



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I439642 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：100104833

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 02 月 14 日

(51)Int. Cl. : F23C5/02 (2006.01)

F23C5/08 (2006.01)

(30)優先權：2010/02/18 美國

12/708,166

(71)申請人：氣體產品及化學品股份公司(美國) AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：瓦特森 馬修 詹姆士 WATSON, MATTHEW JAMES (US) ; 何筱毅 HE, XIAOYI (CN)

(74)代理人：陳展俊；林聖富

(56)參考文獻：

TW I273200

TW I274828

TW 200824793A

CN 2158497Y

CN 2750197Y

CN 101324335A

審查人員：陳暉文

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：4 共 0 頁

(54)名稱

液態燃料燃燒方法及設備

LIQUID FUEL COMBUSTION PROCESS AND APPARATUS

(57)摘要

本發明關於一種用於供液態燃料燃燒用的設備，例如霧化器或燃燒器，及使用該設備燃燒經霧化的液態燃料的相關方法。該燃燒用的設備的外導管中具有內導管噴頭。該噴頭具有用於接受液態燃料及霧化氣體的混合腔，及用於排放呈經霧化的液態燃料形態之液態燃料及霧化氣體混合物的孔口。該內導管具有外部鰭片，其中該等外部鰭片至少有一些接觸該噴頭的內表面。

An apparatus for combustion of a liquid fuel, such as an atomizer or burner, and an associated method using the apparatus for combusting an atomized liquid fuel. The apparatus for combustion has in outer conduit, an inner conduit and a spray tip. The spray tip has a mixing chamber for receiving a liquid fuel and an atomizing gas, and an orifice for discharging the liquid fuel and atomizing gas mixture as an atomized liquid fuel. The inner conduit has external fins where at least some of the external fins contact the inner surface of the spray tip.



- 1 . . . 液態燃料霧化器
- 10 . . . 大體上圓柱形的外導管
- 12 . . . 霧化氣體入口端部分
- 14 . . . 霧化氣體排放端部分
- 16 . . . 霧化氣體通道
- 18 . . . 接頭
- 20 . . . 大體上圓柱形的內導管
- 22 . . . 液態燃料入口端部分
- 24 . . . 液態燃料排放端部分
- 26 . . . 外部鰭片
- 30 . . . 噴頭
- 32 . . . 入口端部分
- 34 . . . 排放端部分
- 35 . . . 噴頭入口端部分的內表面
- 36 . . . 混合艙
- 37 . . . 收斂內部錐形
- 38 . . . 孔口

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100164833

※申請日：100.2.14

※IPC 分類：

F23C5/02 2006.01
F23C5/08 2006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

液態燃料燃燒方法及設備

Liquid Fuel Combustion Process and Apparatus

二、中文發明摘要：

本發明關於一種用於供液態燃料燃燒用的設備，例如霧化器或燃燒器，及使用該設備燃燒經霧化的液態燃料的相關方法。該燃燒用的設備的外導管中具有內導管噴頭。該噴頭具有用於接受液態燃料及霧化氣體的混合腔，及用於排放呈經霧化的液態燃料形態之液態燃料及霧化氣體混合物的孔口。該內導管具有外部鰭片，其中該等外部鰭片至少有一些接觸該噴頭的內表面。

三、英文發明摘要：

An apparatus for combustion of a liquid fuel, such as an atomizer or burner, and an associated method using the apparatus for combusting an atomized liquid fuel. The apparatus for combustion has in outer conduit, an inner conduit and a spray tip. The spray tip has a mixing chamber for receiving a liquid fuel and an atomizing gas, and an orifice for discharging the liquid fuel and atomizing gas mixture as an atomized liquid fuel. The inner conduit has external fins where at least some of the external fins contact the inner surface of the spray tip.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1 液態燃料霧化器
- 10 大體上圓柱形的外導管
- 12 霧化氣體入口端部分
- 14 霧化氣體排放端部分
- 16 霧化氣體通道
- 18 接頭
- 20 大體上圓柱形的內導管
- 22 液態燃料入口端部分
- 24 液態燃料排放端部分
- 26 外部鰭片
- 30 噴頭
- 32 入口端部分
- 34 排放端部分
- 35 噴頭入口端部分的內表面
- 36 混合艙
- 37 收斂內部錐形
- 38 孔口

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

【無】

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種用於供液態燃料燃燒用的設備，及使用該設備燃燒經霧化的液態燃料的相關方法。

【先前技術】

在美國專利案第 5,547,368 號、第 5,567,141 號及第 7,500,849 號舉例說明的燃燒技藝中已經知道霧化器的用途，在此以引用的方式將其全文併入。如美國專利案第 5,547,368 號中描述的，霧化器噴嘴在工業熔爐中用於多種產物例如金屬、玻璃及陶瓷材料等。在燃燒應用中有許多種將液態燃料霧化之方式。該等噴嘴可分成兩個主要群組：

- a) 壓力霧化器，其中運用較高的液態燃料壓力以透過小孔口驅動該流，該小孔口把該液體分散成液滴。這些霧化器比較簡單。然而，其產汽量變化比(turn down ratio)狹窄，對於流量要件具有寬廣變化的系統必需改變噴嘴。
- b) 雙流體霧化器，其中使用霧化氣體輔助液體霧化。該霧化氣體通常以較高壓力引入，而該液態燃料可於較低壓力遞送。此群組的噴嘴可進一步分成：
 - 1) 外部混合，其中該高速霧化氣體遇到外部的較低速液態燃料導致液體噴射分散，亦即霧化。這些噴嘴通常非常粗糙，然而，火焰外形及霧化品質大都是次最佳，尤其是在氧-燃料燃燒器應用中。該等火焰

短又緊密，導致不均勻的熱遞送及局部過熱。

- 2) 內部混合或乳化，其中在外部艙內混合該霧化氣體及液態燃料，且該二相混合物接著透過出射孔口射出，造成混合氣相卸壓引起液體分散。這些噴嘴產生優良又可控制的霧化、優良火焰幾何形狀及均勻熱傳。

儘管該等內部混合霧化器廣泛用於空氣-燃料燃燒中，但是其於氧-燃料燃燒器中的應用卻因為冷卻關係及可能的火焰閃滅問題而受到限制。關於非水冷式燃燒器，主氧化劑會將霧化噴嘴冷卻。對於主氧化劑為空氣的空氣-燃料燃燒器，由於完全燃燒需要並且提供大量空氣(主氧化劑)而完成冷卻。然而，對於氧-燃料燃燒器，其係利用具有比空氣更高氧濃度的主氧化劑的燃燒器，經由該主氧化劑減少的體積冷卻該霧化噴嘴可能無法令人滿意。舉例來說，在百分之百 O_2 氧化劑的案例中，若為燃燒提供化學計量需要量的氧，將會有比空氣-燃料燃燒器中少約 80 個百分比的主氧化劑體積可用以冷卻該霧化噴嘴。此外，氧-燃料燃燒器具有更高許多的火焰溫度。由於這些原因，預期氧-燃料燃燒器中的霧化噴嘴能於比在空氣-燃料燃燒器中更高許多的溫度下運作。

較高的內部混合噴嘴溫度導致幾個可能的問題：

- 1) 提高的噴嘴溫度可能造成液態燃料引入該爐中之前的化學降解。更明確地說，關於燃料油類，例如具有高硫含量的重油，及帶具有高碳殘留值的油類，

舉例來說，如高康拉遜殘炭 (Conradson Carbon Residue) (CCR) 值所指的，例如在帶有高濃度瀝青烯的燃料油中常見到者，高噴嘴溫度可能導致內部焦炭沉積及噴嘴阻塞。焦炭沉積及噴嘴阻塞必需保養，例如清潔噴嘴。焦炭沉積及噴嘴阻塞為與所用的霧化氣體不相干。

- 2) 此外，若以氧作為該霧化氣體，提高的噴嘴溫度及不適合的噴嘴設計可耽導致火焰閃滅及最後噴嘴不合用。

業界想要適用於以氧-燃料點火的爐中之以液態燃料點火的燃燒器及液態燃料霧化器。

業界想要不需要經常清潔及/或保養之以液態燃料點火的燃燒器及液態燃料霧化器。

業界想要易於清潔之以液態燃料點火的燃燒器及液態燃料霧化器。

【發明內容】

本發明關於一種供液態燃料燃燒用的設備。該燃燒用的設備可為一液態燃料霧化器。該液態燃料霧化器包含(a)一大體上圓柱形的外導管，其具有霧化氣體入口端部分及霧化氣體排放端部分；(b)一大體上圓柱形的內導管，其具有液態燃料入口端部分及液態燃料排放端部分，該內導管配置在該外導管內並且在該外導管與該內導管之間形成霧化氣體通道，該霧化氣體通道從該霧化氣體入口端部分

延伸至該霧化氣體排放端部分；及(c) 一噴頭，其具有入口端部分及排放端部分，該噴頭的入口端部分接到該外導管的霧化氣體排放端部分。該噴頭具有(i) 一混合艙，其係經配置以接受來自該內導管的液態燃料排放端部分的液態燃料並且經配置以接受來自該霧化氣體通道的霧化氣體排放端部分的霧化氣體，及(ii) 一於該噴頭出口端部分的孔口，該孔口係經配置以接受來自該混合艙的液態燃料及霧化氣體並且從該噴頭以經霧化的液態燃料的形式排放該液態燃料及該霧化氣體。該內導管具有於該內導管的液態燃料排放端部分的多數外部鰭片，其中該多數外部鰭片至少有一些接觸該噴頭入口端部分的內表面。

該液態燃料霧化器的孔口可為長孔型孔口。

該多數外部鰭片可具有收斂外部錐形，其係依該液態燃料排放端部分的方向收斂。該噴頭可具有於該入口端部分的收斂內部錐形，其係依該出口端部分的方向收斂，該內部錐形大體上與該多數外部鰭片的外部錐形互補。該多數外部鰭片可為縱向鰭片。

該多數外部鰭片可為縱向鰭片並且該多數外部鰭片長度對該外導管外徑的比例可為 0.1 至 3.0。該多數外部鰭片可為螺旋鰭片。該多數外部鰭片數目可從 3 至 20 或從 6 至 10。該外導管可具有 0.1 至 0.2 之導管壁厚度對導管外徑的比例。該設備可具有 0.05 至 0.25 之霧化氣體通道水力直徑對該外導管外徑之比例。

該設備於具有該多數外部鰭片的內導管斷面處可具

有 0.2 至 0.7 之內導管壁厚度對內導管外徑的比例。

該設備可具有 $0.1 \leq N \times S / P \leq 0.9$ ，其中 N 為該多數外部鰭片的外部鰭片數量， S 為該多數外部鰭片的外部鰭片的平均弧長度，而且 P 為於毗鄰該多數外部鰭片的外導管斷面處的外導管內周長。

該噴頭的入口端部分可經由熔接接頭接合於該外導管的霧化氣體排放端部分。該熔接接頭可具有比該外導管的壁厚度大 25% 至 100% 的厚度。該混合艙可具有鄰近該孔口的收斂內部錐形，其依該孔口的方向收斂。該燃燒用的設備可為氧-燃料燃燒器。該燃燒器包含 (I) 定義第一氧化劑氣體通道的第一氧化劑氣體導管段，該第一氧化劑氣體通道具有第一氧化劑氣體通道入口端部分及用於排放第一氧化劑氣流的第一氧化劑氣體通道排放端部分，及 (II) 與該第一氧化劑氣體導管呈間隔的關係配置的液態燃料霧化器而且該液態燃料霧化器的至少一部分係配置於該氧化劑氣體通道內。該液態燃料霧化器包含 (a) 一大體上圓柱形的外導管，其具有霧化氣體入口端部分及霧化氣體排放端部分；(b) 一大體上圓柱形的內導管，其具有液態燃料入口端部分及液態燃料排放端部分，該內導管配置在該外導管內並且在該外導管與該內導管之間形成霧化氣體通道，該霧化氣體通道從該霧化氣體入口端部分延伸至該霧化氣體排放端部分；及 (c) 一噴頭，其具有入口端部分及排放端部分，該噴頭的入口端部分接到該外導管的霧化氣體排放端部分。該噴頭具有：(i) 一混合艙，其係經配置以接受來

自該內導管的液態燃料排放端部分的液態燃料並且經配置以接受來自該霧化氣體通道的霧化氣體排放端部分的霧化氣體，及(ii) 一於該噴頭出口端部分的孔口，該孔口係經配置以接受來自該混合艙的液態燃料及霧化氣體並且從該噴頭以經霧化的液態燃料的形式將該液態燃料及該霧化氣體排放至該第一氧化劑氣流中。該內導管具有於該內導管的液態燃料排放端部分的多數外部鰭片，其中該多數外部鰭片至少有一些接觸該噴頭入口端部分的內表面。

該孔口可為長孔型孔口。

該多數外部鰭片具有收斂外部錐形，其係依該液態燃料排放端部分的方向收斂及其中該噴頭具有於該入口端部分的收斂內部錐形，其係依該出口端部分的方向收斂，該內部錐形大體上與該多數外部鰭片的外部錐形互補。

該多數外部鰭片可為縱向鰭片。

該設備可具有 0.1 至 3.0 之多數外部鰭片長度對外導管外徑的比例。

該多數外部鰭片可為螺旋鰭片。

該多數外部鰭片數目可從 3 至 20 或從 6 至 10。

該外導管可具有 0.1 至 0.2 之導管壁厚度對導管外徑的比例。

該設備可具有 0.05 至 0.25 之霧化氣體通道水力直徑對該外導管外徑之比例。

該設備於具有該多數外部鰭片的內導管斷面處可具有 0.2 至 0.7 之內導管壁厚度對內導管外徑的比例。

該噴頭的入口端部分可經由熔接接頭接合於該外導管的霧化氣體排放端部分。

該熔接接頭可具有比該外導管的壁厚度大 25% 至 100% 的厚度。

該混合艙可具有鄰近該孔口的收斂內部錐形，其依該孔口的方向收斂。

該燃燒器可另外包含定義鄰近該第一氧化劑氣體通道的第二氧化劑氣體通道的第二氧化劑氣體導管段，該第二氧化劑氣體通道用於排放第二氧化劑氣流。該第二氧化劑氣體通道可位於該第一氧化劑氣體通道上方或下方。

該第一氧化劑氣體通道可具有不同尺寸的寬度及高度的斷面形狀，及其中該第一氧化劑氣體通道具有 5 至 30 的寬度對高度比，及其中該第二氧化劑氣體通道具有不同尺寸的寬度及高度的斷面形狀，及其中該第二氧化劑氣體通道具有 5 至 30 的寬度對高度比。

該燃燒器可另外包含一與該第一氧化劑氣體通道及該第二氧化劑氣體通道流體流通的氧化劑入口歧管；及一與該氧化劑入口歧管下游流體流通及與該第一及第二氧化劑氣體通道上游流體流通的分級配置閥(staging valve)，該分級配置閥係用於調節該第二氧化劑氣分別流至該第一及第二氧化劑氣體通道的流量分佈。

該燃燒器可另外包含與該第一氧化劑氣體通道上游流體流通的氧化劑入口充氣室，該氧化劑入口充氣室的至少一部分係間隔環繞著該液態燃料霧化器的至少一部分；

及位於該氧化劑充氣室上游流體流通的氧化劑擴散器。

本發明也關於一種用於燃燒液態燃料的方法。該方法包含(A) 提供一燃燒器，其中該燃燒器包含(I) 定義氧化劑氣體通道的第一氧化劑氣體導管段，該第一氧化劑氣體通道具有第一氧化劑氣體通道入口端部分及用於排放第一氧化劑氣流的第一氧化劑氣體通道排放端部分，及(II) 配置於該氧化劑氣體通道內的液態燃料霧化器。該液態燃料霧化器包含(a) 一大體上圓柱形的外導管，其具有霧化氣體入口端部分及霧化氣體排放端部分；(b) 一大體上圓柱形並且具有液態燃料入口端部分及液態燃料排放端部分的內導管，該內導管配置在該外導管內並且在該外導管與該內導管之間形成霧化氣體通道，該霧化氣體通道從該霧化氣體入口端部分延伸至該霧化氣體排放端部分；及(c) 一噴頭，其具有入口端部分及排放端部分，該噴頭的入口端部分接到該外導管的霧化氣體排放端部分。該噴頭具有(i) 一混合艙，其係經配置以接受來自該內導管的液態燃料排放端部分的液態燃料並且經配置以接受來自該霧化氣體通道的霧化氣體排放端部分的霧化氣體，及(ii) 一於該噴頭出口端部分的孔口，該孔口係經配置以接受來自該混合艙的液態燃料及霧化氣體並且從該噴頭以經霧化的液態燃料的形式將該液態燃料及該霧化氣體排放至該第一氧化劑氣流中。該內導管具有於該內導管的液態燃料排放端部分的多數外部鰭片，其中該多數外部鰭片至少有一些接觸該噴頭入口端部分的內表面。該方法另外包含(B) 使第一氧化

劑氣體通過該第一氧化劑氣體通道以從該第一氧化劑氣體通道排放端部分排放該第一氧化劑氣流；(C) 使該液態燃料通過該內導管並且進入該混合艙，並且使該霧化氣體通過該霧化氣體通道並且進入該混合艙以形成該液態燃料及該霧化氣體的混合物；(D) 使該液態燃料及該霧化氣體的混合物通過該孔口以從該混合艙以經霧化的液態燃料的形式將該液態燃料及該霧化氣體的混合物排放至該第一氧化劑氣流中；及(E) 燃燒帶有至少一部分該第一氧化劑氣流的液態燃料的至少一部分以形成火焰。

該方法中所用的燃燒器可另外包含定義第二氧化劑氣體通道的第二氧化劑氣體導管段。該第二氧化劑氣體通道可鄰近且在該第一氧化劑氣體通道上方或下方。該第二氧化劑氣體通道係用於排放第二氧化劑氣流。該方法可另外包含使該第二氧化劑氣流通過該第二氧化劑氣體通道以將該第二氧化劑氣流排放至該火焰下方，及燃燒帶有至少一部分該第二氧化劑氣流的液態燃料的至少另一部分。

在該方法中，該液態燃料及該霧化氣體的混合物可具有 70 至 3200 微秒，160 至 2400 微秒，或 250 至 1600 微秒之在該混合艙中的平均滯留時間。

在該方法中，該液態燃料及該霧化氣體的混合物可以一速度， v_1 ，從該噴頭排放，並且該第一氧化劑氣體可以一速度， v_2 ，從該第一氧化劑氣體導管排放端部分排放，

其中 $1 \leq \frac{v_1}{v_2} \leq 100$ 。

【實施方式】

當應用於說明書及申請專利範圍中所述之本發明的具體實施例時文中所用的冠詞"一"意指一或更多。"一"的用途並不會將該意義限於單數特徵，除非有明確指明此範圍。該冠詞"該"前述單數或複數名詞或名詞片語表示特別指定的特徵並且可依據其所應用的內文而具有單數或複數涵義。該形容詞"任何"意指一、一些或所有不加區分的任何量。

該片語"至少一部分"意指"一部分或全部"。

有一形態中，本揭示內容關於一種供液態燃料燃燒用的設備。該設備可為適用於燃燒器中的液態燃料霧化器。

參照圖 1，該液態燃料霧化器 1 包含一大體上圓柱形的外導管 10，其具有霧化氣體入口端部分 12 及霧化氣體排放端部分 14。該液態燃料霧化器 1 也包含一大體上圓柱形的內導管 20，其具有液態燃料入口端部分 22 及液態燃料排放端部分 24。該內導管 20 係配置在該外導管 10 內並且在該外導管 10 與該內導管 20 之間形成霧化氣體通道 16。該霧化氣體通道 16 從該霧化氣體入口端部分 12 延伸至該霧化氣體排放端部分 14。因為當應用於該通道特徵時該冠詞"一"意指一或更多，所以該外導管 10 與該內導管 20 之間可形成一或更多通道。再者，當該通道 16 從該霧化氣體入口端部分 12 及該霧化氣體排放端部分 14 延伸時該通道 16 可分開及/或分開並且再結合，但是還是提供從該霧

化氣體入口端部分 12 至該霧化氣體排放端部分的連續流道。

該導管壁厚度對該外導管 10 的外徑的比例可為 0.034 至 0.35 或 0.1 至 0.2，或 0.14 至 0.18。0.1 至 0.2 之該導管壁厚度對該外導管外徑比例的效益與較小的比例比較時為兩倍。首先，其提供增大的斷面積以供熱從位於該液態燃料霧化器 1 的外表面上的熱點傳導出去，該熱點典型位於該噴頭 30 的排放端部分 34 與往上游三個外導管 10 直徑之間的某處。其次，透過該外導管 10 的壁厚度允許較厚的接頭，其提供增大的斷面積以供熱從位於該液態燃料霧化器 1 的外表面上的熱點傳導出去。

該外導管 10 可具有第一長軸而且該內導管 20 可具有第二長軸，其中該第一長軸及該第二長軸實質上為共軸。實質上共軸意指該等軸一致，平行且在該內導管內徑的 5% 範圍以內一致，或稍微歪斜，其中該等軸係平行程度達到 2° 以內且在該霧化氣體排放端部分 14 及液態燃料排放端部分 24 的內導管內徑的 5% 以內。

該內導管 20 具有於毗鄰該混合腔 36 之接近或於該導管 20 出口端處的導管 20 的內側測得的有效內徑。在圓形導管斷面的案例中，有效直徑與直徑相同。在稍微不圓或非圓形導管的案例中，有效直徑可以算出來，該有效直徑能得到與該非圓形導管的斷面積相同的斷面積。該內導管 20 的有效內徑可為 1.27 mm 至 12.7 mm。

該液態燃料霧化器 1 也包含具有入口端部分 32 及排

放端部分 34 的噴頭 30。該噴頭 30 的入口端部分 32 係藉由接頭 18 接合於該外導管 10 的霧化氣體排放端部分 14。該接頭 18 可為熔接接頭、壓接頭、螺紋接頭或其他此技藝中習知的接頭。該接頭 18 較佳為熔接接頭。熔接接頭可提供較好的導熱性以供冷卻該噴頭。該熔接接頭可具有比該外導管 10 的壁厚度大 50%至 100%的厚度。合宜的話可以將該熔接接頭製成與實際使用時一樣厚。大熔接接頭必需使於重疊區的外導管及噴頭之一的厚度薄且因此於熔接時更易於變形，這並不適宜。

該內導管可藉由使該內導管能籤該液態燃料霧化器移除以供清潔的帶螺紋或其他適合的連接件(未顯示)以能移動的方式連至該外導管的入口端部分。

該噴頭 30 具有一混合艙 36，其係經配置以接受來自該內導管 20 的液態燃料排放端部分 24 的液態燃料並且經配置以接受來自該霧化氣體通道 16 的霧化氣體。該混合艙 36 在該入口端部分 32 及該排放端部分 34 中間。該噴頭 30 也具有於該噴頭 30 的排放端部分 34 的孔口 38。該孔口 38 係經配置以接受來自該混合艙 36 的液態燃料及霧化氣體並且從該噴頭 30 以經霧化的液態燃料的形式排放該液態燃料及該霧化氣體。

該混合艙 36 具有一有效直徑及一長度。該混合艙的長度從該內導管 20 的出口量到該混合艙孔口 38 的艙側。儘管將該混合艙 36 顯示為圓柱形，但是其並不限於圓柱外形的圓形斷面。在該混合艙的斷面為圓形的案例中，該有

效直徑與直徑相同。在該混合艙的斷面為非圓形的案例中，有效直徑可以算出來，該有效直徑能算出相同的斷面積。該混合艙 36 具有該內導管 20 的有效內徑的 2 倍或小於 2 倍的長度。該混合艙的長度可比該內導管 20 的有效內徑大 0.5 至 2 倍以供該霧化氣體及液態燃料於透過該火焰形孔口 38 排放之前的充分混合。或者，該混合艙長度可為該內導管 20 的有效內徑的 1 至 2 倍，或約 1.7 倍。關於設計的點火速率，該液態燃料及該霧化氣體應該留在該混合艙中經歷 70 至 3200 微秒，160 至 2400 微秒，或 250 至 1600 微秒的平均滯留時間。當提供該液態燃料及霧化氣體在乳化艙中混合的機會時，焦炭累積將減少並且縮短清潔該噴嘴的保養。

如圖 1 所示，該混合艙可具有收斂內部錐形 37，其係依該孔口 38 的方向收斂。收斂內部錐形提供較容易清潔的益處。塑造的像鑽頭末端一樣，帶有與該收斂內部錐形互補的形狀的清潔工具可用以清潔該噴頭。或者，該混合艙可具有朝該孔口設置的錐形部分，其係球面形或橢圓形等並且可延伸經過比所示更多或更少的混合艙長度。儘管該乳化艙據顯示越過圖 1 中的混合艙大半部分具有固定斷面，但是該混合艙並不限於固定斷面。在選擇性具體實施例中，該混合艙可越過其從該燃料入口至該孔口的長度的大半部分或全部塑形以縮小斷面，藉以提供逐漸尖細的混合艙。

該內導管 20 具有於該內導管 20 的液態燃料排放端部

分 24 的多數外部鰭片 26，其中該多數外部鰭片 26 至少有一些接觸該噴頭 30 的噴頭入口端部分 32 的內表面 35。所有該多數外部鰭片 26 可接觸該噴頭 30 的噴頭入口端部分 32 的內表面 35。外部鰭片為向外的凸出部，其界定出在該內導管 20 的外表面上的凹槽。接觸該噴頭內表面的外部鰭片 26 具有提供從該噴頭的額外導熱途徑及於該內導管 20 的液態燃料排放端部分 22 與該噴頭 30 的入口端部分 32 之間設立用於該霧化氣體通道 16 的指定間隙的益處。該間隙係藉由該等外部鰭片設立且不可調整，除非藉由變換該等外部鰭片。

該多數外部鰭片 26 可具有從 3 至 20 或 6 至 10 的數目。該多數外部鰭片 26 可為縱向鰭片，其中該等鰭片筆直並且具有平行於該內導管 20 的長軸的軸。或者，當該多數外部鰭片 26 沿該內導管的長度往下移動時該多數外部鰭片 26 可為螺旋形或螺旋狀。該等外部鰭片也可為一部分筆直而且接近該內導管 20 的出口端部分 24 為螺旋形或螺旋狀。

如圖 1 所示，該多數外部鰭片 26 可具有收斂外部錐形，其係依該液態燃料排放端部分 24 的方向收斂。再者如圖 1 所示，該噴頭 30 可具有於該入口端部分 32 的收斂內部錐形，其係依該出口端部分 34 的方向收斂。該噴頭 30 的內部錐形大體上可與該多數外部鰭片 26 的外部錐形互補。該收斂外部錐形可越過該多數外部鰭片 26 長度的一部分。或者，如圖 2 中的液態燃料霧化器 2 所示，該收斂外

部錐形可越過該多數外部鰭片 26 長度的全部。

如圖 3 中的液態燃料霧化器 3 所示，該多數外部鰭片 26 可不含收斂外部錐形。該噴頭 30 也可於該入口端部分 32 處沒有收斂內部錐形。

該液態燃料霧化器可用以將工業用爐應用中所用的液態燃料，舉例來說，1 號餾出油、2 號餾出燃料油、柴油、生質柴油及其副產物(例如甘油)、煤油、4 號燃料油、5 號殘存油、6 號殘存燃料油、料檔 C 型燃料油(Bunker-C type fuel oil)及其他普通熟悉此技藝者所習知者霧化。該霧化氣體可為任何工業用爐應用中所用的習知霧化氣體，舉例來說，空氣、天然氣、工業級氧、富氧空氣、丙烷、氫、二氧化碳、氫或這些氣體之其二或更多的混合物。

關於一些爐的應用，例如玻璃熔爐，較佳可為大體上扁平的火焰。為了產生大體上扁平的火焰，該孔口 38 可為長孔型孔口，其用以形成扁平的噴霧圖案。長方型孔口為具有一寬度尺寸及一高度尺寸的長孔，其中該寬度尺寸比該高度尺寸大。該寬度可介於 3 mm 至 25.4 mm 而且該長度可介於 0.75 至 7.62 mm。該長孔斷面可為矩形、橄欖形或其他適合的非圓形形狀。長孔型孔口也具有長度尺寸，其中該長度尺寸為該水力直徑的至少 2 倍。該長度尺寸可為該水力直徑的 2 至 10 倍。該長口的斷面可沿著長度而變化，舉例來說，該寬度尺寸可依流動方向增加以具有一收斂角。大於該水力直徑 2 倍的長度尺寸使該噴霧圖形能藉由該孔口形狀及收斂角塑形。該水力直徑， D_H ，係依習用

方式定義， $D_H = 4 \times \text{斷面積} / \text{濕周 (wetted perimeter)}$ 。在該水力直徑沿著該長孔的長度變化的案例中，於該孔口入口平面取得所需的直徑尺寸。

該外導管 10、內導管 20 及噴頭 30 可由任何適合的材料，舉例來說，不銹鋼，製成並且利用此技藝中習知的方法建構而成。該多數外部鰭片 26 可藉由在該外表面中切削凹槽而機械加工至該內導管 20 表面內。

該供液態燃料燃燒用的設備可為帶有如上述的液態燃料霧化器的燃燒器。該燃燒器可經調整以於介於 0.10 與 12 MW 之間或介於 0.25 與 6 MW 之間的點火速率下運轉。

參照圖 4，該燃燒器 60 包含定義第一氧化劑氣體通道 54 的第一氧化劑氣體導管段 40，該第一氧化劑氣體通道 54 具有第一氧化劑氣體通道入口端部分 44 及用於排放第一氧化劑氣流的第一氧化劑氣體通道排放端部分 46，而且液態燃料霧化器 5 與該氧化劑氣體導管段 40 呈間隔的關係配置而且該液態燃料霧化器 5 的至少一部分係配置於該第一氧化劑氣體通道 54 內。該液態燃料霧化器 5 係如上所述並且可包含文中所述的任何液態燃料霧化器特徵。

該第一氧化劑氣體可為任何適於燃燒的氧化劑氣體，舉例來說，空氣、富氧空氣及工業級氧。

該第一氧化劑氣體通道 54 可具有寬度及高度尺寸不同的斷面形狀。該第一氧化劑氣體通道 54 可具有 5 至 30 的寬度對高度比。該第一氧化劑氣體通道 54 可具有圓形斷面而且各斷面可以中心點或矩心為其特徵，其中矩心具有

平常的幾何定義。該氣體通道 54 可另外以正交該等通道斷面並且連接該等通道斷面的矩心的直線所定義的長軸為其特徵。

該燃燒器 60 可另外包含定義第二氧化劑氣體通道 56 的第二氧化劑氣體導管段 70，該第二氧化劑氣體通道 56 係用於排放第二氧化劑氣流以達到所謂的氧化劑分級配置。該第二氧化劑氣體通道 56 在該第一氧化劑氣體通道 54 的近處並且可位於該第一氧化劑氣體通道 54 下方。該第二氧化劑氣體通道 56 可具有 5 至 30 的寬度對高度比。該第二氧化劑氣體通道 56 可具有非圓形斷面而且各斷面可以中心點或矩心為其特徵，其中矩心具有平常的幾何定義。該第二氧化劑氣體通道 56 可另外以正交該等通道斷面並且連接該等通道斷面的矩心的直線所定義的長軸為其特徵。該第一氧化劑氣體通道 54 的長軸及該第二氧化劑氣體通道 56 的長軸可為實質平行。

該第二氧化劑氣體可為任何適於燃燒的氧化劑氣體，舉例來說，空氣、富氧空氣及工業級氧。該第一氧化劑氣體及該第二氧化劑氣體可為相同組成，來自相同來源。

該第一氧化劑氣體導管段 40 及該第二氧化劑氣體導管段 70 可由獨立且不同的導管構成或由單一種材料磚構成，例如燒嘴磚(burner block)如圖 4 所示。圖 4 顯示以普通燒嘴磚 50 製成的第一氧化劑氣體通道 54 及第二氧化劑氣體通道 56。如圖 4 所示，該燒嘴磚 50 可包含該第一氧化劑氣體導管段 40 及該第二氧化劑氣體導管段 70。

該燃燒器可經建構以將相同氧化劑氣體輸送至該第一氧化劑氣體通道 54 及該第二氧化劑氣體通道 56 以致於該第二氧化劑氣流具有與該第一氧化劑氣流相同濃度的氧。或者，該燃燒器可經建構以將與該第一氧化劑氣體通道 54 不同氧化劑氣體輸送至該第二氧化劑氣體通道 56 以致於該第二氧化劑氣流具有與該第一氧化劑氣流不同濃度的氧。

如圖 4 所示，該燃燒器 60 可另外包含氧化劑入口歧管 57。氧化劑氣體流過該氧化劑入口歧管 57 而且最後到該第一氧化劑氣體通道 54 及該第二氧化劑氣體通道 56。該氧化劑入口歧管 57 與該第一氧化劑氣體通道 54 及該第二氧化劑氣體通道 56 上游流體流通。分級配置閥 64 可用以轉移或調節該氧化劑氣體流到該第二氧化劑氣體通道 56 的流量。該分級配置閥 64 與該氧化劑入口歧管 57 下游流體流通而且與該第一及第二氧化劑氣體通道 56 上游流體流通。

該燃燒器 60 可另外包含與該第一氧化劑氣體通道 54 上游流體流通的氧化劑入口充氣室 82。該氧化劑入口充氣室可為間隔環繞著該液態燃料霧化器的至少一部分，而且該第一氧化劑氣體通道 54 的至少一部分可間隔環繞著該噴頭。該燃燒器可另外包含位於該氧化劑充氣室 82 上游的擴散器 80。此擴散器的用途在於輔助分配進入該氧化劑入口充氣室的氧化劑流。

該噴頭 30 的排放端可安裝得與該燒嘴磚 50 的熱面 52

齊平，或凹入該第一氧化劑氣體通道 54 內。使該噴頭 30 凹入該燒嘴磚 50 中將有助於使該混合艙保持較冷的運轉溫度。然而，該噴頭 30 可凹入的程度將取決於該燃燒器 60 的運轉條件，如下所述。

在另一形態中，本揭示內容關於使用文中所述的燃燒器燃燒液態燃料的方法。在該方法中，該燃燒器可於介於 0.10 與 12 MW 之間或介於 0.25 與 6 MW 之間的點火速率下運轉。

該用於燃燒液態燃料的方法包含提供帶有文中所述的液態燃料霧化器之文中所述的燃燒器。該燃燒器及液態燃料霧化器可包含文中所述的分別燃燒器或液態燃料霧化器特徵之任何者。

參照圖 1 及圖 4，該方法包含使第一氧化劑氣體通過該第一氧化劑氣體導管段 40 以從該第一氧化劑氣體導管排放端部分 46 排放第一氧化劑氣流。該方法另外包含使該液態燃料通過該內導管 20 並且進入該混合艙 36，並且使該霧化氣體通過該霧化氣體通道 16 並且進入該混合艙 36 以形成該液態燃料及該霧化氣體的混合物。接著該方法另外包含使該液態燃料及該霧化氣體的混合物通過該孔口 38 以從該混合艙以經霧化的液態燃料的形式將該液態燃料及該霧化氣體的混合物排放至該第一氧化劑氣流中。該方法另外包含燃燒帶有至少一部分該第一氧化劑氣流的液態燃料的至少一部分以形成火焰。

該方法也可包括氧化劑分級配置。該第二氧化劑氣流

可通過該第二氧化劑氣體通道 56 以將該第二氧化劑氣流排放至該火焰下方並且燃燒帶有至少一部分該第二氧化劑氣流的液態燃料的至少一部分。

在該方法中，該液態燃料及該霧化氣體的混合物可具有 70 至 3200 微秒，160 至 2400 微秒，或 250 至 1600 微秒之在該混合艙中的平均滯留時間。

該平均滯留時間係以由整個混合艙體積(越過先前定義的乳化艙長度)除以該乳化混合物體積流速算出來。該乳化混合物體積流速係經由加總該液態燃料及霧化氣體二者的體積流速算出來。因為該霧化氣體可壓縮，所以該氣體的實際體積流速係經過壓力校正獲得。舉例來說，若該液態燃料流速為 70 升/時，該霧化氣體流速為 11 標準立方米/小時(Nm³/h)，該乳化艙中的壓力為 2.4 巴，而且該混合艙中的溫度為 373K，則該乳化混合物體積速率為：

$$\left(\frac{70 \text{ l/h}}{1000 \text{ l/m}^3} + \frac{(11 \text{ Nm}^3/\text{h})(1.01325 \text{ bar})}{2.4 \text{ bar}} \times \frac{373 \text{ K}}{273.15 \text{ K}} \right) \times \frac{\text{h}}{3600 \text{ s}} = 0.0018 \text{ m}^3/\text{s}.$$

對於具有 790 mm³ 的乳化艙體積的噴嘴而言，該平均滯留時間為：790 mm³ x 1 / (0.0018 m³/s) x m³/l x 10⁹ mm³ = 443 μs。

在該方法中，該液態燃料及該霧化氣體的混合物可以一速度，v₁，從該噴頭排放，而且該第一氧化劑氣體可以一速度，v₂，從該第一氧化劑氣體導管排放端部分排放，

其中 $1 \leq \frac{v_1}{v_2} \leq 100$ 。在此範圍中運轉提供保持校正火焰形狀的益

處。在液態燃料燃燒時，主要由含有燃料液滴的噴頭所散播的區域指定該火焰形狀。為了使燃燒發生，該等燃料液滴先蒸發而且該液滴的蒸發(在燃燒之前)為該燃燒過程的速率限制步驟，該燃燒過程以該蒸發步驟周圍的擴散焰的方式進行(Lefebvre, "Atomization and Sprays," p. 309, Hemisphere Publishing, 1989)。藉由使該液態燃料及該霧化氣體的混合物速度， v_1 ，維持比該第一氧化劑氣體速度， v_2 ，更高，該液態燃料及該霧化氣體的混合物將傾向將該第一氧化劑氣體牽引至含有該液態燃料液滴的區域中而不會顯著影響含有該液態燃料液滴的區域的外狀。依此方式該火焰外形不會顯著受到該氧化劑氣體的流動影響，而是更容易藉由該液態燃料霧化器的設計予以指定。換句話說，該火焰範圍為該霧化器的噴霧圖案的強函數。

一旦該比例 $\frac{v_1}{v_2}$ 增大到 100 以上，則該霧化氣體速度， v_1 ，將非常大，或該第一氧化劑氣體速度， v_2 ，將非常小，或二者同時發生。當該液態燃料及該霧化氣體的混合物速度， v_1 ，非常大時，這樣將會有需要高的霧化氣體及液態燃料供應壓力的缺點。當該第一氧化劑氣體速度， v_2 ，非常小時，這樣將會有降低該第一氧化劑氣體提供有利冷卻給該噴頭的程之影響，並且可能造成該噴頭，30，及外導管，10，周圍的第一氧化劑氣體的不均勻分佈。因為這

個原因， $\frac{v_1}{v_2}$ 比例高於 100 並不適宜。

若該第一氧化劑氣體速度， v_2 ，高於該液態燃料及該霧化氣體的混合物速度， v_1 ，則該含有液態燃料液滴的範圍，及因此該火焰，開始改變形狀而且有時候會擺動。這將提高該液態燃料液滴的區域，及因此該火焰，碰到該燒嘴磚，50，的第一氧化劑氣體通道，54，的內表面而導致該燒嘴磚，50，損害的可能性。此外，這將明顯限制噴管可凹入該燒嘴磚內側的程度。

該混合物速度， v_1 ，係藉由加總該液態燃料及霧化氣體二者的體積流速並且除以該孔口的斷面積算出來。如前所述，因為該霧化氣體可壓縮，所以該氣體的實際體積流速係經過壓力校正獲得。舉例來說，若該液態燃料流速為70 升/時，該霧化氣體流速為11 標準立方米/小時(Nm^3/h)，該乳化艙中的壓力為2.4 巴，該混合艙中的溫度為373K，而且該孔口的斷面積為30 mm^2 ，則該混合物速度為：

$$\left(\frac{70 \text{ l/h}}{1000 \text{ l/m}^3} + \frac{(11 \text{ Nm}^3/\text{h})(1.01325 \text{ bar})}{2.4 \text{ bar}} \times \frac{373 \text{ K}}{273.15 \text{ K}} \right) \times \frac{\text{h}}{3600} \times \frac{1 \text{E}6 \text{ mm}^2}{\text{m}^2} \bigg/ 30 \text{ mm}^2 = 59.4 \text{ m/s.}$$

若該孔口的面積隨其長度變化，則以最小面積用於該混合物速度的計算。

實施例

進行計算流體力學(CFD)模擬以測定改變該液態燃料霧化器的幾何形狀中的數個因子的效應。在下列所有 CFD 實施例中，該霧化噴嘴均位於如圖 4 所示的第一氧化劑氣體通道的中心。表 1 中歸納該燃燒器的幾何形狀參數。該

磚的深度長到足以確保該第一及第二氧化劑氣體通道二者中的氧化劑的全展流。

表 1

項目	值	單位
第一氧化劑氣體通道(54)寬度	288	mm
第一氧化劑氣體通道(54)高度	53	mm
外導管(10)的外徑	26	mm
孔口(38)面積	18.7	mm ²

實施例 1 - 操作條件的效應

在實施例 1 中，利用表 3 所述的案例 1 及 2，測定改變操作條件對於該混合艙最大溫度的效應。選擇兩組操作條件。在第一組操作條件中，流至該燃燒器的油流量為 106 l/hr 而且該霧化流量為 3.94 Nm³/hr。穿過第一氧化劑通道的氧化劑比例為 30%，而且流過該第二氧化劑氣體通道的化學計量燃燒需要剩餘部分的氧化劑。在第二組操作條件中，流至該燃燒器的油流量為 265 l/hr 而且該霧化流量為 3.94 Nm³/hr。穿過第一氧化劑通道的氧化劑比例為 50%，而且流過該第二氧化劑氣體通道的化學計量燃燒需要剩餘部分的氧化劑。兩個案例的爐溫均為 1649°C。

關於案例 1，在這兩組操作條件之下，對於該第一氧化劑氣體通道中的較低油流速及較低氧化劑流速，該混合艙內側的最大預測溫度為 532°C。對於該第一氧化劑氣體通道中的較高油流速及較高比例的氧化劑流速，該混合艙

內側的最大預測溫度為 377°C。

關於案例 2，在這兩組操作條件之下，對於該第一氧化劑氣體通道中的較低油流速及較低氧化劑流速，該混合艙內側的最大預測溫度為 433°C。對於該第一氧化劑氣體通道中的較高油流速及較高比例的氧化劑流速，該混合艙內側的最大預測溫度為 306°C。

降低最大混合艙溫度將降低該燃料油(特別是重質燃料油)中的瀝青烯形成焦炭的傾向，其接著降低必需清潔該噴嘴組合件的頻率。而且儘管其誘使人想說那只是改變該燃燒器(亦即藉由提高流至該第一氧化劑通道的氧化劑比例)及該霧化器(亦即藉由提高該油及霧化氣體流量)的操作條件以確保該混合艙溫度充分降至可接受程度的情況，但是該爐的操作典型為指定該油的流速，並且藉由擴展該氧化劑流至該燃燒器的流速，而不是根據其他方式。此外最佳的操作，特別是對於玻璃熔融，經常可達到最大程度的氧化劑分級配置(亦即將較大比例的氧化劑指引至該第二氧化劑通道)，其具有如，舉例來說，美國專利案第 7,390,189 號中所述之提高的指引輻射(較多熱從該火焰向下指向該玻璃，較少熱從該火焰向上指向該爐頂)、玻璃品質及減少 NO_x 排放的益處。最後，較佳為具有在該燃燒器中的霧化器，其具有涵蓋寬廣範圍的操作條件的能力。這樣能給爐操作最大的彈性而不需交換裝備就能匹配所需的燃燒器操作條件，例如點火速率或油流速，及穿過該第一氧化劑通道的氧化劑流量的比例。

因為這些原因，所以吾人所欲為針對一組指定的操作條件將該混合艙溫度降至最大的可能程度。因此，隨意固定該等操作條件，如表 2 歸納的，以致於下列實施例可舉例說明本發明的不同配置怎樣降低最大混合艙溫度。

表 2

油流量	265	l/hr
霧化氣體流量	3.94	Nm ³ /hr
穿過第一氧化劑通道的氧化劑比例	50	%
爐溫	1649	°C
氧純度	100	%
油入口溫度	117	°C
霧化氣體入口溫度	27	°C

研究下列特徵，如表 3 中歸納的，對該最大混合艙溫度的效應：

1. 使該多數外部鰭片接觸到該噴頭的入口端部分的內表面
2. 把該熔接接頭厚度當作該外導管的壁厚度的一部分
3. 該導管壁厚度對外導管外徑的比例；及
4. 該霧化氣體通道的幾何形狀(水力直徑)。

表 3

案例	1	2	3	4	5
接觸面積/外導管壁斷面積	0	1.09	1.09	1.02	1.5
熔接件厚度(佔壁厚度的%)	25	25	100	100	100
外導管壁厚度對外導管外徑 的比例	0.147	0.147	0.147	0.147	0.108
在該等外部鰭片區域中的內 導管壁厚度對內導管外徑的 比例	0.605	0.509	0.509	0.522	0.416
外部鰭片長度對外導管外徑 的比例	0	2.23	2.23	0.49	2.23
(鰭片數目 $N \times$ 平均弧長度 S)對該外導管的內表面積的 外部鰭片區域中的外導管內 周長 P 的比例	0	0.524	0.524	0.379	0.572
於霧化氣體排放端部分的(霧 化氣體通道水力直徑)/(外導 管外徑)	0.116	0.064	0.064	0.056	0.061
於霧化氣體入口端部分的(霧 化氣體通道水力直徑)/(外導 管外徑)	0.117	0.238	0.238	0.109	0.210
於噴頭入口端部分的霧化氣 體通道幾何形狀	8 孔	8 方形 凹槽	8 方形 凹槽	8 方形 凹槽	8 方形 凹槽
最大混合艙溫度(°C)	377	306	313	288	306
最大外導管溫度(°C)	383	511	479	372	487

實施例 2 - 該多數外部鰭片接觸該噴頭的入口端部分的內表面的效應

在此比較中，在表 3 的案例 1 及案例 2 之中，當沒有與該噴頭的入口端部分接觸時該混合艙內側的最大預測溫度為 377°C ，而當與該噴頭的入口端部分接觸時該溫度為 306°C 。

瀝青烯(殘存燃料油的顯著組分)的熱解，除了產生焦炭以外，發生於 350°C 與 800°C 之間(Speight, James G. Handbook of Petroleum Analysis. (p: 216). John Wiley Sons 2001)，並且為了避免焦炭形成的可能性，必須使該混合艙溫度(與該油接觸的霧化組件最熱的部分)維持於低於 350°C 。因此可見到藉著使該多數外部鰭片接觸該噴頭的入口端部分的內表面將使該混合艙的最大溫度降至低於瀝青烯開始形成焦炭的溫度。儘管其誘使人想說現在已經解決該問題而不需要進一步改良，但是要注意藉由降低該最大混合艙溫度將另外造成較大的操作條件範圍，在該操作條件範圍中能消除或顯著降低焦炭形成的傾向。

實施例 3 - 把該熔接接頭厚度當作該外導管的壁厚度的一部分的效應

為了探索其他進一步降低該艙溫度的可能性而進行另一研究。在此比較中，在表 3 的案例 2 及案例 3 之中，當該熔接接頭厚度為該外導管的壁厚度的 20%時該混合艙內側的最大預測溫度為 306°C ，而當該熔接接頭厚度為該

外導管的壁厚度的 100%時該溫度為 313°C 。此溫度稍微提高為出乎意外的結果，而且進一步分析顯露這樣的原因是由於此系統中的許多熱傳模式的複雜交互作用。

除了該噴頭以外，該外導管也經由從該爐至其外表面的輻射熱傳收到相當大一部分的熱。一般，經由幾個機構從該外導管移除熱：經由該氧化劑流過環繞著該外導管的第一氧化劑通道的熱對流；沿著該外導管長度的熱傳導，以及穿過該導管壁的徑向傳導；經由與該外導管的內表面流體流通的霧化氣體的熱傳。該對流總是有助於冷卻該艙溫度，但是沿著該外導管長度的傳導是否會如此取決於熱傳導的方向。在此實施例中，該噴頭係藉由該乳化艙的內表面處的液態燃料及霧化氣體予以有效地冷卻，而且最熱的點發生於該外導管(10)的外表面而不是於該噴頭。該多數外部鰭片與該噴頭的入口端部分的內表面之間的接觸將進一步降低該噴頭溫度。

儘管熱將會依二方向(朝向該噴頭及從該噴頭往位於耐火磚背後的爐外側的燃燒器背面離開)從該外導管最熱的部分傳導出去，朝該噴頭的熱傳導等級大於從該噴頭遠離的熱傳，因為該液態燃料對該噴頭的冷卻效應及該噴頭與外導管熱點之間較短距離的結果使得溫度梯度較大。

當該熔接件厚度增加時使該最大混合艙溫度提高的理由是因為較厚的熔接件允許較大量的熱沿著該外導管壁從該導管壁熱點軸向傳導至該噴頭及進入該混合艙中。

很重要的是要注意雖然混合艙最大溫度稍微提高，但

是該外導管的最大溫度卻從 511°C 降至 479°C 。

實施例 4 - 該導管壁厚度對外導管外徑的比例的效應

在此比較中，在表 3 的案例 3 及案例 5 之中，當該外導管壁厚度對外導管外徑的比例為 0.147 時該混合腔內側的最大預測溫度為 313°C ，而當該外導管壁厚度對外導管外徑的比例為 0.108 時該溫度為 306°C 。如上述該熔接件厚度比較例所預期，當該壁厚度較薄時該乳化腔溫度稍微比較冷。然而，較少熱沿著該外導管長度從該熱點傳導至該噴頭，導致最大外導管溫度從 479°C 提高至 487°C 。

實施例 5 - 該霧化氣體幾何形狀(水力直徑)的效應

在此比較中，在表 3 的案例 3 及案例 4 之中，所做的第一個改變是顯著縮短該多數外部鰭片的長度以致於該外導管與冷卻空氣之間有大表面積。第二個改變是，藉由增大該內導管外徑(及壁厚度以保持相同內導管內徑)使該外導管內表面與該內導管外表面之間的環形空間之水力直徑從案例 3 至案例 4 減少多於 50%。第三，在案例 4 中該長孔的深寬比從狹窄的深長孔變成較方形的長孔。在案例 3 中該等長孔的深寬比(高度對寬度)為 2.74 而且在案例 4 中為 0.97。這三個對於該霧化氣體通道幾何形狀的改變對於該霧化氣體與該外導管的內表面之間的對流性熱傳有相當大的影響。

首先，在該外導管的熱點區域(該外導管最大溫度的位

置)中在該內導管上的外部鰭片上游的區域中介於該外導管的內表面與該內導管的外表面之間有環形空間將增加該外導管的內表面與該霧化氣體之間的熱傳可利用的表面積。其次，減小該區域中的水力直徑有助於增加該外導管的內表面與該霧化氣體之間的對流性熱傳。第三，藉由改變該等長孔的深寬比使該等長孔加寬(並且藉由延長使該等鰭片變窄)將增加該霧化氣體與該外導管的內表面之間的熱傳可利用的表面積，而不會顯著影響該多數外部鰭片與該噴頭的入口端部分的內表面之間的接觸面積。值得注意的是該等外部鰭片創造該霧化氣體與該外導管的內表面之間的對流性熱傳的阻礙，因為在該等外部鰭片表面與該外導管的內表面之間的允差間隙(tolerance gap)中基本上沒有流動。此外，該等鰭片無法在依離開(徑向向內)該外導管徑向傳導時扮演重要的角色，因為該等外部鰭片外表面與該外導管的內表面之間沒有緊密的接觸。這與該等外部鰭片外表面與前述噴頭的內表面之間的緊密且有益接觸成對比。因此吾人所欲為提供 $0.1 \leq N \times S/P \leq 0.9$ ，其中 N 為該多數外部鰭片的外部鰭片數量， S 為該多數外部鰭片的外部鰭片的平均弧長度，而且 P 為於毗鄰該多數外部鰭片的外導管斷面處的外導管內周長。此外，關於案例 4 該內導管的較厚壁允許從該混合艙沿著該內導管長度離開該混合艙較大的傳導，藉以降低該混合艙溫度。

這三項改善有助於使該最大外導管溫度從 479°C (案例 3)顯著降至 372°C (案例 4)。接著，這導致較少熱傳沿著

該外導管壁到該混合艙。該混合艙內側的最大預測溫度從 313°C (案例 3) 降至 288°C (案例 4)。

此配置的益處為該混合艙遠低於焦炭形成的溫度，而且該最大外導管溫度係低於 430 至 900°C 的溫度範圍，在該溫度範圍中於晶粒邊界處的碳化物沉澱(特別是碳化鉻)造成的水性腐蝕是最常用的合金例如 316、304 及 310 不銹鋼所關心的事 (Roberge, P.R., Handbook of Corrosion Engineering, McGraw-Hill 2000. Page 712)。

實施例 6

在本發明的液態燃料霧化器與美國專利案第 7,500,849 號中所述的商業版液態燃料霧化器，後文中稱為 '849 霧化器，之間做比較。關於該 '849 霧化器及本發明的霧化器該熔接件厚度分別為 1.27 mm 及 3.91 mm。關於該 '849 霧化器及本發明的霧化器該外導管的斷面積分別為 117 mm² 及 89 mm²。關於該 '849 霧化器及本發明的霧化器該外導管的壁厚度分別為 2.87 mm (0.113 吋) 及 3.91 mm (0.154 吋)。

本發明的霧化器在該內導管的外表面上具有 8 個外部鰭片。

用熱電耦測量該混合艙內表面的表面溫度。使空氣於 5.2 Nm³/h (3.3 scfm) 的速率下通過該霧化氣體通道。沒有液態燃料通過該霧化器。將爐子加熱至約 1150°C (2100°F)。將該等不同霧化器插入該爐內等深度以致於該霧

化器的噴頭伸入該爐內。測量該混合艙內側表面的溫度。該'849 霧化器的混合艙內表面溫度為約 350°C 而且平均爐溫約 1184°C 。本發明的霧化器的混合艙內表面溫度為 236°C 而且平均爐溫約 1197°C 。

較低的混合艙溫度表示該噴頭中的液態燃料有減少炭化的可能性。因為本發明的霧化器比起該'849 霧化器該混合艙的內表面溫度較低，所以該噴頭中的燃料炭化應該會減少。

本發明已經引用特定具體實施例加以描述，無論如何本發明不得受限於那些具體實施例並且包括落在下列申請專利範圍的範疇以內的修飾及等效配置。

【圖式簡單說明】

圖 1 為該內導管上帶有外部鰭片的液態燃料霧化器的斷面示意圖，其中該等外部鰭片越過該等外部鰭片的一部分逐漸尖細。

圖 2 為該內導管上帶有外部鰭片的液態燃料霧化器的斷面示意圖，其中該等外部鰭片越過該等外部鰭片的全長逐漸尖細。

圖 3 為該內導管上帶有外部鰭片的液態燃料霧化器的斷面示意圖，其中該等外部鰭片並非逐漸尖細。

圖 4 顯示併入該液態燃料霧化器內的燃燒器的透視圖。

【主要元件符號說明】

1,2,3,5	液態燃料霧化器
10	大體上圓柱形的外導管
12	霧化氣體入口端部分
14	霧化氣體排放端部分
16	霧化氣體通道
18	接頭
20	大體上圓柱形的內導管
22	液態燃料入口端部分
24	液態燃料排放端部分
26	外部鰭片
30	噴頭
32	入口端部分
34	排放端部分
35	噴頭入口端部分的內表面
36	混合艙
37	收斂內部錐形
38	孔口
40	第一氧化劑氣體導管段
44	第一氧化劑氣體通道入口端部分
46	第一氧化劑氣體通道排放端部分
50	燒嘴磚
52	燒嘴磚的熱面
54	第一氧化劑氣體通道

56	第二氧化劑氣體通道
57	氧化劑入口歧管
60	燃燒器
64	分級配置閥
70	第二氧化劑氣體導管段
80	擴散器
82	氧化劑入口充氣室

七、申請專利範圍：

1. 一種供液態燃料燃燒用的設備，該設備包含：

一大體上圓柱形的外導管，其具有霧化氣體入口端部分及霧化氣體排放端部分；

一大體上圓柱形的內導管，其具有液態燃料入口端部分及液態燃料排放端部分，該內導管配置在該外導管內並且在該外導管與該內導管之間形成霧化氣體通道，該霧化氣體通道從該霧化氣體入口端部分延伸至該霧化氣體排放端部分；及

一噴頭，其具有入口端部分及排放端部分，該噴頭的入口端部分接到該外導管的霧化氣體排放端部分，該噴頭具有：

一混合艙，其係經配置以接受來自該內導管的液態燃料排放端部分的液態燃料並且經配置以接受來自該霧化氣體通道的霧化氣體，及

一於該噴頭出口端部分的孔口，該孔口係經配置以接受來自該混合艙的液態燃料及霧化氣體並且從該噴頭排放該液態燃料及該霧化氣體(以經霧化的液態燃料的形式)，

其中該內導管具有於該內導管的液態燃料排放端部分的多數外部鰭片，其中該多數外部鰭片至少有一些接觸該噴頭入口端部分的內表面。

2. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該孔口為長孔型孔

口。

3. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該多數外部鰭片具有收斂外部錐形，其係依該液態燃料排放端部分的方向收斂；及其中該噴頭具有於該入口端部分的收斂內部錐形，其係依該出口端部分的方向收斂，該內部錐形大體上與該多數外部鰭片的外部錐形互補。
4. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該多數外部鰭片為縱向鰭片。
5. 如申請專利範圍第 4 項之設備，其中該設備具有 0.1 至 3.0 之該多數外部鰭片長度對該外導管外徑的比例。
6. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該多數外部鰭片為螺旋鰭片。
7. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該多數外部鰭片數目從 3 至 20。
8. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該外導管具有 0.1 至 0.2 之外導管的導管壁厚度對外導管的導管外徑的比例。

9. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該裝置具有 0.05 至 0.25 之霧化氣體通道水力直徑對該外導管外徑之比例。
10. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該設備於具有該多數外部鰭片的內導管斷面處具有 0.2 至 0.7 之內導管壁厚對內導管外徑的比例。
11. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中 $0.1 \leq N \times S / P \leq 0.9$ ，其中 N 為該多數外部鰭片的外部鰭片數量，S 為該多數外部鰭片的外部鰭片的平均弧長度，而且 P 為於毗鄰該多數外部鰭片的外導管斷面處的外導管內周長。
12. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該噴頭的入口端部分係經由熔接接頭接合於該外導管的霧化氣體排放端部分。
13. 如申請專利範圍第 12 項之設備，其中該熔接接頭具有比該外導管的壁厚度大 25% 至 100% 的厚度。
14. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中該混合艙具有毗鄰該孔口的收斂內部錐形，其依該孔口的方向收斂。
15. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其另外包含：
- 定義第一氧化劑氣體通道的第一氧化劑氣體導管段，該

第一氧化劑氣體通道具有第一氧化劑氣體通道入口端部分及用於排放第一氧化劑氣流的第一氧化劑氣體通道排放端部分；及

其中該外導管係與該第一氧化劑氣體導管呈間隔的關係配置而且該外導管的至少一部分係配置於該氧化劑氣體通道內。

16.如申請專利範圍第 15 項之設備，其另外包含：

定義鄰近該第一氧化劑氣體通道的第二氧化劑氣體通道的第二氧化劑氣體導管段，該第二氧化劑氣體通道用於排放第二氧化劑氣流。

17.如申請專利範圍第 16 項之設備，其另外包含：

一與該第一氧化劑氣體通道及該第二氧化劑氣體通道流體流通的氧化劑入口歧管；及

一與該氧化劑入口歧管下游流體流通及與該第二氧化劑氣體通道上游流體流通的分級配置閥(staging valve)，其係用於調節該第二氧化劑氣流至該第二氧化劑氣體通道的流量。

18.如申請專利範圍第 15 項之設備，其另外包含：

一與該第一氧化劑氣體通道上游流體流通的氧化劑入口充氣室，該氧化劑入口充氣室的至少一部分係間隔環繞著該外導管的至少一部分；及

一位於該氧化劑充氣室上游的氧化劑擴散器。

19. 一種用於燃燒液態燃料的方法，其包含：

提供申請專利範圍第 15 項的設備；

使第一氧化劑氣體通過該第一氧化劑氣體通道以從該第一氧化劑氣體通道排放端部分排放該第一氧化劑氣流；

使該液態燃料通過該內導管並且進入該混合艙，並且使該霧化氣體通過該霧化氣體通道並且進入該混合艙以形成該液態燃料及該霧化氣體的混合物；

使該液態燃料及該霧化氣體的混合物通過該孔口以從該混合艙以經霧化的液態燃料的形式將該液態燃料及該霧化氣體的混合物排放至該第一氧化劑氣流中；及

燃燒帶有至少一部分該第一氧化劑氣流的液態燃料的至少一部分以形成火焰。

20. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中該設備另外包含定義第二氧化劑氣體通道的第二氧化劑氣體導管段，該第二氧化劑氣體通道鄰近該第一氧化劑氣體通道且在該第一氧化劑氣體通道下方，該第二氧化劑氣體通道用於排放第二氧化劑氣流，該方法另外包含：

使該第二氧化劑氣流通過該第二氧化劑氣體通道以將該第二氧化劑氣流排放至該火焰下方；及

燃燒帶有至少一部分該第二氧化劑氣流的液態燃料的至少另一部分。

21.如申請專利範圍第 19 項之方法，該液態燃料及該霧化氣體的混合物具有 250 至 1600 微秒之在該混合腔中的平均滯留時間。

22.如申請專利範圍第 19 項之方法，該液態燃料及該霧化氣體的混合物係以一速度， v_1 ，從該噴頭排放，並且該第一氧化劑氣體係以一速度， v_2 ，從該第一氧化劑氣體導管排放端部分排放，其中 $1 \leq \frac{v_1}{v_2} \leq 100$ 。

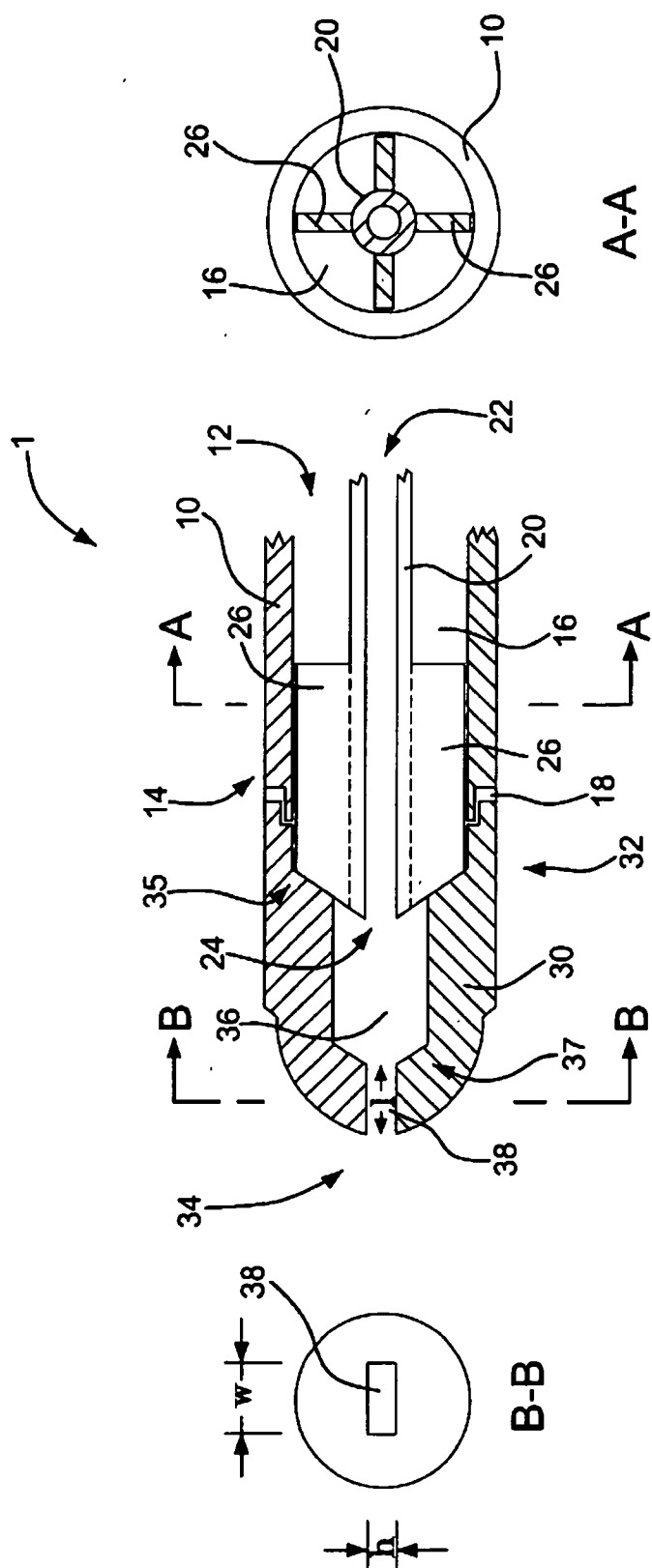


圖 1

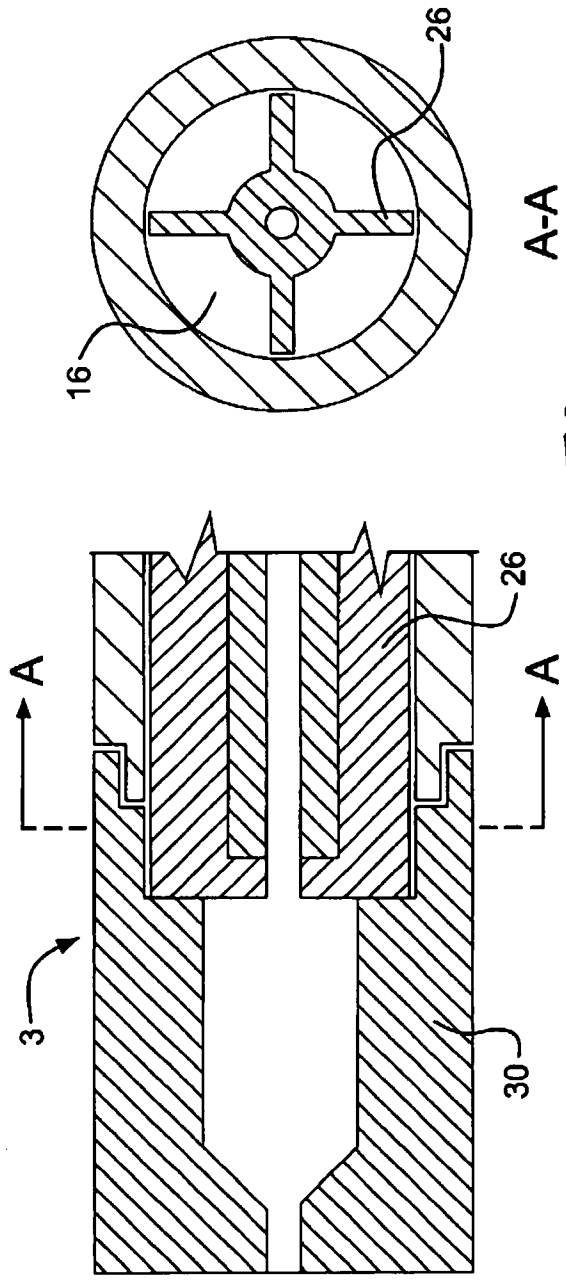


圖3

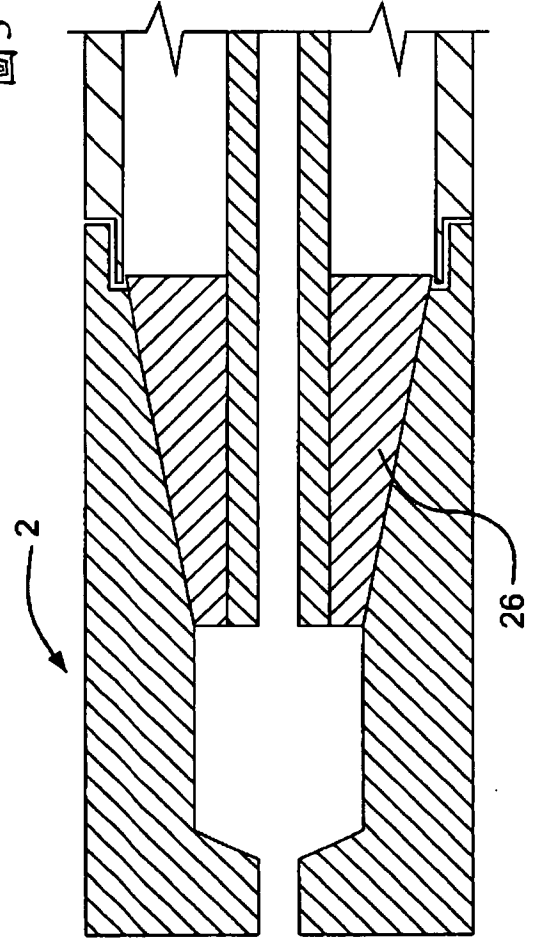


圖2

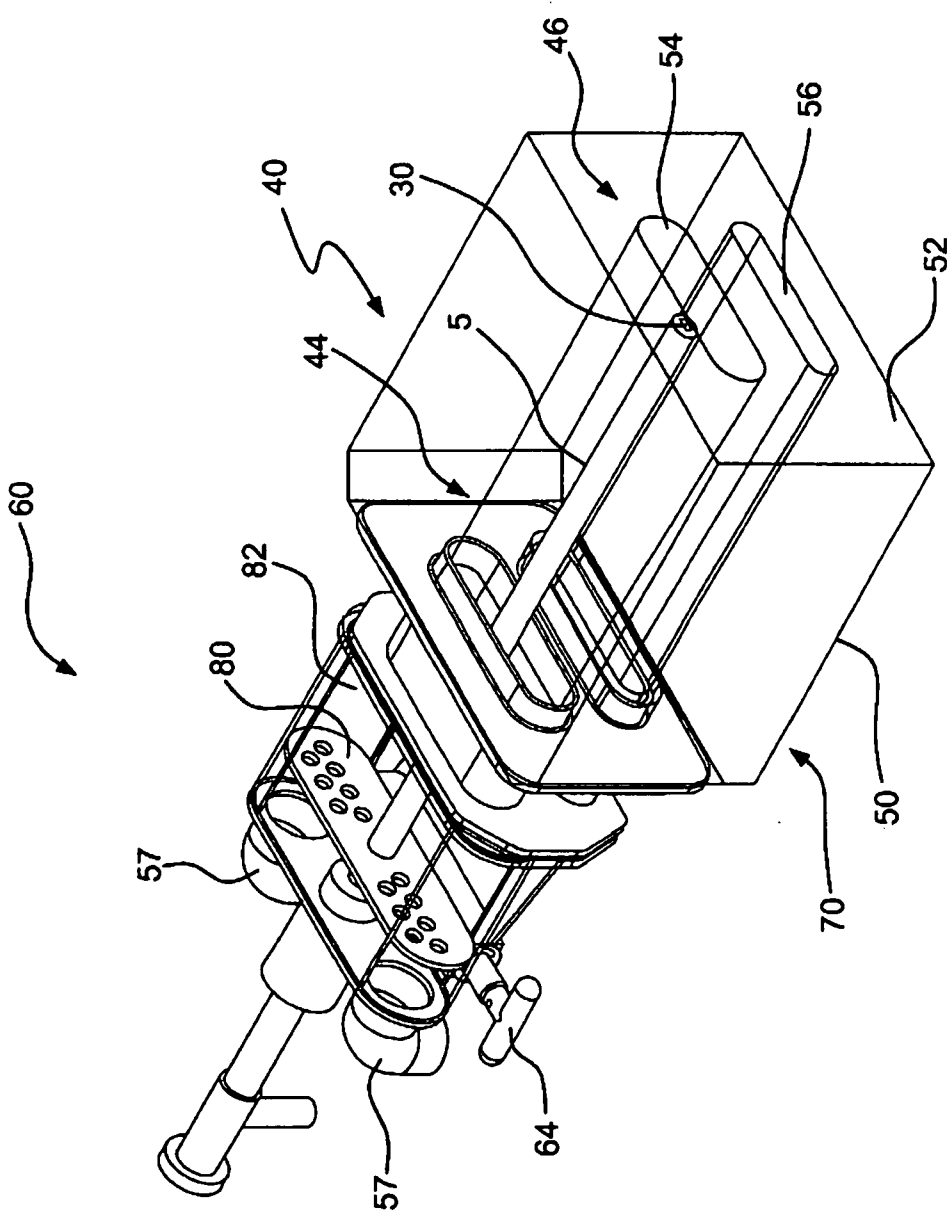


圖 4