



(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 I701341 B

(45) 公告日：中華民國 109 (2020) 年 08 月 11 日

(21) 申請案號：107144719

(22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 12 月 12 日

(51) Int. Cl. : C22B7/04 (2006.01)

C22B9/18 (2006.01)

C22B21/00 (2006.01)

(30) 優先權：2017/12/18 美國

15/845113

(71) 申請人：美商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：羅倫斯 馬汀 LAWRENCE, MARTIN (GB) ; 特拉米查 彼得 TLAMICHA, PETR  
(CZ)

(74) 代理人：陳展俊

(56) 參考文獻：

CN 1047804C

US 4983216A

審查人員：謝緯杰

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 40 頁

(54) 名稱

減少鋁回收中鹽類用量之方法

(57) 摘要

一種熔化鋁裝料之方法，其鋁裝料含有質量不超過 4% 之鹽類，包括於一熔化階段，藉由以第一點火速率作業之燃燒器引入燃料與氧化劑，燃料與氧化劑反應形成鋁裝料上方之一燃燒區，終止熔化階段以及當鋁裝料幾乎完全熔化時開始過渡階段，於過渡階段中，將燃燒器之點火速率降低至低於第一點火速率之第二點火速率，以第一速度引入非氧化性氣體，於燃燒區與鋁裝料之間形成非氧化區，並允許鋁裝料完全熔化，且在鋁裝料完全熔化後終止過渡階段並開始出料階段，於出料階段，將熔化鋁裝料從熔爐中倒出。

A method of melting an aluminum charge having no more than 4% salt by mass, including during a melting phase, introducing fuel and oxidant via a burner operating at a first firing rate, the fuel and oxidant reacting to form a combustion zone above the aluminum charge, terminating the melting phase and commencing a transition phase when the aluminum charge is nearly completely molten, during the transition phase, reducing the firing rate of the burner to a second firing rate lower than the first firing rate, introducing a non-oxidizing gas at a first velocity to form a non-oxidizing zone between the combustion zone and the aluminum charge, and allowing the aluminum charge to become completely molten, and terminating the transition phase and commencing a tapping phase after the aluminum charge has become completely molten, and during the tapping phase, pouring the molten aluminum charge out of the furnace.

指定代表圖：

符號簡單說明：

201:熔爐

202:燃燒器

203:噴槍/氣體噴射器

204:燃燒氣體

205:非氧化氣體

206:熔浴/熔體/鋁裝料

207:噴嘴/燃燒器

208:門

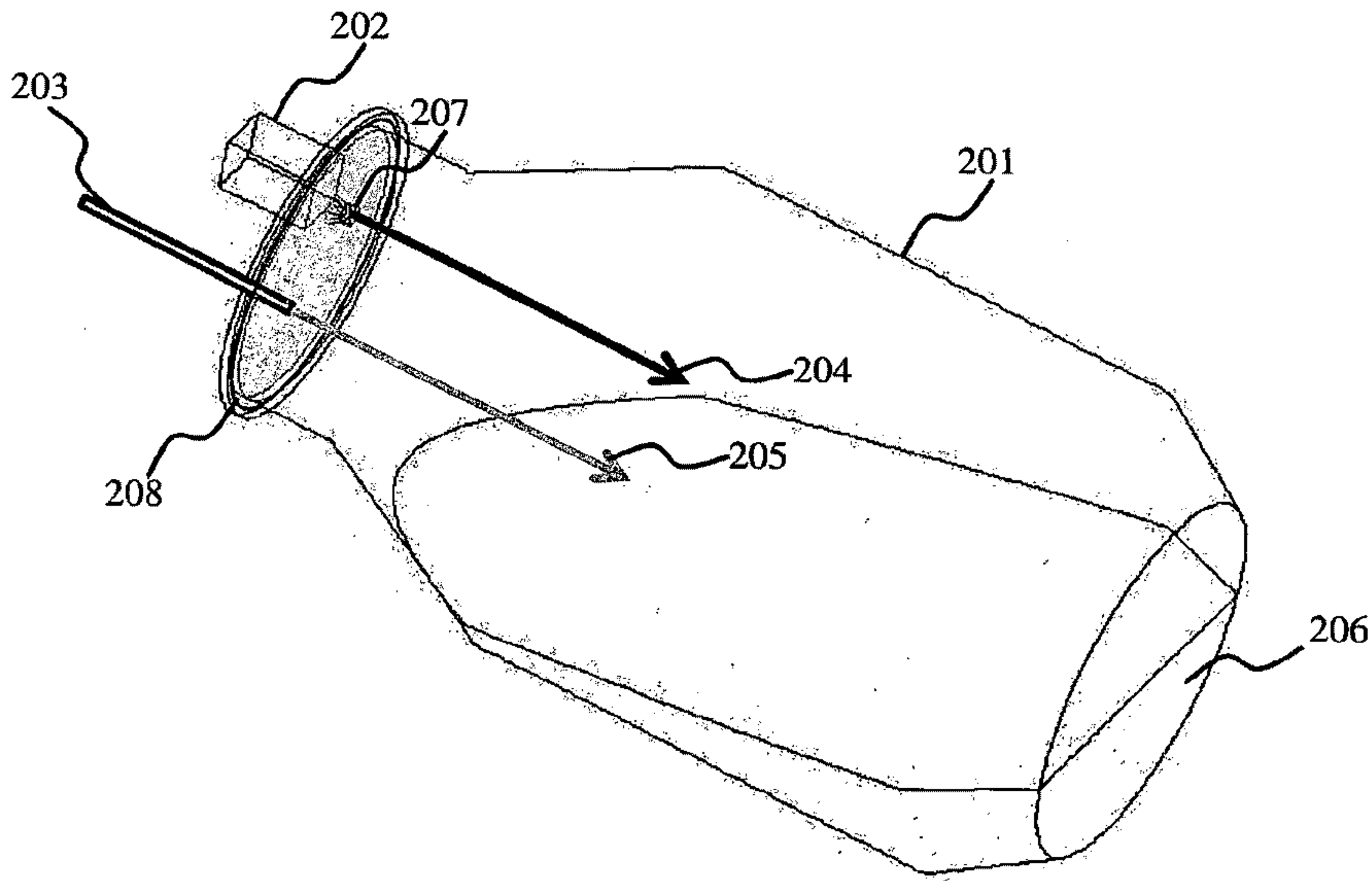


圖2



公告本

(2020年5月修正)

I701341

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】 減少鋁回收中鹽類用量之方法

【英文發明名稱】 METHOD FOR REDUCING SALT USAGE IN

ALUMINUM RECYCLING

## 【中文】

一種熔化鋁裝料之方法，其鋁裝料含有質量不超過 4% 之鹽類，包括於一熔化階段，藉由以一第一點火速率作業之燃燒器引入燃料與氧化劑，燃料與氧化劑反應形成鋁裝料上方之一燃燒區，終止熔化階段以及當鋁裝料幾乎完全熔化時開始過渡階段，於過渡階段中，將燃燒器之點火速率降低至低於第一點火速率之第二點火速率，以第一速度引入非氧化性氣體，於燃燒區與鋁裝料之間形成非氧化區，並允許鋁裝料完全熔化，且在鋁裝料完全熔化後終止過渡階段並開始出料階段，於出料階段，將熔化鋁裝料從熔爐中倒出。

## 【英文】

A method of melting an aluminum charge having no more than 4% salt by mass, including during a melting phase, introducing fuel and oxidant via a burner operating at a first firing rate, the fuel and oxidant reacting to form a combustion zone above the aluminum charge, terminating the melting phase and commencing a transition phase when the aluminum charge is nearly completely molten, during the transition phase, reducing the firing rate of the burner to a second firing rate lower than the first

firing rate, introducing a non-oxidizing gas at a first velocity to form a non-oxidizing zone between the combustion zone and the aluminum charge, and allowing the aluminum charge to become completely molten, and terminating the transition phase and commencing a tapping phase after the aluminum charge has become completely molten, and during the tapping phase, pouring the molten aluminum charge out of the furnace.

【指定代表圖】 圖2

【代表圖之符號簡單說明】

201熔爐

202燃燒器

203噴槍/氣體噴射器

204燃燒氣體

205非氧化氣體

206熔浴/熔體/鋁裝料

207噴嘴/燃燒器

208門

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 減少鋁回收中鹽類用量之方法

【英文發明名稱】 METHOD FOR REDUCING SALT USAGE IN ALUMINUM

RECYCLING

【技術領域】

【0001】 本發明係關於減少鋁回收中鹽類用量之技藝。

【先前技術】

【0002】 鋁廢料重熔（回收）通常需要大量鹽類。一經使用，含鹽殘渣稱為鋁渣或鹽餅。鹽餅被視為有害廢棄物，因此不可置入垃圾掩埋場。鹽餅通常會以更高成本送至回收廠，於此將鹽提取並清洗至接近原本規格，以便再次使用。

【0003】 於二次鋁生產中重新熔化鋁廢料過程中，添加大量鹽類意味著鹽類可佔待處理材料總重量之大部分。送入爐中之材料主要由鋁廢料及鹽類組成。依照具體之產品要求，仍有其他材料刻意添加至混合物中。例如，有許多不同類型之鋁廢料，其組成不同並且可能含有各種污染物。出於本發明之目的，將污染物描述為金屬雜質（例如，鎂、矽、鈣、鋅、錳）、氧化物（例如，氧化鎂、二氧化矽、氧化鋁）及有機物（例如，碳氫化合物、塑料、顏料、塗料）。廢料類型可具有很大差異，其中新/乾淨廢料經視為含有超過95%之鋁，任何含超過5%污染物之廢料皆屬於舊/髒廢料。某些廢料明顯比其他廢

(2020年5月修正)

料含更多污染物，例如塗層包裝，其中超過20%之材料可能由污染物組成。例如有機物等污染物係於熔化過程之初始階段去除（即，有機物會於加熱廢料時的低溫下燃燒）。

**【0004】** 鋁對氧氣具有高度親和力，並且當暴露於有氧化作用之大氣時迅速形成薄氧化層。因此，自回收開始，所有廢料皆含一定百分比之氧化鋁。氧化鋁殼之熔點遠高於鋁，因此無法於鋁回收爐內熔化。氧化鋁殼必須以化學或機械方式破碎，使熔化鋁逸出。隨後，較不緻密之氧化物材料浮上表面。若熔化鋁未受到熔爐內氧化性大氣保護，則會進一步氧化而降低產率。額外之氧化鋁形成如同網子，將熔化鋁捕捉於其結構內，亦降低產率。

**【0005】** 將鹽類加入熔爐中以改善熔化過程並具有許多益處。通常添加至熔爐中鋁廢料中之鹽類質量為鋁廢料質量的約5%至約15%，取決於廢料之類型、熔爐之類型、操作方法以及幾項其他參數。鹽類主要作用為保護鋁免受氧化大氣影響。鹽類亦藉由提供用於碎解廢料之氧化鋁殼的化學機制以參與反應。該鹽類有助於碎解熔化過程中形成之氧化鋁，而釋放出一些經夾帶之鋁。機械攪拌器或旋轉爐通常用於協助氧化鋁之碎解。鹽類亦與金屬雜質產生反應，有助於去除金屬雜質。鹽類之其他好處包括改變熔體性質，例如密度與黏度，改善熔體與其污染物之間的分離作用。

**【0006】** 目前已發明不同類型之鋁熔爐，以減少再循環過程中鹽類使用量。然而，該等消除大量鹽類之方法效率過低，因此非理想的解決方案。產業需要在不對循環效率、產率或成本產生顯著損害之前提下，減少鹽類之使用，以顯著節省成本。

**【0007】** 稍早之美國專利US5563903描述一種方法，其將單一非氧化（保護）層或氣體層加入鋁回收熔爐中燃燒區或層與鋁之間的方法，以減少對鋁的氧化作用並藉此減少浮渣形成與提高產量。該方案一般係如圖1所示。一非氧化層101可包括惰性氣體如氮氣或氬氣，或還原氣體如氫氣、甲烷或其他烴類。於該實施例中，將兩種燃燒反應物104（例如，天然氣體與空氣/氧氣）及非氧化性氣體105（例如，氮氣）以低速引入爐中，以最小化兩層氣體101與103之混合。具體而言，建議使用低速燃燒器，例如層流燃燒器或預混輻射型燃燒器，以減少燃燒層103與非氧化層101之間之混合，並教示非氧化性氣體105之速度係為每秒不超過50英尺，較佳者係小於每秒20英尺。並未減少鹽類之消耗。

**【0008】** 已進行其他減少金屬氧化之嘗試，例如藉由利用於金屬表面附近形成富含燃料（還原）火焰的氧化劑階段燃燒器及於來自金屬浴之富含燃料火焰的相對側上形成化學計量或燃料貧乏之火焰。參見，例如，美國專利US8806897，儘管涉及玻璃熔爐。同樣地，如歐洲專利EP0962540中所述之系統於空氣-燃料燃燒器上方提供氧氣槍，其以次化學計量之空氣（即，富含燃料）作業。氧氣槍必須安裝於燃燒器上方，藉此，富含燃料燃燒器的還原大氣可做為氧化流與鋁之間的屏障。

**【0009】** 此外，其他系統採用類似概念透過操作標準之雙套管（兩個同心管）燃燒器以有效地產生非氧化或還原層，其中氧化劑流過中心管，且燃料流經管之間之環形區域。此抑制了氧與熔體之接觸，因為其係於燃燒區中耗

(2020年5月修正)

盡。儘管此種設置傾向於減少從燃燒器逸出之氧氣，但其並未主動保護熔化鋁免受該等逃逸游離氧分子之影響。

### 【發明內容】

【0010】 於一層面，一種於一熔爐中熔化鋁裝料之方法，其鋁裝料含有質量不超過4%之鹽類，該方法包含於一熔化階段中，透過以一第一點火速率作業之燃燒器引入燃料與氧化劑進入熔爐，燃料與氧化劑反應以於鋁裝料上方形成一燃燒區，終止熔化階段以及當該鋁裝料幾乎完全熔化時開始過渡階段，於過渡階段，將燃燒器之點火速率降低至低於第一點火速率之第二點火速率，以第一速度引入一非氧化性氣體至熔爐中，以於燃燒區與鋁裝料之間形成非氧化區，並使鋁裝料完全熔化，且在鋁裝料完全熔化後終止過渡階段並開始出料階段，並於出料階段，將熔化鋁裝料從熔爐中倒出。

【0011】 於一實施例中，該方法更進一步包含以下步驟：於過渡階段之後與出料階段之前，開始一攪拌階段，其包含停止非氧化氣體流、攪拌熔化鋁裝料並以第二速度重啟非氧化氣體流之流動的步驟。於一實施例中，藉由連接至一建築型車輛之大型工具以攪拌熔化鋁裝料，並圍繞一軸線滾動該熔爐。於一實施例中，該方法更進一步包含，於出料階段，使非氧化氣體以第三速度流過熔化鋁裝料，同時將熔化鋁裝料倒出爐外。於一實施例中，非氧化氣體為一惰性氣體，並且其中非氧化性區域為一惰性區域。於一實施例中，惰性氣體為氮氣、氬氣或其等之混合物。於上述實施例中，第二速度與第三速度可以各自與第一速度不同。

(2020年5月修正)

【0012】 於一實施例中，非氧化氣體流以與燃料與氧化劑流之角度互補的角度引入，使得非氧化性氣體流以及燃料與氧化劑流不會彼此干擾。於一實施例中，非氧化氣體流於熔化鋁上方形成覆蓋層。於一個實施例中，非氧化氣體流之第一速度至少為400m/s。於一實施例中，非氧化氣體流之第二速度小於第一速度。於一實施例中，非氧化氣體流之第三速度至少為200m/s。於一實施例中，該方法更進一步包含，於出料階段，冷卻非氧化氣體流，並用非氧化氣體流冷卻熔化鋁。

【0013】 於另一方面，用於熔化鋁裝料之系統在具有門之熔爐中以質量計包含不超過5%鹽類，其包含安裝於該熔爐門中之燃燒器，該燃燒器經配置成將燃料與氧化劑引入熔爐以在鋁裝料上方形成燃燒區，一噴槍經配置成將非氧化氣體引入熔爐中以形成燃燒區與鋁裝料之間之非氧化區，以及一氣體噴射器經配置成引入非燃燒區域熔爐門附近的氧化氣體。於一實施例中，該燃燒器及該噴槍係裝設於該熔爐之門上。

【0014】 於一實施例中，該噴槍經配置成以至少400m/s之速度引入非氧化氣體。於一實施例中，燃燒器與噴槍係實質上垂直於門。於一實施例中，氣體噴射器包含具有至少一出口之歧管，該至少一出口經設置以於門開啟時將非氧化氣體平面流輸送至熔爐中。於一實施例中，至少一出口包含單一扁平寬出口。於一實施例中，氣體注射器經配置以至少200m/s之速度輸送非氧化氣體。於一實施例中，氣體噴射器經定向為使出口引入實質上平行於鋁裝料頂面之非氧化氣體流。

**【圖式簡單說明】**

**【0015】** 以下將結合附圖描述本發明，其中相同數字表示相同元件：

圖1為先前技術熔爐之示例圖，其於燃燒區與鋁浴之間具有分層之非氧化層。

圖2為顯示用於在燃燒區與鋁浴之間引入非氧化區之系統的實施例側視示意圖。

圖3為示出用於門處於打開位置時在燃燒區與鋁浴之間引入非氧化區之系統的實施例之側視示意圖。

圖4A為示出處於熔化階段之本發明實施例之示意圖。

圖4B為示出處於過渡階段之本發明實施例之示意圖。

圖4C為示出處於攪拌階段之本發明實施例之示意圖。

圖4D為示出處於澆注或出料階段之本發明實施例之示意圖。

圖5為顯示用於燃燒區與鋁浴之間引入燃燒區與非氧化區系統之實施例之側視示意圖。

圖6為本發明實驗範例中之特定氣體與氧氣之圖表。

圖7為本發明實驗範例中氮試驗循環時間之圖表。

圖8為在本發明實驗範例中置入之總體金屬之圖表。

圖9為本發明方法之流程圖。

**【實施方式】**

**【0016】** 應當理解，已簡化本發明之附圖與描述，以說明與清楚理解本發明相關的元件，並為簡潔起見，省略了相關系統與方法中之許多其他元件。

(2020年5月修正)

該領域之通常知識者可認識到，於實現本發明時必須與/或需要其他元件與/或步驟。

**【0017】** 除非另外定義，否則本文使用之所有技術與科學術語具有與本發明技術領域之通常知識者所理解的含義相同之含義。儘管與本文描述的那些類似或等同的任何方法與材料可用於本發明的實踐或測試，但描述了優選之方法與材料。

**【0018】** 如本文所用，以下術語中之每一個具有與本節相關的含義。

**【0019】** 這裡使用的冠詞「一」和「一個」是指該冠詞的一個或多於一個（即至少一者）語法對象。舉例來說，「一個元素」表示一個元素或至少一元素。

**【0020】** 當提及例如量與時間長度等可測量值時，本文所用的「約」意指包括來自指定值的 $\pm 20\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 1\%$ 及 $\pm 0.1$ 之變化，且此等的變化係為適當。

**【0021】** 如本文所用，「燃燒氣體」指至少一種含烴燃料與至少一種能夠維持熱釋放燃燒反應的含氧氧化劑之組合，其中烴與氧反應，包括但不限於含烴燃料，例如氣體燃料、液體燃料與運輸氣體中之固體燃料，以及含氧氧化劑，例如空氣、汙染空氣（分子氧含量低於約 21%）、富含氧空氣（具有大於約 21%分子氧、至少 23%分子氧、至少 70%分子氧、至少 90%分子氧），或工業級氧（至少 93%分子氧、至少 95%分子氧，或至少 99%分子氧）。

**【0022】** 可將本發明之燃燒器描述為具有「點火速率」。如本領域通常知識者所理解，燃燒器之點火速率為燃燒器於其周圍環境上施加能量的速率，

(2020年5月修正)

並且通常計算為燃料流速乘以利用化學計量之氧氣（由氧化劑流速提供）完全燃燒該燃料的理論熱值。於任何給定之點火速率下，燃燒器亦可具有化學計量，其為氧化劑中提供之氧氣與理論上完全燃燒燃料而不留下任何餘氧所需的氧氣量之比。於任何給定之點火速率下，燃燒器可在化學計量下以燃料充裕（具有少於化學計量之氧氣）或燃料貧乏（具有多於化學計量之氧氣）條件運行。

**【0023】** 如本文所用，「非氧化」氣體為於氧-燃料燃燒溫度下未實質上氧化氫或烴燃料之氣體。非氧化性氣體之範例包括但不限於惰性氣體，例如氬氣，實質上惰性氣體如氮氣以及還原性氣體如氫氣或一氧化碳。然而，「非氧化性氣體」可與燃料及氧化劑反應以產生低於百分比水平的產物，例如，應當理解，例如氮氣之氣體可於燃燒反應中產生例如氮氧化物（NO<sub>x</sub>）的微量成份。

**【0024】** 於本發明中使用片語「鋁裝料」、「裝料」與「裝料重」。如本領域通常知識者所理解，鋁裝料或裝料是根據本發明方法裝入爐中之待熔化材料。該裝料包括一定量之待回收廢金屬以及一定量之鹽類。「裝料重量」是裝料的完全重量，包括廢料與鹽類。「廢料重量」為僅有廢料之重量，「鹽重量」為僅有鹽類之重量。

**【0025】** 貫穿本發明內容，本發明之各方面可以以範圍格式呈現。應當理解，範圍形式之描述僅為了方便與簡潔，不應該被解釋為對本發明範圍之不靈活限制。因此，應認為範圍的描述具體揭露了所有可能的子範圍以及該範圍內之各數值。例如，應認為對例如 1 至 6 的範圍的描述具有特別公開的子範

(2020年5月修正)

圍，例如從 1 至 3、1 至 4、1 至 5、2 至 4、從 2 至 6、從 3 至 6 等以及該範圍內之單個數字，例如，1、2、2.7、3、4、5、5.3、6 以及它們之間的任何整體和部分增量。無論範圍的廣度如何皆適用。

**【0026】** 於鋁回收工業中極需減少使用鹽類，因為鹽類之購買與再回收皆係為昂貴。本文描述了一種用於透過高速非氧化氣體覆蓋以搭配低鹽含量之系統及方法，以提高熔爐中鋁回收之產率與效率。本發明之方法進一步保護鋁免受熔爐大氣中水蒸氣之影響，抑制鋁與水的反應，減少受鋁以及隨後之氧化鋁形成所吸收的氫。為獲得最佳結果，應透過初步測試仔細考慮個別熔爐及鋁廢料配方以決定最佳製程條件，因為節省的鹽量將因不同類型之製程與廢料而異。可節省之鹽量取決於幾個因素，包括廢料經熔化之配方。然而，預期當分別與各類型廢料之任何其他鹽類節省策略相比時，如本文所述用於節省鹽類之方法將產生更佳結果。

**【0027】** 本發明部分涉及傾斜旋轉熔爐。傾斜旋轉熔爐於本領域中係為已知，並且設計成與反射爐相比處理由相對較小塊體組成之大量材料，其中主要的熱傳導機制為火焰輻射與氣體對流。雖然小顆粒具有高表面積，但是圓筒的形狀與角度導致相對小之表面暴露於熔爐大氣中。由於大量邊緣結構與其等間之空間，各廢料間之熱傳導較差。然而，滾筒之旋轉允許透過爐壁之傳導增加導熱。爐壁持續受到加熱，爾後浸入熔浴中。此外，滾筒運動不斷地攪拌裝料，從而改善導熱。

**【0028】** 參考圖 2，示出了本發明系統之一實施例。傾斜旋轉爐 201 裝有鋁裝料或熔化物 206，其包括一定量之鋁廢料及相應量之鹽類。熔爐 201 包

(2020年5月修正)

括燃燒器 202，燃燒器 202 具有設置於門 208 上之噴嘴 207。燃燒器 202 經設置以將燃燒氣體流 204 噴射至熔爐 201 中，以加熱鋁裝料或熔體 206。於某些實施例中，燃燒器 202 可垂直固接於門 208，或者燃燒器 202 可實質上平行於鋁裝料或熔體 206 之表面安裝，使得燃燒氣體 204 的流動實質上平行於鋁裝料或熔體 206 之表面。於某些實施例中，燃燒器 202 可自門 208 移除，並插入門 208 中之孔（未示出）中。於某些實施例中，該系統進一步包括一噴槍 203，其可以固接至門 208 或者透過門 208 中的孔插入。噴槍 203 經設置以噴射非氧化氣體 205，並且可類似地安裝成實質上垂直於門 208 或實質上平行於鋁裝料或熔體 206 之表面。於某些實施例中，噴槍 203 經設置以使非氧化氣體 205 之流動實質上平行於來自燃燒器 202 的燃燒氣體 204 之流動。

**【0029】** 參照圖 3，本發明系統之一實施例進一步包括氣體噴射器 301，其可以固接至熔爐 201 的外部，連接至門 208，或者可以與裝置之其餘部分分開。並於適當時間移動到位。氣體噴射器 301 為具有多個噴嘴或孔的管道或歧管，以分散非氧化氣體。於一實施例中，如圖所示，氣體噴射器 301 可為一耙子。於所描繪之實施例中，耙子 301 包含一入口 303 與沿著筒定位的至少一出口孔 304，其經設置成將至少一股非氧化性氣體流 302 注入熔爐 201 中。於某些實施例中，耙子 301 經設置為當門 208 打開時，出口孔 304 定向為以實質上平行於鋁裝料或熔體 206 表面之方向注入非氧化氣體 302 流。

**【0030】** 參考圖 4A，示出本發明方法之熔化階段。於一實施例中，熔化階段的初始部分係根據操作者遵循的標準實踐進行，其中將廢料與鹽類正常地加入，但由於本發明之改進，僅需要較少鹽類。於一實施例中，根據本發明方

(2020年5月修正)

法進行之熔化需要比傳統熔體減少至少 50% 鹽類。於另一實施例中，僅需要較原本減少 80% 之鹽類。燃燒器 207 於高溫下作業並將燃燒氣體 204 噴射至傾斜旋轉爐 201 中。於一實施例中，在熔化階段期間，僅有極少或沒有非氧化氣體自非氧化氣體噴射器 203 流出。

【0031】 於某些實施例中，當浴 206 幾乎熔化時，開始過渡階段。如圖 4B 所示，於本發明方法之過渡階段期間，燃燒器 207 減低至微火或關閉。然後藉由非氧化氣體注入器 203 注入非氧化性氣體 205，理想情況下，應在 5 至 10 分鐘內注入兩至三熔爐體積之氣體。於一實施例中，非氧化氣體 205 以約 425m/s 之速度從氣體注射器 203 注入。於其他實施例中，氣體注入速度係可為至少 200m/s、至少 300m/s、至少 400m/s，或至少 500m/s。應該理解，非氧化氣體注入的速率可根據所用廢料之類型、所用非氧化氣體之類型與熔爐之幾何形狀而變化。於一實施例中，藉由噴槍 203 噴射非氧化性氣體。於一實施例中，非氧化性氣體 205 係具有高流速，並且噴槍 203 成一角度，使得非氧化性氣體流補充燃燒器之氣流。具體而言，噴槍 203 與燃燒器 207 成一角度，使得如果於注入非氧化氣體 205 期間燃燒器 207 保持開啟狀態，則兩氣流 204 與 205 將不會彼此干擾，且非氧化氣體 205 形成於熔化金屬 206 上方之覆蓋層。

【0032】 於某些實施例中，圖 4B 中所示之過渡階段之後是攪拌階段。圖 4C 中顯示了本發明方法之攪拌階段之一實施例。於攪拌階段期間，藉由插入熔爐門 208（為此目的打開）之攪拌裝置與/或藉由滾動或持續滾動熔爐 201 以攪拌熔體 206。此種攪拌裝置於本領域中係為已知，並且包括例如具有長附件之 JCB 或鏟車等，其用於手動攪拌熔池。於某些實施例中，在攪拌階段期

(2020年5月修正)

間，非氧化性氣體注入器 203 用非氧化性氣體充滿熔爐 201，以保護熔池 206 免受熔爐 201 內氧氣之影響。攪拌階段之目的為均勻地分配浴之溫度並碎解剩餘的任何較大廢料片。於某些實施例中，該過程花費 5 至 10 分鐘並且可能需要重複。一旦第一次攪拌完成，門再次關閉，操作者將確定是否需要更多攪拌。於某些實施例中，如果需要更多攪拌，則本發明方法可全部或部分地重複過渡階段，如圖 4B 所示。於攪拌階段期間並且門打開之情況下，由非氧化氣體流 205 形成之非氧化氣體覆蓋層保留於熔化浴 206 之頂部上，並且用作防止氧化之屏蔽。於某些實施例中，在攪拌階段期間將額外之非氧化性氣體引入熔體頂部。於一實施例中，藉由耙子引入額外之非氧化性氣體（如圖 4C 所示）。

**【0033】** 圖 4D 示出了本發明方法的出料階段。根據常規實踐進行用於汲取熔化鋁的製備。於某些實施例中，門 208 滑動開啟，但於其他實施例中，門 208 可使用機械手臂附接至熔爐 201，該機械手臂經配置成在需要時將門 208 抬高而遠離熔爐 201，或者使用鉸鏈裝置使得門 208 可略微向上傾斜以允許熔化金屬傾倒而出。當門 208 打開並且於出料期間，該附加非氧化氣體注射器 301 用於將非氧化氣體引入熔體 206 之表面。於一實施例中，噴射器 301 包含單一扁平廣角噴嘴，於另一實施例中，如圖 3 所示，噴射器 301 包含沿熔浴 206 的表面寬度定位之數個噴嘴。於某些實施例中，噴射器 301 包含一耙子。於一實施例中，非氧化氣體 302 以 340m/s 之速度自氣體噴射器 301 噴射。於其他實施例中，氣體注入速度可為至少 50m/s、至少 200m/s、至少 300m/s，或至少 400m/s。於一實施例中，如圖 4 所示，由噴射器 301 引入之氣流 302 與熔浴 206 表面平行或盡可能接近平行。非氧化氣流 302 之一目為防止或抑制氧分子

與鋁接觸，此可藉由於熔浴 206 上方提供覆蓋層，或藉由稀釋熔爐中之含氧氣體，或由其組合以實現。此外，氣流 302 額外且有利地為熔浴 206 提供冷卻功能。

【0034】 於一實施例中，本發明方法涉及多個交替攪拌與傾倒階段，其中藉由滾動完成攪拌，並且於各傾倒階段期間引入來自噴射器 301 之氣流 302，以最小化暴露於透過熔爐門 208 中之間隙進入的氧氣。

【0035】 於鋁回收中使用鹽類之一結果為熔爐中爐渣之積累。爐渣為熔化過程之廢棄物，主要由氧化物、鹽類及鋁組成。爐渣被視為有害廢棄物，因此不能於垃圾填埋場處置。再加工爐渣需要時間與金錢，爐渣本身可能抓取鋁，因而降低產量。再加工爐渣亦極為耗能，因此本發明之方法比傳統回收方法消耗更少能量。隨著更多鹽類添加，會形成更多爐渣，因此減少爐渣於減少鋁回收中鹽類使用方面具有更進一步之優點。

【0036】 爐渣堆積包含抓取之鋁與雜質。當爐渣暴露於氧氣下，抓取之鋁與雜質經過各種放熱反應，此可能於本發明方法的攪拌（滾動）及傾倒階段期間引起顯著之溫度升高。熔體中之較低鹽類含量導致更高效率之熱傳導，亦可解決上述問題。

【0037】 於一實施例中，本發明的方法包括一結渣階段，其中藉由傾倒去除殘留於熔爐 201 中之任何爐渣材料，類似於圖 4 中所示之傾倒階段。於結渣階段期間，爐渣與空氣接觸，導致放熱氧化，其將引起如上所述過熱現象。如圖 4 所示，於結渣階段與前一階段引入非氧化性氣體可藉由對流冷卻減輕此

(2020年5月修正)

影響，因為非氧化性氣體溫度比熔體溫度相對更低，藉由覆蓋或鈍化熔體上方之大氣亦可。

**【0038】** 於本文所述方法之某些實施例中，在鋁熔爐中形成分層大氣，該分層大氣具有至少一置入燃燒區與鋁裝料之間之非氧化層，以將燃燒區與鋁分離，並藉此抑制鋁的氧化。如上所述，該分層大氣可使用至少一非氧化層。

**【0039】** 採用分層大氣保護之主要益處為顯著減少用以保護鋁所需之鹽量。一權衡之計為由於加入熔爐中之冷非氧化氣體的額外熱負荷，使得整體熔爐效率可能略微降低。亦可實現額外益處，例如，改善鋁之品質與產量。將鹽加入熔體中之主要目的之一為保護鋁免受氧化。如果正確使用分層大氣保護法，則可能顯著減少該過程中所需之鹽量。若較少氧氣與熔體接觸，則氧化作用較少，因此產生較佳產率。

**【0040】** 可操作本發明之實施例以形成一氣體區，如圖 1 中之至少二氣體區。於所有實施例中，燃燒器 207 燃燒氧化劑及燃料以產生熱能，用以熔化位於熔爐 201 底部之鋁裝料 206。燃燒之氧化劑與燃料於鋁裝料上方之熔爐空間中產生燃燒區或層體。因為鋁裝料 206 之主要熱傳導機制為透過輻射而非透過對流，所以產生分層之大氣將不會顯著減少鋁的加熱。再者，為了增強輻射熱傳導，燃燒器中之氧化劑可為富含氧的空氣而非空氣，其具有分子氧濃度為至少 23%、至少 30%、至少 70%、至少 90%，或至少 95%。於該實施例可使用任何標準燃燒器。

**【0041】** 燃燒器較佳者係為高速燃燒器，此意味著氧化劑與燃料中之至少一者以至少 60 英尺/秒，優選為至少 75 英尺/秒，更優選為至少 100 英尺/秒

(2020年5月修正)

之速度引入爐中。於回流至煙道前，此高速允許火焰充分地穿透熔爐，於典型鋁製旋轉熔爐中，煙道位於燃燒器位置上方之門中。應理解，其他燃燒器/煙道配置亦適用於本發明之系統與方法。例如，煙道可位於熔爐後方，與燃燒器相對。

**【0042】** 在圖 5 所示之替代實施例中，透過噴射器，噴嘴或噴槍 503 於燃燒器 502 下方引入非氧化性氣體，於自燃燒器 502 散出之燃燒層 505 下方形成保護性非氧化區或層體 506。將非氧化性氣體引入鋁裝料或熔體 504 附近以產生覆蓋層或護罩，其進一步減少與鋁 504 接觸之氧化劑量。非氧化性氣體實質上可為不參與烴燃燒或氧化之任何氣體，例如氮氣或氫氣。

**【0043】** 於某些實施例中，本發明亦包括減少鋁熔體中鹽類使用之方法。參考圖 9，本發明之一方法包含熔化階段 900，其包含將燃料與氧化劑流引入含裝料之熔爐中的步驟 901，其燃料與氧化劑反應以於裝料上方形成燃燒區的步驟 902。當鋁裝料幾乎完全熔化時，本發明之方法開始過渡階段 910，其包含 911 降低燃燒器之點火速率，以第一速度將非氧化氣體流引入熔爐中於燃燒區及鋁裝料之間形成非氧化區之步驟 912，並允許鋁裝料完全熔化 914。於某些實施例中，本發明之方法包含至少一選擇性攪拌階段 920。於某些實施例中，於引入非氧化氣體後且於裝料完全熔化前，停止非氧化氣體流 921 並攪拌裝料 922，爾後，非氧化氣體流以相同或不同之流速 923 重新開始流動。於某些實施例中，本發明之方法包括多個交替攪拌與過渡階段。當鋁裝料完全熔化時，本發明方法開始出料階段 930，其中將熔化鋁裝料從熔爐中倒出 931。

【0044】 於引入熔爐內之前預熱分層氣體，特別是預熱非氧化氣體，可能係為有益，但非必要。於一實施例中，廢氣再循環可用於藉由熱交換或藉由攪拌或混合向非氧化氣體加熱。於另一實施例中，廢氣再循環可用於提供非氧化層本身。然而，添加更多水可能導致過量氫吸收至熔體中，其可能不符合期望。可透過實驗決定廢氣再循環或非氧化流之預熱的最佳量。

【0045】 於具有 5 至 40 公噸容量之典型熔爐中，使用單一非氧化層作業，據估計，需要氮氣或氫氣之初始流速才能形成非氧化氣體覆蓋層，之後要維持流速（可能相同於或低於初始流速），以確保非氧化氣體覆蓋層仍然足夠完整以覆蓋熔體，或者至少透過混合任何靠近熔體之氧化劑以大量稀釋。經預期之初始氮氣流速於初始時間內為 50 至 400 標準立方米/小時（Nm<sup>3</sup>/hr），優選為 50 至 200 Nm<sup>3</sup>/hr，用以覆蓋熔體。初始時間可為至少 1 分鐘並小於 60 分鐘，且優選為約 5 至 30 分鐘。經預期之維持流速為 1 至 300 Nm<sup>3</sup>/hr（初始流速的 5%至 75%），優選為 10 至 200 Nm<sup>3</sup>/hr（初始流速之 20%至 50%），更優選地，對於熔化循環的其餘部分之至少一者為 10 至 100Nm<sup>3</sup>/hr（初始流速之 20%至 25%）。

【0046】 於操作上，廢鋁之熔化通常包括一早期階段，其中例如油漆、塗料與其他有機或揮發性材料等污染物自廢料中燒除、氧化或蒸發，接著為熔化階段，其中剩餘鋁金屬受到熔化。因此於早期階段，使含氧大氣與鋁裝料接觸係為必要且符合期望，因此本文所述之系統與方法僅在該些污染物去除後方可作業。再者，如上所述，固體鋁廢料具有薄氧化物層以保護其免於進一步氧

(2020年5月修正)

化，因此於氧化物層開始破壞之前不需要分層之大氣。例如，去除污染物之初始階段相關的系統與方法係可如美國專利 US9091484 所描述。

**【0047】** 因此，本文所述之用於產生分層大氣的方法將在熔化後期應用，此時鋁幾乎熔化或已開始熔化。在此之前，固體鋁已具有保護性氧化鋁層，因此不需額外之保護。

**【0048】** 如本文所述，分層大氣之主要目的為在熔化過程中取代鹽類以保護鋁免受氧化。然而，由於鹽類對該過程之益處不僅是保護鋁免受氧化，因此可能需要根據所加入之不同類型之廢料調整分層大氣系統的作用。例如，相異材料可能需要不同的燃燒器點火速率、不同的非氧化氣體速度，或不同的非氧化氣體流速。大多數情況下，至少一部分鹽類可用分層大氣代替作為保護作用。

**【0049】** 例如，當置入新的/乾淨的廢料時，用以分解氧化物以及透過化學方法去除金屬雜質的鹽類需求較低，因此有高百分比鹽類可被分層大氣取代以防止氧化。但含更多金屬雜質或氧化物之廢料仍需要一些鹽類幫助破壞氧化物與進行化學去除作用。因此，初始廢料中存在之金屬雜質與氧化物的百分比會影響可節省之鹽量。對於更髒之廢料，可能會在節省鹽類與產量之間進行權衡。相異配方必須根據各個熔爐之具體情況並透過實驗來決定。

#### [實驗範例]

**【0050】** 本發明之說明可參照以下範例。提供該些範例僅用於說明之目的，並且本發明不應被解釋為受限於該等範例，而應解釋為包括由於本文所提供教示而成為證明之所有變化。

(2020年5月修正)

【0051】 無需進一步描述，相信本領域通常知識者可利用前述說明及以下說明性範例以製造及利用本發明並實施經主張之方法。因此，以下工作範例具體指出本發明之優選實施例，並且不應解釋為以任何方式限制本發明之其餘部分。

【0052】 試驗於8MT傾斜旋轉熔爐上進行，其燃燒器與煙道均位於門內。將高產率灰渣（75-85%）裝入爐中，其稱作「鹽料」。裝料之前，將廢料加工成不大於15公分之小塊。於整體試驗過程中遵循上述方法。於試驗中使用氮氣作為非氧化氣體並成功實施，其中節省高達80%之鹽類。鹽類之減少或遵循非氧化氣體注入程序無出現重大問題。效能數據顯示，實驗期間使用之特定氣體與特定氧氣落於正常作業範圍內。數據亦顯示，與正常作業範圍相比，所有氮氣注入實驗之熔化時間皆顯著減少。因此，熔化速率顯著提高。

【0053】 結果總結於下表1中。熔體1與2節省60%之鹽類，相當於該二熔體中節省大約380kg鹽類。熔體3可節省大約80%鹽類，因此節省500公斤鹽類。如下所示，參考熔化物通常為8.2%至8.5%鹽類。藉由應用本發明方法，熔體之鹽類含量於熔體1中降低至3.4%、於熔體2中降低至3.6%以及於熔體3中降至1.9%。所有熔化均順利，並且未因減少鹽類而產生重大問題。降低鹽類百分比會造成更高熱傳導速率，因此熔化結束時應密切監測進入熔爐內之能量。使用較少鹽類可能會使爐渣產出降低，因此提高產量。然而，需要更多數據組合以提供產率影響之統計正確性。

表 1

試驗	廢料重	參考之鹽類使用	使用之鹽量	節省之鹽量
----	-----	---------	-------	-------

第18頁，共 22 頁(發明說明書)

(2020年5月修正)

熔體 1	7078 kg	630 kg	250 kg/40%	380 kg/60%
熔體 2	6465 kg	600 kg	240 kg/40%	380 kg/60%
熔體 3	6891 kg	630 kg	130 kg/20%	500 kg/80%

【0054】 於氮氣注入試驗期間分析熔爐效能，並與最近類似的「正常」熔體進行比較。將所有最近含有鹽類之熔體重要效能指標作分析，包括特定氣體、特定氧氣、循環時間及熔化速率。比較該些含有與不含氮之熔體指標，可深入了解相對較冷之氮氣以及鹽類裝料之減少量的引入如何影響熔爐之熔化效能。

【0055】 二十種熔體係經判定可與氮氣注入試驗相當，並用於決定鹽料正常作業條件之基線效能。對數據進行平均，並利用標準差以決定鹽料之參考範圍，其中氮氣注入試驗應落於滿足正常效能指標之範圍內。該些參考範圍顯示於圖6-8中，藍線與誤差線代表各計量之標準偏差。參考數據於各圖中係以藍色數據小點表示。該些圖式亦包括來自氮氣注入試驗之數據點，顯示為大三角形（圖6）、正方形（圖6）、圓形（圖7）及菱形（圖8），分別表示特定氣體、特定氧氣、循環時間及熔化速率。

【0056】 圖6顯示特定氣體與特定氧氣之效能指標。藍色數據點顯示參考數據之分布，帶有誤差條之藍線顯示正常作業的平均值（中間值）。平均特定氣體為整體置入廢料的 $34.8 \text{ Nm}^3/\text{MT}$ 。標準差經計算為 $3.5 \text{ Nm}^3/\text{MT}$ ，其為平均值之10.0%並由藍色誤差條表示。因此，於氮氣注入實驗期間使用之特定氣體應落於 $31.3\text{-}38.3 \text{ Nm}^3/\text{MT}$ 範圍內，與正常熔體之效能相匹配。大紅色三角形代表特定氣體，並可看出所有熔體皆落於 $37.2$ 、 $36.2$ 及 $32.7 \text{ Nm}^3/\text{MT}$ 範圍內。此指出非氧化氣體注入方法不會顯著影響用以完成熔化之氣體量。

(2020年5月修正)

【0057】 圖6亦顯示特定氧氣。數據顯示，對於上述用於氣體使用之氧氣使用情況亦有相同觀察結果。平均特定氧氣係為整體置入廢料的64.1 Nm<sup>3</sup>/MT。標準差經計算為6.1 Nm<sup>3</sup>/MT，為平均值之9.6%，由藍色誤差條表示。因此，氮注入實驗期間經使用之特定氧氣應落於58.0-70.2Nm<sup>3</sup>/MT的範圍內，以匹配正常熔體效能。大綠色方塊代表特定氧氣，並且可再次看出，所有熔體都落於68.9、67.3與60.6 Nm<sup>3</sup>/MT的範圍內。

【0058】 圖7顯示循環時間，自裝料開始至結渣結束時記錄循環時間。藍色數據點顯示參考數據之分布，帶有誤差線之藍線顯示正常作業平均值（平均值）。平均循環時間為3.26小時（或以時分秒表示為3小時15分36秒）。標準差計算為0.46小時（27.6分鐘），因此正常循環範圍落於2.80-3.72小時內。大橙色圓圈代表氮氣注入數據，可看出所有三種熔體之循環時間於某程度上低於正常作業範圍，其中熔體1-3之循環時間分別為2.48、2.48與2.68小時。此與預期一致，因為加入熔爐中之材料較少，且裝料中鋁的百分較高，導致較高之傳熱速率。循環時間之減少表示非氧化氣體注入技術可帶來增加產量之額外益處。數據顯示鹽類之循環時間平均減少45分鐘。基於此處數據，此可能導致熔爐之產量增加。

【0059】 圖8顯示熔化速率，其由裝料重量與循環時間決定。於整體循環時間內，平均熔化速率可看作2.10 MT/hr。標準差計算為0.29 MT/hr，因此正常作業範圍為1.81-2.39 MT/hr。熔體1-3（大菱形）之熔化速率分別為2.85、2.61及2.58。當使用較少鹽類時，熔化速率顯著提高，此符合預期。

【0060】 與使用分別利用130與160 kg / MT之其他材料如料塊與渣滓相比，鹽料使用相對少量的鹽（100kg / MT鹽料置入量）。該等材料的各熔體潛在益處顯著較高。

【0061】 本發明不限於實施例中公開之具體方面或實施例，其旨在說明本發明之一些方面，並且功能上等同的任何實施例均落於本發明範圍內。除了本文所示與所述的那些外，本發明之各種修改對於本領域技術人員而言將變得顯而易見，並且旨在落入所附權利要求範圍內。

#### 【符號說明】

#### 【0062】

100非氧化層

103氣體層/ 燃燒層

105非氧化氣體

201熔爐

202燃燒器

203噴槍/氣體噴射器

204燃燒氣體

205非氧化氣體

206熔浴/熔體/鋁裝料

207噴嘴/燃燒器

208門

301噴射器

- 302非氧化氣體 / 氣流 /非氧化氣流
- 303入口
- 304出口孔
- 502燃燒器
- 503噴槍
- 504鋁裝料或熔體
- 505燃燒層
- 900熔化階段
- 901將燃料及氧化劑引入含裝料之熔爐
- 902於裝料上方形成一燃燒區
- 910過渡階段
- 911降低點火速率
- 912引入非氧化氣體
- 914使裝料完全熔化
- 920選擇性攪拌階段
- 921停止非氧化氣體流
- 922攪拌裝料
- 923恢復非氧化氣體流
- 930開始出料階段930
- 931將熔化裝料倒出熔爐

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】一種於一熔爐中熔化一鋁裝料之方法，該鋁裝料於質量上包含不超過4%之鹽類，該方法為一批式方法，包含：

於一熔化階段，透過以一第一點火速率作業之一燃燒器將燃料與氧化劑引入該熔爐中，該燃料與氧化劑反應形成該鋁裝料上方之一燃燒區；

當該鋁裝料完全熔化時，終止該熔化階段並開始一過渡階段；

於該過渡階段中：

將該燃燒器之點火速率降低至低於該第一點火速率之一第二點火速率，

以一第一速度將一非氧化氣體引入該熔爐中，於該燃燒區與該鋁裝料之間形成一非氧化區；以及

使該鋁裝料完全熔化；以及

在該鋁裝料完全熔化後，終止該過渡階段並開始一出料階段；以及

於該出料階段，將該熔化鋁裝料自該熔爐中倒出。

【第2項】如請求項1所述之方法，進一步包含下列步驟：

於該過渡階段之後與該出料階段之前，開始一攪拌階段，其包含以下步驟：

停止該非氧化氣體流；

攪拌該熔化鋁裝料；以及

以一第二速度恢復該非氧化氣體流。

【第3項】如請求項2所述之方法，其中，藉由連接至一建築型車輛工具之工具或者圍繞一軸線滾動該熔爐之方式其中一者或兩者，攪拌該熔化鋁裝料。

【第4項】如請求項1所述之方法，進一步包含，於該出料階段期間，在將該熔化鋁裝料倒出熔爐外時，使該非氧化氣體以一第三速度流過該熔化鋁裝料。

【第5項】如請求項1所述之方法，其中該非氧化氣體為一惰性氣體，且其中該非氧化區域為一惰性區域。

【第6項】如請求項5所述之方法，其中該惰性氣體選自氮氣、氫氣以及氮氣與氫氣混合物所構成之群組。

【第7項】如請求項1所述之方法，其中該非氧化氣體流係以與該燃料和該氧化劑流動之角度之一互補角度引入，使得該非氧化氣體流與該燃料及該氧化劑之流動實質上不會彼此干擾。

【第8項】如請求項7所述之方法，其中該非氧化氣體流於該熔化鋁上方形成一覆蓋層。

【第9項】如請求項1所述之方法，其中該非氧化氣體流之該第一速度至少為400m/s。

【第10項】如請求項2所述之方法，其中該非氧化氣體流之該第二速度等於或小於該第一速度。

【第11項】如請求項4所述之方法，其中該非氧化氣體流之該第三速度等於或小於該第一速度，且至少為200m/s。

【第12項】如請求項4所述之方法，於該出料階段，更包含：

冷卻該非氧化氣體流；以及

以該非氧化氣體流對流冷卻該熔化鋁。

【第13項】 一種熔化一鋁裝料之系統，該鋁裝料於質量上包含不超過4%之鹽類，其包含：

一具有一門之傾斜旋轉熔爐，於其中該鋁裝料被熔化；

一燃燒器，安裝於該傾斜旋轉熔爐之該門；該燃燒器經配置以將燃料與氧化劑引入該傾斜旋轉熔爐中，以於該鋁裝料上方形成一燃燒區；

一噴槍，其經設置以將一非氧化性氣體引入該傾斜旋轉熔爐中，以於該燃燒區與該鋁裝料之間形成一非氧化區；以及

一氣體噴射器，其經設置以於該傾斜旋轉熔爐之該門附近引入一非氧化氣體。

【第14項】 如請求項13所述之系統，其中該噴槍經安裝於該傾斜旋轉熔爐的該門上。

【第15項】 如請求項14所述之系統，其中該噴槍經配置為以至少400m/s之一速度引入該非氧化氣體。

【第16項】 如請求項14所述之系統，其中該燃燒器與該噴槍實質上定向於垂直於該門。

【第17項】 如請求項13所述之系統，其中該氣體噴射器包含具有至少一出口之一歧管，該至少一出口經設置以在該門打開時將一平面非氧化氣體流輸送至該傾斜旋轉熔爐中。

【第18項】 如請求項17所述之系統，其中該至少一出口包含一單一扁平寬出口。

【第19項】 如請求項17所述之系統，其中該氣體噴射器經配置為以至少200m/s之一速度輸送該非氧化氣體。

【第20項】 如請求項17所述之系統，其中該氣體噴射器之方向經定向以使出口引入實質上平行於該鋁裝料一頂面之該非氧化性氣體流。

【發明圖式】

先前技術

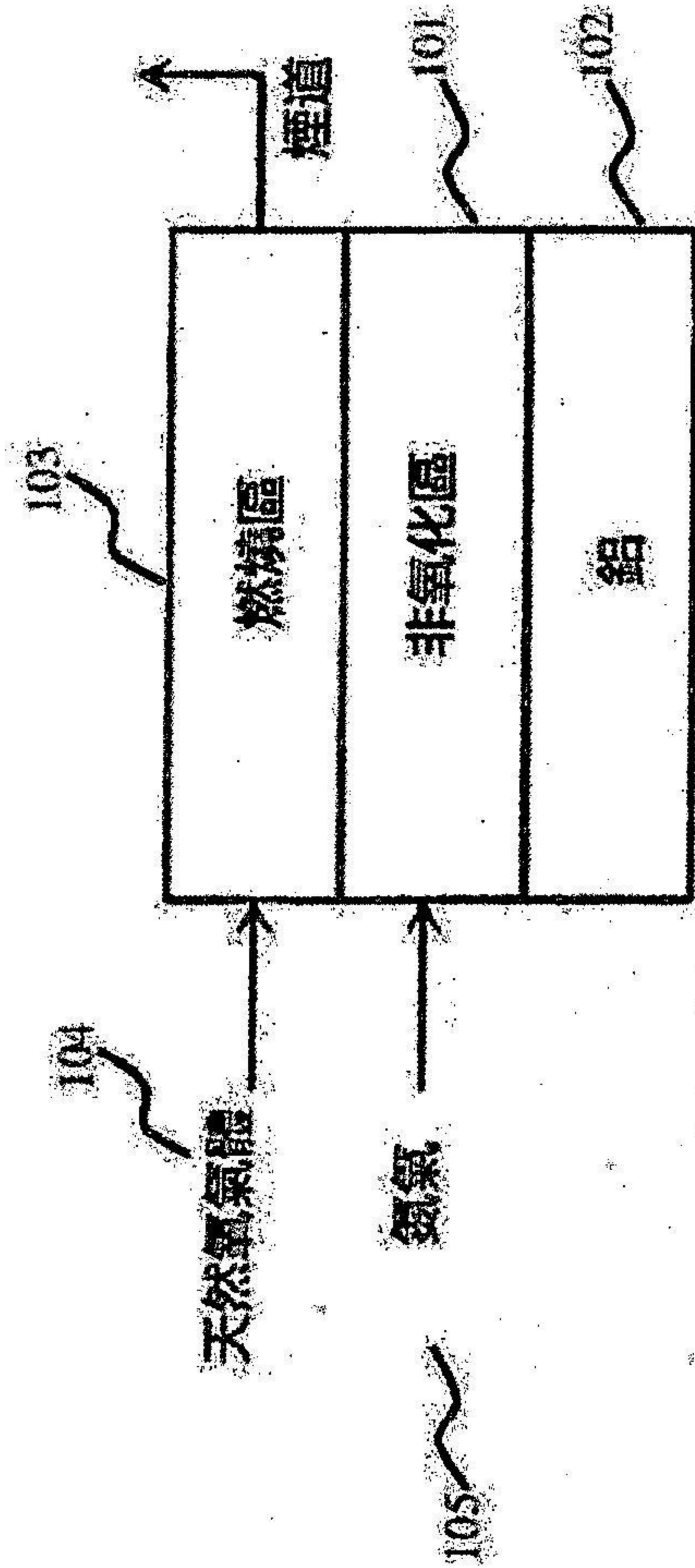


圖1

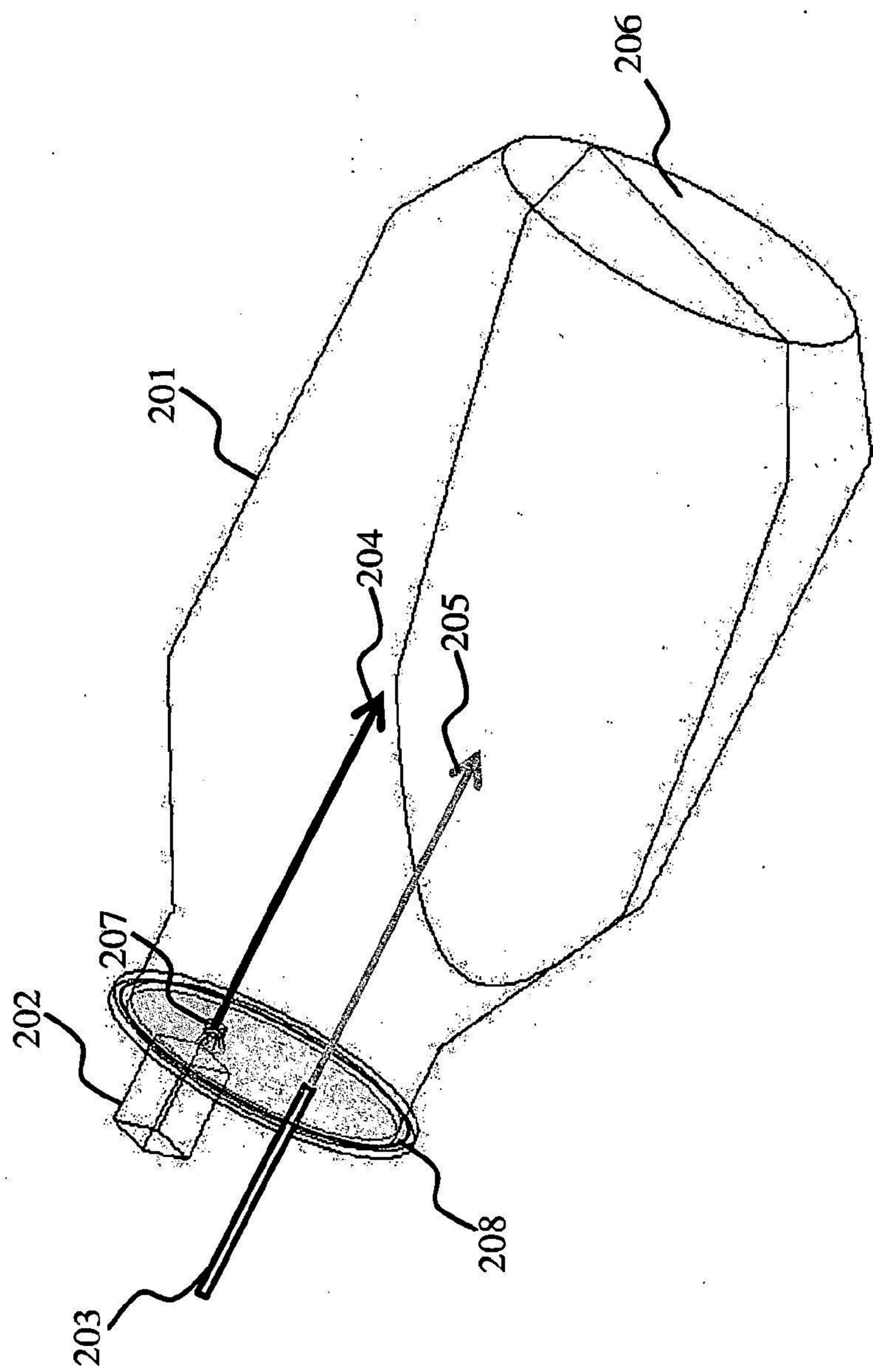


圖2

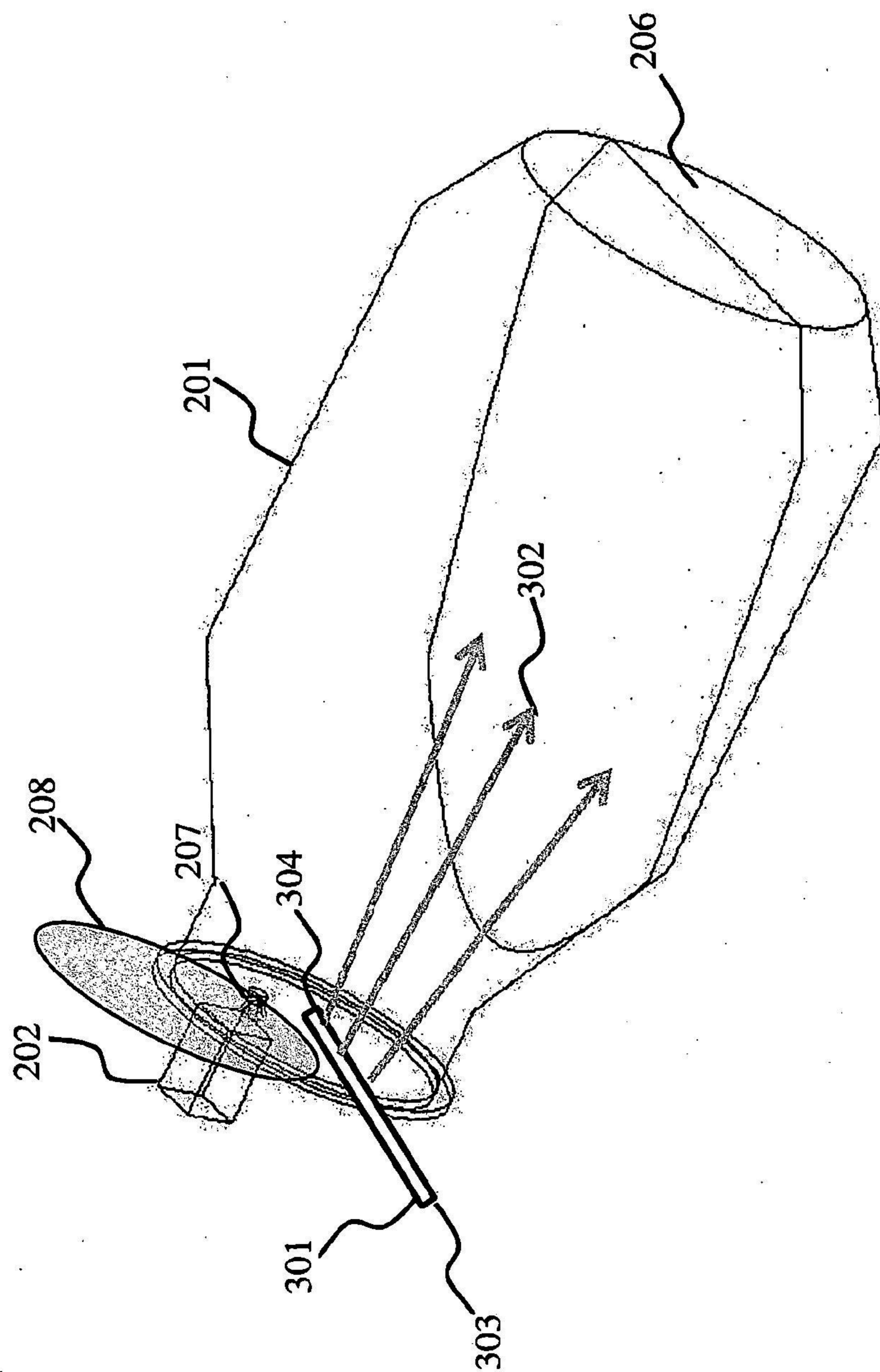


圖3

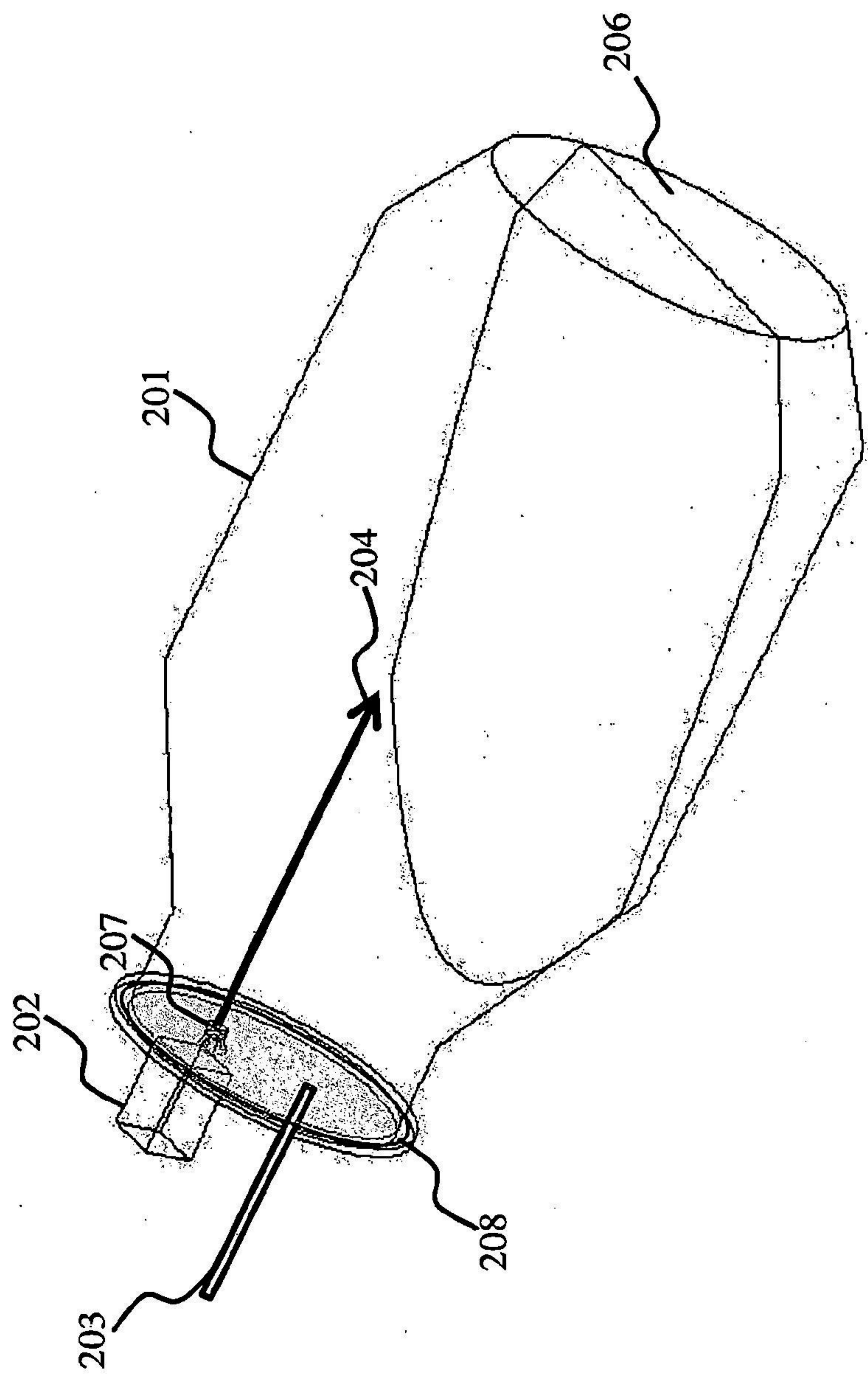


圖4A

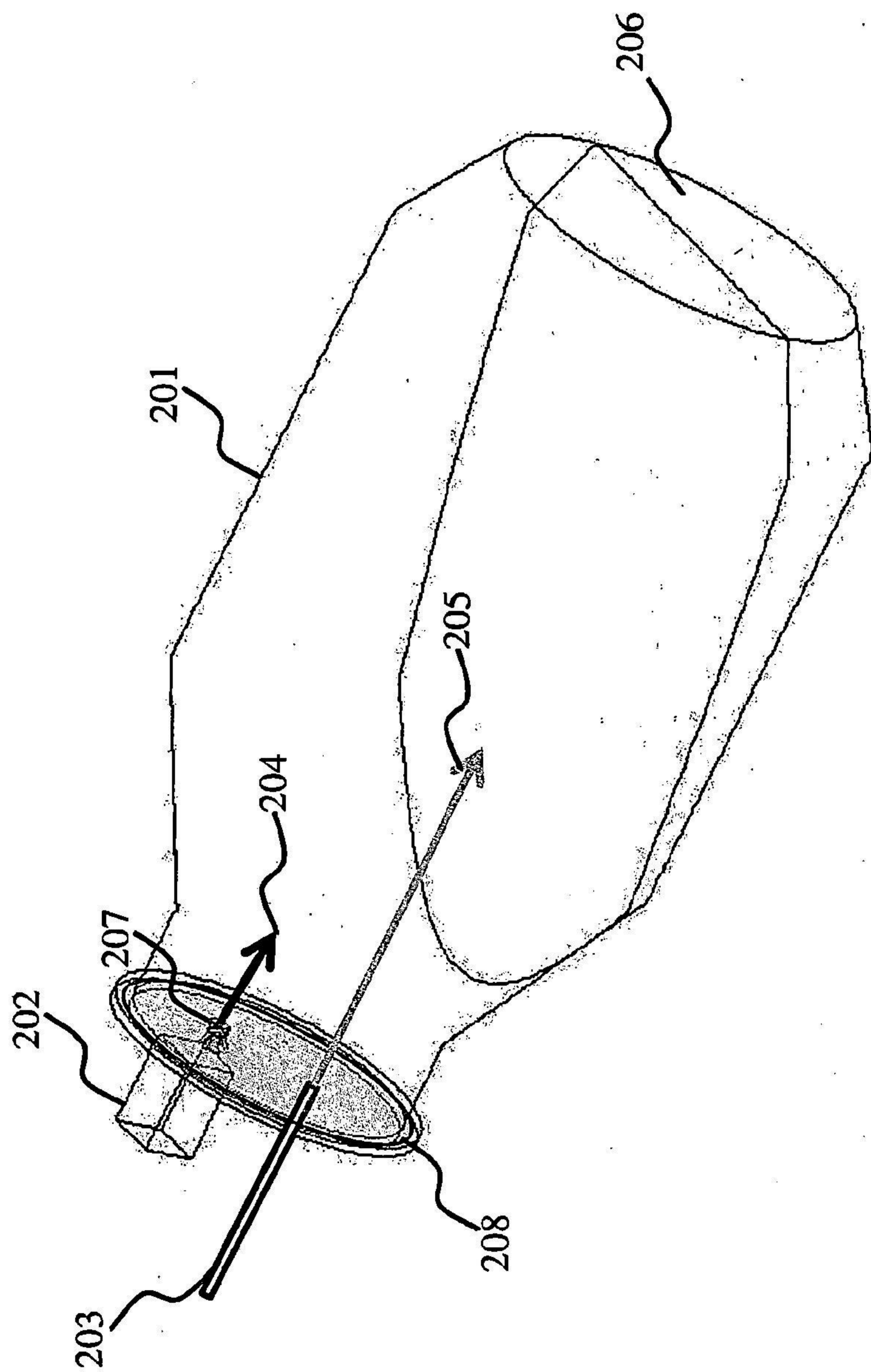


圖4B

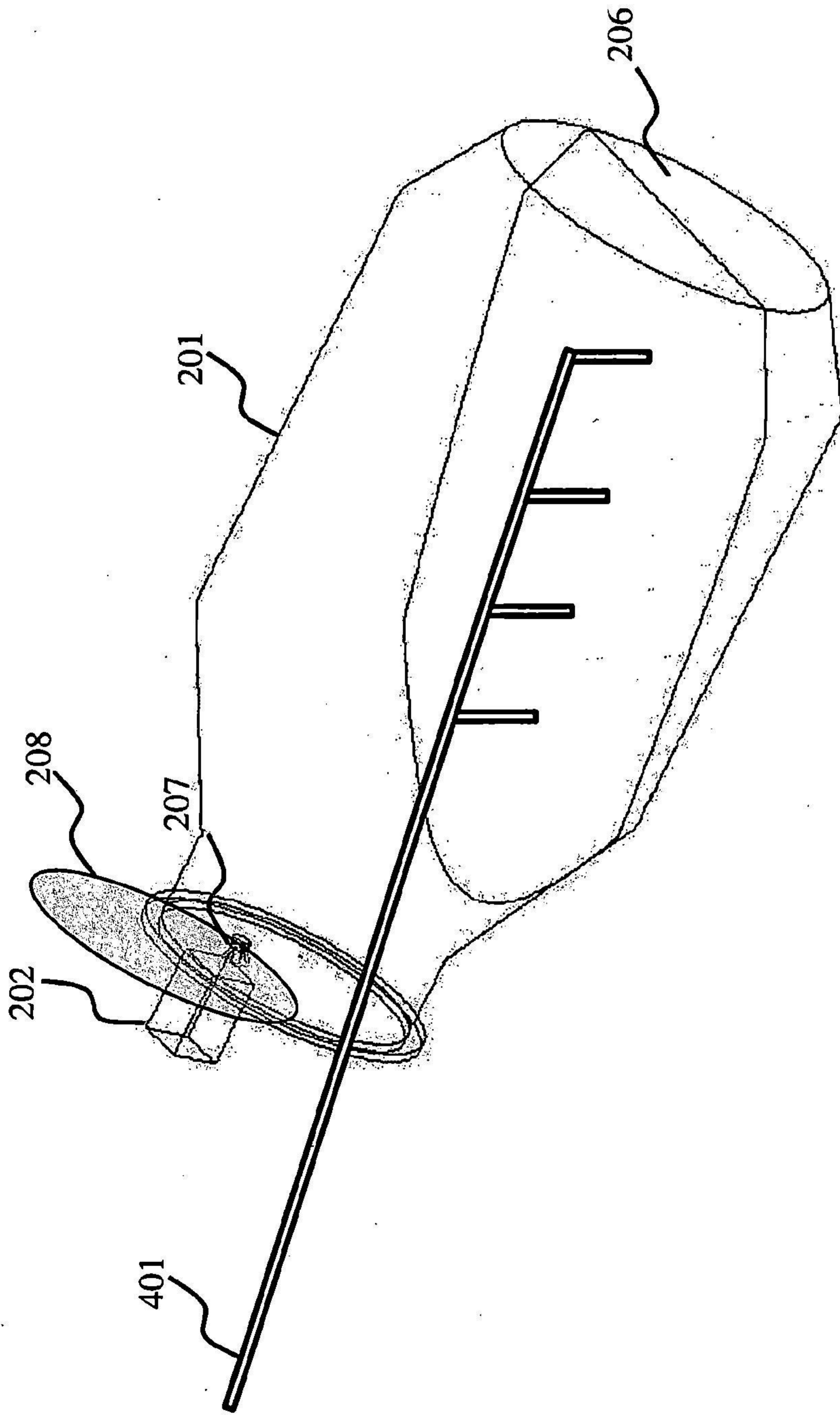


圖4C

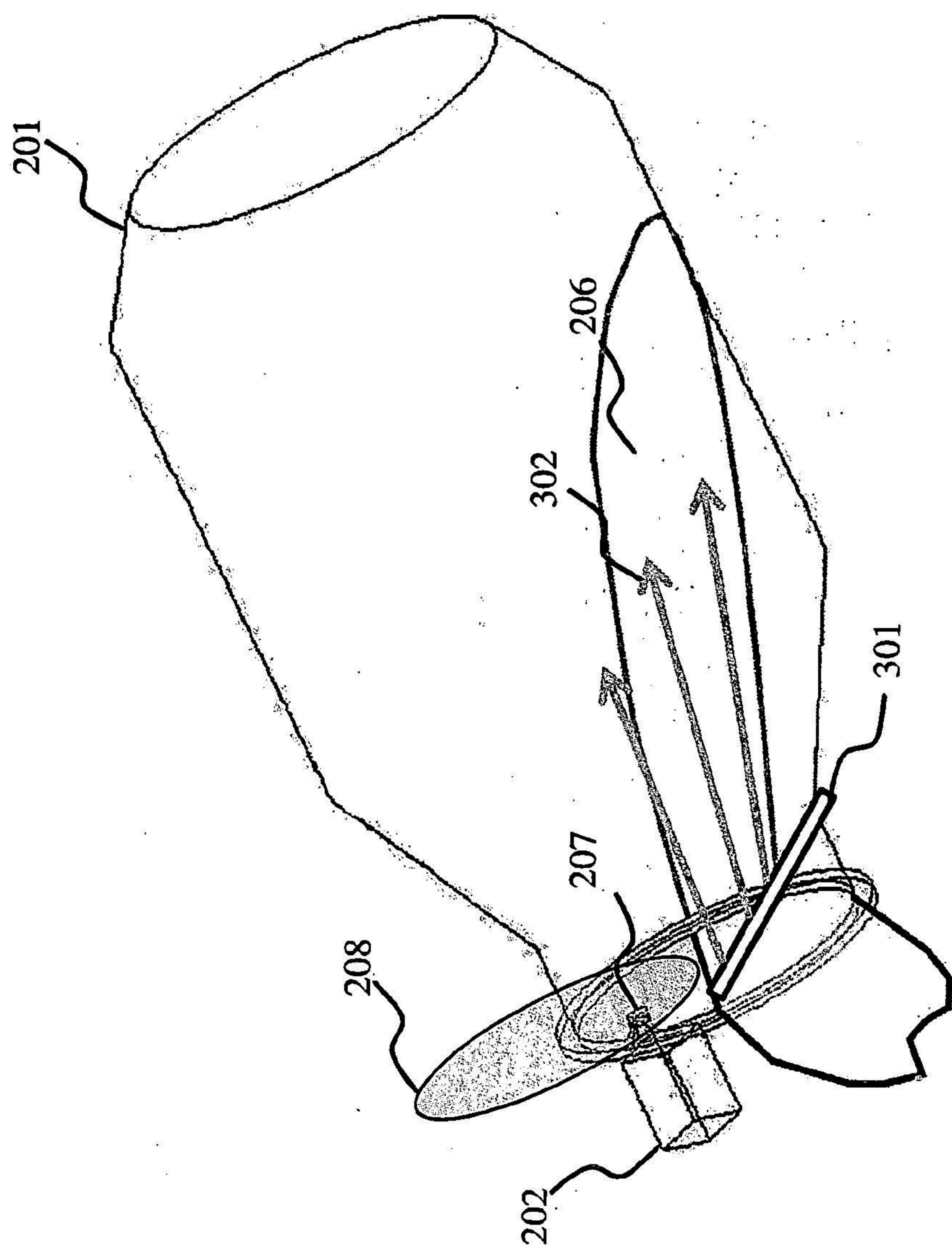


圖4D

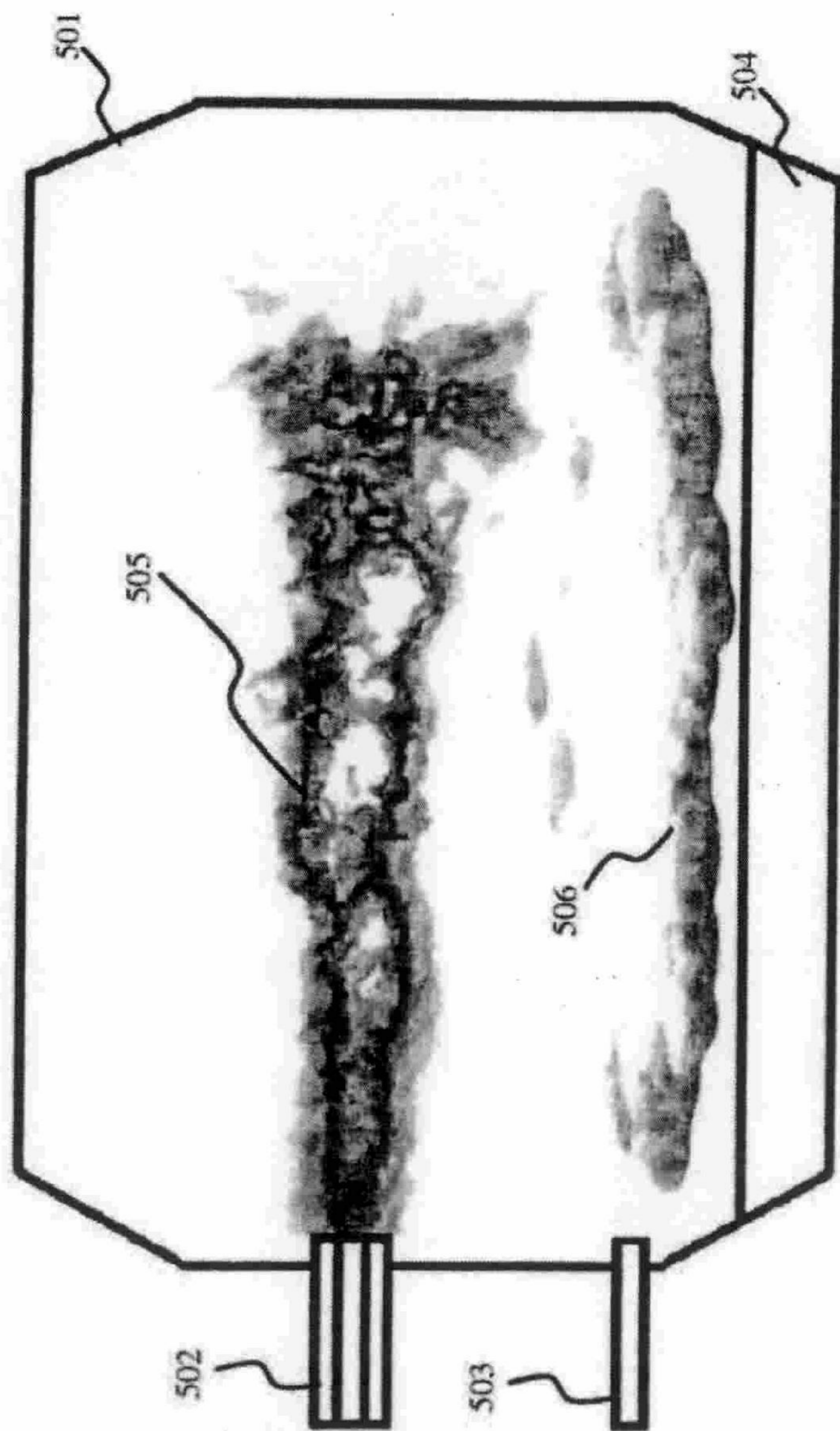


圖5

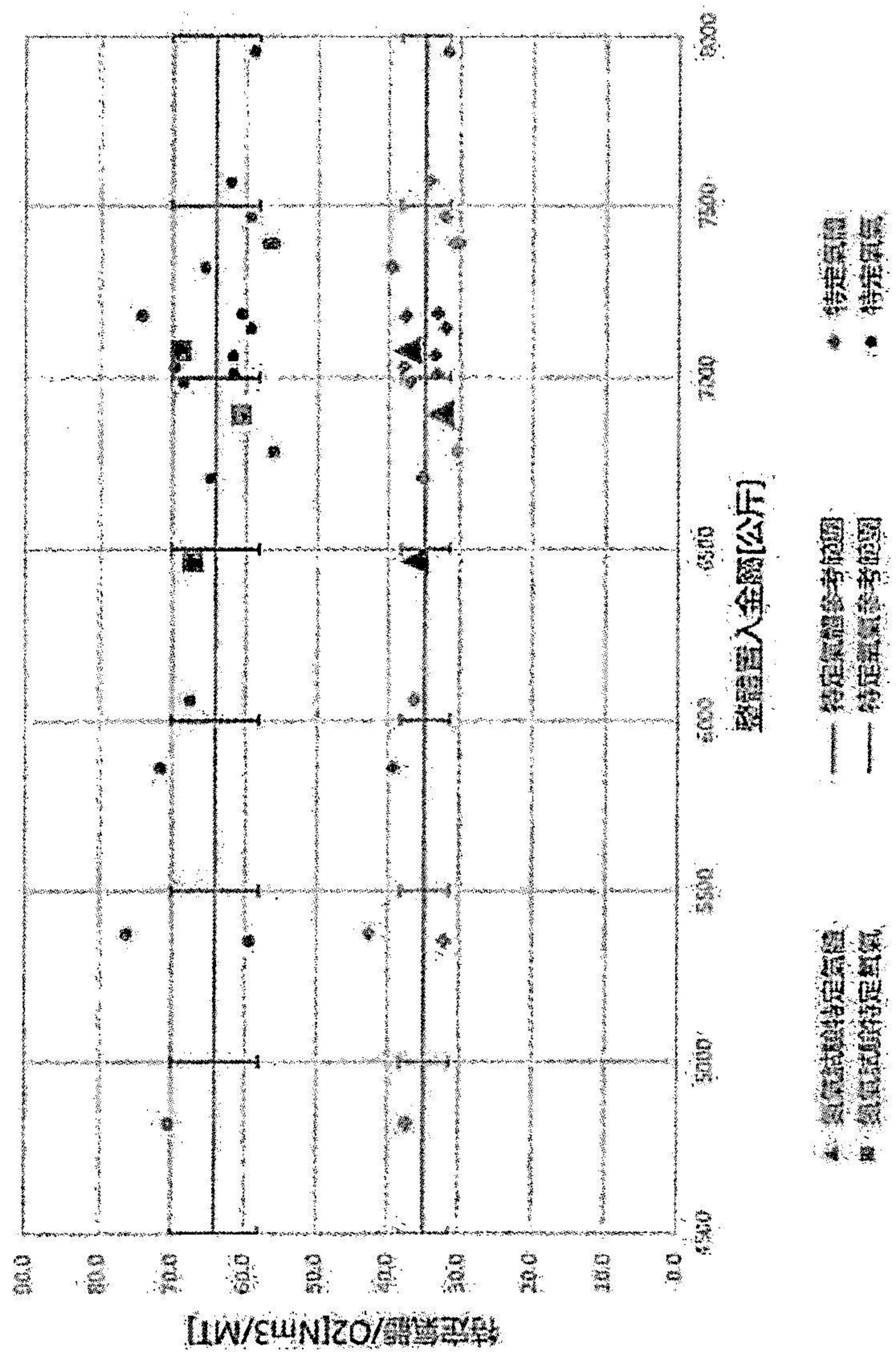


圖6

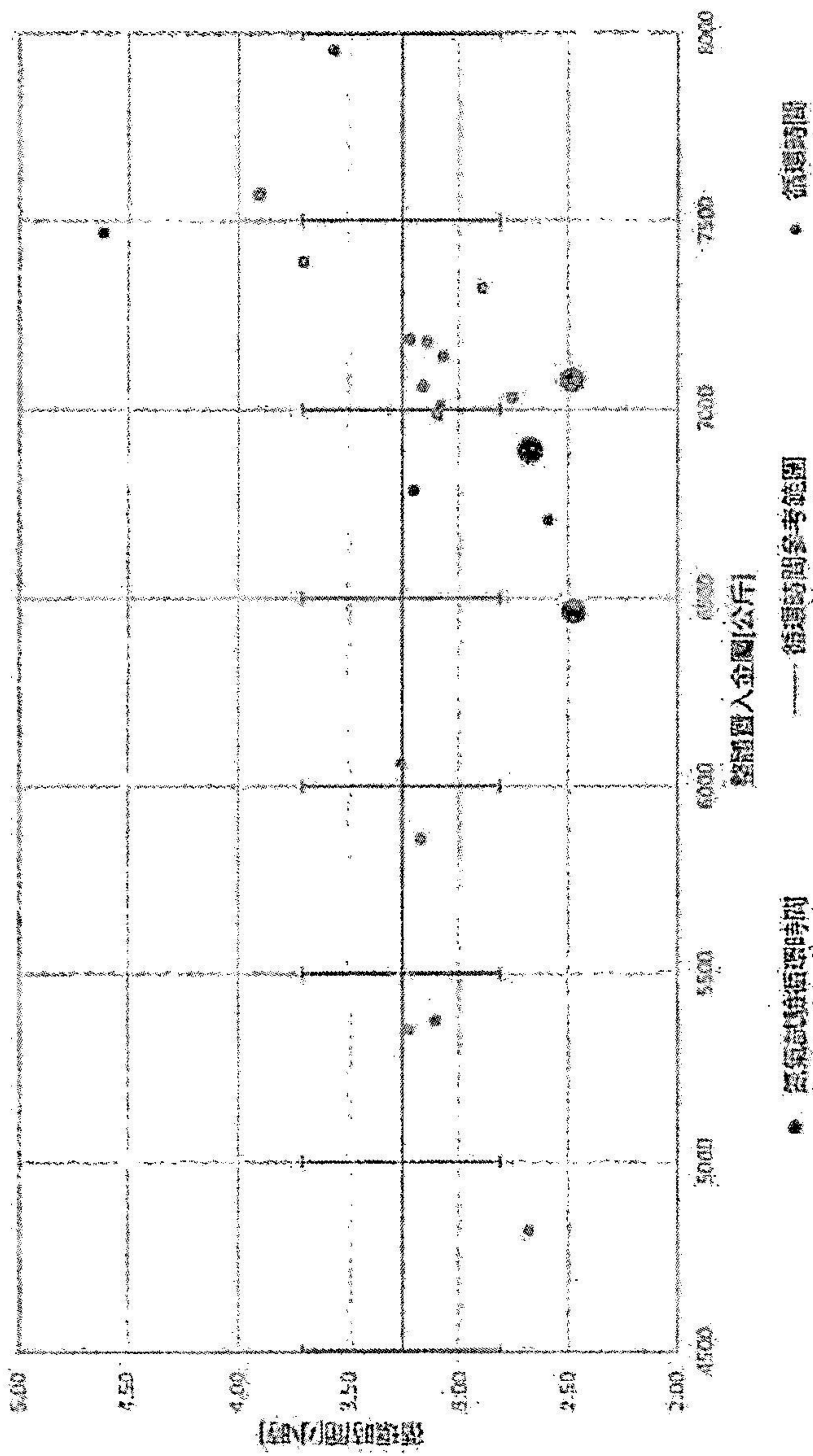


圖7

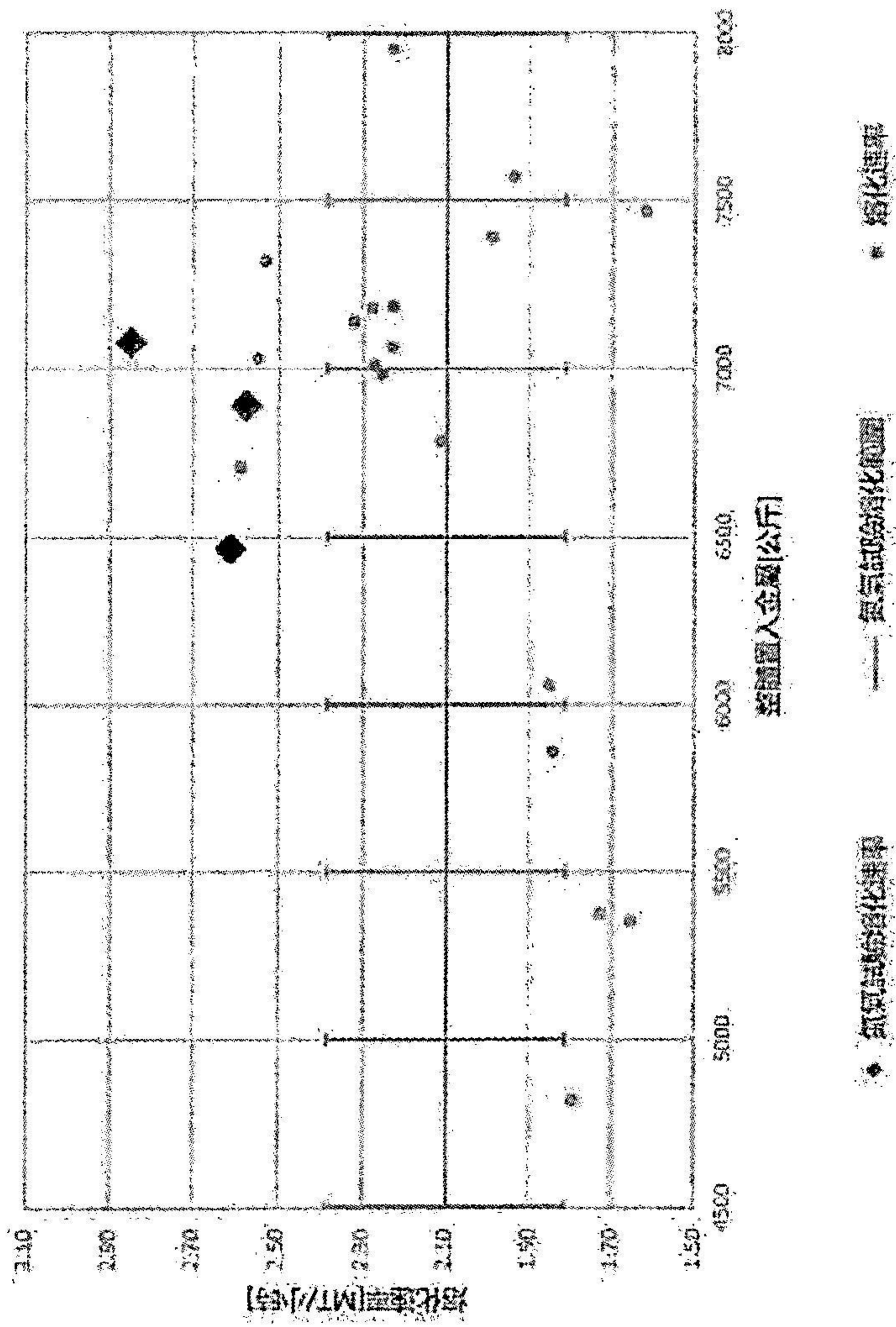


圖8

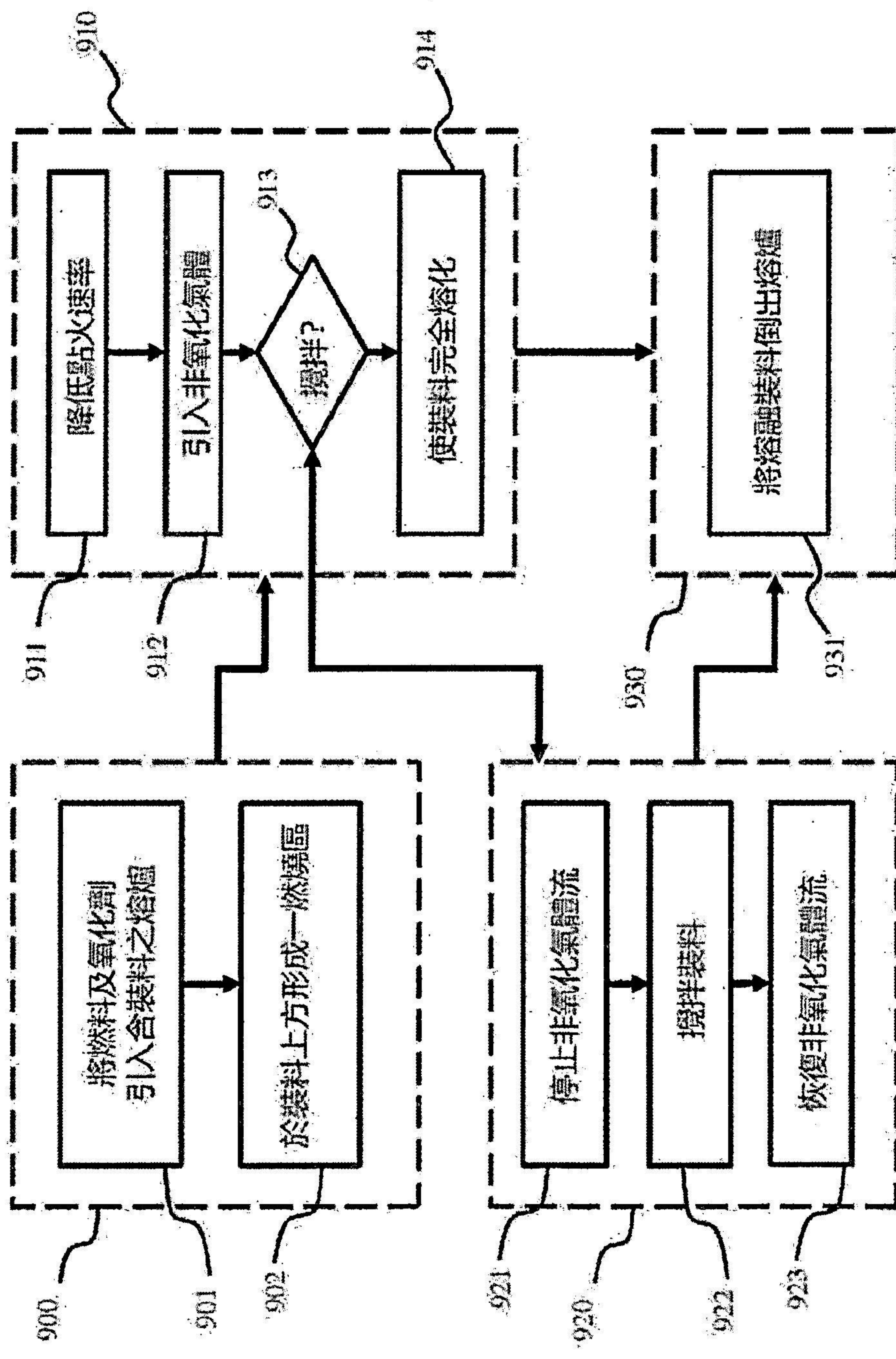


圖9