖29A至圖29B係用於冰凍冰淇淋之冰凍循環之曲線圖。

【0084】圖30A至圖30H係表示沿著蒸發器之長度之溫度之等值線及曲線圖。

【0085】圖31係具有一附接熱電冷卻器之一蒸發器。

【0086】圖32係具有一充注儲罐之一冷凍系統之一示意圖。

【0087】圖33係冰淇淋之冰晶大小分析結果。

【0088】圖34A至圖34E係表示各種冰淇淋之一冰晶大小分析之影像。

【0089】圖35A至圖35E係表示圖34A至圖34E中所展示之各種冰淇淋之冰晶大小分析之直方圖。

【0090】在各個圖式中，相似參考符號指示相似元件。

【實施方式】

相關申請案

【0091】本專利申請案係2019年7月1日提出申請的美國序列號為16/459,388之專利申請案之接續案且主張2020年6月1日提出申請的美國序列號為63/033,059號之臨時專利申請案之權益，上述所有專利申請案全文以引用方式併入本文中。

【0092】 本說明書闡述用於快速冷卻食物及飲料之系統及方法。此等系統及方法中之某些系統及方法使用一案台機器或經安裝機器來在不到兩分鐘內將一容器中之食物及飲料自室溫冷卻至冰點。舉例而言，已成功地展示本說明書中所闡述之方法能夠在大約90秒內自室溫桶製作軟冰淇淋、冰凍咖啡、冰凍思慕雪及冰凍雞尾酒之能力。此方法亦可用於冰鎮雞尾酒，形成冰凍思慕雪、冰凍蛋白質及其他功能飲品奶昔(例如，膠原性、能量、植物性、非乳品、CBD奶昔)、具有及不具有氮的冰凍咖啡飲料及冰鎮咖啡飲料，形成硬冰淇淋，形成奶昔，形成冰凍酸奶及冰鎮益生菌飲料。此等系統及方法係基於具有低起動時間之一冷凍循環(或冰凍循環)以及容易使用且提供極其高效熱量轉移之一桶-機器界面。可對所闡述桶中之某些桶進行殺菌(例如，使用蒸餾殺菌)且該等桶用於在室溫下儲存配料(例如包含，乳製品)長達18個月。

【0093】 冰淇淋機器設計之一巨大挑戰係較佳地在兩分鐘內儘可能快地將一桶自室溫冷卻至擠出溫度之能力。某些機器藉由儘可能快地達到擠出溫度來縮短冰淇淋在冰淇淋機中之停留時間。此可藉由儘可能快地混合並冷卻來達成。

【0094】 本說明書中所闡述之機器及程序在一單人份桶中形成大多數冰晶低於50 μm 且通常大多數冰晶低於30 μm 之冰淇淋。為仍能夠在冰淇淋不接觸機器之情況下將冰淇淋自桶分配至一碗或盤子，冰淇淋之一擠出溫度或分配溫度應介於 -3°C 與 -8°C (26.6°F 至 17.6°F)之間且較佳地介於 -3°C 至 -6°C (26.6°F 至 21.2°F)之間。

【0095】 本說明書中所闡述之機器及程序使用在冰凍及分配期間增大旋轉速度之一新穎特徵，該新穎特徵係反直覺的。本說明書中所闡述之

機器可使用一混合攪動板，該混合攪動板開始緩慢地旋轉，但當冰淇淋開始自液體冰凍成固體時，需要更大的力量增大旋轉速度以克服混合攪動板扭矩之增大。通常，當扭矩增大時，將減慢混合攪動板之旋轉速度以保持功率需要恆定。在某些機器中，在冰凍程序期間混合攪動板之旋轉速度自 100 RPM 增大至 1200 RPM 以縮短冰凍時間且將冰晶大小減小至很低，大約 50 μm 。

【0096】此外，藉由增大混合攪動板之旋轉速度，桶之內徑上之冰融化，此違背桶壁迅速冰凍冰淇淋之預期功能。由於在混合攪動板之高旋轉速度產生額外摩擦力之情況下桶壁處之冰晶融化，冰淇淋之冰凍時間延長。此違背縮短消費者在冰凍並分配冰淇淋上之等待時間的電性目標。至少出於此等原因，將混合攪動板之旋轉速度增大至高於約 200 RPM 之一臨限值係反直覺的。

【0097】增大葉輪混合攪動板之旋轉速度以將空氣擠至冰凍甜點中以達成經改良超限運轉(較佳地至少 30% 之超限運轉)。混合攪動板之螺旋輪廓(舉例而言，圖 10 中展示混合攪動板之螺旋輪廓)之旋轉亦產生向下壓力以將冰淇淋擠壓出桶之出射端口。

【0098】此外，如先前所闡述，混合攪動板迅速轉動與在桶之壁處快速冷卻的組合允許經冷卻冰淇淋在桶內恰當混合且維持與冰淇淋絲滑度直接相關之小冰晶大小。此部分係由於自桶壁刮下凍結冰淇淋並將其驅使至溫度較溫熱之桶中心。冰淇淋機器之最佳效能在於在桶壁處高效冷卻且快速刮下/混合桶之內含物。能高效冷卻但無法快速刮下/混合之一機器將不是最佳的，反之亦然。

【0099】本說明書中所闡述之冰淇淋混合使用包含最少穩定劑及乳

化劑或不包含穩定劑及乳化劑的一新穎特徵。不存在或近乎不存在穩定劑、乳化劑及非天然產品被視為一「清潔標籤」。本說明書中所闡述之冰淇淋混合物包含牛乳、乳油、糖及乳粉。藉由在冰淇淋混合物中包含此等特徵，所得冰淇淋之大多數冰晶直徑低於25 μm 。

【0100】 舉例而言，一份150g之冰淇淋之一清潔標籤配方可包含以下比例：48g全脂乳、67g高脂乳油(不含膠)、24g白糖及11g脫脂乳粉。

【0101】 圖1A係用於冷卻食物或飲料之一機器100之一透視圖。圖1B展示不具有殼體之機器。機器100降低含有配料之一桶中之配料之溫度。大多數桶包含用於在分配經冷卻或經冰凍產品之前混合配料之一混合攪動板。機器100包含一主體102以及一殼體104及一桶-機器界面106，主體102包含一壓縮機、一冷凝器、一風扇、一蒸發器、毛細管、一控制系統、一封蓋系統及一分配系統。桶-機器界面106包含一冷凍系統109之一蒸發器108，冷凍系統109之其他組件安置於殼體104內部。如圖1B上所展示，蒸發器108界定經設定大小以接納一桶之一插口110。2020年3月19日提出申請的序列號為16/824,616 (代理人案號47354-0036001)之美國專利申請案以及2020年4月9日提出申請的序列號為16/844,781 (代理人案號47354-0012001)之美國專利申請案中更詳細地闡述其他機器，上述美國專利申請案全文以引用方式併入本文中。

【0102】 一封蓋112經由一鉸鏈114附接至殼體104。封蓋112可在覆蓋插口110之一關閉位置(圖1A)與暴露出插口110之一打開位置(圖1B)之間旋轉。在關閉位置中，封蓋112覆蓋插口110且在原位鎖定。在機器100中，封蓋112上之一門鎖116與桶-機器界面106上之一門鎖凹槽118啮合。

一門鎖感測器120安置於門鎖凹槽118中以判定門鎖116是否與門鎖凹槽118嚙合。一處理器122電連接至門鎖感測器120且辨識在門鎖感測器120判定門鎖116與門鎖凹槽118嚙合時封蓋112關閉。

【0103】 當封蓋112自其關閉位置移動至其打開位置時，一附加蓋板115向上旋轉。當封蓋移動至打開位置中時，某些附加蓋板滑動至殼體中。

【0104】 在機器100中，蒸發器108相對於機器100之主體102固定於適當位置且藉由移動封蓋112提供對插口110之接達。在某些機器中，蒸發器108可相對於主體102位移且蒸發器108之移動能夠接達插口110。

【0105】 安置於殼體104中之一馬達124機械連接至自封蓋112延伸之一驅動軸件126。當封蓋112位於其關閉位置中時，驅動軸件126延伸至插口110中且若存在一桶，則與桶嚙合以使桶內之一或多個攪動板移動。處理器122與馬達124電子通信且控制馬達124之操作。在某些機器中，與桶之攪動板相關聯之軸件自桶向外延伸且封蓋112具有機械連接至馬達124之一旋轉插口(而非驅動軸件126)。

【0106】 圖1C係單獨展示之封蓋112之透視圖，因此自馬達124延伸至驅動軸件126之帶125係可見的。再次參考圖1B，馬達124安裝於沿著軌道107伸展之一板上。該板可移動大約0.25英吋以調整帶上之張力。在裝配期間，板沿著軌道滑動。安置於板與封蓋112之間的彈簧使封蓋112偏離板以維持帶上之張力。

【0107】 圖2A係機器100之一透視圖，圖解說明桶-機器界面106之蓋板係透明的以允許能看到蒸發器108之一更詳細視圖。圖2B係不具有殼體104之機器100及不具有封蓋112之桶-機器界面106的一部分之一俯視

圖。圖2C及圖2D分別係蒸發器108之一透視圖及一側視圖。2019年7月1日提出的申請序列號為16/459,146 (代理人案號47354-0009001)之美國專利申請案中更詳細地闡述其他桶-機器介面，且美國專利申請案全文以引用方式併入本文中。

【0108】 蒸發器108具有一蛤殼組態，其中一第一部分128在一側上藉由一活動鉸鏈132附接至一第二部分130且在另一側上藉由一間隙134分離。冷凍劑透過流體通道136自冷凍系統之其他組件流動至蒸發器108 (在圖2B上看得最清)。冷凍劑在內部通道中透過第一部分128、活動鉸鏈132及第二部分130流過蒸發器108。

【0109】 蒸發器108之外壁與桶-機器界面106之外殼之內壁之間的空間137 (在圖2B上看得最清)填充有一絕緣材料以減少環境與蒸發器108之間的熱量交換。在機器100中，空間137填充有一氣凝膠(未展示)。某些機器使用其他絕緣材料，例如一環(例如一空間)、由各種聚合物製成之絕緣泡沫或玻璃纖維絨線。

【0110】 蒸發器108具有一打開位置及一關閉位置。在打開位置中，間隙134打開以在第一部分128與第二部分130之間提供一氣隙。在機器100中，第一部分128與第二部分130在關閉位置中按壓在一起。在某些機器中，第一部分及第二部分朝向彼此按壓且間隙減小，但在關閉位置中仍由第一部分與第二部分之間的一空間界定。

【0111】 蒸發器108之內徑ID在打開位置中要略大於在關閉位置中。當蒸發器處於打開位置中時，可將桶插入至蒸發器108中且自蒸發器108移除。在插入一桶之後將蒸發器108自其打開位置轉變為關閉位置能將蒸發器108緊固於桶之外徑周圍。舉例而言，機器100經組態以使用外徑為

2.085"之桶。蒸發器108在打開位置中具有2.115"之一內徑且在關閉位置中具有2.085"之一內徑。某些機器具有經大小且經組態以冷卻其他桶之蒸發器。桶可由市售罐大小形成，舉例而言，直徑在2.080英吋至2.090英吋範圍內且容積在180毫升(ml)至300 ml範圍內之「細長」罐，直徑在2.250英吋至2.400英吋範圍內且容積在180 ml至400 ml範圍內之「光滑」罐以及直徑在2.500英吋至2.600英吋範圍內且容積在200 ml至500 ml範圍內之「標準」大小罐。機器100經組態以使用外徑為2.085英吋之桶。蒸發器108在其打開位置中具有2.115英吋之一內徑且在其關閉位置中具有2.085英吋之一內徑。某些機器具有經大小且經組態以冷卻其他桶之蒸發器。

【0112】 蒸發器108之關閉位置藉由增大桶150與蒸發器108之間的接觸面積且減小或消除桶150之壁與蒸發器108之間的一氣隙來改良所插入桶150與蒸發器108之間的熱量轉移。在某些桶中，蒸發器108對桶施加之壓力被混合攪動板、桶內之加壓氣體或此兩者抵消以維持桶之外殼形狀。

【0113】 在蒸發器108中，第一部分128及第二部分130之相對位置及第一部分128與第二部分130之間間隙134之大小係由藉由一螺栓140及兩個彈簧142連接之兩個桿138控制。桿138中之每一者具有螺栓140延伸穿過之一帶螺紋中心孔以及與銷釘144嚙合之兩個端孔。兩個彈簧142中之每一者安置於在桿138之間延伸之一銷釘144周圍。某些機器使用其他系統來控制間隙134之大小，舉例而言，纜線延伸在蒸發器108之外徑周圍且該纜線被收緊以關閉蒸發器108且被鬆開以打開蒸發器108的圓周纜線系統。在其他蒸發器中，存在複數個螺栓及端孔、一個或兩個以上彈

簧以及一或多個嚙合銷釘。

【0114】一個桿138安裝於蒸發器108之第一部分128上且另一桿138安裝於蒸發器108之第二部分130上。在某些蒸發器中，桿138與蒸發器108之主體係一個整體而不是安裝於蒸發器之主體上。彈簧142按壓桿138以彼此遠離。彈簧力使蒸發器108之第一部分128與第二部分130在間隙134處彼此偏離。螺栓140在一個方向上旋轉會增大推動桿138朝向彼此之一力，且螺栓在相反方向上旋轉會減小此力。當螺栓140所施加之力大於彈簧力時，桿138使蒸發器之第一部分128與第二部分130在一起。

【0115】機器100包含一電動馬達146 (圖2B上展示)，電動馬達146可操作以旋轉螺栓140從而控制間隙134之大小。某些機器使用其他機構來旋轉螺栓140。舉例而言，當打開及關閉封蓋112時，某些機器使用例如封蓋112與螺栓140之間的一機械聯接來旋轉螺栓140。某些機器包含一把手，該把手可附接至螺栓以手動地緊固或鬆開螺栓。某些機器具有在封住機器封蓋時迫使桿進入一關閉位置的一楔系統。可使用此方法來代替電動馬達146或可提供此方法以供在馬達出故障之情形下備用。

【0116】電動馬達146與機器100之處理器122通信且由機器100之處理器122控制。某些電動驅動器包含將扭矩量測發送至處理器122之一扭矩感測器。舉例而言當一桶感測器指示一桶安置於插口110中時或當門鎖感測器120指示封蓋112與桶-機器界面106嚙合時，處理器122發信號給馬達以使螺栓140在一第一方向上旋轉以將桿138按壓在一起。期望將蛤殼蒸發器封住且在蓋關閉之前將桶固持於一牢固固定位置中，且軸件刺穿桶並與混合攪動板嚙合。此定位可對於驅動軸件-混合攪動板嚙合而言係重要的。舉例而言在所生產之食物或飲料已被冷卻/冰凍且自機器100分配之

後，處理器122發信號給電動驅動器以使螺栓140在第二方向上旋轉，藉此打開蒸發器間隙134且允許容易自蒸發器108移除桶150。

【0117】 蒸發器108之基座具有三個鏜孔148 (參見圖2C)，該三個鏜孔148用於將蒸發器108安裝至桶-機器界面106之底板。所有三個鏜孔148延伸穿過蒸發器108之第二部分130之基座。蒸發器108之第一部分128不直接附接至桶-機器界面106之底板。此組態使得打開及關閉上文所闡述之移動。亦可使用能夠打開及關閉蒸發器108之移動的其他組態。某些機器具有三個以上或不到三個鏜孔148。某些蒸發器安裝至除桶-機器界面之底板之外的組件，例如分配機構。

【0118】 諸多因素皆會影響到一冷凍系統之效能。重要因素包含冷凍劑流過系統之質量速度、冷凍劑潤濕之表面積、冷凍程序、桶/蒸發器熱量轉移表面之面積、蒸發器之質量及熱量轉移表面之材料之導熱率。在開發本說明書中所闡述之原型系統時的廣泛模型化及實證研究已判定，恰當選擇冷凍劑流過系統之質量速度及冷凍劑潤濕表面積乃是為提供能夠在不到2分鐘內冰凍多達12盎司之甜點的一系統而要權衡的最重要參數。

【0119】 本說明書中所闡述之蒸發器可具有以下特性：

表1-蒸發器參數	
質量速度	60,000至180,000 lb/(小時平方英尺)
冷凍劑潤濕表面積	35至200平方英吋
整個冷凍程序期間之壓降	跨越蒸發器壓降不到2 psi
桶/蒸發器熱量轉移表面	15平方英吋至50平方英吋
蒸發器之質量	0.100磅至1.50磅
材料之最小傳導率	160 W/mK

以下段落更詳細地闡述此等參數之意義。

【0120】 質量速度解釋流過一蒸發器之冷凍劑之多階段性質。兩階

段程序利用在一冷凍劑流體(例如，R-290丙烷)之狀態分別自一液體改變為氣體及自一氣體改變為一液體時所吸收及消耗之大量熱量。熱量轉移速率部分地取決於將蒸發器內表面暴露於一新液體冷凍劑以蒸發並冷卻液體冰淇淋混合物。為此，冷凍劑流體之速度必須足夠高以使蒸汽沿著蒸發器壁內之流動路徑之中心輸送或流動且將液體冷凍劑推動穿過壁內之此等通道通路。一冷凍系統中之流體速度之一個大致量測係質量速度 - 冷凍劑在一系統中之質量流量/流動通路之單位剖面面積，以lb/hr ft²為單位。以ft/s為單位量測之速度(量測「速度」之一較熟悉方式)難以應用於一兩階段系統中，此乃因在流體流之狀態自液體改變為氣體時速度(ft/s)不斷發生改變。若液體冷凍劑不斷橫掃蒸發器壁，則其可被蒸發且沿著通路之中間流動之蒸汽之「核心」推動可將新液體推擠至冷卻通道之壁。在低速度下，流會基於重力而分離且液體保留於蒸發器內之冷卻通路之底部且蒸汽上升至冷卻通路通道之頂側。舉例而言若暴露於液體之面積量減小一半，則此可將熱量轉移量砍掉幾乎一半。根據American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)，一質量速度為150,000 lb/hr ft²時能將大部分蒸發器流動路徑之效能最大化。質量速度係為將一冷凍系統最佳化而必須權衡之參數之一。影響蒸發器效能之參數係質量流速率、對流熱量轉移係數及壓降。蒸發器之標稱操作壓力係由蒸發器之所需溫度及系統中所使用之冷凍劑之性質判定。冷凍劑穿過蒸發器之質量流速率必須足夠高以自甜點吸收大量熱能以在一給定時間量內將甜點冰凍。質量流速率主要由壓縮機之大小判定。期望使用儘可能小的壓縮機以降低成本、減小重量及大小。對流熱量轉移係數受蒸發器之質量速度及潤濕表面積影響。對流熱量轉移係數將隨質量速度增大而增大。然

而，壓降將亦隨質量速度而增大。此繼而增大操作壓縮機所需之功率且減小壓縮機可遞送之質量流速率。期望設計出在儘可能使用最小最便宜壓縮機之同時滿足效能目標之蒸發器。已判定，一質量速度為 75,000 至 125,000 lb/hr ft²之蒸發器有效地有助於提供能夠在不到2分鐘內冰凍高達12盎司甜點之一系統。最新原型具有大約100,000 lb/hr ft²之一質量速度且提供高質量速度、系統中之可管理壓降及一合理大小壓縮機的一良好平衡。當前原型包含一8cc壓縮機。然而。某些系統包含較大壓縮機(例如，一10cc壓縮機、一12cc壓縮機、一14cc壓縮機)以增大冷卻容量。舉例而言，某些機器包含一16cc容量之旋轉壓縮機。

【0121】 影響一蒸發器效能之另一重要因素係被冷凍劑潤濕之表面積，該表面積係蒸發器內之所有冷卻通道暴露於冷凍劑之面積。增大潤濕表面積可改良一蒸發器之熱量轉移特性。然而，增大潤濕表面積可增大蒸發器之質量，此將增大熱慣性且使蒸發器之熱量轉移特性降級。

【0122】 可自一桶中之液體轉移出去之熱量與桶之表面積/蒸發器熱量轉移表面成比例。期望增大表面積，但增大表面積可需要增大蒸發器之質量，此將使蒸發器之熱量轉移特性降級。已判定，桶之面積/蒸發器熱量轉移表面介於20平方英吋與40平方英吋之間的蒸發器有效地與另一特性組合以有助於提供能夠在不到2分鐘內冰凍高達12盎司甜點之一系統。

【0123】 導熱率係使得能夠傳導熱量的一材料之固有性質。藉由傳導轉移熱量涉及在材料整體不進行任何運動之情況下轉移一材料內之能量。壁由一高傳導率材料(例如，鋁)製成之一蒸發器降低整個蒸發器壁之溫度差。降低此溫度差減小冷凍系統將蒸發器冷卻至適當溫度所需之功。

【0124】 必須冷卻蒸發器以進行所期望熱量轉移。蒸發器質量越

大，此冷卻將花費之時間越長。減小蒸發器質量能減小在一冰凍循環期間必須冷卻之材料量。具有一大質量之一蒸發器將延長冰凍高達12盎司甜點所需之時間。

【0125】 導熱率及質量之效應可藉由適當選擇材料來權衡。存在導熱率高於鋁之材料，例如銅。然而，銅之密度大於鋁之密度。出於此原因，已建造僅在蒸發器之熱量交換表面上使用高導熱銅且在別的任何地方使用鋁之某些蒸發器。

【0126】 圖3A至圖3F展示桶-機器界面106之組件，桶-機器界面106可操作以打開蒸發器108中之桶以分配由機器100生產之食物或飲料。此係打開桶之一個方法之一實例，但某些機器及相關聯桶使用其他方法。

【0127】 圖3A係在一桶150放置於蒸發器108中之情況下桶-機器界面106之一部分剖面示意圖。圖3B係展示桶150之端部與桶-機器界面106之底板152之間的關係之一示意性仰視平面圖。桶-機器界面106之底板152由一分配器153形成。圖3C及圖3D係一分配器153之透視圖。圖3E及圖3F係安置於分配器153中之一插入件154之透視圖。插入件154包含一電動馬達146，電動馬達146可操作以驅動桶-機器界面106之底板152之一渦輪157。渦輪157與呈一環形組態之一齒輪159嚙合。安裝於齒輪159上之一環形部件161自齒輪159延伸至桶-機器界面106之一內部區中。環形部件161具有突出部163，突出部163經組態以與插入至桶-機器界面106中之一桶嚙合以打開該桶。環形部件161之突出部163係四個樺釘形突出部。某些環形齒輪具有更多突出部或更少突出部，且突出部可具有其他形狀，例如「齒」。

【0128】 桶150包含一主體158，主體158含有一混合攪動板160（參

見圖3A)。桶150亦具有界定一孔徑164之一基座162及跨越基座162延伸之一頂蓋166 (參見圖3B)。基座162接合/固定至桶150之主體158上。基座162包含一突出部165。安裝於基座162上方之頂蓋166可圍繞桶150之圓周/軸線旋轉。在使用中，當準備好自桶150分配產品時，機器之分配器153與頂蓋166嚙合且使頂蓋166圍繞桶150之第一端旋轉。頂蓋166旋轉至一位置以與基座162中其餘部分嚙合且然後將突出部165與基座162中其餘部分分離。關於圖6A至圖10更詳細地闡述桶150及其組件。

【0129】 藉由旋轉頂蓋166打開基座162中之孔徑164。桶-機器界面106包含具有螺紋之一電動馬達146，該螺紋與一齒輪168之外圓周嚙合。電動馬達146之操作使得齒輪168旋轉。齒輪168附接至一環形部件161，且齒輪168旋轉會使環形部件161旋轉。齒輪168及環形部件161皆為環形且一起界定一中心腔孔，可透過該中心腔孔透過孔徑164自桶150分配食物或飲料，而不必接觸齒輪168或環形部件161。當桶150放置於蒸發器108中時，環形部件161與頂蓋166嚙合且環形部件161旋轉會使頂蓋166旋轉。

【0130】 圖4係包含蒸發器108之冷凍系統109之一示意圖。冷凍系統亦包含一冷凝器180、一吸入管線熱量交換器182、一膨脹裝置184及一壓縮機186。高壓液體冷凍劑自冷凝器180穿過吸入管線熱量交換器182及膨脹裝置184流動至蒸發器108。膨脹裝置184限制液體冷凍劑流體之流動且在液體冷凍劑離開膨脹裝置184時降低液體冷凍劑之壓力。

【0131】 在此冷凍系統中，膨脹裝置184係一膨脹閥。在某些冷凍系統中，膨脹裝置184係一毛細管。當膨脹裝置184係一毛細管時，可藉由將毛細管纏繞於吸入管線周圍(即，自蒸發器出口至壓縮機入口之線)且將

其銅鍍或錫鍍於適當位置看來實施吸入管線熱量交換器182。在此方法中，膨脹裝置184在熱連接至吸入管線時既是毛細管亦是吸入管線熱量交換器。此實施方案找到達成吸入管線熱量交換以改良效能之一簡單低成本方法。

【0132】然後，低壓液體蒸汽混合物移動至蒸發器108，在蒸發器108中自一桶150吸收之熱量及蒸發器108中之內含物將冷凍劑自一液體-蒸汽混合物改變為一氣體。氣相冷凍劑自蒸發器108穿過吸入管線熱量交換器182流動至壓縮機186。在吸入管線熱量交換器182中，離開蒸發器108之冷蒸汽預先冷卻離開冷凝器180之液體。吸入管線熱量交換器182包含一毛細管總成。冷凍劑以一低壓氣體形式進入壓縮機186且以一高壓氣體形式離開壓縮機186。然後，氣體流動至冷凝器180，在冷凝器180中熱量交換將冷凍劑冷卻且冷凝成一液體。

【0133】冷凍系統109包含一第一旁通管線188及第二旁通管線190。第一旁通管線188將壓縮機186之排放口直接連接至壓縮機186之入口。第一旁通管線及第二旁通管線兩者上安置有旁通閥，該等旁通閥打開及關閉通路以允許冷凍劑旁流。使冷凍劑自壓縮機排放口直接轉流至入口可對蒸發器進行除霜及溫度控制，而無需將熱氣體注入至蒸發器。第一旁通管線188亦提供使壓縮機186之壓力快速均衡之一方式，此允許快速重新起動(即，迅速地接連冰凍桶)。第二旁通管線190使得能夠對蒸發器108施加溫熱氣體以對蒸發器108進行除霜。舉例而言，旁通閥可係螺線管閥或節流閥。

【0134】圖5A及圖5B係冷凝器180之一原型之視圖。冷凝器具有內部通道192。內部通道192增大與冷凍劑相互作用之表面積以迅速冷卻冷

凍劑。此等影像展示微通道管道，使用該微通道管道乃因其具有保持高冷卻劑速度之小通道，且壁薄以良好地轉移熱量並且質量小以防止冷凝器成為一散熱片。

【0135】圖6A及圖6B展示與關於圖1A至圖3F所闡述之機器100搭配使用之一桶150之一實例。圖6A係桶150之一側視圖。圖6B係桶150及安置於桶150之主體158中之混合攪動板160的一示意圖側視圖。2019年7月1日提出申請的序列號為16/459,322 (代理人案號47354-0010001)之美國專利申請案中更詳細地闡述可與此類似機器一起使用之其他桶-機器介面，且該美國專利申請案全文以引用方式併入本文中。

【0136】桶150經設定大小以配接於機器100之插口110中。桶可經設定大小以提供所生產之單人份食物或飲料。通常，桶之一體積介於6流體盎司與18流體盎司之間。桶150具有大約8.5流體盎司之一體積。

【0137】桶150之主體158係含有混合攪動板160之一罐。主體158自基座處之一第一端210延伸至一第二端212且具有一圓形剖面。第一端210具有略大於第二端212之直徑 D_{LE} 之一直徑 D_{UE} 。此組態便於將多個桶200堆疊於彼此頂部上，使得一個桶之第一端210接納另一桶之第二端212。

【0138】一壁214將第一端210連接至第二端212。壁214具有一第一頸部216、第二頸部218及位於第一頸部216與第二頸部218之間的一筒220。筒220具有一圓形剖面，該圓形剖面具有一直徑 D_B 。直徑 D_B 大於第一端210之直徑 D_{UE} 及第二端212之直徑 D_{LE} 兩者。第一頸部216將筒220連接至第一端210且隨著第一頸部216自較小直徑 D_{UE} 至筒220之較大直徑 D_B 延伸而傾斜。第二頸部218將筒220連接至第二端212且隨著第二頸部218自筒220之較大直徑 D_B 延伸至第二端212之較小直徑 D_{LE} 而傾斜。由於第二

端212具有比第一端210小之一直徑，因此第二頸部218傾斜得比第一頸部216更陡。

【0139】 桶150之此組態使得材料用量增加；即，每個桶能夠使用更多基礎材料(例如，鋁)。此組態進一步有助於增強桶之柱狀強度。

【0140】 桶150經設計以良好自蒸發器至桶之內含物轉移熱量。桶150之主體158由鋁製成且厚度介於5微米至50微米之間。某些桶之主體係由其他材料製成，例如錫、不銹鋼及各種聚合物，例如聚對酞酸乙二酯(PTE)。

【0141】 桶150可由不同材料之一組合製成以有助於桶之可製造性及效能。在一項實施例中，桶壁及第二端212可由鋁3104製成，而基座可由鋁5182製成。

【0142】 在某些桶中，桶之內部組件塗佈有一噴漆以在桶接觸桶內所容納之配料時防止桶受到腐蝕。此噴漆亦減小金屬在桶內所容納之食物及飲品配料中之「變味」之可能性。舉例而言，由鋁製成之一桶可在內部塗佈有以下塗層中之一種或一組合：Sherwin Williams/Valspar V70Q11、V70Q05、32SO2AD、40Q60AJ；PPG Innovel 2012-823、2012-820C；及/或Akzo Nobel Aqualure G1 50。亦可使用由相同或其他塗層製造商製成之其他塗層。

【0143】 某些混合攪動板由類似鋁合金製成且塗佈有類似噴漆/塗層。舉例而言，Whitford/PPG塗層8870可用作混合攪動板之一塗層。混合攪動板噴漆可具有使混合攪動板不黏滯力且硬化的額外益處。

【0144】 圖7A至圖7C圖解說明機器100之驅動軸件126與插入於機器100中之一桶150之混合攪動板160之間的嚙合。圖7A及圖7B係桶150及驅

動軸件126之透視圖。在使用中，使桶150之第一端210向下將桶150插入至蒸發器108之插口110中。此定向將桶150之第二端212暴露於圖7A中所展示之驅動軸件126。關閉封蓋112 (參見圖1A)會以驅動軸件126足以刺穿桶150之第二端212之力將驅動軸件126按壓至抵靠桶150之第二端212。圖7B展示暴露出混合攪動板160之所得孔，其中驅動軸件126偏移以便於觀察。圖7C係桶150之一部分之一剖面，其中在封蓋關閉時驅動軸件126與混合攪動板160嚙合。通常，驅動軸件126與桶150之間不會緊密封以使得在自桶150另一端抽出/分配冰凍甜點時空氣可流入。在一替代實施例中，進行緊密封以使得桶150保持壓力以增強桶150與蒸發器108之間的接觸。

【0145】 某些混合攪動板含有一漏斗部或插口組態，當第二端被驅動軸件刺破時該漏斗部或插口組態接納桶之第二端之被刺破端。

【0146】 圖8展示桶150之第一端210，其中頂蓋166與基座162間隔開以便於觀察。圖9A至圖9D圖解說明使頂蓋166圍繞桶150之第一端210旋轉以切割且拿走基座162之突出部165且暴露出延伸穿過基座162之孔徑164。

【0147】 基座162與桶150之主體158分開製造且然後附接(例如，藉由壓接或縫合)至桶150之主體158以覆蓋主體158之一開口端。舉例而言，可藉由衝壓、深拉或鍛造用於形成基座之一鋁片材來形成基座162之突出部165。突出部165例如藉由一弱化劃線173附接至基座162之其餘部分。劃痕可係鋁片材之基座中之一垂直劃痕或突出部165之壁中之一水平劃痕。舉例而言，材料可自0.008英吋之一最初厚度被刻劃至0.010英吋至0.001英吋至0.008英吋的一刻劃後厚度。在一替代實施例中，不進行衝壓

後刻劃，而是特意將壁薄化以容易破裂。在另一版本中，不存在可變壁厚度，而是頂蓋166與機器分配機構嚙合力組合足以切割突出部165上之0.008英吋至0.010英吋壁厚度。在具有劃痕之情況下，突出部165可被抬高且以5磅至75磅之力(舉例而言，15磅至40磅之力)自基座162剪下。

【0148】頂蓋166具有一第一孔徑222及一第二孔徑224。第一孔口與孔徑164之形狀大致匹配。在移除突出部165時，孔徑164暴露出且延伸穿過基座162。第二孔徑224具有對應於兩個重合圓圈之一形狀。重合圓圈中之一者具有與突出部165之形狀對應之一形狀，且重合圓圈中之另一者略小。一斜坡226在兩個重合圓圈之外邊緣之間延伸。斜坡過渡處之頂部存在一額外0.020"材料厚度。此額外高度有助於使突出部之頭部抬高且破裂，且在頂蓋旋轉期間打開孔徑，如參考圖9A至圖9G更詳細地闡述。

【0149】如圖9A及圖9B中所展示，首先將頂蓋166附接至基座162，使得突出部165與第二孔徑224之重合圓圈中之較大者對準且延伸穿過該第二孔徑224之重合圓圈中之較大者。當機器之處理器122啟動電動馬達146以使齒輪168及環形部件161旋轉時，旋轉頂蓋166使斜坡226滑動於突出部165之一凸緣下，如圖9C及圖9D中所展示。繼續旋轉頂蓋166施加一抬高力，該抬高力將突出部165與基座162之其餘部分分離(參見圖9E至圖9G)且然後將頂蓋166之第一孔徑222與基座162中藉由移除突出部165而得到之孔徑164對準。

【0150】某些桶包含在將突出部165與基座162分離之後保持突出部165之一結構。在桶150中，突出部165具有一頭部167、一支桿169及一腳部171(圖9G中看得最清)。支桿169在頭部167與腳部171之間延伸且具有比頭部167及腳部171小之一剖面。當旋轉頂蓋166以將突出部165與基座

162之其餘部分分離時，頂蓋166會在側向上壓靠支桿169，其中頭部167及腳部171沿著第二孔徑224之重合圓圈中之一者之邊緣托撐頂蓋166。此組態在突出部165與基座162分離時保持突出部165。此一組態會在自基座移除突出部165時減小突出部掉進待用插口中之可能性。

【0151】 某些桶包含將突出部165與基座162之其餘部分分離之其他方法。舉例而言，在某些桶中，基座具有鉚接至基座之一可旋轉切割機構。可旋轉切割機構具有與關於頂蓋166所闡述之形狀類似之一形狀，但此次級件鉚接至基座162之周界且位於基座162之周界內，而非安裝於基座162上方及周圍。當冷凍或冰凍循環完成時，機器之處理器122啟動機器之一臂以將鉚接切割機構旋轉於一鉚釘周圍。在旋轉期間，切割機構與突出部165嚙合、切割並帶走突出部165，而將基座162之孔徑164留在其原位。

【0152】 在另一實例中，某些桶所具有之頂蓋具有跨越基座移動以移除突出部之一滑動刀。滑動刀由機器啟動，且當由控制器觸發時跨越基座滑動以分離、移除且收集突出部165。頂蓋166具有一截切件特徵，該截切件特徵在由機器啟動時可跨越基座162且在基座162上方筆直滑動。頂蓋166與突出部165嚙合、切割並帶走突出部165。在另一實施例中，此截切件特徵可位於機器中心而不是桶150之頂蓋166。在另一實施例中，此截切件特徵可安裝以作為基座162內之一次級件而不是頂蓋166之一次級安裝件。

【0153】 某些桶具有包含一易拉蓋之一分配機構，該易拉蓋可與機器嚙合且由機器釋放。當冷凍循環完成時，機器之一臂與桶之一凸片嚙合且抬高桶之一凸片，藉此按壓並刺破基座且在基座中形成一孔徑。透過該

孔徑分配冰鎮或冰凍產品。在分配期間，基座之刺破表面仍鉸接至基座且保持於桶內部。混合避開刺破表面或在刺破表面上方旋轉，或者在另一實施例中使得混合攪動板繼續無障礙地旋轉。在某些易拉蓋中，機器之臂將刺破表面與基座分離。在某些情形下，冷卻食物或飲料在26.6°F與17.6°F之間的一溫度下分配。在某些情形下，冷卻食物或飲料包含酒精(例如，一冰凍酒精飲料)且在17.6°F與5.0°F之間的一溫度下分配。在某些情形下，經冷卻且經分配食物或飲料由一平均大小小於50 μm之冰晶構成。

【0154】圖10係桶150之一放大示意性側視圖。混合攪動板160包含一中心支桿228及自中心支桿228延伸之兩個葉片230。葉片230係經塑形以攪拌桶150之內含物且移除附著至桶150之主體158之內表面之配料的螺旋葉片。某些混合攪動板具有一單個葉片，且某些混合攪動板兩個以上混合攪動板。

【0155】當混合攪動板160旋轉時，流體(例如，液體配料、空氣或冰凍甜點)流過葉片230中之開口232。此等開口減小旋轉混合攪動板160所需之力。當配料之黏滯力增大時(例如，當冰淇淋形成時)，此減小可尤為重要。開口232進一步有助於使桶內之配料混合且通氣。

【0156】葉片230之側邊緣界定溝槽234。溝槽234偏移，以使得當混合攪動板160旋轉時藉由葉片230中之一者將附著至主體之內表面之配料自主體158之內表面之大部分刮除。儘管混合攪動板160寬於桶150之主體158之第一端210，但溝槽234係交替溝槽，該等交替溝槽便於藉由在插入期間旋轉混合攪動板160來將混合攪動板160插入至桶150之主體158中，以使得溝槽234與第一端210對準。在另一實施例中，混合攪動板之外徑小於桶150之開口之直徑，以允許直接插入(無需旋轉)至桶150中。在

另一實施例中，混合攪動板上之一個葉片之一外徑寬於第二葉片直徑，因此允許直接插入(無需旋轉)至桶150中。在此混合攪動板組態中，一個葉片旨在自側壁移除(例如，刮下)配料，而第二較短直徑葉片旨在執行更多攪拌操作。

【0157】 某些混合攪動板具有鉸接至中心支桿之一或多個葉片。在插入期間，葉片可鉸接成收縮形式，且一旦插入則釋放成一展開形式。某些鉸接葉片在一第一方向上旋轉時固定成打開狀，且在與第一方向相反之一第二方向上旋轉時可伸縮。無論旋轉方向如何，一旦位於桶內部，則某些鉸接葉片鎖定至一固定向外位置中。某些鉸接葉片靠手動收縮、展開及鎖定。

【0158】 混合攪動板160順時針旋轉且自桶壁214移除累積的冰凍甜點。重力迫使自桶壁移除之甜點朝向第一端210掉落。在逆時針方向上，混合攪動板160旋轉，朝向第二端212抬高並攪拌配料。當攪動板改變方向且順時針旋轉時，將配料推向第一端210。當按照關於圖9D所展示及闡述地移除基座162之突出部165時，混合攪動板順時針旋轉以透過孔徑164自桶150分配所生產之食物或飲料。某些攪動板藉由在一第一方向上旋轉混合且分配桶之內含物。某些攪動板藉由在一第一方向及一第二方向上移動混合，且當桶打開時藉由在第二方向上移動進行分配。

【0159】 中心支桿228界定經設定大小以接納機器100之驅動軸件126的一凹槽236。凹槽及驅動軸件126具有一正方形剖面以使得驅動軸件126及混合攪動板160可在旋轉時受到約束。當馬達旋轉驅動軸件126時，驅動軸件旋轉混合攪動板160。在某些實施例中，驅動軸件之剖面係一不同形狀且凹槽之剖面之形狀可相容。在某些情形下，驅動軸件與凹槽藉由

螺紋連接。在某些桶中，凹槽含有夾緊驅動軸件以將驅動軸件旋轉耦合至攪動板的一配合結構。

【0160】圖11係在處理器122上實施以操作機器100之一方法250之一流程圖。參考冷凍系統109及機器100闡述方法250。方法250亦可與其他冷凍系統及機器搭配使用。所闡述之方法250係生產軟冰淇淋，但亦可用於生產其他冷卻或冰凍的飲料及食物。

【0161】方法250之第一步係接通機器100 (步驟260)且接通與冷凝器180相關聯之壓縮機186及風扇(步驟262)。然後，冷凍系統109在經調節溫度下空轉(步驟264)。在方法250中，將蒸發器108之溫度控制在 0.75°C 左右，但可有 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 之波動。在其他空轉溫度下操作某些機器，例如在 0.75°C 至室溫(22.0°C)之間。若蒸發器溫度低於 0.5°C ，則處理器122打開旁通閥190以增加系統之熱量(步驟266)。當蒸發器溫度高於 1°C 時，關閉旁通閥190以冷卻蒸發器(步驟268)。自空轉狀態開始，可操作機器100以生產冰淇淋(步驟270)或可將機器100停機(步驟272)。

【0162】在插入一桶之後，使用者按壓起動按鈕。當使用者按壓起動按鈕時，旁通閥190關閉，蒸發器108移動至其關閉位置，且馬達124被接通(步驟274)。在某些機器中，使用一馬達電子地關閉蒸發器。在某些機器中，例如藉由將蓋自打開位置移動至關閉位置來機械地關閉蒸發器。在某些系統中，在採取此等動作之前一感測器確認蒸發器108中存在一桶150。

【0163】某些系統包含射頻識別(RFID)標籤或其他智慧條碼，例如UPC條碼或QR碼。桶上之識別資訊可用於觸發用於特定桶之特定冷卻與混合演算法。此等系統可視情況讀取RFID、QR碼或條碼且識別混合馬達

速度量變曲線及混合馬達扭矩臨限值(步驟273)。

【0164】識別資訊亦可用於便於針對消費者營銷(例如，在網際網路上或使用一訂購模型)。由於桶耐儲藏，因此此本說明書中所闡述之方法及系統能夠透過電子商務售賣冰淇淋。在訂購模式下，顧客按月付費，預定數目個桶每月運送給顧客。顧客可自各種類別(例如，冰淇淋、健康思慕雪、冰凍咖啡或冰凍雞尾酒)選擇其個人化桶且選擇其個人化口味(例如，巧克力味或香草味)。

【0165】該識別亦可用於追蹤所使用之每個桶。在某些系統中，機器與一網路連結且可經組態以通知一供應商哪些桶正在使用及需要替換(例如，透過每週送貨)。此方法比讓消費者去雜貨店購買桶更高效。

【0166】此等動作在旋轉混合攪動板160之同時冷卻蒸發器108中之桶150。隨著冰淇淋形成，桶150之內含物之黏滯力增大。機器之一扭矩感測器量測使桶150內之混合攪動板160旋轉所需的馬達124之扭矩。一旦一扭矩感測器量測到馬達124之扭矩滿足一預定臨限值，則機器100進入一分配模式(276)。打開分配端口且馬達124逆轉方向(步驟278)以將冰凍甜點按壓出桶150。此繼續大約1秒至10秒以分配桶150之內含物(步驟280)。然後機器100切換至除霜模式(步驟282)。累積於蒸發器108上之霜可降低蒸發器108之熱量轉移效率。另外，蒸發器108可能會凍至桶150上，蒸發器之第一部分128與第二部分130可能會凍在一起，及/或桶可能會凍至蒸發器上。可在循環期間藉由打來旁通閥170、打開蒸發器108並關斷馬達124來給蒸發器除霜以避免出現此等問題(步驟282)。然後，機器透過旁通閥引流氣體達約1至10秒以給蒸發器除霜(步驟284)。機器經程式化以在每一循環之後除霜，除非一熱電偶報告蒸發器108已高於冰點。然

後，可移除桶。然後，機器100返回至空轉模式(步驟264)。在某些機器中，一溫度計量測桶150之內含物之溫度且識別何時分配桶之內含物。在某些機器中，當達到一預定時間時開始分配模式。在某些機器中，轉動混合攪動板所需之扭矩、混合馬達電流損耗、桶溫度及/或時間的一組合判定何時分配桶之內含物。

【0167】若空轉時間截止，機器100自動地斷電(步驟272)。一使用者亦可藉由按下電源按鈕將機器100斷電(286)。當斷電時，處理器打開旁通閥190以使閥兩側之壓力相等(步驟288)。機器100等待10秒(步驟290)然後關斷壓縮機186及風扇(步驟292)。然後，機器關斷。

【0168】圖12係包含蒸發器108及一膨脹子系統312之一冷凍系統310之一示意圖。冷凍系統310實質上類似於冷凍系統109。然而，冷凍系統310包含膨脹子系統312，而不是冷凍系統109中所展示之膨脹裝置184。冷凍系統310不包含第一旁通管線188及第二旁通管線190，而第一旁通管線188及第二旁通管線190則係冷凍系統109之一部分。然而，某些系統包含膨脹子系統312、第一旁通管線及第二旁通管線。

【0169】膨脹子系統312包含用以控制冷凍流體之膨脹之多個閥。此等閥包含一第一固定孔口閥314、一第二固定孔口閥316及一控制閥318。控制閥318在第二固定孔口閥316上游。控制閥318及第二固定孔口閥316與第一固定孔口閥314並聯。膨脹裝置具有兩個模式以控制進入蒸發器108之冷凍劑之溫度。在第一模式中，控制閥318打開以允許冷凍劑流動至第二固定孔口閥316。在第一模式中，冷凍劑流過第一固定孔口閥314及第二固定孔口閥316兩者。在第二模式中，控制閥318關閉且冷凍劑不流過第二固定孔口閥316。所有冷凍劑皆流過第一固定孔口閥314。

【0170】如參考圖4所論述，膨脹裝置184或膨脹子系統312接收一高壓冷凍劑且釋放低壓冷凍劑。此壓降冷卻冷凍劑。壓力改變(ΔP)越大，則溫度改變(ΔT)越大。在第二模式中(即，控制閥318關閉)，膨脹子系統312之壓降將高於在第一模式中，從而提供一較低蒸發器壓力及相關聯較低蒸發器溫度。冷凍劑與蒸發器108中之一桶之內含物之間的溫度差增大對熱量轉移之效應在某種程度上被此較低壓力冷凍劑密度減小之事實抵消。由於壓縮機每一壓縮循環移動固定體積之冷凍劑，因此每循環之質量流減小，此較低熱量轉移。在第二操作模式中，桶與蒸發器之間存在一大溫度差，因而需要大熱量轉移，此增大所需之質量流量。

【0171】在最初操作期間，冷凍系統310在第一模式中。控制閥318打開且冷凍劑流過第一固定孔口閥314及第二固定孔口閥316兩者。此使得蒸發器在大約 -20°C 至 -10°C 之一溫度下操作。在此溫度下，冷卻系統藉由利用穿過蒸發器之較高密度冷凍劑提供比其可在較低溫度下提供之冷卻容量更大之冷卻容量。

【0172】在大約室溫(例如， 22°C)下將桶150插入至蒸發器108。蒸發器108與桶150之間的初始溫度差係高的。因此，熱量自桶150快速地轉移至蒸發器108。隨著桶150冷卻桶150與蒸發器108之間的溫度差減小且自桶150至蒸發器108之熱量轉移亦緩慢。此時，系統310進入第二模式且控制閥318關閉。冷凍劑僅流過第一固定孔口閥314，且進入第一固定孔口閥314之冷凍劑與離開第一固定孔口閥314之冷凍劑之間的 ΔP 增大。 ΔT 亦增大，從而使得蒸發器108更冷，即溫度在大約 -15°C 至 -30°C 。此減小系統之冷卻容量，但增大桶與罩殼之間的溫度差，此允許快速最終冰凍冰淇淋。在桶與蒸發器之間的溫度差減小至影響熱量轉移之點時才會啟動的

第二模式中，即使系統中流動之質量較小，較低冷凍劑溫度仍能增大總體熱量轉移。

【0173】在某些實施例中，在第一模式中蒸發器之溫度在冰點以上。此組態可在使用之前預先冷卻蒸發器且在使用之後給蒸發器除霜。

【0174】冷凍系統310之組態能增強溫度控制，此可縮短冰凍時間且減小所需壓縮機輸出。所需壓縮機輸出減小允許壓縮機之大小減小。

【0175】在某些冷凍系統中，膨脹子系統包含兩個以上閥。多閥子系統可具有兩種以上模式，從而進一步增強溫度控制。

【0176】某些冷凍系統中使用其他類型之閥，例如恆溫膨脹閥及電子膨脹閥。恆溫膨脹閥及電子膨脹閥兩者可基於各種負荷及操作條件調適孔口大小。舉例而言，恆溫膨脹閥感測冷凍劑之蒸發器出口溫度且調整穿過恆溫膨脹閥之流以維持預定操作條件或所期望操作條件。電子膨脹閥經電致動以基於蒸發器出口溫度及來自一控制單元371之電子信號調適孔口大小。

【0177】圖13係一冷凍系統320之一示意圖，冷凍系統320包含在進入蒸發器108之前預先冰鎮一水缸324的一冷凍劑管線322。冷凍系統320實質上類似於冷凍系統109。然而，冷凍系統320包含預先冰鎮管線322且不包括作為冷凍系統109之一部分之第一旁通管線188及第二旁通管線190。某些系統包含第一旁通管線、第二旁通管線及預先冰鎮管線。

【0178】用於機器中之冷凍系統320包含水缸324。具有水缸之機器在混合期間將流體注入至桶中以例如溶解幹配料或稀釋桶之內含物。經冰鎮水比熱水或室溫水更迅速地結冰。

【0179】在使用中，操作一閥326以導引離開膨脹裝置184之冷凍劑

穿過預先冰鎮管線322。冷低壓冷凍劑流過部分地或完全安置於水缸324中之預先冰鎮管線322。若水缸324填充有水，則預先冰鎮管線322部分地或完全浸沒於水中。冷凍劑冷卻水缸324中之水並離開預先冰鎮管線322。然後，冷凍劑進入蒸發器108以冷卻蒸發器108。

【0180】圖14係一冷凍系統328之一示意圖，冷凍系統328包含安置於壓縮機186與冷凝器180之間的一熱質量330。冷凍系統328實質上類似於冷凍系統109。然而，冷凍系統328包含熱質量330。冷凍系統328不包含作為冷凍系統109之一部分之第一旁通管線188及第二旁通管線190。某些系統包含第一旁通管線、第二旁通管線及熱質量330。

【0181】舉例而言，熱質量可係乙二醇及水混合物、鹽水、石蠟(烷烴)或純水。在某些機器中，熱質量330安置於冷凝器180與熱量交換器182之間。

【0182】熱質量330儲存熱能且稍後釋放熱能。當安置於壓縮機186與冷凝器180之間時，熱質量330 儲存自冷凍劑發射之熱量。在循環中之此時，冷凍劑係一高壓蒸汽。冷凝器180自高壓蒸汽等溫地釋放熱量以產生一高壓液體。使用熱質量330預先冷卻蒸汽冷凍劑能減小壓縮機186之負荷。當機器100斷電時，熱質量330將熱量釋放至環境中且在周圍溫度下達到一均衡。

【0183】某些系統包含第二旁通管線及熱質量兩者。第二旁通管線自熱質量重新引導冷凍劑，從而使冷凍系統空轉。在此空轉週期期間，熱質量將來自先前循環之熱量釋放至環境中。

【0184】圖15係一冷凍系統332之一示意圖，冷凍系統332包含一壓力器皿334、一第一控制閥336及一第二控制閥338。壓力器皿334可用作

能夠快速起動系統且縮短冷卻(例如，冰凍)蒸發器108中之一桶之內含物所需之時間的壓力儲罐。冷凍系統332實質上類似於冷凍系統109。然而，冷凍系統332包含壓力器皿334、第一控制閥336及第二控制閥338。此外，冷凍系統332不包含作為冷凍系統109之一部分之第一旁通管線188及第二旁通管線190。某些系統包含第一旁通管線、第二旁通管線、壓力器皿334、第一控制閥336及第二控制閥338。

【0185】 第一控制閥336安置於壓縮機186與冷凝器180之間。第二控制閥338安置於熱量交換器182與膨脹裝置184之間。壓力器皿334安置於冷凝器180與熱量交換器182之間。冷凍劑在一高壓下離開壓縮機186且維持該高壓直至膨脹裝置184釋放液體冷凍劑為止。系統332基於所期望輸出控制閥336、338之位置(例如，打開或關閉)。

【0186】 在系統332之正常操作期間(例如，當對桶進行冷卻時)，第一控制閥336及第二控制閥338兩者打開。在空轉之前，第二控制閥338關閉且第一控制閥336仍打開。壓縮機186繼續運行一短時間(例如1秒至5秒)，然後關閉第一控制閥336。在關閉第一控制閥336之後，壓縮機停機。

【0187】 當重新啟動系統332 (例如，以生產單人份一經冷卻食物或飲料)時，壓縮機186重新起動，第一控制閥336打開且第二控制閥338打開。由於壓力器皿334中已存在高壓流體，因此隨著壓降冷卻冷凍劑高壓冷凍劑流過膨脹裝置184。相對於在停機時允許系統壓力恢復至周圍條件之冷凍系統而言，此方法縮短冷卻一桶之內含物所需之時間。若系統處於周圍條件，當重新起動系統時膨脹閥兩側最初不會出現壓降。已證明此方法縮短在不到90秒內將一8盎司桶之內含物自室溫冷卻至冰點所需之時

間。當起始或開啟系統332時，例如在插入一桶150之前，冷凍系統332能夠迅速或立刻冷卻冷凍劑。

【0188】圖16係包含一熱電模組342之一冷凍系統340之一示意圖。熱電模組342亦被稱為一熱電冷卻器或TEC。熱電模組342將電能轉換成熱能且反之亦然。冷凍系統340實質上類似於冷凍系統109。然而，不包含作為冷凍系統109之一部分之第一旁通管線188及第二旁通管線190。某些系統包含第一旁通管線、第二旁通管線及熱電模組342。

【0189】熱電模組342係安置於冷凝器180與熱量交換器182之間的一冷卻元件。熱電模組342冷卻離開冷凝器180之冷凍劑，再於熱量交換器182中將熱量轉移至離開蒸發器108之冷凍劑蒸汽。在膨脹之前冷卻液體冷凍劑增大系統340之冷卻容量且減小所需壓縮機輸出。所需壓縮機輸出減小能減小所需的壓縮機大小。

【0190】圖17係包含一熱電池346、一第一電池旁通閥348及一第二電池旁通閥350之一冷凍系統344之一示意圖。冷凍系統344實質上類似於冷凍系統109但不包含作為冷凍系統109之一部分之第一旁通管線188。具有熱電池346及相關聯閥之某些系統亦包含第一旁通管線。

【0191】熱電池346具有安置於熱量交換器182與膨脹裝置184之間的一第一部分352。第一電池旁通閥348安置於繞過熱電池346之第一部分352之一第一支線354上。當第一電池旁通閥348打開時，大部分冷凍劑或所有冷凍劑流過第一支線354。熱電池346具有一高壓降。由於支線354相較於熱電池346而言具有一低壓降，因此冷凍劑主要流過支線354。當第一電池旁通閥348關閉時，冷凍劑流過熱電池346之第一部分352。

【0192】熱電池346具有一第二部分356，該第二部分356熱連接至

第一部分352，安置於蒸發器108與熱量交換器182之間。第二電池旁通閥350安置於繞過熱電池346之第二部分356之一第二支線358上。當第二電池旁通閥350打開時，大部分或所冷凍劑流過第二支線358。熱電池346具有一高壓降。由於支線358相較於熱電池346而言具有一低壓降，因此冷凍劑主要流過支線358。當第二電池旁通閥350關閉時，冷凍劑流過熱電池346之第二部分356。

【0193】 熱電池346包含保持熱量之一熱材料。熱電池346包含具有一相變材料(例如，石蠟)之一儲罐360，儲罐360根據第一電池旁通閥348及第二電池旁通閥350之位置接收熱量或發射熱量。所闡述之熱電池346使用石蠟作為一相變材料之一實例。某些熱電池包含保持熱量或消耗熱量之其他材料，舉例而言乙二醇與水混合物、鹽水或純水。

【0194】 當第一電池旁通閥348打開且第二電池旁通閥350關閉時，熱電池346將熱量自其第二部分356發射至冷凍劑。若石蠟溫熱或融化，冷的冷凍劑將在儲罐360中將石蠟冰鎮並凝固。藉由將低壓冷凍劑加熱，熱電池減小液體冷凍劑將流動至壓縮機中之可能性。

【0195】 當第一電池旁通閥348關閉且第二電池旁通閥350打開時，熱電池346在第一部分352處自冷凍劑接收熱量。若蠟凝固，則熱液體冷凍劑將蠟儲罐360中之蠟加熱且並融化。若蠟係液體，則熱冷凍劑將繼續加熱蠟儲罐360中之液體蠟。

【0196】 在啟動系統344時且在冷卻循環期間，第一電池旁通閥348及第二電池旁通閥350兩者皆打開且很少甚至沒有冷凍劑流與熱電池346相互作用。在冷卻循環結束時，第二電池旁通閥350關閉，且儲罐360由於冷且低壓之冷凍劑而冷卻。當一電池已冷卻之情況下開始下一循環時，

第二電池旁通閥350打開，且第一電池旁通閥348關閉。然後，熱電池346之第一部分352經由熱量交換器182預先冷卻熱離開冷凝器180之液體冷凍劑。

【0197】此組態可防止循環結束時壓縮機溢流且可藉由減小壓縮機之熱量負荷減小壓縮機之輸出。某些蠟可具有在5°C至10°C之一範圍之一熔點，例如十二烷蠟或十三烷蠟。

【0198】圖18A係一蒸發器蓋板127之俯視圖且圖18B係蒸發器108之主體之一俯視圖。蒸發器108之主體界定通道366，冷凍劑流過通道366以冷卻蒸發器108。通道366在蒸發器108之一凸緣367處打開，如圖18B中所展示。通道366在蒸發器108的具有一類似組態之凸緣相對端處亦打開。

【0199】蓋板127包含多個凹槽174，當蓋板127附接至蒸發器108之主體時，多個凹槽174與蒸發器108之四個毗鄰通道366對準。某些蓋板包含與其他數目個毗鄰通道對準之凹槽。凹槽174用作與毗鄰通道366流體地連接之歧管。蒸發器主體之相對端上之蓋板127在圓周方向上偏移，以使得蒸發器108的兩個蓋板127及主體一起界定貫穿蒸發器108之一蛇形流動路徑。

【0200】蓋板127具有將蒸發器108流體地連接至冷凍系統109之一入口370及一出口372。冷凍劑流過入口370，流過由蒸發器108之主體及蓋板127中之凹槽界定之通道，且透過出口372離開蒸發器108。冷凍劑在一第一溫度下以一冷流體形式進入入口370。當冷凍劑流過流動路徑368時，冷凍劑由於蒸發器108自桶150接收之熱量而變溫熱且蒸發。桶150由於此熱量轉移而冰凍。為維持一恆定流動速度，入口370之直徑約0.25英

吋且出口372之直徑約0.31英吋。

【0201】活動鉸鏈132界定一連接通道373，連接通道373將蒸發器108之第一部分128中之通道流體地連接至蒸發器108之第二部分130中之通道366。連接通道373在蒸發器108之凸緣367附近界定於蒸發器108內。在某些蒸發器中，蒸發器之凸緣界定一槽溝且蓋子界定一對應槽溝，以使得當蓋子與蒸發器嚙合時蓋子之槽溝與蒸發器之槽溝之間形成連接通道。某些連接通道界定於蓋板127內。此組態界定自入口370至出口372之連續流動路徑368，其中通道366平行於軸線369延伸且流體平行於軸線369流動。

【0202】在某些蒸發器中，通道366在蒸發器內在與凸緣367相對之端處連接以形成一「U」形。當裝配時，蓋板127安置於蒸發器108之凸緣367上。通道366係一系列不連接的「U」形單元。在每一單元中，一第一通道使冷凍劑在一第一方向上流動，且一第二通道使流體在與第一方向相反之一第二方向上流動。

【0203】通道366平行於蒸發器之一軸線369延伸。在某些蒸發器中，通道不平行於軸線延伸，但平行於彼此延伸。在某些蒸發器中，通道不平行於彼此或平行於軸線延伸。

【0204】圖19A及圖19B係分別有蓋板127及沒有蓋板127之一蒸發器380之透視圖。圖19A及圖19B中之蒸發器380與圖18A至圖18E中所闡述之蒸發器108類似地操作。然而，蒸發器380包含將一單元371之第二通道366b流體地連接至一不同單元371之一第一通道366a的凹槽382。蓋板384實質上類似於蓋板127。然而，蓋板384在與凸緣367鄰接之表面上係平整的而非帶凹槽的，且包含多個入口及出口，而非一單個入口及一單個

出口。蓋板384包含第一部分128上之一第一入口388、第一部分128上之一第一出口390、第二部分130上之一第二入口392及第二部分上之一第二出口394。第一入口388與第一出口390流體地連接以形成在第一部分128上之一第一流動路徑396。第二入口392與第二出口394流體地連接以在第二部分130上形成一第二流動路徑398。此組態形成使冷凍劑平行流動之兩個流動路徑396、398且不使用一鉸鏈連接器。為維持流動速度，減小流動路徑396、398之直徑以使得分開的流動路徑具有與原本流動路徑類似之一流動面積。

【0205】 當蓋板384與蒸發器380嚙合時，凹槽382關閉且蒸發器380與蓋板384形成流動路徑396、398。

【0206】 在先前所闡述之蒸發器中，單元371具有「一上/一下」組態。在某些蒸發器中，單元界定「兩上/兩下」或「三上/三下」組態。此可維持恰當流動速度同時將蒸發器內之壓降最小化。不同壓縮機及不同冷卻任務需要不同流動路徑配置。壓縮機及冷卻負荷較大時可增大平行流動路徑之數目，且要求較小時減小平行流動路徑之數目。

【0207】 圖20A至圖20D係由蒸發器之通道及蒸發器之蓋板127之凹槽形成之流動路徑之示意圖。圖20A及圖20B係界定於一蒸發器內之通道之視圖。圖20C及圖20D係一蒸發器及其蓋板127之透視圖。

【0208】 圖20A係當冷凍劑蒸發時增大通道400之數目之一流動路徑402。冷凍劑進入入口且流過一或多個單通道400a。在冷凍劑蒸發時，冷凍劑之體積膨脹且開始更快地移動。蒸汽之比體積可膨脹約50至70倍。為減緩蒸發器108內之混合相冷凍劑，流動路徑402分支成在凹槽374處且在蒸發器108內在一拐點306處連接的兩個平行通道400b。當冷凍劑蒸發

變多時，流動路徑402分支成在凹槽374處且在蒸發器108內之拐點306處連接的三個平行通道400c。在某些蒸發器中，多個單元維持「兩上/兩下」組態。在某些蒸發器中，多個單元維持「三上/三下」組態。在某些蒸發器中，流動路徑增大成一「四上/四下」或「五上/五下」組態。在整個蒸發器內增大通道數目增大蒸發程序初期之效能，同時限制朝向蒸發器之出口高速度/高壓降。

【0209】圖20B係流動路徑402之一示意圖，流動路徑402具有用作一歧管之蓋板127中之一斜凹槽408。斜凹槽408具有一平穩增大及減小之剖面面積，此有助於維持冷凍劑流過歧管之流動速度。蓋板中之一斜剖面凹槽將有助於維持流動速度，且亦由於低流動速度區域減小壓降及液體及氣體冷凍劑之流動分離。

【0210】圖20C展示一流動路徑420，流動路徑420包含位於蒸發器108之底部處之一第一歧管及自第一歧管422朝向蓋板127延伸之多個分支424。第一歧管422連接至入口370。分支424流體地連接至位於蒸發器108之頂部處之一第二歧管426。第二歧管426流體地連接至出口372。

【0211】冷凍劑自入口穿過第一歧管422，向上到達分支424且穿過第二歧管426流動至出口372。蒸汽之密度比液體小且傾向於上升至頂部。當流動方向向下時，此優選流動方向可能會形成無法預測流動及效能。此組態可藉由使冷凍劑在與當冷凍劑呈蒸汽形式時所存在之浮力相同之方向上流動來增大蒸發器108之熱效能。

【0212】圖20D展示繞在蒸發器108周圍之一流動路徑430。流動路徑430係沿循蒸發器108之外徑之一螺旋。此組態藉由減小或消除流動路徑430中之急轉彎來增大表面積且減小壓降。在某些蒸發器中，當流動路

徑跨越蒸發器之第一部分及蒸發器之第二部分延伸時，多個鉸鏈連接器用於連接該第一部分與該第二部分。某些流動路徑界定第一部分上之一蛇形通路及第二部分上之一蛇形通路，該兩個蛇形通路由橫跨鉸鏈之一「傳輸通路」連接。

【0213】圖21A至圖21C係桶150及具有一關閉機構440之一蒸發器438之視圖。圖21A係蒸發器438及桶150之一透視圖。圖21B係桶150及蒸發器438之一剖面圖。圖21C係桶150及蒸發器438之一俯視圖。

【0214】關閉機構440包含將蒸發器438之第一部分128連接至蒸發器438之第二部分130的偏置元件(例如彈簧)。關閉機構440亦包含圍繞蒸發器之外徑延伸之一圓周纜線441。纜線經收緊以關閉桶且經鬆開以打開蒸發器。

【0215】蒸發器438中之偏置元件包含將第一部分128與第二部分130偏置遠離彼此之一第一彈簧442及第二彈簧444。活動鉸鏈132便於第一部分128及第二部分130移動，以使得第一部分128及第二部分130由於彈簧442、444之偏置力而繞鉸鏈132旋轉。在此組態中，蒸發器438處於打開位置中且第一部分128與第二部分130之間形成一小間隙446。當蓋板127處於打開位置中時，蒸發器438處於打開位置中。在某些機器中，蒸發器之位置獨立於蓋之位置。在打開位置中，蒸發器438與桶150之間存在一小氣隙。

【0216】蒸發器438具有一關閉位置，在該關閉位置中蒸發器438與桶150之間的空氣間隙被消除以促進熱量轉移。在某些蒸發器中，氣隙僅被減小。在關閉位置中，間隙446亦被消除。在某些蒸發器中，間隙被減小而非消除。為自打開位置移動至關閉位置，關閉機構440在箭頭448之

方向上施加一力以克服第一彈簧442及第二彈簧444之偏置力。

【0217】關閉機構產生在10至1500 lbs範圍內之一力。為防止桶150被毀壞，桶150之內部壓力較佳地等於或大於關閉機構440所產生之力。

【0218】舉例而言，關閉機構440可係一機電致動器、一滑輪系統、一槓桿、蓋上之突出部、一滾珠螺桿、一螺線管或一機械門鎖。

【0219】圖22A及圖22B分別係具有一關閉機構440之一蒸發器108之側視圖及前視圖，關閉機構440包含位於彈簧456內之兩個螺栓450。螺栓450將桿466偏置遠離凸緣464。視情況，一纜線468接納於界定在桿466中之一孔中且圍繞蒸發器108延伸。

【0220】圖23A展示可主要藉由擠壓生產之一蒸發器500。蒸發器500具有包括兩個端頂蓋512之一主體510。主體510與端頂蓋係單獨地生產且然後裝配。

【0221】圖23B及圖23C圖解說明主體510之生產。蒸發器主體510藉由低成本擠壓生產。擠壓主體以使得在主體510中界定通道514 (參見圖23B)。主體510之每一端經機器加工以提供與一端頂蓋配合之一凸肩516 (參見圖23C)。一壁518延伸超出凸肩516。

【0222】圖23D及圖23E係一端頂蓋512之透視圖。端頂蓋512可係鑄造或機器加工而成。端頂蓋512提供蒸發器500之安裝、入口/出口及關閉特徵。端頂蓋512具有一側壁520及一端壁522。

【0223】端頂蓋512具有自側壁520向外延伸之多個凸起524。凸起524可用於安裝並操控端頂蓋512且在與主體510裝配之後用於安裝並操控蒸發器500。一端口526延伸穿過側壁520。蒸發器500之一端上之端頂蓋512之端口526用作一入口且蒸發器500之另一端上之端頂蓋512之端口526

用作一出口。

【0224】圖23F圖解說明蒸發器500之裝配。將端頂蓋512安裝於主體510之一端上之凸肩516上。在安裝之後，容易接達蒸發器主體510與端頂蓋512之間的接頭。此組態便於使用雷射焊接、真空銅銲、攪拌摩擦焊接或TIG焊接來將端頂蓋512附接至蒸發器主體510。

【0225】圖23G及圖23H圖解說明在裝配之後主體510與端頂蓋512之間的關係。當與主體510裝配在一起之後，端頂蓋之側壁520及端壁522與主體510之壁518界定一室，該室用作與界定於蒸發器500之主體510中之通道連接之一歧管。端頂蓋512被展示為「中空」組態以與所有通路並行蒸發，但其可經調試成具有多個180度轉向之一多路徑設計。

【0226】圖24展示包括一孔板530之蒸發器500之一組態。孔板530安置於主體510與端頂蓋512之間。孔板530界定多個孔口532，在裝配之後該多個孔口532與主體510中之通道514對準。孔板可用於藉由將冷凍劑累積於孔板530之前且將液體-氣體混合物相等地注入至通道514來將流均勻地分配至通道514。在某些情形下，孔口之大小相同。在可能出現通路514之間的流分佈不均的某些情形下，孔口可具有不同大小。

【0227】圖25係參考圖19A及圖19B所闡述之蒸發器380之一實施例之一透視圖，蒸發器380之一內表面470由與蒸發器380之其餘部分不同之一材料製成。內表面470主要或完全由銅形成。銅具有比一導熱率為180 W/mK之鋁高之一導熱率(大約391 W/mK)。一高導熱率將熱量迅速且高效地自桶移動至冷凍劑。導熱率低之一材料對熱量之傳遞較緩慢且效率較低。一組件用作一散熱片之傾向取決於其導熱率及其質量兩者。表2列示各種材料之導熱率及密度。

表2-在標準條件(大氣壓力及293開氏度)下之傳導率

材料	導熱率 [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$]
丙烯酸玻璃 (Plexiglas V045i)	0.170至0.200
酒精、油	0.100
鋁	237
氧化鋁	30
砷化硼	1,300
銅(純)	401
金剛石	1,000
玻璃纖維或泡沫玻璃	0.045
聚氨酯泡沫	0.03
膨脹的聚苯乙烯	0.033至0.046
錳	7.810
水	0.5918
大理石	2.070至2.940
二氧化矽氣凝膠	0.02
雪(乾燥的)	0.050至0.250
特氟龍	0.250

【0228】圖26A至圖26C係包層之示意圖。此等包層可用於包含鋁及銅兩者之一蒸發器中。圖26A展示一上覆包層490。圖26B展示一鑲嵌包層492。圖26C展示一邊緣包層494。圖26A至圖26C中所展示之包層技術適用於蒸發器之內表面。由於銅之導熱率高，因此不同包層技術可增大熱量轉移且將熱量散發出去。

【0229】圖27係包含微通道482之一材料480之一例示性圖。舉例而言，當材料480用於製作蒸發器時，冷凍劑流過微通道482。可將材料480彎折以形成對桶150進行冷卻之一蒸發器。材料480永久地變形成一圓柱形狀以形成一圓形蒸發器。此一蒸發器具有在保持成本低之同時增大蒸發

器效能的一高表面積。

【0230】圖28A至圖28C展示代替先前所闡述之往復式壓縮機186來用於某些冷凍系統中的一旋轉壓縮機550。壓縮機550包含具有一內壁553之一殼體552，內壁553界定一內部腔554。一入口556及一出口558將壓縮機550之內部腔554流體地連接至冷凍系統之其他組件。當流體達到一預定壓力時，一壓力閥559釋放流體。具有一圓形剖面之一滾軸560可旋轉且軸向地約束至延伸穿過殼體552之一底部區段之一棒562。某些滾軸具有橢圓形或齒輪形剖面。自滾軸560之圓形剖面看，棒562附接於偏離中心處。使用一馬達(未展示)使棒562及滾軸560相對於殼體557旋轉。滾軸560配置於腔554中以使得滾軸560之一邊緣564延伸至殼體之內壁553。在此組態下，滾軸560與殼體557形成一密封。當棒562及滾軸560在內部腔554內旋轉時，滾軸560之邊緣564維持與壁553接觸。殼體557包含用於容納一壓縮彈簧568之一有凹口區域566。彈簧568鄰接滾軸560。一橡膠部件570環繞彈簧568之一部分以形成自壁553延伸至滾軸560之一密封。當滾軸560在內部腔554內旋轉時，彈簧568擴張及收縮以維持密封。

【0231】在圖28A中，壓縮機550處於一第一狀態中。在圖28B中，旋轉壓縮機550處於一第二狀態中且在圖28C中，旋轉壓縮機550處於一第三狀態中。旋轉壓縮機550自第一狀態移動至第二狀態，自第二狀態移動至第三狀態，且自第三狀態移動至第一狀態。在第一狀態下，滾軸560經由入口556自蒸發器108接收低壓壓力冷卻蒸汽。接觸邊緣564與壁553之間的密封及部件570與滾軸560之間的密封界定一進氣室572及一增壓室574。在某些旋轉壓縮機中，形成有增大室數目之額外密封。滾軸560旋轉以將增壓室574中之蒸汽壓縮及增壓並自入口556將蒸汽吸入至進氣室

572。在圖28B中所展示中第二狀態下，滾軸560繼續逆時針旋轉且增大增壓室574中之蒸汽之壓力，直至壓力閥559自壓縮機550釋放高壓蒸汽。進氣室繼續自入口556接收低壓蒸汽。當滾軸560旋轉時，壓縮彈簧568延伸至內部腔554中，以維持部件570與滾軸560之間的連接。在圖28C中所展示之第三狀態下，已自增壓室574驅出高壓蒸汽且將彈簧568壓縮至有凹口區域566中。在此狀態下，僅在接觸邊緣564與部件570之間形成一個密封。在循環中之一短週期內，室數目減小1。在壓縮機550之此狀態下，進氣室572變成增壓室574。當接觸邊緣564到達部件570且形成兩個密封時再次形成進氣室572，一個密封由部件570及滾軸560形成且另一密封由接觸邊緣564及壁553形成。

【0232】 旋轉壓縮機以一更低重量及更小大小執行與往復式壓縮機相同之熱負荷。旋轉壓縮機具有約10至約18 lbs之一重量。旋轉壓縮機移位約4 cc至約16 cc之冷凍劑。舉例而言，在某些機器中使用一16 cc旋轉壓縮機。旋轉壓縮機具有約0.3 cc/lb至約0.5 cc/lb之一效能對重量比。

【0233】 圖29A及圖29B係在整個一冰凍循環600期間蒸發器溫度(例如，蒸發器108)之曲線。當機器之一處理器開始一冰凍循環時，冷凍劑流過蒸發器，以將熱量自一桶(例如，桶150)內之配料(例如，冰淇淋)交換至冷凍劑。此使得蒸發器入口與蒸發器出口之間存在溫度差。儘管關於冰淇淋加以論述，但該等概念適用於冰凍其他配料。

【0234】 在冰凍循環610之開始處(例如，在冰凍循環610之前20至30秒內及/或在冰凍循環610之前半段)，穿過蒸發器入口之冷凍劑之溫度(標示為蒸發器入口溫度602)快速降低。在所展示之實例中，蒸發器入口溫度602在冰凍循環610開始之20至30秒內自5至15°C降低至-15°C，此溫度低

於冰淇淋之冰點。在同一時間段內，穿過蒸發器之出口之冷凍劑(標示為蒸發器出口溫度604)大於 5°C 。在冰凍循環610開始時(例如，在冰凍循環之前20秒之至少一部分內)，蒸發器入口溫度602與蒸發器出口溫度604之間的溫度差大於 15°C 。在某些系統中，溫度差在冰凍循環610開始之15秒內大於 20°C 或在冰凍循環610開始之20秒內大於 25°C 。在冰凍循環610開始之30秒內，溫度差亦可在至少20秒之一持續時間內大於 15°C 。

【0235】 隨著冰淇淋冰凍，熱能自桶轉移至包含冷凍劑之蒸發器。蒸發器之大小及形狀影響此熱量轉移之有效性。蒸發器在自冰淇淋抽取熱量上之有效性之一個量度由蒸發器出口處之冷凍劑之溫度(例如，蒸發器出口溫度604)指示。一蒸發器出口溫度604大於冷凍劑在蒸發器入口處之溫度(例如，蒸發器入口溫度602)係自冰淇淋吸收熱量之一指示。蒸發器出口與蒸發器入口之間的一大溫度差由因有效混合及/或蒸發器與桶之間的一最小間隙所帶來之熱量轉移引起。冰凍循環600繼續直至達到所期望之冰淇淋溫度。冰凍循環之結束612對應於機器結束冰凍循環600之時間。

【0236】 舉例而言，在冰凍循環600之一第一部分614期間(例如，在前0秒至30秒內)，蒸發器入口溫度602約 -15°C 且蒸發器出口溫度604約 10°C 。由於大溫度差，第一部分614與一高熱量轉移相關聯。當存在高熱量轉移時，由於隨著冷凍劑行進穿過蒸發器且自桶吸收熱量冷凍劑變得過熱，因此出口溫度高於冰淇淋之冰點。在此實例中，隨著冷凍劑自蒸發器入口至蒸發器出口行進穿過蒸發器，冷凍劑變得過熱。在冰凍循環600之前30秒期間，冷凍劑在一過熱狀態下穿過蒸發器出口。在冰凍循環之前半段之至少一部分期間冷凍劑在一過熱狀態下穿過一蒸發器出口，且至冰凍

循環結束時冷凍劑在一非過熱狀態下穿過蒸發器出口。

【0237】由於溫度高於冰淇淋之冰點，因此蒸發器的高於冰淇淋冰點的一部分在冰凍循環600之此第一部分614期間不參與冰淇淋之冰凍。在第一部分614期間，蒸發器不太有效地自冰淇淋轉移熱量。

【0238】相比之下，在冰凍循環600之第二部分616 (例如，冰凍循環600之其餘部分及/或冰凍循環600之第二半)期間，穿過出口之冷凍劑之溫度(例如，蒸發器出口溫度604)減小至約 -15°C ，此實質上類似於蒸發器入口溫度602 (例如，在一 5°C 溫度差內)。在冰凍循環610結束時蒸發器入口溫度602與蒸發器出口溫度604之間的溫度差小於 5°C 。冰凍循環610之持續時間係約2分鐘，但在其他情形中冰凍循環610之持續時間不到2分鐘(例如，110秒、100秒、90秒或不到1分鐘。)。蒸發器入口溫度602與蒸發器出口溫度604之間的溫度差於在冰凍循環610開始之前20秒內大於 25°C 之一差與至冰凍循環610結束時小於 5°C 之一差之間變化。

【0239】圖29A亦展示蒸發器入口溫度602與蒸發器出口溫度604之間的溫度差在冰凍循環610開始之1分鐘內小於 5°C 。在冰凍循環610之其餘部分(例如，一2分鐘冰凍循環610之剩餘1分鐘)內維持小於 5°C 之溫度差。

【0240】至冰凍循環610結束時，蒸發器入口溫度602與蒸發器出口溫度604之間的溫度差小於 5°C 。一旦溫度差小於 5°C ，蒸發器不再有效地冷卻冰淇淋。此乃因桶中毗鄰側桶壁之配料已被冷卻至流過蒸發器入口之冷凍劑溫度(例如，蒸發器入口溫度602)。然而，即使毗鄰側桶壁之配料處於所期望溫度，桶亦可包含需要進一步冷卻之較溫熱配料。此乃為何在冰凍循環期間使用混合攪動板混合配料以允許內部較溫熱配料移動至桶之

較冷側壁係重要的。此亦乃為何蒸發器入口溫度602與蒸發器出口溫度604之間的溫度差小於5°C之後繼續冰凍循環有時係重要的(例如，以使得桶內之所有配料具有足夠時間冷卻至低於配料之冰凍溫度)。冰凍循環之持續時間經設計以在冰凍全部(或桶之配料之至少90%)與減小壓縮機風險之間達到一平衡。

【0241】一旦蒸發器入口溫度602與蒸發器出口溫度604之間的溫度差小於5°C，則自冰淇淋轉移至蒸發器之熱能較少。此較低熱量轉移係由冰淇淋溫度與冷凍劑之間的較低溫度差及混合高黏性冰淇淋及將溫熱冰淇淋暴露於桶之冷壁的有效性驅動。第二部分616與一低熱量轉移階段相關聯。在第二部分616期間，蒸發器未有效地自冰淇淋轉移熱量。一旦蒸發器入口溫度602與蒸發器出口溫度604之間的溫度差小於5°C，則在冰凍循環之持續時間內通常會維持該溫度差。

【0242】圖29B圖解說明具有三個標記之冰凍循環600。第一標記620表示冰凍循環600中具有高熱量轉移之一時間，第二標記622表示冰凍循環600中具有過渡性熱量轉移之一時間，且第三標記624表示冰凍循環600中與低熱量轉移相關聯之一時間。參考圖30A至圖30H進一步闡述此等標記620、622、624。

【0243】圖30A至圖30H圖解說明沿著蒸發器之長度與關於圖29B介紹之三個標記620、622、624相關聯之熱量空間變化。圖30A圖解說明用於冷卻具有一入口702及一出口704之一桶之一蒸發器700之一剖面。蒸發器700實質上類似於機器100之蒸發器108。蒸發器700通道之入口702及出口704直徑係5/16英吋(0.313英吋)。蒸發器700(在兩端上之包含U形微通道蓋板及歧管，但不具有把手)之重量係0.59 lb。冷凍劑之重量介於70克

與100克之間(例如，介於80克至90克之間)。在通道內有冷凍劑之情況下蒸發器700之重量係0.72 lb。U形微通道之一直徑係0.086英吋。位於蒸發器之圓周周圍之U形微通道之一合計長度係175英吋。熱量轉移表面積(蒸發器700之內徑表面積)係26.5英吋²。某些蒸發器具有其他尺寸。

【0244】圖30B圖解說明「經展開」以指示表示冷凍劑橫穿蒸發器700之彎曲路徑之一線性尺寸的蒸發器700。圖30C至圖30H係沿著蒸發器長度之溫度在圖29B中所介紹之三個標記620、622、624處的溫度曲線。

【0245】圖30C展示在第一標記620處沿著蒸發器700之溫度之「熱區」718及「冷區」716。熱區718及冷區716不旨在表示絕對溫度或特定溫度。熱區718及冷區716僅圖解說明一溫度差，其中熱區718具有比冷區716高之一溫度。在所展示之實例中，第一標記620表示冰凍循環600內之約15至20秒且蒸發器入口溫度602係-18°C，在此溫度下冷凍劑係一液體與氣體混合物。

【0246】如圖30C中所展示，蒸發器入口702係冷的且蒸發器出口704係熱的。圖30C展示儘管第一標記620與一高熱量轉移程序相關聯，但在循環中之此點處約75%之蒸發器長度係熱，如先前所闡述。「蒸發器長度」係在蒸發器入口702與蒸發器出口704之間的圍繞蒸發器700之一圓形路徑。當「冷」冷凍劑穿過蒸發器入口702進入蒸發器700時，冷凍劑使得沿著蒸發器700之長度之一第一部分(與冷區716相關聯)自桶轉移大量熱量。一旦熱量在冰凍循環期間自冰淇淋轉移，蒸發器溫度升高且變「熱」並且在蒸發器700之長度之一第二部分(與熱區718相關聯)內一直係熱的。在冰凍循環600期間，沿著蒸發器700之一內表面之溫度沿著一圓周方向升高。在此實例中，大多數蒸發器長度在冰凍循環610開始之20秒內含有

經蒸發冷凍劑。

【0247】圖30D圖解說明一旦蒸發器中之冷凍劑完全蒸發710且進入一過熱狀態，則冷凍劑溫度及蒸發器內表面之溫度開始上升。一旦蒸發器700之長度之一部分之溫度大於冰淇淋冰凍溫度712，蒸發器之長度之該部分不再有效地冰凍冰淇淋。在圖30D中所展示之實例中，在沿著蒸發器之大多數長度(大約75%)內實際冰淇淋溫度714高於冰淇淋冰凍溫度712。蒸發器出口溫度606係約10°C (對應於在圖29B中看到之結果)。如先前所闡述，第一部分716允許有效地轉移熱量，但由於熱量未沿著第二部分718自冰淇淋有效地轉移至蒸發器700，因此蒸發器700整體上係過小的。

【0248】蒸發器700效能不佳可能由幾個因素造成。當一物質沸騰(或冰凍)時，由於蒸發之潛熱，沸騰(或冰凍)在一恆定溫度下發生。由於液體冰淇淋容易混合且將熱量轉移至蒸發器700內之冷凍劑，因此在冰凍程序600之第一部分614期間蒸發器出口溫度604高於蒸發器入口溫度602。一旦冷凍劑完全蒸發，則任何額外熱量皆會使冷凍劑氣體之溫度升高。

【0249】圖30E展示在第二標記622處沿著蒸發器之溫度之「熱區」718及「冷區」716。在所展示之實例中，第二標記622發生於冰凍循環600之約35秒處，且蒸發器入口溫度602係-18°C，在此溫度下冷凍劑係一液體與氣體混合物。圖30E展示在循環中之此點處蒸發器長度之約35%係熱的且蒸發器長度之約65%係冷的。在此實例中，在冰凍循環610開始之35秒內，大多數蒸發器長度含有冷凍劑之一液體氣體混合物。

【0250】圖30F係第二標記622的對應於圖30E的蒸發器700之一溫度曲線。一旦蒸發器700之長度之一部分之溫度大於冰淇淋冰凍溫度712，

則蒸發器之長度之該部分不再有效地冰凍冰淇淋。在圖30F中所展示之實例中，在沿著蒸發器之長度之一部分(大約35%)內實際冰淇淋溫度714高於冰淇淋冰凍溫度712。蒸發器出口溫度606係約2°C (對應於圖29B中看到之結果)。在此種情形中，由於蒸發器之整個長度不能有助於冰凍冰淇淋，因此蒸發器仍過小。此外，蒸發器出口溫度604與蒸發器入口溫度602相比之溫度差低於第一標記620之結果，此指示總體熱量轉移亦較低。

【0251】圖30G展示在第三標記624處沿著蒸發器之溫度之「冷」區716。在所展示之實例中，第三標記624表示冰凍循環600內之約90秒且蒸發器入口溫度602係-18°C，在此溫度下冷凍劑係一液體與氣體混合物。圖30G展示在循環中之此點處所有蒸發器長度皆係冷的。在此實例中，在冰凍循環610開始之90秒內整個蒸發器長度含有冷凍劑之一液體氣體混合物。

【0252】圖30H係在第三標記624處蒸發器700之一溫度曲線，該溫度曲線對應於圖30G。實際冰淇淋溫度714在沿著蒸發器700之長度之整個部分內低於冰淇淋冰凍溫度712。此對應於冰凍循環600之第二部分616之低熱量轉移階段。由於冷凍劑以實質上相同溫度進入且離開蒸發器700，因此冷凍劑在蒸發器出口704處未完全蒸發。此係一過大冷凍系統之特性。

【0253】在第三標記624期間且通常直至第二部分616熱量轉移減小可由因冰淇淋硬化而難以混合冰淇淋以及冰淇淋自桶之溫熱中心移動至桶之冷側壁所涉及之時間所致。有時冰淇淋難以使用一混合攪動板(例如，混合攪動板160)混合，此乃因在在冰凍循環600期間之此點處冰淇淋大部

分已冰凍。在此種情形中，冷凍劑以一液體氣體混合物形式而非以100%氣體形式進入並離開蒸發器700，此與在冰凍循環600之第一部分614期間一樣。系統過大，部分地係由於桶已被冷卻，且由於難以實體地將混合冰淇淋足夠好地混合以將冰淇淋暴露於桶之冷側壁。在冰凍循環600結束時冷凍系統過大，此乃因冷凍劑離開蒸發器700時未完全蒸發。此意味著本應用於冰凍冰淇淋之液體冷凍劑未被使用。在冰凍循環600結束時，冷凍系統容量太大或過大。

【0254】 返回參考圖30C及圖30D，改良過小熱量轉移有效性之一種方法係藉由在沿著蒸發器700之一較長長度內維持冷的冷凍劑溫度以使其不蒸發或變得過熱。

【0255】 改良熱量轉移有效性之一種方法係在與冷凍劑流過蒸發器700之方向相反之方向上旋轉混合攪動板。混合攪動板在與冷凍劑自蒸發器入口穿過蒸發器至蒸發器出口之一總體流動方向相反之一方向上旋轉使得自側桶壁刮下蒸發器700之冷凍劑出口側之溫熱冰淇淋且朝向蒸發器溫度較低之冷凍劑入口側移動冰淇淋。混合攪動板旋轉亦使得桶內配料之至少一部分自桶內之一較溫熱區移動至桶之一冷卻器側壁區。側壁區直接接觸蒸發器長度之一溫度低於桶內之冰淇淋配料之一冰凍溫度的一部分。

【0256】 由於桶壁係靜止的且在蒸發器700之入口側附近將係冷的，因此移動至桶之此部分之冰淇淋將更快地冰凍，因此改良熱量自冰淇淋至蒸發器700之總體熱量轉移。此得到闡明所轉移之熱量與溫度差成比例的熱力學之支援。因此藉由將最溫熱冰淇淋移動至冷桶壁來改良總體熱量轉移。藉由與蒸發器700之冷凍劑流相反地旋轉混合攪動板，冰淇淋之冰凍時間縮短1%至2%，當在大約60秒內冰凍冰淇淋時此縮短係明顯的。

【0257】某些蒸發器使用多個平行冷凍流動路徑，如先前在圖20中所展示。舉例而言，達成具有多個平行流動路徑之一蒸發器，該多個平行流動路徑使冷凍劑流與提供一足夠蒸發器質量速度之螺旋混合方向相反地行進。在某些情形下，一足夠蒸發器質量速度係高於75,000 lb/hrft²之一質量速度。此質量速度亦取決於在冷凍系統中使用之壓縮機。舉例而言，當前冷凍系統使用91,500 lb/hrft²之蒸發器質量速度。在某些情形下，使用一多個平行流動路徑蒸發器來減小冷凍劑穿過蒸發器時之壓降。

【0258】某些蒸發器包含一「S」通道圖案以達成平行冷凍流動路徑。某些蒸發器包含配置於蒸發器之圓周周圍之諸多等距通道，其中每一通道平行於混合攪動板之一軸線。在通常與旋轉之混合攪動板方向相反地流動時，流動至蒸發器入口中之冷凍劑分離至此等通道中之某些通道中且被允許在通道之末端轉向並在相反方向上橫穿一第二平行通道。舉例而言，某些蒸發器包含位於圓周周圍之45個通道且組態有5個平行路徑，該5個平行路徑具有上下穿過管之9個通路。此可與圖解說明蒸發器之平行路徑之圖20A至圖20D比較。沿管上下之每一個別通路在與混合攪動板之旋轉方向相反之一方向上移動冷凍劑。

【0259】一高效路徑係權衡流動速度（為增大熱效能越高越好）與由於該流動（較低質量流意味著較低壓力差）所形成之壓力差的路徑。將一高效流動路徑及增大冰淇淋之溫度差的概念組合至蒸發器改良熱量轉移。一種方法係將流動速度最大化，但由於此與一壓降增大相關聯，因此壓縮機需要能夠應對壓降增大。由於與蒸發器相關聯之ASHRAE數目係質量速度或質量流速率/一通路之單位面積之一量度，因此ASHRAE數目不會因與冷凍劑方向相反地旋轉混合攪動板而改變。

【0260】其他溶液包含改變混合器RPM、混合器方向、混合器幾何形狀及促進冰淇淋自混合器流下之混合器塗層。舉例而言，逆轉混合方向可剝落硬化或卡住的冰淇淋且有助於將冰淇淋混合至周圍產品中。此將使得冰淇淋之溫度一致。

【0261】舉例而言，在第一標記620處，具有使冷凍劑與混合攪動板之方向相反地流動之一單個通路之一蒸發器能夠改良熱量轉移，如先前所闡述。混合攪動板之RPM在冰凍程序中之此階段處較佳地係減緩的以避免給冰淇淋增加不必要摩擦熱量。隨著冰淇淋冰凍，冰淇淋硬化，此發生在第三標記624附近。變化混合攪動板之RPM以促進一致冰淇淋混合。舉例而言，當前混合攪動板在冰凍循環610之開端處以500 RPM旋轉且在冰凍循環600之結束612處增大至775 RPM。然而，可使用其他RPM。在冰凍循環600之結束612附近逆轉混合攪動板之旋轉方向一或多次亦允許硬冰淇淋破碎且均勻地冷卻。

【0262】圖31係用於冰凍冰淇淋之一蒸發器750。蒸發器750實質上類似於蒸發器700，但包含附接至蒸發器750之一熱電冷卻器(TEC) 752 (例如，一帕耳帖冷卻器)。冷凍劑在方向770上流過蒸發器750。穿過蒸發器750之冷凍劑流實質上類似於圖30A至圖30H中所展示之冷凍劑流。根據冰凍循環600之哪一部分在進行中及是否使用TEC 752，蒸發器入口764將通常係冷，但蒸發器出口756可係熱的。TEC 752實質上類似於熱電模組342，但用於蒸發器出口處而不是圖16中所展示之冷凝器出口處。TEC 752在蒸發器之出口756鄰近熱附接至蒸發器之主體754提供冰凍桶之一補充方法。由於TEC 752電動的，因此TEC 752不汲取蒸發器之熱容量。藉由將TEC 752之冷側762附接至蒸發器主體754，TEC 752將蒸發器出口

756之溫度降低至低於冰淇淋之冰點。藉由將TEC 752之熱側760連接至蒸發器出口756，將熱量自TEC 752轉移至已穿過蒸發器出口756之冷凍劑且移動至壓縮機。換言之，熱側760將熱量轉移至加熱離開蒸發器750之冷凍劑之一通道758。

【0263】 在冷卻循環開始時此時系統過小，將TEC 752置於一冷卻模式中。在沒有一TEC之情況下，在冰凍循環600之第一部分614期間蒸發器之出口通常大約30°F至60°F且太溫熱以致不能冰凍冰淇淋。藉由在蒸發器出口756附近處將TEC 752之冷側762連接至蒸發器主體754且將TEC 752之熱側760附接至蒸發器出口通道758，可冷卻蒸發器且冰凍接觸側桶壁之冰淇淋，此改良蒸發器750之有效性。此當蒸發器750過小時係有利的。在冷凍系統中包含TEC 752允許冰淇淋比不具有TEC 752更快地冷卻。TEC 752消耗電能，但由於冰淇淋冰凍程序僅操作一短時間段(例如，與一習用冰箱相比)，因此功耗不如縮短冰淇淋冰凍時間之益處重要。

【0264】 某些冷凍系統使用TEC 752調節蒸發器750之溫度。某些冷凍系統使用TEC 752在冰凍循環600完成之後給蒸發器750除霜。藉由改變電流流動方向(即，藉由使電流反向穿行)實施除霜。當執行除霜時，冷側切換至熱側且蒸發器750將被加熱而非冷卻。使用TEC 752給蒸發器750除霜藉由自熱氣體螺線管閥消除「滴答」噪音來減小冷凍系統之噪音。使用TEC 752給蒸發器750除霜亦有利的，此乃因可更準確地控制蒸發器750之溫度，而對螺線管閥進行一簡單強有力控制來控制溫度係困難的。舉例而言，當使用熱氣體螺線管閥時，蒸發器溫度總共變化10°C且蒸發器出口總共變化2°C。此並非較佳的且使用TEC 752 提供大約1°C之總變化。冷凍

系統109中所展示之第二旁通管線190亦用於給一蒸發器除霜，因此TEC 752將與此第二旁通管線190協同使用或用於替換該第二旁通管線190。

【0265】 某些冷凍系統使用TEC 752來保護壓縮機免於接納未被蒸發器蒸發之液體。舉例而言，若液體進入壓縮機，則壓縮機可能被損壞且可能最終出故障。使用TEC 752之一個優點係在存留於通道758中之液體達到壓縮機之前蒸發該液體，因此冷凍劑在到達壓縮機時係100%氣體。使用TEC 752來蒸發冷凍劑亦係毛細管總成之一目的，因此此等組件可彼此協同工作，但其亦可彼此獨立地工作。

【0266】 某些冷凍系統使用位於蒸發器出口756處之TEC 752來增大冷凍系統之質量流。額外熱量使得返回至壓縮機之氣體之溫度升高。溫度升高對應於氣體密度變高，此對應於系統中之質量流增大。由於壓縮機係一固定體積裝置，因此增大氣體密度意味著增大壓縮機之每衝程(或繞轉)壓縮之質量。通常，增大質量流意味著增大冷凍系統之熱效能。

【0267】 在整個冰凍循環600期間，某些冷凍系統視需要接通及關斷TEC 752。舉例而言，當一或多個溫度感測器偵測到蒸發器750過小時，機器之處理器比較蒸發器出口溫度604與蒸發器入口溫度602。當溫度差高於一臨限值時，接通TEC 752。機器繼續監測蒸發器出口溫度604及蒸發器入口溫度602。TEC 752有效之一指示係蒸發器出口溫度604開始降低之時間。在冰凍循環600中，當不需要TEC 752時機器之處理器關斷TEC 752。舉例而言，機器之處理器將在冰凍循環600之開始610處接通TEC 752且TEC 752將一直接通直至蒸發器出口溫度604低於冰淇淋冰凍溫度(約-4°C)，此時機器之處理器將關斷TEC 752。

【0268】 某些冷凍系統包含覆蓋一蒸發器750之整個表面積之一或多

個TEC。通常，TEC越大，且與蒸發器750接觸之表面積越大，則在一給定溫度差下轉移之熱量越大。某些冷凍系統在蒸發器之出口附近包含覆蓋蒸發器之整個垂直高度之一或多個TEC。舉例而言，某些冷凍系統包含相對於彼此垂直地定向之兩個正方形TEC，以使得蒸發器之整個高度在出口附近熱連接至每一TEC。TEC係50 mm正方形且經由一金屬散熱器連接至蒸發器之外徑。由於蒸發器之外徑係彎曲的且TEC係平整的，因此使用攤開器。蒸發器出口朝向蒸發器回環且穿過附接至每一TEC之相反(熱)側之一鋁區塊。

【0269】 冷凍系統之有效性亦取決於系統中之冷凍劑(或充注物)之量。雖然可在機器之製作期間增大冷凍系統中之冷凍劑量以在冰凍循環600之第一部分614期間減小過小效能，但此將因在冰凍循環600之第二部分616期間將更多液體發送至壓縮機而增大壓縮機受損壞之可能性。因此，僅給冷凍系統增加冷凍劑以增大冷卻容量可能存在問題。

【0270】 某些冷凍系統包含一熱膨脹閥以調節冷凍系統中之流動速率。然而，使用一熱膨脹閥可與毛細管系統(例如，毛細管系統182)不相容以在冷凍劑達到蒸發器之前減小冷凍劑之壓力。毛細管系統通常不會對熱量負荷之突然改變作出回應，冰凍個別或小部分之冰淇淋係同樣之情形。毛細管系統往往用於固定熱量負荷應用中(例如，習用食物冰凍器)，且具有將系統效能最佳化之一單個流動速率。由於冷凍系統包含一毛細管系統，因此使用一熱膨脹閥調節冷凍系統之充注物係不佳的。熱膨脹閥之回應可太緩慢以至於不能有效地控制此冷凍系統之效能，其中冰凍循環時間係大約1分鐘。本說明書中所闡述之系統及方法可使用一充注儲罐來代替一熱膨脹閥來調節冷凍系統中之流動速率。

【0271】圖32係用於冰凍冰淇淋或其他配料之一冷凍系統800之一示意圖。冷凍系統800實質上類似於冷凍系統109，但包含經組態以將充注物注入至冷凍系統800中/自冷凍系統800抽出充注物之一充注儲罐802。充注儲罐802允許一機器(例如，機器100)調整冷凍系統800中之充注物以在冰凍循環600之特定部分期間更快地冰凍冰淇淋。充注儲罐802係經組態以在冰凍循環600之部分期間將充注物注入至冷凍系統800中之一膨脹箱。此在冰凍循環600中系統過小的第一部分614期間特別有利。充注儲罐802亦經組態以在冰凍循環600之部分期間自冷凍系統800抽出充注物。此在冰凍循環600中系統過大的第二部分616期間係有利的。變化充注物減小在冰凍循環之結束612處壓縮機損壞之風險且增大在冰凍循環610開始時冰凍程序之效能。額外冷凍劑允許在冰凍循環610開始時有效地使用更長蒸發器。此改良熱量轉移且允許比不添加額外冷凍劑更快地冰凍冰淇淋。在某些情形下，舉例而言當使用3至5英吋³之一儲罐體積時，冰淇淋之冰凍在具有充注儲罐802之情況下比不具有充注儲罐802快5%。

【0272】機器藉由在冰凍循環610開始時將冷凍劑注入至冷凍系統800中且在冰凍循環之結束612處抽出冷凍劑來控制冷凍系統800中之充注物。此在冰凍循環610開始時提供經增大熱量轉移，同時亦在冰凍循環之結束612處在所需冷凍劑變少時減小壓縮機損壞之風險。

【0273】充注儲罐802流體地連接至一加液閥804，加液閥804係電子控制(例如，藉由一螺線管閥)以打開及關閉與冷凍系統800之流體連接。充注儲罐802經組態以儲存高壓冷凍劑氣體/液體混合物。舉例而言，充注儲罐802可使用30至100 psia冷凍劑，但某些充注儲罐使用其他冷凍劑壓力。充注儲罐802包含一活塞806，活塞806可在充注儲罐802內平移

且經組態以朝向一排放端口808平移以將冷凍劑驅出至冷凍系統800中。活塞806亦經組態以遠離充注儲罐802之開口端口808平移以自冷凍系統800抽出冷凍劑。活塞806在其圓周周圍被密封以減小活塞806周圍之冷凍劑洩漏。

【0274】 在冰凍循環610開始時，機器致動加液閥804以打開。此使得充注儲罐802中之冷凍劑與冷凍系統800流體連通。機器致動活塞806以將充注儲罐802中之高壓冷凍劑轉移至冷凍系統800。

【0275】 在冰凍循環中在系統過大時的第二部分616中，機器致動活塞以縮回且自冷凍系統虹吸冷凍劑。在某些情形下，活塞經組態以比一基線位置更遠地縮回從而使得自冷凍系統800淨移除冷凍劑。此在系統過大時改良冰凍循環610之效能。此增大在整個冰凍循環600期間100%氣體冷凍劑離開蒸發器108之可能性。在冰凍循環之結束612處，活塞806致動以將被移除冷凍劑添加回至冷凍系統800中，因此冷凍系統800與冰凍循環610開始時相同之冷凍劑量結束冰凍循環612。一旦活塞806已重設至基線位置，則機器控制加液閥804關閉，以密封冷凍系統800直至下一冰凍循環開始為止。

【0276】 某些充注儲罐802包含一導螺桿代替一活塞。某些充注儲罐802包含一氣囊代替一活塞。系統中之大壓力改變可藉由進行系統自調整來解決。某些充注儲罐802包含一或多個金屬波紋管，其中一側上有壓縮空氣且另一側上有冷凍劑。當空氣壓力增大時，撓性波紋管變形且壓力施加至冷凍劑。使用一空氣壓縮機將空氣供應至撓性波紋管。

【0277】 其他因素(例如桶之大小、蒸發器夾持力及混合攪動板大小)可影響熱量轉移程序。圖33圖解說明對商店購買的冰淇淋(例如，哈根

達斯冰淇淋)特有之冰晶大小與被融化、包裝至一桶中且使用本說明書中所闡述之機器供應之相同冰淇淋的比較。被融化、包裝至一桶中且使用本說明書中所闡述之機器供應之商店購買的冰淇淋被視為「速凍」冰淇淋。圖33圖解說明與商店購買的哈根達斯冰淇淋1504相比，速凍哈根達斯冰淇淋1502之平均冰晶大小減小40%。具體而言，與一平均冰晶大小為31.9 μm 之商店購買的哈根達斯冰淇淋1504相比，速凍哈根達斯冰淇淋1502具有19.2 μm 之一平均冰晶大小。另外，對速凍哈根達斯冰淇淋1506量測之冰晶之標準偏差比商店購買的哈根達斯冰淇淋1508之標準偏差更嚴格。

【0278】本說明書中所闡述之機器加速葉輪RPM，以使得冰晶沒有時間長大，此意味著冰凍冰淇淋之冰晶大小更小，從而顯著改良冰淇淋之紋理及平滑度。

【0279】在大約-10°C之一溫度下使用容置於一絕緣手套箱系統中之一40X放大率光學顯微鏡分析圖33中所展示之冰晶量測。在本說明書中所闡述之冰淇淋機器冰凍樣本之後立即將該等樣本轉移至手套箱。將冰淇淋樣本放置於一顯微鏡滑片上且添加一滴50%戊醇且50%煤油驅散溶液以幫助驅散冰晶且改良影像品質。使用40X放大率之光學顯微法獲得冰晶之影像。

【0280】在後處理期間，藉由描摹影像中所展示之冰晶之邊界來量測在一影像中看到之每一冰晶之直徑。使用Mac版本之Microsoft Softonic Paintbrush並在Image Pro Plus軟體程式中之一冰晶量測巨集之輔助下對冰晶之邊界執行量測。針對所分析之每一冰淇淋樣本，每次分析量測至少300個冰晶以驗證獲得冰晶大小之一恰當統計平均數。

【0281】圖34A至圖34E係使用40X (40倍)放大率之光學顯微法記錄的各種冰淇淋之冰晶之影像。圖34A包含量測速凍鮮乳油1冰淇淋之冰晶大小而記錄之冰晶影像之三個實例。影像之比例係由表示一100 μm 長度之比例尺1510表示。圖34A之三個影像中之每一者中展示比例尺。冰晶係由影像中之大致圓形物體(例如，物體1512)表示。影像中能看到諸多冰晶。冰晶之平均直徑係21.7 μm ，此小於商店購買此種冰淇淋之冰晶。

【0282】圖34B包含為了量測速凍鮮乳油2冰淇淋之冰晶大小而記錄之冰晶影像之三個實例。冰晶之平均直徑係19.5 μm ，此小於圖34A中看到之冰晶且仍小於商店購買的此種冰淇淋之冰晶

【0283】圖34C包含為了量測速凍藍莓喬巴尼冰淇淋之冰晶大小而記錄之冰晶影像之三個實例。冰晶之平均直徑係21.2 μm ，但某些冰晶係較大的，其一直徑為76.9 μm 。然而，平均而言，該冰晶大小仍小於商店購買的此種冰淇淋之冰晶大小。

【0284】圖34D包含為了量測速凍哈根達斯冰淇淋之冰晶大小而記錄之冰晶影像之三個實例，此亦已參考圖33加以論述。冰晶之平均直徑係19.1 μm 且所量測到之最大冰晶係38.2 μm ，此38.2 μm 之最大冰晶係圖34A至圖34E中所展示之冰晶量測之最低的最大冰晶大小。此平均冰晶大小小於圖34E中所展示的商店購買的此種冰淇淋之冰晶大小。

【0285】圖34E包含為了量測商店購買哈根達斯冰淇淋之冰晶大小而記錄之冰晶影像之三個實例，商店購買哈根達斯冰淇淋亦已參考圖33加以論述。注意，平均直徑係31.9 μm ，此遠大於速凍哈根達斯的19.1 μm 之結果。與速凍冰淇淋相比，商店購買的冰淇淋之所有定量值(即，平均冰晶直徑、標準偏差、最小冰晶直徑及最大冰晶直徑)皆更大。

【0286】此等結果強有力地指示出，使用本說明書中所闡述之機器能生產出比商店購買冰淇淋更絲滑之冰淇淋。與25 μm 之平均冰淇淋晶體大小相比，使用本說明書中所闡述之機器生產之冰淇淋之冰晶大小亦減小27%。

【0287】以下係圖33及圖34A至圖34E中所展示之冰晶大小量測之一表。

樣本/資料	平均(μm)	標準偏差 (μm)	最小(μm)	最大(μm)
速凍鮮乳油1	21.7	7.7	6.0	51.9
速凍鮮乳油2	19.5	7.1	5.3	43.1
速凍藍莓喬巴尼	21.2	13.2	6.5	76.9
速凍哈根達斯	19.1	6.24	6.7	38.3
商店購買的哈根達斯	31.9	13.8	6.9	84.9

【0288】圖35A至圖35E係冰晶大小量測之直方圖。圖35A係速凍鮮乳油1冰晶大小分佈之一直方圖，其圖解說明關於21.7 μm 之平均冰晶直徑之量測之嚴格標準偏差(或差幅)。

【0289】圖35B係速凍鮮乳油2冰晶大小分佈之一直方圖，其圖解說明關於19.5 μm 之平均冰晶直徑之量測之嚴格標準偏差。

【0290】圖35C係速凍藍莓喬巴尼冰晶大小分佈之一直方圖，其圖解說明關於19.5 μm 之平均冰晶直徑之量測之嚴格標準偏差。

【0291】圖35D係速凍哈根達斯冰晶大小分佈之一直方圖，其圖解說明關於19.1 μm 之平均冰晶直徑之量測之嚴格標準偏差。

【0292】圖35E係商店購買的哈根達斯冰晶大小分佈之一直方圖，其圖解說明關於31.9 μm 之平均冰晶直徑之量測之較寬標準偏差。不僅商店購買的冰淇淋之平均冰晶直徑大於速凍對應物，而且標準偏差亦更大。

【0293】如先前所述，與商店購買之冰淇淋相比，使用本說明書中所闡述之機器生產之冰淇淋平均具有一更小冰晶大小及一更嚴格冰晶大小標準偏差。此係重要乃是由於本說明書中所闡述之冰淇淋機器在使用之前不需要冷凍或冰凍即可生產更絲滑冰淇淋。此意味著此等機器中使用之冰淇淋無需包含非天然配料，例如冰淇淋中之乳化劑或穩定劑。與此等機器一起使用之冰淇淋可係「清潔標籤」且僅含有牛乳、乳油、糖及粉末狀牛乳且可在室溫下儲存於一殺菌桶中長達9個月。

【0294】已闡述本發明之若干個實施例。不過，將理解，可在不背離本發明之精神及範疇之情況下做出各種修改。因此，其他實施例皆在以下申請專利範圍之範疇內。

【符號說明】

【0295】

100: 機器

102: 主體

104: 殼體

106: 桶-機器界面

108: 蒸發器

109: 冷凍系統

110: 插口

112: 封蓋

114: 鉸鏈

115: 附加蓋板

116: 門鎖

- 118: 門鎖凹槽
- 120: 門鎖感測器
- 122: 處理器
- 124: 馬達
- 125: 帶
- 126: 驅動軸件
- 127: 蒸發器蓋板/蓋板
- 128: 第一部分
- 130: 第二部分
- 132: 活動鉸鏈/鉸鏈
- 134: 間隙/蒸發器間隙
- 136: 流體通道
- 137: 空間
- 138: 桿
- 140: 螺栓
- 142: 彈簧
- 144: 銷釘
- 146: 電動馬達
- 148: 鏜孔
- 150: 桶
- 152: 底板
- 153: 分配器
- 154: 插入件

- 157:渦輪
- 158:主體
- 159:齒輪
- 160:混合攪動板
- 161:環形部件
- 162:基座
- 163:突出部
- 164:孔徑
- 165:突出部
- 166:頂蓋
- 167:頭部
- 168:齒輪
- 169:支桿
- 171:腳部
- 174:凹槽
- 180:冷凝器
- 182:吸入管線熱量交換器/熱量交換器
- 184:膨脹裝置
- 186:壓縮機/往復式壓縮機
- 188:第一旁通管線
- 190:第二旁通管線/旁通閥
- 192:內部通道
- 210:第一端

- 212:第二端
- 214:壁/桶壁
- 216:第一頸部
- 218:第二頸部
- 220:筒
- 222:第一孔徑
- 224:第二孔徑
- 226:斜坡
- 228:中心支桿
- 230:葉片
- 232:開口
- 234:溝槽
- 236:凹槽
- 250:方法
- 260:步驟
- 262:步驟
- 264:步驟
- 266:步驟
- 268:步驟
- 270:步驟
- 272:步驟
- 273:步驟
- 274:步驟

- 276:步驟
- 278:步驟
- 280:步驟
- 282:步驟
- 284:步驟
- 286:步驟
- 288:步驟
- 290:步驟
- 292:步驟
- 310:冷凍系統
- 312:膨脹子系統
- 314:第一固定孔口閥
- 316:第二固定孔口閥
- 318:控制閥
- 320:冷凍系統
- 322:冷凍劑管線/預先冰鎮管線
- 324:水缸
- 326:閥
- 328:冷凍系統
- 330:熱質量
- 332:冷凍系統/系統
- 334:壓力器皿
- 336:第一控制閥

- 338:第二控制閥
- 340:冷凍系統
- 342:熱電模組
- 344:冷凍系統/系統
- 346:熱電池
- 348:第一電池旁通閥
- 350:第二電池旁通閥
- 352:第一部分
- 354:第一支線/支線
- 356:第二部分
- 358:第二支線/支線
- 360:儲罐/蠟儲罐
- 366:通道
- 367:凸緣
- 369:軸線
- 370:入口
- 372:出口
- 373:連接通道
- 380:蒸發器
- 382:凹槽
- 384:蓋板
- 388:第一入口
- 390:第一出口

- 392:第二入口
- 394:第二出口
- 396:第一流動路徑/流動路徑
- 398:第二流動路徑/流動路徑
- 400:通道
- 400a:單通道
- 400b:平行通道
- 400c:平行通道
- 402:流動路徑
- 408:斜凹槽
- 420:流動路徑
- 422:第一歧管
- 424:分支
- 426:第二歧管
- 430:流動路徑
- 438:蒸發器
- 440:關閉機構
- 442:第一彈簧
- 444:第二彈簧
- 446:間隙
- 448:箭頭
- 450:螺栓
- 456:彈簧

- 464:凸緣
- 466:桿
- 468:纜線
- 470:內表面
- 480:材料
- 482:微通道
- 490:上覆包層
- 492:鑲嵌包層
- 494:邊緣包層
- 500:蒸發器
- 510:主體/蒸發器主體
- 512:端頂蓋
- 514:通道/通路
- 516:凸肩
- 518:壁
- 520:側壁
- 522:端壁
- 524:凸起
- 526:端口
- 530:孔板
- 532:孔口
- 550:旋轉壓縮機/壓縮機
- 552:殼體

- 553:內壁/壁
- 554:內部腔
- 556:入口
- 558:出口
- 559:壓力閥
- 560:滾軸
- 562:棒
- 564:邊緣
- 566:有凹口區域
- 568:壓縮彈簧/彈簧
- 570:橡膠部件/部件
- 572:進氣室
- 574:增壓室
- 600:冰凍循環/冰凍程序
- 602:蒸發器入口溫度
- 604:蒸發器出口溫度
- 606:蒸發器出口溫度
- 610:冰凍循環
- 612:結束
- 614:第一部分
- 616:第二部分
- 620:第一標記/標記
- 622:第二標記/標記

624:第三標記/標記
700:蒸發器
702:入口/蒸發器入口
704:出口/蒸發器出口
710:完全蒸發
712:冰淇淋冰凍溫度
714:實際冰淇淋溫度
716:冷區/第一部分
718:熱區/第二部分
750:蒸發器
752:熱電冷卻器
754:主體/蒸發器主體
756:蒸發器出口
758:通道/蒸發器出口通道
760:熱側
762:冷側
764:蒸發器入口
770:方向
800:冷凍系統
802:充注儲罐
804:加液閥
806:活塞
808:排放端口/開口端口

1502:速凍哈根達斯冰淇淋

1504:商店購買的哈根達斯冰淇淋

1506:速凍哈根達斯冰淇淋

1508:商店購買的哈根達斯冰淇淋

1510:比例尺

1512:物體

D_B :直徑

D_{LE} :直徑

D_{UE} :直徑

ID:內徑

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種具有用以冷卻一桶中之食物或飲料之一冷凍系統之機器，該機器包括：

該冷凍系統之一蒸發器，該蒸發器界定經設定大小以接納該桶之一插口，該蒸發器包括用以接收冷凍劑之一入口端口及用以排放冷凍劑之一出口端口；

其中該冷凍系統可操作以對該食物或飲料應用一冰凍循環，在該冰凍循環中冷凍劑流過該蒸發器以將熱量自該桶中之配料交換至該冷凍劑，從而使得一蒸發器入口溫度與一蒸發器出口溫度之間存在一溫度差；

其中在該冰凍循環開始之20秒內，該蒸發器入口溫度與該蒸發器出口溫度之間的該溫度差大於15°C；且

其中至該冰凍循環結束時，該蒸發器入口溫度與該蒸發器出口溫度之間的該溫度差小於5°C。

【請求項2】

如請求項1之機器，其中該桶之一較冷側壁區直接接觸該蒸發器中一溫度低於該桶內之該等配料之一冰點溫度之一部分，且其中該桶之一較溫熱側壁區直接接觸該蒸發器中一溫度高於該桶內之該等配料之該冰點溫度之一部分。

【請求項3】

如請求項2之機器，其中在該冰凍循環期間沿著蒸發器之一內表面之一溫度沿著一圓周方向升高。

【請求項4】

如請求項1之機器，其中該冰凍循環具有介於30秒與3分鐘之間的一持續時間。

【請求項5】

如請求項1之機器，其進一步包括一馬達，該馬達可操作以在該冰凍循環期間使一混合攪動板在一第一方向上旋轉，該混合攪動板可操作以在該冰凍循環期間攪拌該桶內之配料。

【請求項6】

如請求項5之機器，其中在該冰凍循環期間，冷凍劑在與該第一方向相反之一第二方向上自該入口端口流動至該出口端口。

【請求項7】

如請求項1之機器，其中在該冰凍循環之一其餘部分內維持該蒸發器入口溫度與該蒸發器出口溫度之間小於5°C之該溫度差。

【請求項8】

如請求項1之機器，其中該機器中之該冷凍劑可操作以在該冰凍循環期間冰凍該桶內至少90%之該等配料。

【請求項9】

如請求項8之機器，其中該冷凍劑之一重量介於70克與100克之間。

【請求項10】

如請求項9之機器，其中該冷凍劑係丙烯。

【請求項11】

如請求項8之機器，其中該桶內之一配料重量介於5盎司與10盎司之間。

【請求項12】

如請求項1之機器，其進一步包括允許自該桶分配已冷卻之該食物或飲料之一分配器。

【請求項13】

如請求項12之機器，其中已冷卻之該食物或飲料係在26.6°F與17.6°F之間的一溫度下分配。

【請求項14】

如請求項12之機器，其中已冷卻之該食物或飲料包括酒精且係在17.6°F與5.0°F之間的一溫度下分配。

【請求項15】

如請求項12之機器，其中已冷卻且經分配之該食物或飲料係由一平均大小小於50 μm 之冰晶構成。

【請求項16】

如請求項1之機器，其中該冷凍系統包括一旁通通道，該旁通通道將該機器之一壓縮機流體地連接至該蒸發器之該入口端口。

【請求項17】

如請求項16之機器，其中該旁通通道在該冰凍循環結束時輔助對該蒸發器進行除霜以自該蒸發器釋放該桶。

【請求項18】

一種具有用以冷卻一桶中之食物或飲料之一冷凍系統之機器，該機器包括：

該冷凍系統之一蒸發器，該蒸發器界定經設定大小以接納該桶之一插口，該蒸發器包括用以接收冷凍劑之一入口端口及用以排放冷凍劑之一出口端口；

其中該冷凍系統可操作以對該食物或飲料應用一冰凍循環，在該冰凍循環中冷凍劑流過該蒸發器以將熱量自該桶中之配料交換至該冷凍劑，從而使得一蒸發器入口溫度與一蒸發器出口溫度之間存在一溫度差；

其中該冷凍劑穿過該蒸發器之該出口端口且在該冰凍循環之一第一半之至少一部分期間變得過熱；且

其中在該冰凍循環之一第二半期間該冷凍劑以一非過熱狀態穿過該蒸發器之該出口端口。

【請求項19】

如請求項18之機器，其中在該冰凍循環之全部該第一半期間該冷凍劑變得過熱。

【請求項20】

如請求項18之機器，其中在該冰凍循環之全部該第二半期間該冷凍劑以一非過熱狀態穿過該蒸發器之該出口端口。

【請求項21】

如請求項18之機器，其中該桶之一較冷側壁區直接接觸該蒸發器中一溫度低於該桶內之該等配料之一冰點溫度之一部分，且其中該桶之一較溫熱側壁區直接接觸該蒸發器中一溫度高於該桶內之該等配料之該冰點溫度之一部分。

【請求項22】

如請求項21之機器，其中在該冰凍循環期間沿著蒸發器之一內表面之一溫度沿著一圓周方向升高。

【請求項23】

如請求項18之機器，其中該冰凍循環具有介於30秒與3分鐘之間的一

持續時間。

【請求項24】

如請求項18之機器，其進一步包括一馬達，該馬達可操作以在該冰凍循環期間使一混合攪動板在一第一方向上旋轉，該混合攪動板可操作以在該冰凍循環期間攪拌該桶內之配料。

【請求項25】

如請求項24之機器，其中在該冰凍循環期間冷凍劑在與該第一方向相反之一第二方向上自該入口端口流動至該出口端口。

【請求項26】

如請求項18之機器，其中該機器中之該冷凍劑可操作以在該冰凍循環期間冰凍該桶內至少90%之該等配料。

【請求項27】

如請求項18之機器，其中該冷凍劑係丙烯且該冷凍劑之一重量介於70克與100克之間。

【請求項28】

如請求項18之機器，其中該桶內之一配料重量介於5盎司與10盎司之間。

【請求項29】

如請求項18之機器，其進一步包括允許自該桶分配已冷卻之該食物或飲料之一分配器。

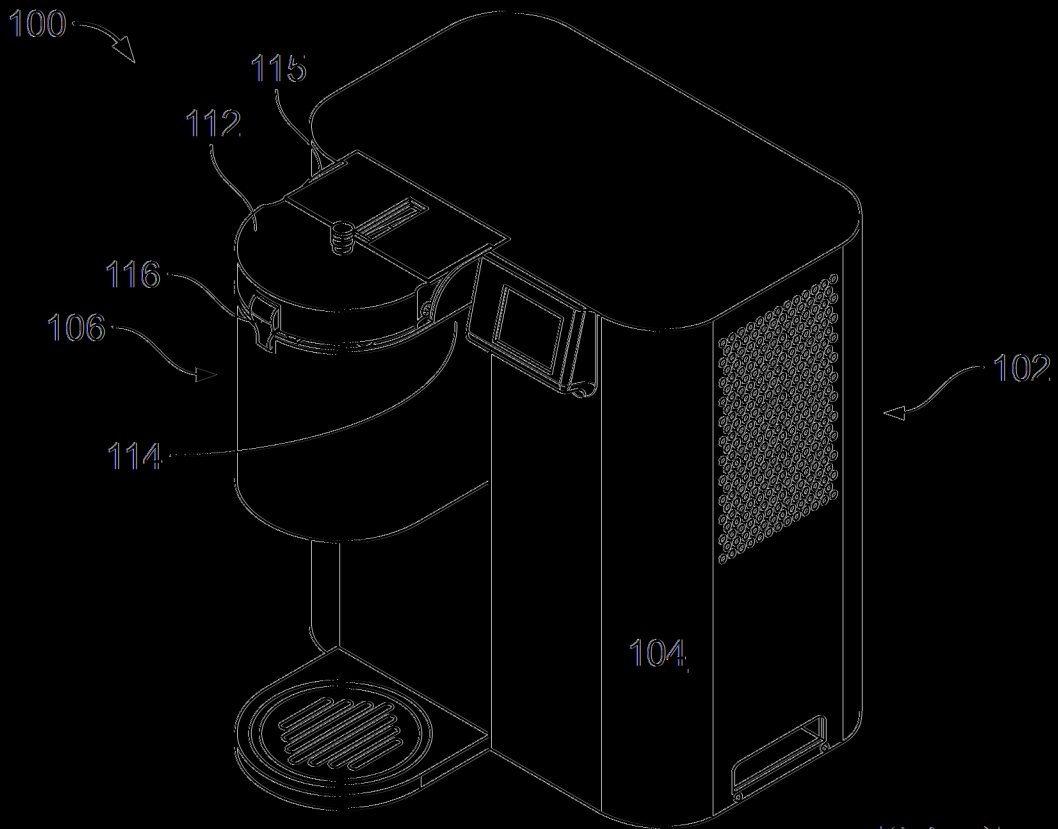
【請求項30】

如請求項29之機器，其中已冷卻之該食物或飲料係在26.6°F與17.6°F之間的一溫度下分配且由一平均大小小於50 μm 之冰晶構成。

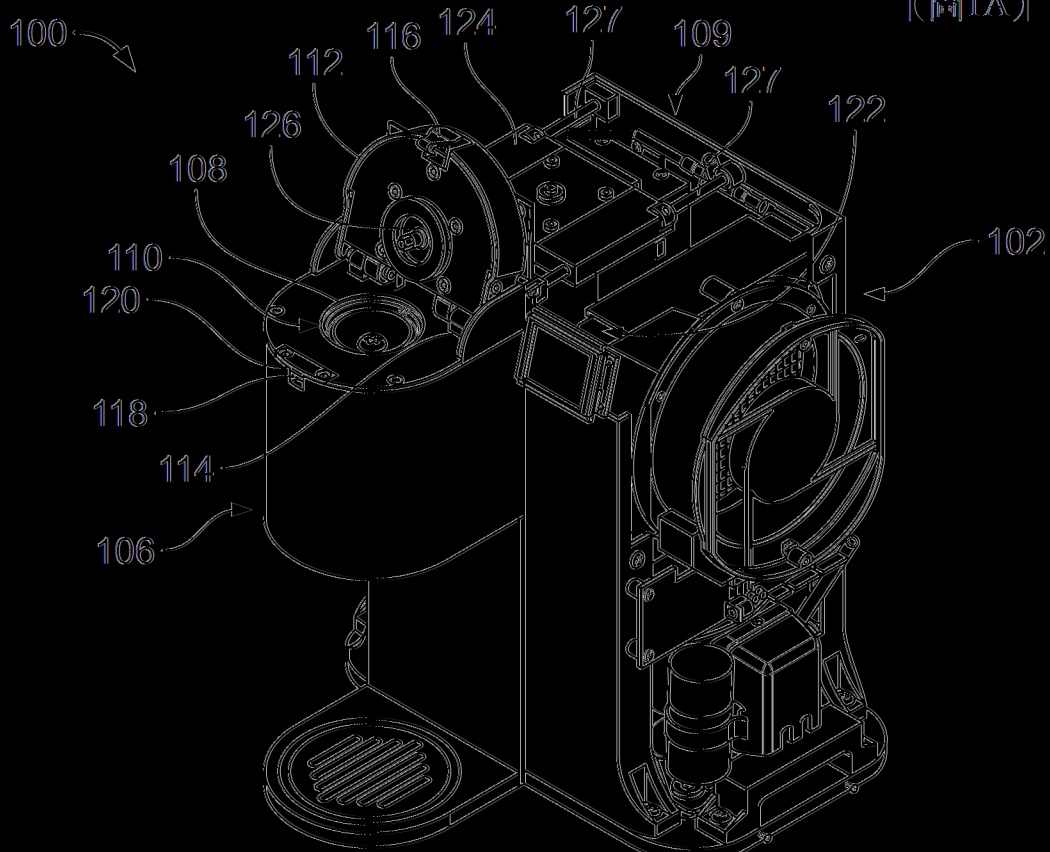
【請求項31】

如請求項29之機器，其中已冷卻之該食物或飲料包括酒精且係在
17.6°F與5.6°F之間的一溫度下分配。

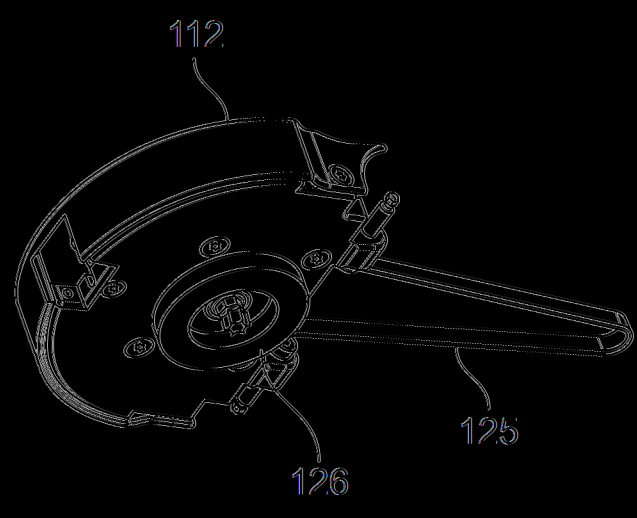
〔發明圖式〕



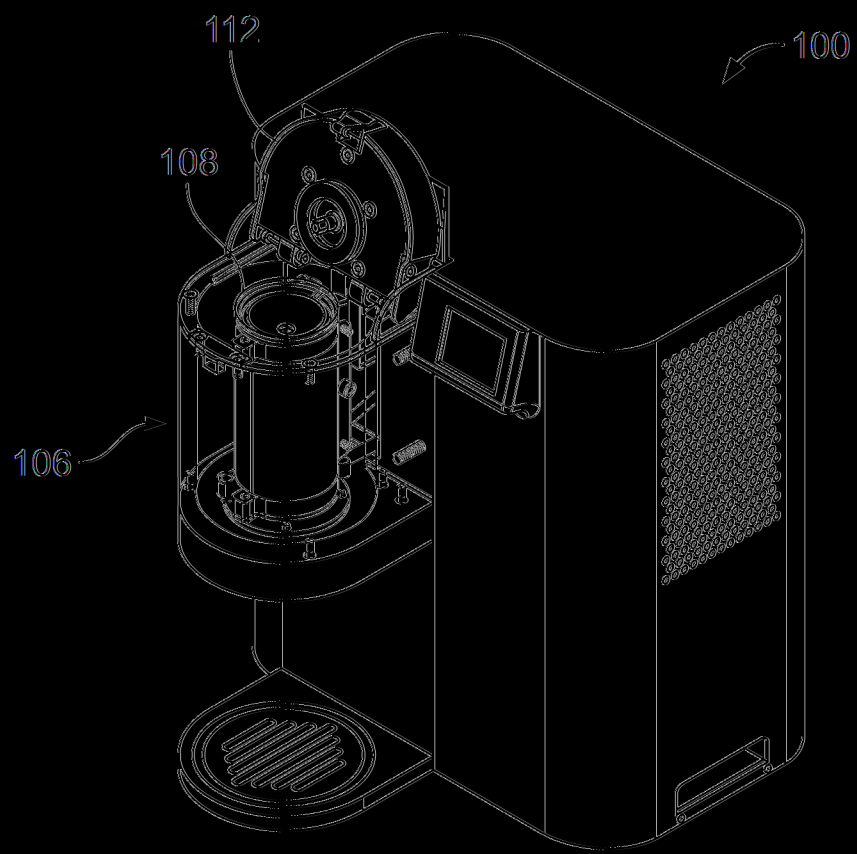
〔圖1A〕



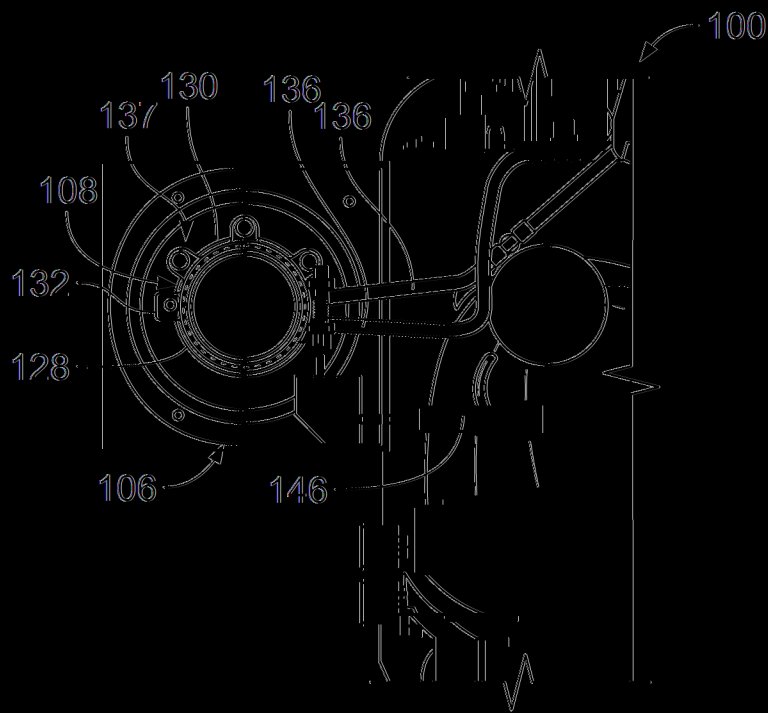
〔圖1B〕



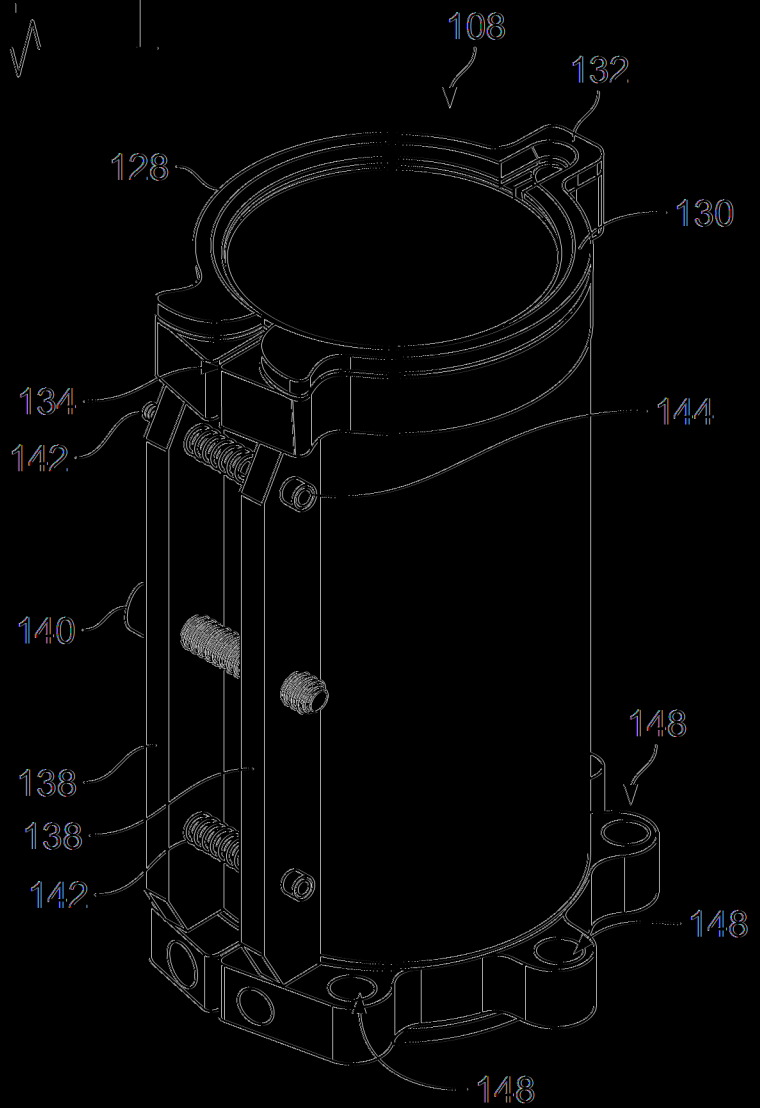
[(圖)1C]



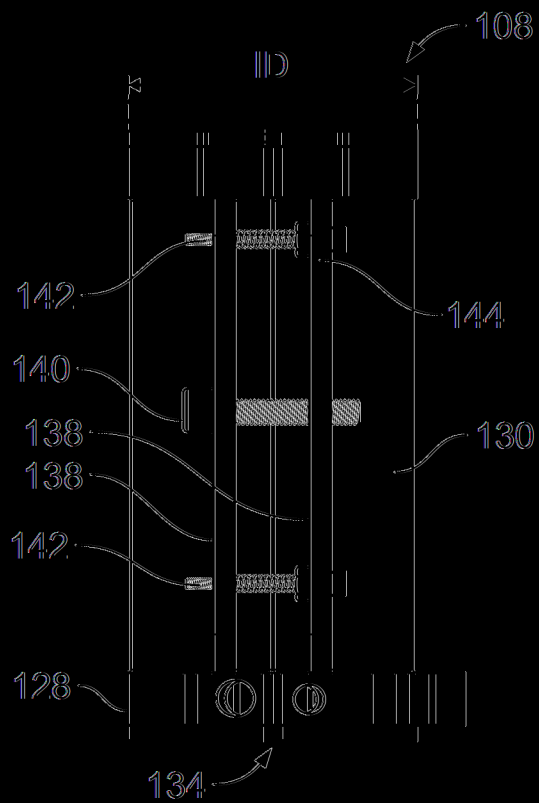
[(圖)2A]



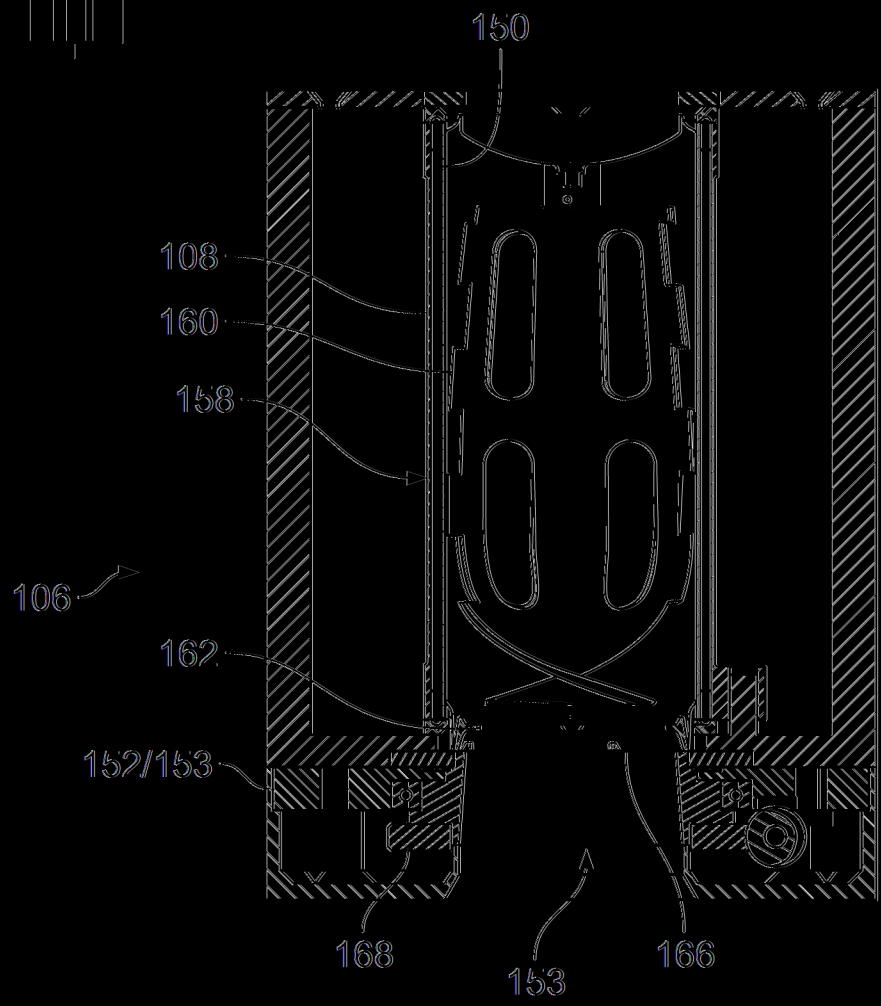
[(圖)2B]



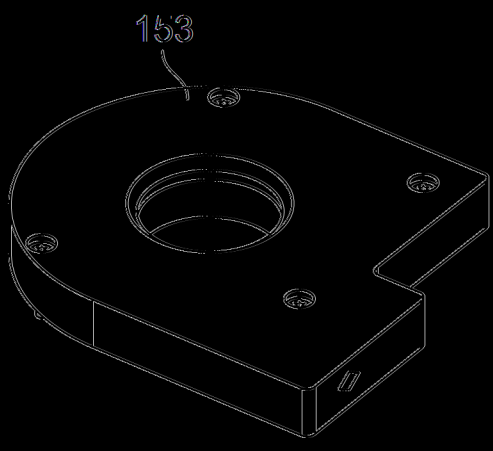
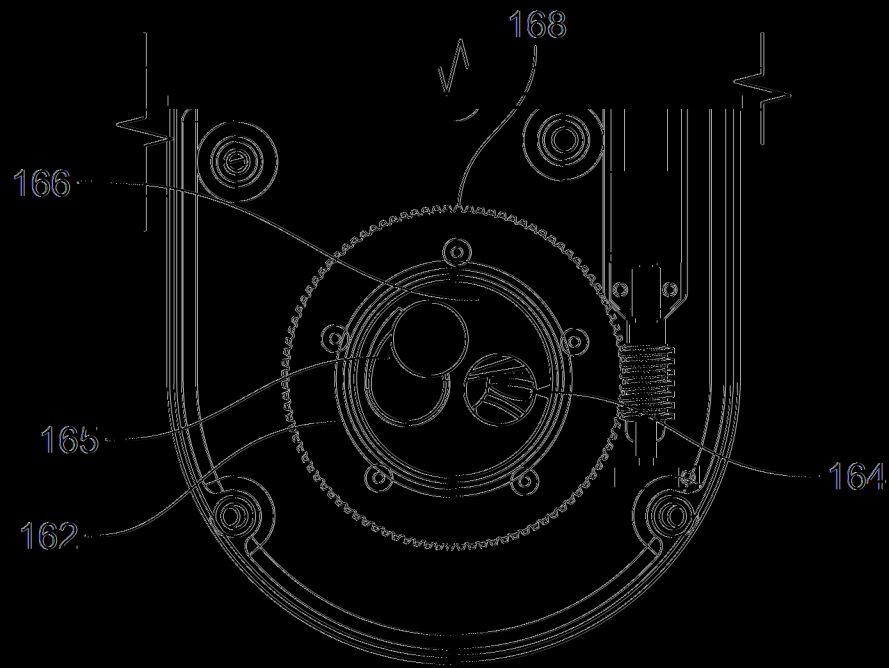
[(圖)2C]



(圖2D)

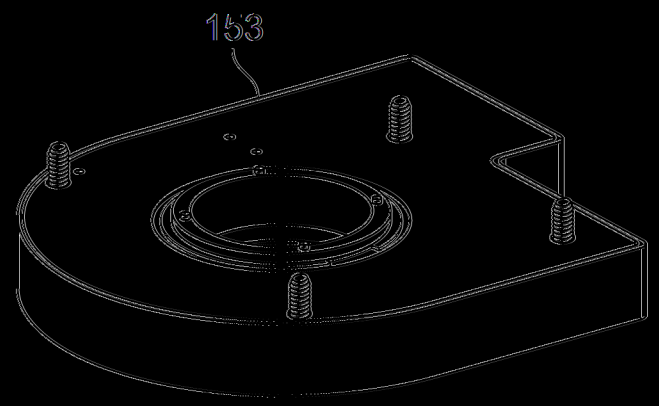


(圖3A)

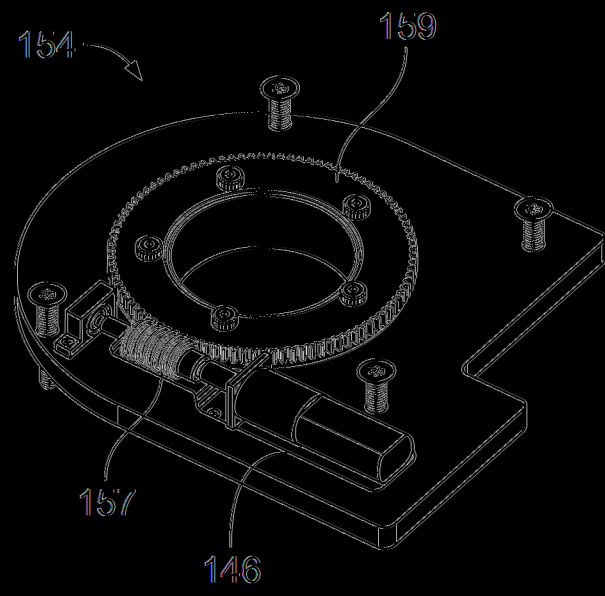


[(图)3B]

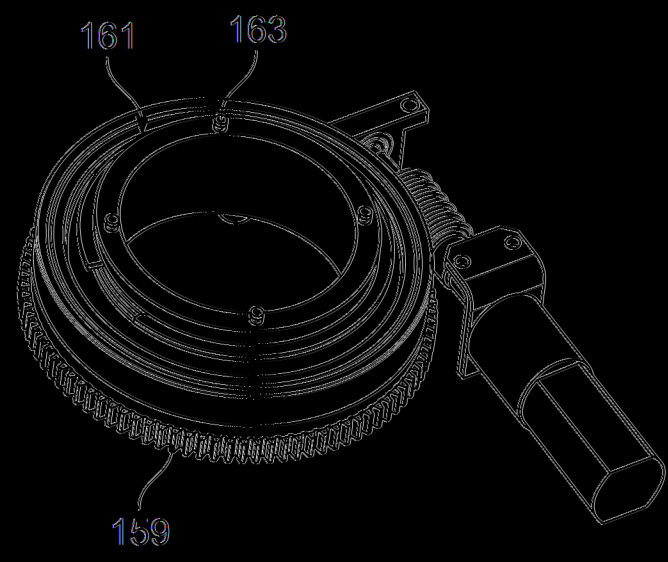
[(图)3C]



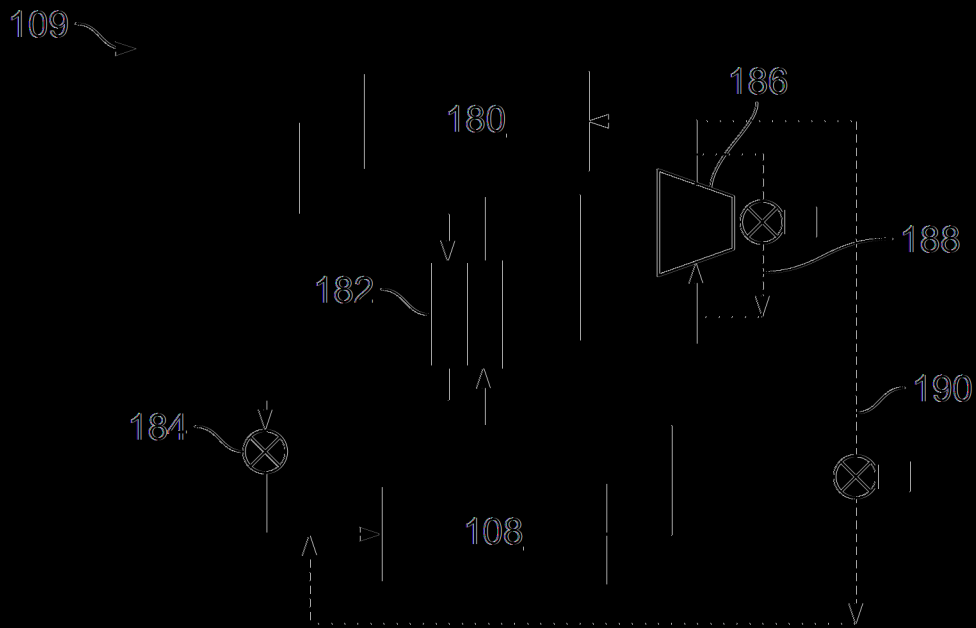
[(图)3D]



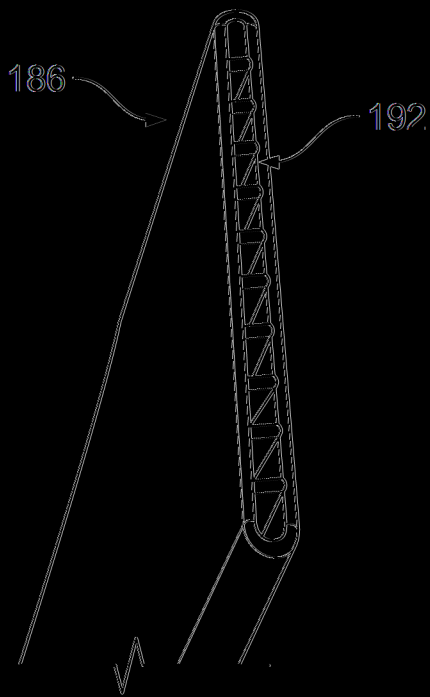
[(圖31)]



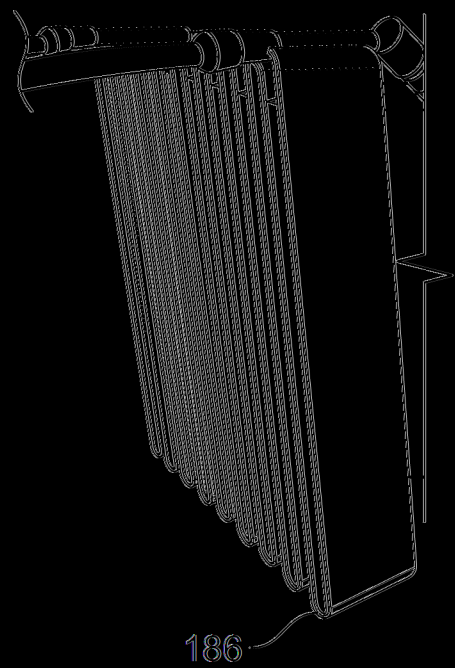
[(圖31)]



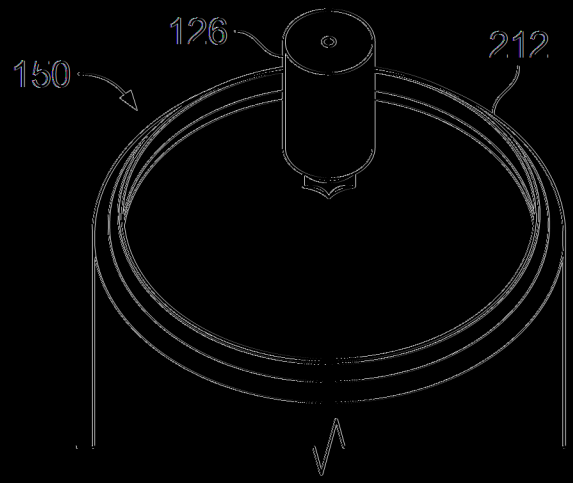
[(圖)4]



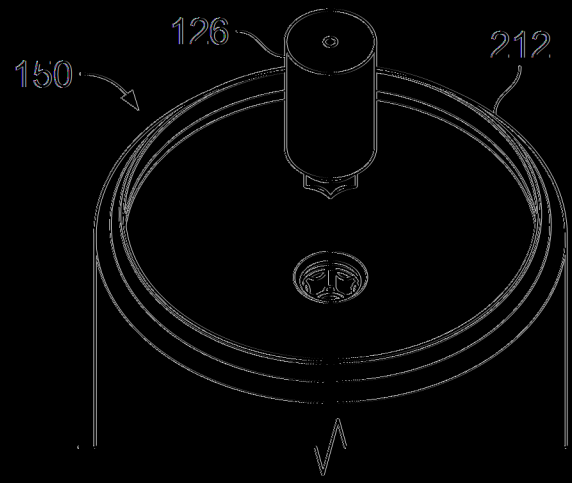
[(圖)5A]



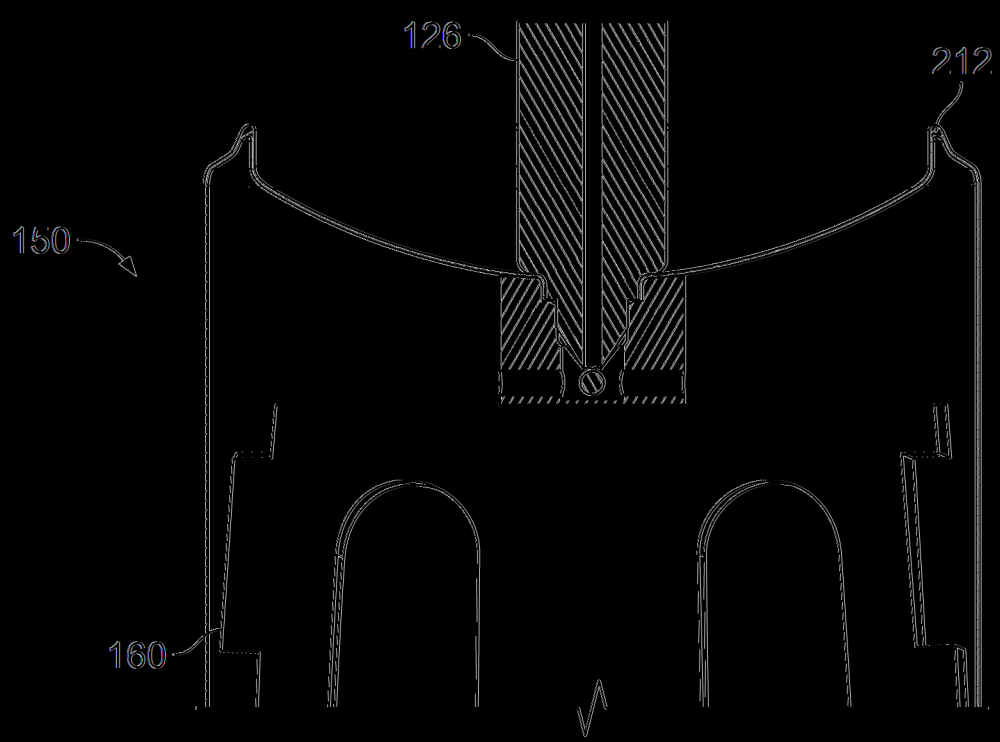
[(圖)5B]



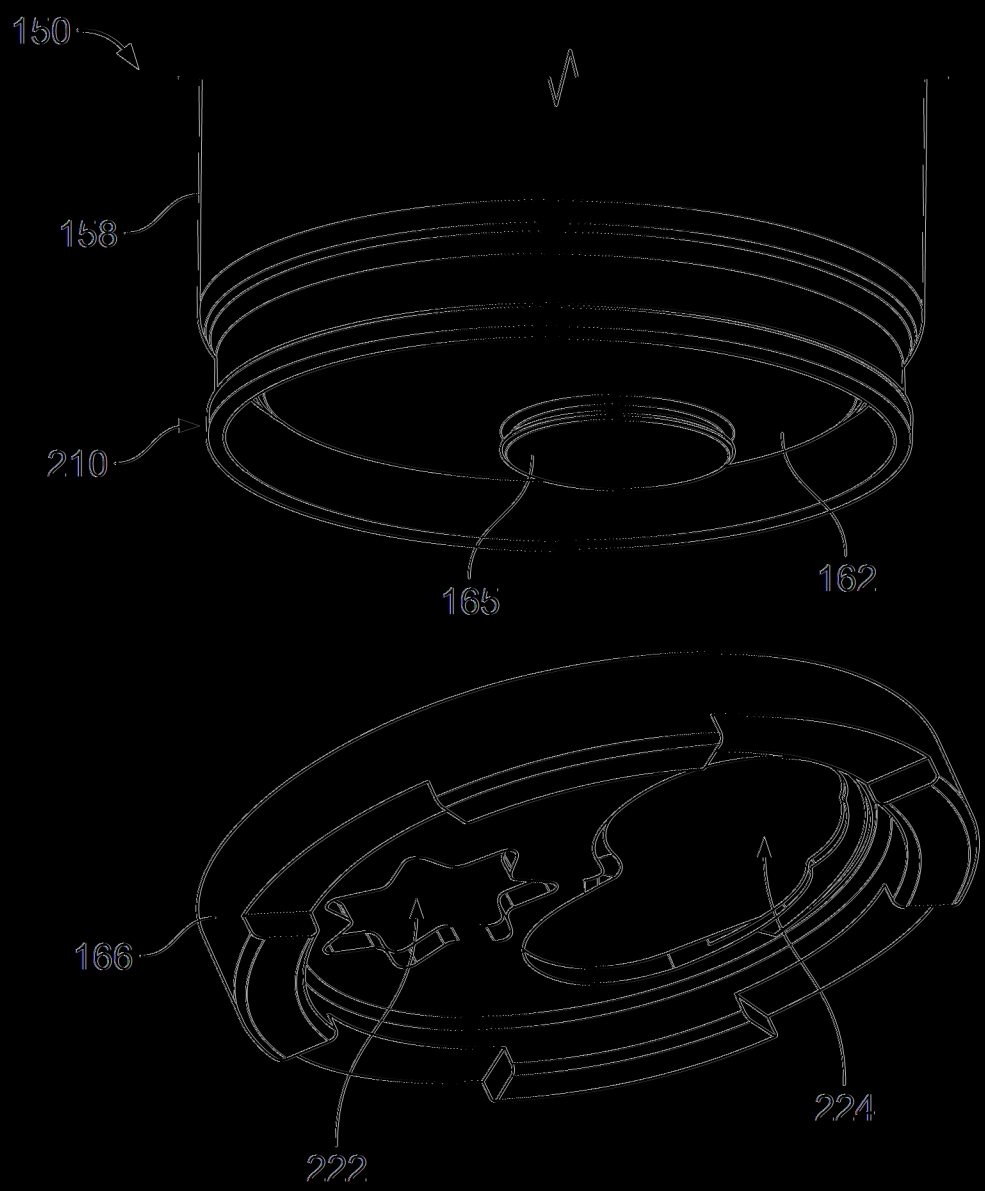
[(圖/A)]



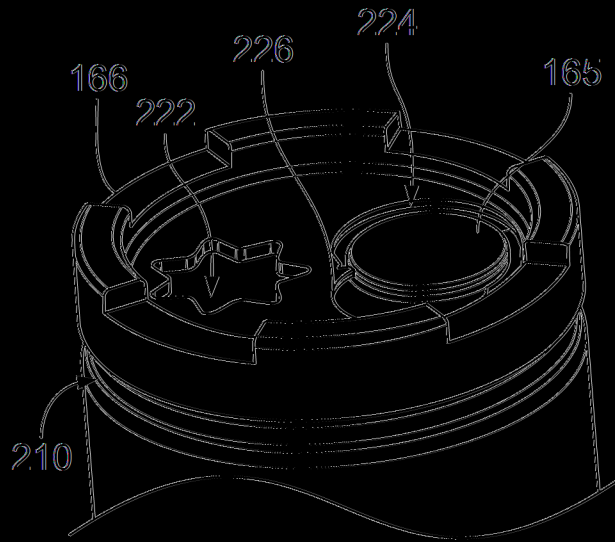
[(圖/B)]



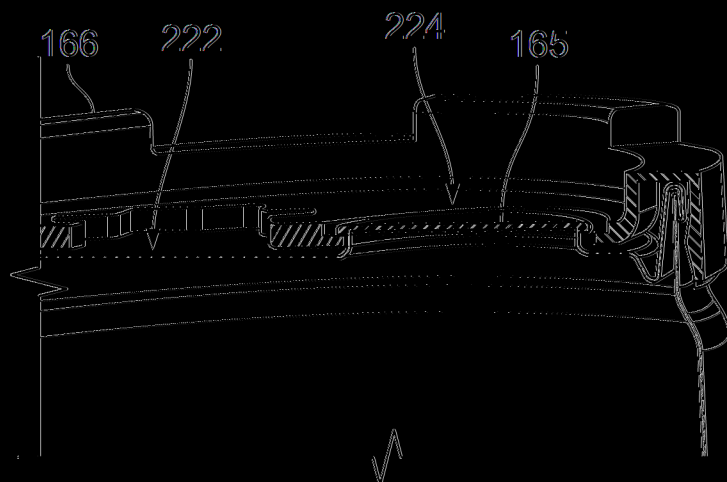
[(圖/C)]



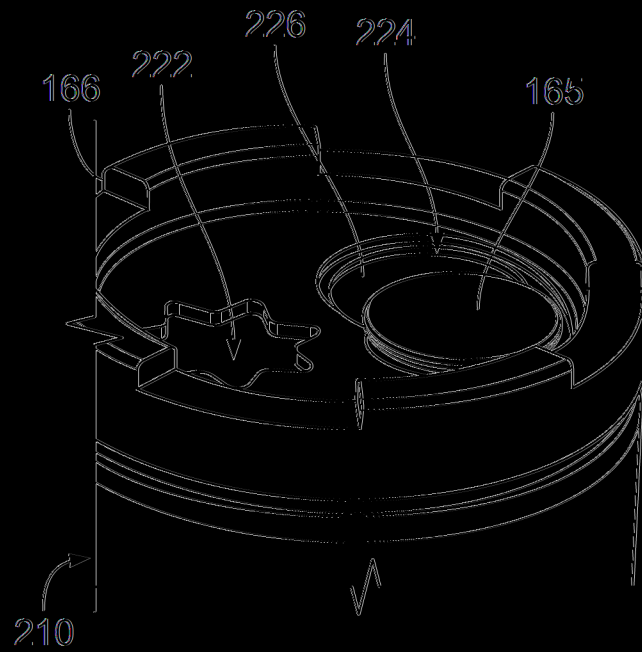
【圖8】



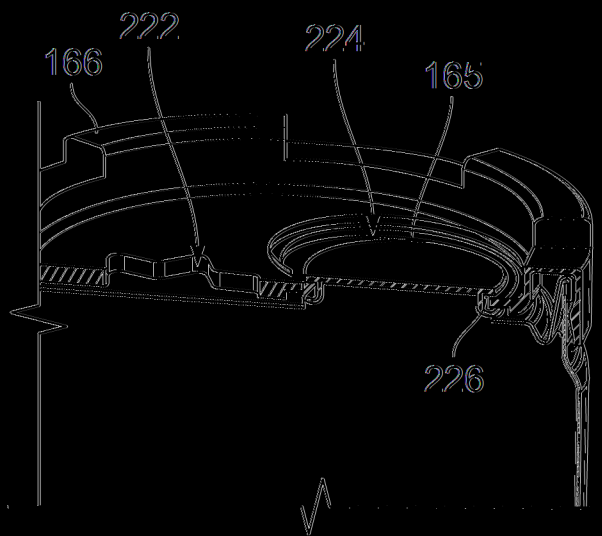
|(圖9A)|



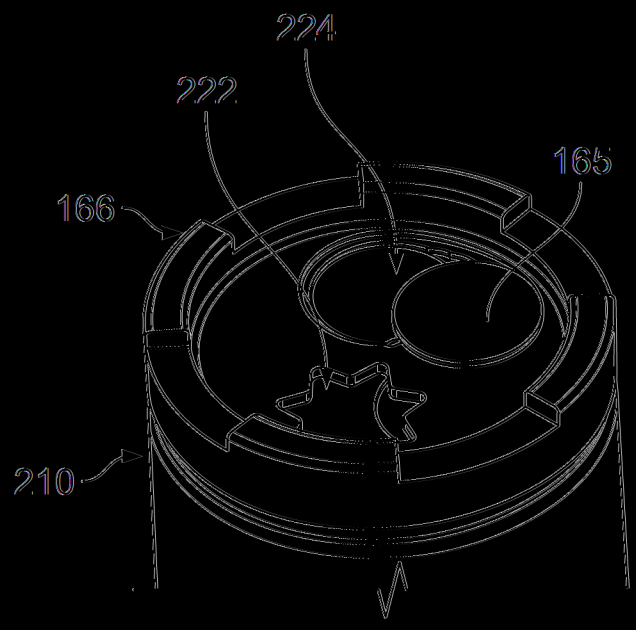
|(圖9B)|



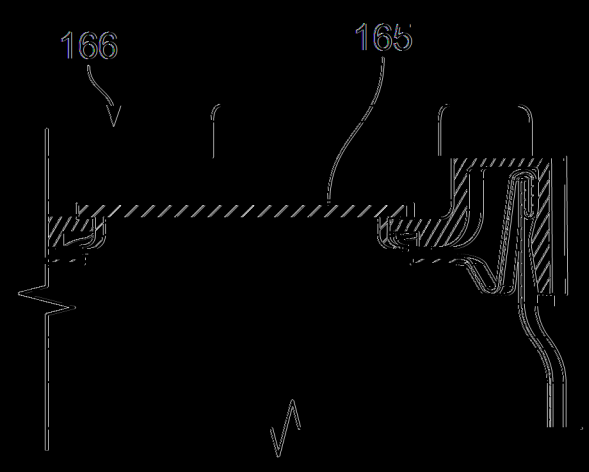
(圖9C)



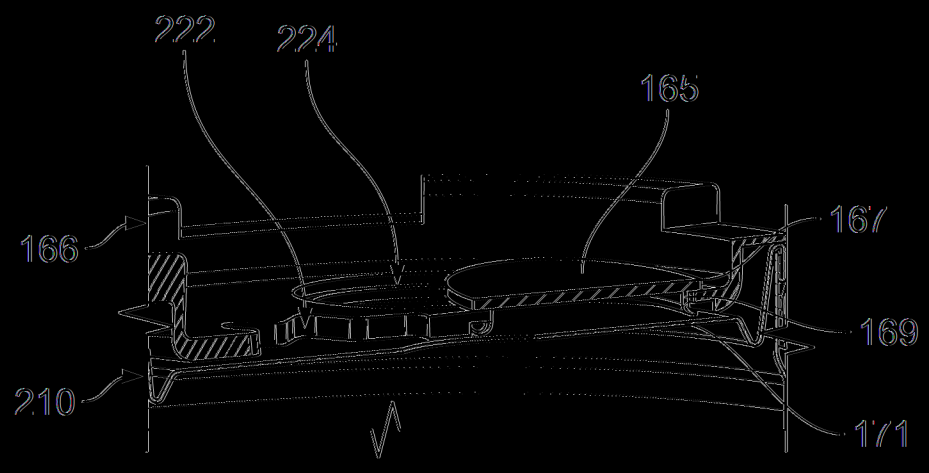
(圖9D)



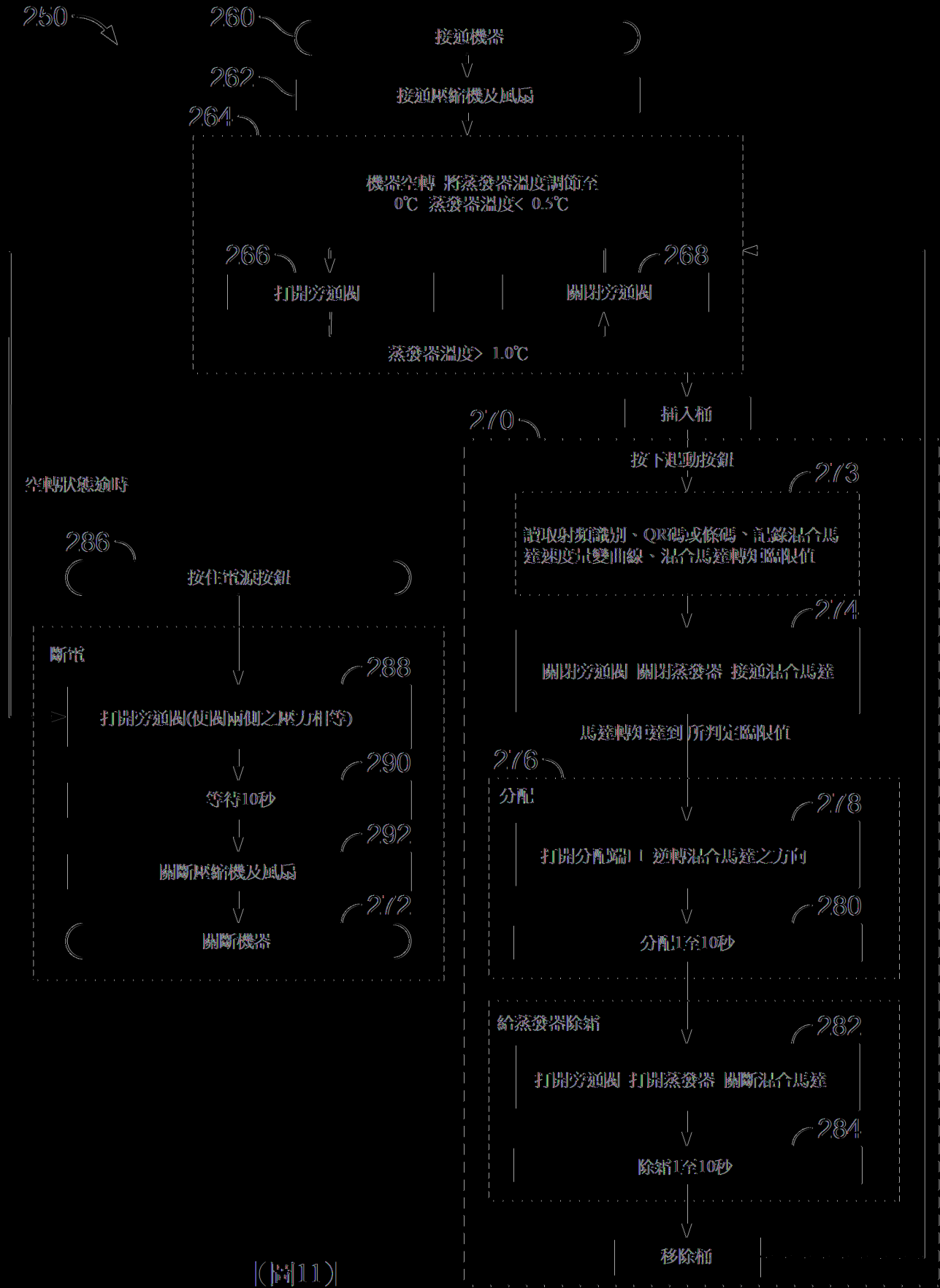
[(圖)9E]



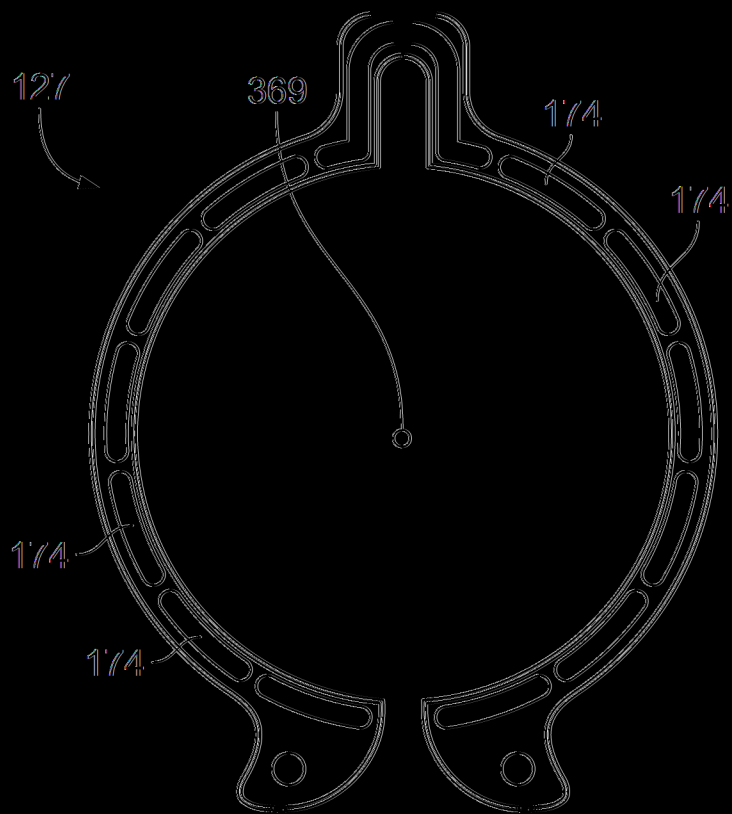
[(圖)9F]



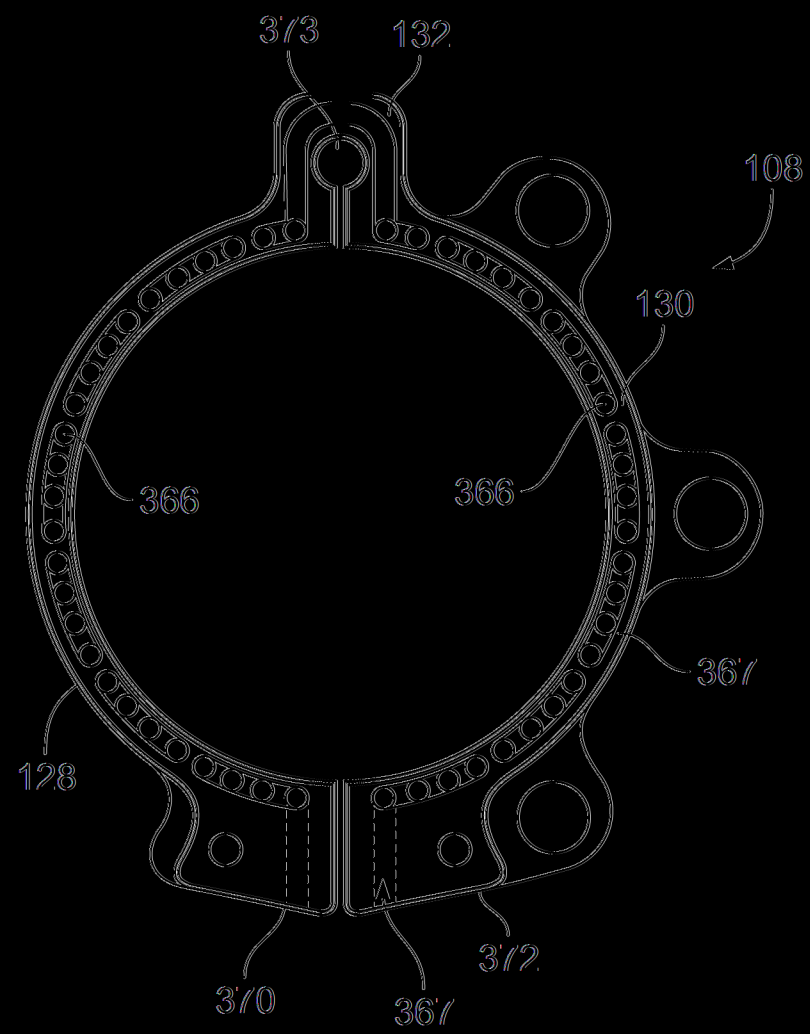
[(圖)9G]



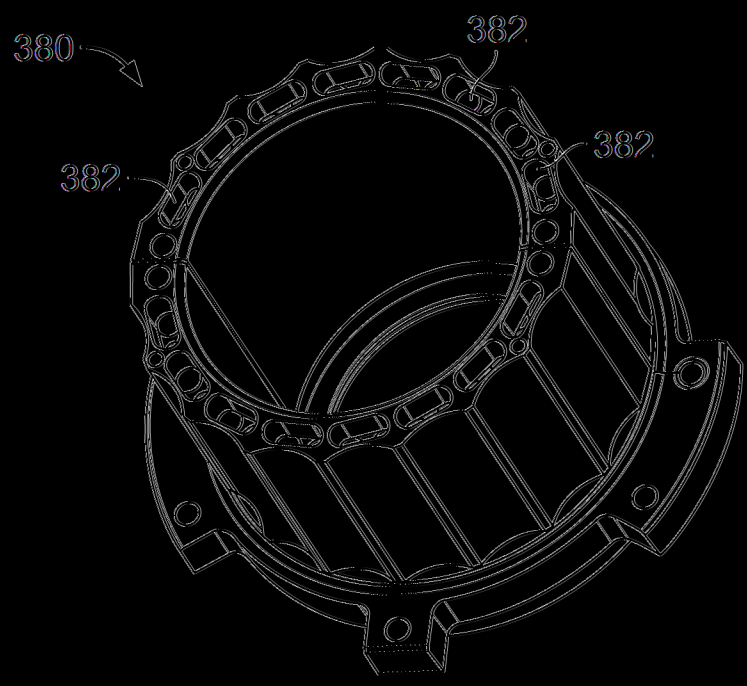
(圖11)



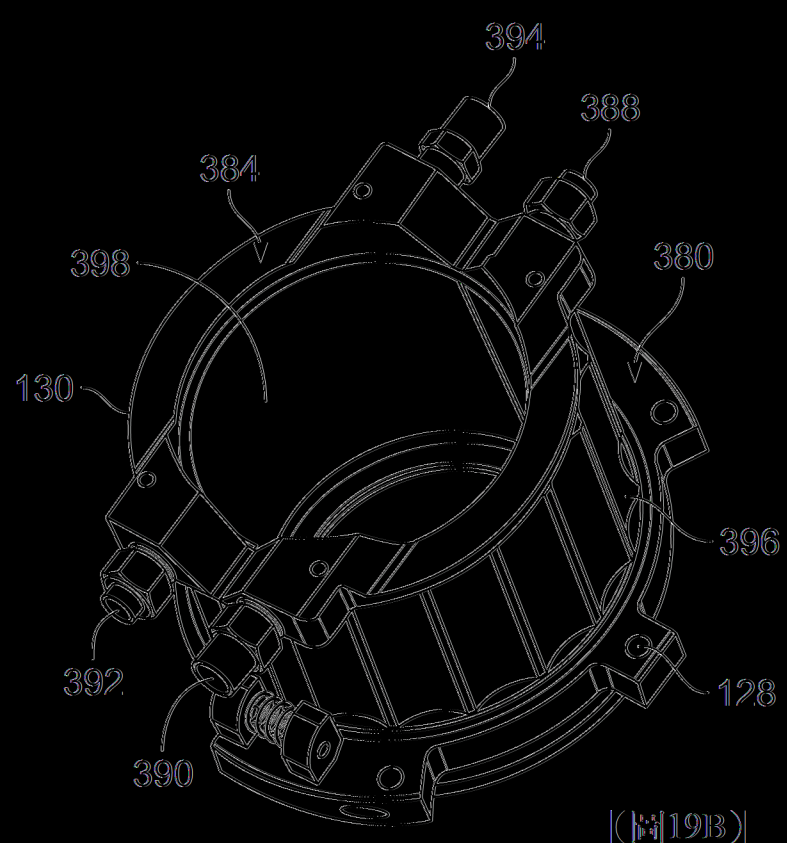
[(圖)18A]



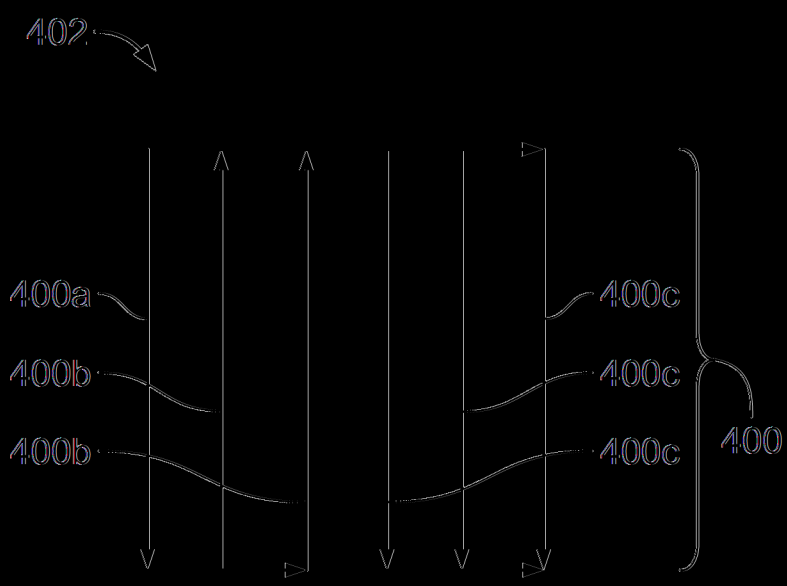
[(18B)]



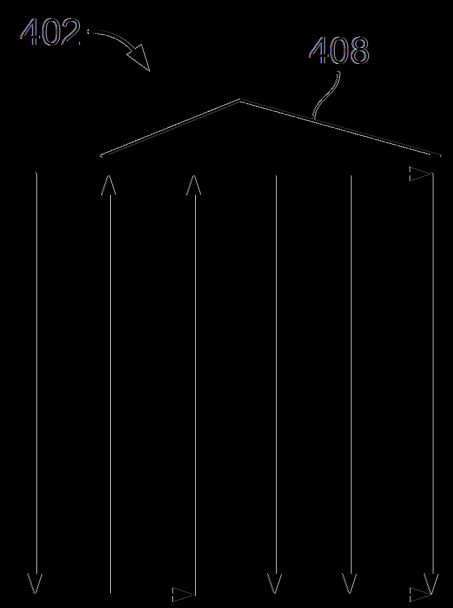
[(圖)19A]



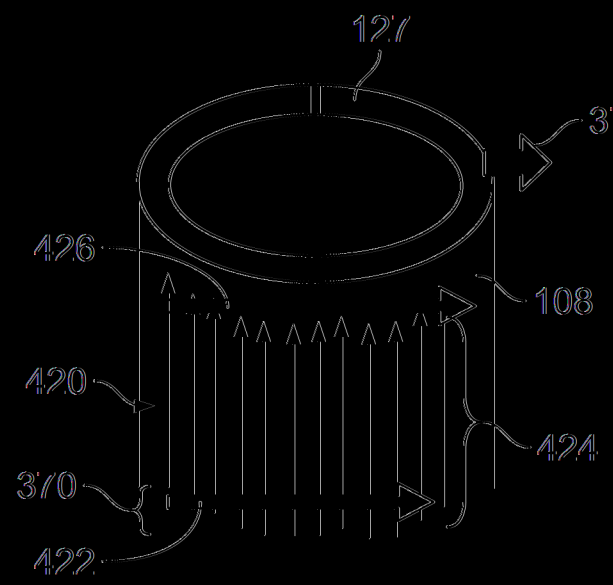
[(圖)19B]



(圖20A)

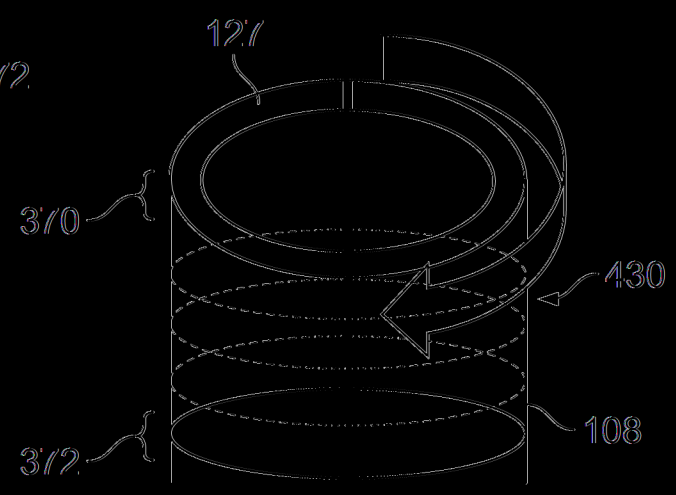


(圖20B)

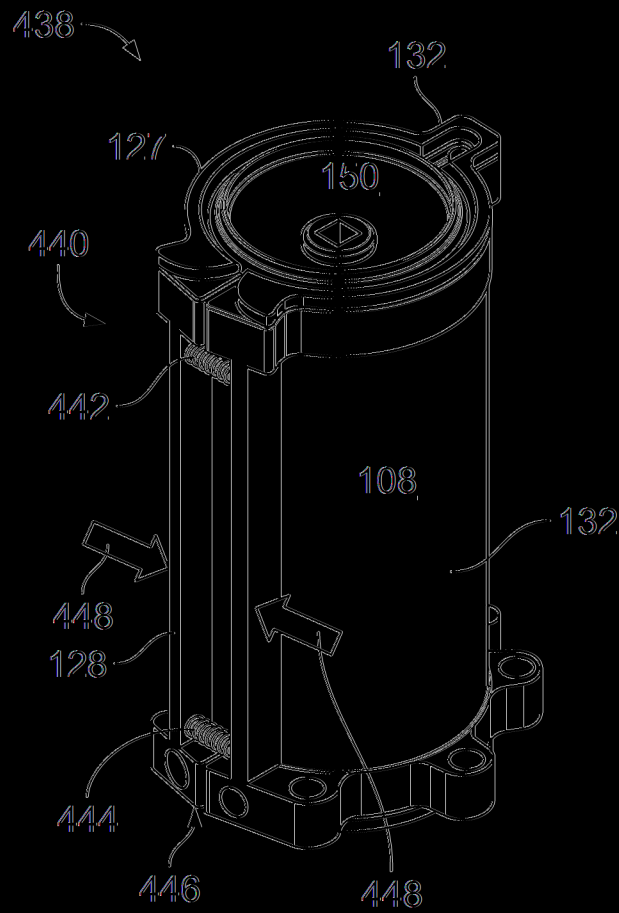


多個平行路徑

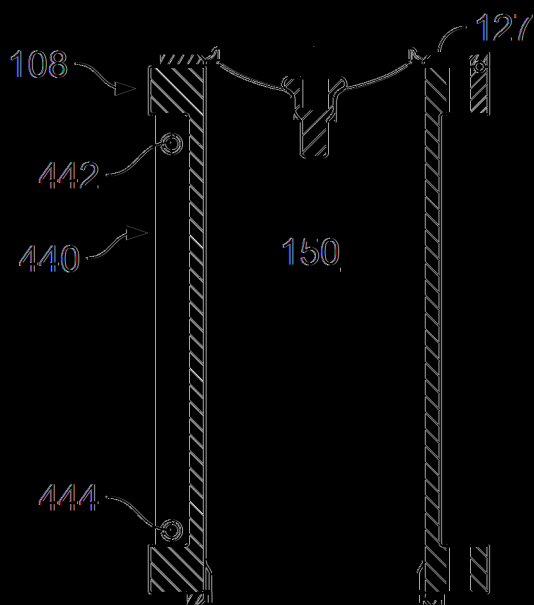
(圖20C)



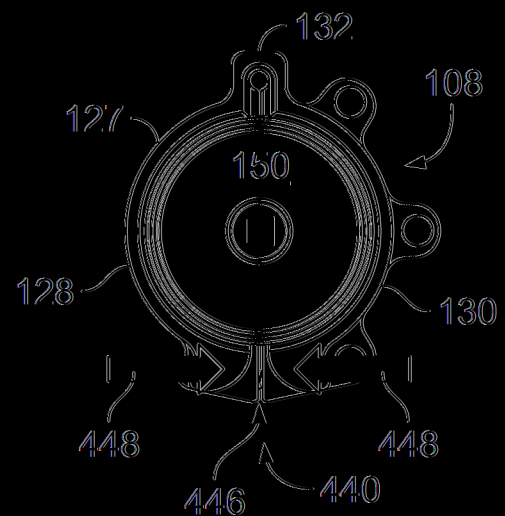
(圖20D)



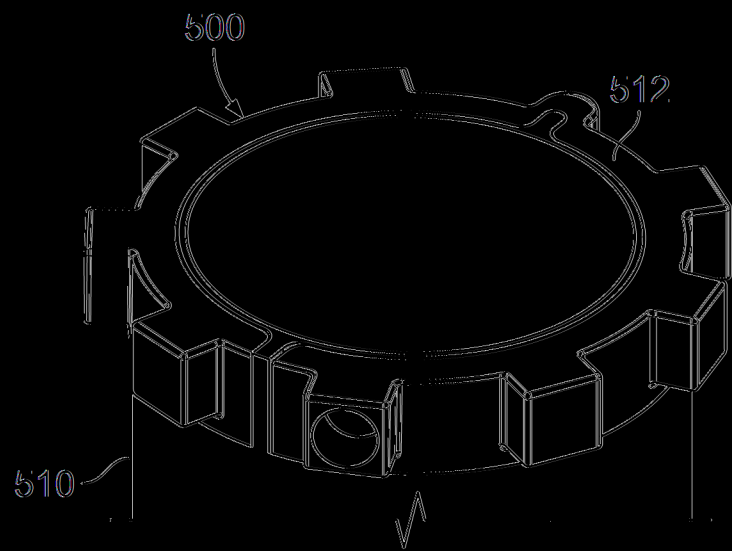
[(圖)21A]



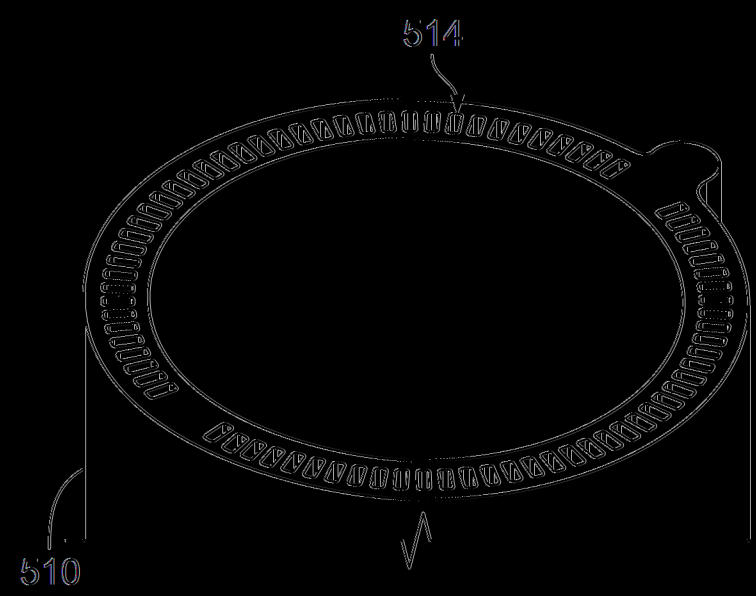
[(圖)21B]



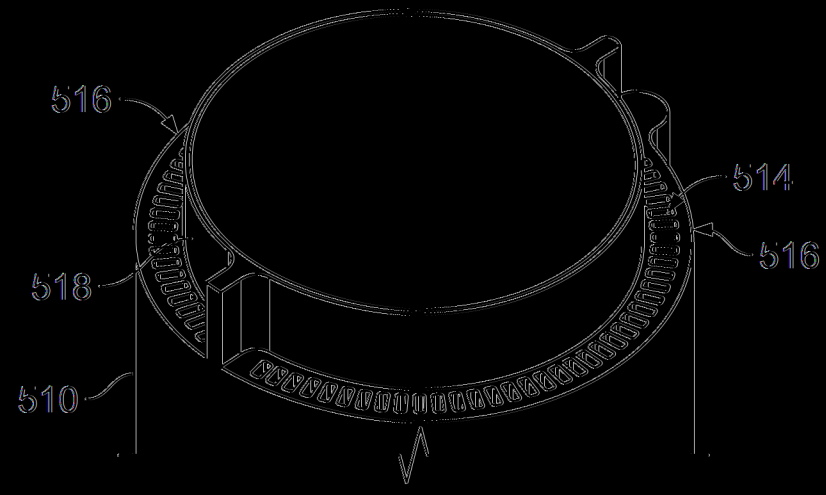
[(圖)21C]



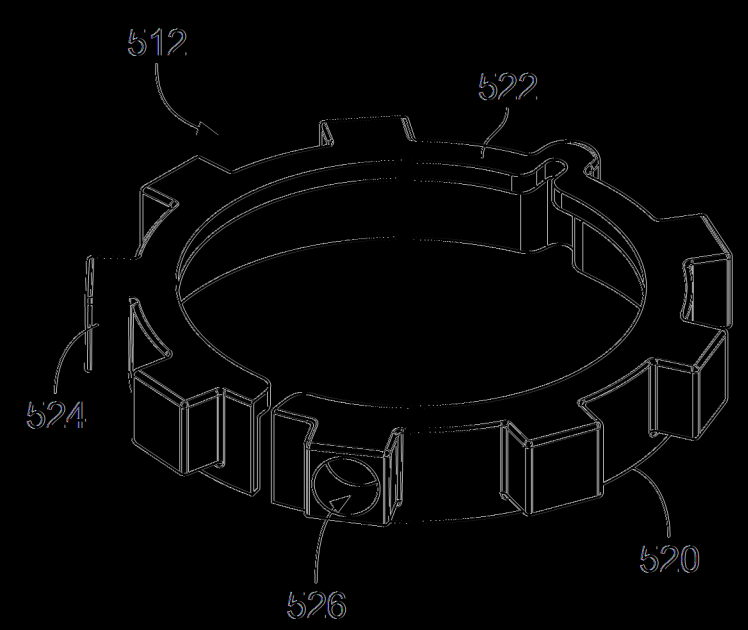
(圖23A)



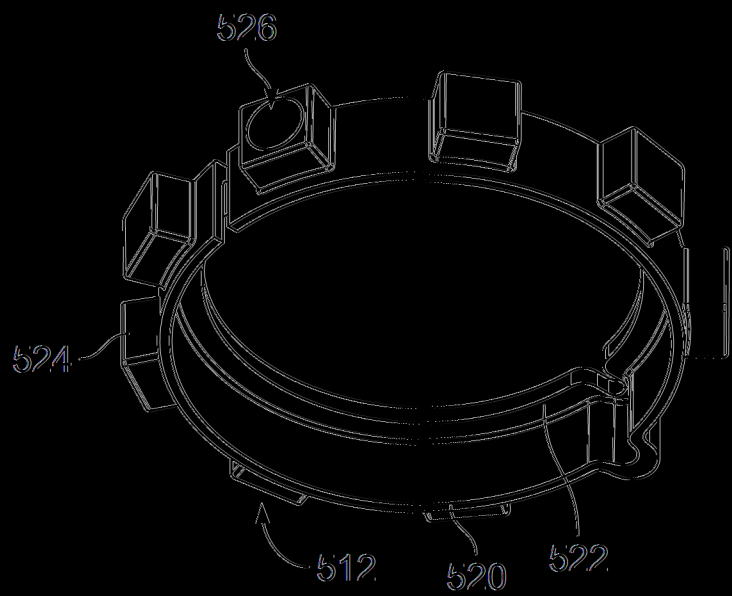
(圖23B)



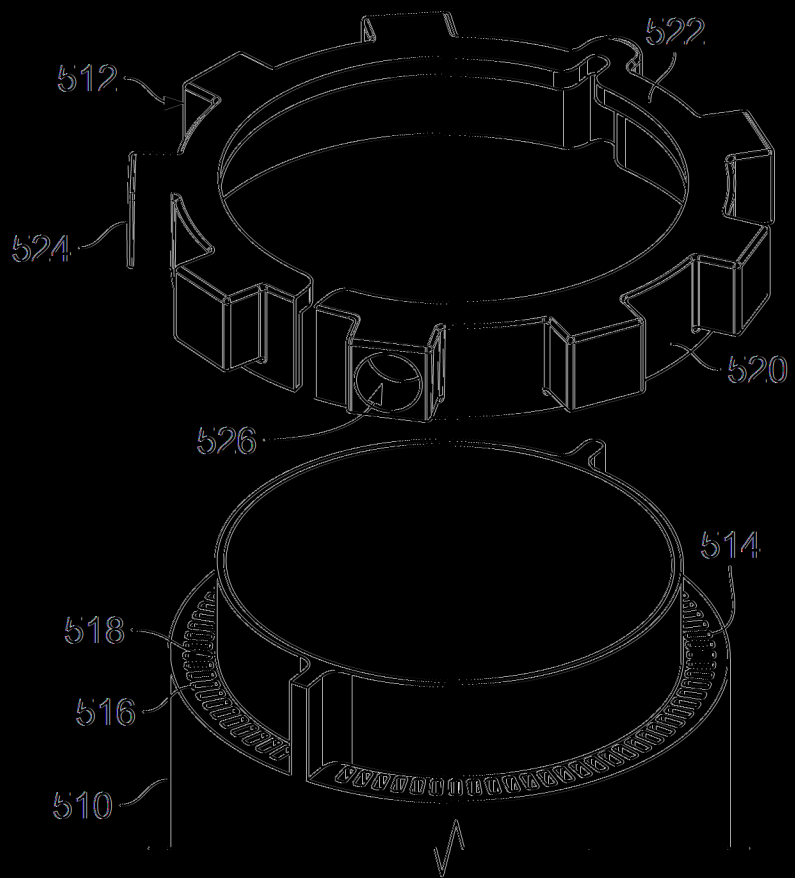
[(H)23C]



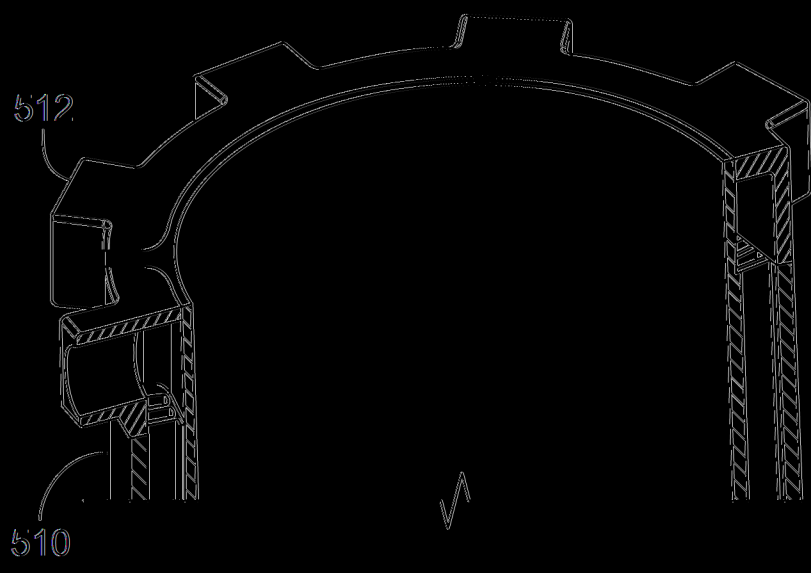
[(H)23D]



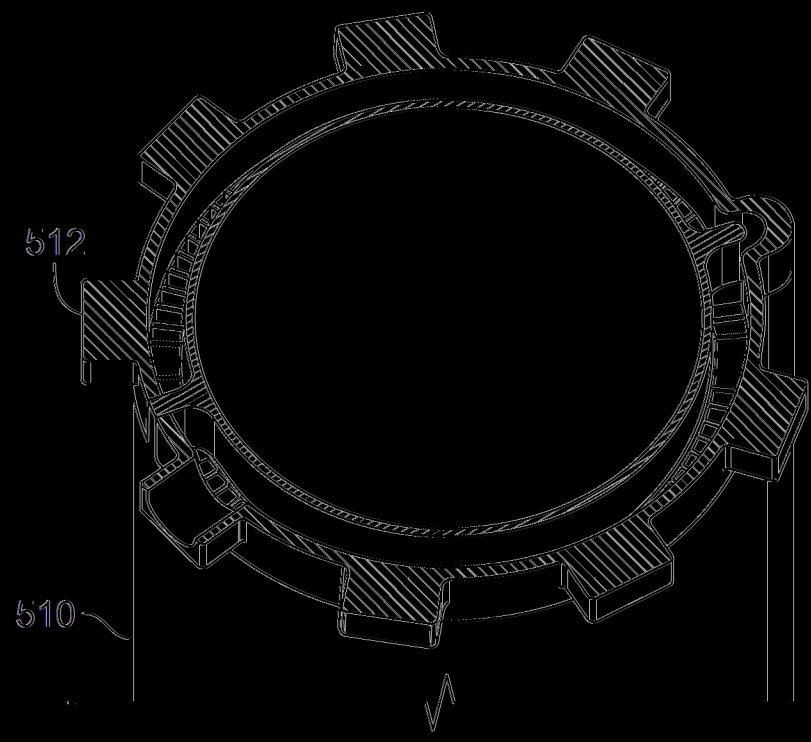
(圖23E)



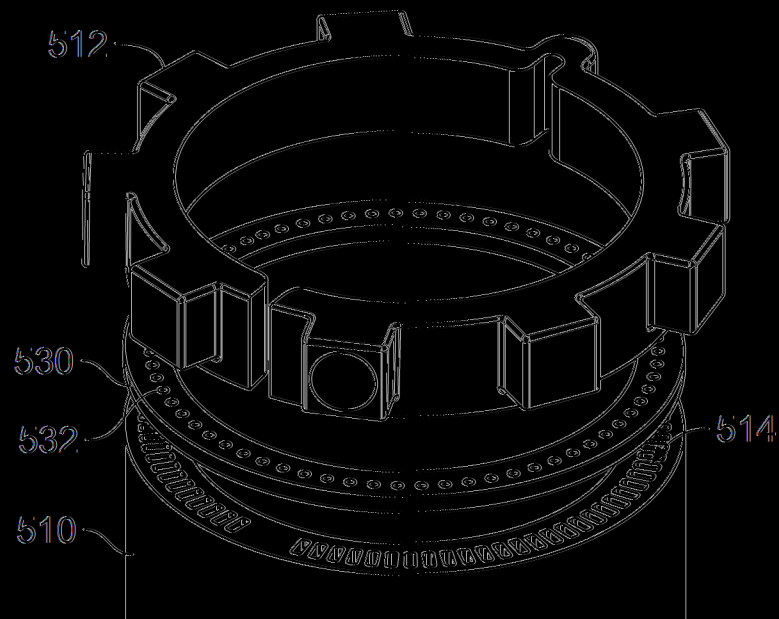
(圖23F)



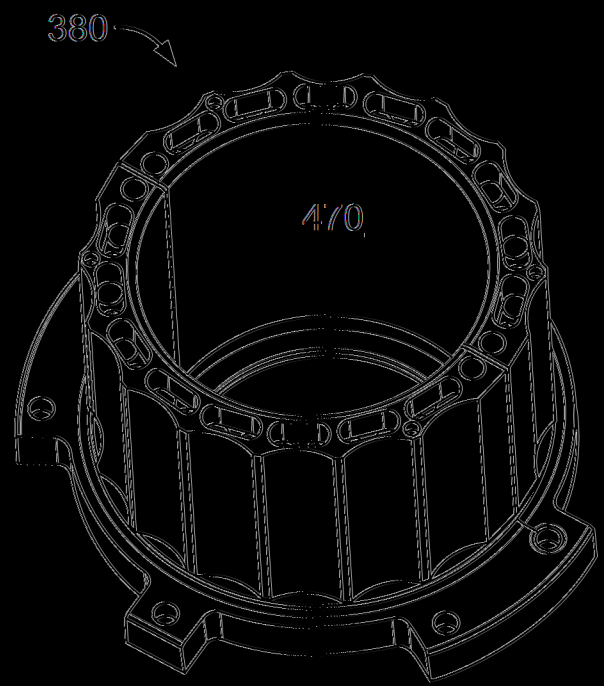
[(圖)23G]



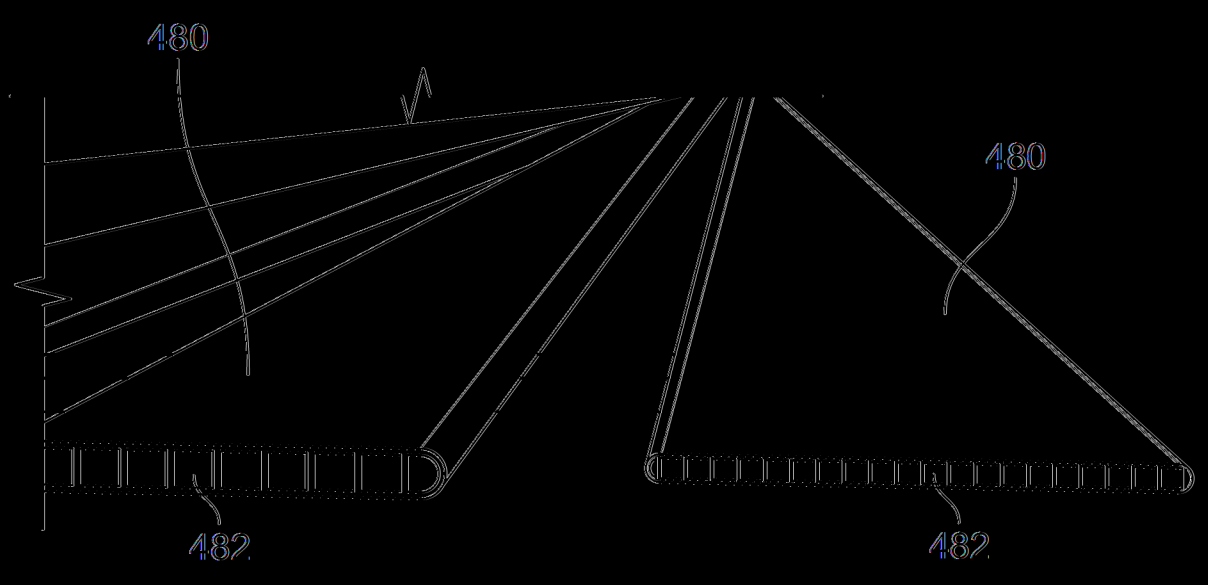
[(圖)23H]



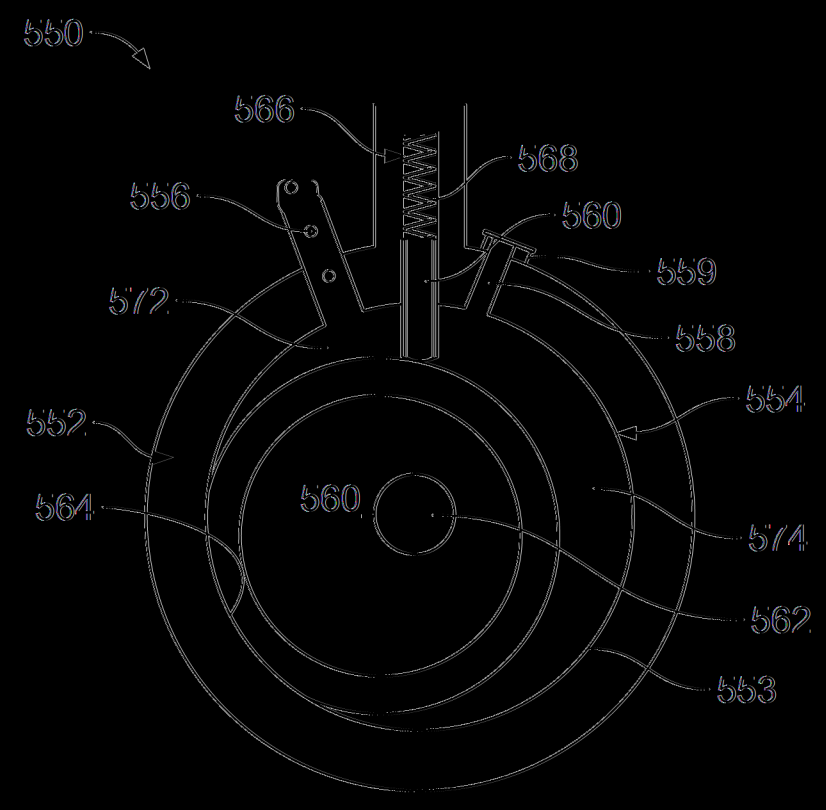
(圖24)



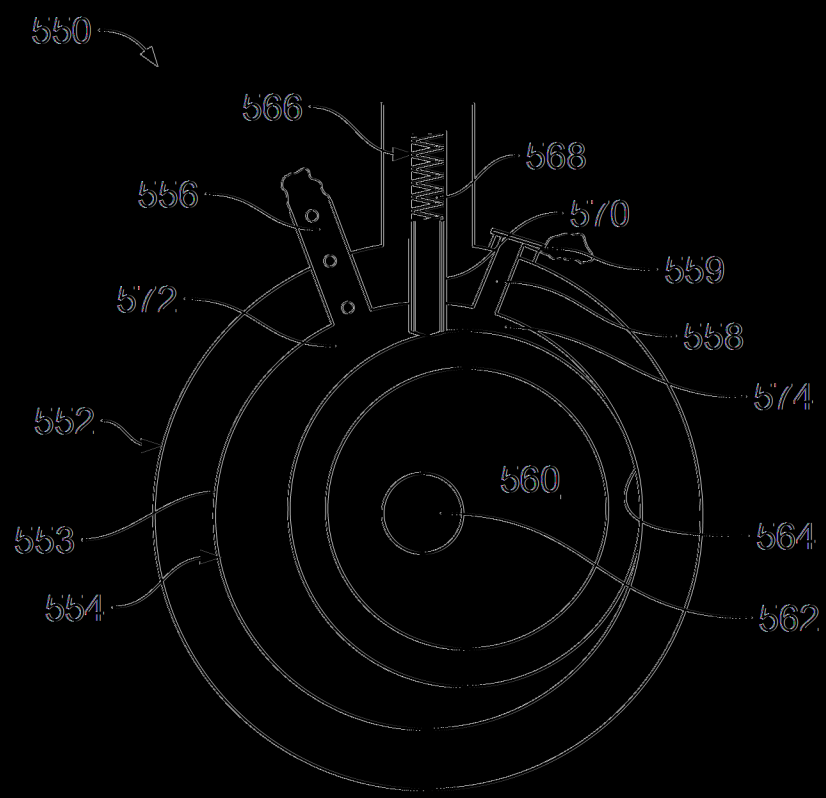
(圖25)



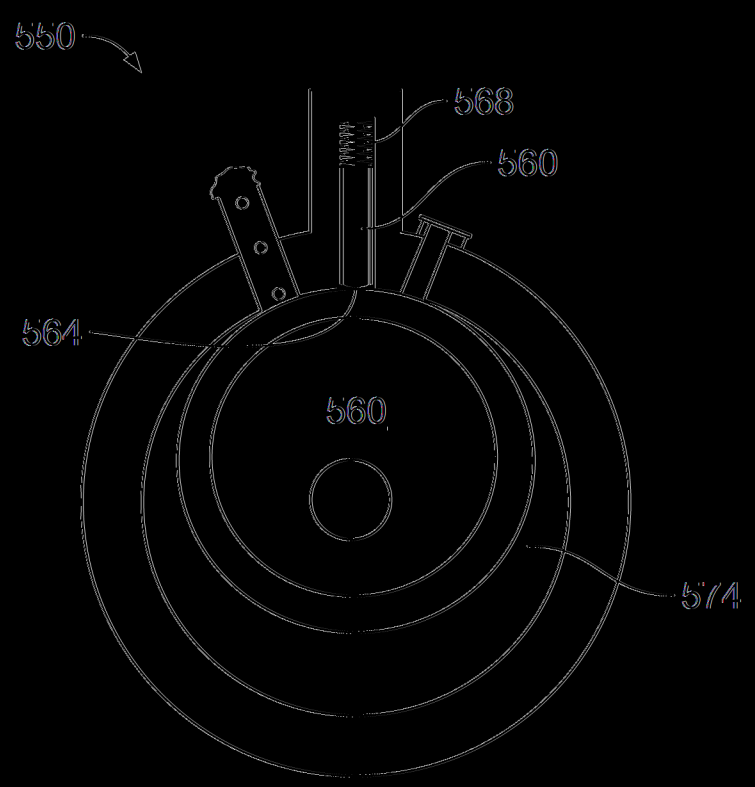
[(圖)27]



[(圖)28A]

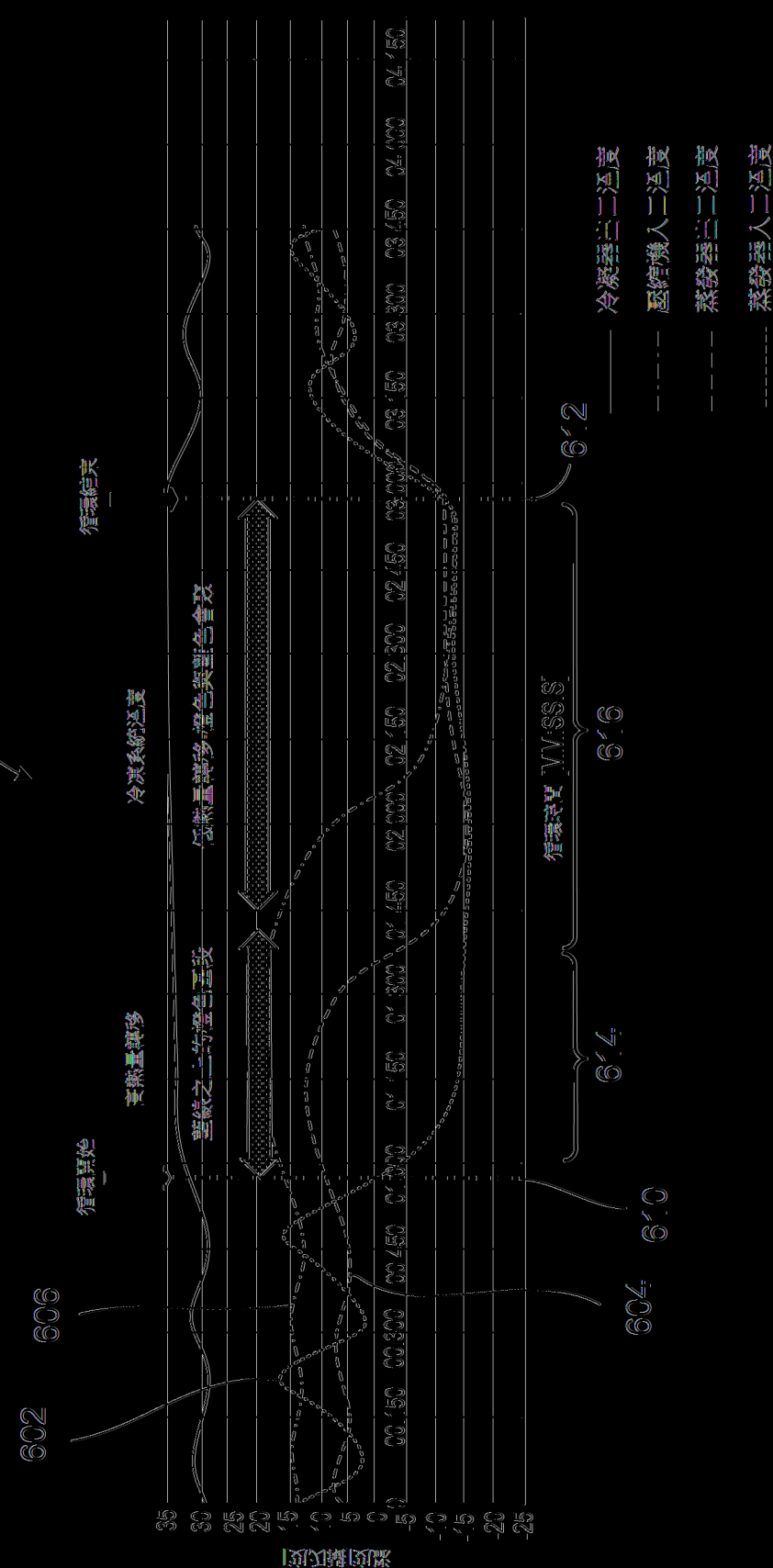


[(圖)28B]

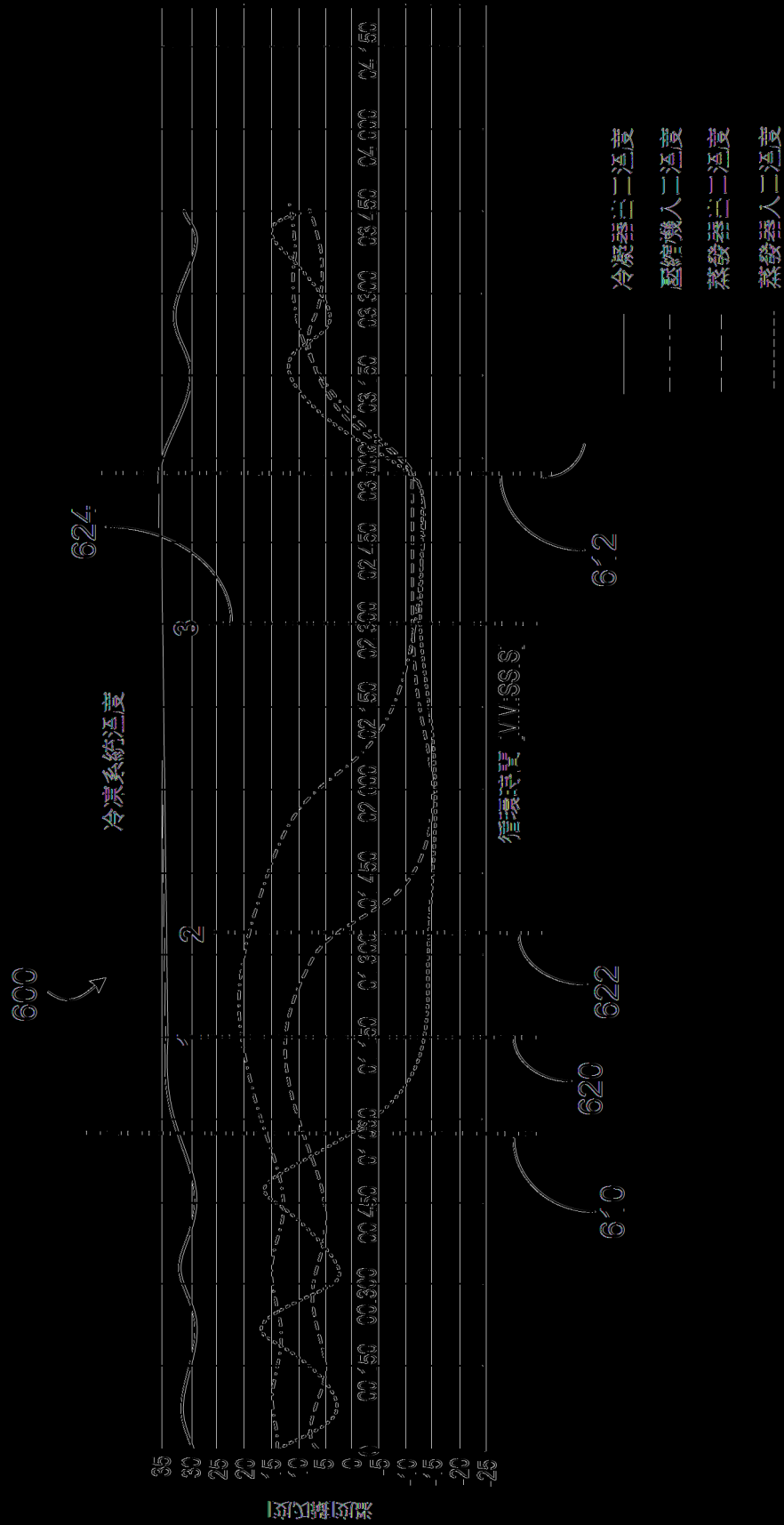


[(圖)28C]

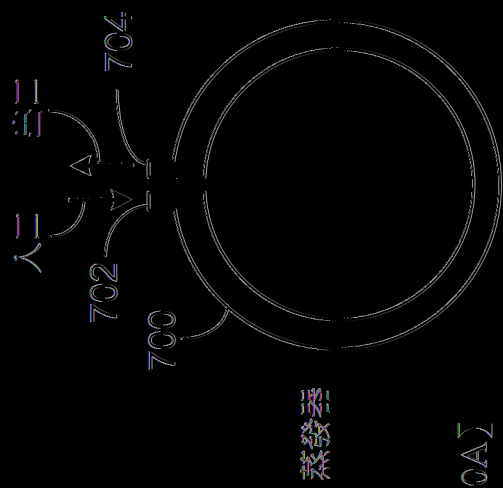
600



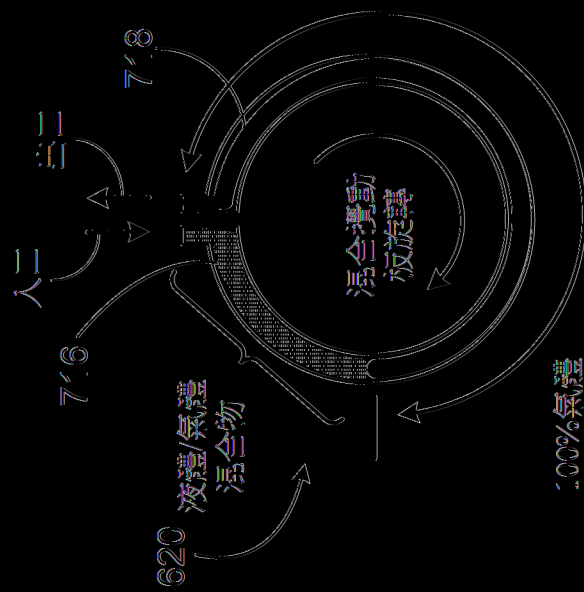
[圖29A]



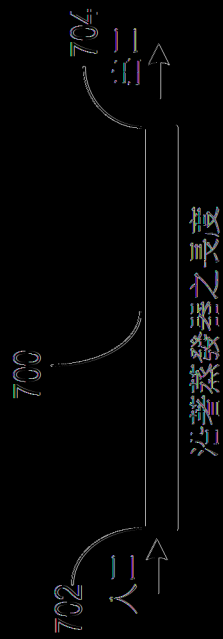
[圖29B]



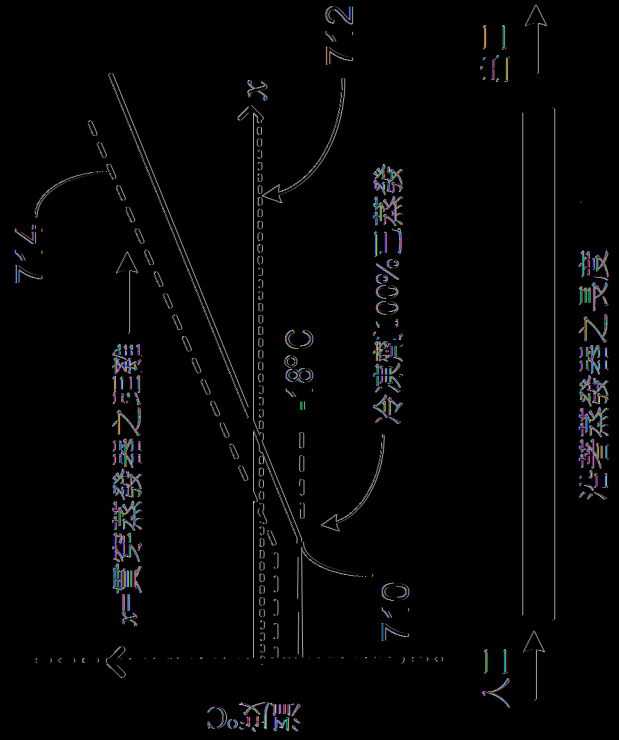
[圖30A]



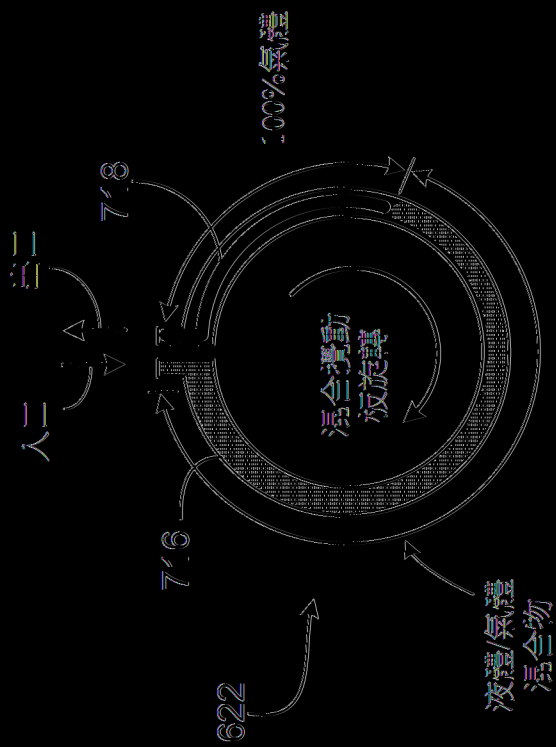
[圖30C]



[圖30B]



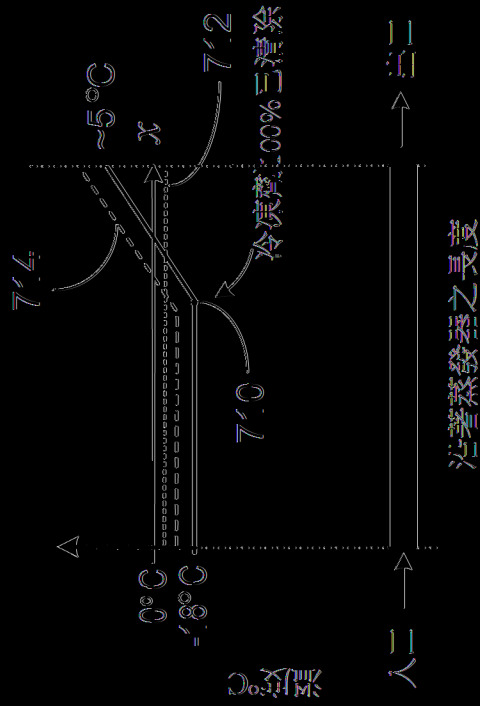
[圖30D]



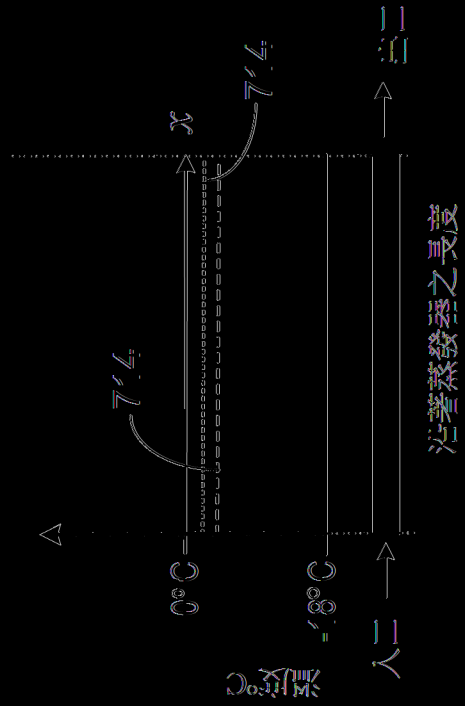
[圖30E]



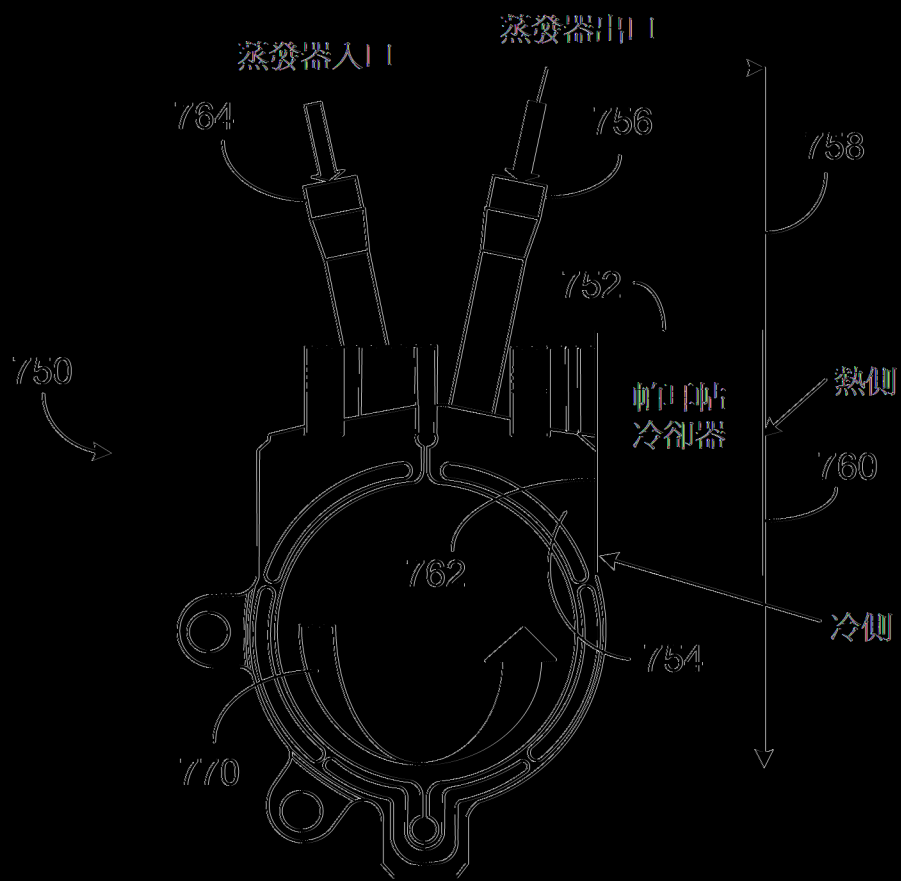
[圖30G]



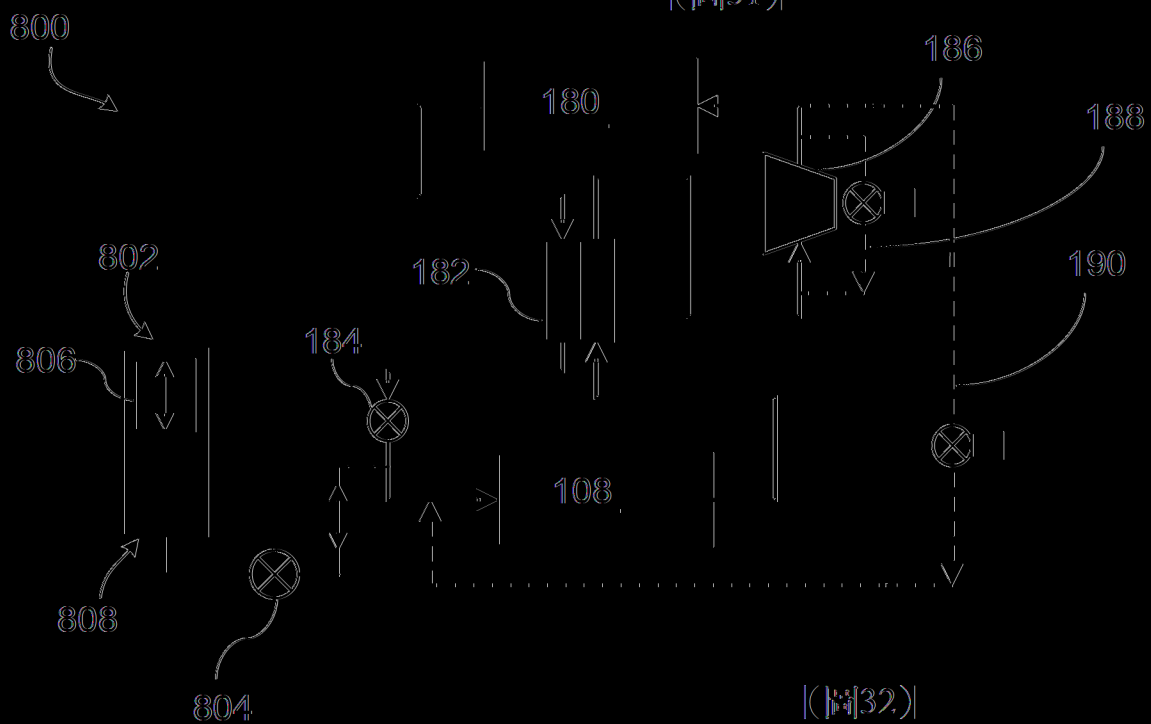
[圖30F]

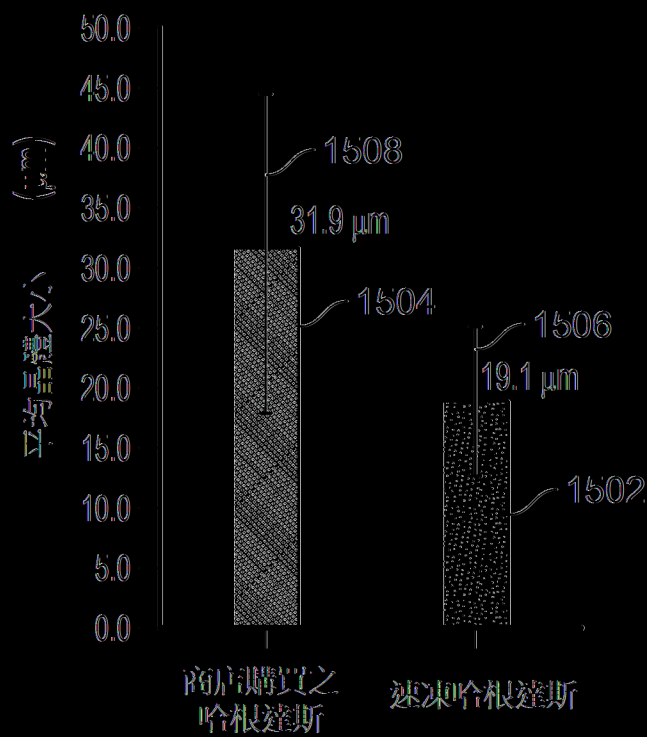


[圖30H]



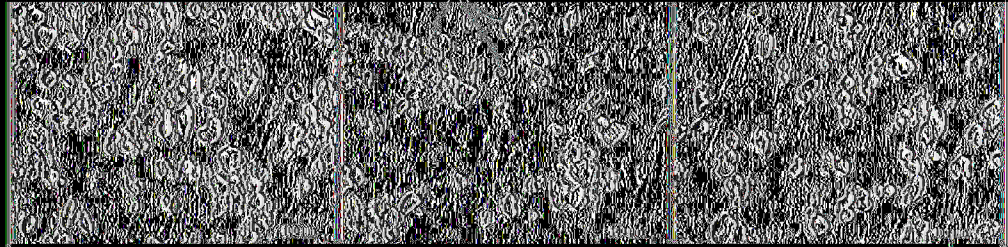
[(圖31)]





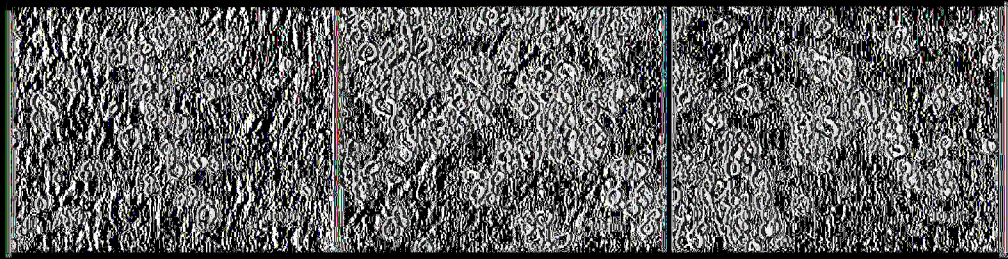
(圖33)

1512

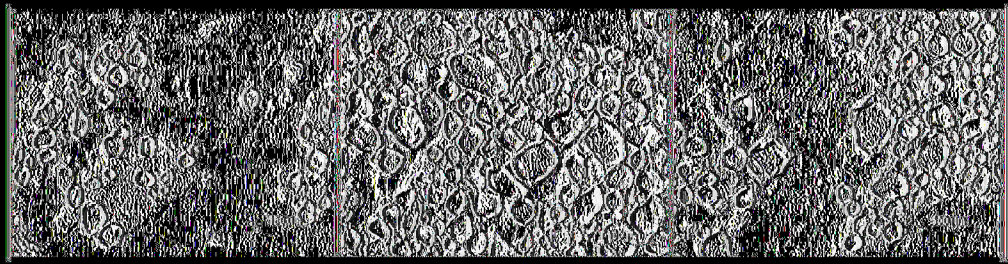


(圖34A)

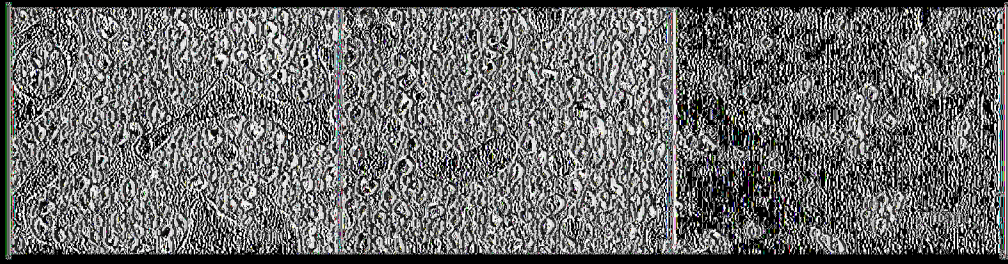
1510



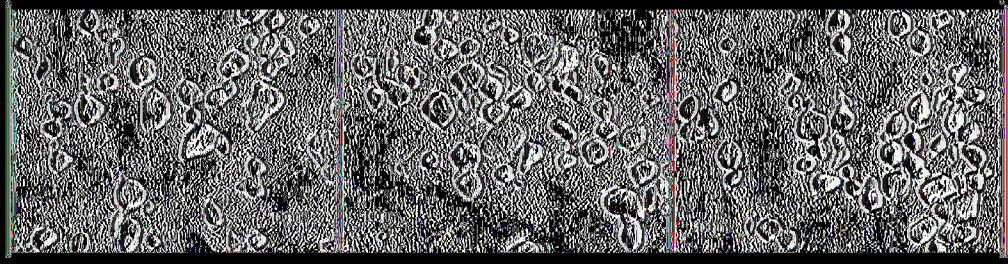
(圖34B)



(圖34C)

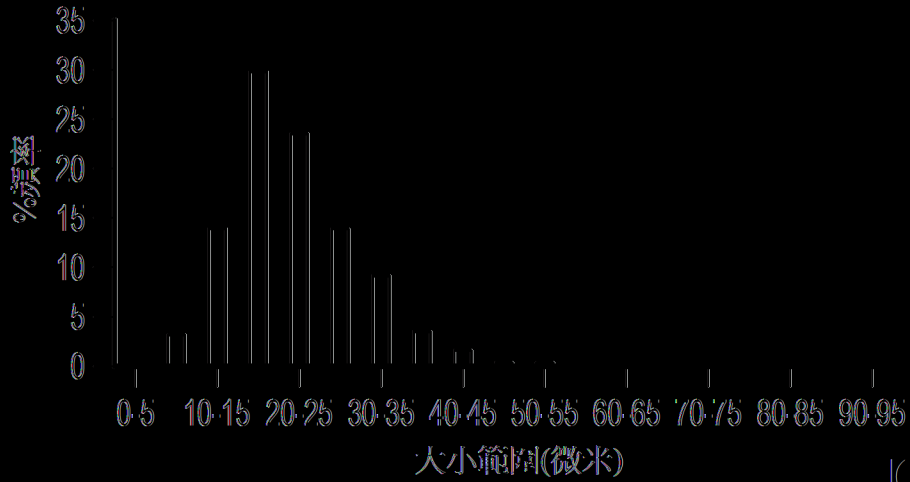


(圖34D)



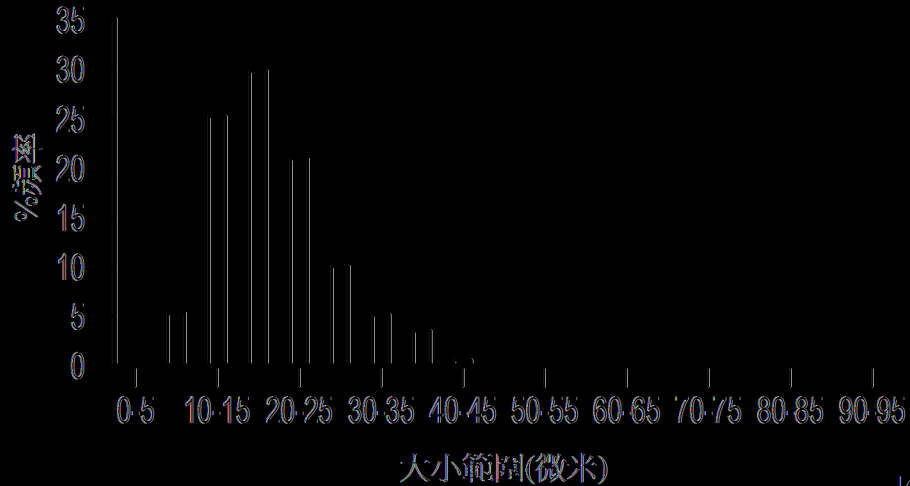
(圖34E)

速凍甜乳油1冰晶大小分佈



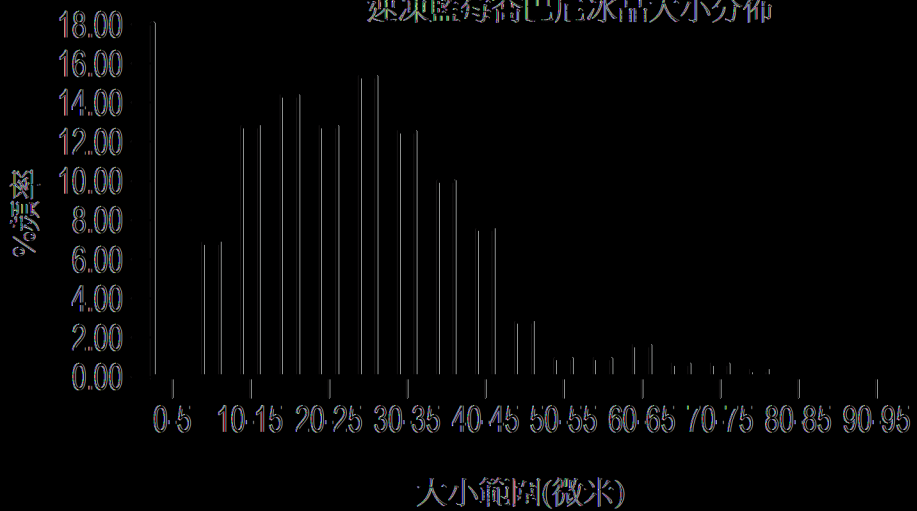
[(圖]35A)]

速凍甜乳油2冰晶大小分佈

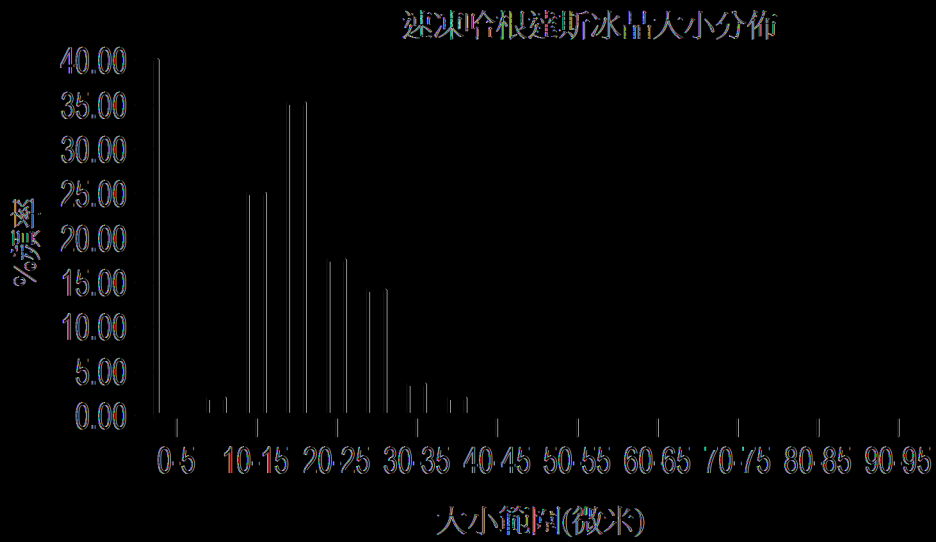


[(圖]35B)]

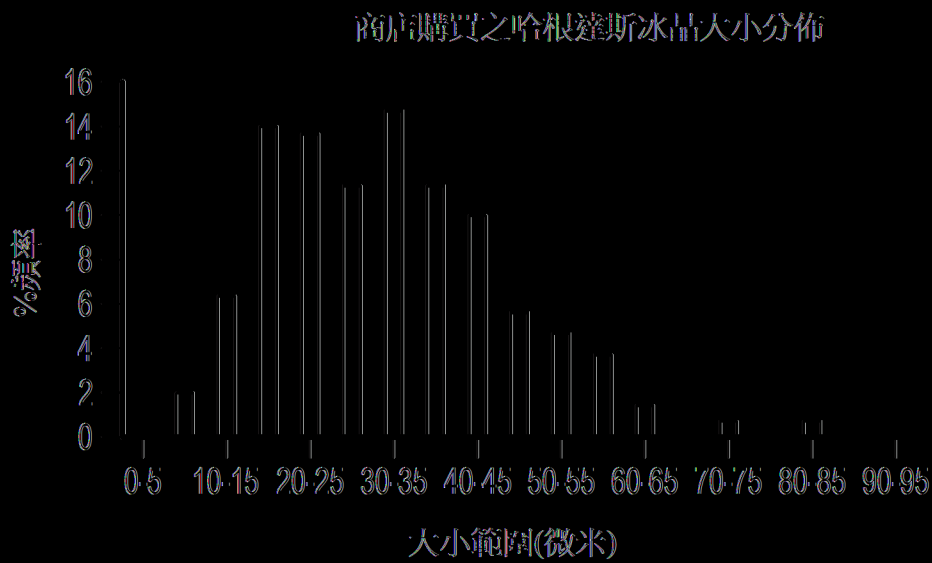
速凍藍莓喬巴兒冰晶大小分佈



[(圖]35C)]



(圖35D)



(圖35E)