

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96148297

※申請日期：96年12月17日

※IPC分類：C21C 5/30 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 鈍氣的注入方法

(英) Injection method for inert gas

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 普雷瑟科技股份有限公司

(英) PRAXAIR TECHNOLOGY, INC.

代表人：(中) 1. 薩瓦多 佩斯

(英) 1. PACE, SALVATORE P.

地 址：(中) 美國康乃狄克州丹柏立舊里治堡路三十九號

(英) 39 Old Ridgebury Road, Danbury, CT 06810-5113, U.S.A.

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中) 威廉 瑪哈尼

(英) MAHONEY, WILLIAM JOHN

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

2. 姓 名：(中) 蓋瑞 法地恩

(英) VARDIAN, GARY THOMAS

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2006/12/15 ; 60/875,112 ☒ 有主張優先權

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96148297

※申請日期：96年12月17日

※IPC分類：C21C 5/30 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 鈍氣的注入方法

(英) Injection method for inert gas

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 普雷瑟科技股份有限公司

(英) PRAXAIR TECHNOLOGY, INC.

代表人：(中) 1. 薩瓦多 佩斯

(英) 1. PACE, SALVATORE P.

地 址：(中) 美國康乃狄克州丹柏立舊里治堡路三十九號

(英) 39 Old Ridgebury Road, Danbury, CT 06810-5113, U.S.A.

國籍：(中英) 美國 U.S.A.

三、發明人：(共 2 人)

1. 姓 名：(中) 威廉 瑪哈尼

(英) MAHONEY, WILLIAM JOHN

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

2. 姓 名：(中) 蓋瑞 法地恩

(英) VARDIAN, GARY THOMAS

國 籍：(中) 美國

(英) U.S.A.

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ; 2006/12/15 ; 60/875,112 ☒ 有主張優先權

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種將一鈍氣（其可為純的鈍氣或一高濃度鈍氣）的超音速同軸噴流注入到一位在一金屬冶金爐內之熔融金屬浴中的方法。

【先前技術】

在煉鋼中，形成一同軸噴流來提高熔融鋼鐵的混合並稀釋在該熔融鋼體中的一氧化碳（CO）及將碳與氧逼出該鋼鐵之外是所想要的。然而，使用氧來形成此一同軸噴流會造成鋼鐵的氧化以及所不想要的副產物。因此，用不會與鋼鐵起反應的鈍氣來形成同軸噴流將會是有助益的。最佳的鈍氣將會是氬氣，因為它是真正的鈍氣。氬氣完全不會與鋼起反應。其它的鈍氣亦是可用的，但與鋼體會起一些反應。例如，氮氣會造成“增氮（nitrogen pickup）”且增加在鋼體中的氮含量，影響到鋼鐵的品質。另一種鈍氣，譬如二氧化碳，會因為二氧化碳的分解而將該熔融鋼鐵浴氧化。

大體上，先前技術教導運用“外部護罩（external shroud）”技術，亦即，包括一鈍氣在內之主要噴流被一外部製造的火燄護罩所包圍。在 Mahoney 等人於 2006 年 6 月 28 日提申且案名為“Oxygen Injection Method”之美國專利申請案第 11/476,039 號中揭露“內部護罩（internal shroud）”的方法來形成氧氣同軸噴流，用以改善熔融金

屬浴的上吹精煉處理（如，鹼性氧爐（BOF）煉鋼）。

描述於 Mahoney 等人的申請案中的內部護罩技術包含下列元件：

1. 產生一超音速氧氣流於一縮張噴嘴（converging-diverging nozzle）中；
2. 在該噴嘴出口上游處將含氫燃料混入到氧的周圍；
3. 將該結合的超音速流在高溫下當作一噴流注入到一爐子中，例如一鹼性吹氧爐中；
4. 燃燒該被注入的燃料及在該剪流（或混合）層內的氧。

當此方法被應用來用鈍氣或高濃度鈍氣沖洗以平衡氧氣時會產生一個問題。此內部護罩方法對於產生同軸噴流並不是很有用，因為會對在噴流剪流層中之燃料燃燒產生消除或抑制的作用（即，燃燒被注入的燃料及在該剪流層內的氧氣來產生一同軸噴流是不可能的）。

因此，有待解決的問題為，使用內部護罩技術來產生包含純的或高濃度鈍氣（特別是氬氣）的同軸噴流。另一個待解決的問題為，使用該含氬氣之內部的護罩同軸噴流來改善熔融金屬（特別是鹼性吹氧處理）的精煉。

日本專利申請案第 JP2002-288115 號（JFE/Nippon）揭示一種在一導管內之火燄穩定處理。這是藉由注入燃料來達成，其與主要氧氣流的一部分相混合。在點燃時，該火燄被穩定於一位在該氣體通道壁內的環形槽內，其如一

火燄維持器般地作用。因此，此技束無法被用來產生氬氣同軸噴流上。日本專利申請案第 JP2003-0324856 號揭露一種能夠提供火燄與氧氣噴流至鐵的熔化／精煉的廣大區域的單一燃燒器吹管，但並沒有討論到鈍氣的注入或一內部護罩。

因為很難將內部護罩方法應用到鈍氣上，所以到目前為止都尚未成功。本發明讓內部護罩方法相對於外部護罩方法之優點現在可被應用於鈍氣，譬如像是氬氣，上。

【發明內容】

本發明係有關於一種將一鈍氣的超音速同軸噴流注入到一位在具有一被加熱的爐子氛圍（furnace atmosphere）的冶金爐內的熔體（melt）中的方法。

依據此方法，一鈍氣流被引入到一具有縮張構造（converging-diverging construction）的通道的噴嘴中。應被注意的是，整個通道不一定都具有一縮張構造，事實上，一依據本發明的通道可具有一縮張構造部分，其後接著一筆直的圓筒部分延伸至該噴嘴的面。再者，在本文與申請專利範圍中所用之“鈍氣流”一詞包含均勻地混合的氣流其具有至少 40% 體積濃度，較佳地為至少 70% 體積濃度，的鈍氣。一氧氣流在該通道之完全位於該通道內的內圓周位置處被注入到該鈍氣流中，使得含有鈍氣與氧氣之聯合的氣流被形成在通道中。就這點而言，“氧氣流”係指一氣流其具有至少 75% 體積濃度，較佳地為至少 90% 體積

濃度，的氧氣。然後，含有氫物種（hydrogen species）的燃料在該通道之完全位於該通道內的內圓周位置處被注入到該鈍氣流中。就此點而言，“氫物種”係指分子氫或一含有氫的分子或含有氫原子的任何物質或它們的組合。因此，一含有該燃料，鈍氣與氧氣之聯合的氣流被形成在該通道內，該通道具有一結構其由一包含該燃料，鈍氣與氧氣的混合物之外圓周區域，及一內中心區域所構成，該內中心區域被該外圓周區域所包圍且包含該鈍氣以及實質上沒有該燃料或氧氣。

該鈍氣流在一關鍵壓力或高於該關鍵壓力下被引入到該通道的入口區段。因此，一阻塞流（choked flow）情況被建立於該通道的一中央喉部區段處，該含有鈍氣與氧的氣流在該通道的擴張區段（diverging section）被加速至超音速，且該聯合的燃料，含有鈍氣與氧氣的氣流如同一結構化的噴流從該噴嘴被排放至該爐子氛圍中。該結構化的噴流在從該噴嘴被排放出來時具有該聯合的燃料，含有鈍氣與氧氣的氣流的結構及超音速。

該燃料在該通道內的點燃與燃燒係藉由不引進一點燃來源並提供該通道一未被任何不連續處所中斷之內表面來加以防止，否則的話該外圓周區域會減速並提供一用於燃料的穩定燃燒的場所。

一火燄外殼（flame envelop）被產生其包圍一由該結構化噴流的內中心區域所形成的鈍氣噴流且一開始具有超音速。該火燄外殼可防止速度減慢以及該鈍氣噴流的濃度

變稀。在沒有該火燄外殼時，速度會因為該鈍氣噴流與爐子氛圍的交互作用而變慢。此交互作用亦會造成該鈍氣噴流的稀釋而造成黏度變稀。在本文中與申請專利範圍中所用之“火燄外殼”一詞意指一火燄其包圍該鈍氣的噴流並藉由讓在該加熱的爐子氛圍內之燃料與任何的反應物主動燃燒來沿著其長度傳播，其中此燃燒係完全或部分地由該結構化的鈍氣噴流提供的氧氣來支援。在本發明中，該火燄外殼係藉由該結構化噴流的外圓周區域與該加熱的爐子氛圍接處而被完全地產生在該噴嘴的外面。此接觸產生一剪流混合區（shear-mixing zone）其包含一由該燃料，氫氣，該氧氣與被加熱的爐子氛圍所組成的可燃混合物，及該可燃混合物藉由該被加熱的爐子氛圍所提供的熱所引發的自燃。

該鈍氣的噴流在被該火燄外殼包圍下被引進該熔體。就此點而言，在本文中與申請專利範圍中所用之與一煉鋼爐，電弧爐（EAF）或 BOF，有關的“熔體”一詞意指熔渣層與底下的熔融金屬池。因此，在此爐子中，該鈍氣的噴流將首先進入該熔渣層。在一不會產生熔渣層的冶金爐的例子中，該鈍氣的噴流所進入的該“熔體”將會構成該熔融金屬。此情形的一個例子為一不含鐵的精煉容器。

雖然在此技藝中是未被知曉的，一結構化的噴流（如上文所述者）的排出在與該被加熱的爐子氛圍接觸時將會在該外剪流混合區內產生一區域，其將會點燃用以形成一火燄外殼來包圍並防止一超音速鈍氣噴流的速度減慢及

濃度降低，該超音速鈍氣噴流是由該結構化噴流的內中央區域所形成的。這可讓本發明的噴嘴被設置在離該熔體一段距離處並讓該熔體之有利的攪拌動作可被強化。

如上文中提及的且此技藝中所習知的，在超音速的速度下產生並注入鈍氣噴流具有的優點為可讓包含在該熔體內之金屬的氧化被減至最小以達到精煉的目的，並在此同時對該熔體產生一強有力的攪動。此外，沒有外部的燃料通道可阻塞住將吹管從使用中移除及從該噴嘴的面上提取沉積物（俗稱為澆桶粃）。再者，可從以上的討論中預期得到的是，在高速下於一結合的空間（噴嘴）內混合，點燃，穩定並燃燒一含有氧與燃料的氣流的缺點可藉由本發明來加以避免，因為在該噴嘴內，燃料與氧的混合物的點燃，穩定與燃燒可被制止。

該聯合的燃料，含有鈍氣與氧氣的氣流可在排出時被完全地膨脹，成為來自該噴嘴之結構化的噴流。該燃料可在該噴嘴的擴張區段內時可被引進到該含有鈍氣與氧氣的氣流內。作為一安全手段，該聯合的燃料，含有鈍氣與氧氣的氣流在其從該噴嘴排出成為一結構化的噴流時被過度膨脹，使得該氣流在該噴嘴的擴張區段內時具有一次環境壓力（sub-ambient ambient pressure）。該燃料在該擴張區段內的一個位置處可被引進到該含有鈍氣與氧氣的氣流內，該含有鈍氣與氧氣的氣流內在該位置時係處在該次環境壓力下。因此，當該燃料供應系統失效時，鈍氣與氧氣將不會經由燃料通道回流，而產生一潛在的危險情況。另

一有利的結果為，並不需要該燃料輸送系統來克服在該噴嘴內的背壓，藉以將燃料輸送至該噴嘴中所需之供應壓力降至最小。

該噴嘴的擴張區段可從該噴嘴的中央喉部區段延伸至該噴嘴之曝露在該被加熱的爐子氛圍中的噴嘴面。其它的可能性從下面的詳下說明中將變得很明顯。

較佳地，該聯合的燃料，含有鈍氣與氧氣的氣流的超音速速度至少為 1.7 馬赫 (Mach)。

該冶金爐可以是一電弧爐 (EAF)。或者，該冶金爐可以是一鹼性吹氧爐 (BOF)。在這些例子中，燃料較佳地以一特定的等效比率下被引進該氧氣流中。介於該護罩燃料 (F) 與氧氣 (O) 之間的等效比率被界定為燃料 / 氧氣的比率對化學計量的燃料 / 氧氣比率：

$$(F/O)/(F/O)_{\text{stoich}} \quad (\text{等式 1})$$

例如，一由 CH_4 與 O_2 構成的護罩，該 $F/O_{\text{stoich}}=0.5$ 。對於純氫氣而言，實驗顯示該護罩需求將會是約 $F/O=0.2$ 至 0.13 (非常氧化)。因此，該等效比率將介於 0.26 至 0.4 之間。然而，本發明在這些範圍之外仍是可操作的，所以這些範圍是較佳的範圍，但不是必要的範圍。對於純氫氣而言，較佳的是注入約 $5-15\%$ 氧的氫氣作為護罩氧，對於氫 / 氧點燃噴流而言所需要的百分比較低。

在任何一種爐子中，該被加熱的爐子氛圍將包含一氧化碳及用在形成火燄外殼中之可燃的混合物將包含該一氧

化碳。在該冶金爐爲一鹼性吹氧爐的例子中，該噴嘴可被安裝在一水冷式吹管內位在該水冷式吹管的管尖處。然而，應被瞭解的是，本發明的應用並不侷限於這幾種爐子，事實上本發明可被使用在具有一被加熱的爐子氛圍的離子上，其中該被加熱的爐子氛圍並不包含一氧化碳或可用作爲在形成火燄外殼中之可燃的混合物的任何物質。該“被加熱的爐子氛圍”所需要的只是，它的溫度要足以造成該可燃的混合物的自燃。

在本發明的任一實施例中，該燃料可藉由將燃料注入一具有一環狀表面之多孔性金屬環形件中而位在該通道的內圓周位置處被引進該含有鈍氣與氧氣的氣流中。該內環狀表面形成該縮張通道的喉部區段或該擴張區段的一部分。（該護罩燃料及護罩氧氣可一起被注入到該撇中或可分開來被注入。）

在本發明之用來將鈍氣注入到位在一具有被熱的爐子氛圍（其含有一氧化碳）的冶金爐內的熔體中的方法的進一步態樣中，鈍氣流可被引進到具有縮張構造的通道之噴嘴內，其中噴嘴係位在一水冷式吹管的尖端處且從該水冷式吹管的一中心軸線被朝外彎角。此一冶金爐可以是一鹼性吹氧爐。該含有氫物種（*hydrogen species*）的燃料與氧氣流以一種上文所描述的形式被注入鈍氣流中用以形成結構化的噴流，火燄外殼及個別的鈍氣噴流，它們最初都具有超音速的速度。該水冷式吹管可位在該鹼性吹氧爐內且鈍氣的噴流被引進到該熔體中。

在該鹼性吹氧爐中，典型地有 3 到 6 個噴嘴且這些噴嘴從該中心軸線被朝外彎角約 6 度到約 20 度。如上文中提到的，在該鹼性吹氧爐的例子中，該燃料可在一介於 0.26 至 0.4 的等效比率下被引進氧氣流中且該聯合的燃料，鈍氣與氧氣的每一結構化噴流的超音速速度都至少是 1.7 馬赫。在一特定的實施例中，該燃料可被引入一燃料室中且噴嘴被設置成穿過該燃料室。該燃料經由設在該吹管尖內且聯通於通道的內圓周位置與該燃料室之間的燃料路徑被引進通道中。關於此點，每一通道可以有 4 個至 12 個燃料路徑。應被瞭解的是，更多或更少的燃料路徑亦可被使用。這對於內部護罩氧氣亦是類同，即，燃料與氧氣兩者可被注入到同一室或分開的室中。

【實施方式】

本發明之方法藉由將一燃料與氧氣的混合物引進到噴氣噴流的外周圍來解決產生內部護罩鈍氣通軸噴流，特別是氫氣同軸噴流，的問題。所得到之超音速“結構化噴流”是由氫氣的一中央區域所組成且被一由氫氣，燃料與氧氣所組成的外圓周區域所包圍。此技術有效地將氫氣噴流的表面轉變成爲一類似氧氣的噴流，藉以實施可有效地產生一同軸的氫氣噴流之內部燃料注入。

該爐子氛圍透過一剪流（混合）層的形成與該噴流接觸並引發介於燃料與氧氣之間的燃燒並產生一氫氣同軸噴流。

相對於該外部護罩，將燃料注入器與氧氣注入器設置在該噴嘴內（內部護罩）的主要好處包括以下所列的一或多項：

1. 消除護罩氣體埠口的阻塞。因為該等埠口係位在高流量主要噴嘴內，所以阻塞的可能性就非常的小。

2. 對於 BOF 外部護罩同軸噴流吹管而言，該同軸噴流長度與主噴嘴擴張角度（相對於該吹管軸線而言）之間有很大的相關性。將注入器設置在主噴嘴內可有效地讓該同軸噴流長度與噴嘴角度無關。

3. 對於 BOF 外部護罩同軸噴流吹管而言，尖端與吹管耙（skull）（增加物）形成與外護罩籃料率有很大的關係。亦即，該吹管耙生長率與成份與外燃料率有關。一般認為，外燃料注入如一冷卻劑般作用（透過燃料裂解），這會將尖端上的熔渣與金屬固化，且如一還原劑（將位在尖端處的 FeO 還原成為 Fe ）般地作用。因此，與一般的 BOF 吹管耙比較起來，這些耙較大且更多金屬。此情況導致更頻繁與更難的耙移除，這會因為增加勞工與縮短尖端使用壽命而增加成本。將注入器設置在該主噴嘴內將可消除燃料裂解的影響並藉由消除純燃料注入到該爐子內而減少尖端上的耙。

4. 對於 BOF 外部護罩同軸噴流吹管而言，這些耙會因為干擾到一火燄護罩的形成而干擾到同軸噴流的形成。這會造成預期中之同軸噴流優勢的變動及降低，或造成無法形成一同軸噴流。

5. 對於用內部護罩同軸噴流來吹鈍氣的上吹管將有所改善。

本發明之內部護罩方法是一種可讓同軸噴流原理應用到 BOF 吹煉爐上的技術，這不僅可提供處理上的好處還可以有更實際的吹管設計。

一種改良的鈍氣同軸噴流，特別是氫氣同軸噴流，可讓每一被供應的鈍氣體積能夠提供更多的煉鋼好處，因此讓 BOF 的上吹管吹氫氣處理更有經濟效益。

該內部護罩鈍氣同軸噴流設備包含下面的元件：

1. 一具有吹管本體與吹管尖端的注入器或吹管；
2. 一用來將含有氫氣，氧氣及氫氣的燃料引進該吹管本體的機構；
3. 一包含一或多個用來產生超音速氫氣噴流的縮張（converging-diverging）噴嘴的尖端；
4. 一用來將氧氣注入到氫氣流的外周圍內，注入噴嘴的擴張區段或任何其它區段內的機構；
5. 一用來將含氫燃料注入到氫氣流的外周圍內，較佳地係注入噴嘴的擴張區段內，的機構。

實驗被實施在一用來模擬熱爐子氣體的設備中。使用於實例 1 與 2 中的該設備被示於圖 2 中。該熱爐子氣體與該內部護罩同軸噴流噴嘴同軸地交互作用。該設備（20）包含一用於主要鈍氣氣流的通道（21），其包含在一水冷式護套（22）內。該預熱爐（23）提供 CO 與 O₂（以 P.H. CO 及 P.H. O₂ 來表示）。此外，CO 流經由同軸通道

(24) 被隱入。水係經由通道 (25) 被引入到該水冷式護套。一第一熱電耦被設置在該主要通道的中間點 (26) (T.C. Mid) 及一第二熱電耦被設置在該主要通道的出口 (27) (T.C Exit)。

實例 1：具燃料之氬氣同軸噴流

實驗被實施用以償試製造一主注入到內部護罩燃料中之純的氬氣同軸噴流。所使用之該內部護罩鈍氣同軸噴流注入器被示於圖 1 (a) 與 1 (b) 中。圖 1 (a) 為具有 8 個等間距埠口 (11) 之注入器 (10) 的出口的圖式。這些埠口是鑽出來的孔且每一者的直徑都是約 1/16 英吋。圖 1 (b) 為該注入器 (10) 的側切開圖式，其顯示給鈍氣用的縮張通道 (12) 及給燃料或燃料與氧氣的混合物用的通道 (13)。

氬氣是在 100 psig 及 3795 scfh 下被注入且燃料是天然氣 (NG)。噴嘴出口 (D) 與喉部 (T) 的直徑分別為 0.38 英吋與 0.26 英吋。在一模擬的爐子氣體中，該燃料的內部注入在噴流長度上並沒有造成改變，如表 1 所示。

表 1：具燃料內部注入的氬氣

P.H. O ₂ (scfh)	P.H. CO (scfh)	CO Flow (scfh)	Inj. NG (scfh)	T.C. Exit (°F)	T.C. Mid (°F)	Jet Length (in.)	%NG/ MAIN	L/Lo
1248	650	5131	0.00	1892	1792	10.25	0.00	1.00
1248	650	5131	35.20	NT	NT	10.50	0.93	1.02
1248	650	5131	58.10	1868	1789	10.25	1.53	1.00
1248	650	5131	80.60	1869	1783	10.25	2.12	1.00
1248	650	5131	103.10	1867	1797	10.00	2.72	0.98

P.H. O₂=預熱爐 O₂

P.H. CO=預熱爐 CO

Inj. NG=天然氣的注入

T.C. Exit=模擬的爐子氣體在出口（圖 2 的位置點 27）處的溫度

T.C. Exit=模擬的爐子氣體在中間點（圖 2 的位置點 26）處的溫度

Jet Length=注入器的氬氣同軸噴流外面的長度

% NG/MAIN=100* (scfh NG/scfh Argon)

L/L0=具燃料注入之氬氣的噴流長度對沒有燃料注入之氬氣的噴流長度的比率

該同軸噴流長度被界定為從該噴嘴出口到 Pitot 管上具有 50psig 處（其相當於 1.7 馬赫之超音速核心內的一個位置）之軸向中心線距離。

上文中之實驗地測得的溫度在經過輻射損失校正之後獲得實際的模擬爐子氣體溫度，其接近市面上爐子溫度，在約 3000°F 的範圍內。

實例 2：具燃料與氧氣的氬氣同軸噴流

在這組實驗中，使用與實例 1 相同的注入器設計且氧與燃料被預先混合並透過通道（13，14）被注入該內部護罩埠口中用以產生一同軸氬氣噴流。然而，如表 2 所示，只注入內氧氣（高達相對於該氬氣流的 2%）與注入燃料（0.66%）與氧氣（0.97%）兩者在噴流長度上並沒有造成改變（即，對於所有實驗而言， $L/L_o \sim 1$ ）。

表 2：具氧氣與燃料內注入之氬氣

P.H. O ₂ (scfh)	P.H. CO (scfh)	CO Flow (scfh)	Inj.NG (scfh)	Inj. O ₂ (scfh)	T.C. Exit (°F)	T.C. Mid (°F)	Jet Length (in.)	%NG/ MAIN	%O ₂ / MAIN	L/Lo
1164	660	5131	0.00	0.00	1896	1812	9.88	0.00	0.00	1.00
1164	660	5131	0.00	37.90	NT	NT	10.00	0.00	1.00	1.01
1164	660	5131	0.00	71.40	1868	1824	10.00	0.00	1.88	1.01
1164	660	5131	80.60	0.00	NT	NT	10.00	0.78	0.00	1.01
1164	660	5131	103.10	36.80	NT	NT	10.00	0.66	0.97	1.01

P.H. O₂=預熱爐 O₂

P.H. CO=預熱爐 CO

Inj. NG=天然氣的注入

T.C. Exit=模擬的爐子氣體在出口（圖 2 的位置點 27）處的溫度

T.C. Mid=模擬的爐子氣體在中間點（圖 2 的位置點 26）處的溫度

Jet Length=注入器的氬氣同軸噴流外面的長度

% NG/MAIN=100* (scfh NG/scfh Argon)

$$\% \text{ O}_2/\text{MAIN}=100 * (\text{scfh O}_2/\text{scfh Argon})$$

L/L_0 =具燃料注入之氬氣的噴流長度對沒有燃料注入之氬氣的噴流長度的比率

實例 3：具多孔性金屬分配器之注入器

進一步的實驗係使用圖 3 所示的注入器來實施。此注入器（30）使用一個單一的多孔性金屬（31），典型地為黃銅或青銅或紅銅，但其它金屬亦可被使用，用以將作為該內部護罩氣體之燃料與氧氣的一“預混合的”混合物均勻地分佈到包含各種組成物（包括氬氣在內）之氬／氧主噴流中。該注入器（30）包含一給鈍氣（32）用的縮張通道及給燃料與氧氣用之其它通道用以形成內部護罩。這些實驗係被當作單一噴嘴實驗來實施且該縮張通道被設計成可容許 4000scfh（100psig，2 馬赫）的氧氣流。在這些實驗中，氬氣與氧氣係在 100psig 的 3775—4000 scfh 之間流動。實施這些實驗的溫度是約 2250°F（未經輻射損失校正過）。

圖 4 為在沒有引進內部護罩氣體下於該模擬的爐子氣體中之正常化的（normalized）同軸噴流長度（ L/D ）對一般噴流長度的圖表，其為氬氣濃度，平衡氧氣的一個函數。在周圍空氣中取得的數值亦被示於圖表中。

圖 5 為用純的 2 馬赫氬氣噴流，沒有內部護罩氣體，來操作的實驗設備的照片。氬氣噴流是看不到的且此實驗產生一約 38 的 L/D 。

圖 6 為在本發明的條件下 2 馬赫氬氣噴流的照片。該內部護罩氧氣以約 13% 及該內甲烷係以約 3% 的內主要氬氣流的百分比被引入。該噴流現在可被看到，因為燃料，氧氣與來自該模擬的爐子氣體的一氧化碳起反應的關係。該噴流長度現被增加至 $L/D=60$ 。

圖 7 為該內部護罩對於具有 42% 氬氣，平衡氧氣之最初組成物的主要噴流的影響的圖形表示。不同之內部氧氣比率之噴流長度 L/D 相關於內部護罩燃料比率的關係被畫出。在此例子中，最初存在於該主要噴流內中氧氣的量讓該內部燃料噴注是有效的。然而，藉由添加內部護罩氧氣，噴流長對相對於只添加燃料而言是被顯著地改善。

圖 8 為該內部護罩對於具有 72% 氬氣之最初組成物的主要噴流的影響的圖形表示。不同之內部氧氣比率之噴流長度 L/D 相關於內部護罩燃料比率的關係被畫出。在此例子中，最初存在於該主要噴流內中氧氣的量不足以讓該內部燃料噴注有效。然而，藉由添加內部護罩氧氣，可讓該噴流長度從最初的情況被顯著地增加。

圖 9 為一開始包含 74.5% 氬氣之主要噴流的圖形表示。圖 10，11 及 12 為一開始包含純氬氣之主要噴流的圖形表示。在所有這些例子中，只添加燃料所得到的結果是噴流長度縮短。然而，添加燃料與氧氣兩者則可產生較長的同軸噴流。

使用兩個分離的導管來供應該護罩燃料與氧氣的另一實施例被示於圖 13 (b) 中。此實施例使用兩個多孔性帶

來分別提供燃料與氧氣。該多孔性金屬被製造成為該噴嘴的擴張區段的一部分。較佳地，該燃料將在下面的多孔性帶處被提供因為噴嘴流體在該處的壓力較小。與圖 13 (a) 所示之只有氫氣而沒有內部護罩的噴流比較起來，該內部護罩提供一較長的超音速核心，形成一較長的同軸噴流。形成“結構化”的噴流的概念可藉由內部護罩技術而被應用到氫氣同軸噴流的形成上。組成物測量在本發明的條件下被實施並提供對於燃料與氧氣注入到一用 2 馬赫的純氫氣噴流中之注入處理的混合與反應的深刻瞭解。

圖 14 為在本發明的操作期間一徑向 Pitot 壓力與一用於 100% 氫氣之具有約 10% 內部氧氣及約 2% 內部甲烷的組成物輪廓。測量是在離該噴嘴出口平面約 1 個噴嘴直徑的軸向位置處被實施。用來獲得此資料的設計被示於圖 3 中。

畫在圖 14 中的資料顯示出在一模擬的爐子氣體中之內部護罩氫氣噴流的“結構”。該圖包含 Pitot 管壓力 (psig) 與氣體組成物 (體積%) 與徑向位置之間的關係。只有氧氣，甲烷，一氧化碳，二氧化碳被分析；氫氣無法被測量。

該噴流的中央核心包含非常高速的純氫氣。在外圓周區域處，該氣體包含氧氣，甲烷與氫氣；因為在 -1 至 1 ($-1 < R/R_n < 1$) 的範圍內沒有偵測到燃燒的產物，所以斷定該氣體在該噴嘴內沒有燃燒。在約 $-1.5 \leq R/R_n \leq 1.5$ 處，甲烷與氧氣波峰陡峭地下降因為與爐子氛圍起反應並

產生二氧化碳與一氧化碳。此位置標記處該火燄前端的內緣的位置。 R 為半徑座標及 R_n 為噴嘴出口半徑 ($R_n = D/2$)。

雖然本發明已參照某些較佳實施例加以詳細說明，但熟習此技藝者將可認知到，在申請專利範圍所界定的範圍內存在有其它的實施例。

【圖式簡單說明】

雖然說明書以清楚地指出申請人視為其發明的發明主體的申請專利範圍來作為結論，但本發明可從參照附圖的說明中獲得更佳的瞭解。

圖 1 (a) 及 1 (b) 為與本發明的方法一起使用之用來將一鈍氣噴流在超音速的速度下注入一熔體中的注入器的示意圖，其分別顯示從該注入器的面與截面觀看的圖示。

圖 2 為用來模擬熱爐氣體的設備的示意剖面圖。

圖 3 為與本發明的方法一起使用之用來將一鈍氣噴流在超音速的速度下注入一熔體中的注入器的示意剖面圖。

圖 4 為在沒有引進內部護罩氣體下於該模擬的爐子氣體中之正常化的 (normalized) 同軸噴流長度 (L/D) 對一般噴流長度的圖表。

圖 5 為用純的 2 馬赫氬氣噴流，沒有內部護罩氣體，來操作的實驗設備的照片。

圖 6 為在本發明的條件下 2 馬赫氬氣噴流的照片。

圖 7 為該內部護罩對於具有 42% 氫氣，平衡氧氣之最初組成物的 2 馬赫主要噴流的影響的圖形表示。

圖 8 為該內部護罩對於具有 72% 氫氣之最初組成物的 2 馬赫主要噴流的影響的圖形表示。

圖 9 為一開始包含 74.5% 氫氣之 2 馬赫主要噴流的圖形表示。

圖 10，11 及 12 為一開始包含純氫氣之 2 馬赫主要噴流的圖形表示。

圖 13 (a) 及 13 (b) 為示意剖面圖，其分別顯示用於沒有本發明的內部護罩之氫氣噴流的注入器與具有本發明的內部護罩之氫氣噴流的注入器。

圖 14 為在本發明的操作期間一徑向 Pitot 壓力與一用於 100% 氫氣之具有約 10% 內部氧氣（相關於氫氣流）及約 2% 內部甲烷（相關於氫氣流）的組成物輪廓。

【主要元件符號說明】

20：設備

21：通道

22：水冷式護套

23：預熱爐

24：同軸通道

25：通道

26：中間點

27：出口

10：注入器

11：埠口

12：縮張通道

13：通道

30：注入器

31：多孔性金屬

32：鈍氣

33：通道

五、中文發明摘要

發明名稱：鈍氣的注入方法

一種用於形成包含一鈍氣，譬如純氬及／氬氧混合物，之內部護罩式超音速同軸噴流（coherent jets）的方法與設備。該方法與設備可被用來用一上吹管（top lance）在鹼性吹氧煉鋼中製造低碳鋼。

六、英文發明摘要

發明名稱：INJECTION METHOD FOR INERT GAS

A method and apparatus for forming internally shrouded supersonic coherent jets comprising an inert gas, such as pure argon and argon/oxygen mixtures. This method and apparatus can be employed to produce low-carbon steels with a top lance in basic oxygen steelmaking.

十、申請專利範圍

1. 一種將鈍氣注入到位在一具有一加熱的爐子氛圍之冶金爐內的熔體中的方法，該方法包含：

(a) 將一鈍氣流引入一噴嘴中，該噴嘴具有縮張構造 (converging-diverging construction) 的通道；

(b) 將一氧氣流在該通道之完全位於該通道內的內圓周位置注入到該鈍氣流中，使得一含有鈍氣與含氧的聯合氣流被形成在通道中；

(c) 將一含有氫物種 (hydrogen species) 的燃料在該通道之完全位於該通道內的內圓周位置處注入到該鈍氣流中，使得一含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流被形成在該通道內，該聯合的氣流具有一結構其由一包含該燃料，鈍氣與氧氣的混合物之外圓周區域，及一內中心區域所構成，該內中心區域被該外圓周區域所包圍且包含該鈍氣以及實質上沒有該燃料或氧氣；

(d) 該鈍氣流在一關鍵壓力或高於該關鍵壓力下被引入到該通道的一入口區段，藉以產生：一位於該通道的一中央喉部區段處的阻塞流 (choked flow) 情況；將該含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流在該通道的擴張區段 (diverging section) 內加速至超音速速度；及將該含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流如同一結構化的噴流般從該噴嘴排放至該爐子氛圍中，該結構化的噴流在從該噴嘴被排放出來時具有該含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流的結構及超音速速度；

(e) 藉由提供該通道一未被任何不連續處所中斷之內表面來防止該燃料在該通道內的點燃與燃燒，否則的話該外圓周區域會減速並提供一供該燃料穩定燃燒用的場所；

(f) 產生一火燄外殼 (flame envelop)，其包圍一由該結構化噴流的內中心區域所形成且最初具有超音速速度之鈍氣噴流，用以抑制該鈍氣噴流的速度減慢以及濃度變稀，該火燄外殼係藉由該結構化噴流的外圓周區域與該加熱的爐子氛圍接觸而被完全地產生在該噴嘴的外面，此接觸產生一剪流混合區 (shear-mixing zone) 其包含一由該燃料，該鈍氣，該氧氣與該被加熱的爐子氛圍所組成的可燃混合物，及該可燃混合物藉由該被加熱的爐子氛圍所提供的熱所引發的自燃；及

(g) 在該鈍氣噴流被該火燄外殼包圍的同時將其引入到該熔體中。

2. 一種將鈍氣注入到位在一具有一加熱的爐子氛圍之冶金爐內的熔體中的方法，該方法包含：

(a) 將一鈍氣流引入一噴嘴中，該噴嘴具有縮張構造 (converging-diverging construction) 的通道；

(b) 將氧氣與一含氫物種的燃料之預先混合的氣流在該通道之完全位在通道內的內圓周位置處注入到該鈍氣氣體中，使得一含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流被形成在該通道內，該聯合的氣流具有一結構其由一包含該燃料，鈍氣與氧氣的混合物之外圓周區域，及一內中心區域所

構成，該內中心區域被該外圓周區域所包圍且包含該鈍氣以及實質上沒有該燃料或氧氣；

(c) 該鈍氣流在一關鍵壓力或高於該關鍵壓力下被引入到該通道的一入口區段，藉以產生：一位於該通道的一中央喉部區段處的阻塞流 (choked flow) 情況；將該含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流在該通道的擴張區段 (diverging section) 內加速至超音速速度；及將該含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流如同一結構化的噴流般從該噴嘴排放至該爐子氛圍中，該結構化的噴流在從該噴嘴被排放出來時具有該含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流的結構及超音速速度；

(d) 藉由提供該通道一未被任何不連續處所中斷之內表面來防止該燃料在該通道內的點燃與燃燒，否則的話該外圓周區域會減速並提供一供該燃料穩定燃燒用的場所；

(e) 產生一火燄外殼 (flame envelop)，其包圍一由該結構化噴流的內中心區域所形成且最初具有超音速速度之鈍氣噴流，用以抑制該鈍氣噴流的速度減慢以及濃度變稀，該火燄外殼係藉由該結構化噴流的外圓周區域與該加熱的爐子氛圍接觸而被完全地產生在該噴嘴的外面，此接觸產生一剪流混合區 (shear-mixing zone) 其包含一由該燃料，該鈍氣，該氧氣與該被加熱的爐子氛圍所組成的可燃混合物，及該可燃混合物藉由該被加熱的爐子氛圍所提供的熱所引發的自燃；及

(f) 在該鈍氣噴流被該火燄外殼包圍的同時將其引入到該熔體中。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中該鈍氣為氬氣。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中：

該含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流如同一結構化的噴流般從該噴嘴被排放出來時被完全地膨脹；

當在該噴嘴的擴張區段時，該氧氣被引進至該鈍氣流；及

當在該噴嘴的擴張區段時，該燃料被引進至該鈍氣流。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中：

該含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流如同一結構化的噴流般從該噴嘴被排放出來時被完全地膨脹；及

當在該噴嘴的擴張區段時，該預先混合的燃料與氧氣流被引進至該鈍氣流。

6. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中：

該含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流如同一結構化的噴流般從該噴嘴被排放出來時被過度膨脹，使得當在該噴嘴的擴張區段時，該鈍氣流具有一次環境壓力；及

該燃料是在該擴張區段內的一個位置處被引進該鈍氣流，該鈍氣流在該位置處是在一次環境壓力下。

7. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中：

該含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流如同一結構化的

噴流般從該噴嘴被排放出來時被過度膨脹，使得當在該噴嘴的擴張區段時，該鈍氣流具有一次環境壓力；及

該預先混合的燃料與氧氣流是在該擴張區段內的一個位置處被引進該鈍氣流，該鈍氣流在該位置處是在一次環境壓力下。

8. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中該噴嘴的擴張區段從中央喉部區段延伸至該噴嘴之曝露在該被加熱的爐子氛圍下的一噴嘴面。

9. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中該冶金爐為一電弧爐或一鹼性吹氧爐，該被加熱的爐子氛圍包含一氧化碳及該可燃的混合物包含該一氧化碳。

10. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中該冶金爐為一鹼性吹氧爐且該噴嘴可被安裝在一水冷式吹管內位在該水冷式吹管的尖端處。

11. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該燃料可藉由將該燃料注入一具有一內環狀表面之多孔性金屬環形件中而在該通道的內圓周位置處被引進該鈍氣流中，該內環狀表面形成該縮張通道的喉部區段或該擴張區段的一部分。

12. 一種將鈍氣注入到位在一具有一含有一氧化碳之加熱的爐子氛圍的冶金爐內的熔體中的方法，該方法包含：

將鈍氣流引進具有縮張構造的通道的噴嘴中，該等噴嘴位在一水冷式吹管的尖端處且從該水冷式吹管的一中心

軸線被朝外彎角；

將氧氣流在該通道之完全位於該等通道內的內圓周位置注入到該等鈍氣流中，使得含有鈍氣與含氧的聯合氣流被形成在通道中；

將一含有氫物種（hydrogen species）的燃料在該等通道之完全位於該通道內的內圓周位置處注入到該等鈍氣流中，使得含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流被形成在該等通道內，該等聯合的氣流中的每一者都具有有一結構其由一包含該燃料，鈍氣與氧氣的混合物之外圓周區域，及一內中心區域所構成，該內中心區域被該外圓周區域所包圍且包含該鈍氣以及實質上沒有該燃料或氧氣；

該等鈍氣流在一關鍵壓力或高於該關鍵壓力下被引進到該等通道的入口區段，藉以產生：一位於該等通道的中央喉部區段處的阻塞流（choked flow）情況；將含有燃料，鈍氣與氧之該聯合的氣流在該等通道的擴張區段（diverging section）內加速至超音速速度；及將該等含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流如同結構化的噴流般從該等噴嘴排放至該爐子氛圍中，該等結構化的噴流在從該等噴嘴被排放出來時具有該等含有燃料，鈍氣與氧之聯合的氣流的結構及超音速速度；

藉由提供該通道一未被任何不連續處所中斷之內表面來防止該燃料在該通道內的點燃與燃燒，否則的話該外圓周區域會減速並提供一供該燃料穩定燃燒用的場所；

產生火燄外殼（flame envelop），其包圍每一由該等

結構化噴流的內中心區域所形成且最初具有超音速速度的鈍氣噴流，用以抑制該等鈍氣噴流的速度減慢以及濃度變稀，該等火燄外殼係藉由該等結構化噴流的外圓周區域與該被加熱的爐子氛圍接觸而被完全地產生在該等噴嘴的外面，此接觸產生一剪流混合區（shear-mixing zone）其包含一由該燃料，該鈍氣，該氧氣與該被加熱的爐子氛圍所組成的可燃混合物，及該可燃混合物藉由該被加熱的爐子氛圍所提供的熱所引發的自燃；及

將該水冷式吹管設置在該冶金容器內，且當該等鈍氣噴流被該等火燄外殼包圍住時，將其引進到該熔體中。

13. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該鈍氣為氬氣。

14. 如申請專利範圍第 12 項之方法，其中該冶金爐為一鹼性吹氧爐。

15. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中有 3 到 6 個噴嘴且這些噴嘴從該中心軸線被朝外彎角約 6 度到約 20 度。

16. 如申請專利範圍第 14 項之方法，其中：

該燃料被引入到一燃料室中且該等噴嘴穿過該燃料室；及

該燃料經由設在該吹管尖端內且聯通於該等通道的內圓周位置與該燃料室之間的燃料路徑而被引進通道中。

17. 如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該等通道的每一者都有約 4 個至約 12 個燃料路徑。

18. 一種使用在申請專利範圍第 1-17 項任一項的方法中之設備，其包含：

(a) 一具有吹管本體與吹管尖端的注入器或吹管；

(b) 至少一用來將鈍氣，氧氣及一含有氫氣的燃料引進該吹管本體的機構；

(c) 該吹管尖端包含一或多個縮張 (converging-diverging) 噴嘴用來產生超音速鈍氣流；

(d) 至少一用來將氧氣注入到鈍氣流的外周圍內，進入該噴嘴的區段內的機構；及

(e) 至少一用來將含氫燃料注入到鈍氣流的外周圍內，進入該噴嘴的任何區段內的機構。

19. 如申請專利範圍第 18 項之設備，其中該用來注入氧氣的機構與該至少一用來注入該含氫燃料的機構將氧氣與燃料注入到該噴嘴的擴張區段內。

20. 一種使用在申請專利範圍第 1-17 項任一項的方法中之設備，其包含：

(a) 一具有吹管本體與吹管尖端的注入器或吹管；

(b) 至少一用來將鈍氣，氧氣及一含有氫氣的燃料引進該吹管本體的機構；

(c) 該吹管尖端包含一或多個縮張 (converging-diverging) 噴嘴用來產生超音速鈍氣流；

(d) 至少一用來將含氫燃料與氧氣的混合物均勻地分配的機構；及

(e) 至少一由一多孔性金屬所構成之用來將該含氫

燃料與氧氣的混合物注入到鈍氣流的外周圍內，進入該噴嘴的任何區段內的機構。

21. 如申請專利範圍第 20 項之設備，其中該至少一用來注入該含氫燃料與氧氣的混合物的機構將該混合物注入到該噴嘴的擴張區段內。

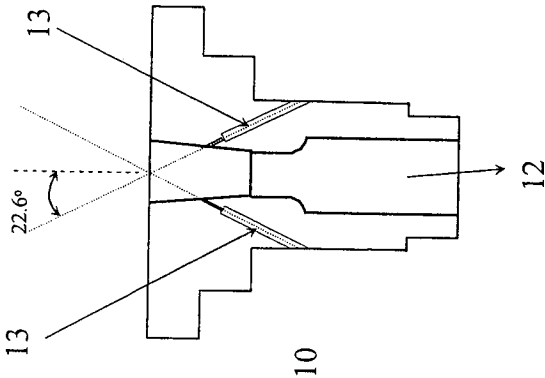


圖1(b)

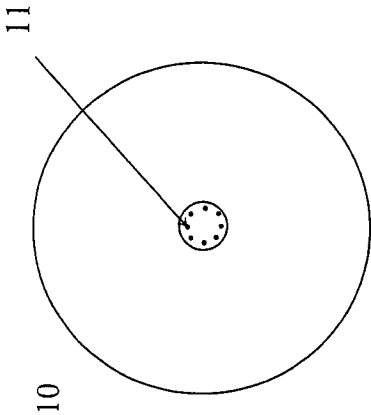


圖1(a)

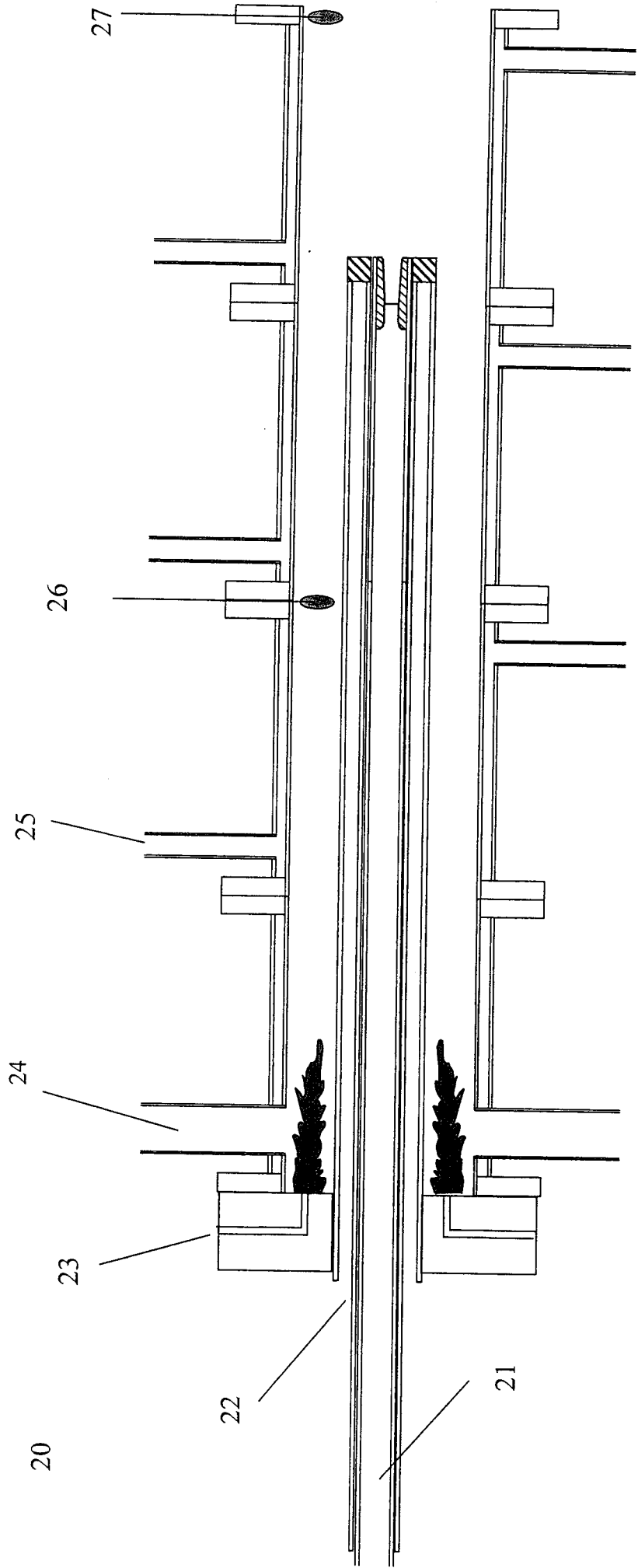


圖2

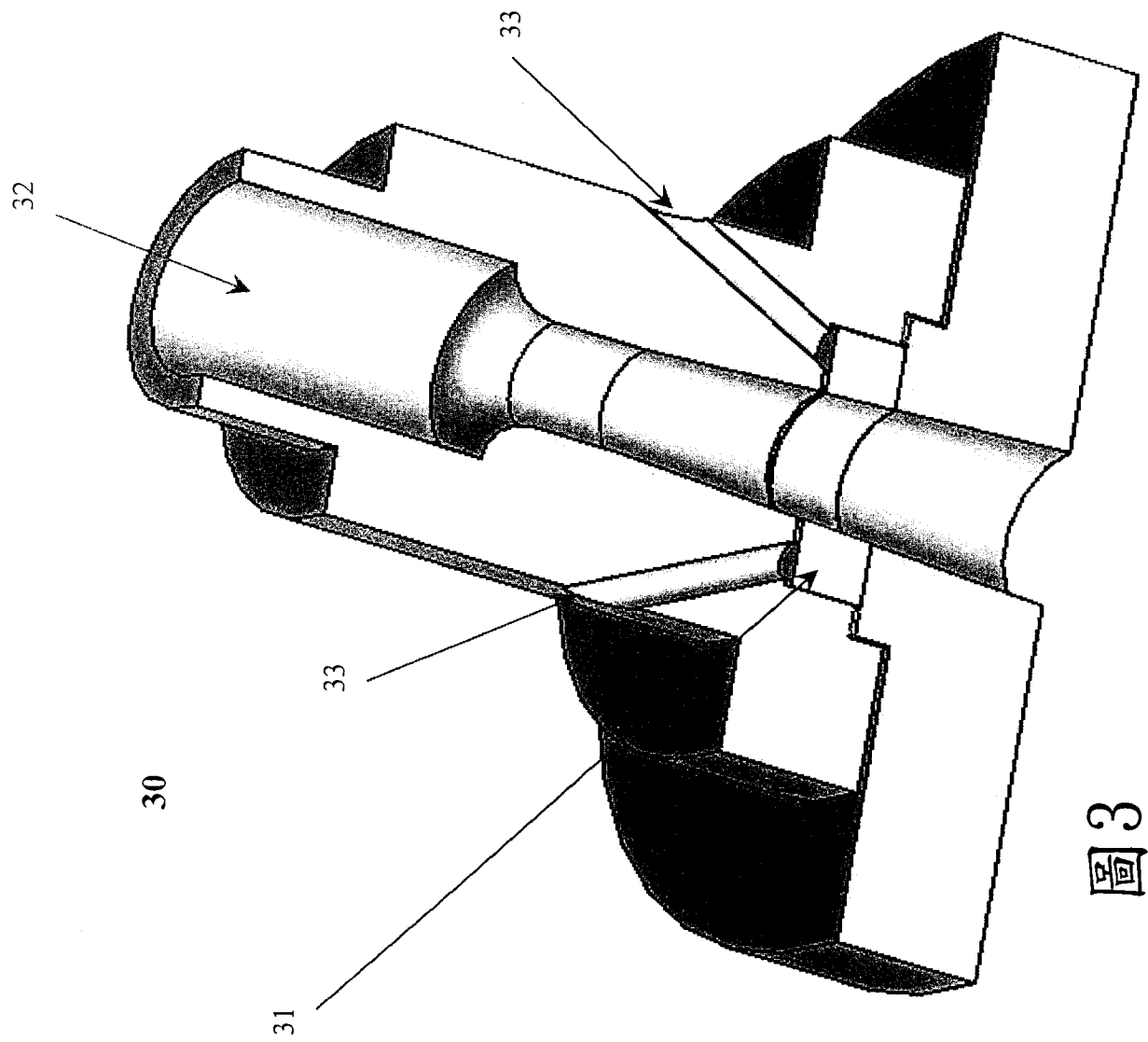
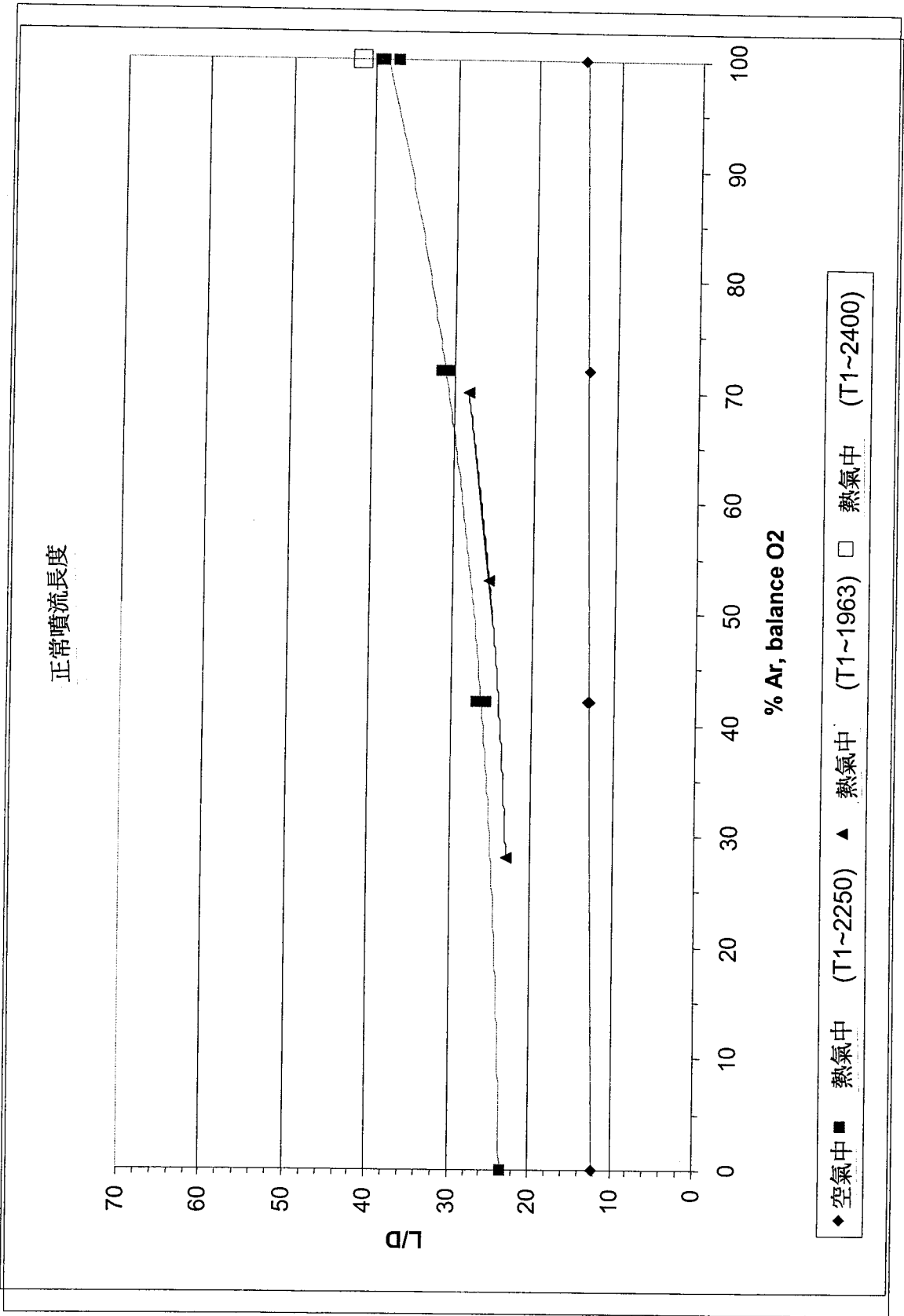


圖3

圖4



主要噴流=42%氬氣,平衡氧氣(3,883)scfh

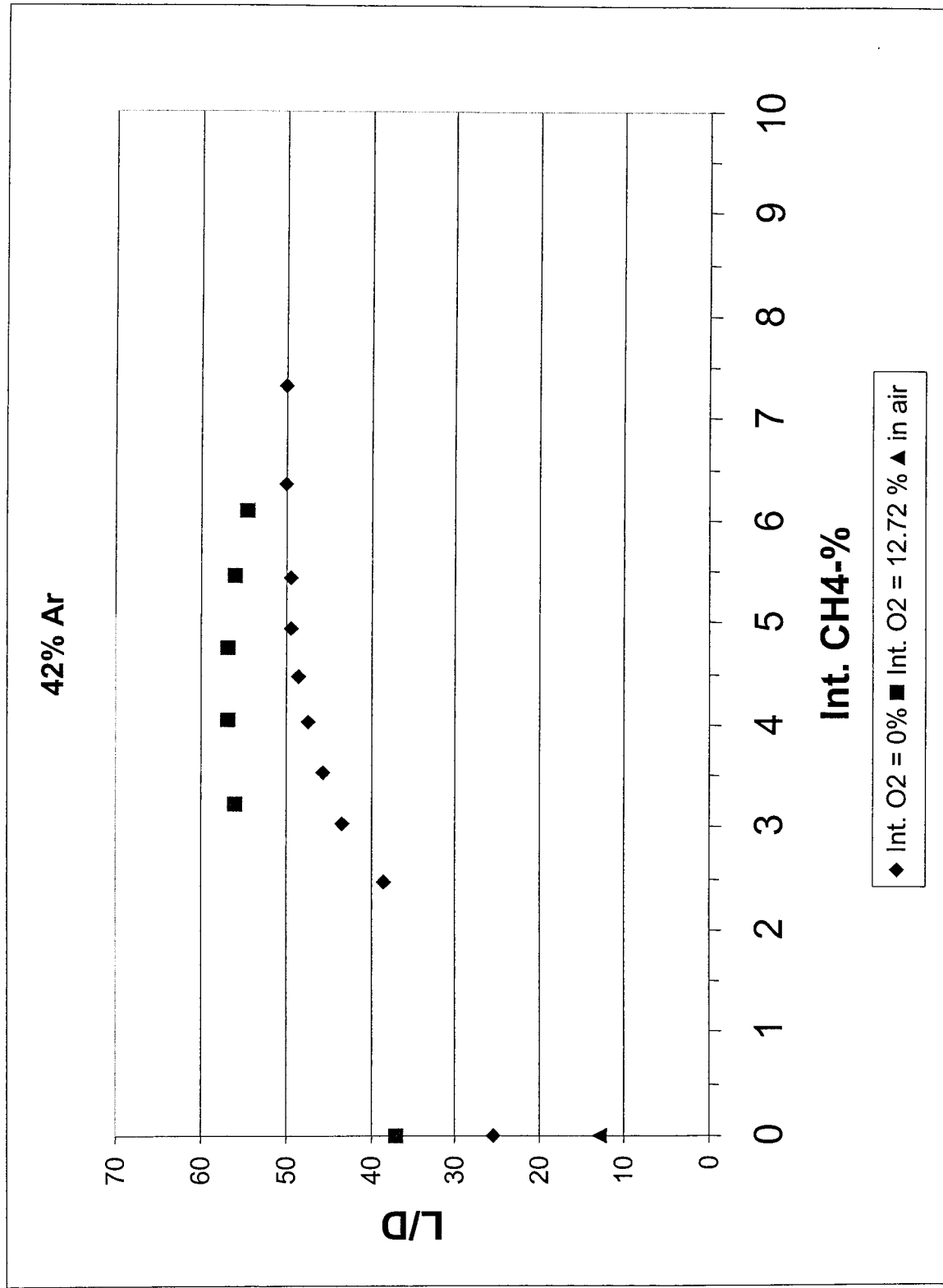
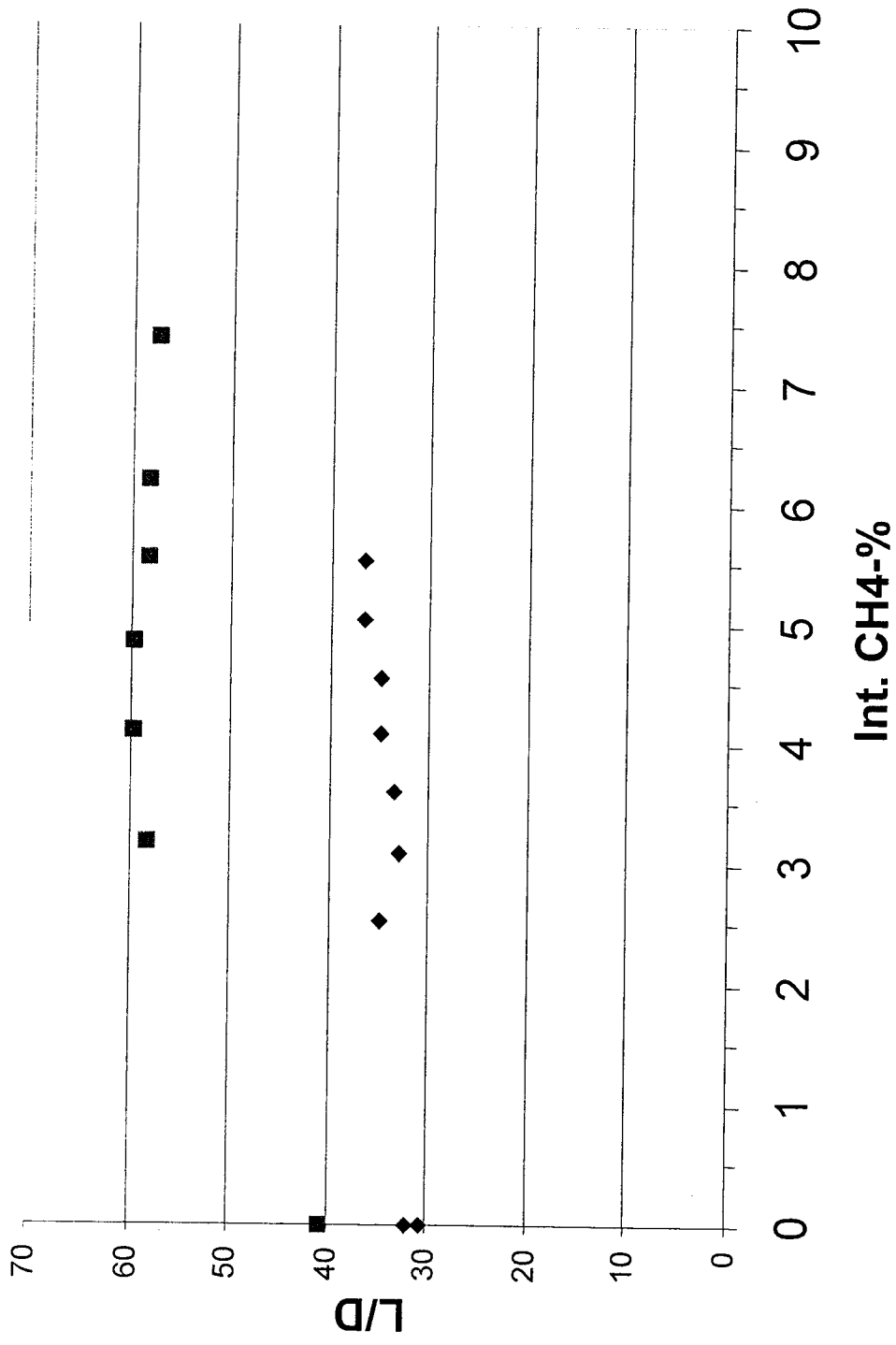


圖7

主要噴流=72%氬氣,平衡氧氣(3,810scfh)

72% Ar



◆ Int. O2 = 0% ■ Int. O2 = 12.72 %

圖8

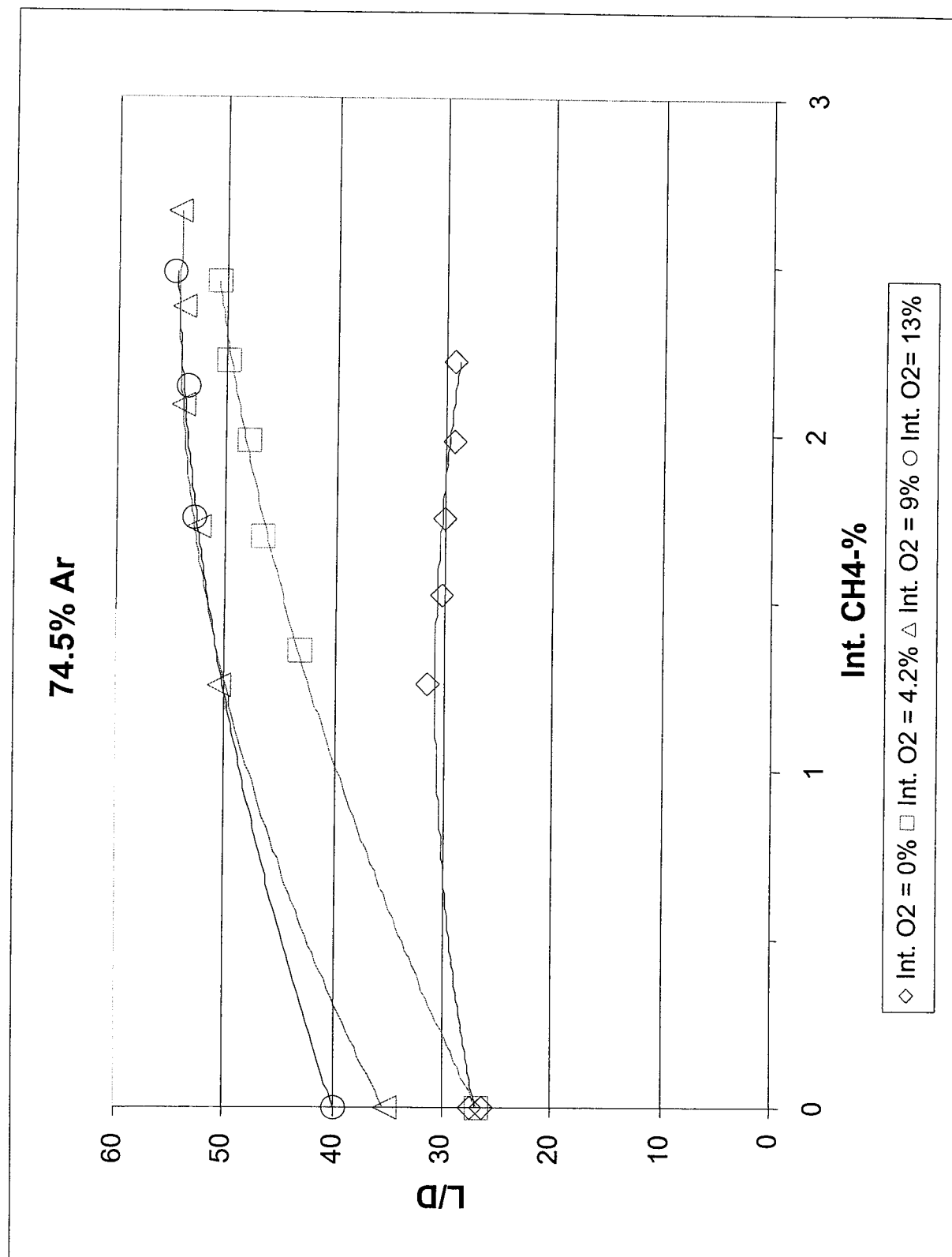


圖9

主要噴流=100%氬氣(3,775scfh)

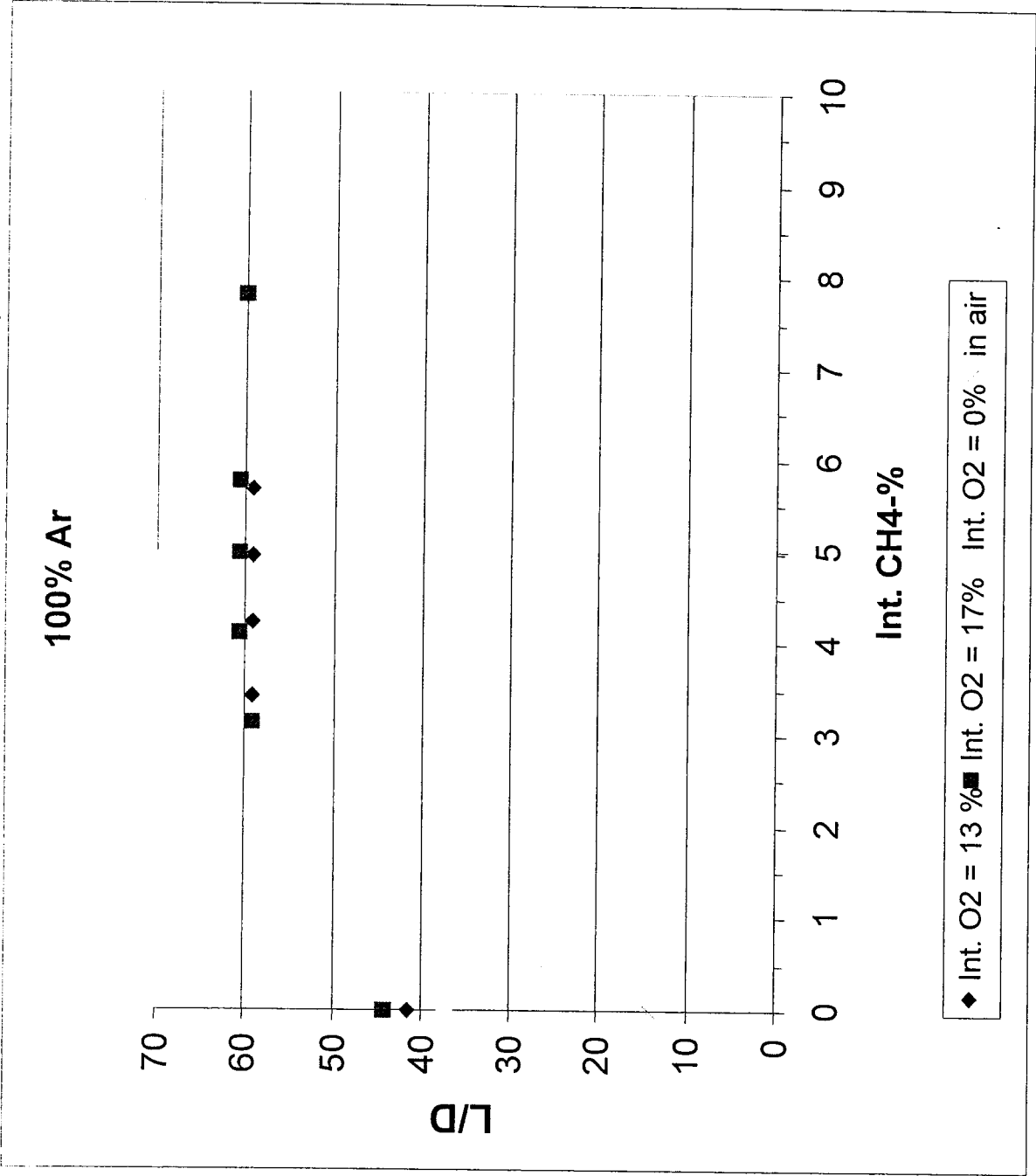


圖10

主要噴流=100%氬氣(3,775scfh)

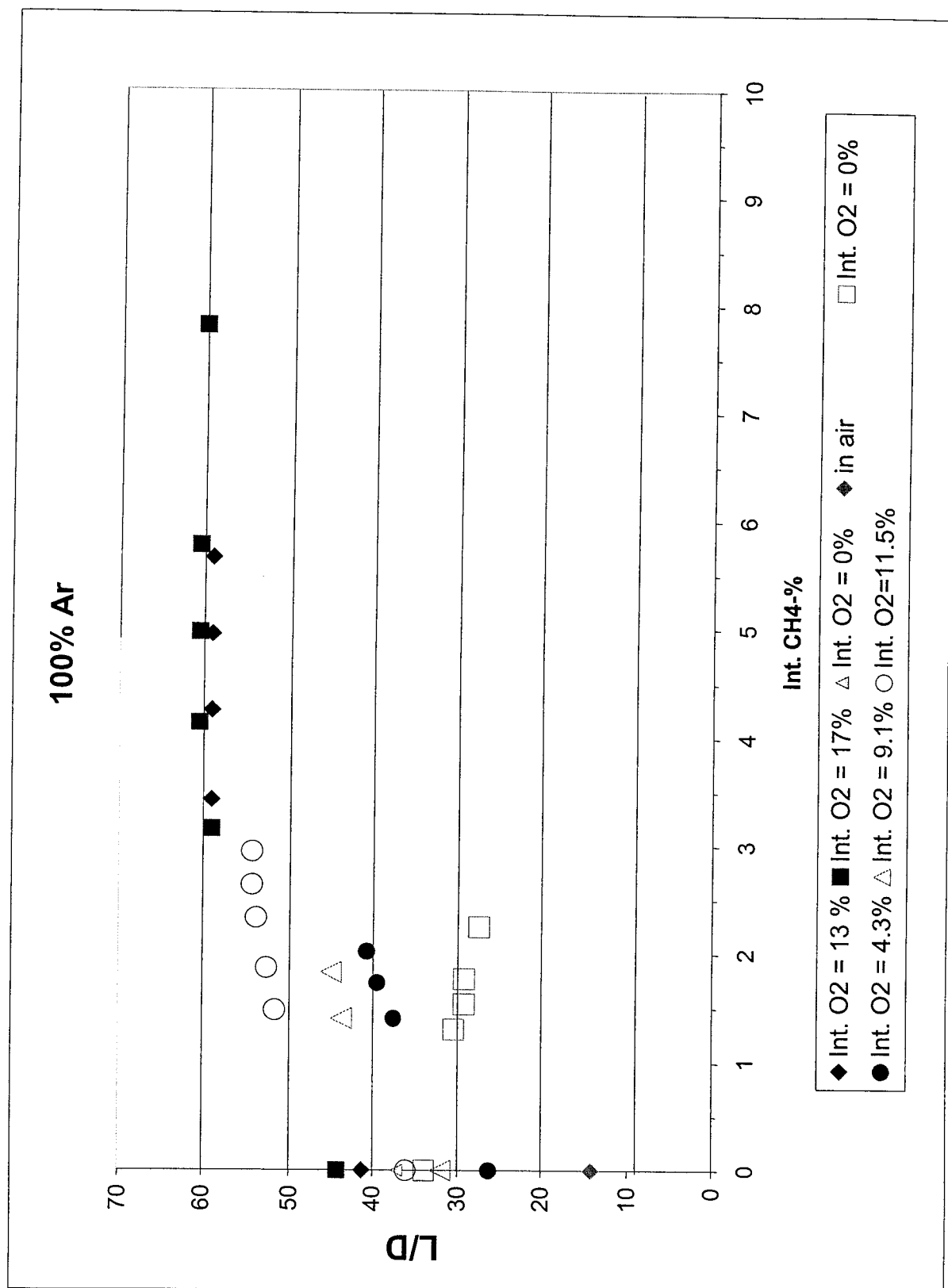


圖 11

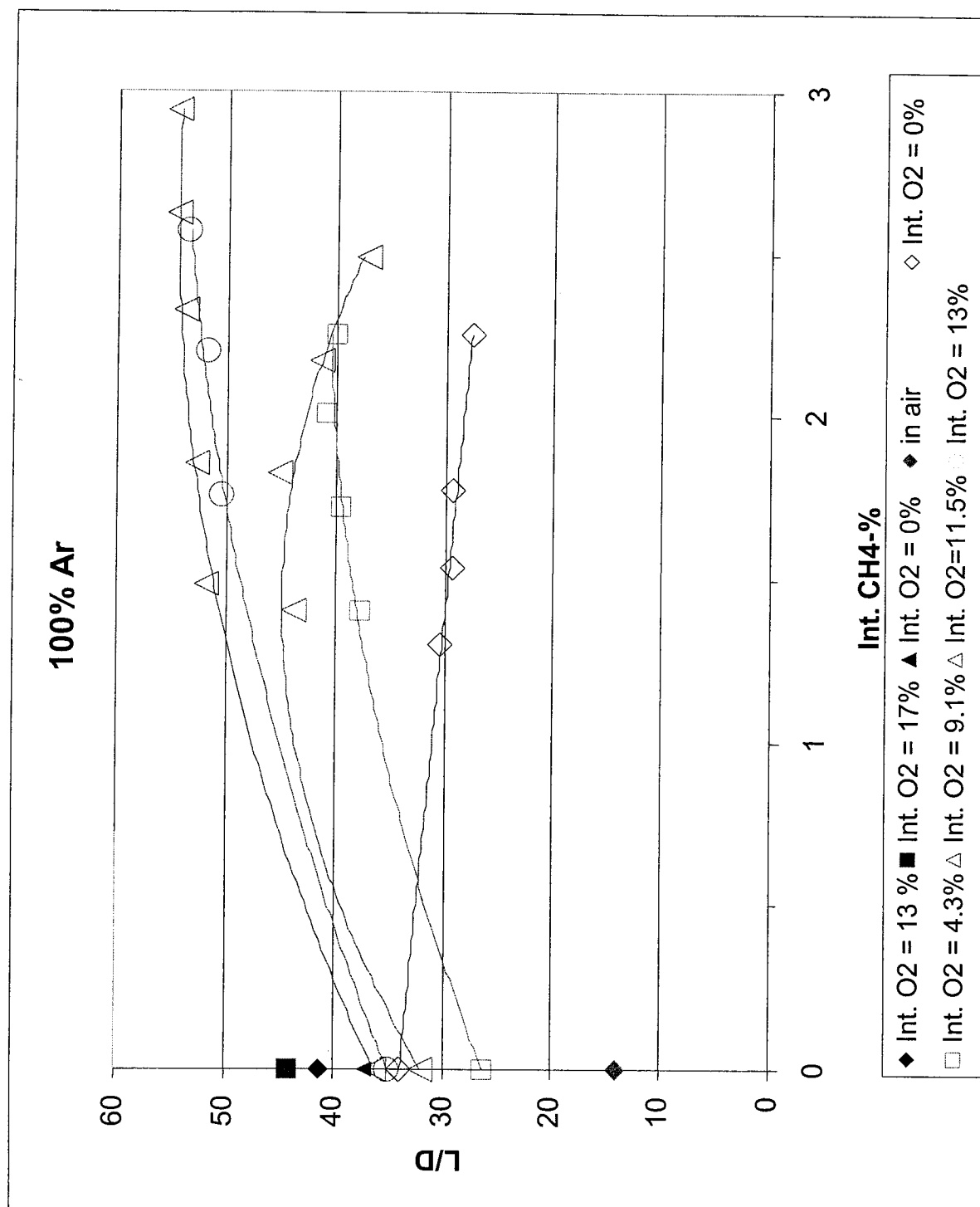


圖12

FIGURE 12

1st 圓錐=勢流核心
2nd 圓錐=超音速核心

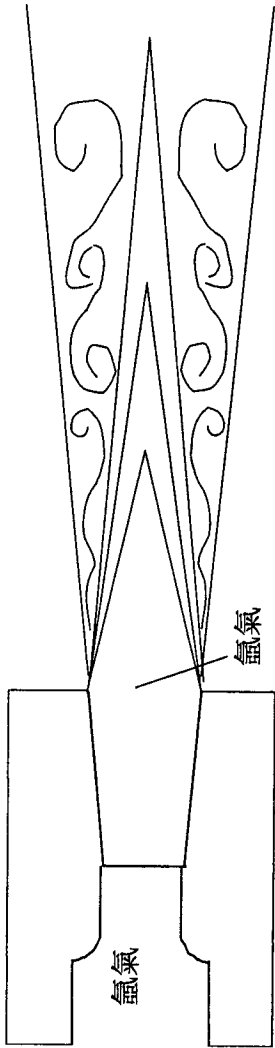


圖13(a)

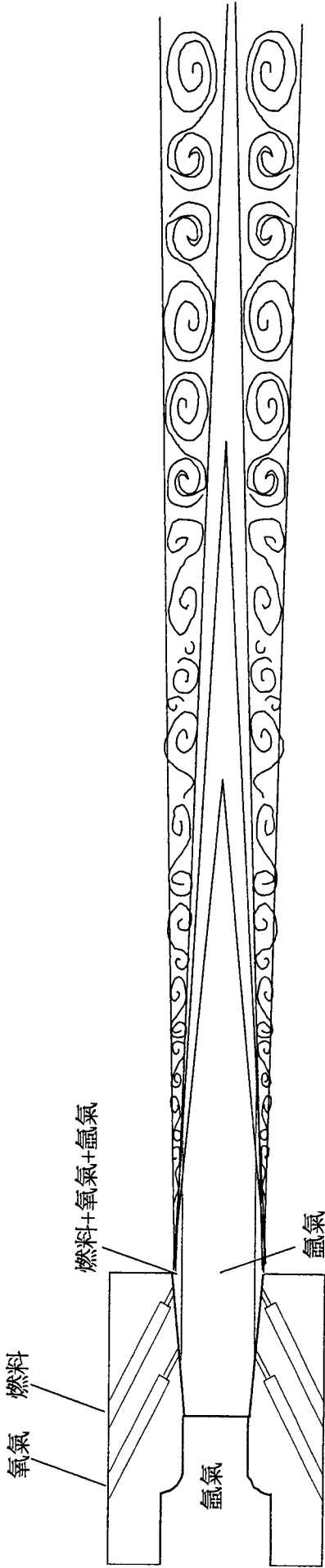


圖13(b)

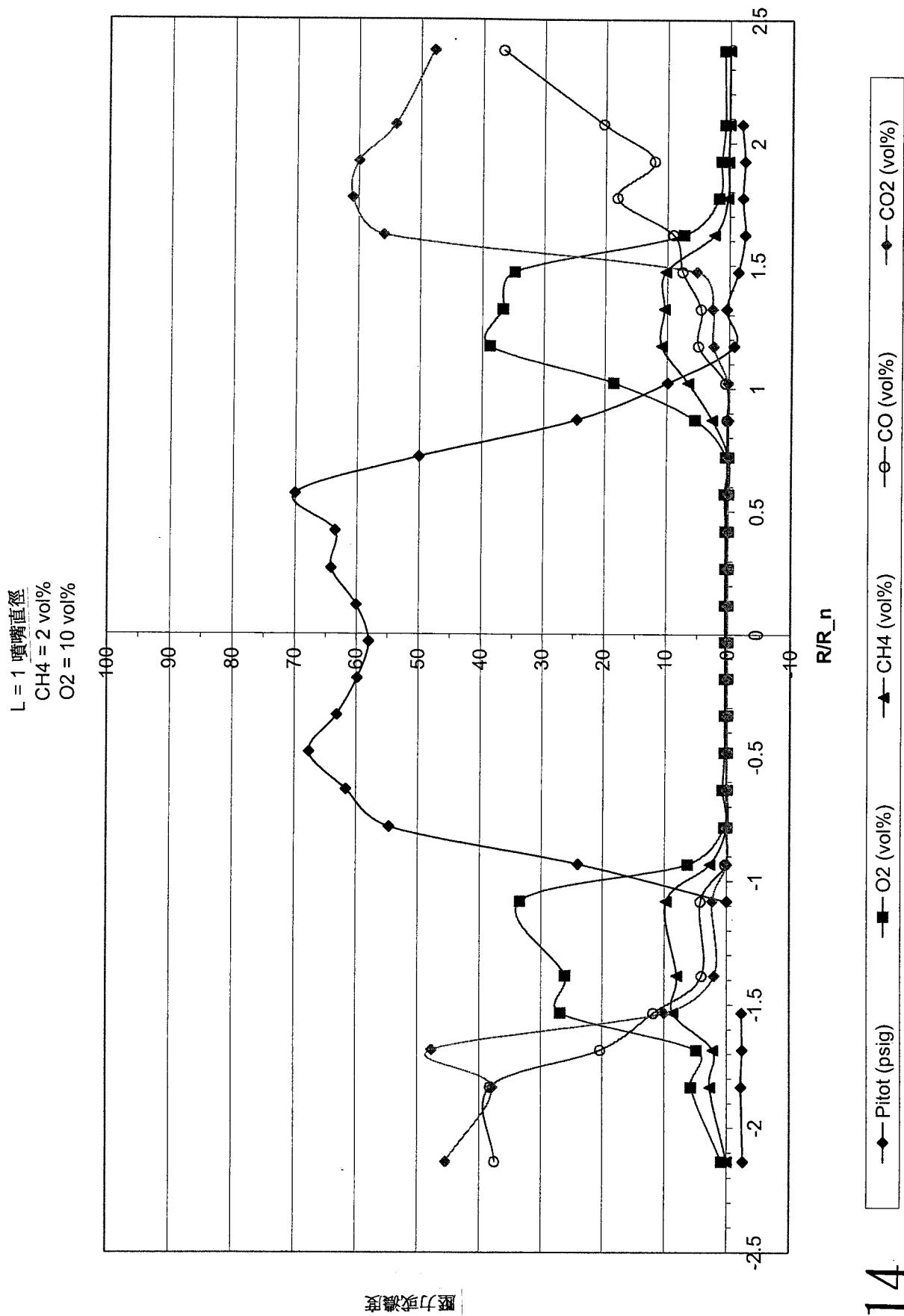


圖14

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (1b) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

10：注入器

12：縮張通道

13：通道

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無