



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201501787 A

(43) 公開日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 16 日

(21) 申請案號：103113123

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 04 月 10 日

(51) Int. Cl. : **B01J19/18 (2006.01)**

(30) 優先權：2013/05/01 美國 61/818,239

(71) 申請人：英威達技術有限公司 (盧森堡) INVISTA TECHNOLOGIES S.A.R.L. (LU)  
瑞士(72) 發明人：偉斯特 蓋瑞 R WEST, GARY R. (US)；佛斯特 當諾 J FOSTER, DONALD J.  
(CA)；米卡 湯瑪斯 A MICKA, THOMAS A. (US)；波音塞特 約翰 P  
POINSATTE, JOHN P. (US)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：14 共 53 頁

(54) 名稱

聚合物生產裝置之補強

RETROFIT OF POLYMER PRODUCTION APPARATUS

(57) 摘要

本發明揭示一種補強方法，其用於補強聚合物生產裝置以生產複數種聚合產物。該補強方法可包含改良現有主歧管以包括補強歧管及至少一個添加劑注射裝置。該補強方法亦可包含改良現有次級歧管以包括添加劑注射管線及與該次級歧管接觸之聚合物固化器。經補強之聚合物生產裝置自一個連續聚合反應器生產不同成品聚合產物。

Disclosed are retrofit processes for retrofitting a polymer production apparatus to produce a plurality of polymer products. The retrofit process may comprise modifying an existing primary manifold to include a retrofit manifold and at least one additive injection apparatus. The retrofit process may also comprise modifying an existing secondary manifold to include an additive injection line and a polymer solidifier in contact with the secondary manifold. The retrofitted polymer production apparatus produces varied finished polymer products from one continuous polymerization reactor.

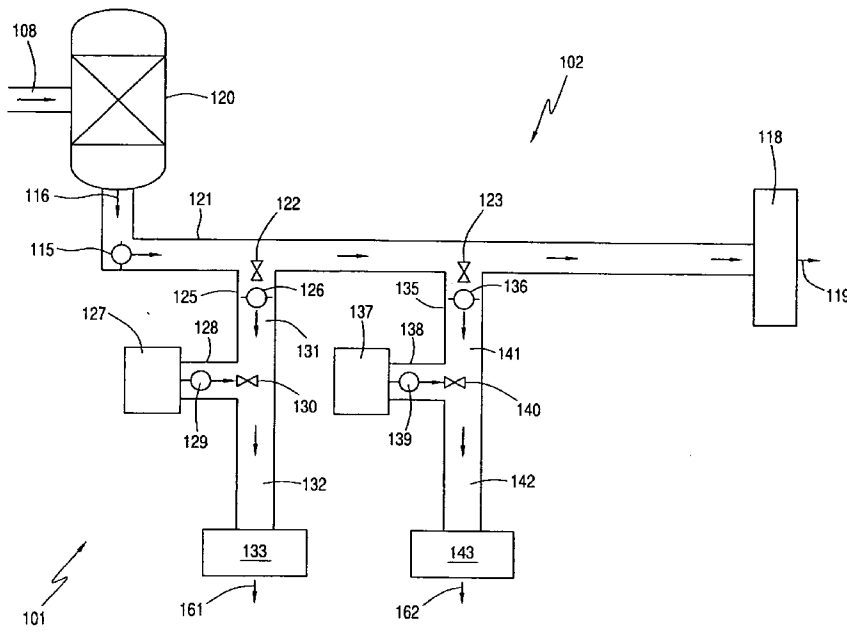


圖2

- 101 . . . 101
- 102 . . . 聚合物添加劑裝置
- 108 . . . 聚合物入口
- 115 . . . 主歧管泵
- 116 . . . 聚合物
- 118 . . . 聚合物固化器
- 119 . . . 成品聚合產物
- 120 . . . 聚合反應器
- 121 . . . 主歧管
- 122 . . . 主歧管閥
- 123 . . . 主歧管閥
- 125 . . . 次級歧管
- 126 . . . 次級歧管泵
- 127 . . . 添加劑注射儲存槽
- 128 . . . 添加劑注射管線
- 129 . . . 添加劑注射泵
- 130 . . . 添加劑注射閥
- 131 . . . 液體聚合物
- 132 . . . 添加劑
- 133 . . . 聚合物固化器
- 135 . . . 次級歧管
- 136 . . . 次級歧管泵
- 137 . . . 添加劑注射儲存槽
- 138 . . . 添加劑注射管線
- 139 . . . 添加劑注射泵
- 140 . . . 添加劑注射閥
- 141 . . . 液體聚合物

142 . . . 添加劑

143 . . . 聚合物固化  
器

161 . . . 成品聚合產  
物

162 . . . 成品聚合產  
物

201501787

## 發明摘要

※ 申請案號：103113123

※ 申請日：103.4.10.

※IPC 分類：B01J<sup>19</sup>/<sub>18</sub> (2006.01)

## 【發明名稱】

聚合物生產裝置之補強

RETROFIT OF POLYMER PRODUCTION APPARATUS

## 【中文】

本發明揭示一種補強方法，其用於補強聚合物生產裝置以生產複數種聚合產物。該補強方法可包含改良現有主歧管以包括補強歧管及至少一個添加劑注射裝置。該補強方法亦可包含改良現有次級歧管以包括添加劑注射管線及與該次級歧管接觸之聚合物固化器。經補強之聚合物生產裝置自一個連續聚合反應器生產不同成品聚合產物。

## 【英文】

Disclosed are retrofit processes for retrofitting a polymer production apparatus to produce a plurality of polymer products. The retrofit process may comprise modifying an existing primary manifold to include a retrofit manifold and at least one additive injection apparatus. The retrofit process may also comprise modifying an existing secondary manifold to include an additive injection line and a polymer solidifier in contact with the secondary manifold. The retrofitted polymer production apparatus produces varied finished polymer products from one continuous polymerization reactor.

**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：第（2）圖。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：

101	聚合加工
102	聚合物添加劑裝置
108	聚合物入口
115	主歧管泵
116	聚合物
118	聚合物固化器
119	成品聚合產物
120	聚合反應器
121	主歧管
122	主歧管閥
123	主歧管閥
125	次級歧管
126	次級歧管泵
127	添加劑注射儲存槽
128	添加劑注射管線
129	添加劑注射泵
130	添加劑注射閥
131	液體聚合物
132	添加劑
133	聚合物固化器
135	次級歧管
136	次級歧管泵
137	添加劑注射儲存槽

- 138 添加劑注射管線
- 139 添加劑注射泵
- 140 添加劑注射閥
- 141 液體聚合物
- 142 添加劑
- 143 聚合物固化器
- 161 成品聚合產物
- 162 成品聚合產物

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】

聚合物生產裝置之補強

RETROFIT OF POLYMER PRODUCTION APPARATUS

## 相關申請案之交叉引用

本申請案主張2013年5月1日申請之美國申請案第61/818,239號之優先權，該案之全部內容及揭示內容併入本文中。

## 【技術領域】

本發明係針對用於補強現有聚合物生產裝置以自一個連續聚合裝置生產複數種聚合產物之方法。特定言之，本發明係針對補強現有聚合物生產裝置以製造複數種聚合產物之方法，其藉由允許使用添加劑注射裝置向液體聚合物之不同部分中注射不同添加劑來進行。

## 【先前技術】

此項技術中已知多種聚合物，其用於製備成型物品，諸如膜、絲管、帶及類似形狀。將通常製成固體晶片形式之聚合物熔融及擠壓成該等物品。一種重要類別之聚合物包括聚醯胺，其通常用於織物、服裝、封裝、輪胎增強材料、地毯、用於模製汽車部件之工程熱塑性塑膠、電子設備、運動用品，及許多工業應用。脂族聚醯胺亦稱為尼龍，其可由二羧酸及二胺，諸如二羧酸及二胺之鹽溶液製造。尼龍為用於需要特殊耐久性、耐熱性及韌性之塑膠及纖維應用之高效能材料。

然而，製備該等聚合物之加工過程中已遭遇許多挑戰。舉例而言，當成型物品由熔融聚六亞甲基己二醯胺(「尼龍6,6」)製造時，已知聚醯胺會在將聚醯胺維持於熔融狀態之高溫下分解。分解使擠壓成

型物品變色且傾向於對物品之物理特性產生非所要作用。已提議使用添加至熔融聚合物之熱穩定添加劑來解決此問題，例如美國專利第3,121,763號。

亦已提議向熔融聚合物中併入其他添加劑。美國專利第3,824,207號提議向單體之反應物料中注射顏料產生著色高分子量聚醯胺。Carothers等人，美國專利第2,119,584號表明既定量之聚醯胺水溶液需要向大致溶解全部量之二胺及二羧酸形成的溶液中添加改質劑。改質劑包括黏度穩定劑、塑化劑、退光劑、顏料及染料。

然而，向聚合物中併入添加劑之此前提議方法仍存在挑戰。舉例而言，如WO 99/10408中所示，在反應器上游向聚醯胺聚合加工中注射添加劑可能使添加劑分解。

此外，向聚醯胺聚合加工之多個階段引入添加劑，尤其在聚合反應器上游引入，可在製造滿足所要技術要求之產品時產生顯著延時。添加劑可使用多種方法併入至聚合產物中，諸如以物理方式混合添加劑與聚合尼龍6,6、使尼龍6,6丸粒與粉末狀添加劑一起表面翻滾，或向熔融擠壓機中以物理方式併入添加劑。

製造商需要由單個聚合加工及裝置製造多種尼龍級別。前驅鹽溶液可包含水及己二酸六亞甲基二銨鹽。前驅鹽溶液可蒸發及加熱產生聚合物。在聚合之前向諸如鹽溶液、蒸發器或在連續聚合反應器入口處注射添加劑封裝會限制可撓性。舉例而言，全部所得聚合物含有注射至鹽溶液中之添加劑，且因此阻止操作員製造複數種聚合產物。此外，為了改變添加劑及聚合產物，需要大量時間來切換過程及製造具有不同添加劑之各別鹽溶液。

相反地，向連續聚合加工之流出物中注射添加劑存在許多技術問題。首先，難以使添加劑連貫且均勻地分佈於聚合物主體中。此外，習知注射閥傾向於堵塞。此外，在反應器下游注射添加劑可引起

添加劑降解。

因此，需要補強現有聚合裝置之方法，以允許由一種連續聚合加工製造多種聚合產物。

### 【發明內容】

在一第一實施例中，本發明係針對一種用於補強聚合物生產裝置之方法，其包含：a)提供具有兩個開口之主歧管，第一開口用於連接至聚合反應器且第二開口用於連接至主固化器，及用於將液體聚合物自聚合反應器引導至主固化器之管道；b)用具有包括第一歧管閥及第二歧管閥之複數個歧管閥的補強歧管取代位於該第二開口上游之該主歧管的一部分；c)將第一添加劑注射裝置連接至該第一歧管閥；d)將該液體聚合物之第一部分自該補強歧管引導至該第一添加劑注射裝置；及e)將第一添加劑注射至該液體聚合物之該第一部分中以產生包含該第一添加劑之第一成品聚合產物，其中該第一添加劑注射裝置包含次級歧管、至少一個連接於該次級歧管之添加劑注射管線，及在該至少一個添加劑注射管線下游與該次級歧管流體連通之聚合物固化器。補強歧管可包含用於連接至主固化器之開口。補強歧管可包含用於連接至聚合反應器之開口。補強方法可進一步包含至少一個用於將該補強歧管緊固於該主歧管之連接管。補強方法可進一步包含在該至少一個連接管與該主歧管之間安置墊圈，在該主歧管與該補強歧管之間形成實質上氣密連接。補強方法可進一步包含將該補強歧管焊接於該主歧管。該補強歧管可具有與主歧管實質上類似之內徑。補強歧管之實質上所有部分可由不鏽鋼構成。第一及第二歧管閥可為交叉桿注射閥、二通閥、三通閥、導流閥或其組合。複數個歧管閥可包含2至10個歧管閥。次級歧管可包含在第一歧管閥下游且在至少一個添加劑注射管線上游之泵。主歧管之壓力可為10 MPa至31 MPa。補強歧管內之壓力可與主歧管內之壓力實質上類似。第一添加劑可選自由以下

組成之群：熱穩定劑、消泡劑、玻璃纖維、潤滑劑、共聚物、催化劑、阻燃劑、塑化劑、抗衝擊改質劑、填充劑、改變最終平衡之化合物及其混合物。第一添加劑注射裝置可包含2至10個添加劑注射管線。至少一個添加劑注射管線可包含靜態混合器。第一添加劑注射裝置可包含用於連接至少一個添加劑注射管線與次級歧管之添加劑注射閥。當添加劑注射閥打開時，至少一個添加劑注射管線可加壓至比次級歧管壓力高的壓力。添加劑注射閥的實質上所有部分以及第一及第二歧管閥中之每一者可由不鏽鋼構成。添加劑注射閥可為交叉桿注射閥、二通閥、三通閥、導流閥或其組合。補強方法可進一步包含：f) 將第二添加劑注射裝置連接至第二歧管閥；g) 將液體聚合物之第二部分自補強歧管引導至第二添加劑注射裝置；及h) 向液體聚合物之第二部分中注射第二添加劑以製造包含第二添加劑之第二成品聚合產物。第二添加劑可選自由以下組成之群：熱穩定劑、消泡劑、玻璃纖維、潤滑劑、共聚物、催化劑、阻燃劑、塑化劑、抗衝擊改質劑、填充劑、改變最終平衡之化合物及其混合物。第一添加劑與第二添加劑可不同。補強方法可進一步包含縮合二羧酸與二胺形成液體聚合物。二羧酸可選自由以下組成之群：乙二酸、丙二酸、丁二酸、戊二酸、庚二酸、己二酸、辛二酸、壬二酸、癸二酸、十一烷二酸、十二烷二酸、順丁烯二酸、戊烯二酸、癒傷酸及黏康酸、1,2-或1,3-環己烷二甲酸、1,2-或1,3-苯二乙酸、1,2-或1,3-環己烷二乙酸、間苯二甲酸、對苯二甲酸、4,4'-氧基雙苯甲酸、4,4'-二苯甲酮二甲酸、2,6-萘二甲酸、對第三丁基間苯二甲酸及2,5-呋喃二甲酸，及其混合物。在一個實施例中，二羧酸為己二酸。二胺可選自由以下組成之群：乙醇二胺、三亞甲基二胺、腐胺、屍胺、六亞甲基二胺、2-甲基五亞甲基二胺、七亞甲基二胺、2-甲基六亞甲基二胺、3-甲基六亞甲基二胺、2,2-二甲基五亞甲基二胺、八亞甲基二胺、2,5-二甲基六亞甲基二

胺、九亞甲基二胺、2,2,4-及2,4,4-三甲基六亞甲基二胺、十亞甲基二胺、5-甲基壬二胺、異佛爾酮二胺、十一亞甲基二胺、十二亞甲基二胺、2,2,7,7-四甲基八亞甲基二胺、雙(對胺基環己基)甲烷、雙(胺基甲基)降莖烷、視情況經一或多個C<sub>1</sub>至C<sub>4</sub>烷基取代之C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>脂族二胺、脂族聚醚二胺及呋喃二胺，諸如2,5-雙(胺基甲基)呋喃，及其混合物。在一個實施例中，二胺為六亞甲基二胺。在一些實施例中，二羧酸及二胺為己二酸及六亞甲基二胺。

在一第二實施例中，本發明係針對一種用於補強聚合物生產裝置之方法，其包含：a)提供具有兩個開口之主歧管，第一開口用於連接至聚合反應器且第二開口用於連接至主固化器，及用於將液體聚合物自聚合反應器引導至主固化器之管道；b)將主歧管之一部分置於第二開口之上游，其中補強歧管具有複數個歧管閥，包括第一歧管閥及第二歧管閥；c)將第一添加劑注射裝置連接至第一歧管閥；d)將液體聚合物之第一部分自補強歧管引導至第一添加劑注射裝置；e)將第一添加劑注射至液體聚合物之第一部分中以產生包含第一添加劑之第一成品聚合產物；f)將第二添加劑注射裝置連接至第二歧管閥；g)將液體聚合物之第二部分自補強歧管引導至第二添加劑注射裝置；及h)將第二添加劑注射至液體聚合物之第二部分產生包含第二添加劑之第二成品聚合產物，其中第一及第二添加劑注射裝置各包含次級歧管、至少一個連接於該次級歧管之添加劑注射管線，及在該至少一個添加劑注射管線下游與該次級歧管流體連通之聚合物固化器。

在一第三實施例中，本發明係針對一種用於補強聚合物生產裝置之方法，其包含：a)提供用於將液體聚合物自聚合反應器引導至主固化器之主歧管，該主歧管具有至少一個用於在主固化器上游向主歧管中注射添加劑之次級歧管；b)將聚合物固化器連接至該至少一個次級歧管；c)在聚合物固化器上游，將至少一個添加劑注射管線連接至

該至少一個次級歧管；d)將液體聚合物之第一部分自主歧管引導至至少一個次級歧管；及e)經至少一個添加劑注射管線向液體聚合物之第一部分中注射第一添加劑，產生包含第一添加劑之第一成品聚合產物。在液體聚合物之第一部分引導至至少一個次級歧管之後，可不向主歧管中添加第一添加劑。聚合物固化器可直接連接至至少一個次級歧管且聚合物固化器不直接連接至主歧管。補強方法可進一步包含歧管閥用於調節自主歧管至至少一個次級歧管之液體聚合物之第一部分的流量。歧管閥可為耐堵塞注射閥。歧管閥可為交叉桿注射閥、二通閥、三通閥、導流閥或其組合。歧管閥之實質上所有部分可由不鏽鋼構成。補強方法可進一步包含重複步驟c)以將2至10個添加劑注射管線連接至至少一個次級歧管。至少一個添加劑注射管線可包含靜態混合器。補強方法可進一步包含添加劑注射閥，用於連接至少一個添加劑注射管線與至少一個次級歧管。添加劑注射閥可為耐堵塞注射閥。添加劑注射閥可為交叉桿注射閥、二通閥、三通閥、導流閥或其組合。補強方法可進一步包含在歧管閥下游且在添加劑注射閥上游在至少一個次級歧管中添加至少一個泵。主歧管可包含壓力控制器，將主歧管內之壓力維持於10 MPa至31 MPa。至少一個次級歧管可包含壓力控制器，將至少一個次級歧管內之壓力維持於10 MPa至28 MPa。聚合反應器可藉由使二羧酸與二胺縮合製造液體聚合物。二羧酸可選自由以下組成之群：乙二酸、丙二酸、丁二酸、戊二酸、庚二酸、己二酸、辛二酸、壬二酸、癸二酸、十一烷二酸、十二烷二酸、順丁烯二酸、戊烯二酸、癒傷酸及黏康酸、1,2-或1,3-環己烷二甲酸、1,2-或1,3-苯二乙酸、1,2-或1,3-環己烷二乙酸、間苯二甲酸、對苯二甲酸、4,4'-氧基雙苯甲酸、4,4'-二苯甲酮二甲酸、2,6-萘二甲酸、對第三丁基間苯二甲酸及2,5-呋喃二甲酸，及其混合物。在一個實施例中，二羧酸為己二酸。二胺可選自由以下組成之群：乙醇二胺、三亞甲基二

胺、腐胺、屍胺、六亞甲基二胺、2-甲基五亞甲基二胺、七亞甲基二胺、2-甲基六亞甲基二胺、3-甲基六亞甲基二胺、2,2-二甲基五亞甲基二胺、八亞甲基二胺、2,5-二甲基六亞甲基二胺、九亞甲基二胺、2,2,4-及2,4,4-三甲基六亞甲基二胺、十亞甲基二胺、5-甲基壬二胺、異佛爾酮二胺、十一亞甲基二胺、十二亞甲基二胺、2,2,7,7-四甲基八亞甲基二胺、雙(對胺基環己基)甲烷、雙(胺基甲基)降莖烷、視情況經一或多個C<sub>1</sub>至C<sub>4</sub>烷基取代之C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>脂族二胺、脂族聚醚二胺及呋喃二胺，諸如2,5-雙(胺基甲基)呋喃，及其混合物。在一個實施例中，二胺為六亞甲基二胺。在一些實施例中，二羧酸及二胺為己二酸及六亞甲基二胺。第一添加劑可包含熱穩定劑、消泡劑、玻璃纖維、潤滑劑、共聚物、催化劑、阻燃劑、塑化劑、抗衝擊改質劑、填充劑及/或改變最終平衡之化合物。

在一第四實施例中，本發明係針對一種用於補強聚合物生產裝置之方法，其包含：a)提供用於將液體聚合物自聚合反應器引導至主固化器之主歧管，該主歧管具有至少一個用於在主固化器上游向主歧管中注射添加劑之次級歧管；b)將聚合物固化器連接至至少一個次級歧管；c)在聚合物固化器上游，將至少一個添加劑注射管線連接至至少一個次級歧管；d)將主歧管之一部分置於主固化器之上游，其中補強歧管具有複數個歧管閥；e)將第一添加劑注射裝置連接至補強歧管閥；f)將液體聚合物之第一部分自主歧管引導至至少一個次級歧管；g)經至少一個添加劑注射管線向液體聚合物之第一部分中注射第一添加劑，產生包含第一添加劑之第一成品聚合產物，將第一成品聚合產物引導至聚合物固化器；h)將液體聚合物之第二部分自補強歧管引導至第一添加劑注射裝置；及i)將第二添加劑注射至液體聚合物之第二部分產生包含第二添加劑之第二成品聚合產物。

#### 【圖式簡單說明】

本發明之態樣用以下圖式示意性說明，其中：

圖1為用於製備聚醯胺聚合物之習知裝置。

圖2為本發明之一個實施例的包含兩個添加劑注射裝置之聚合物添加劑裝置的示意圖。

圖3為本發明之一個實施例的包含三個添加劑注射裝置之聚合物添加劑裝置的示意圖。

圖4為圖3之聚合物添加劑裝置的示意圖，其中添加劑注射裝置之一個歧管閥根據本發明之一個實施例關閉。

圖5為本發明之一個實施例的除添加劑注射裝置外具有兩個添加劑注射管線之聚合物添加劑裝置的示意圖。

圖6A為根據本發明之一實施例使用的交叉桿聚合物閥之側視圖。

圖6B為根據本發明之一實施例使用的圖6A之交叉桿聚合物閥之一部分的側視圖。

圖7為根據本發明之一實施例使用的允許流過一個出口之I型聚合物閥之側視圖。

圖8為根據本發明之一實施例使用的允許流過兩個出口之I型聚合物閥之側視圖。

圖9為根據本發明之一實施例使用的允許流過一個出口之I型聚合物閥之側視圖。

圖10為根據本發明之一實施例使用的不允許流過閥之II型聚合物閥之側視圖。

圖11為根據本發明之一實施例使用的處於注射位置之導流聚合物閥之側視圖。

圖12為根據本發明之一實施例使用的處於導流位置之導流聚合物閥之側視圖。

圖13為可根據本發明之一實施例用聚合物添加劑裝置補強的聚合加工之示意圖。

圖14為可根據本發明之一實施例用聚合物添加劑裝置補強的聚合加工之示意圖。

### 【實施方式】

本文所用之術語僅出於描述特定實施例之目的且不欲對本發明進行限制。如本文所用，除非上下文另外明確指出，否則單數形式「一」及「該」意欲亦包括複數形式。應進一步理解，術語「包含」在用於本說明書中時規定存在所述特徵、整數、步驟、操作、元件及/或組件，但並不排除存在或添加一或多種其他特徵、整數、步驟、操作、元件群組、組件、及/或其群組。

諸如「包括」、「包含」、「具有」、「含有」或「涉及」及其變化形式之用語欲為廣泛的且涵蓋下文所列之標的物以及等效物，及未陳述之額外標的物。此外，當組合物、元件群組、加工或方法步驟，或任何其他表述前冠以傳統片語「包含」、「包括」或「含有」時，應理解本文亦涵蓋與冠在組合物、元件群組、加工或方法步驟或任何其他表述之敘述前的慣用片語「基本上由...組成」、「由...組成」或「選自由...組成之群」相同的組合物、元件群組、加工或方法步驟或任何其他表述。

若適當，則申請專利範圍中相應結構、材料、動作及所有構件或步加功能元件之等效物欲包括用於如特定主張與其他所主張元件組合執行功能的任何結構、材料或動作。已為說明及描述之目的提交本發明之描述，但其不欲為詳盡的或將本發明限於所揭示形式。許多修正及變化對一般技術者將顯而易知而不悖離本發明之範疇及精神。選擇及描述所述實施例以對本發明原理及實際應用作出最佳解釋，且使其他一般技術者能夠理解本發明之多個實施例，以及適於預期之特定

用途的多種修正。因此，儘管已根據實施例對本發明進行描述，但熟習此項技術者將瞭解可使用修正實施本發明且在隨附申請專利範圍之精神及範疇內。

現將詳細參考某些所揭示標的物。儘管將結合所列舉申請專利範圍描述所揭示之標的物，但應理解其不欲將所揭示之標的物限制於彼等申請專利範圍。反之，所揭示之標的物欲涵蓋所有替代、修正及等效物，其可包括於如申請專利範圍所定義的本發明揭示之標的物的範疇內。

## 引言

本發明係針對用本文所述之聚合物添加劑裝置補強現有聚合物生產裝置之方法。本發明亦係針對聚合物添加劑裝置及使用聚合物添加劑裝置製造複數種聚合產物之方法。聚合物添加劑裝置與包含連續聚合反應器之聚合裝置流體連通。聚合裝置亦可含有閃蒸器及對聚合物進行調整(例如調整分子量)之容器或槽。聚合物添加劑裝置包含主歧管及至少一個添加劑注射裝置，例如至少兩個添加劑注射裝置。主歧管為將液體聚合物自聚合裝置，通過聚合反應器排放管線或閃蒸器饋入管線引導之分配管線。在一個實施例中，主歧管將液體聚合物分配至與主歧管接觸之聚合物加工機，例如聚合物固化器。主歧管可包含用於控制進入添加劑注射裝置中之液體聚合物之流量的主歧管閥。

添加劑注射裝置包含可攜帶至少一部分液體聚合物之次級歧管。次級歧管可與至少一個添加劑注射管線接觸，其用於向次級歧管饋入添加劑與液體聚合物組合。該方法可連續操作且在允許由一種連續方法製造一種以上聚合產物方面佔優勢。一般而言，該方法包括形成液體聚合物、自聚合裝置移出液體聚合物且將液體聚合物之至少兩個部分引導至各別添加劑注射裝置產生不同聚合產物。

本發明提出優於先前技術之重大改良，因為其允許生產力、產

量及液體聚合物之速率最大化，同時亦允許特製最終產物。舉例而言，液體聚醯胺可分離成部分且各部分可與不同添加劑組合。第一部分可與阻燃劑添加劑組合，第二部分可與顏料組合，且第三部分可與熱穩定劑組合。因此，由一種液體聚醯胺製備三種聚醯胺產物。在另一實例中，液體聚合物之第一部分自主歧管送至聚合物加工機，形成主要成品聚合產物，而另一部分送至添加劑注射裝置形成包含添加劑之成品聚合產物。此外，本發明有利，因為其減少聚合裝置設備中可能由添加劑累積引起之污染。因為添加劑可在聚合物離開聚合裝置後添加，所以聚合裝置無需暴露於添加劑。

本發明亦包括控制添加劑注射管線壓力，使其在添加劑閥打開時高於次級歧管壓力。藉由使用適當注射閥控制壓力，該等注射閥能夠防止聚合物在添加劑流切斷時流回添加劑注射管路。在無壓力控制存在下，溫度可能受影響且注射閥及管路將需要伴熱，因為溫度降低將使聚合物固化且堵塞裝置。

本發明藉由向製造商提供用包含單個聚合反應器之單個聚合裝置製造複數種聚合產物之靈活性來克服此缺陷。視既定工廠或操作員要求而定，連續聚合反應器可同時或每次製造多種產物。本發明避免與向主歧管中引入添加劑有關之問題。該裝置亦使能夠在相對於先前存在之裝置及方法極短的時間內製造滿足既定聚醯胺產品技術要求之聚醯胺。可在利用一個聚合反應器且與一或多個添加劑注射裝置組合之單個聚合裝置中製造的不同產物數目僅受經濟情況限制。本發明之方法亦可升級以提供交付多種聚合產物之靈活性。

### **液體聚合物及其製備**

如上文所述，通過歧管自聚合裝置移出液體聚合物。自聚合裝置移出之液體聚合物可不含添加劑。在另一實施例中，自聚合裝置移出之液體聚合物可包含添加劑。然而，液體聚合物組合物自聚合裝置

移出後，當液體聚合物在主歧管中時不向其中添加添加劑。液體聚合物可為液體形式之任何聚合物，包括熔融聚合物或可流動形式之聚合物。對本發明而言，當聚合物在聚合反應器溫度下為液體形式時，其為液體聚合物。例示性液體聚合物可包括聚醯胺、聚烯烴、聚胺基甲酸酯、聚酯、聚苯乙烯及聚碳酸酯。在較佳實施例中，本發明係針對製造聚醯胺。

本發明方法中所用之聚醯胺可獲自單個單體，或兩種或兩種以上不同單體之混合物，諸如二羧酸及二胺，其最初反應形成聚(六亞甲基己二醯胺)。因此，在聚(六亞甲基己二醯胺)之情形中，主要單體為六亞甲基二胺及己二酸。此類衍生自兩種不同單體之聚醯胺一般使用藉由在諸如水之溶劑中混合化學計量量之二羧酸與二胺獲得之溶液製造。在一個實施例中，己二酸與六亞甲基二胺之莫耳比可為0.8:1至1.2:1範圍內之比率。一般藉由蒸發除去水濃縮鹽溶液。藉由在高溫及高壓下加熱該鹽溶液蒸發除去水，同時避免形成任何固體相以避免混合物固化，獲得聚醯胺。己二酸對於六亞甲基二胺之相對莫耳量可視所要最終產物變化。

在一些實施例中，液體聚合物可為二羧酸單體與二胺單體之縮合產物。

適於本發明之二羧酸係選自由以下組成之群：乙二酸、丙二酸、丁二酸、戊二酸、庚二酸、己二酸、辛二酸、壬二酸、癸二酸、十一烷二酸、十二烷二酸、順丁烯二酸、戊烯二酸、癒傷酸及黏康酸、1,2-或1,3-環己烷二甲酸、1,2-或1,3-苯二乙酸、1,2-或1,3-環己烷二乙酸、間苯二甲酸、對苯二甲酸、4,4'-氧基雙苯甲酸、4,4'-二苯甲酮二甲酸、2,6-萘二羧酸、對第三丁基間苯二甲酸及2,5-呋喃二甲酸，及其混合物。在一個實施例中，二羧酸單體包含至少80%己二酸，例如至少95%己二酸。

己二酸(AA)為最佳二羧酸且以粉末形式使用。AA一般以含有極低量雜質之純形式獲得。典型雜質包括小於60 ppm之其他酸(一元酸及較少二元酸)、含氮材料、諸如鐵之痕量金屬(小於2 ppm)及其他重金屬(小於10 ppm)、砷(小於3 ppm)及烴油(小於10 ppm)。

適於本發明之二胺係選自由以下組成之群：乙醇二胺、三亞甲基二胺、腐胺、屍胺、六亞甲基二胺、2-甲基五亞甲基二胺、七亞甲基二胺、2-甲基六亞甲基二胺、3-甲基六亞甲基二胺、2,2-二甲基五亞甲基二胺、八亞甲基二胺、2,5-二甲基六亞甲基二胺、九亞甲基二胺、2,2,4-及2,4,4-三甲基六亞甲基二胺、十亞甲基二胺、5-甲基壬二胺、異佛爾酮二胺、十一亞甲基二胺、十二亞甲基二胺、2,2,7,7-四甲基八亞甲基二胺、雙(對胺基環己基)甲烷、雙(胺基甲基)降莖烷、視情況經一或多個C<sub>1</sub>至C<sub>4</sub>烷基取代之C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>脂族二胺、脂族聚醚二胺及呋喃二胺，諸如2,5-雙(胺基甲基)呋喃，及其混合物。所選二胺之沸點可高於二羧酸，且二胺較佳並非苯二甲胺。在一個實施例中，二胺單體包含至少80%六亞甲基二胺，例如至少95%六亞甲基二胺。六亞甲基二胺(HMD)最常用於製備尼龍6,6。HMD在約42°C下固化，且通常添加水來抑制此熔融溫度且簡化處理。因此，HMD以濃溶液形式市售，例如80重量%至100重量%或92重量%至98重量%。

在下文之描述中，術語己二酸(AA)及六亞甲基二胺(HMD)將用於表示二羧酸及二胺。然而，此方法亦適用於上文指示之其他二羧酸及其他二胺。此外，在下文描述中，術語尼龍6,6及聚醯胺將用於表示液體聚合物。然而，此方法亦適用於如上文所示之其他液體聚合物。

除了僅基於二羧酸及二胺之聚醯胺之外，有時宜併入其他單體。當以小於20重量%，例如小於15重量%之比例添加時，可向尼龍鹽溶液中添加此等單體而不悖離本發明。該第三起始物質可包括單官

能羧酸，諸如甲酸、乙酸、丙酸、丁酸、戊酸、苯甲酸、己酸、庚酸、辛酸、壬酸、癸酸、十一烷酸、月桂酸、肉豆蔻酸、肉豆蔻油酸、棕櫚酸、棕櫚油酸、十六碳烯酸、硬脂酸、油酸、反油酸、異油酸、亞油酸、芥酸及其類似酸。此等亦可包括內醯胺，諸如 $\alpha$ -乙內醯胺、 $\alpha$ -丙內醯胺、 $\beta$ -丙內醯胺、 $\gamma$ -丁內醯胺、 $\delta$ -戊內醯胺、 $\gamma$ -戊內醯胺、己內醯胺及其類似內醯胺。此等亦可包括內酯，諸如 $\alpha$ -乙內酯、 $\alpha$ -丙內酯、 $\beta$ -丙內酯、 $\gamma$ -丁內酯、 $\delta$ -戊內酯、 $\gamma$ -戊內酯、己內酯及其類似內酯。此等可包括雙官能醇，諸如單乙二醇、二乙二醇、1,2-丙二醇、1,3-丙二醇、二丙二醇、1,2-丁二醇、1,3-丁二醇、1,4-丁二醇、2,3-丁二醇、1,2-戊二醇、1,5-戊二醇、2-乙基己烷-1,3-二醇(ethohexadiol)、對甲烷-3,8-二醇、2-甲基-2,4-戊二醇、1,6-己二醇、1,7-庚二醇及1,8-辛二醇。諸如丙三醇、三羥甲基丙烷、三乙醇胺及其類似物之較高官能性分子亦適用。亦可選擇適合羥胺，諸如乙醇胺、二乙醇胺、3-胺基-1-丙醇、1-胺基-2-丙醇、4-胺基-1-丁醇、3-胺基-1-丁醇、2-胺基-1-丁醇、4-胺基-2-丁醇、戊醇胺、己醇胺及其類似物。應理解，亦可利用任何此等單體之摻合物而不悖離本發明。

本發明實施例中可使用許多添加劑。此等添加劑可使用本發明之添加劑注射管線注射。較佳地，此允許將添加劑併入至一部分液體聚合物中。添加劑可包括熱穩定劑，諸如銅鹽、碘化鉀或此項技術中已知之其他抗氧化劑中之任一者。該等添加劑亦可包括聚合催化劑，諸如金屬氧化物、酸性化合物、氧合含磷化合物之金屬鹽或此項技術中已知之其他添加劑。添加劑亦可為消光劑及著色劑，諸如二氧化鈦、碳黑或此項技術中已知之其他顏料、染料及著色劑。所用添加劑可包括消泡劑，諸如二氧化矽分散液、聚矽氧共聚物或此項技術中已知之其他消泡劑。可使用潤滑劑酸，諸如硬脂酸鋅、硬脂基芥酸醯胺、硬脂醇、二硬脂酸鋁、伸乙基雙硬脂醯胺或此項技術中已知之其

他聚合物潤滑劑。混合物中可包括晶核生成劑，諸如煙霧狀二氧化矽或氧化鋁、二硫化鋁、滑石、石墨、氟化鈣、苯基亞膦酸鹽或此項技術中已知之其他酸。亦可在固化之前，向熔融不平衡混合物中添加此項技術中已知之其他常見添加劑，諸如阻燃劑、塑化劑、抗衝擊改質劑及一些類型之填充劑。應理解，亦可利用此等添加劑中任一者之摻合物而不違反本文揭示之實施例的基本原則。在一個實施例中，添加劑及其摻合物包括(但不限於)銅塑化劑、退光劑、顏料、染料、基於銅之穩定劑、包括無色顏料之顏料、玻璃、玻璃纖維、潤滑劑、諸如尼龍6、尼龍6,10及尼龍6,12之共聚物、催化劑以及改變最終平衡(例如最終胺)之化合物。在一些實施例中，添加劑以母料形式提供。在一些態樣中，相同添加劑可注射至多個注射管線，但可與另一添加劑組合，以不同量或其組合添加。

本文所述之聚合產物可包含0.1重量%至20重量%添加劑，例如0.5重量%至20重量%，1重量%至20重量%，1重量%至15重量%或1重量%至10重量%添加劑。視待向液體聚合物之部分中添加的添加劑及量而定，添加劑可維持於40°C至300°C，例如50°C至270°C，60°C至250°C或80°C至220°C之溫度下。應理解，調整添加劑之量及添加劑之溫度以維持流過裝置之聚合物。因此，添加劑之溫度可低於40°C，諸如在環境溫度下。聚合產物之分子量可為10,000至50,000道爾頓，諸如12,000至45,000道爾頓或10,000至20,000道爾頓。

液體聚合物可由聚合物鹽溶液製備，諸如尼龍鹽溶液或已進行水移除(例如蒸發)之尼龍鹽。可根據目標鹽含量及二羧酸(例如AA)比二胺(例如HMD)之目標莫耳比製造尼龍鹽溶液。可藉由量測尼龍鹽溶液之pH計算目標莫耳比。可在連續攪拌槽反應器(CSTR)中，藉由將AA粉末饋入至CSTR及藉由向CSTR中各別地饋入HMD及水(單獨或組合)形成尼龍鹽溶液。AA粉末可基於體積或基於重量饋入至CSTR

中。由於需要形成相對於目標鹽含量及pH具有低可變性之尼龍鹽溶液，可基於重量使用重量損失饋入器計量AA粉末。已發現使用重量損失饋入器計量AA粉末導致尼龍鹽溶液中目標鹽濃度及pH之較低可變性，因為AA粉末之容積密度可極大變化。在本發明之一例示性實施例中，低可變饋入速率相對於目標饋入速率之變化可小於±5%。可接受之重量損失饋入器可包括Acrison Models 402/404、403、405、406及407；Merrick Model 570；K-Tron Models KT20、T35、T60、T80、S60、S100及S500；及Brabender FlexWall®Plus及FlexWall®Classic。

### 聚合物添加劑方法

圖1中顯示製備具有添加劑之聚合物的先前技術方法。聚合加工1包含在儲存槽5中儲存預聚物溶液，亦稱為聚合物鹽溶液。當製造足夠聚合物鹽溶液時，或當另外需要形成聚合物時，聚合物鹽溶液通過蒸發器7，經管線6轉移形成聚合物鹽，其接著經聚合入口8轉移至聚合反應器20。聚合物16自反應器20移出且送至固化器18以製造成品聚合產物119。需要時，可在聚合加工100之兩個不同部分添加添加劑。在一個實施例中，經管線11向儲存槽5中添加添加劑9。在另一實施例中，當聚合物鹽溶液通向聚合反應器20時，添加劑9經管線12添加至管線6。在另一實施例(未圖示)中，向液體聚合物16中添加添加劑9。在另一實施例中，除添加劑9之外或代替添加劑9，經管線14向液體聚合物16中添加添加劑13。然而，當在反應器20中連續製造液體聚合物時，此等方法中之每一者製造一種聚合產物。

本發明聚合加工101顯示於圖2、圖3及圖4中且包括聚合物添加劑裝置102。聚合加工101包含聚合物鹽儲存槽105、蒸發器107、轉移管線106、聚合反應器120及聚合物入口108。聚合物入口108包含聚合物鹽及添加以調整聚合物鹽之化學計量的任何單體，該入口將聚合物

鹽饋入至聚合反應器**120**中。聚合物鹽可視情況包含如上文所述之添加劑。聚合物鹽在連續聚合反應器**120**中，在縮合反應中聚合形成聚合物**116**。聚合物**116**自聚合反應器**120**移入主歧管**121**中，通過泵**115**且進入聚合物添加劑裝置**102**。在離開聚合反應器**120**之前，聚合物**116**可饋入至閃蒸器(未圖示)及/或用於調整聚合物之分子量之容器(未圖示)。容器可包含混合籃及螺旋泵。容器可水平或豎直，且可在真空下操作。聚合物添加劑裝置**102**包含主歧管**121**、主歧管泵**115**、聚合物固化器**118**以及主歧管閥**122**及**123**。聚合物添加劑裝置**102**亦包含至少一個，例如至少兩個添加劑注射裝置。如圖**2**中所示，包含次級歧管**125**及**135**、次級歧管泵**126**及**136**、添加劑注射儲存槽**127**及**137**、添加劑注射管線**128**及**138**、添加劑注射泵**129**及**139**、添加劑注射閥**130**及**140**以及聚合物固化器**133**、**143**之兩個添加劑注射裝置與主歧管**121**流體連通。成品聚合產物**161**、**162**及**119**接著自聚合物固化器**133**、**143**及**118**移出。儘管圖**2**、圖**3**及圖**4**中顯示一個泵、閥及注射管線，但可存在額外泵、閥及注射管線，以及溫度控制器及感應器、壓力控制器及感應器，及視情況存在之靜態混合器。

本發明允許製造複數種聚合產物。本發明亦允許有效添加劑注射裝置改良及/或置換。在習知加工中，為了自第一添加劑切換至第二添加劑且用第二添加劑製造聚合產物，加工可耗時3至12小時。時間需求是因為設備(添加劑儲存槽)之物理切換，以移出包含第一添加劑之所有液體聚合物，添加第二添加劑及製造包含所要量之第二添加劑的聚合產物。本發明方法宜在1小時內，例如30分鐘內、15分鐘內、5分鐘內或1分鐘內將第一添加劑切換成第二添加劑且製造包含所要量之第二添加劑的聚合產物。

在一些實施例中，成品聚合產物**119**可實質上不含添加劑。在一些實施例中，添加劑注射儲存槽**127**及/或添加劑儲存槽**137**中之成品

聚合產物**119**可實質上不含添加劑。添加劑注射儲存槽**127**中之添加劑可為與添加劑儲存槽**137**中之添加劑不同的添加劑。此外，一種以上添加劑可以添加劑混合物形式儲存於各添加劑儲存槽中。各成品聚合產物**161**、**162**及**119**可為不同成品聚合產物。

聚合物**116**在足以將聚合物維持為液體形式之溫度下流過主歧管**121**以及次級歧管**125**及**135**。在一些實施例中，對於聚醯胺，液體聚合物之溫度可在265°C至300°C之範圍內。在主歧管**121**中，壓力可為10至31兆帕(MPa)。各次級歧管中之壓力可等於或小於主歧管中之壓力，例如10 MPa至31 MPa，或10 MPa至28 MPa。主歧管及次級歧管可夾套或加熱或隔熱以將主歧管及次級歧管之溫度維持於保持聚合物為液體形式所需。此外，主歧管及次級歧管可各自包含溫度控制器以量測液體聚合物之溫度及需要時調整溫度。主歧管及次級歧管亦可各自包含壓力控制器以量測及調整液體聚合物之壓力。

主歧管閥**122**及**123**當如圖**2**中所示打開時，在主歧管**121**與次級歧管**125**及**135**之間提供流體連通。主歧管**121**之內徑可等於或大於次級歧管**125**及**135**之內徑。在一些實施例中，可使用次級歧管之內徑相對於主歧管**121**之內徑來控制次級歧管中液體聚合物之流量及壓力。

儘管歧管中之主歧管**121**經顯示具有90°角，但主歧管**121**可為來自連續聚合反應器**120**之直管、弧形管或彎管或可以任何適合角度與連續聚合反應器**120**成角度。

視各安裝及加工之要求而定，主歧管及次級歧管可具有圓形、橢圓形、矩形或任何其他適合截面。在一個實施例中，主歧管可為圓柱管。主歧管**121**之內徑可在25 mm至650 mm，例如50 mm至300 mm或50 mm至200 mm之間變化。次級歧管**125**及**135**之內徑可在25 mm至300 mm，例如50 mm至250 mm或50 mm至150 mm之間變化。對於主歧管或次級歧管，「內徑」意謂主歧管或次級歧管之截面的最長內

徑，不管歧管之形狀為何。主歧管**121**可包含限制鐵溶解至聚合物中之耐腐蝕材料。實例包括奧氏體不鏽鋼(austenitic stainless steel)，諸如304、304L、316及316L。次級歧管**125**及**135**可包含與主歧管所用材料類似之材料。儘管次級歧管**125**及**135**經顯示相對於主歧管**121**成90°角，但其可彎折、彎曲或可以任何適合角度與主歧管**121**成角度。此外，儘管次級歧管**125**及**135**經顯示為平行且在主歧管**121**之同一側，但其可位在主歧管**121**之對側或以其他方式排列。

各次級歧管及添加劑注射管線可視情況裝備一或多個靜態混合器(未圖示)以確保均勻混合。例示性靜態混合器進一步描述於Perry, Robert H.及Don W. Green. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 第7版. New York: McGraw-Hill, 1997: 18-25至18-34中，其以引用的方式併入本文中。

添加劑注射儲存槽可用於儲存以純液體、熔融之純固體、液體母料或固體母料形式供應之添加劑。需要時，各添加劑儲存槽可包括將添加劑供應容器維持於所要溫度下的適合裝置。在一些實施例中，添加劑儲存於與液體聚合物通入次級歧管中時之溫度實質上相同的高溫下。舉例而言，若液體聚合物**116**在300°C之溫度下，則當其進入次級歧管**125**時，添加劑儲存槽**127**可使用加熱裝置維持於約300°C之溫度下。添加劑儲存槽可能能夠使用熱轉移管夾套、電伴熱、織物絕緣加熱、夾套裝置、帶式加熱器或電伴隨加熱維持及調整溫度。若使用熱轉移管，則可使用適合熱轉移流體，諸如聯苯與聯苯氧化物之混合物(Dow Chemical Company以商品名稱DOWTHERM® A出售)。此等裝置亦可用於夾套及/或加熱主歧管及次級歧管，以及主歧管閥及添加劑注射閥。

在其他實施例中，添加劑注射管線中添加劑之溫度可在40°C至300°C範圍內。可基於添加至液體聚合物中的添加劑之量選擇添加劑

之溫度。舉例而言，若成品聚合產物將包含0.1重量%添加劑，則添加劑溫度對液體聚合物之作用將極小且添加劑可在不同溫度下(例如低於次級歧管中液體聚合物之溫度)注射至次級歧管中。

添加劑注射管線**128**及**138**經加壓以提供壓力高於液體聚合物**131**及**141**之添加劑。此幫助改良添加劑與液體聚合物之混合且防止添加劑流回添加劑儲存。當開始使用聚合物添加劑裝置**102**時，在打開添加劑注射閥之前使添加劑注射管線達到目標壓力。隨後，打開主歧管閥，使液體聚物流過次級歧管。接著打開添加劑注射閥且添加劑通過閥泵送至次級歧管中。次級歧管中液體聚合物之壓力可在10 MPa至31 MPa範圍內。在一些實施例中，添加劑注射管線壓力可比次級歧管中之液體聚合物壓力大至少2至10%。

在一些實施例中，如圖**3**及圖**4**中所示，聚合物添加劑裝置**102**包含三個閥**122**、**123**及**124**，其打開時在主歧管**121**與次級歧管**125**、**135**及**145**之間提供流體連通。應理解，視聚合物添加劑裝置**102**需要製造之聚合產物數目而定，該裝置可包含三個以上閥及添加劑注射裝置，例如四個以上、五個以上或六個以上。在一些實施例中，聚合物添加劑裝置**102**包含3至10個添加劑注射裝置。次級歧管**145**包含次級歧管泵**146**、添加劑注射儲存槽**147**、添加劑注射管線**148**、添加劑注射泵**149**、添加劑注射閥**150**、聚合物固化器**153**及成品聚合產物**164**。

在圖**2**中，主歧管閥**122**及**123**顯示處於打開位置，例如完全打開或部分打開以允許流過閥，且添加劑注射閥**130**及**140**顯示處於打開位置。因此，液體聚合物**116**通過主歧管**121**流至次級歧管**125**及**135**且流至聚合物固化器**118**。此外，因為添加劑注射閥**130**及**140**顯示處於打開位置，且添加劑自添加劑儲存槽**127**及**137**流至次級歧管**125**及**135**中。

在圖**3**中，主歧管閥**122**、**123**及**124**顯示處於打開位置且添加劑

注射閥**130**、**140**及**150**顯示處於打開位置。因此，液體聚合物**116**流過主歧管**121**。液體聚合物**116**之至少一部分流至次級歧管**125**、**135**及**145**中。液體聚合物**116**之至少一部分流至聚合物固化器**118**中。此外，添加劑注射閥**130**、**140**及**150**顯示處於打開位置，且因此添加劑自添加劑儲存槽**127**、**137**及**147**流至次級歧管中。具有添加劑**132**、**142**及**152**之液體聚合物接著通過次級歧管**125**、**135**及**145**饋入至聚合物固化器**133**、**143**及**153**。

在圖4中，主歧管閥**122**及**123**顯示處於打開位置且添加劑注射閥**130**及**140**顯示處於打開位置。主歧管閥**124**及添加劑注射閥**150**顯示處於關閉位置。因此，液體聚合物**116**流過主歧管**121**。液體聚合物**116**之至少一部分流至次級歧管**125**及**135**中，但不流入次級歧管**145**中。此外，因為添加劑注射閥**130**及**140**顯示處於打開位置，且因此添加劑自添加劑儲存槽**127**及**137**流至次級歧管**125**及**135**中。具有添加劑**132**及**142**之液體聚合物接著通過次級歧管**125**及**135**饋入至聚合物固化器**133**及**143**。

在圖5中，次級歧管**145**含有第二添加劑儲存槽**157**、第二添加劑注射管線**158**、第二添加劑注射泵**159**及第二添加劑注射閥**160**。添加劑儲存槽**157**中之添加劑與添加劑儲存槽**147**中之添加劑不同。儘管次級歧管**145**中顯示兩種不同添加劑儲存槽，但應理解，任何及/或所有次級歧管可具有一個以上添加劑注射管線，以及操作添加劑注射管線所需之添加劑泵、閥及其他元件。主歧管閥**122**、**123**及**124**顯示處於打開位置且添加劑注射閥**130**、**140**及**150**顯示處於打開位置。因此，液體聚合物**116**流過主歧管**121**。液體聚合物**116**之至少一部分流至次級歧管**125**、**135**及**145**中。液體聚合物**116**之至少一部分流至聚合物固化器**118**中。此外，添加劑注射閥**130**、**140**、**150**及**160**顯示處於打開位置，且因此添加劑自添加劑儲存槽**127**、**137**、**147**及**157**流至次級歧

管中。具有添加劑**132**、**142**及**152**之液體聚合物接著通過次級歧管**125**、**135**及**145**饋入至聚合物固化器**133**、**143**及**153**。

主歧管泵**115**及次級歧管泵**126**、**136**及**146**可為選自由以下組成之群的泵：輪葉泵、活塞泵、撓性件泵、多葉泵、齒輪泵、離心泵、環形活塞泵及螺旋泵。

主歧管閥**122**、**123**及**124**以及添加劑注射閥**130**、**140**、**150**及**160**可包括耐堵塞注射閥，諸如圖**6A**及圖**6B**中圖示說明之交叉桿注射閥，圖**7**、圖**8**、圖**9**及圖**10**中圖示說明之I型及/或II型聚合物閥，及圖**11**及圖**12**中圖示說明之導流閥。儘管各閥之功能描述成似乎是添加劑注射閥，但各閥亦可用作主歧管閥，打開時允許液體聚物流入次級歧管或關閉時阻斷液體聚物流入次級歧管。

如圖**6A**及圖**6B**中所示，交叉桿注射閥包含閥體**213**、把手**201**、包裝殼**207**、液體聚合物之一部分藉以流過次級歧管之注射埠**205**，及包括螺桿**209**之管路總成**210**。管路總成**210**包括添加劑藉以轉移至閥之供給管線**204**。管線總成**210**在位置**208**處插入至閥底部。管路總成**210**包括僅允許在一個方向中流動之止回閥**203**。管路連接器**202**連接兩個管路。封裝**207**藉由螺母及螺栓總成**211**、**212**保持於適當位置以防止洩漏。

如圖**7**中所示，I型聚合物閥亦稱為二通閥，允許液體聚物流入至閥之空隙區**219**，且接著允許兩個埠中之一個打開。I型聚合物閥具有入口埠**214**及出口埠**218**，及插塞**217**。入口埠**214**打開時允許添加劑流入至次級歧管。出口埠**218**運行添加劑加液體聚物流過次級歧管。插塞**217**旋轉以保持一個埠一直打開(部分或完全)且另一個關閉。在圖**7**中，埠**218**打開且埠**214**關閉。添加劑不可通過埠**214**注射且液體聚物流過閥。如所示，閥經夾套。熱量經埠**216**傳遞至閥。排氣口**215**可連接至真空以移出不可冷凝氣體。排水管**220**移出冷凝物及

任何其他液體。I型聚合物閥亦可用作主歧管閥以允許液體聚合物自主歧管流至次級歧管。

如圖8、圖9及圖10中所示，II型聚合物閥亦稱為三通閥，允許液體聚物流入閥之空隙區219且接著允許i)埠214及218皆打開(圖8)，ii)埠218打開且埠214關閉(圖9)，或iii)埠214及218皆關閉(圖10)。II型聚合物閥可用作主歧管閥以允許液體聚合物自主歧管流至次級歧管。

導流閥顯示於圖11及圖12中。導流閥如圖11中所示供注射位置用，其中液體聚物流過與添加劑注射之平面垂直之空隙區219。添加劑可流過入口214。如圖12中所示，入口214可藉由機械構件導流至導流管線221。導流閥可用作主歧管閥或添加劑注射閥。

本文所述之各閥及其所有部分可耐堵塞且由不鏽鋼構成。

聚合物固化器133、143、153及118可包含濕式旋轉機、乾式旋轉機、熔融旋轉機、擠壓旋轉機、直接旋轉機、凝膠旋轉機、電旋轉機或粒化機。視最終所要聚合產物而定，聚合物固化器133、143、153及118中之每一者可為不同聚合物固化器。各聚合物可為纖維級聚合物及/或可隨後分成實質上固體晶片，例如薄片或丸粒。

### 先前技術聚合加工之補強

本發明係針對重組態現有聚合加工以使用本文所述之聚合物添加劑裝置的補強過程。圖13中顯示先前技術聚合加工3。此加工經入口8向聚合反應器20中引入預聚物或聚合物鹽。液體聚合物16自聚合反應器20抽取至主歧管21中，其用作用於將液體聚合物自聚合反應器20引導至聚合物固化器18中之管道。在聚合加工3中，主歧管21為該加工中存在的僅有歧管。主歧管21具有兩個開口：用於連接至聚合反應器20之排放管線的開口及用於連接至聚合物固化器18之開口。視情況而言，聚合加工3可包含泵15。在預聚物或聚合物鹽進入入口8之前，先前技術聚合加工3可包含額外步驟及設備來製備用於聚合之預

聚物或聚合物鹽。此等步驟可包括鹽形成反應器、蒸發器、預聚反應器、預聚物/氣體分離、閃蒸器及其類似物。如圖13中所示，液體聚合物離開聚合反應器20之後，聚合加工3不向其中添加添加劑。液體聚合物16通過主歧管21流至聚合物固化器18且回收成品聚合產物19。

先前技術聚合加工3可藉由改良主歧管21，用聚合物添加劑裝置補強。補強加工可包含用補強歧管置換連接至聚合物固化器18之開口上游的主歧管121之一部分。可藉由在所要位置71及72處切割主歧管21且將補強歧管焊接至主歧管21中來添加補強歧管。應理解，可基於現有主歧管21位置、長度及加工組態選擇此等位置。補強歧管包含複數個歧管閥，包括第一歧管閥及第二歧管閥。在一些實施例中，補強歧管可包含2至10個歧管閥。補強歧管可包含至少一個用於將補強歧管緊固於主歧管21之連接管。連接管可為壓合接頭、螺紋連接管、孔連接器、魯爾接口整體鎖環(luer integral lock ring)等。墊圈可安置於至少一個連接管與主歧管21之間，在主歧管21與補強歧管之間形成實質上氣密連接。此外，補強歧管可緊固於主歧管。使用螺母、螺栓、螺釘或其他連接構件。

補強歧管可具有與主歧管21實質上類似或相等之形狀及內徑。補強歧管、歧管閥及添加劑注射閥之實質上所有部分可由不鏽鋼構成，例如奧氏體不鏽鋼，諸如304、304L、316及316L。歧管閥可為本文所述之主歧管閥，包括交叉桿注射閥、二通閥、三通閥、導流閥或其組合。補強歧管內液體聚合物之壓力及溫度與主歧管21內之溫度及壓力實質上相同，例如65°C至300°C之溫度及10 MPa至31 MPa之壓力。

補強加工可進一步包含將第一添加劑注射裝置連接至第一歧管閥，將液體聚合物之第一部分自補強閥引導至第一添加劑注射裝置，及將第一添加劑注射至液體聚合物之第一部分中，產生包含添加劑之

第一成品聚合產物。如圖2、圖3、圖4及圖5中所示，第一添加劑注射裝置包含次級歧管125、次級歧管泵126、添加劑注射儲存槽127、添加劑注射管線128、添加劑注射泵129、添加劑注射閥130及在添加劑注射管線128下游與次級歧管125流體連通之聚合物固化器133。添加劑注射儲存槽127中之添加劑可選自由以下組成之群：消泡劑、潤滑助劑、成核劑、阻燃劑、塑化劑、抗衝擊改質劑、玻璃纖維、基於銅之穩定劑、潤滑劑、退光劑、共聚物、催化劑、改變最終平衡之化合物及其混合物。額外添加劑可包括顏料及染料。添加劑注射管線128可進一步包含靜態混合器(未圖示)。成品聚合產物161及119接著自聚合物固化器133及118移出。各成品聚合產物161及119可為不同成品聚合產物。

補強方法可進一步包含將第二添加劑注射裝置連接至第二歧管閥，將液體聚合物之第二部分自補強歧管引導至第二添加劑注射裝置，及向液體聚合物之第二部分中注射第二添加劑以製造包含第二添加劑之第二成品聚合產物。如圖2、圖3、圖4及圖5中所示，第二添加劑注射裝置包含次級歧管135、次級歧管泵136、添加劑注射儲存槽137、添加劑注射管線138、添加劑注射泵139、添加劑注射閥140及在添加劑注射管線128下游與次級歧管135流體連通之聚合物固化器143。添加劑注射儲存槽137中之添加劑可選自由以下組成之群：熱穩定劑、消泡劑、玻璃纖維、潤滑劑、共聚物、催化劑、阻燃劑、塑化劑、抗衝擊改質劑、填充劑、改變最終平衡之化合物及其混合物。在一個實施例中，第一添加劑注射裝置中之添加劑與第二添加劑注射裝置中之添加劑不同。添加劑注射管線138可進一步包含靜態混合器(未圖示)。成品聚合產物161、162及119接著自聚合物固化器133、143及118移出。各成品聚合產物161、162及119可為不同成品聚合產物。

補強加工可進一步包含添加或改良圖13及圖14之泵15。若泵15

不存在，則可添加。若泵之材料不足以與所要液體聚合物一起使用，或若泵並非所要泵類型，則泵**15**可置換為如本文所述之泵**115**。一般而言，泵**115**可為輪葉泵、活塞泵、撓性件泵、多葉泵、齒輪泵、離心泵、環形活塞泵或螺旋泵。

如圖**14**中所示，先前技術聚合加工**4**與先前技術聚合加工**3**類似，但先前技術聚合加工**4**包含用於自添加劑儲存槽**27**，通過次級歧管**25**向主歧管**21**中之液體聚合物注射添加劑的次級歧管**25**。主歧管**21**視情況包含閥**22**，其可打開或關閉以控制添加劑自次級歧管**25**至主歧管**21**中之流動。次級歧管**25**視情況包含泵**26**。

先前技術聚合加工**4**可藉由改良主歧管**21**及次級歧管**25**，用聚合物添加劑裝置補強。補強加工可包含將聚合物固化器連接至次級歧管**25**，及將至少一個添加劑注射管線在聚合物固化器(現稱為主聚合物固化器)上游連接至次級歧管**25**。補強加工可進一步包含將液體聚合物之第一部分自主歧管引導至次級歧管**25**，且將第一添加劑經至少一個添加劑注射管線注射至液體聚合物之第一部分。包含添加劑之液體聚合物接著可引導至添加劑聚合物固化器產生包含第一添加劑之第一成品聚合物。添加劑聚合物固化器可直接連接至次級歧管。與次級歧管接觸之添加劑聚合物固化器因此不連接於主歧管**21**。在補強加工中，液體聚合物之部分流入次級歧管後，加工經補強且第一添加劑不再注射至主歧管**21**中，而是流入次級歧管**25**及添加劑聚合物固化器中。應理解，儘管先前技術聚合加工**4**顯示僅一個次級歧管**125**，若存在額外次級歧管，則各自可如本文所述補強。

若先前技術聚合加工**4**中之主歧管**21**不包含歧管閥或若閥不足以用於補強聚合加工，則可添加或置換閥。本文描述適合閥及用於閥之材料。此外，本文描述添加劑注射管線之適合材料。若先前技術聚合加工**4**中之次級歧管**25**不包含泵**26**，則可添加泵。

如上文所述添加劑注射管線、添加劑注射儲存槽、閥、泵及靜態混合器。此外，一個以上添加劑注射管線可例如自2至10個添加劑注射管線及各別添加劑儲存槽、閥、泵及靜態混合器添加至次級歧管125。

先前技術聚合加工4之補強可進一步包含用一個添加劑注射裝置補強主歧管21產生如圖2中所示之裝置，或用兩個添加劑注射裝置補強主歧管21產生如圖3及圖4所示之裝置。如針對先前技術聚合加工3之補強所述，用於添加劑注射裝置之補強加工包含用具有補強歧管閥之補強歧管置換在聚合物固化器上游的主歧管之一部分，將添加劑注射裝置連接至補強歧管閥，且將液體聚合物之一部分自主歧管引導至添加劑注射裝置中產生成品聚合產物。

## 實例

### 實例1

製造包含尼龍6,6之連續聚合產物。連續聚合產物在265°C至300°C之溫度及10 MPa至31 MPa之壓力下流過主歧管。主歧管經兩個主歧管閥與兩個次級歧管流體連通。各主歧管閥打開以允許液體聚合物之一部分在265°C至300°C之溫度及10 MPa至31 MPa之壓力下流過各次級歧管。各次級歧管與不同添加劑注射管線流體連通。各添加劑注射管線與添加劑源流體連通。為了製備包含添加劑之尼龍6,6聚合物，將添加劑自添加劑儲存槽引入至添加劑注射管線。添加劑注射管線中添加劑之壓力增加至流過次級歧管之液體聚合物的壓力。添加劑注射管線中添加劑之溫度可在40°C至300°C範圍內。接著打開添加劑注射閥。設定目標成品聚合產物且為了實現此目標，允許0.1重量%至20重量%範圍內之值的添加劑流過添加劑注射閥，與液體聚合物在次級歧管中合併。

具有添加劑之液體聚合物接著饋入至聚合物固化器以旋轉或粒

化聚合物且回收成品聚合產物。此外，至少一部分液體聚合物送至與主歧管流體連通之聚合物固化器且回收成品尼龍6,6聚合物。因此，自裝置回收到至少兩種不同成品尼龍6,6聚合物。向添加劑注射管線提供添加劑源與移出達到目標添加劑含量之包含添加劑之尼龍6,6聚合物之間的時間為1小時。

## 實例2

如實例1中製造連續聚合產物且如實例1中添加添加劑。主歧管與三個次級歧管接觸，該等次級歧管各自連接於不同添加劑注射管線。阻斷與主歧管接觸之固化器，導致彼固化器無最終聚合產物。包含退光劑之第一添加劑通過第一添加劑注射管線注射至第一次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。包含玻璃纖維之第二添加劑通過第二添加劑注射管線注射至第二次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。關閉連接第三添加劑注射管線與第三次級歧管之添加劑注射閥。通過與各別次級歧管接觸之聚合物固化器饋入各產物製造最終聚合產物。該方法因此由一種連續聚合加工製造三種聚合產物：用退光劑製得聚合產物A，用玻璃纖維製得聚合產物B及不使用添加劑製得聚合產物C。因為無添加劑或液體聚合物自各別次級歧管回流至主歧管中，所以聚合產物A及C不含玻璃纖維且聚合產物B不含退光劑。

## 實例3

如實例1中製造連續聚合產物且如實例1中添加添加劑。主歧管與三個次級歧管接觸，該等次級歧管各自連接於不同添加劑注射管線。包含20 meq/kg最終胺之第一添加劑通過第一添加劑注射管線注射至第一次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。包含40 meq/kg最終胺之第二添加劑通過第二添加劑注射管線注射至第二次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。包含60 meq/kg最終胺之

第三添加劑通過第三添加劑注射管線注射至第三次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。通過與各別次級歧管接觸之聚合物固化器饋入各產物製造最終聚合產物。該方法因此由一種連續聚合加工製造三種聚合產物：各自具有不同最終胺含量且因此各自具有不同可染性。染料及/或顏料可添加至聚合產物下游或由最終使用者添加。

#### 實例4

連續聚合產物如實例1中製造且如實例1中添加添加劑，主歧管與三個次級歧管接觸，該等次級歧管各自連接於不同添加劑注射管線。包含尼龍6之第一添加劑通過第一添加劑注射管線注射至第一次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。包含尼龍6,12之第二添加劑通過第二添加劑注射管線注射至第二次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。包含尼龍6,10之第三添加劑通過第三添加劑注射管線注射至第三次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。通過與各別次級歧管接觸之聚合物固化器饋入各產物製造最終聚合產物。該方法因此由一種連續聚合加工製造三種聚合產物，各自具有不同最終聚合物。

#### 實例5

如實例1中製造連續聚合產物且如實例1中添加添加劑。主歧管與三個次級歧管接觸，該等次級歧管各自連接於不同添加劑注射管線。包含潤滑劑之第一添加劑通過第一添加劑注射管線注射至第一次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。包含基於銅之穩定劑封裝之第二添加劑通過第二添加劑注射管線注射至第二次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。包含阻燃劑之第三添加劑通過第三添加劑注射管線注射至第三次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。通過與各別次級歧管接觸之聚合物固化器饋入各產物製造最終聚合產物。該方法因此由一種連續聚合加工製造三種聚合產物：包含潤

滑劑之聚合產物A，包含基於銅之穩定劑封裝之聚合產物B及包含阻燃劑之聚合產物C。

### 實例6

如實例1中製造連續聚合產物且如實例1中添加添加劑。主歧管與三個次級歧管接觸，該等次級歧管各自連接於不同添加劑注射管線。包含第一量之尼龍6之第一添加劑通過第一添加劑注射管線注射至第一次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。包含第二量之尼龍6 (與第一量不同)之第二添加劑通過第二添加劑注射管線注射至第二次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。包含第三量之尼龍6 (與尼龍6之第一或第二量不同)之第三添加劑通過第三添加劑注射管線注射至低速那次級歧管中且與液體聚合物合併形成聚合產物。通過與各別次級歧管接觸之聚合物固化器饋入各產物製造最終聚合產物。該方法因此由一種連續聚合加工製造三種聚合產物，各自含有不同量之尼龍6。

### 比較實例A

在265°C至300°C之溫度及10 MPa至31 MPa之壓力下使用添加劑製得包含尼龍6,6之連續聚合產物。在進入聚合反應器之前，形成尼龍鹽溶液。接著將尼龍鹽溶液送至蒸發器以移除水，且接著送至聚合反應器。在將尼龍鹽溶液送至蒸發器之前，向該溶液中添加添加劑。設定目標成品聚合產物且實現此目標，向尼龍鹽溶液中添加0.1重量%至20重量%範圍內之值的添加劑。向尼龍鹽溶液中提供添加劑及移出達到目標添加劑含量之包含添加劑之尼龍6,6聚合物之間的時間為8至12小時。若需要添加劑與第一聚合產物不同之第二聚合產物，則使聚合裝置離線且清潔以自蒸發器、聚合反應器、蒸發器與反應器之間的管道，及反應器排放管線移除任何累積之添加劑。在清潔後需要額外8至12小時製造滿足目標技術要求之第二聚合產物。

## 比較實例B

在265°C至300°C之溫度及10 MPa至31 MPa之壓力下使用添加劑製得包含尼龍6,6之連續聚合產物。在進入蒸發器以移出水之前，且在進入聚合反應器之前，形成尼龍鹽溶液。接著將尼龍鹽溶液送至儲存槽儲存，直至需要使用。設定目標成品聚合產物且實現此目標，向儲存槽中之尼龍鹽溶液中添加0.1重量%至20重量%範圍內之值的添加劑。向儲存槽中之尼龍鹽溶液中提供添加劑及移出達到目標添加劑含量之包含添加劑之尼龍6,6聚合物之間的時間為8至12小時。若需要添加劑與第一聚合產物不同之第二聚合產物，則使聚合裝置離線且清潔以自儲存槽、蒸發器、聚合反應器、儲存槽與蒸發器之間的管道、蒸發器與反應器之間的管道，及反應器排放管線移除任何累積之添加劑。在清潔後需要額外8至12小時製造滿足目標技術要求之第二聚合產物。

## 比較實例C

製造包含尼龍6,6之連續聚合產物。連續聚合產物在265°C至300°C之溫度及10 MPa至31 MPa之壓力下流過主歧管。主歧管與添加劑注射管線流體連通。設定目標成品聚合產物且為了實現此目標，允許0.1重量%至20重量%範圍內之值的添加劑流過添加劑注射管線，與液體聚合物在主歧管中合併。向儲存槽中之主歧管提供添加劑及移出達到目標添加劑含量之包含添加劑之尼龍6,6聚合物之間的時間為3至6小時。若需要添加劑與第一聚合產物不同之第二聚合產物，則使聚合裝置離線且清潔主歧管以自主歧管移除任何累積之添加劑。在清潔後需要額外3至6小時製造滿足目標技術要求之第二聚合產物。

儘管已詳細描述本發明，但在本發明精神及範疇內之修正將為熟習此項技術者顯而易知。上文所述之所有公開案及參考文獻將以引用的方式併入本文中。此外，應理解本發明之態樣及所引用多個實施

例及多個特徵之部分可全部或部分組合或互換。如熟習此項技術者將瞭解，在多個實施例之先前描述中，提及另一實施例之彼等實施例可與其他實施例適當組合。此外，熟習此項技術者將瞭解前述描述僅為實例之方式，且不欲限制本發明。

**【符號說明】**

1	聚合加工
3	先前技術聚合加工
4	先前技術聚合加工
5	儲存槽
6	管線
7	蒸發器
8	聚合入口
9	添加劑
11	管線
12	管線
13	添加劑
14	管線
15	泵
16	液體聚合物
18	聚合物固化器
19	成品聚合產物
20	聚合反應器
21	主歧管
22	閥
25	次級歧管
26	泵

27	添加劑儲存槽
71	所要位置
72	所要位置
101	聚合加工
102	聚合物添加劑裝置
108	聚合物入口
115	主歧管泵
116	聚合物
118	聚合物固化器
119	成品聚合產物
120	聚合反應器
121	主歧管
122	主歧管閥
123	主歧管閥
124	主歧管閥
125	次級歧管
126	次級歧管泵
127	添加劑注射儲存槽
128	添加劑注射管線
129	添加劑注射泵
130	添加劑注射閥
131	液體聚合物
132	添加劑
133	聚合物固化器
135	次級歧管
136	次級歧管泵

137	添加劑注射儲存槽
138	添加劑注射管線
139	添加劑注射泵
140	添加劑注射閥
141	液體聚合物
142	添加劑
143	聚合物固化器
145	次級歧管
146	次級歧管泵
147	添加劑注射儲存槽
148	添加劑注射管線
149	添加劑注射泵
150	添加劑注射閥
152	添加劑
153	聚合物固化器
157	第二添加劑儲存槽
158	第二添加劑注射管線
159	第二添加劑注射泵
160	第二添加劑注射閥
161	成品聚合產物
162	成品聚合產物
164	成品聚合產物
201	把手
202	管路連接器
203	止回閥
204	供給管線

205	注射埠
207	包裝殼
208	位置
209	螺桿
210	管路總成
211	螺母
212	螺栓
213	閥體
214	入口埠
215	排氣口
216	埠
217	插塞
218	出口埠
219	空隙區
220	排水管
221	導流管線

## 申請專利範圍

1. 一種用於補強聚合物生產裝置之方法，其包含：
  - a)提供具有兩個開口之主歧管，第一開口用於連接至聚合裝置且第二開口用於連接至主固化器，及用於將液體聚合物自該聚合裝置引導至該主固化器之管道；
  - b)用具有包括第一歧管閥及第二歧管閥之複數個歧管閥的補強歧管取代位於該第二開口上游之該主歧管的一部分；
  - c)將第一添加劑注射裝置連接至該第一歧管閥；
  - d)將該液體聚合物之第一部分自該補強歧管引導至該第一添加劑注射裝置；及
  - e)將第一添加劑注射至該液體聚合物之該第一部分中以產生包含該第一添加劑之第一成品聚合產物，  
其中該第一添加劑注射裝置包含次級歧管、至少一個連接於該次級歧管之添加劑注射管線、及在該至少一個添加劑注射管線下游與該次級歧管流體連通之聚合物固化器；及  
其中該第一添加劑係選自由以下組成之群：消泡劑、潤滑助劑、成核劑、阻燃劑、塑化劑、抗衝擊改質劑、玻璃纖維、基於銅之穩定劑、潤滑劑、退光劑、共聚物、催化劑、改變最終平衡之化合物及其混合物。
2. 如請求項1之補強方法，其中該補強歧管包含用於連接至該主固化器之開口及用於連接至聚合反應器排放管線之開口。
3. 如請求項1之補強方法，其進一步包含至少一個用於將該補強歧管緊固於該主歧管之連接管。
4. 如請求項3之補強方法，其進一步包含安置於該至少一個連接管與該主歧管之間的墊圈，以在該主歧管與該補強歧管之間形成

實質上氣密連接。

5. 如請求項1之補強方法，其進一步包含將該補強歧管焊接至該主歧管；其中該補強歧管具有與該主歧管實質上類似之內徑。
6. 如請求項1之補強方法，其中該第一及該第二歧管閥為交叉桿注射閥、二通閥、三通閥、導流閥或其組合。
7. 如請求項1之補強方法，其中該複數個歧管閥包含2至10個歧管閥。
8. 如請求項1之補強方法，其中該次級歧管包含在該第一歧管閥下游且在該至少一個添加劑注射管線上游之泵。
9. 如請求項1之補強方法，其中該主歧管之壓力為10 MPa至31 MPa且其中該補強歧管內之壓力與該主歧管內之壓力實質上類似。
10. 如請求項1之補強方法，其中該第一添加劑注射裝置包含2至10個添加劑注射管線且其中該至少一個添加劑注射管線包含靜態混合器。
11. 如請求項1之補強方法，其中該第一添加劑注射裝置包含用於連接該至少一個添加劑注射管線與該次級歧管之添加劑注射閥；且此外其中該添加劑注射閥為交叉桿注射閥、二通閥、三通閥、導流閥或其組合。
12. 如請求項11之補強方法，其中當該添加劑注射閥打開時，該至少一個添加劑注射管線經加壓至比該次級歧管壓力高的壓力。
13. 如請求項11之補強方法，其中該補強歧管、該添加劑注射閥之實質上所有部分及該第一及該第二歧管閥中之每一者包含不鏽鋼。
14. 如請求項1之補強方法，其進一步包含：
  - f)將第二添加劑注射裝置連接至該第二歧管閥；
  - g)將該液體聚合物之第二部分自該補強歧管引導至該第二添加

劑注射裝置；及

h)將第二添加劑注射至該液體聚合物之該第二部分中以產生包含該第二添加劑之第二成品聚合產物。

15. 如請求項14之補強方法，其中該第二添加劑係選自由以下組成之群：熱穩定劑、消泡劑、玻璃纖維、潤滑劑、共聚物、催化劑、阻燃劑、塑化劑、抗衝擊改質劑、填充劑、改變最終平衡之化合物及其混合物；且其中該第一添加劑與該第二添加劑不同。

圖式

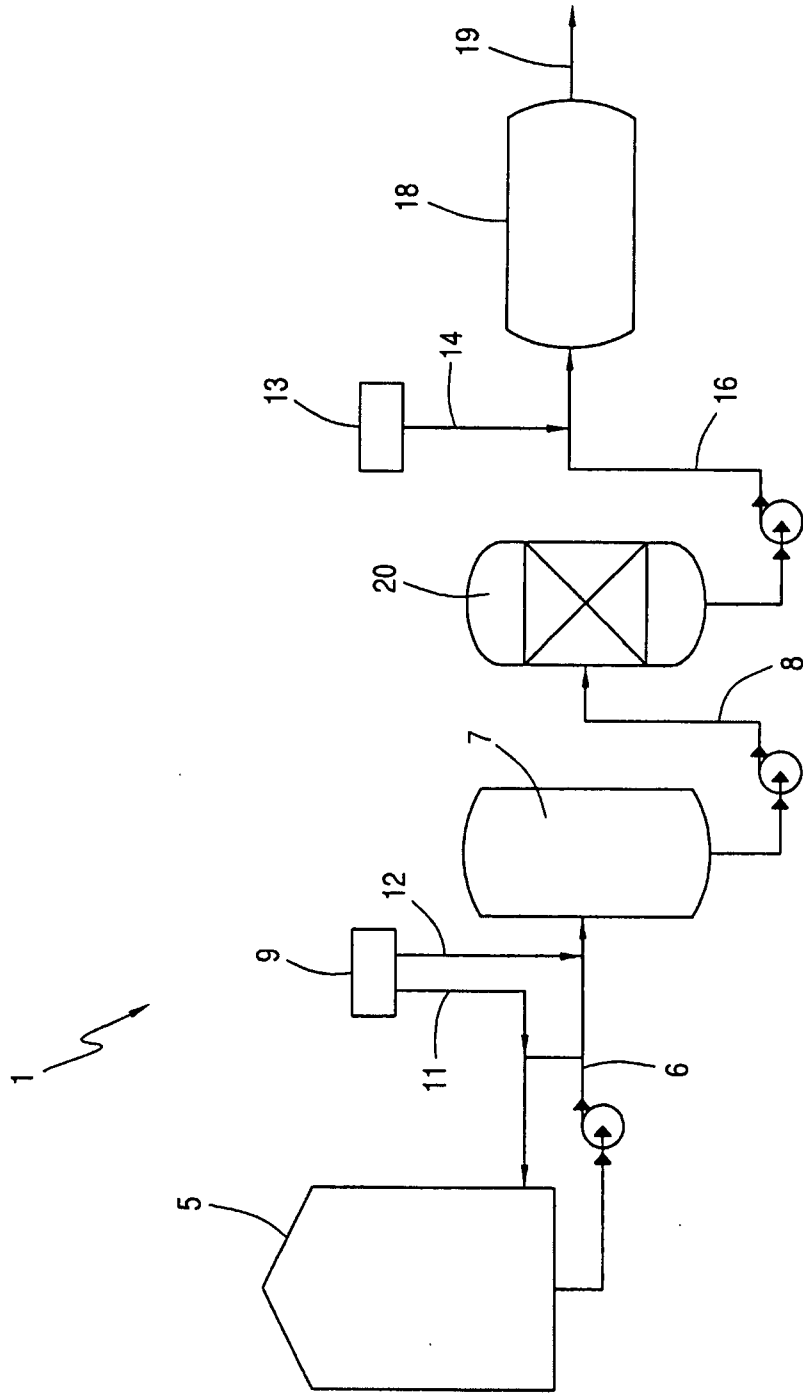


圖1



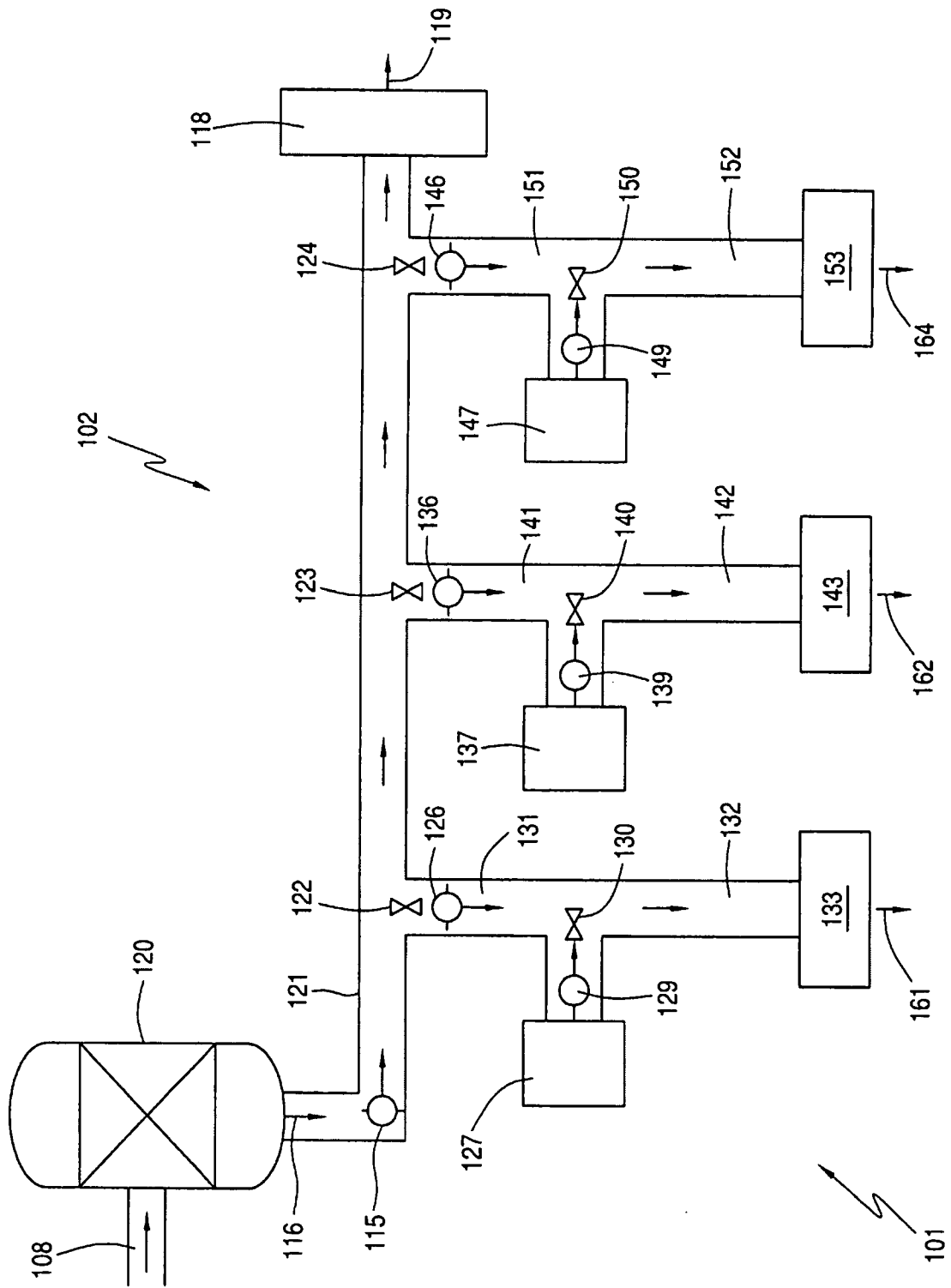


圖3

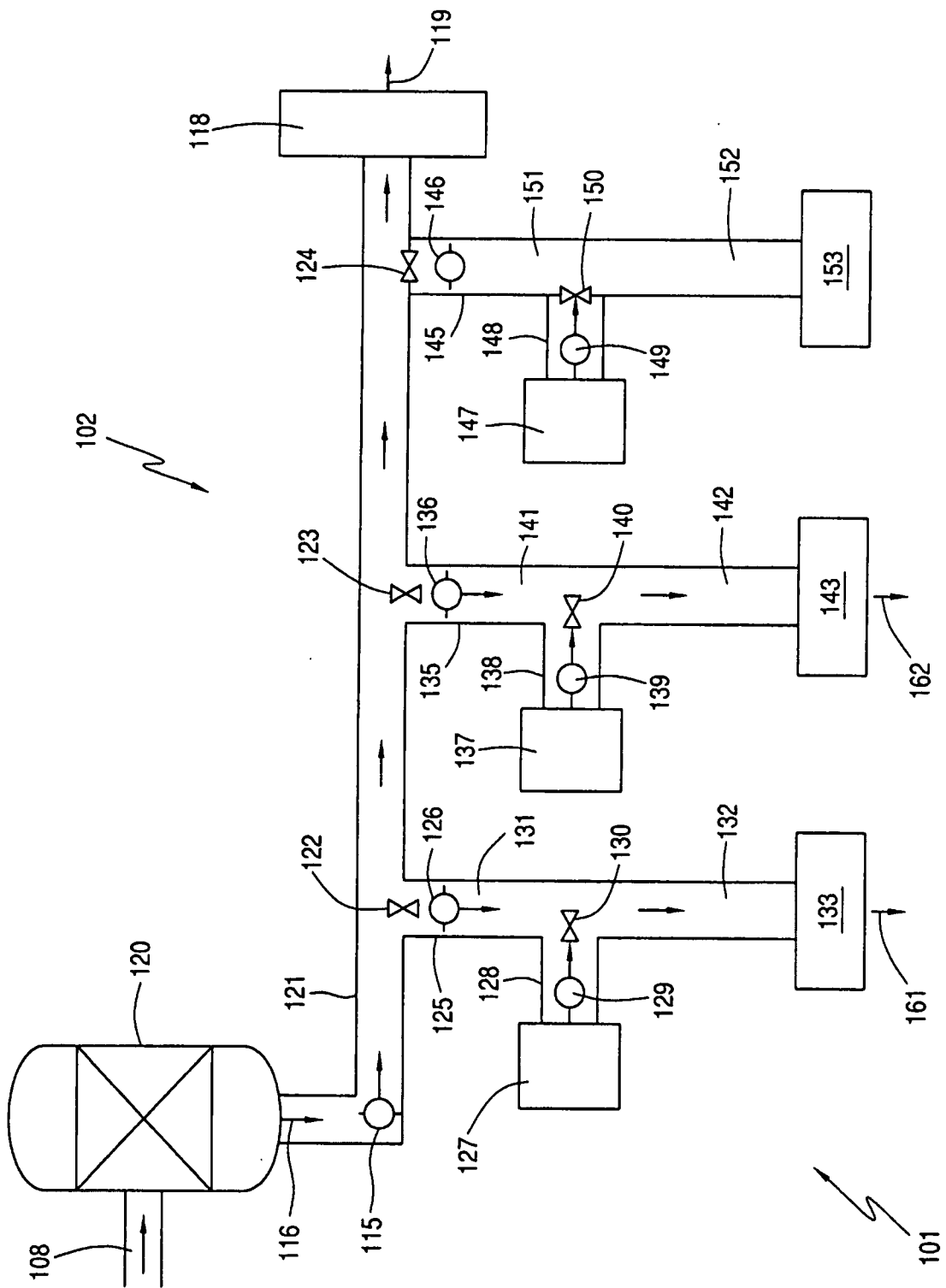


圖4

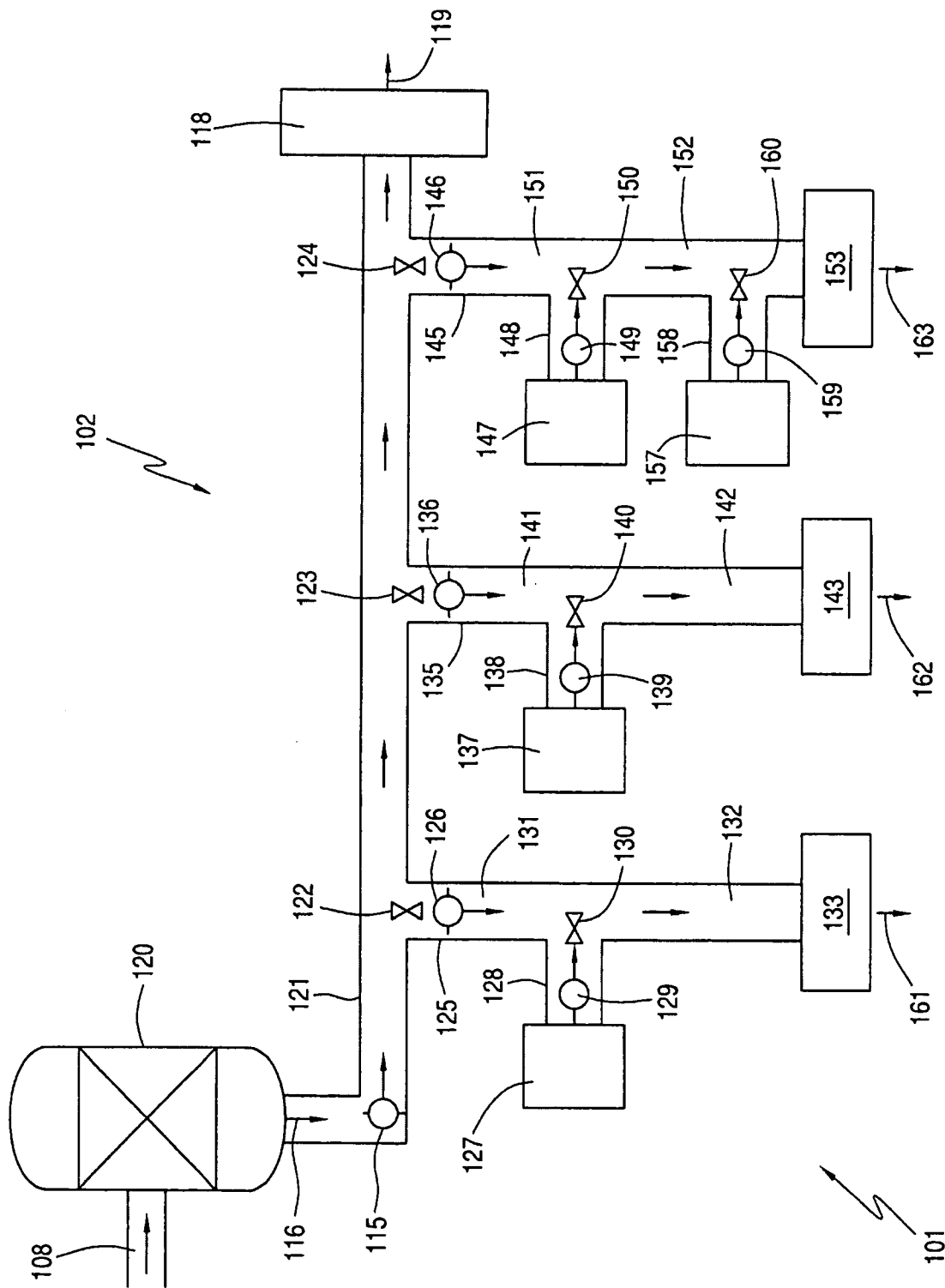


圖 5

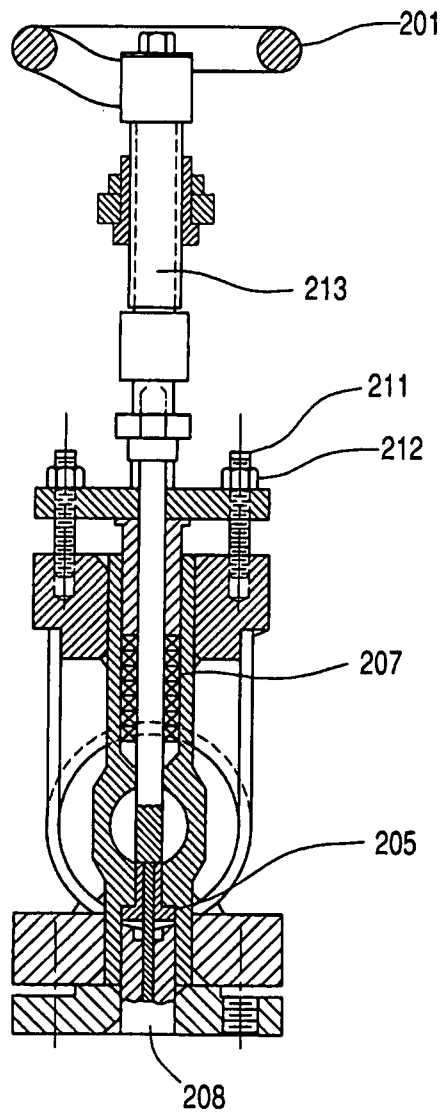


圖6A

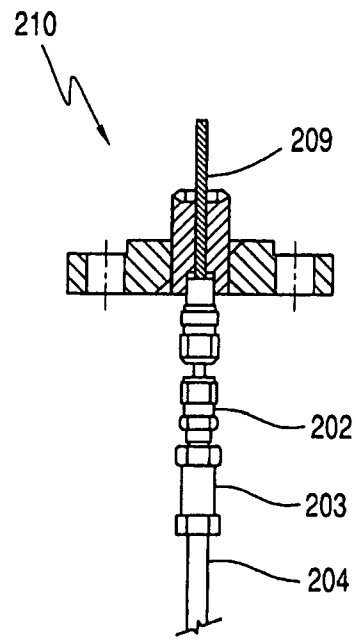


圖6B

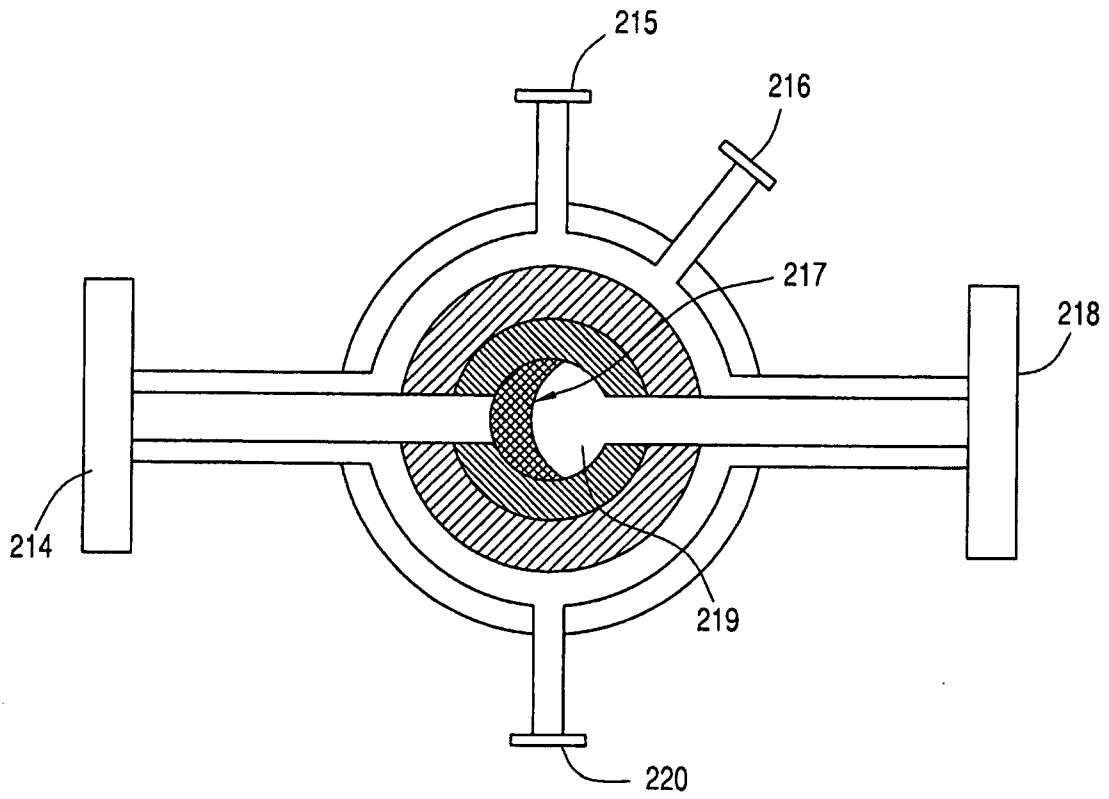


圖7

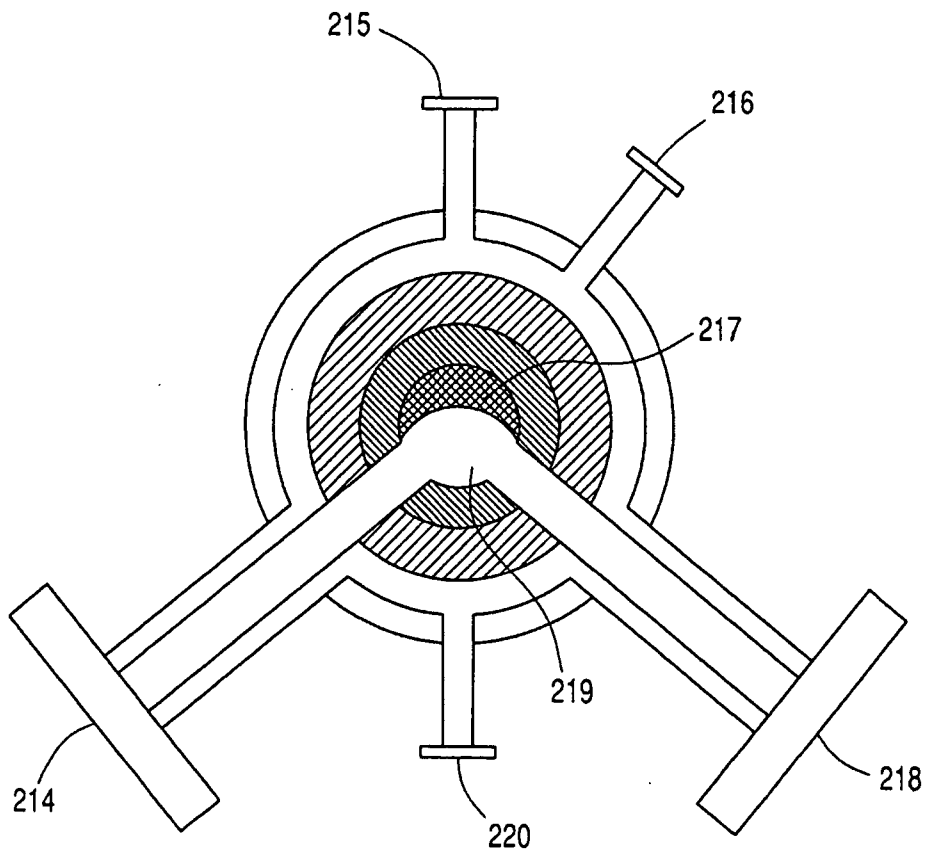


圖8

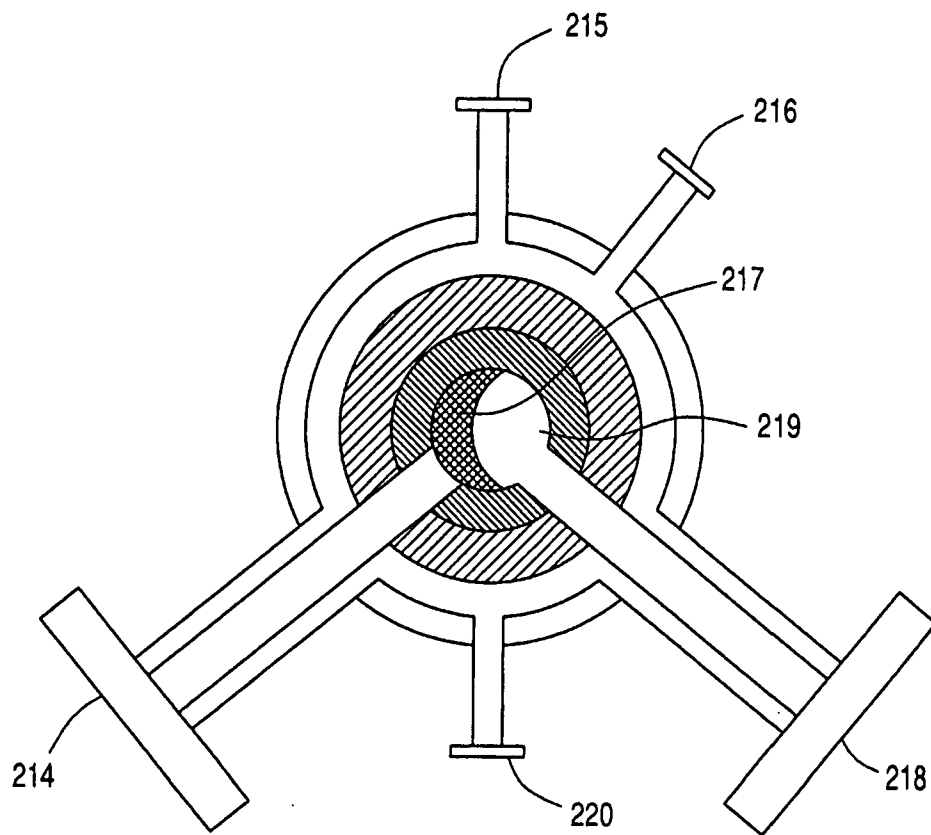


圖9

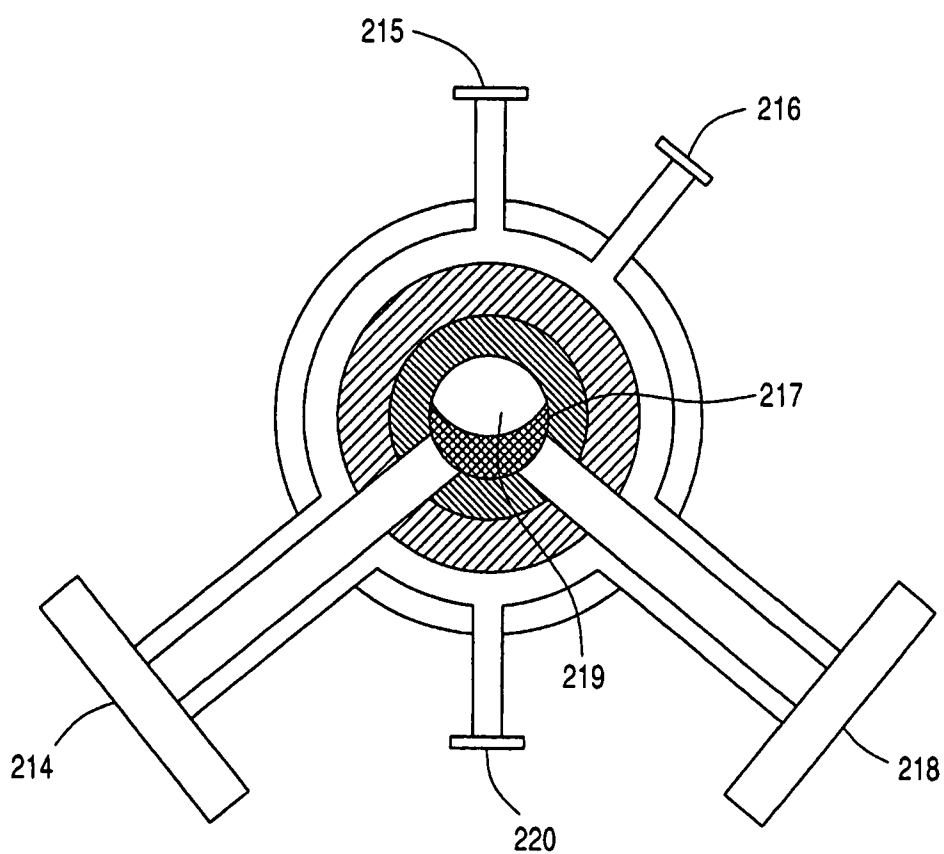


圖10

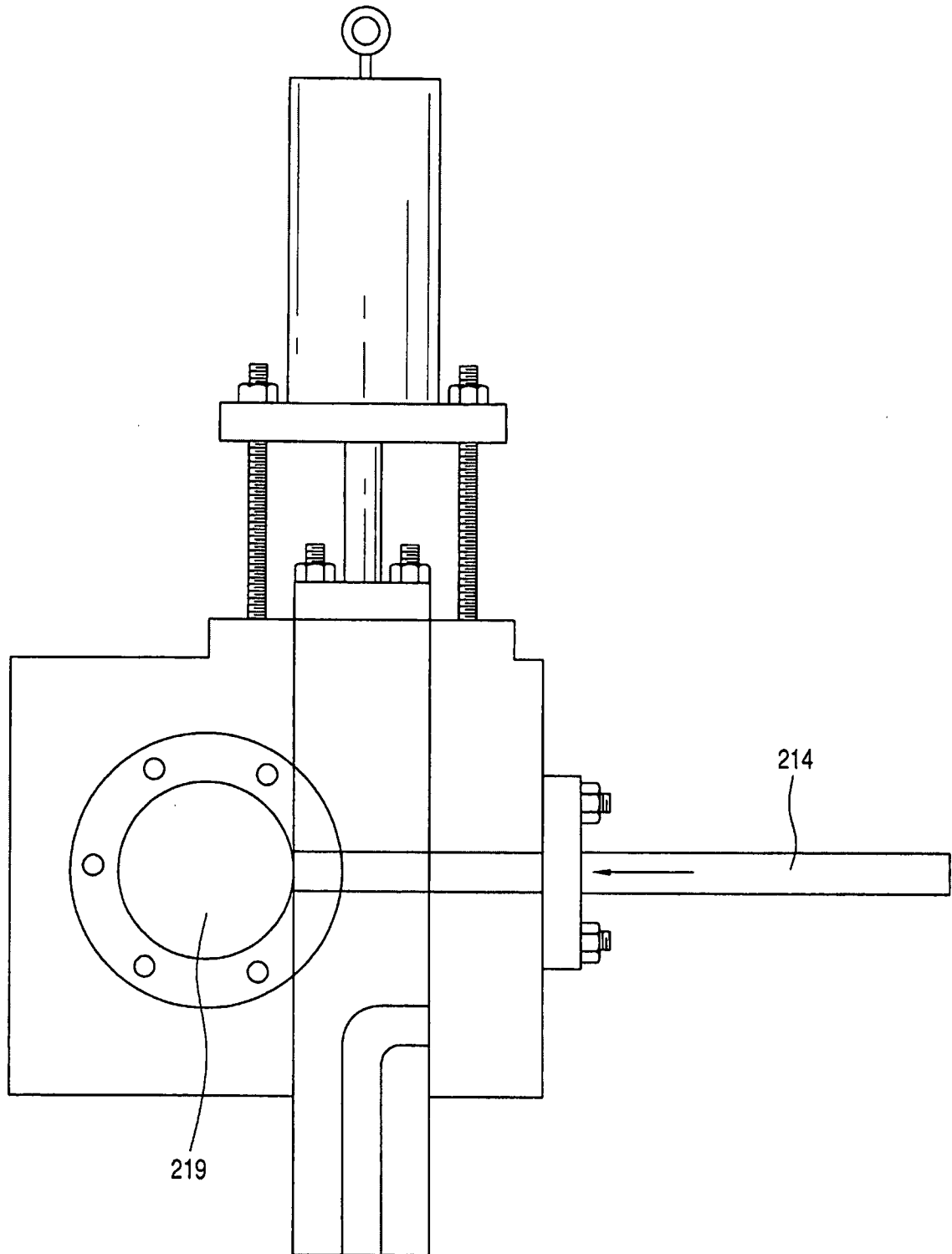


圖11

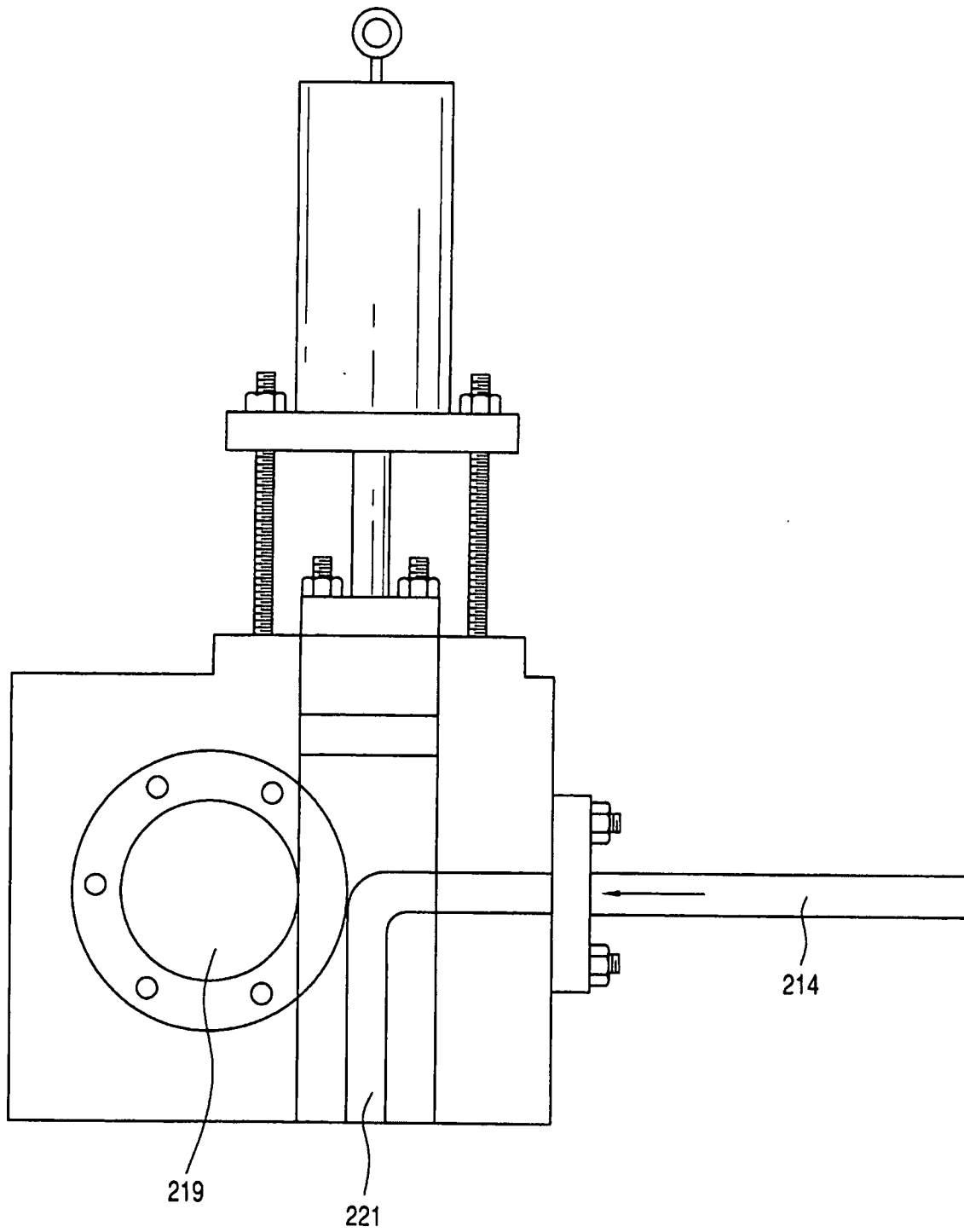


圖 12

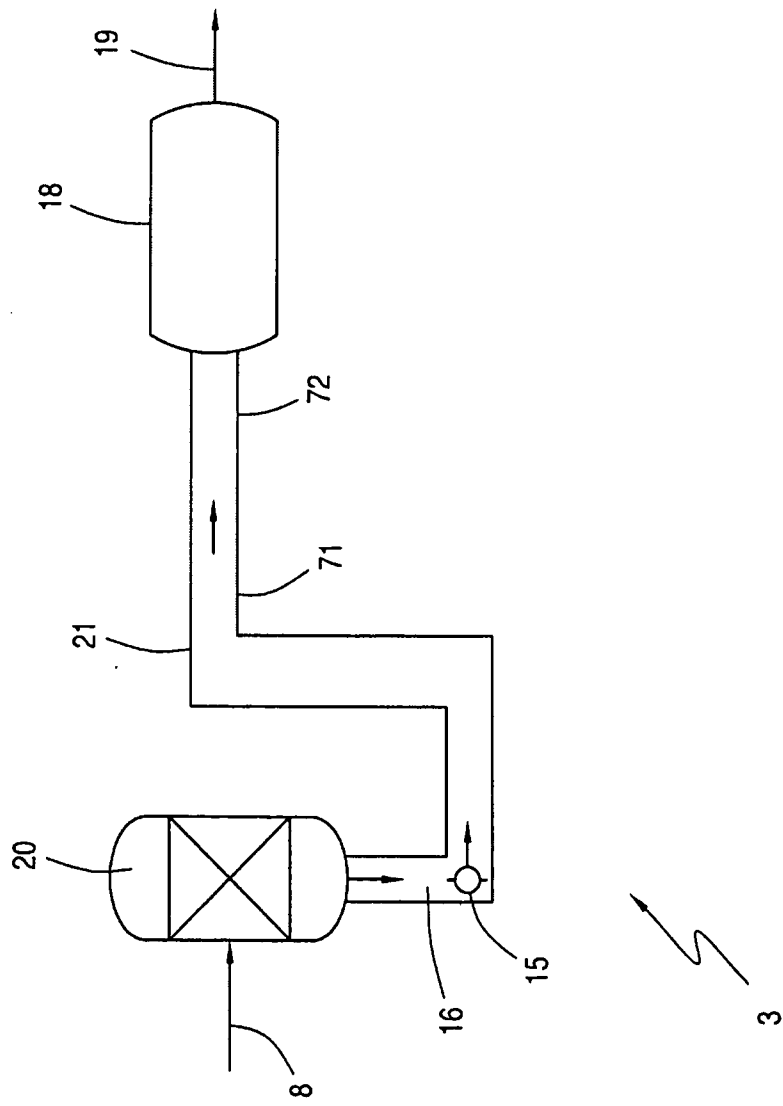


圖13

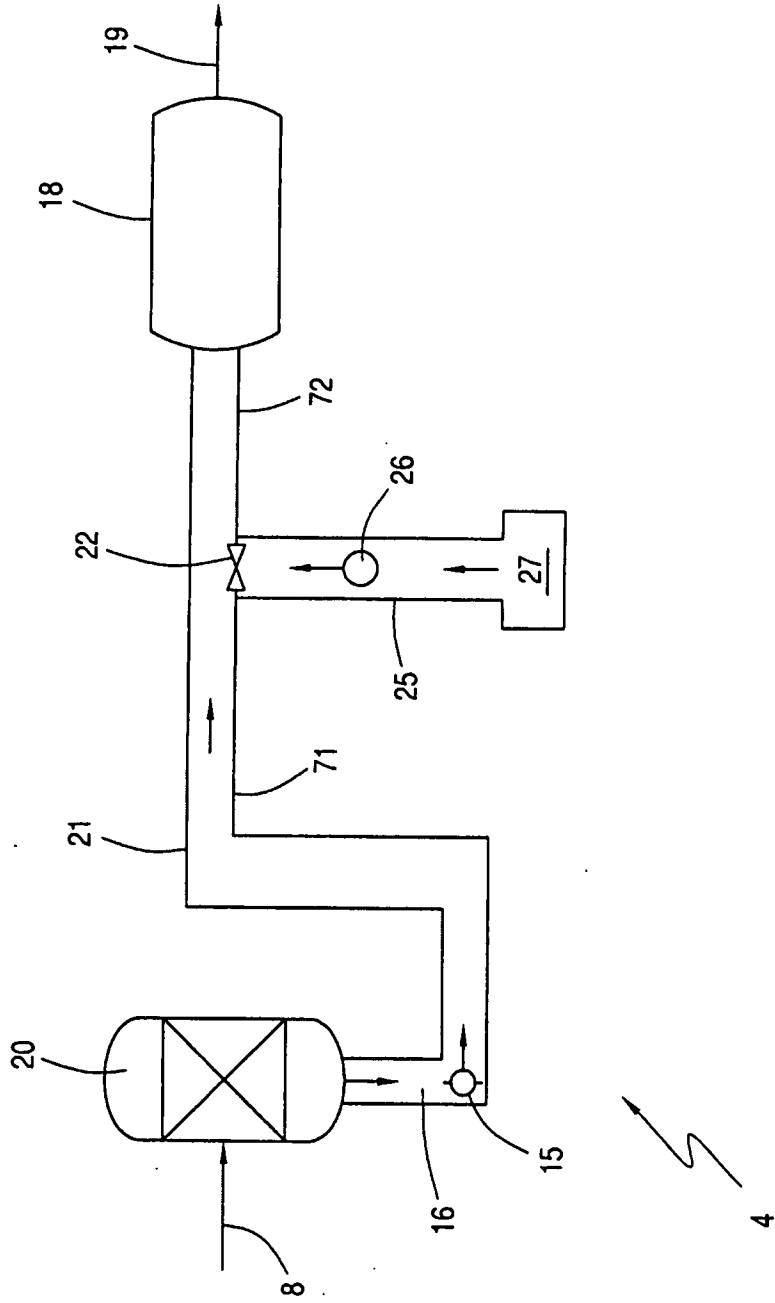


圖14