



(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 I409339B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：097146732

(22)申請日：中華民國 97 (2008) 年 12 月 02 日

(51)Int. Cl. : C22B1/16 (2006.01) F27B21/00 (2006.01)

(30)優先權：2008/08/21 日本 2008-212760

(71)申請人：杰富意鋼鐵股份有限公司 (日本) JFE STEEL CORPORATION (JP)
日本(72)發明人：大山伸幸 NOBUYUKI OYAMA (JP)；岩崎克博 KATSUHIRO IWASAKI (JP)；角
谷秀紀 HIDEKI KADOYA (JP)；長島康雄 YASUO NAGASHIMA (JP)；竹生博
HIROSHI TAKO (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

(56)參考文獻：

TW 200722529A

審查人員：李明達

申請專利範圍項數：46 項 圖式數：53 共 0 頁

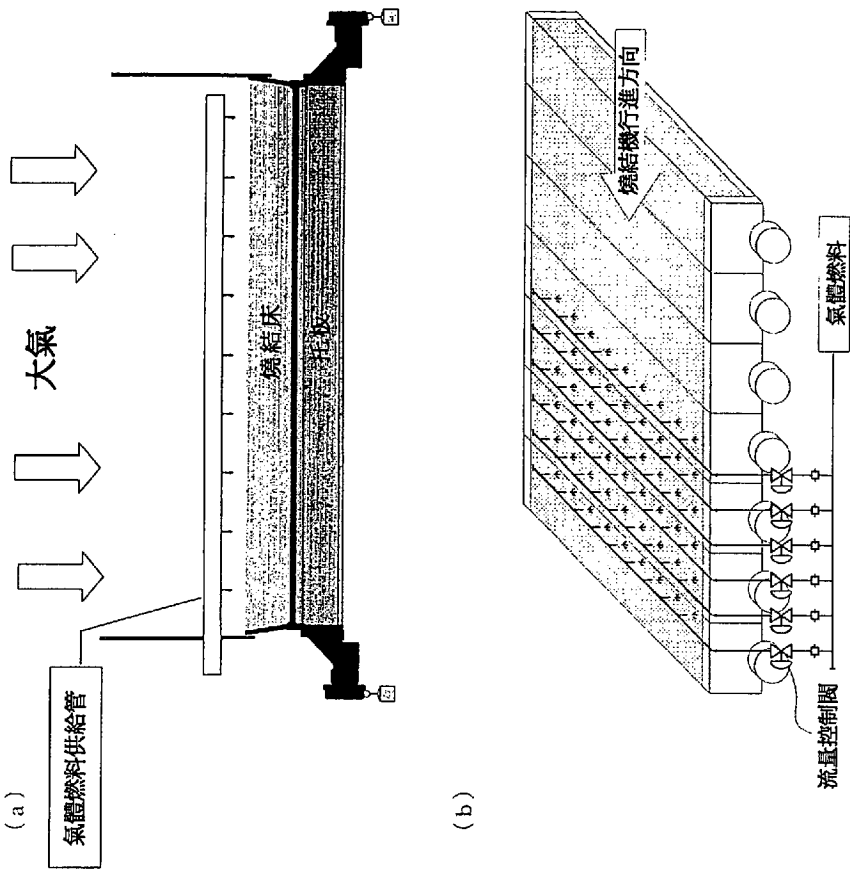
(54)名稱

燒結礦之製造方法及燒結機

(57)摘要

一種燒結礦之製造方法，其包括：裝入步驟，將含有粉礦石與炭材之燒結原料裝入循環移動之托板上，並於托板上形成燒結原料之裝入層；點火步驟，使用點火爐對裝入層表面之炭材點火；稀釋氣體燃料生成步驟，將氣體燃料朝裝入層上方之空氣中供給來進行稀釋，而獲得燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料；以及燃燒步驟，利用配置於托板下的風箱之抽吸力將上述稀釋氣體燃料與空氣抽吸至裝入層內，使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒，同時利用抽吸至裝入層內之空氣使該裝入層內之炭材燃燒，藉此生成燒結塊。

圖 5



六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種使用下方抽吸式維-勞氏(DL, Dwight-Lloyd)燒結機製造高爐原料用燒結礦之方法、及該方法中所使用之燒結機。

【先前技術】

作為高爐煉鐵法之主原料的燒結礦係經如圖 1 所示之步驟製造而成。原料係鐵礦石粉、鑄鐵工場內回收粉、燒結礦篩下粉、石灰石及白雲石等含 CaO 系副原料；生石灰等造粒助劑；焦炭粉或無煙炭等。該等原料自各個漏斗 1...，以既定之比例切斷於輸送機上。所切斷之原料藉由圓筒混合機(drum mixer)2 等添加適量之水並進行混合、造粒而形成平均粒徑為 3.0~6.0 mm 之作為準粒子的燒結原料。該燒結原料自配置於燒結機上之加料斗 4、5，經由筒式給料機 6 與切斷滑槽 7 而裝入循環移動式燒結機托板 8 上，形成亦稱為燒結床之裝入層 9。裝入層之厚度(高度)為 400~800 mm 左右。其後，利用設置於裝入層 9 上方之點火爐 10 對該裝入層表層中之炭材進行點火，同時經由設置於托板 8 下方之風箱 11 將空氣抽吸至下方，藉此使該裝入層中之炭材依次燃燒，並利用此時所產生之燃燒熱，使上述燒結原料燃燒、熔融，生成燒結塊。其後，將所獲得之燒結塊加以粉碎、粒化，成為由 5.0 mm 以上之塊狀物構成的成品燒結礦而回收。

於上述製造過程中，首先利用點火爐 10 對裝入層表層進行點火。由透過風箱自裝入層之上層部朝下層部抽吸的空氣，使經點火的裝入層中之炭材持續燃燒，其燃燒帶隨著托板 8 之移動而逐漸朝下層且前方(下游側)行進。隨著該燃燒之行進，裝入層中之燒結原料粒子中所含的水分會因炭材燃燒所產生之熱而氣化，並被抽吸至下方，濃縮於溫度尚未上升的下層之燒結原料中而形成濕潤帶。若該水分濃度達到某種程度以上，則水分會填埋作為抽吸氣體流路的原料粒子間之空隙，而使通氣阻力增大。再者，燃燒帶上所發生之燒結化反應中所必須之熔融部分亦成為通氣阻力變高之主要原因。

燒結機之生產量(t/hr)通常由燒結生產率($t/hr \cdot m^2$) $\times$ 燒結機面積(m^2)所決定。即，燒結機之生產量會根據燒結機之機寬或機長、原料沈疊層之厚度(裝入層厚度)、燒結原料之鬆密度、燒結(燃燒)時間、良率等而變化。而且一般認為，改善裝入層之通氣性(壓損)來縮短燒結時間，或者提高粉碎前之燒結塊之冷強度來提升良率等，可有效地增加燒結礦之生產量。

圖 2 係表示如下者，即於厚度為 600 mm 之裝入層中移動之燃燒(火焰)前線位於該裝入層的托板上約 400 mm(離裝入層表面 200 mm)之位置時的裝入層內之壓損與溫度的分布。此時壓損分布，於濕潤帶中約占 60%，於燃燒·熔融帶中約占 40%。

圖 3 係表示燒結礦之高生產時與低生產時之裝入層內的溫度分布者。保持於原料粒子開始熔融之 $1200^{\circ}C$ 以上溫度的時

間(以下稱為「高溫帶保持時間」)於低生產時以 t_1 來表示，而於重視生產率之高生產時以 t_2 來表示。於高生產時，為了提高托板之移動速度，高溫帶保持時間 t_2 比低生產時之 t_1 還短。若高溫帶保持時間變短，則煅燒不充分，會導致燒結礦之冷強度降低、良率下降。因此，為了提升高強度燒結礦之生產量，必須採取一些手段來即便於短時間之燒結中，亦可提高燒結塊之強度、即燒結礦之冷強度，而可維持及提升良率。再者，作為表示燒結礦之冷強度之指標，通常使用碎裂指數(SI，Shatter-Index)、滾筒指數(TI，Tumbler-Index)。

圖 4(a)表示燒結機托板上之裝入層中之燒結行進過程，圖 4(b)表示裝入層內之燒結過程中之溫度分布(加熱模式)，圖 4(c)表示燒結塊之良率分布。如由圖 4(b)所得知，裝入層之上部與下層部相比溫度難以上升，高溫帶保持時間亦變短。因此，於該裝入層上部，燃燒熔融反應(燒結化反應)變得不充分，燒結塊之強度降低，因此如圖 4(c)所示，成為導致良率較低、生產率下降之主要原因。

有鑑於上述問題點，先前曾提出有用以使裝入層上層部保持高溫之方法。例如，專利文獻 1 揭示有對裝入層點火後將氣體燃料噴射至裝入層上之技術。然而，上述技術中之氣體燃料(可燃性氣體)種類並不明確，即便為丙烷氣(液化丙烷氣(LPG，Liquefied Propane Gas))或天然氣(液化天然氣(LNG，Liquefied Natural Gas))，亦使用的是高濃度之氣體。而且，

於吹入可燃性氣體時，並未削減炭材量，因此燒結層內會成為超過 1380°C 之高溫。因此，該技術無法獲得充分冷強度之提升及良率之改善效果。而且，於利用點火爐點火後不久便噴射可燃性氣體之情形時，由於可燃性氣體之燃燒而於燒結床上部空間引起火災之危險性較高，故該技術缺乏現實性，並不能達到實用化。

又，專利文獻 2 亦揭示有當對裝入層點火後在抽吸至裝入層內之空氣中添加可燃性氣體的技術。點火後，較佳為供給約 1 ~ 10 分左右，於點火爐中點火後不久之表層部仍殘存有赤熱狀態之燒結礦，根據供給方式的不同，由於可燃性氣體之燃燒而引起火災之危險性較高，又，雖然具體的描述較少，但即使使可燃性氣體於已燒結完之燒結帶上燃燒亦無效果，當於燒結帶上進行燃燒，則會因燃燒氣體所引起之溫度上升及熱膨脹而使通氣性惡化，因此存在使生產率下降之傾向，故目前為止該技術未達到實用化。更進一步該提案係於通常之燒結作業中進行可燃性氣體添加之作業，雖然添加可燃性氣體所產生之熱量使燒結作業成為高溫作業，而可期待燒結礦強度之提升，但仍有燒結礦之被還原性惡化之問題。

又，專利文獻 3 揭示的是：為了使燒結原料之裝入層內形成高溫，於裝入層上設置風罩(hood)，通過該風罩於點火爐正後方之位置吹入空氣與焦爐氣體之混合氣體。然而，該技術亦因燒結層內之燃燒熔融帶溫度為超過 1380°C 之高溫，而無法獲

得焦爐氣體吹入之效果，同時存在可燃性混合氣體於燒結床上部空間中起火而引起火災之危險性，故未得以實用化。

更進一步，專利文獻 4 揭示有於點火爐正後方之位置同時吹入低融點溶劑與炭材或可燃性氣體之方法。然而，該方法亦因於表面上殘留有火焰之狀態下吹入可燃性氣體，故於燒結床上部空間中引起火災之危險性較高，又，由於無法使燒結帶之寬度充分變厚(大約未滿 15 mm)，因此無法充分地顯現可燃性氣體吹入之效果。更進一步，由於存在較多之低融點溶劑，因此於上層部會引起過度熔融之現象，而將作為空氣流路之氣孔堵塞，使通氣性惡化，導致生產率下降，因此至今為止該技術亦未得以實用化。

如以上之說明，目前為止所提出之習知技術均未得以實用化，故急切盼望開發一種可實施之可燃性氣體吹入技術。

(專利文獻 1)日本專利特開昭 48-18102 號公報

(專利文獻 2)日本專利特公昭 46-27126 號公報

(專利文獻 3)日本專利特開昭 55-18585 號公報

(專利文獻 4)日本專利特開平 5-311257 號公報

由於燒結礦之品質由燃燒時之最高到達溫度或高溫帶保持時間等所決定，因此重要的是對該等最高到達溫度或高溫帶保持時間之控制。關於該方面，專利文獻 1 中所揭示之方法係藉由使氣體燃料於裝入層之表面燃燒而提高燒結手段之前半部分之該裝入層上部溫度的技術。然而，該方法存在如下問題，

即因氣體燃料之濃度較高，故支持燃燒之空氣(氧)量不足，有導致燒結原料炭材(焦炭)之燃燒不充分之虞，而有無法達到燒結礦之品質改善的問題。

又，專利文獻 2 亦缺乏具體性，根據供給方式之不同而引起火災之危險性較高，又，即便使可燃性氣體於已燒結完之燒結帶位置上燃燒亦無效果，至今為止該技術未得以實用化。

更進一步，專利文獻 3 中所揭示之方法係如下技術，即為了使燒結原料之裝入層內形成高溫，而於該裝入層上設置風罩，通過該風罩於點火爐正後方之位置吹入空氣與焦爐氣體之混合氣體。然而，若保持焦炭比而直接吹入混合氣體，則高溫保持時間會延長，並且最高到達溫度亦會上升，因此會生成較多之玻璃質之低強度礦物，而無法獲得混合氣體吹入之效果。又，存在可燃性混合氣體起火而引起火災之危險性，故其未得以實用化。

又，專利文獻 4 中所揭示之方法由於增加空氣(氧)量，同時混合低融點溶材或炭材，因此可燃性氣體及焦炭之燃燒速度加快，但由於將低融點溶材或粉體一併吹入，因此存在燃燒用空氣之通氣性下降之問題點。

【發明內容】

本發明之目的在於提供一種藉由供給氣體燃料並使其於裝入層中燃燒而不致使整個裝入層之通氣性惡化即可高良率地製造高強度之燒結礦的燒結礦之製造方法及燒結機。

為了達成上述目的，本發明提供如下之燒結礦之製造方法，係具有：裝入步驟，將燒結原料裝入托板上；點火步驟，對裝入層表面之炭材點火；稀釋氣體燃料生成步驟；以及燃燒步驟，使炭材於燒結層內燃燒而生成燒結塊。

上述裝入步驟係由將含有粉礦石與炭材之燒結原料裝入循環移動之托板上，並於托板上形成燒結原料之裝入層所構成。

上述稀釋氣體燃料生成步驟係由將氣體燃料供給至裝入層上方之大氣中來進行稀釋，而生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料所構成。

上述燃燒步驟係由通過配置於托板下之風箱將上述稀釋氣體燃料與空氣抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料與該裝入層內之炭材於燒結層內燃燒，藉此生成燒結塊所構成。

上述稀釋氣體燃料生成步驟較佳為由以引起吹滅現象之流速將氣體燃料供給至裝入層上方之大氣中來進行稀釋，而生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料。上述引起吹滅現象之流速較理想的是超過氣體燃料之燃燒速度的速度。

上述稀釋氣體燃料生成步驟較佳為由以氣體燃料之燃燒速度之兩倍以上的速度將氣體燃料朝裝入層上方之大氣中噴出來進行稀釋，而生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料所構成。上述稀釋氣體燃料生成步驟更佳為由以氣體燃料之擾流燃燒速度之兩倍以上的速度將氣體燃料朝裝入層上方之大氣中噴出來進行稀釋，而生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料所

構成。申言之，當使用甲烷氣時，層流燃燒速度約為 0.4 m/s ，擾流燃燒速度約為 4 m/s 。

上述稀釋氣體燃料生成步驟較理想的是由相對於環境壓力，以 300 mmAq 以上且未滿 40000 mmAq 之壓力將氣體燃料噴出而進行稀釋，以生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料。

上述稀釋氣體燃料生成步驟較佳為由將氣體燃料自開口徑未滿 $3 \text{ mm}\phi$ 之噴出口朝裝入層上方之大氣中噴出。上述開口徑更佳為 $0.5 \sim 1.5 \text{ mm}\phi$ 。

為了控制燃燒步驟之加熱模式，上述燒結礦之製造方法較佳為更包含以下之步驟。

(a)對燒結層內之最高到達溫度及高溫帶保持時間中之任一者或兩者進行調整之步驟。

(b)藉由調整稀釋氣體燃料之供給量或濃度來調整燒結層內之最高到達溫度之步驟。

(c)藉由調整燒結原料中之炭材量來調整燒結層內之最高到達溫度之步驟。

(d)藉由調整稀釋氣體燃料之供給量、濃度及燒結原料中之炭材量中任一者以上，而將上述最高到達溫度調整至 $1205 \sim 1380^\circ\text{C}$ 之步驟。

(e)根據稀釋氣體燃料之供給量、濃度或燒結原料中之炭材量，調整燒結層內之高溫帶保持時間之步驟。

(f)根據燒結原料中之炭材量來調整上述稀釋氣體燃料之供

給量或濃度，以調整燒結層內之高溫帶保持時間之步驟。

上述燒結礦之製造方法較佳為更具有使自裝入層之上所導入的稀釋氣體燃料燃燒並調整燒結層內燃燒·熔融帶之形態之步驟。上述調整燃燒·熔融帶之形態的步驟較理想的是由使自裝入層之上所導入的稀釋氣體燃料燃燒並調節燃燒·熔融帶於高度方向之厚度及/或於托板行進方向之寬度所構成。

上述燒結礦之製造方法較佳為更具有調整稀釋氣體燃料朝裝入層之導入位置的步驟。

上述燒結礦之製造方法較佳為更具有調整燒結礦之冷強度的步驟。

稀釋氣體燃料生成步驟與使炭材於燒結層內中燃燒來生成燒結塊之燃燒步驟較佳為以下者。

(A)上述燃燒步驟係由使自裝入層之上所導入的稀釋氣體燃料之至少一部分於保持未燃燒之狀態下到達上述裝入層中燒結層之燃燒·熔融帶方式進行燃燒所構成。

(B)上述燃燒步驟較佳為由使稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒，並延長燃燒·熔融帶之高溫帶保持時間來調整燒結礦之冷強度所構成。

(C)上述燃燒步驟係由於點火爐後方之位置處將稀釋氣體燃料抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒所構成。

(D)上述燃燒步驟在於裝入層表層部生成燒結塊後至燒結結

束之間將稀釋氣體燃料抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒。

(E)上述燃燒步驟係由於燃燒·熔融帶之厚度達到 15 mm 以上之區域中將稀釋氣體燃料抽吸至燒結層內並使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒所構成。

(F)上述燃燒步驟係由於燃燒前線到達裝入層表層下 100 mm 之位置以下將稀釋氣體燃料抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒所構成。

(G)上述燃燒步驟係由於裝入層之兩側壁附近將稀釋氣體燃料抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒所構成。

上述稀釋氣體燃料較佳為濃度被稀釋至燃燒下限濃度之 75%以下且 2%以上之濃度的可燃性氣體。更佳為濃度被稀釋至燃燒下限濃度之 60%以下且 2%以上之濃度的可燃性氣體，最佳為濃度被稀釋至燃燒下限濃度之 25%以下且 2%以上之濃度的可燃性氣體。

供給至裝入層上之氣體燃料較佳為以下者。

(a)選自高爐氣體、焦爐氣體、高爐·焦爐混合氣體、都市煤氣(town gas)、天然氣、甲烷氣、乙烷氣、丙烷氣及該等之混合氣體所組成群組的一種可燃性氣體。

(b)都市煤氣、丙烷氣之任一者。

(c)CO 含量為 50 mass ppm 以下之氣體。

(d)使氣體狀態下之著火溫度高於燒結床表層之溫度的液體燃料氣化之氣體。上述液體燃料係選自醇類、醚類、石油類、其他烴系化合物類所組成群組之一種。

更進一步，本發明提供一種以下構成之燒結機。

該燒結機具有：循環移動之托板；原料供給裝置，將含有粉礦石與炭材之燒結原料裝入該托板上而形成裝入層；點火爐，用以對該燒結原料中之炭材進行點火；風箱，位於該托板之下方；以及氣體燃料供給裝置，被配置於該點火爐之托板行進方向下游側，並將氣體燃料朝裝入層上方之大氣中噴出，以使其與空氣混合。

上述氣體燃料供給裝置較佳為將氣體燃料朝裝入層上方之大氣中噴出，使其與空氣混合，而生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料。

上述氣體燃料供給裝置較佳為以下構成者。

(a)上述氣體燃料供給裝置由以下所構成：複數個氣體燃料供給管，沿托板之寬度方向設置；以及噴出手段，被設置於該管並具有用以噴出氣體燃料之由縫隙、開口及噴嘴所組成群組之一者。

(b)上述氣體燃料供給裝置由以下所構成：複數個氣體燃料供給管，沿托板之行進方向設置；以及噴出手段，被設置於該管並具有用以噴出氣體燃料之由縫隙、開口及噴嘴所組成群組之一者。

(c)上述氣體燃料供給裝置由以下所構成：氣體燃料供給管；以及噴出手段，被設置於該管並具有用以噴出氣體燃料之縫隙、開口與噴嘴所組成群組之一者；該噴出手段具有直徑為 $0.5 \sim 3 \text{ mm}\phi$ 之開口徑。

(d)上述氣體燃料供給裝置係具有控制托板寬度方向之氣體燃料供給量的控制裝置。

(e)上述氣體燃料供給裝置係具有燃料濃度控制裝置，其根據托板寬度方向抽吸速度之分布，朝抽吸速度較大之部分供給較多之燃料，並減少朝抽吸速度較小之部分的燃料量，藉此使與抽吸空氣量對應之燃料濃度保持固定。

(f)上述氣體燃料供給裝置係使氣體燃料朝裝入層往下方噴出之氣體燃料供給裝置。

(g)上述氣體燃料供給裝置係使氣體燃料朝裝入層表面平行噴出之氣體燃料供給裝置。

(h)上述氣體燃料供給裝置係使氣體燃料朝折回板噴出之氣體燃料供給裝置。

(i)上述氣體燃料供給裝置由以下所構成：氣體燃料供給管；以及設置於該氣體燃料供給管之用於噴出氣體之縫隙、開口或噴嘴；而該縫隙、開口或者噴嘴具有面向裝入層表面而在相對於該裝入層表面之垂直方向為 ± 90 度之範圍內分散之朝向。

(j)上述氣體燃料供給裝置係由可以軸為中心旋轉之氣體燃

料供給管所構成。

(k)上述氣體燃料供給裝置係具有位於裝入層表面上方 300 mm 以上高度處的氣體燃料之噴出口。

(l)上述氣體燃料供給裝置具有可於裝入層表面上方 300 mm 以上之高度處調整氣體燃料噴出位置的升降機構。

上述氣體燃料供給裝置較佳為以下方式之配置。

(A)於燒結機之機長方向之點火爐下游側設置有至少一個以上。

(B)設置於托板行進方向上之自燃燒前線行進至裝入層表層下之階段起至燒結結束之間的位置處。

(C)設置於側壁附近。

根據本發明，於下方抽吸式燒結機之作業中，可於裝入層之上方將氣體燃料朝大氣中噴出後，將稀釋調整為既定濃度之稀釋氣體燃料供給(導入)至裝入層中，並使其於裝入層內之目標位置處燃燒。而且，於此情形時，藉由控制稀釋氣體燃料之供給位置或燃燒時之最高到達溫度、高溫帶保持時間，而可進行如下之作業，即不僅可在因燃燒不足容易導致燒結礦之冷強度降低之裝入層上部，亦可在裝入層中層以下之任意部分提高燒結礦強度。而且，於本發明中，不會使整個裝入層之通氣性惡化，尤其通過燃燒·熔融帶上之反應，例如控制該帶域上下方向之厚度或托板行進方向之寬度，可控制任意位置處之燒結塊強度，因此，可在確保良率佳且生產率高之狀態下製造出作為

燒結礦整體而言冷強度較高之成品燒結礦。而且，若使用本發明之燒結機，則可穩定地進行該燒結機之作業。

【實施方式】

本發明燒結礦之製造方法包括：裝入步驟、點火步驟、稀釋氣體燃料生成步驟及燃燒步驟。上述裝入步驟係將含有粉礦石與炭材之燒結原料裝入循環移動之托板上而於托板上形成燒結原料之裝入層的步驟。上述點火步驟係使用點火爐對裝入層表面之炭材點火之步驟。上述稀釋氣體燃料生成步驟係將氣體燃料朝裝入層上方之空氣中供給來進行稀釋，而獲得燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料之步驟。上述燃燒步驟係如下之步驟：利用配置於托板下的風箱之抽吸力，將上述稀釋氣體燃料與空氣抽吸至裝入層內，使該稀釋氣體燃料於裝入層內燃燒，同時利用抽吸至裝入層內之空氣使該裝入層內之炭材燃燒，藉由所產生之燃燒熱而對燒結原料進行燒結，生成燒結塊。上述稀釋氣體燃料生成步驟及燃燒步驟係本發明之特徵。

上述稀釋氣體燃料生成步驟係如下之步驟：於點火爐之托板行進方向之下游側，將氣體燃料朝裝入層上方大氣中高速地噴出，使其與空氣混合後而形成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料，並將此導入至裝入層中，本發明燒結機之特徵在於具有用以獲得上述稀釋氣體燃料之氣體燃料供給裝置。

作為上述氣體燃料供給裝置，較佳為具有以下之構造者。

(a)如圖 5 所示，該氣體燃料供給裝置具有如下之構造：沿

托板之寬度方向設置有複數個氣體燃料供給管，且於該管上設置有噴出氣體燃料之縫隙或開口、或者噴嘴。

(b)如圖 6 所示，該氣體燃料供給裝置具有如下之構造：沿托板之行進方向設置有複數個氣體燃料供給管，且於該管上設置有噴出氣體燃料之縫隙或開口、或者噴嘴。

又，上述氣體燃料供給裝置較佳為藉由例如於氣體燃料供給管或噴嘴等設置流量控制手段，而可控制托板寬度方向上之氣體燃料供給量。尤其，於托板寬度方向之側壁附近，由於受到側風之影響，所供給之氣體燃料朝機側方向流動、或朝機外洩漏，氣體燃料濃度變稀薄之可能性較高，因此較佳為可朝該側壁附近供給較多之氣體燃料者。

又，上述氣體燃料供給裝置必須係將氣體燃料於裝入層之上方朝大氣中高速地噴出，藉此使其與周圍空氣在短時間內混合而將該氣體燃料之濃度稀釋至燃燒下限濃度以下之濃度，之後將該稀釋氣體燃料導入至裝入層中。

又，下文中揭示將該氣體燃料稀釋至燃燒下限濃度以下之濃度的理由。

表 1A 與表 1B 係表示本發明所使用之具有代表性之氣體燃料之燃燒下限濃度、供給濃度等。為了防止火災發生，將氣體燃料供給至燒結原料中時之氣體濃度越低於燃燒下限濃度就越安全。關於該方面，都市煤氣之燃燒下限濃度與 C 氣體(焦爐氣體)接近，但熱量高於 C 氣體，因此可使供給濃度降低。因

此，就確保安全性之觀點而言，可降低供給濃度之都市煤氣較優於 C 氣體。而且，如下所述，都市煤氣之成分中不含對人體有害之 CO(一氧化碳)，且亦不含氫氣。

[表 1A]

氣體之種類	CO(vol. %)	H ₂ (vol. %)	熱量(Mcal/Nm ³)
都市煤氣	0	0	9.5
C 氣體	7	59	4.8
B 氣體	24	4	0.8

[表 1B]

氣體之種類	原始壓力 (mmAq)	最大使用 量(Nm ³ /h)	燃燒下限濃度 (vol. %)	供給濃度 (vol. %)
都市煤氣	98000	2300	4.8	0.8
C 氣體	650	5800	5.0	2.0
B 氣體	600	27000	40.0	9.5

表 2A 與表 2B 表示氣體燃料中所含之燃燒成分(氫氣、CO、甲烷)及該等成分之燃燒下限·上限濃度、於層流、擾流時之燃燒速度等。為了防止燒結中火災發生、即防止因燒結中所供給之氣體燃料致使火災之發生，而必須防止逆火產生，為此只要以至少層流燃燒速度以上，較佳為擾流燃燒速度以上之高速將氣體燃料噴出即可。例如，當將作為都市煤氣之主要燃燒成分的甲烷設為氣體燃料時，只要以超過 3.7 m/s 之速度將其噴出，則不存在逆火之危險。另一方面，由於氫氣之擾流燃燒速度較 CO 或甲烷快，因此為了確保安全，則必須以高速將氫氣噴出。因此，若將表 1A 與表 1B 中所示之氣體燃料進行比較，則不含氫氣成分之都市煤氣較含有 59 vol%氫氣成分之 C 氣體，在可放慢噴出速度之方面較有利。而且，由於都市煤氣不

含 CO 成分，因此亦不存在引起煤氣中毒之危險而較為安全。因此，就確保安全性之觀點而言，可謂都市煤氣在用作氣體燃料之方面具有較佳之特性。天然氣可謂亦具有相同之特性。再者，亦可將 C 氣體用作氣體燃料，此時則必須提高氣體噴出速度，並且另外採取 CO 對策。

[表 2A]

燃燒成分	分子量(M)	燃燒熱(kcal/g)	理論混合比(燃料 vol. %)
氫氣	2.0	28.62	29.5
CO	28.0	2.406	29.5
甲烷	16.0	11.93	9.47

[表 2B]

	可燃極限濃度 (vol. %)		起火溫度 (°C)	層流燃燒速度		擾流燃燒速度最大值 (m/s)
	下限	上限		最大值 (cm/s)	當量比 (ϕ)	
氫氣	4.0	75	571	291	1.70	29.1
CO	12.5	74	609	43	1.70	4.3
甲烷	5.0	15.0	632	37	1.06	3.7

表 3 表示對由氣體燃料供給形式所產生之得失進行評價的結果。表中，所謂正上方吹入係指如下之形式：直接供給(噴出)都市煤氣或 C 氣體等氣體燃料而捲入周圍大氣，藉此將其稀釋至既定之濃度，並將其抽吸(導入)至裝入層中，所謂預混合吹入係指如下之形式：將預先混合大氣與氣體燃料而稀釋至既定之濃度者供給至裝入層上，且將其抽吸(導入)至裝入層中，即所謂之預混(premix)形式。於正上方吹入形式中，若以上述擾流燃燒速度以上之速度噴出氣體燃料，則易於防止逆火產生，於預混合吹入形式中，當濃度偏差產生時，有可能會引

起逆火。另一方面，於正上方吹入形式中，當將氣體燃料與周圍之大氣混合來進行稀釋時，由於易於產生濃度不均，因此引起異常燃燒之可能性要大於預混合吹入形式。然而，當將設備成本包含在內來進行綜合評價時，都市煤氣之正上方吹入為最佳。

[表 3]

吹入方式	氣體種類	逆火	氣體滯留時之問題			建設成本		綜合評價
			異常燃燒	中毒	缺氧	配管口徑	附屬設備	
正上方吹入	都市煤氣	○	△	○	×	小	小	第 1 位
	C 氣體	○	△	×	×	中	小	第 2 位
預混合吹入	都市煤氣	×	○	○	×	大	多	第 3 位
	C 氣體	×	○	×	×	大	多	第 4 位

又，於本發明中，必須利用上述氣體燃料供給裝置，於裝入層之上方將氣體燃料朝大氣中高速噴出，藉此使其與周圍空氣在短時間內混合而將該氣體燃料稀釋至燃燒下限濃度以下之濃度，之後將該稀釋氣體燃料導入至裝入層中。於下述中揭示其原因。

圖 7 係說明調查氣體燃料供給位置對於燒結塊影響之實驗之圖。

如圖 7(a)所示，將燒結塊填充至內徑 300 mm ϕ ×高度 400 mm 之燒結鍋內，並於自該燒結塊中央部之上深度為 90 mm 之位置埋入噴嘴。以相對於空氣達到 1 vol% 之方式吹入 100% 濃度之甲烷氣，並對燒結塊內之圓周方向及深度方向上之甲烷氣濃度進行測定。將測定結果顯示於表 4。另一方面，如圖 7(b)所示，當使用相同之噴嘴，並自燒結塊上方 350 mm 之位置供給甲烷

氣時，將以與上述相同之方式測定甲烷氣濃度之分布所獲得之結果顯示於表 5。由該等結果可知，當將甲烷氣直接導入至燒結塊中時，甲烷氣之橫向擴散並不充分，相對於此，當自燒結塊上方供給甲烷氣時，燒結塊內之甲烷氣濃度大致均勻，且於橫向上充分地擴散。由以上結果可知，較佳為於燒結塊之上方將氣體燃料朝空氣中供給，藉此在將其導入至裝入層內前便先將其均勻地稀釋。

[表 4]

離中心之距離(mm)		0		40		80		122.5	
吹入噴嘴		直管		直管		直管		直管	
吹入方法		埋入燒結塊中		埋入燒結塊中		埋入燒結塊中		埋入燒結塊中	
風量(m ³ /min)		1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0
風速(m/s)		0.35	0.47	0.35	0.47	0.35	0.47	0.35	0.47
吹入高度(mm)		-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90	-90
甲烷氣濃度(%)	離表面 100 mm 之位置	測定探針熔化		0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
	離表面 150 mm 之位置	> 10.23	> 10.23	1.12	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00
	離表面 200 mm 之位置	6.83	7.15	1.12	1.13	0.01	0.01	0.00	0.00
	離表面 250 mm 之位置	3.24	3.28	0.83	0.88	0.13	0.13	0.04	0.02
	離表面 300 mm 之位置	3.09	3.21	2.69	2.81	0.94	0.91	0.08	0.07
	離表面 350 mm 之位置	2.93	3.02	1.68	1.74	1.31	1.31	0.23	0.25
	風箱內	0.85	0.83	0.88	0.85	0.86	0.84	0.82	0.83

甲烷氣濃度：10.23%以上時無法測定

[表 5]

離中心之距離(mm)		0		40		80		122.5	
吹入噴嘴		直管		直管		直管		直管	
吹入方法		自燒結塊上方吹入		自燒結塊上方吹入		自燒結塊上方吹入		自燒結塊上方吹入	
風量(m ³ /min)		1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0
風速(m/s)		0.35	0.47	0.35	0.47	0.35	0.47	0.35	0.47
吹入高度(mm)		350	350	350	350	350	350	350	350
甲烷氣濃度(%)	離表面 100 mm 之位置	測定探針熔化		1.73	1.76	1.66	1.66	1.50	1.67
	離表面 150 mm 之位置	1.66	1.83	1.90	1.96	1.49	1.42	1.38	1.31
	離表面 200 mm 之位置	1.63	1.66	1.55	1.54	1.40	1.29	1.36	1.20
	離表面 250 mm 之位置	1.57	1.58	1.28	1.29	1.45	1.41	1.26	1.34
	離表面 300 mm 之位置	1.32	1.33	1.31	1.37	1.45	1.41	1.39	1.43
	離表面 350 mm 之位置	1.20	1.23	1.21	1.27	1.33	1.29	1.48	1.39
	風箱內	0.84	0.85	0.86	0.85	0.83	0.82	0.83	0.84

甲烷氣濃度：10.23%以上時無法測定

其次，就防止逆火產生之觀點而言，自設置於氣體燃料供給裝置之氣體燃料供給管的縫隙或噴嘴等噴出口噴出氣體燃料之速度較佳為以高速噴出。即，氣體燃料於抽吸·導入至裝入層表層之階段前，經稀釋而其濃度為燃燒下限濃度以下，但於本發明之燒結作業中，係於燒結托板內形成有燃燒·熔融帶或者存在正在形成之燒結層，且在經常具有火種之狀態下，於裝入層之上方進行氣體燃料之供給。因此，當因某火種而導致自氣體燃料供給裝置所供給之氣體燃料著火時，若自噴嘴等所噴出的氣體燃料之流速較慢，則有可能引起逆火而於氣體燃料供給裝置或氣體燃料供給管內產生爆炸·燃燒。因此，為了即便氣體燃料著火亦不會引起逆火，較佳為使氣體燃料之噴出速度為該氣體燃料所具有的燃燒速度之兩倍以上而將其噴出、更佳為該氣體燃料所具有的擾流燃燒速度之兩倍以上。申言之，當使用甲烷氣時，層流燃燒速度約為 0.4 m/s，擾流燃燒速度約為 4 m/s。

因此，進行如下實驗來確認以上述燃燒速度實際上引起吹滅現象之條件。

於該實驗中，於 25 A 之配管加工形成開口徑為 1 mm ϕ 、2 mm ϕ 及 3 mm ϕ 之噴出口，朝該配管供給 LNG 氣體並使 LNG 氣體自上述噴出口噴出，使用點火源對所噴出之 LNG 氣體點火，之後，於移開上述點火源時測定引起吹滅現象之噴出速度。此處，上述噴出速度係藉由改變 LNG 氣體之集管壓力而控制。

結果，可知噴出口之開口徑為 $1\text{ mm}\phi$ 下，當將 LNG 氣體之集管壓力設為 $300\text{ mmH}_2\text{O}$ 以上，將氣體燃料之噴出速度設為 70 m/s 以上時會引起吹滅現象，又，開口徑為 $2\text{ mm}\phi$ 下，當將 LNG 氣體之集管壓力設為 $550\text{ mmH}_2\text{O}$ 以上，將氣體燃料之噴出速度設為 130 m/s 以上時會引起吹滅現象。另一方面，開口徑為 $3\text{ mm}\phi$ 下，即便將 LNG 氣體之集管壓力設為 $2000\text{ mmH}_2\text{O}$ 並以超過音速之速度噴出氣體燃料，即使可防止噴出口氣體燃料之燃燒，於其下游之低速部亦會引起燃燒，即產生燭火，無法確實地吹滅。

如上所述，可知當使用 LNG 氣體或具有與 LNG 氣體相同之燃燒速度之燃料氣體(例如甲烷氣、乙烷氣、丙烷氣等)時，為了引起吹滅現象來防止逆火，較佳為至少使開口徑未滿 $3\text{ mm}\phi$ 。又，若使氣體燃料之噴出速度僅為燃燒速度以上，則即便可防止噴出口之燃燒，亦無法防止於其下游側成為低速之部分的燃燒(燭火)。因此，於本發明中，為了亦防止如此燭火，設為以引起吹滅現象之速度以上的速度將氣體燃料自噴出口噴出。而且，為了引起該吹滅現象，較佳為使氣體噴出口之開口徑大小未滿 $3\text{ mm}\phi$ 並以高速將氣體燃料噴出，例如，當開口徑相當於 $1\text{ mm}\phi$ 時較佳為以 70 m/s 以上之高速加以噴出，當開口徑相當於 $1.5\text{ mm}\phi$ 時較佳為以 100 m/s 以上之高速加以噴出，當開口徑為 $2\text{ mm}\phi$ 時較佳為以 130 m/s 以上之高速加以噴出。

再者，實際上應用本發明時之開口徑較佳為 0.5~1.5 mm ϕ 之範圍。若未滿 0.5 mm ϕ ，則難以於配管上進行孔加工，又容易因氣體中所含之粉塵等而引起堵塞。另一方面，若超過 1.5 mm ϕ ，則為了引起吹滅現象而必須有比較大之噴出速度，因此為了確保安全性，噴出速度越小越好。

於上述說明中，係將噴出口之形狀設為圓形，且以其直徑來說明大小，但該噴出口之形狀若為具有相同開口面積者，則並不特別限定於圓形，亦可設為例如橢圓形狀者或槽狀(縫隙)者。

又，由於氣體燃料之噴出速度，除開口徑以外亦會因氣體燃料之供給壓力而變化，因此為了確保引起上述吹滅現象之噴出速度，只要根據所形成之噴嘴壓力與噴嘴流速(噴出速度)之關係對開口進行控制即可。噴嘴壓力與噴嘴流速之關係以下式表示。

$$\Delta P = \rho \cdot V^2 / (2 \cdot g)$$

此處， ΔP 為噴嘴差壓(mmH₂O)， ρ 為 30°C 時之氣體燃料之密度(kg/m³)， V 為噴嘴流速(m/s)， g 為重力加速度(m/s²)。使用該式可求得噴嘴流速。

又，當將 LNG 氣體自開口徑為 1 mm ϕ 之孔噴出時，於 300 mmH₂O 下可以 70 m/s 之速度將其噴出，當自 1.5mm ϕ 之孔噴出時，於 700 mmH₂O 下可以 100 m/s 之速度將其噴出，且可引起吹滅現象。

為了獲得上述氣體燃料之噴出速度，較佳為相對於環境壓力，使自上述噴嘴、開口部或縫隙所噴出的氣體燃料之噴出壓力為 300 mmAq 以上且未滿 40000 mmAq。

當噴出該等氣體燃料之配管與開口部為相同形狀時，通常越使燃料接近供給源集管，就越容易將燃料噴出，離得越遠就越難以將燃料噴出。因此，當使用長尺寸之配管時，利用

(a)使用配管內之截面積逐漸變小之錐狀配管；

(b)越遠離燃料供給源集管，使開口截面積越大；

(c)越遠離燃料供給源集管，使開口部或噴嘴之間距越狹小，且使每單位配管長度之開口部乃至噴嘴截面積之和越大中之任一者、或組合使用該等，藉此即便配管長度較長時，亦可均等地供給燃料。

關於將上述氣體燃料朝空氣中噴出之方向，可採用於下述中所揭示之態樣。

(a)如圖 8 所示，藉由將氣體燃料朝向裝入層沿下方(鉛直下方)噴出，使其一部分於裝入層表面折回來進行稀釋之方法。

(b)如圖 9 所示，藉由將氣體燃料朝裝入層表面平行(水平方向)地噴出，使導入至裝入層為止之路徑變長來促進稀釋之方法。

(c)如圖 10 所示，藉由將氣體燃料朝擋板(折回板)噴出，並進行折回來促進稀釋之方法。

(d)如圖 11 所示，使設置於氣體燃料供給管之氣體噴出用縫

隙、開口或者噴嘴之方向朝向裝入層表面，且相對於其垂直方向於 ± 90 度之範圍內沿多方向分散來促進稀釋之方法。

(e)作為上述圖 11 之變形態樣，設為如下構造之方法，即可以氣體燃料供給管之軸為中心旋轉來使噴出方向擺動。

再者，利用上述氣體燃料供給裝置進行之氣體燃料噴出，較佳為於裝入層表面上方 300 mm 以上之高度進行。圖 12 係測定自噴嘴徑為 2 mm ϕ 與 1 mm ϕ 之兩種噴嘴朝鉛直下方方向於流速為 20~300 m/s 之範圍內變化來噴出甲烷氣(濃度：100%)時之甲烷氣擴散的結果。其表示於距噴嘴前端 0.2 m、0.4 m、0.6 m 及 0.8 m 之位置處的甲烷氣之擴散。由圖 12 可知，噴嘴徑越小，又所噴出之氣體燃料速度越快，就越容易引起與周圍空氣之混合，而促進稀釋，尤其，藉由增速所帶來之稀釋促進效果於距離噴嘴前端 0.4 m 處變大。因此，於本發明中，考慮到該結果、以及所噴出的氣體燃料於裝入層表面之反沖，較佳為於裝入層表面上方 300 mm 以上之高度朝大氣中供給氣體燃料。

又，如上所述，由於所噴出的氣體燃料之速度越快，就越容易引起與周圍空氣之混合而促進稀釋，因此噴出速度越快越好。更進一步，當因某火種而導致自氣體燃料供給裝置所供給之氣體燃料著火時，若自噴嘴等所噴出的氣體燃料之流速較慢，則會引起逆火，有可能於氣體燃料供給裝置或氣體燃料供給管內引起爆炸・燃燒。為了迴避該危險性，較佳為以所使用

之氣體燃料所具有燃燒速度之兩倍以上的速度加以噴出。更佳為該氣體燃料之擾流燃燒速度之兩倍以上的速度。申言之，甲烷氣之層流燃燒速度約為 0.4 m/s ，擾流燃燒速度約為 4 m/s 。

其次，對本發明氣體燃料供給裝置之側風對策加以說明。

自氣體燃料供給裝置於裝入層之上方朝大氣中所供給的氣體燃料於稀釋後，利用設置於托板下方之風箱進行抽吸，通常將其全部與周圍之空氣一併導入至裝入層內，但相對於托板行進方向自橫向吹來側風時，尤其，若風速變大，則上述所供給之氣體燃料會流向機側方向。圖 13 係表示當風速為 2 m/s 與 5 m/s 時，就側風對氣體燃料之濃度分布所帶來的影響進行分析所獲得之結果。根據該結果可知，當不採取任何對策時，即便風速為 2 m/s 之側風，亦會使氣體燃料飄散，且對導入至裝入層內的氣體燃料之濃度分布亦會帶來不良影響。

因此，為減小側風之影響而於氣體燃料供給裝置之兩側設置高度為 2 m 之隔層，圖 14 表示在風速為 5 m/s 之情形下對作如此設置時之效果進行分析的結果。圖 14(a) 係設置高度為 2 m 之隔層時的結果，可知於 5 m/s 之風速下，於隔層內部形成渦流而引起氣體燃料之飄散，故無法充分地獲得其效果。又，圖 14(b) 係以空隙率為 30% 之材料構成高度為 2 m 之隔層上部 1 m 時的結果，可知藉由設置空隙而使空氣渦流之形成受到抑制，可防止氣體燃料之飄散。

由上述分析結果可知，為了防止因側風而導致氣體燃料之飄

散，於氣體燃料供給裝置之兩側設置具有側風防止用之隔層效果者十分有效，又，因設置該隔層而形成之渦流可藉由於隔層上設置面積率為 30% 左右之空隙而降低。

更進一步，發明者等人對藉由於氣體燃料供給裝置之上方設置風罩而抑制側風之影響進行了研究。其結果發現，作為側風對策，風罩之設置係具有隔層以上之效果。其中，較佳為使該風罩具有如下構造者：於上方中央部具有開口或適當之透過率（空隙率），自該部分可吸入大氣。藉此，與自氣體燃料供給配管所噴出之氣體燃料在風罩內部混合，而形成稀釋氣體燃料。當使用托板寬度為 5 m 之燒結機時，若使上述開口部約為 1 m 左右，則幾乎可忽視風罩之壓力損失。又，可知當於開口部分設置空隙時，若使透過率為 80% 左右，則可將壓損抑制於數 mmAq 左右。更進一步，由分析結果可知，藉由於上述風罩內設置整流板，而具有抑制風罩內渦流之效果，且設置於風罩上部（周圍）的隔層之空隙率為 30~40% 之範圍最有效。

又，已知在風罩之下端與燒結床表面（燒結層表面）之間必然會產生間隙，若該間隙部分之密封不夠充分，例如若透過率為 20~30%，則會自該部分將空氣捲入風罩內部而導致氣體燃料之濃度分布偏差增大。因此，重要的是防止自風罩下端之空氣侵入，較佳為於風罩下端與燒結床表面之間、或者於風罩下端與托板側壁之間，設置如圖 15 所示之鏈型簾(chain curtain)、不銹鋼絲密封件(wipre seal)、密封刷等密封材，

或設置密接密封件，或者設置如圖 16 所示之氣簾等。再者，上述密封材較佳為具有耐熱性，且可撓性乃至變形之自由度較大，不會損傷燒結層之表面者。

對使用基於有限體積法之數值流體力學分析程式來分析具有 5 m/s 之側風時的上述風罩效果所獲得之結果加以說明。圖 17 係表示計算中所使用之氣體燃料供給裝置及設置於其上方之風罩者。其構造如下：將燒結機之托板寬度設為 5 m，用以噴出氣體燃料之吹氣配管於燒結礦床(裝入層)上 500 mm 之高度，以 600 mm 之間隔平行排列於托板行進方向上，且於該吹氣配管及其上部設置有整流板，又，於其上部設置有風罩，於上方中央部設置寬度為 1000 mm 之開口部(於空隙率為 100%與 80%之情形下進行計算)。更進一步，於上述風罩之側面上方設置有用以減弱側風之透過率為 30%之柵欄，假定於風罩下端設置有鏈型簾，其下端之透過率設為 20%。

圖 18 係表示對氣體燃料之濃度分布進行分析之結果者。由該結果可知：藉由使風罩之側壁上部為傾斜構造並將風罩上部收縮，氣體燃料之濃度分布得以改善；於開口部之空隙率為 100%時及為 80%時濃度差較小；以及藉由設置整流板而使渦流之產生受到抑制。圖 19 係表示對壓力分布進行分析之結果者，可知因使風罩上方為傾斜構造而產生之壓力損失較小；以及藉由設置整流板而使渦流之產生受到抑制。圖 20 係對氣體流速分布進行分析之結果，根據該結果可知，若風罩下端具有

透過率，則會因空氣之流入而產生偏流。更進一步，圖 21 係表示氣體流速之向量線圖者，由該圖可知，藉由使風罩上部為傾斜構造且設置有整流板，而使渦流受到抑制。

又，圖 18～圖 21 之共通點係即便設置有風罩，於風上與風下亦存在空氣捲入量之差，習知為了解決該問題而必須尋求其他手段。作為該手段，較為有效的是於上游側及下游側改變氣體燃料之噴出量、或者較上述計算模式而使風罩上方更加收縮。

其次，根據上述見解，就設於實際燒結機之氣體燃料供給裝置的側風防止措施之使用例加以說明。圖 22 係表示其一例者，其表示如下之例：將上方具有開口部之風罩設置於氣體供給裝置之上方，於其上部設置渦流形成防止用之透過率為 30% 之柵欄，同時於風罩下端垂下用以防止側風自風罩與托板間之間隙侵入之鏈型簾(不銹鋼絲密封件)，更進一步於兩側端之吹氣配管上設置整流板。圖 23 係上述圖 22 之變形例，其係表示沿風罩內之氣體燃料供給管設置整流板之示例者。又，圖 24 係使上述圖 23 之風罩上方部開放，並設置整流板來代替此之示例。再者，較佳為適宜地改變上述整流板之設置間隔。又，圖 25 係使圖 24 之風罩上方完全開放，並於上方僅設置整流板之示例，圖 26 係表示於風罩內併用整流板及用以促進氣體燃料之混合的擋板之示例者。上述中所例示之風罩均為具有抑制側風影響之效果者。

又，於本發明中，作為上述氣體燃料，較佳為使用將可燃性氣體中所含之燃燒成分濃度稀釋至大氣中常溫下之燃燒下限濃度的 75%以下之氣體燃料，更佳為使用濃度稀釋至燃燒下限濃度之 60%以下者，更佳為使用濃度稀釋至燃燒下限之 25%以下者。使用濃度稀釋至燃燒下限濃度之 75%以下的可燃性氣體之理由為下述兩個方面。

(a)朝裝入層上部直接供給可燃性氣體有時存在引起爆炸性燃燒之危險，故必須至少於常溫下形成即便有火種亦不會燃燒之狀態。

(b)即便於裝入層中未完全燃燒而保持未燃燒之狀態下到達位於風箱下游之電吸塵器等中，亦不存在因電吸塵器之放電而燃燒之危險尤其必要。

又，如下所述，必須使用將稀釋氣體燃料之濃度稀釋至如下程度者，即不會導致燒結原料中之總炭材(固體燃料+氣體燃料)燃燒所需之空氣(氧氣)不足，且不會引起燃燒不足。

其中，稀釋氣體燃料之濃度較佳為燃燒下限濃度之 2%以上之濃度。其原因在於：若濃度未滿 2%，則即便利用燃燒所引起之發熱，亦無法獲得燒結礦強度之提升及良率之改善。又，較佳為根據炭材量(固體燃料)來調節稀釋氣體燃料之濃度。更進一步，藉由調整稀釋氣體燃料之濃度，可使其於裝入層中之既定位置處燃燒。

於本發明燒結礦之製造方法中，較佳為對裝入層中之炭材點

火後，將經稀釋之氣體燃料供給(導入)至裝入層中。其原因在於，即便於點火正後方之位置處供給稀釋氣體燃料，其亦僅於裝入層之表層上燃燒，而對燒結層不會帶來任何影響。因此，較佳為於將裝入層上部之燒結原料進行煅燒而形成燒結塊層後，將稀釋氣體燃料供給至裝入層。再者，若於裝入層之表面形成有燒結塊層，則可於燒結結束前之任意位置處進行稀釋氣體燃料之供給。除上述原因以外，於形成燒結塊層後進行稀釋氣體燃料之供給的原因如下。

(a)若在裝入層之上部未生成有燒結塊之狀態下進行稀釋氣體燃料之供給，則於該裝入層上有引起爆炸性燃燒之危險性。

(b)較佳為對提升燒結礦之良率所必須之某部分供給稀釋氣體燃料，即以在欲提升燒結礦強度之部分引起燃燒之方式進行供給。

為了調整裝入層之最高到達溫度或高溫帶保持時間中之任一者或兩者，較佳為在燃燒·熔融帶之厚度至少達到 15 mm 以上、較佳為 20 mm 以上、更佳為 30 mm 以上之狀態下進行稀釋氣體燃料之供給。其原因在於：若燃燒·熔融帶之厚度未滿 15 mm，則因通過燒結層(燒結塊)所抽吸之空氣與稀釋氣體燃料之冷卻效果，即便使氣體燃料燃燒，其效果亦不夠充分，而無法實現燃燒·熔融帶之厚度擴大。另一方面，若於上述燃燒·熔融帶之厚度達到 15 mm 以上、較佳為 20 mm 以上、更佳為 30 mm 以上之階段供給稀釋氣體燃料，則燃燒·熔融帶之厚度大幅擴

大，可延長高溫帶保持時間，更進一步可獲得冷強度較高之燒結礦。

再者，例如可使用具有透明石英製窗之立式管狀試驗鍋來確認上述燃燒·熔融帶之厚度。該試驗鍋係決定稀釋氣體燃料之供給位置之有效手段。

又，朝裝入層導入稀釋氣體燃料較佳為以如下位置作為對象來進行，該位置係指燃燒前線下降至表層下，且燃燒·熔融帶自表層下降 100 mm 以上、較佳為 200 mm 以上之位置，即裝入層之中·下層區域。即，較佳為以如下方式供給稀釋氣體燃料：使稀釋氣體燃料不燃燒而通過裝入層表層上所生成的燒結塊區域(燒結層)，於燃燒前線自表層移動 50 mm 以上之階段進行燃燒。其原因在於，若為燃燒前線自表層下降 160 mm 以上之位置，則可減小因通過燒結層所抽吸之空氣冷卻所帶來之不良影響，而可實現燃燒·熔融帶之厚度擴大。更進一步，若為自表層下降 200 mm 以上之位置，則可大致消除因空氣冷卻所帶來之影響，而可將燃燒·熔融帶之厚度擴大至 30 mm 以上。又，更佳為於良率下降較大之托板寬度方向兩端部之側壁附近進行稀釋氣體燃料之供給。

再者，稀釋氣體燃料生成裝置亦根據燒結機之規模而異，例如於氣體燃料供給量為 $1000 \sim 5000 \text{ m}^3(\text{標準})/\text{h}$ ，生產量約為 1.5 萬噸/日，且機長為 90 m 之規模的燒結機中，較佳為配置於點火爐之下游側約 5 m 以後之位置。

於本發明之製造裝置中，較佳為在托板行進方向上之點火爐出口側，於生成燒結塊後之所謂燃燒前線行進至表層下之位置（例如於表層下 100 mm 以上、較佳為 200 mm 左右以下引起氣體燃料之燃燒的位置）至燒結結束間之一個部位以上的任意位置處進行稀釋氣體燃料之供給（向裝入層之導入）。如上所述，上述情形係指於燃燒前線移至裝入層之表層下的階段開始該氣體燃料之導入。其結果，由於氣體燃料之燃燒於裝入層之內部進行，並且逐漸地朝下層移動，因此意味著無爆炸之危險，可進行安全之燒結作業。

於本發明之製造方法中，朝裝入層中導入稀釋氣體燃料亦意味著促進所生成的燒結塊之再加熱。即，其原因在於，該稀釋氣體燃料之供給發揮如下作用：藉由對原本高溫帶保持時間較短而易於導致熱不足且燒結礦之冷強度較低之部分供給反應性高於固體燃料之氣體燃料，而補充容易產生熱不足之該部分之燃燒熱，而實現燃燒・熔融帶之再生-擴大。

又，於本發明燒結礦之製造方法中，較佳為自點火後之裝入層上部以如下方式供給稀釋氣體燃料：導入至裝入層內的稀釋氣體燃料之至少一部分保持未燃燒之狀態而到達燃燒・熔融帶，並於欲補充燃燒熱之位置處進行燃燒。其原因在於，一般認為稀釋氣體燃料之供給、即朝裝入層中之導入效果，不僅於裝入層上部且亦波及至作為厚度方向中央部之燃燒・熔融帶更具效果性。即，若於容易出現熱不足（高溫帶保持時間之不足）

的裝入層之上層部進行氣體燃料之供給，則可提供充分之燃燒熱而改善該部分之燒結塊品質。更進一步，若使稀釋氣體燃料之供給作用及於中層部以下之帶域，則成為等同於在原來炭材之燃燒・熔融帶上形成稀釋氣體燃料之再燃燒・熔融帶的結果，從而帶來燃燒・熔融帶之上下方向之擴大，因此不提高最高到達溫度，便可實現高溫帶保持時間之延長，故而不減慢托板之移動速度便可實現充分之燒結。其結果，帶來整個裝入層之燒結塊之品質改善(冷強度之提升)，更進一步帶來成品燒結礦之品質(冷強度)與生產性之提升。

本發明之第一特徵係自上述稀釋氣體燃料之供給之作用・效果波及至裝入層中之何處的觀點來決定其供給位置，又，本發明之第二特徵係該燃料之供給，及於熱量固定基準之下根據固體燃料之量將裝入層內之最高到達溫度或高溫帶保持時間控制於何種程度。

因此，於本發明中，較佳之構成為當將稀釋氣體燃料導入(供給)至裝入層中時，不僅調整其供給位置，亦控制燃燒・熔融帶本身之形態，更進一步亦對燃燒・熔融帶上之最高到達溫度及/或高溫帶保持時間進行控制。

通常，於點火後之裝入層中，於燃燒(火焰)前線伴隨托板之移動而逐漸朝下方且前方(下游側)擴大之過程中，燃燒・熔融帶之位置如圖 4(a)所示進行變化。而且，如圖 4(b)所示，於燒結層內之燒結過程中上層、中層、下層之受熱歷程不同，於

上層～下層間，高溫帶保持時間(達到約 1200℃ 以上之時間)之差異較大。其結果，於托板內不同位置之燒結礦之良率表現出如圖 4(c)所示之分布。即，表層部(上層部)之良率較低，於中層、下層部則為高良率分布。因此，若根據本發明方法供給上述氣體燃料，則燃燒·熔融帶於上下方向之厚度或托板行進方向上之寬度等擴大，並於成品燒結礦之品質提升中得以反映。而且，成高良率分布之中層部或下層部因可進一步控制高溫帶保持時間，故可使良率更上升。

藉由調整上述氣體燃料之供給(導入)位置，而可控制燃燒·熔融帶之形態，即燃燒·熔融帶之高度方向厚度及/或托板行進方向之寬度，同時可控制最高到達溫度或高溫帶保持時間。該等控制使本發明之效果更顯著，透過燃燒·熔融帶於上下方向之厚度或托板行進方向上之寬度擴大，或者控制最高到達溫度、高溫帶保持時間，而經常實現充分之煅燒，有效地幫助提升成品燒結礦之冷強度。

又，於本發明中，亦可謂朝裝入層中之稀釋氣體燃料供給(導入)係用以控制成品燒結礦全體之冷強度。即，供給稀釋氣體燃料之原本目的在於提升燒結塊、更進一步燒結礦之冷強度，尤其，透過控制氣體燃料之供給位置、或控制燒結原料滯留於燃燒·熔融帶上時間的高溫帶保持時間、及控制最高到達溫度，而使燒結礦之冷強度(碎裂指數 SI)達到 75～85%左右，較佳為 80%以上，更佳為 90%以上。

於本發明中，尤其於較佳地考慮到燒結原料中之炭材量(於使投入熱量固定之條件下)後調整上述稀釋氣體燃料之濃度、供給量、供給位置及供給範圍，藉此可廉價地達成該強度水準。再者，燒結礦之冷強度之提升一方面會導致通氣阻力之增大及生產性之下降，但於本發明中，在藉由亦控制最高到達溫度或高溫帶保持時間而消除該問題後，使燒結礦之冷強度提升。再者，藉由實際燒結機所製造的燒結礦之冷強度 SI 值較由鍋試驗所獲得之值高 10~15%。

於本發明之製造方法中，以如下基準控制托板行進方向上之上述稀釋氣體燃料朝裝入層中之導入位置，該基準係指裝入層中所生成之燒結塊至濕潤帶間之任意帶域中燒結礦的冷強度達到何值。為了進行該控制，於本發明中，較佳為根據燒結原料中之炭材量(固體燃料)來調整氣體燃料供給裝置之規模(大小)、數量、位置(離點火爐之距離)、氣體濃度，藉此不僅主要對燃燒·熔融帶之大小(上下方向之厚度及托板行進方向之寬度)，而且亦對高溫到達溫度、高溫帶保持時間控制，由此來控制裝入層中所生成的燒結塊之強度。

於本發明之上述製造方法中，作為供給至裝入層中之氣體燃料，較佳為使用高爐氣體、焦爐氣體、高爐·焦爐混合氣體、都市煤氣、天然氣或甲烷氣、乙烷氣、丙烷氣、丁烷氣、或者該等混合氣體中之任一者。該等均含有燃燒成分，將該等氣體燃料中之任一者朝空氣中高速噴出，使其與空氣混合來進行稀

釋，將濃度稀釋至燃燒下限濃度之 75%左右以下之稀釋氣體燃料供給(導入)至裝入層中。

更進一步，於本發明中，作為供給至裝入層中之氣體燃料，除上述氣體燃料以外，亦可使用將氣體狀態下之著火溫度高於燒結床表層溫度之醇類、醚類、石油類、其他烴系化合物類等液體燃料氣化所形成者。將可於本發明中使用之液體燃料及其特性顯示於表 6。使上述液體燃料氣化所形成的氣體燃料之著火溫度與上述氣體燃料相比，著火溫度較高，因此其於比燒結床表層溫度更高之裝入層更內部燃燒，故對擴大吹入位置上之燃燒·熔融帶下方之溫度有效。尤其，著火溫度接近 500℃者之上述效果較大。再者，當使用將液體燃料氣化所形成之氣體燃料時，較佳為氣體供給配管保持於該液體燃料之沸點以上且未滿著火溫度之溫度，以防經氣化之燃料再次液化。

[表 6]

物質名 (液體燃料)	比重 (15℃)	沸點 (℃)	燃燒極限		起火溫度 (著火溫度) (℃)
			(vol%)		
			下極限	上極限	
戊烷	0.631	36.0	1.5	7.8	284
己烷	0.664	68.7	1.2	7.4	260
庚烷	0.688	98.4	1.2	6.7	247
辛烷	0.707	125.0	1.0	-	240
壬烷	0.722	150.0	0.8	2.9	234
癸烷	0.734	174	0.8	5.4	231
苯	0.885	80.1	1.3	7.9	592
丙酮	0.792	56.6	2.6	13	561
甲醇	0.793	64.4	6.7	36	470
乙醇	0.789	78.3	3.3	19	392
二乙醚	0.714	34.4	1.9	48	185
燈油(煤油)	0.8~0.85	160~320	1.1	6.0	255
輕油(柴油)	0.83~0.88	250~350	1.0	6.0	250

再者，廢油等因含有易於引火之成分或著火溫度較低之成分，因此不適用於本發明。於預先將含有著火溫度或引火點較低之成分的廢油等液體燃料氣化後供給至燒結原料床上之情形時，由於其於到達原料床中之燃燒帶附近前的原料床表層之上部空間乃至原料床表層附近燃燒，因此無法獲得本發明所期望之於燒結原料床之燃燒帶附近燃燒來實現高溫保持時間之延長。

又，於本發明中，於上述氣體燃料之中較佳為使用 CO 含量為 50 mass ppm 以下者。其原因在於，CO 氣體對人體有害，當供給至裝入層上之氣體燃料並未全部導入至裝入層中而朝機外洩漏時，有可能會對人造成傷害。具體而言，使用都市煤氣 13A 或丙烷氣不僅更具安全性，而且成本方面亦較佳。

又，當利用本發明之方法製造燒結礦時，使用如下之燒結機，其包括：循環移動之托板；原料供給裝置，將含有粉礦石與炭材之燒結原料裝入該托板上而形成裝入層；點火爐，用以對該燒結原料中之炭材點火；以及風箱，位於上述托板之下方；而於上述點火爐之下游側設置有氣體燃料供給裝置，該氣體燃料供給裝置用以於裝入層上方將氣體燃料朝空氣中供給來形成濃度為燃燒下限濃度以下之濃度的稀釋氣體燃料後將其導入至裝入層內。

本發明燒結機中之上述氣體燃料供給裝置較佳為設置成沿燒結機之寬度方向橫跨托板之兩側壁。上述氣體燃料供給裝置

具有複數根、較佳為 3~15 根供給氣體燃料之配管，該等配管相對於托板行進方向排列於平行方向或者垂直方向上。較佳為各個配管由安裝有複數個用以將氣體燃料朝大氣中高速供給之縫隙或噴出孔、或者噴嘴者構成。

再者，於在點火爐之下游側燃燒・熔融帶於裝入層中行進之過程中的托板行進方向任一位置處設置一個上述氣體燃料供給裝置。較佳為於對裝入層中之炭材進行點火後朝該裝入層中供給上述氣體燃料。即，於點火爐之下游側，於燃燒前線行進至表層下以後之任意位置設置一個乃至複數個上述裝置，且自調整作為目標的成品燒結礦之冷強度的觀點來決定該裝置之大小、位置、數量。又，較佳為將該氣體燃料供給裝置設置於兩側壁附近之低良率部之位置處。上述氣體燃料較佳為使用濃度稀釋至燃燒下限濃度之 75%以下且 2%以上，或濃度稀釋至燃燒下限濃度之 60%以下且 2%以上，或濃度稀釋至燃燒下限濃度之 25%以下且 2%以上之濃度的可燃性氣體。

圖 27 係表示本發明燒結礦製造裝置之一實施形態者，但本發明並不限定於該例示形態。圖 27 所示之例係於相當於點火爐 10 之托板行進方向下游側的裝入層之上邊僅設置有一個氣體燃料供給裝置 12 者，該氣體燃料供給裝置 12 將高爐氣體與焦爐氣體之混合氣體(M 氣體)等氣體燃料朝大氣中噴出，而形成所需濃度之稀釋氣體燃料。該氣體燃料供給裝置 12 係將沿托板之寬度方向設置有複數個氣體燃料供給管 12a、及於該管

上在朝下且托板之寬度方向上排列有複數個將氣體燃料朝大氣中高速噴出之噴嘴 12b 者設置成自未圖示之側壁之上覆蓋裝入層而成者。自該氣體燃料供給裝置 12 所供給之上述 M 氣體與周邊之空氣混合而成為稀釋氣體燃料，之後，利用托板 8 下風箱(未圖示)之抽吸力，將其自裝入層之上經由表層所生成之燒結塊，導入至裝入層之深部(下層)。再者，尤其，當欲實現托板兩側端(圖 4(c)之良率為 60%之區域)之良率提升時，較佳為重點性配置上述噴嘴 12b，以使該氣體燃料供給裝置 12 可朝托板之兩側壁附近供給較多之氣體燃料。

作為自該氣體燃料供給裝置 12 所供給之氣體燃料，例如可使用高爐氣體(B 氣體)、焦爐氣體(C 氣體)、高爐氣體與焦爐氣體之混合氣體(M 氣體)、都市煤氣、天然氣(LNG)或甲烷氣、乙烷氣、丙烷氣、丁烷氣、或者該等之混合氣體等。可在與點火爐 10 分開獨立之配管系統下供給該等氣體燃料，又，亦可為如下構成，使與點火爐用燃料配管相同種類者連接於朝點火爐 10 之氣體供給管(未圖示)延長部分。

表 7 係表示本發明中所使用的各種氣體燃料之燃燒下限濃度與該等氣體燃料之吹入上限濃度(燃燒下限濃度之 75%、60%、25%)者。

例如，當使用丙烷氣時，由於其燃燒下限濃度為 2.2 vol%，因此使用稀釋至 75%之氣體濃度上限為 1.7 vol%者、稀釋至 60%之氣體濃度上限為 1.3 vol%者，以及稀釋至 25%之氣體濃

度為 0.6 vol%者。因此，較佳之範圍如下。再者，當使用丙烷氣時，經稀釋之氣體濃度之下限，即顯現氣體燃料供給之效果的下限濃度為 0.05 vol%。

較佳範圍(1)：2.2 vol%~0.05 vol%

較佳範圍(2)：1.7 vol%~0.05 vol%

較佳範圍(3)：1.3 vol%~0.05 vol%

較佳範圍(4)：0.6 vol%~0.05 vol%

又，當使用 C 氣體時，由於其燃燒下限濃度為 5.0 vol%，因此使用稀釋至 75%之氣體濃度上限為 3.8 vol%者，稀釋至 60%之氣體濃度上限為 3.0 vol%者，以及稀釋至 25%之氣體濃度為 1.3 vol%者。因此，較佳之範圍如下。再者，當使用 C 氣體時，顯現氣體燃料供給之效果的下限濃度為 0.24 vol%。

較佳範圍(1)：5.0 vol%~0.24 vol%

較佳範圍(2)：3.8 vol%~0.24 vol%

較佳範圍(3)：3.0 vol%~0.24 vol%

較佳範圍(4)：1.3 vol%~0.24 vol%

又，當使用 LNG 氣體時，由於其燃燒下限濃度為 4.8 vol%，因此使用稀釋至 75%之氣體濃度上限為 3.6 vol%者，稀釋至 60%之氣體濃度上限為 2.9 vol%者，以及稀釋至 25%之氣體濃度為 1.2 vol%者。因此，較佳之範圍如下。再者，顯現 LNG 氣體之氣體燃料供給效果的下限濃度為 0.1 vol%。

較佳範圍(1)：4.8 vol%~0.1 vol%

較佳範圍(2)：3.6 vol%~0.1 vol%

較佳範圍(3)：2.9 vol%~0.1 vol%

較佳範圍(4)：1.2 vol%~0.1 vol%

又，當使用高爐氣體時，由於其燃燒下限濃度為 40.0 vol%，因此使用稀釋至 75%之氣體濃度上限為 30.0 vol%者、稀釋至 60%之氣體濃度上限為 24.0 vol%者，以及稀釋至 25%之氣體濃度為 10.0 vol%者。因此，較佳範圍如下。再者，顯現高爐氣體之氣體燃料供給效果的下限濃度為 0.24 vol%。

較佳範圍(1)：40.0 vol%~1.25 vol%

較佳範圍(2)：30.0 vol%~1.25 vol%

較佳範圍(3)：24.0 vol%~1.25 vol%

較佳範圍(4)：10.0 vol%~1.25 vol%

其次，表 8 係表示 C 氣體、LNG、B 氣體中作為燃燒成分而含有之氫氣、CO、甲烷氣、乙烷氣、丙烷氣之含量與發熱量者。

[表 7]

氣體之種類	燃燒下限濃度 %相對於空氣 (爆炸下限)	吹入濃度上限 %相對於空氣 (75%)	吹入濃度上限 %相對於空氣 (60%)	吹入濃度上 限%相對於空 氣(25%)	著火溫度 空氣中 (℃)
丙烷氣	2.2	1.7	1.3	0.4	528~588
氫氣	4.0	3.0	2.4	0.8	580~590
甲烷氣	5.0	3.8	3.0	0.9	650~750
CO 氣體	12.5	9.4	7.5	2.3	658~674
焦爐氣體	5.0	3.8	3.0	0.9	約 630
LNG	4.8	3.6	2.9	0.9	約 680
高爐氣體	40.0	30.0	24.0	7.5	約 680

表 8

氣體之種類	氫氣 (vol%)	氮氣 (vol%)	CO (vol%)	CO ₂ (vol%)	甲烷氣 (vol%)	乙烷氣 (vol%)	丙烷氣 (vol%)	發熱量 (Mcal/m ³)
C 氣體	59	-	7	-	34	-	-	4.8
LNG	-	-	-	-	89	5	6	9.5
B 氣體	4	61	24	21	-	-	-	0.8

以下，就成為開發本發明燒結礦製造方法之契機的實驗加以說明。

該實驗係使用具有透明石英製窗之立式管狀試驗鍋(150 mm ϕ ×400 mmH)，使用高爐氣體·焦爐氣體之混合氣體(M 氣體)作為所使用之氣體燃料，並使用與申請人公司之燒結工廠所使用的燒結原料相同者、即使用表 9 所示之燒結原料，於下方抽吸壓力為 11.8 kPa 之固定條件下進行燒結鍋試驗之例。此處，利用空氣來稀釋上述 M 氣體之燃燒成分濃度，使其於 0.5 vol% ~15 vol%之範圍內變動。再者，該實驗中所使用的 M 氣體之燃燒下限濃度為 12 vol%。

[表 9]

原料種類	比例(mass%)
Robe River 鐵礦石	9.6
Yandi 鐵礦石	23.8
Carajas 鐵礦石	42.6
石灰石	16.6
矽石	2.7
焦炭粉	4.7

圖 28 係表示自試驗鍋之透明石英窗錄影觀察燃燒熔融帶之情況、尤其係表示伴隨燃燒前線之移動的燃燒帶之下降狀況。由圖 28 可知，當將包含超過燃燒下限濃度(12 vol%)的 15 vol%之 M 氣體的氣體燃料吹入試驗鍋內原料沈疊層中時，氣體燃料

立即於裝入層表面上開始燃燒，並未到達裝入層之下層，無法獲得吹入之效果。相對於此，根據本發明，當使用以空氣稀釋至上述氣體燃料之燃燒下限濃度(12 vol%)75%以下的 3 vol%之氣體燃料時，其不於原料沈疊層表面燃燒，而深入至裝入層內，即到達相當於燃燒·熔融帶之區域後進行燃燒。其結果，相對於僅以空氣進行燒結時的燃燒帶(亦稱為燃燒·熔融帶)之厚度為 70 mm，當稀釋 M 氣體並加以使用時，可將燃燒帶之厚度範圍擴大至 150 mm、即兩倍以上。該燃燒帶之厚度擴大亦意味著達成高溫帶保持時間之延長。

而且，於利用該試驗鍋之實驗中，相當於伴隨實際燒結機中托板移動之燃燒前線行進速度的燃燒帶之下降速度(其倒數為燒結時間)，隨著稀釋氣體燃料之供給而變快，而且如與增加焦炭量時或吹入高溫空氣時相同，可擴大燃燒帶上下方向之厚度範圍。如此，當朝燒結原料之裝入層中吹入經適當地稀釋之氣體燃料時，與使用如習知固體燃料、液體燃料、未稀釋之可燃性氣體的情形相比，可知燃燒帶寬度之擴大效果變得顯著，而且，不會發生如增加焦炭量時之燃燒前線下降速度之下降，而以與大氣燒結時大致相同之速度前進。

圖 29(a)~(d)係將上述燒結鍋試驗結果加以匯總者。根據本發明，當朝原料裝入層中吹入經適當地稀釋之 M 氣體時，儘管燒結時間大致無變化，但良率稍微有所提升(圖 29(a))，燒結生產性亦增加(圖 29(b))。而且，作為對高爐之作業成績大

幅影響之冷強度管理指標的碎裂強度(SI)亦改善 10%以上(圖 29(c))，還原粉化特性(RDI)亦改善 8%(圖 29(d))。

於本發明中，作為導入至裝入層中之上述氣體燃料，係使用經稀釋之可燃性氣體，以下，就其稀釋程度加以說明。表 10 表示高爐氣體、焦爐氣體及兩者之混合氣體(M 氣體)、丙烷氣、甲烷氣、天然氣之燃燒下限濃度及燃燒上限濃度。例如，若具有此種燃燒極限之氣體於裝入層內不燃燒而吹向排風機，則於途中之電吸塵機等處會產生爆炸或燃燒之危險。因此，試誤之結果，發明者等人將濃度稀釋至無上述危險之濃度、即燃燒下限以下之濃度的氣體燃料導入至裝入層中，更進一步，為了使安全性進一步提高，多次進行使用濃度為其燃燒下限濃度之 75%以下之濃度的稀釋氣體燃料的實驗，結果可確認到亦未產生任何問題。

例如，於大氣中且於常溫下高爐氣體燃燒之濃度範圍如表 10 所示，其燃燒下限為 40 vol%。即，若未滿 40 vol%則不燃燒。又，其燃燒上限為 71 vol%。其表示若超過 71 vol%，則高爐氣體濃度變得過濃，此時亦成為不燃燒之狀態。以下，根據圖式對該數值之依據加以說明。

[表 10]

氣體之種類	(vol%)	
	燃燒下限	燃燒上限
高爐氣體	40.0	71
焦爐氣體	5.0	22
混合氣體(M 氣體)	12.0	42
丙烷氣	2.2	9.35
甲烷氣	4.9	15.0
天然氣	4.8	13.5

圖 30 係表示求得高爐氣體之上述燃燒極限的方法一例者。關於圖中之高爐氣體所含之燃燒成分(可燃性氣體)與其他氣體(惰性氣體(inert))之比例，若以 H_2 與 CO_2 、及 CO 與 N_2 之組合來研究則如下。

(1)「 H_2 與 CO_2 」部分之組合下(惰性氣體)/(可燃性氣體)之比為 $20.0/3.5=5.7$ 。

因此，求得與該燃燒極限圖之表示(惰性氣體)/(可燃性氣體)之比的橫軸即 5.7 之軸相交之 H_2+CO_2 曲線的相交部分(燃燒極限)。下限為 32 vol%，上限為 64 vol%。即， H_2+CO_2 之燃燒極限之下限為 32 vol%，上限為 64 vol%。

(2)另一方面，作為剩餘燃燒成分之「 CO 與 N_2 」之組合中，由於(惰性氣體)/(可燃性氣體)之比為 $53.5/23.0=2.3$ ，同樣由該圖，自橫軸 2.3 與 $CO+N_2$ 之曲線相交之點求得下限為 44 vol%，上限為 74 vol%。因此，此時之燃燒極限之下限為 44 vol%，上限為 74 vol%。

(3)更進一步，含有兩燃燒成分的高爐氣體之燃燒下限可由圖 30 中左側最下方之公式求得。又，利用該公式，若使用上

述(1)、(2)之上限值則可求得燃燒上限。以此方式可求得高爐氣體之燃燒下限及燃燒上限。

又，於本發明中，著眼於氣體燃料之燃燒下限的另一個原因係燃燒極限具有溫度依存性之方面。於燃料便覽(社團法人燃料協會編)中，對溫度之影響進行了如下說明，即由於當溫度高時，散熱速度變慢，因此發熱、散熱兩速度曲線之相交程度變深，爆炸範圍(燃燒範圍)朝左右擴大。即，燃燒極限雖然由上述方式求得，但該燃燒極限具有溫度依存性，於燃料便覽(社團法人燃料協會編)中，表 11 中所揭示之例表示溫度對甲烷氣燃燒範圍之影響。若將其作為燃燒下限濃度之溫度依存性而繪製成圖，大概如圖 31 所示。圖中●標記係表 11 中所揭示的甲烷氣之例。

[表 11]

溫度(℃)	燃燒範圍(vol%)
17	6.0~13.0
100	5.95~13.7
200	5.50~14.5
300	5.10~15.5
400	4.8~16.6

又，圖 32 係表示大氣中且常溫下的氣體燃料之燃燒成分(燃燒氣體)濃度與溫度之關係者。燃燒極限雖然由上述方式求得，但該燃燒極限具有溫度依存性，若將該溫度依存傾向加以例示，則即便常溫下之燃燒下限值(圖中相對於燃燒氣體濃度)大概為 40 vol%，於 200℃ 區域亦變成 26~27 vol%，且即便於 1000℃ 區域為數%，於 1200℃ 區域未滿 1 vol%亦產生燃燒。

由此可知，若供給至裝入層的氣體燃料之濃度(燃燒成分之含量)為較常溫之燃燒下限更低之濃度，則更安全，且只要於合理範圍內調整該稀釋氣體之濃度，則對氣體燃料於裝入層內之厚度方向上燃燒位置之控制的自由度亦變高。

而且，氣體燃料之燃燒如上所述具有溫度依存性，例如亦可知如下者，即環境溫度越高，燃燒範圍越廣，以如本發明之較佳實施例所示的氣體燃料之濃度雖然於燒結機之燃燒·熔融帶附近之溫度場中充分燃燒，但於位於燒結機下游側的電吸塵機內等之 200°C 左右之溫度場中不燃燒。

當製造燒結礦時，利用托板下之風箱抽吸朝燒結原料之裝入層中供給的上述稀釋氣體燃料，並使其於由該裝入層中之固體燃料(焦炭粉)燃燒所形成的燃燒·熔融帶之高溫帶中進行燃燒。因此，就稀釋氣體燃料之供給而言，於使朝裝入層之投入熱量固定之條件下，只要控制上述稀釋氣體燃料之濃度或供給量等便可調整(減少)燒結原料中之焦炭粉量。又，稀釋氣體燃料之濃度調整意味著控制該氣體燃料於裝入層中之預期位置(濃度區域)上進行燃燒。

於該意思下，習知技術下之裝入層中燃燒·熔融帶係指僅固體燃料(焦炭粉)燃燒之帶域，但於本發明中，可指除該焦炭粉外更進一步氣體燃料亦同時燃燒之帶域。因此，於本發明中，若該稀釋氣體燃料之濃度或供給量、其他供給條件若以具有焦炭粉作為燃料之一部分為前提而在與焦炭粉之關係中較佳地

變化，則可較理想地控制最高到達溫度及/或高溫帶保持時間，而帶來燒結塊強度之提升。

於本發明方法中，使用經稀釋之氣體燃料的又一個原因係透過控制上述燒結·熔融帶之形態來控制燒結塊之強度、良率。其原因在於，於進行使該燒結塊於高溫帶域(燃燒·熔融帶域)中保持多久時間、或達到多高溫度之控制後，該稀釋氣體燃料之作用才得以有效地發揮。換言之，上述稀釋氣體燃料之使用意味著控制燒結原料之高溫帶保持時間延長且最高到達溫度適度提高。而且，上述控制意味著根據燒結原料中之固體燃料量(焦炭粉量)，使用經稀釋調整為不會在燃燒環境中導致助燃性氣體(空氣或氧氣)之量過少的上述氣體燃料。關於該方面，於習知技術中，由於係無關於燒結原料之固體燃料量，且不對可燃性氣體進行濃度調整而將其吹入，而且未供給與固體燃料或可燃性氣體之量相應的量之助燃性氣體(氧氣)，因此會引起燃燒不良、或反而引起局部過燃燒，而導致強度不均。即，本發明係藉由對氣體燃料進行稀釋且進行濃度調整，而迴避此種問題。

其次，就根據氣體燃料種類的稀釋氣體燃料之影響加以說明。圖 33 係對使用將數種氣體燃料稀釋至燃燒下限濃度以下所成之稀釋氣體燃料的本發明燒結法、與無氣體燃料之吹入的習知燒結法進行比較的實驗結果者。再者，於不吹入稀釋氣體燃料之習知燒結例中，將焦炭粉添加量設為 5 mass%，另一方

面，於吹入稀釋氣體燃料之本發明例中，由於吹入相當於 0.8 mass%之焦炭粉的稀釋氣體燃料，因此為了使總熱量固定而將焦炭粉添加量設為 4.2 mass%。由該圖可知，當使用稀釋氣體燃料時，於任一例中均確認出碎裂強度、成品良率、生產性之提升。如此，於使用稀釋氣體燃料之例中，碎裂強度、成品良率等得以提升之原因一般認為係由作為燃燒狀況而表現的燃燒・熔融帶之擴大及由此所引起之高溫帶保持時間之延長所致。

圖 34 表示當使用丙烷氣作為氣體燃料時的吹入氣體濃度之影響之圖，其係表示稀釋氣體燃料之濃度與碎裂強度(a)、良率(b)、燒結時間(c)、生產率(d)之關係者。由該圖可知，當為丙烷氣時，在將其用作稀釋氣體燃料時，為了提升碎裂強度，添加 0.05 vol%之丙烷氣可產生效果，且良率亦表現出大致相同之改善效果。丙烷氣之添加量為 0.1 vol%可表現出明確之作用效果，較佳為 0.2 vol%。若將該結果換算成將 C 氣體用作吹入氣體之情形，則添加 0.24 vol%之 C 氣體時可產生效果，較佳為 0.5 vol%以上，添加 1.0 vol%以上可產生明顯之改善效果。因此，丙烷氣之添加量至少為 0.05 vol%以上，較佳為 0.1 vol%以上，更佳為 0.2 vol%以上。另一方面，C 氣體之添加量至少為 0.24 vol%以上，較佳為 0.5 vol%以上，更佳為 1.0 vol%以上，上限為燃燒下限濃度之 75%。再者，丙烷氣之添加量為 0.4 vol%時效果大致飽和，此時氣體濃度相

當於燃燒下限濃度之 25%。

其次，對根據本發明方法考慮燒結原料中之炭材量來進行上述氣體燃料之供給所製造的燒結礦之冷強度與還原粉化特性(RDI，Reduction Degradation Index，還原粉化率)加以說明。根據「礦物工學」(今井秀喜、武內壽久禰、藤木良規編，1976，175，朝倉書店)，將燒結反應匯總成如圖 35 之示意圖。又，於表 12 中表示燒結過程中所生成的各種礦物之拉伸強度(冷強度)與被還原性之值。由圖 35 可知，於燒結過程中，於 1200℃ 時開始生成融液，且生成燒結礦之構成礦物中強度最高、且被還原性亦較高之鐵酸鈣。若更進一步升溫而超過約 1380℃，則分解成冷強度與被還原性最低之非晶質矽酸鹽(矽酸鈣)與易於還原粉化之次級赤鐵礦。因此，為了提升燒結礦之冷強度與改善 RDI，可否不使鐵酸鈣分解而使其穩定地持續生成則成為課題。

[表 12]

礦物之種類	拉伸強度(MPa)	被還原性(%)
赤鐵礦	49	50
磁鐵礦	58	22
鐵酸鈣	102	35
矽酸鈣	19	3

又，根據上述發行物「礦物工學」，利用圖 36 對成為燒結礦之還原粉化起點的次級赤鐵礦之析出行為加以說明。根據該說明，礦物合成試驗之結果如下，由於成為還原粉化起點之骸晶狀次級赤鐵礦升溫至 Mag. ss+Liq. 域再經冷卻後析出，因此

於狀態圖上，經由(2)之路徑而非(1)之路徑來製造燒結礦，藉此可抑制還原粉化性。因此，為了製造兼具低 RDI 燒結礦與高強度燒結礦之燒結礦，重要的是如何實現使溫度在裝入層內長時間保持於 1200°C (鐵酸鈣之固相線溫度) 與約 1380°C (轉移溫度) 之範圍內的加熱模式。由此可知，重要的是藉由氣體燃料之供給來調整所添加之炭材量，並使裝入層內之最高到達溫度於超過 1200°C 且未滿 1380°C 之範圍內，較佳為於 $1205\sim 1350^{\circ}\text{C}$ 之範圍內。

其次，發明者等為瞭解燃燒帶之上下方向厚度(寬度)與稀釋燃料氣體之關係，而進行如下實驗：使用具有透明石英製窗之立式管狀試驗鍋，將經燒結機冷卻器之排氣所稀釋的丙烷氣自該鍋上方吹入燒結原料之裝入層中。於該實驗中所使用之燒結原料係申請人公司所使用之通常的燒結原料，抽吸壓力固定為 1200 mmAq 。於該實驗中，所吹入之丙烷氣使用濃度稀釋至 $0.5\text{ vol\%}$ 與 $2.5\text{ vol\%}$ 之濃度者。再者，若換算投入熱量，則吹入 $0.5\text{ vol\%}$ 之丙烷氣大致相當於調配 $1\text{ mass\%}$ 之焦炭粉。

圖 37 係表示觀察該實驗中吹入丙烷氣時之燃燒帶形態之結果的照片。如該圖所示，吹入濃度稀釋至接近燃燒下限濃度(理論值，相對於空氣)之 $2.5\text{ vol\%}$ 的丙烷氣後不久，其於原料裝入層上燃燒，氣體燃料未進入至裝入層內而無法獲得氣體燃料供給之效果。相對於此，若使用相對於空氣而濃度稀釋至 $0.5\text{ vol\%}$ 的丙烷氣，則其於裝入層上部不燃燒，進入至裝入層內，

且於裝入層內以較快之速度燃燒。其結果，於大氣條件下燒結時之燃燒帶上下方向寬度(厚度)約為 70 mm，相對於此，吹入此種稀釋丙烷氣時之燃燒帶寬度為 150 mm，擴大至兩倍以上。其相當於高溫帶保持時間得到延長。

因此可知，即便為丙烷氣之燃燒下限濃度之 $1/5$ 濃度的 0.5 vol%，亦會表現出燃燒帶之厚度擴大效果。相反亦可知，於本發明之氣體燃料吹入技術中，若並非為經稀釋之氣體燃料，則難以控制裝入層內之燃燒。

更進一步，於該實驗中，亦對燃燒帶之下降速度(其倒數為高溫帶保持時間)進行了研究。其結果，當僅增加焦炭量時或僅吹入高溫之空氣時，下降速度大幅降低，且生產性降低，當使用經稀釋之氣體燃料時，與增加固體燃料量之例相比可加快燃燒速度，因此燃燒帶之下降速度與進行大氣燒結之情形時大致無差異。

其次，發明者等人為了調查稀釋氣體燃料朝裝入層中之供給位置之影響，將焦爐氣體(C 氣體)稀釋至 2%後用作氣體燃料，並使稀釋氣體燃料之吹入位置變化為離裝入層表面 100~200 mm 之位置、200~300 mm 之位置、300~400 mm 之位置來進行燒結鍋實驗，將實驗結果顯示於圖 38。

此處，圖 38 之橫軸中吹入位置 100~200 mm 係指如下之例，即圖中，自明確(白色)地顯示之燃燒·熔融帶移動至離裝入層表面 100 mm 之位置時、至開始自試驗鍋上方供給稀釋氣體燃

料，且該燃燒·熔融帶到達 200mm 之位置之間，吹入稀釋氣體燃料並使其燃燒，將對此時之燃燒·熔融帶(圖中，燃燒·熔融帶明確(白色)地顯示)之行進狀況進行觀察時所獲得之結果顯示於縱軸。同樣，所謂吹入位置 200~300 mm 係指自燃燒·熔融帶到達 200 mm 之位置之階段起至到達 300 mm 之間，供給稀釋氣體燃料並使其燃燒之例，另外，吹入位置 300~400 mm 係表示自燃燒·熔融帶到達 300 mm 之位置的階段起至到達 400 mm 之間，供給稀釋氣體燃料並使其燃燒之例者。又，作為比較，對使用未進行稀釋氣體燃料之吹入的習知方法時之燃燒·熔融帶行進狀況亦進行了調查。再者，由於試驗鍋之燃燒用空氣之供給與通常之燒結作業相同，係自上方流向下方，因此添加氣體燃料時，以使氣體燃料成既定濃度之方式將其添加、供給至該燃燒用空氣中。

由圖 38 可知，於燃燒·熔融帶位於離裝入層表面 100~200 mm 區域時供給稀釋氣體燃料之情況下，與習知方法相比，燃燒·熔融帶之厚度停留在稍微變大之程度。相對於此，於燃燒·熔融帶位於 200~300 mm 區域時供給稀釋氣體燃料之情況下，與習知方法相比，燃燒·熔融帶之厚度明顯增加，其位於 300~400 mm 區域時，與習知方法相比，亦有明顯之差。

由以上可知，較佳為對燃燒·熔融帶之位置到達離裝入層表面 200 mm 以下之區域的部分吹入稀釋氣體燃料。而且，對於離裝入層表面未滿 200 mm 之區域，即便不勉強地供給氣體燃

料，藉由於 200 mm 以下之區域中供給氣體燃料，亦可大幅提升該區域燒結礦之碎裂強度，因此可提升整個成品燒結礦之良率。因此，亦可實現氣體燃料成本之降低。

圖 39 係示意性地表示自裝入層表面至 200 mm 為止之上層部與 200 mm 以下之中、下層部之燃燒狀況者。該圖中所示之箭頭 A 表示燒結之行進方向(燃料方向)，圖 39(a)表示上層部(< 200 mm)之焦炭粉與氣體燃料之燃燒位置。於此情形時，於裝入層之上部由焦炭粉之燃料所形成的燃燒帶原本較狹小，該焦炭粉之燃燒帶與在該燃燒帶域中燃燒的氣體燃料之燃燒點彼此接近，因此形成如該圖之右側所揭示之溫度模式。再者，於該溫度分布中，以影線部分表示焦炭粉(固體燃料)之燃燒域，以非影線部分表示於其上方燃燒的氣體燃料之溫度域。根據該圖可知，於裝入層上部，由於同時產生焦炭與氣體燃料之燃燒(兩者彼此接近而引起燃燒)，因此由圖中 T_1 、 T_2 所示期間之高溫帶保持時間(約相當於 1200°C)如圖示變得狹小。即，成為以影線部分所表示的焦炭燃燒域稍微擴大程度之溫度分布。該情形如較佳為於燃燒·熔融帶之厚度達到 15 mm 以上後進行朝裝入層中之上述氣體燃料供給，係與原來之高溫帶保持時間較短時吹入氣體燃料之效果較低之情形相一致。

另一方面，圖 39(b)係朝中層、下層部分供給氣體燃料之情形，於中層、下層域中，隨著燃燒帶自上層朝下方移行，裝入層之溫度亦上升，且燃燒帶寬度擴大，其於較圖 39(a)之情形

更遠之位置處燃燒。其結果，成為如圖 39(b)右側所示之溫度分布。即，由於氣體燃料之燃燒點遠離以影線所示之固體燃料(焦炭)燃燒點，因此成為所合成的溫度分布曲線之底部較大之溫度分布。因此，由 T_3 、 T_4 所示之根據固體燃料與氣體燃料之燃燒的高溫帶保持時間得以延長，所獲得的燒結礦之碎裂強度得以提升。

再者，於圖 39(b)之例中，用以控制(延長)高溫帶保持時間的氣體燃料之著火溫度較佳為 $400^{\circ}\text{C} \sim 800^{\circ}\text{C}$ ，更佳為 $500 \sim 700^{\circ}\text{C}$ 。其原因在於，若使著火溫度未滿 400°C ，則不會使高溫帶擴大，而僅停留在使低溫域分布擴大，另一方面，若超過 800°C ，則過於接近藉由固體燃料之燃燒的高溫帶保持時間，僅導致最高到達溫度上升，而高溫帶保持時間之延長效果較小。

圖 40 係表示測定正進行燒結中的試驗鍋之截面溫度之結果者，左側所示之例係僅以焦炭粉進行燒結的習知燒結法之情形，右側所示之例係吹入稀薄濃度之都市煤氣(LNG)之情形。由圖 40 之結果可知，於左側之僅以焦炭粉進行燒結的習知燒結法中，儘管 1200°C 以上之溫度區域(較薄之黃色區域)較少，但存在較大之最高溫度超過 1400°C 之溫度區域(白色區域)。另一方面，於右側之吹入稀薄濃度之都市煤氣之情形中，焦炭粉於燃燒帶之下端燃燒，LNG 於其上部燃燒，且於焦炭粉之燃燒位置(燃燒帶下端)與 LNG 之燃燒位置(熔融帶上部)之間存

在若干個溫度變低之區域。藉由燃燒 LNG，使該若干個溫度變低的區域溫度達到 1200℃ 以上，雖然抑制焦炭粉使用量而使最高溫度變低，但 1200℃ 以上之溫度區域分布較廣，其結果，高溫帶保持時間得以延長。

根據上述熱像圖儀(thermviewer)之結果，以圖 41 將燒結時之溫度歷程匯總表示。與僅以焦炭粉進行燒結之情形相比，藉由吹入 LNG 而可使最高溫度為 1400℃、較佳為不超過 1380℃ 且為 1200℃ 以上之溫度區域增加至約兩倍。又，所觀察到之由兩個波峰構成之溫度模式中，因最初之波峰(原料層之上層側之波峰)係由在焦炭燃燒帶上部所吹入的 LNG 之燃燒而形成者，第二個波峰(原料層之下層側之波峰)係由焦炭之燃燒而形成者，因此推測該溫度模式係藉由該等之燃燒所帶來之溫度變化組合而產生者。即，一般認為藉由使焦炭(炭材)燃燒與所吹入的都市煤氣之燃燒於不同之位置複合產生，而控制焦炭燃燒之最高到達溫度(第二個波峰)，並藉由緊隨的 LNG 之燃燒(第一個波峰)，使連結該兩區域之間保持在 1200℃ 以上，且形成對生成燒結礦有效之燃燒·熔融帶的 1200℃ 以上之高溫保持區域得以大幅擴大，其結果，燃燒·熔融帶之高溫帶保持時間得以連續地延長，而可大幅提升成品燒結礦之強度。

其次，就供給稀釋氣體燃料來控制裝入層中之最高到達溫度(層內溫度)之方法一例加以說明。圖 42 係示意性地表示燒結時之裝入層內溫度分布者，且係說明以添加與習知燒結法相當

的 5 mass% 固體燃料(焦炭粉)時之溫度分布例為基準，將 C 氣體稀釋後吹入而使焦炭量相應地減少之本發明燒結法者。此處，曲線 a 表示添加 5 mass% 之焦炭進行燒結之習知燒結法之層內溫度與時間的關係。通常，為了延長高溫帶保持時間，而增加焦炭粉之使用量，但例如以虛線 b 表示添加 10 mass% 之焦炭粉時之曲線，雖然藉由增加焦炭量而使高溫帶保持時間自 (0-A) 擴大至 (0-B)，但最高到達溫度亦自約 1300°C 上升至約 1400°C，而無法獲得低 RDI 且高強度之燒結礦。

關於該方面，與根據本發明方法之燒結作業方法(曲線 c) 中，由於一邊將焦炭粉之使用量抑制於 4.2 mass% 一邊吹入稀釋 C 氣體，因此可將最高到達溫度抑制於 1380°C，同時高溫帶保持時間擴大至 (0-C)，因此可充分地實現於習知方法中無法實現之低 RDI、高強度燒結礦之製造的當初目的。

總之，習知燒結法係著眼於高溫帶保持時間或最高溫度控制中之任一者的作業方法。相對於此，本發明之方法係如下之作業方法，即在對焦炭粉使用量進行調整之基礎上(例如抑制於 4.2 mass%) 將最高到達溫度調整為 (1205~1380°C)，另一方面藉由吹入稀釋氣體燃料而亦調整高溫帶保持時間。再者，圖 40 之曲線 d 係表示使固體燃料使用量僅下降至 4.2 mass% 之例者，其最高到達溫度亦較低，高溫帶保持時間亦較短。

圖 43 係表示如下例中之燃燒狀況者，即作為習知燒結法而使用 5 mass% 之焦炭粉之例、及作為本發明之適合例而併用使

焦炭粉使用量為 4.2 mass%且吹入濃度稀釋至 2.0 vol%之稀釋 C 氣體之例。由該圖之熱像圖儀可知，於習知方法中產生超過 1400°C 之燃燒狀況。另一方面，可知當進行使焦炭粉之使用量止於 4.2 mass%，並吹入濃度為 2 vol%之 C 氣體的本發明時，1400°C 區域消失，可將最高到達溫度抑制於 1380°C 以下，同時可實現高溫帶保持時間之延長。

圖 44 係表示於投入熱量固定之條件下，藉由吹入經稀釋之丙烷氣所引起之裝入層內溫度(a)、排氣溫度(b)、通風量(c)、排氣組成(d)之經時變化者。再者，於上述試驗鍋中，裝入層內溫度係藉由安裝於裝入層表面下 400 mm(裝入層厚 600 mm)之位置的熱電偶所測定的值，又，於試驗鍋之圓周方向，且離中心部與壁 5 mm 之兩個部位進行測定。由該等圖可確認，藉由吹入經稀釋之丙烷氣，燒結原料被加熱至 1205°C 以上，且熔融時間(高溫帶保持時間)增加至兩倍以上，但最高到達溫度並未上升。又，藉由將丙烷氣作為稀釋氣體燃料吹入，排氣中之氧氣濃度下降，推測氧氣有效地用於燃燒反應中。

又，圖 45 係表示對比吹入經稀釋之丙烷氣(0.5 vol%)時與增加焦炭量(10 mass%)時之裝入層內溫度(a)、(a')及排氣濃度(b)、(b')的經時變化者。由該等圖可知，當使焦炭粉之使用比例倍增時，其 1200°C 以上之高溫帶保持時間與吹入濃度稀釋至 0.5 vol%之丙烷氣時大致相等，最高到達溫度超過 1380°C。又，可確認到藉由增加焦炭粉之量，排氣中之 CO₂ 濃度自

20 vol%大幅上升至 25 vol%，CO 濃度亦增加，焦炭粉對於燃燒之貢獻之比例下降。

其次，以表 13 中所示之條件進行燒結實驗，並調查對作業狀況或燒結礦之品質所帶來之影響。實驗 No.1 之條件係調配 5 mass%燒結原料中之焦炭的現狀基本條件，實驗 No.2 之條件係使焦炭粉下降 1 mass%而變成 4 mass%，且吹入 0.5 vol%之丙烷氣來替代其之投入熱量固定條件，實驗 No.3 之條件係調配 10 mass%焦炭粉之條件，實驗 No.4 之條件係以驗證與保熱爐(日本專利特開昭 60-155626 號公報)之差異為目的而吹入 450°C 之高溫氣體之條件。

[表 13]

試驗 No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
焦炭粉比例(相對於原料, mass%)	5	4	10	5
丙烷氣濃度(相對於空氣, vol%)	0	0.5	0	0
保熱爐(吹入 450°C 之熱風)	OFF	OFF	OFF	ON

圖 46 係將該等試驗中之各種特性試驗結果匯總者。由該圖可知，藉由吹入經稀釋之丙烷氣，雖然燒結時間稍微延長，但良率及碎裂強度(SI)、生產率均得到改善，同時還原粉化性(RDI)及被還原性(RI)亦得到大幅改善，由此可確認到藉由使稀釋氣體燃料之吹入合理化，除可改善生產率或良率以外，亦可實現燒結礦之高品質化。

相對於此，當僅使焦炭粉增加至 10 mass%時，不僅燒結時間延長，最高到達溫度亦上升至必要溫度以上，因此反而生成較多低強度之非晶質矽酸鹽，碎裂強度與良率均大幅下降。

又，於吹入 450°C 高溫氣體之例中，碎裂強度與良率之改善效果較小，與迄今為止之商業設備中結果大致一致。

由以上說明可知，當使用經稀釋之氣體燃料時，該氣體於裝入層內燃燒，而致使該層內之燃燒帶擴大，同時藉由燒結原料中焦炭之燃燒熱與經稀釋之丙烷氣之燃燒熱的相乘作用，而形成較寬之燃燒帶。其結果，最高到達溫度不會過於上升而可延長高溫帶保持時間。

其次，發明者等比對習知之方法(5 mass%、10 mass%之焦炭，吹入熱風)，就藉由吹入經稀釋之氣體燃料對成品燒結礦之被還原性、冷強度等之影響進行了調查。測定之項目為成品燒結礦中之礦物組成比例(對冷強度與被還原性產生影響)、外觀比重(對冷強度產生影響)、0.5 mm 以下之氣孔徑分布(對被還原性產生影響)。

圖 47 係表示對利用粉末 X 射線繞射法(X-ray diffractometry)而定量化之成品燒結礦中礦物相的組成比例進行調查之結果者。由該圖可知，當於使投入熱量固定(焦炭 4 mass%+丙烷氣 0.5 vol%)之前提下併用固體燃料與稀釋丙烷氣時，穩定地生成鐵酸鈣。而且，一般認為此時會帶來被還原性之提升及冷強度之增加。

圖 48 係表示對有無吹入丙烷氣所引起成品燒結礦之外觀比重之變化進行測定的結果者，又，圖 47 係表示利用汞壓入式細孔計對有無吹入丙烷氣時 0.5 m 以下之氣孔徑分布變化進行

測定的結果者。根據圖 48 可知，藉由吹入經稀釋之丙烷氣，外觀比重變大。一般認為其原因在於，藉由吹入丙烷氣，亦自造粒粒子外側進行加熱，結果促進融液流動而使 0.5 mm 以上之氣孔率降低，該結果有助於提升冷強度。又，根據圖 49 可知，於使投入熱量固定之前提下吹入稀釋丙烷氣，藉此 0.5 mm 以下之氣孔徑分布增加。其原因在於，因燒結原料粒子中之熱源減少，對被還原性產生影響之源於礦石之 500 μm 以下微細氣孔變得易於殘留，其結果，一般認為可製造高被還原性燒結礦。

圖 50 係表示僅使用焦炭時(a)、與併用焦炭及稀釋氣體燃料時(b)之燒結行為之示意圖者。如該圖所示，於習知之僅使用焦炭之燒結中，藉由焦炭粉之燃燒而自準粒子內部進行加熱，相對於此，於如本發明之併用焦炭＋氣體燃料之方法中，藉由氣體燃料之燃燒而亦自準粒子外部進行加熱，因此可推測礦石內之微細氣孔變得易於殘留，雖然 RDI 較低，但可使還原率(RI)較高。

圖 51 係示意性地表示吹入經稀釋之氣體燃料時的燒結礦之氣孔分布的變化者。如該圖所示，促進對良率與冷強度產生影響之 0.5~5 mm 徑之氣孔之合體來減少其數量、及增加對通氣性產生影響之 5 mm 徑以上之氣孔之比例對於提升燒結礦之生產性有效。又，為了提升燒結礦之被還原性，較理想的是形成使主要存在於鐵礦石中之 0.5 mm 以下之微細氣孔較多地殘留

之氣孔構造。關於該點，根據本發明，可認為藉由吹入經稀釋之氣體燃料，可實現接近理想的燒結礦之氣孔構造。

圖 52 係表示把握可維持所需冷強度之極限焦炭比之試驗的結果者。此處，上述極限焦炭比係定義為：使碎裂強度(SI)與不使用經稀釋之丙烷氣時所獲得之最大值(73%)相等的焦炭添加量。如該圖所示，藉由吹入經稀釋之 0.5 vol%之丙烷氣，可獲得與現狀相同之冷強度(碎裂強度 73%)之焦炭比係如圖 52(a)所示，自 5 mass%減少至 3 mass%(約 20 kg/t)。又，如圖 52(b)、(c)所示，可知用以獲得 74%之良率及 $1.86\text{t/hr}\cdot\text{m}^2$ 之生產率的焦炭比分別自 5 mass%下降至 3.5 mass%。

由以上說明可知，本發明係於燃燒·熔融帶隨著托板之行而自裝入層之表層朝下層移動期間，選擇合適之位置供給對應於所含之炭材量而適當地稀釋的氣體燃料，藉此可產生如擴大裝入層內之燃燒·熔融帶之功能的作用，而可實現燒結礦之品質改善、生產性之提升。

[實施例 1]

使用如圖 28 所示之試驗鍋，並使用稀釋至 1~2.5 vol%之焦爐氣體(C 氣體)作為氣體燃料，且使其他條件與上述實驗條件(0099 段落)相同，進行含有 5 mass%之炭材(焦炭)之燒結原料的燒結鍋試驗。將其結果顯示於圖 51。如該圖所示，可知當根據本發明之方法使用經稀釋之 C 氣體時，若使 C 氣體之濃度上升，則燃燒帶之寬度(厚度)顯著擴大，而且良率或生產率

得以提升，同時亦可改善冷強度(SI)。

[實施例 2]

使用稀釋至 0.02~0.5 vol%之丙烷氣作為稀釋氣體燃料，且使其他條件與實施例 1 相同，進行含有 5 mass%之炭材(焦炭)之燒結原料的燒結鍋試驗。將其結果顯示於圖 52。由該圖可知，當根據本發明之方法使用經稀釋之丙烷氣時，若使該丙烷氣之濃度上升，則燃燒帶之寬度(厚度)顯著擴大，而且良率或生產率得以提升，同時亦可改善冷強度(SI)。

[實施例 3]

使用如圖 28 所示之試驗鍋，如表 14 所示，於由使焦炭粉之含量(附加數)變化為 4.9 mass%與 4.8 mass%之兩種水準之燒結原料構成的裝入層中，自鍋之上方，吹入藉由冷卻器排氣而使濃度稀釋至 1.0 vol%與 2.0 vol%(相對於空氣)之兩種水準的焦爐氣體(C 氣體)，並進行燒結鍋試驗(No. 2~7)。又，作為比較例，於將焦炭粉之含量(附加數)設為 5.0 mass%，且不吹入稀釋氣體之例(No. 1)中亦同樣進行燒結鍋試驗。再者，於該實施例中，將裝入試驗鍋中之燒結原料之總厚度設為 600 mm，於其上層部之 400 mm 處疊層含有上述焦炭粉之燒結原料，且於其下層之 200 mm 處疊層返礦。

又，當燃燒·熔融帶之位置分別位於離裝入層表面 100~200 mm、200~300 mm、300~400 mm 之位置時，以 1200 mmAq(差壓 1000 mmAq)之抽吸壓力將上述經稀釋之 C 氣體導入至裝入

層中。再者，關於上述稀釋 C 氣體之吹入位置，當將 DL 燒結機之全長設為 80 m 時，吹入位置為 100~200 mm 係指 $80(\text{m}) \times 100 \sim 200 / 600(\text{mm}) = 13.3 \sim 26.6(\text{m})$ 之位置、即相當於如下之例，朝向托板行進方向，於離托板之移動起點 13.3~26.6 m 之間設置長度為 13.3 m 之氣體燃料供給裝置並吹入稀釋氣體燃料，進行燒結作業。同樣地，吹入位置為 200~300 mm 相當於如下之例，於離托板之移動起點 26.6~39.9 m 之位置設置長度為 13.3 m 之氣體燃料供給裝置來進行燒結作業，吹入位置為 300~400 mm 相當於如下之例，於離托板之移動起點 39.9~53.2 m 之位置設置長度為 13.3 m 之氣體燃料供給裝置來進行燒結作業。

[表 14]

〈實施條件〉

實施 No.		1	2	3	4	5	6	7
條件								
原料調配比例	Yandi(-8 mm)	33.76	33.76	33.76	33.76	33.76	33.76	33.76
	Carajas(-8 mm)	33.76	33.76	33.76	33.76	33.76	33.76	33.76
	矽石(-1 mm)	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24
	生石灰	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52	1.52
	石灰石(-3 mm)	8.72	8.72	8.72	8.72	8.72	8.72	8.72
	返礫	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
(mass%)		(5.0)	(4.9)	(4.9)	(4.9)	(4.8)	(4.8)	(4.8)
氣體吹入條件	吹入氣體	無(基礎原料)	C 氣體	C 氣體	C 氣體	C 氣體	C 氣體	C 氣體
	濃度(vol%，相對於空氣)	-	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
	供給位置(將表面設為 0 mm)	-	100~200 mm	200~300 mm	300~400 mm	100~200 mm	200~300 mm	300~400 mm
層厚(mm)		400	400	400	400	400	400	400
差壓(mmAq)		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
備註								

* 焦炭之比例為附加數。

表 15 係表示上述燒結鍋試驗之結果者。根據該結果可知，與未吹入氣體燃料之比較例之 No. 1 相比，吹入氣體燃料之本發明例 No. 2～No. 7 之燒結礦冷強度(SI 強度)或良率均得以提升，尤其，於氣體燃料之吹入位置為裝入層之中段以下、即 No. 3、4、6、7 之例中，改善十分顯著。又，可知於將焦炭量設為 4.9 mass%，將 C 氣體濃度設為 1 vol%之條件下，生產率變得最高。又，關於稀釋氣體燃料之吹入(供給)位置對燒結礦之品質所帶來之影響，可知當燃燒·熔融帶之位置位於離裝入層表面 200～300 mm 之中段位置時進行氣體燃料之供給對於還原率(RI)、還原粉化率(RDI)最有效。

[表 15]

〈實施結果〉

實施 No.		1	2	3	4	5	6	7
結果								
原料水分(%)		6.70	6.93	6.84	7.20	7.04	7.24	7.19
裝入濕量(wet・kg)		12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	13.0	13.0
裝入濕密度(wet・ton/m ³)		1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.84	1.84
裝入乾量(dry・kg)		11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	12.1	12.1
裝入乾密度(dry・ton/m ³)		1.68	1.67	1.67	1.67	1.67	1.71	1.71
點火前風壓(mmH ₂ O)		981	981	974	979	995	978	963
排氣溫度(℃)		283	320	323	323	305	320	331
煅燒量(kg)		10.4	10.5	10.3	10.5	10.4	10.6	10.9
成品量(kg)		7.5	7.6	7.3	7.3	7.3	7.5	7.7
SI強度(%)		68.9	70.3	73.1	72.9	69.3	74.1	73.8
成品良率(%)		71.2	72.0	72.6	72.7	69.9	73.5	75.5
燒結時間(分鐘)		15.9	15.9	14.6	14.9	14.8	15.9	16.3
生產率(t/h/m ²)		1.59	1.61	1.74	1.73	1.67	1.71	1.68
位置 (mm)	100～	1250	1240	1240	1240	1230	1230	1230
	200	30	33	30	30	35	30	30
	200～	1290	1280	1280	1280	1270	1270	1270
	300	45	45	60	45	45	80	45
	300～	1360	1330	1330	1330	1320	1320	1320
還原率(RI)	400	60	50	60	100	60	70	120
	最高到達溫度(℃)							
	高溫帶保持時間(>1200℃)(秒)	67.4	78.1	85.4	76.3	74.4	77.7	76.6
	最高到達溫度(℃)							
	高溫帶保持時間(>1200℃)(秒)	29.3	31.6	30.8	32.2	29.9	30.9	30.0
還原粉化率(RDI)		59.5	59.0	59.7	59.6	59.7	59.7	59.6
T.Fe(%)		9.8	9.3	10.1	9.5	8.9	9.5	9.5
FeO(%)								

[實施例 4]

將本發明燒結礦製造方法應用於日產量兩萬噸規模之 DL 型燒結機中。所使用的 DL 燒結機之機長自點火爐至排礦部為 90 m，於該燒結機之點火爐後方約 30m 之位置，且於裝入層上方 500 mm 之高度，設置具有如下構造之氣體燃料供給裝置，即該氣體燃料供給裝置係沿托板行進方向平行設置有 9 根長度(托板行進方向)為 15 m 之氣體燃料供給管，並於每根管上以 100 mm 之間隔安裝 149 個(共計 1341 個)朝下方噴出氣體燃料之噴嘴，將都市煤氣作為氣體燃料自該噴嘴高速地朝大氣中噴出，形成都市煤氣濃度為 0.8 vol%之稀釋氣體燃料後將其供給至裝入層上。再者，使裝入層之總厚度疊層為 600 mm(其中，上層 400 mm 處為含 4.2 mass%之焦炭粉的燒結原料)，上述氣體燃料之供給位置相當於燃燒·熔融帶位於 200~300mm 之位置時。利用燒結機托板下方風箱之抽吸負壓控制，將以上述方式所供給之稀釋氣體燃料抽吸·導入至裝入層中，使其通過燒結層而在位於上述位置之燃燒·熔融帶中燃燒。再者，此時 C 氣體之使用量為 3000 m³(標準狀態)/hr。

利用該實際燒結機進行作業之結果，總體而言，所獲得之燒結礦之滾筒強度(TI)較通常作業時提升約 3%，還原粉化性(RDI)較通常作業時之還原粉化性改善約 3%，還原率(RI)亦較通常作業時改善約 4%。而且，生產率增加 0.03 t/hr·m²，而可確認本發明之效果。

本發明之技術作為製鐵用，尤其作為用作高爐用原料之燒結礦之製造技術而有用，但亦可作為其他礦石造塊技術。

【圖式簡單說明】

圖 1 係說明燒結過程之圖。

圖 2 係說明燒結層內之壓損與溫度分布之圖。

圖 3 係對高生產時與低生產時之溫度分布進行比較之說明圖。

圖 4(a)至(c)係燒結機內之溫度分布與良率分布之圖表。

圖 5(a)及(b)係說明本發明氣體燃料供給裝置構造例之圖。

圖 6(a)及(b)係說明本發明氣體燃料供給裝置其他構造例之圖。

圖 7(a)及(b)係說明調查氣體燃料供給位置對於燒結塊影響之實驗之圖。

圖 8 係說明本發明朝鉛直下方噴出氣體燃料之方法之圖。

圖 9 係說明本發明朝水平方向噴出氣體燃料之方法之圖。

圖 10 係說明本發明朝斜上方噴出氣體燃料並利用擋板進行混合之方法之圖。

圖 11 係說明本發明將氣體燃料朝多個方向分散地噴出之方法之圖。

圖 12 係表示本發明氣體燃料噴出速度、噴嘴徑對稀釋氣體之濃度分布所帶來影響之圖。

圖 13 係說明本發明側風對氣體燃料供給所帶來影響之圖。

圖 14(a)及(b)係說明本發明隔層對於側風效果之圖。

圖 15 係說明風罩下端密封構造之圖。

圖 16 係說明風罩下端密封構造之圖。

圖 17 係說明本發明用於分析之氣體燃料供給裝置與設置於其上方的風罩之模型之圖。

圖 18 係表示本發明氣體燃料濃度分布之分析結果之圖。

圖 19 係表示本發明壓力分布之分析結果之圖。

圖 20 係表示本發明氣體流速分布之分析結果之圖。

圖 21 係表示本發明氣體流速之向量線圖之圖。

圖 22 係說明本發明側風對策之例之圖。

圖 23 係說明本發明側風對策之其他例之圖。

圖 24 係說明本發明側風對策之其他例之圖。

圖 25 係說明本發明側風對策之其他例之圖。

圖 26 係說明本發明側風對策之其他例之圖。

圖 27 係說明本發明氣體燃料供給過程之圖。

圖 28 係表示由 M 氣體吹入所帶來試驗鍋內之燃燒熔融帶變化之圖(照片)。

圖 29(a)至(d)係說明進行 M 氣體吹入時之燒結作業條件、及對燒結礦之特性所帶來影響之圖。

圖 30 係說明求得高爐氣體燃燒極限之方法之圖。

圖 31 係表示甲烷氣燃燒下限濃度之溫度依存性之圖。

圖 32 係說明大氣中常溫下氣體燃料之燃燒成分(燃燒氣體)

濃度與溫度之關係之圖。

圖 33 係表示本發明吹入稀釋氣體燃料之效果與氣體種類之關係之圖。

圖 34(a)至(d)係表示本發明吹入丙烷氣時之氣體濃度與碎裂強度、良率、燒結時間、生產之關係之圖。

圖 35 係說明燒結反應之圖。

圖 36 係說明骸晶狀次級赤鐵礦生成過程之狀態圖。

圖 37 係觀察吹入稀釋丙烷氣時之燃燒帶形態之圖(照片)。

圖 38 係表示吹入位置對燃燒狀況所帶來影響之圖(照片)。

圖 39(a)及(b)係說明吹入位置對燃燒狀況所帶來影響之圖。

圖 40 係使用熱像圖儀比較習知燒結法與吹入稀釋氣體之本發明方法中的使用石英玻璃製試驗鍋之燒結試驗中燃燒狀況之圖(照片)。

圖 41 係比較習知燒結法與吹入稀釋氣體之本發明方法中之石英玻璃製試驗鍋內之溫度分布之圖。

圖 42 係說明燒結時裝入層內之溫度分布之示意圖。

圖 43 係比較僅使用焦炭粉時與併用焦炭粉及吹入稀釋 C 氣體時燃燒狀況之說明圖。

圖 44(a)至(d)係表示於投入熱量固定之條件下，藉由吹入經稀釋之丙烷氣所引起裝入層內溫度、排氣溫度、通風量、排氣組成之經時變化之圖表。

圖 45(a)、(b)、(a')、(b') 係表示吹入經稀釋之丙烷氣(0.5 vol%)時與僅增加焦炭量(10 mass%)時之裝入層內溫度與排氣濃度之經時變化之圖。

圖 46 係表示各種吹入條件下燒結特性試驗結果之圖表。

圖 47 係表示各種吹入條件下成品燒結礦中礦物相之組成比例變化之圖。

圖 48 係表示有無吹入丙烷氣所引起成品燒結礦之外觀比重變化之圖。

圖 49 係表示有無吹入丙烷氣所引起之由汞壓入式細孔計測定之 0.5 mm 以下之氣孔徑分布變化之圖。

圖 50(a)及(b)係表示僅使用焦炭時與併用焦炭及稀釋氣體燃料時之燒結行為之示意圖。

圖 51 係表示吹入經稀釋之氣體燃料時燒結礦之氣孔分布變化之示意圖。

圖 52(a)至(c)係表示把握可維持冷強度之極限焦炭比的實驗結果之圖。

圖 53 係表示實施例 1 之結果之圖(照片)。

圖 54 係表示實施例 2 之結果之圖(照片)。

【主要元件符號說明】

- | | |
|-----|-------|
| 1 | 漏斗 |
| 2、3 | 圓筒混合機 |
| 4、5 | 加料斗 |

6	筒式給料機
7	切斷滑槽
8	托板
9	裝入層
10	點火爐
11	風箱
12	氣體燃料供給裝置
12a	氣體燃料供給管
12b	噴嘴

公告本**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：097146732

※申請日：97/12/02

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

C22B 1/16 (2006.01)

F27B 21/00 (2006.01)

燒結礦之製造方法及燒結機

二、中文發明摘要：

一種燒結礦之製造方法，其包括：裝入步驟，將含有粉礦石與炭材之燒結原料裝入循環移動之托板上，並於托板上形成燒結原料之裝入層；點火步驟，使用點火爐對裝入層表面之炭材點火；稀釋氣體燃料生成步驟，將氣體燃料朝裝入層上方之空氣中供給來進行稀釋，而獲得燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料；以及燃燒步驟，利用配置於托板下的風箱之抽吸力將上述稀釋氣體燃料與空氣抽吸至裝入層內，使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒，同時利用抽吸至裝入層內之空氣使該裝入層內之炭材燃燒，藉此生成燒結塊。

三、英文發明摘要：

八、圖式：

圖 1

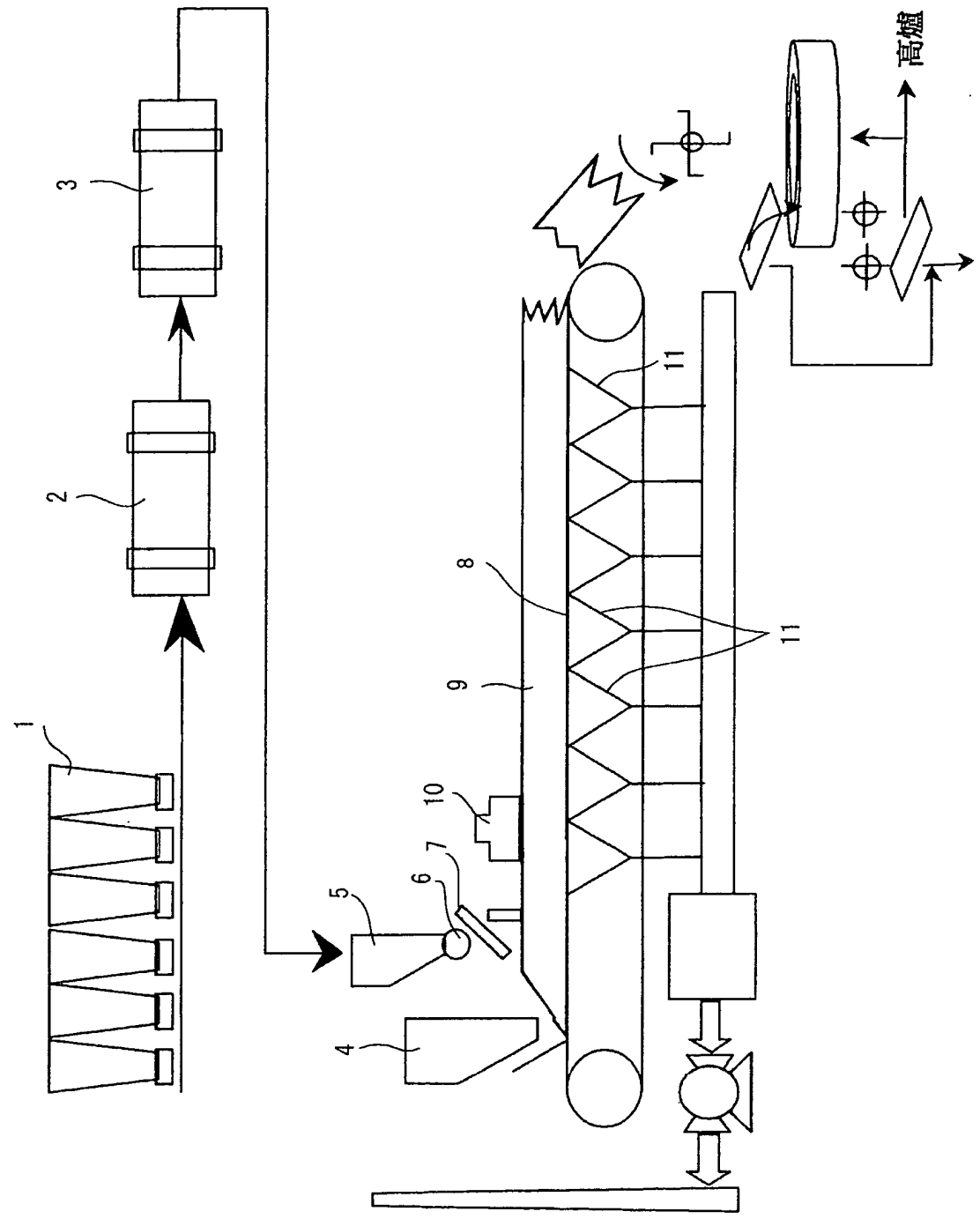


圖 2

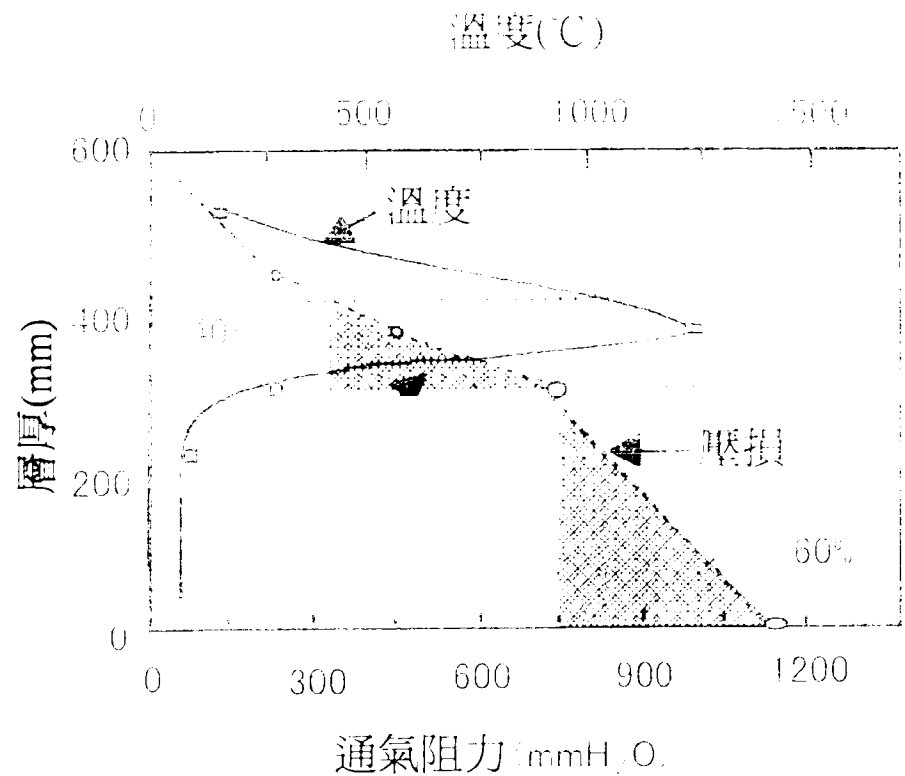


圖 3

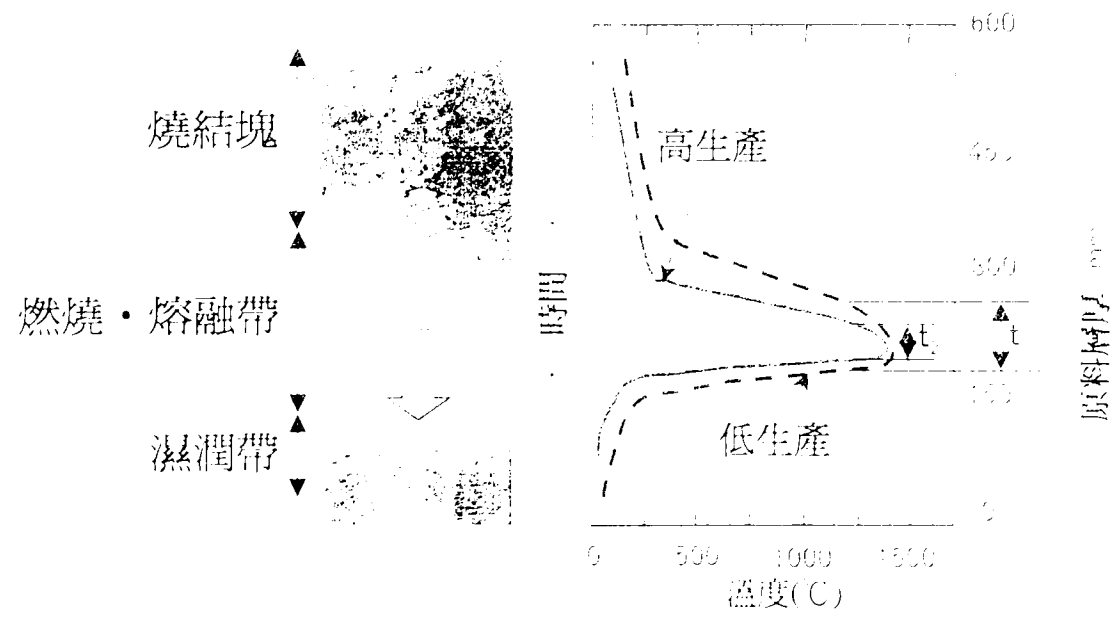


圖 4

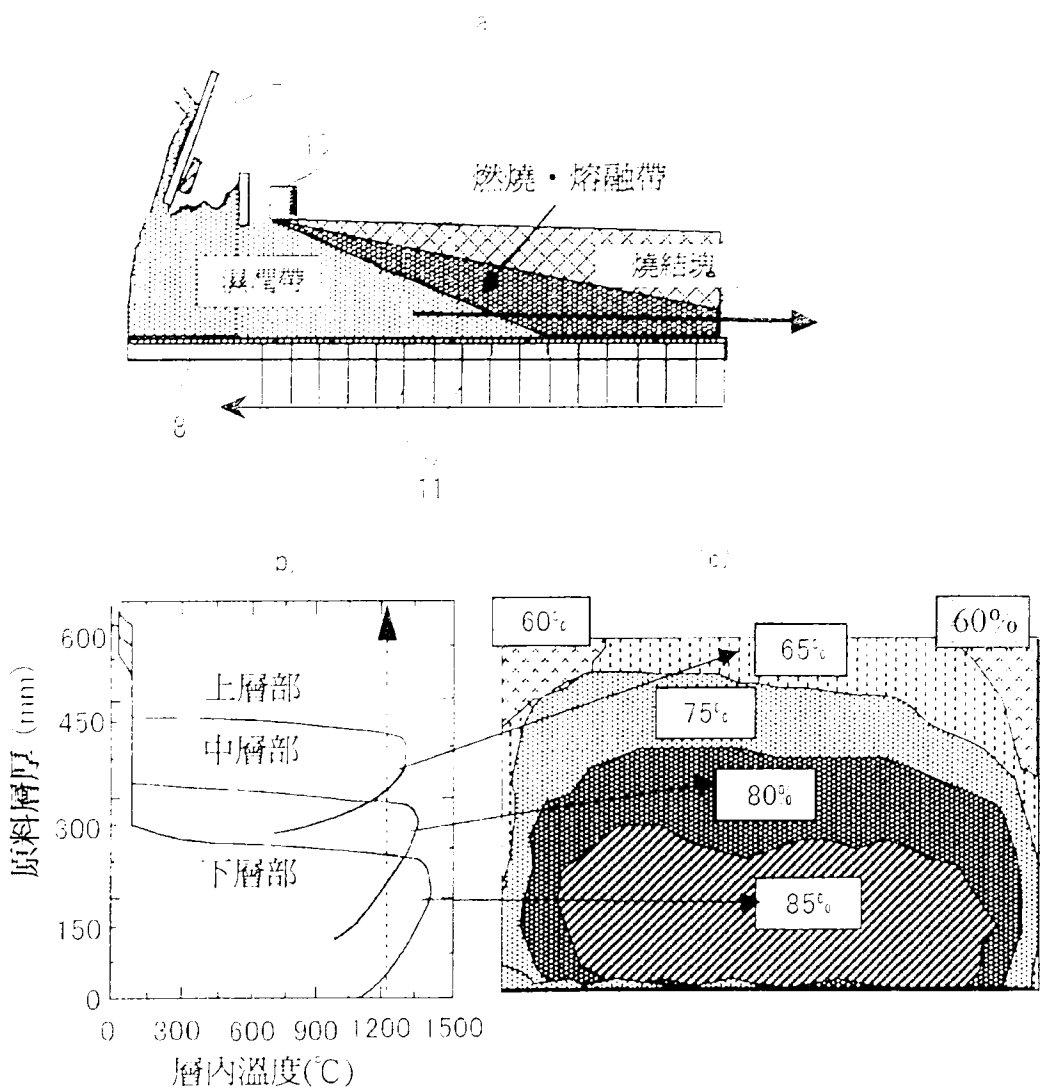


圖 5

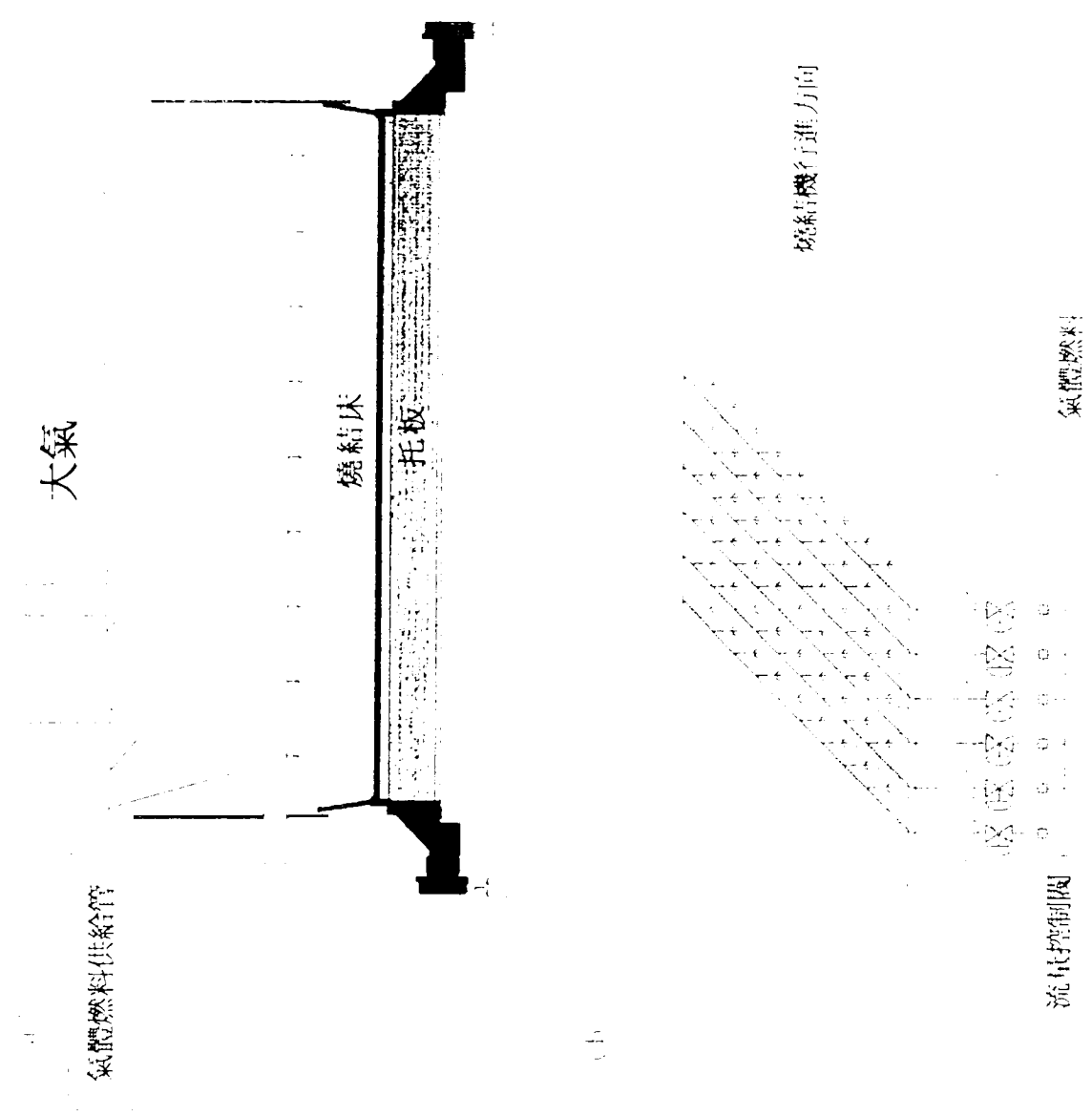


圖 6

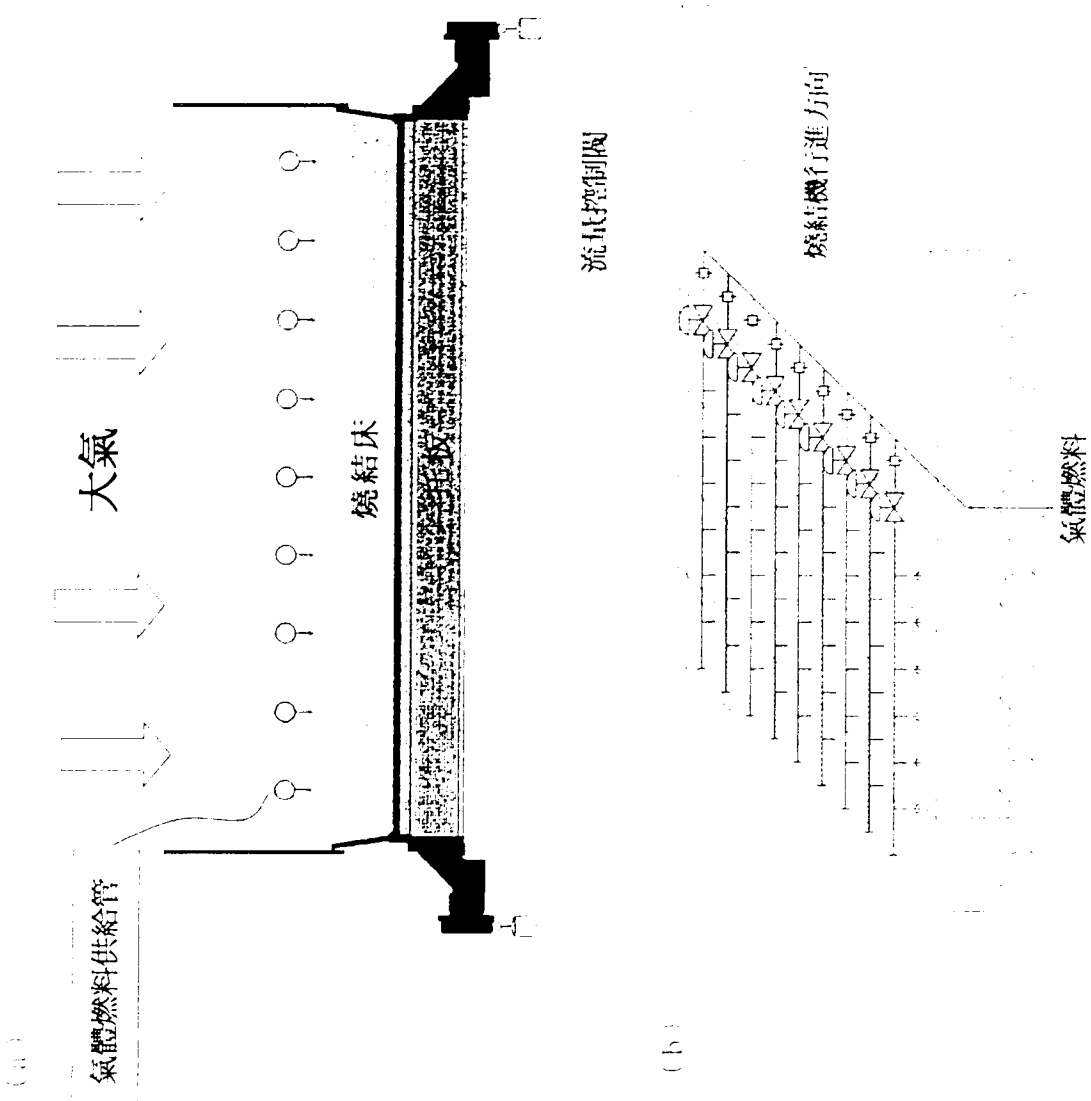


圖 7

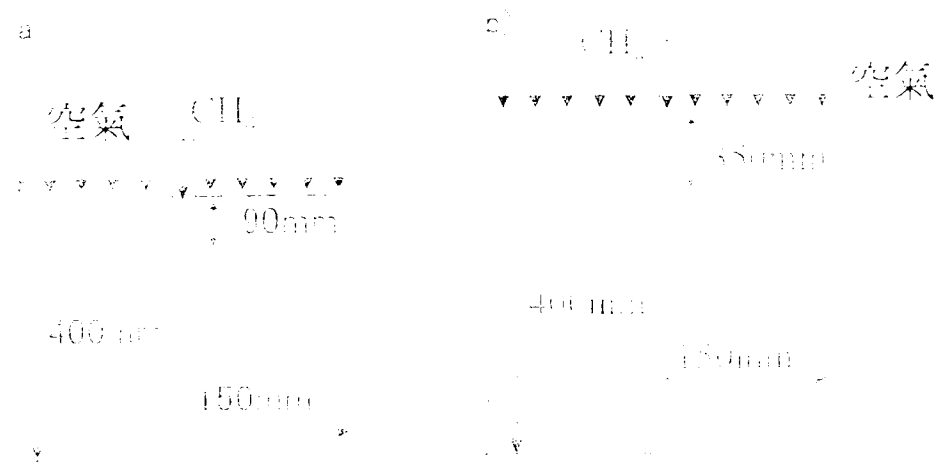
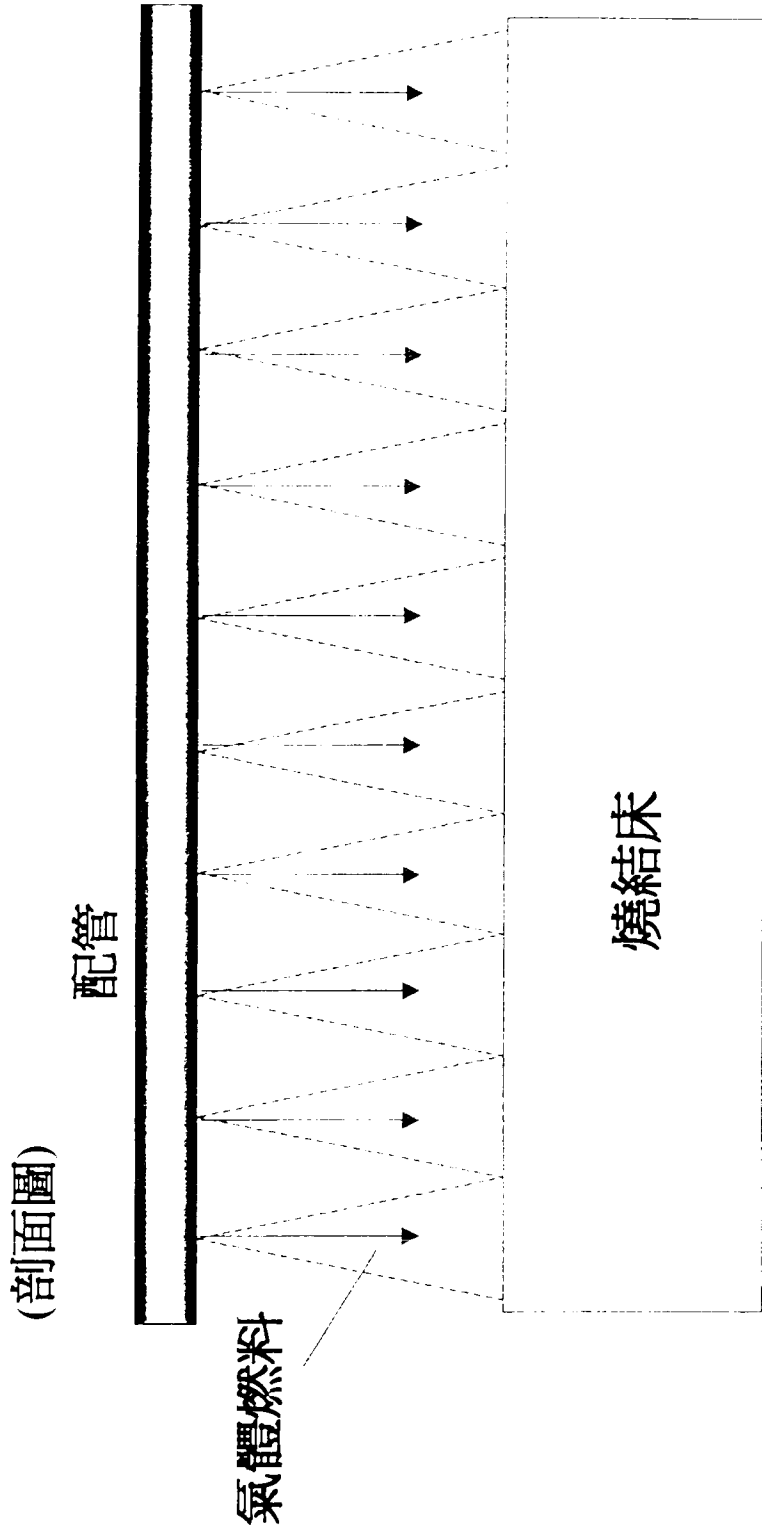


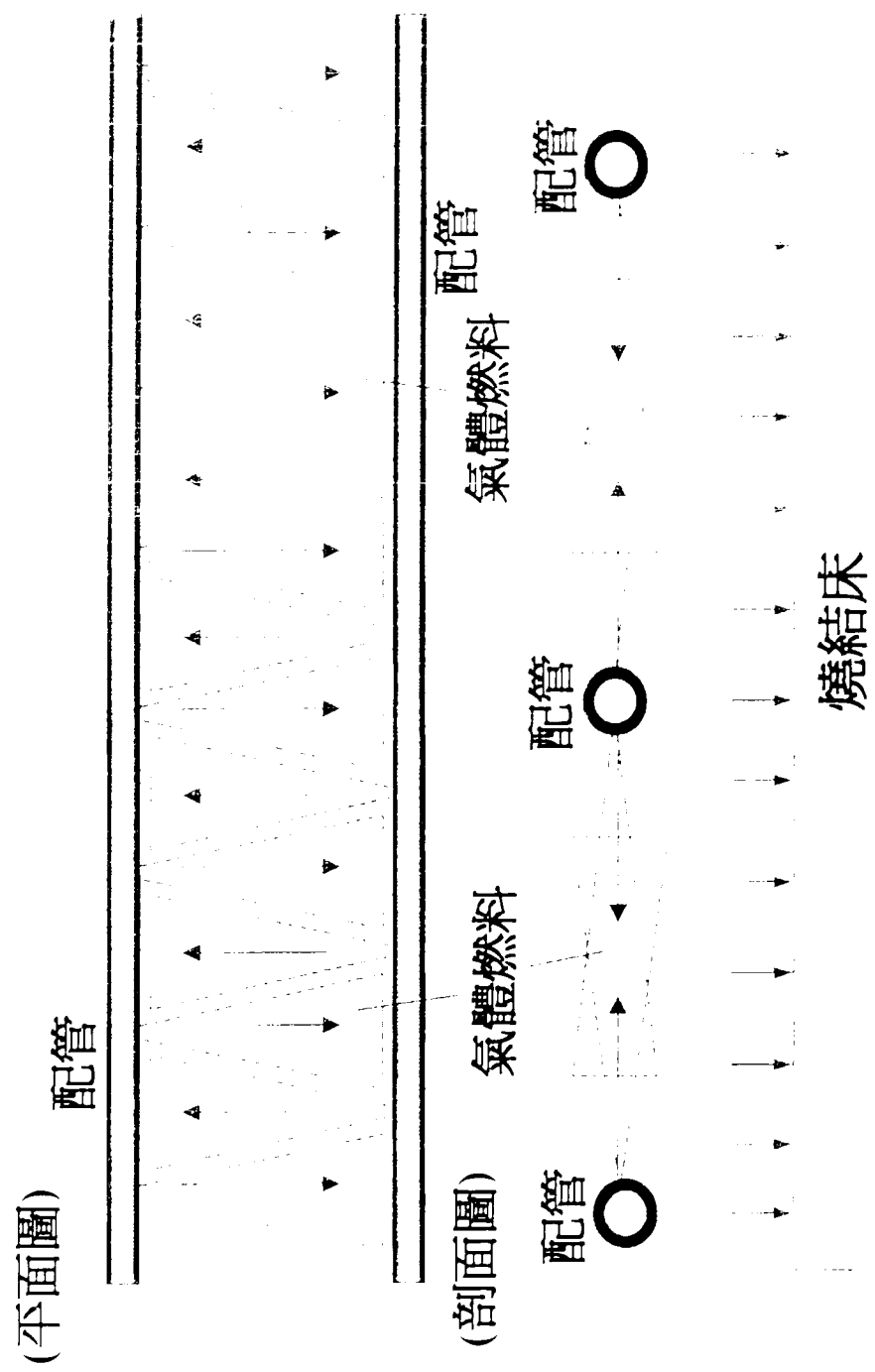
圖 8

氣體吹入方向：鉛直下方



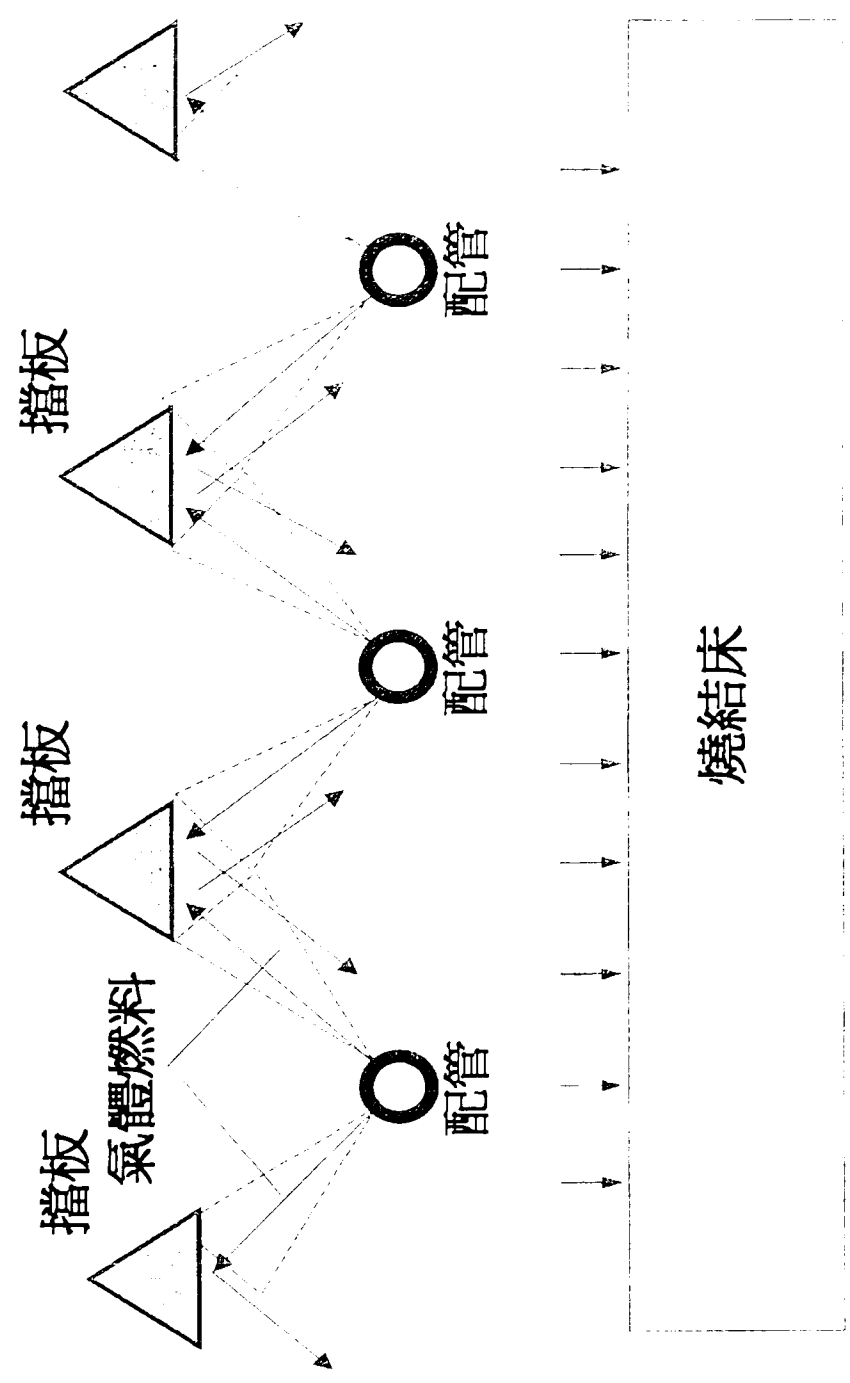
氣體吹入方向：水平方向

圖 9



氣體吹入方向：斜上方(利用擋板混合)

圖 10



氣體吹入方向：分散向下(多方向吹入)

圖 11

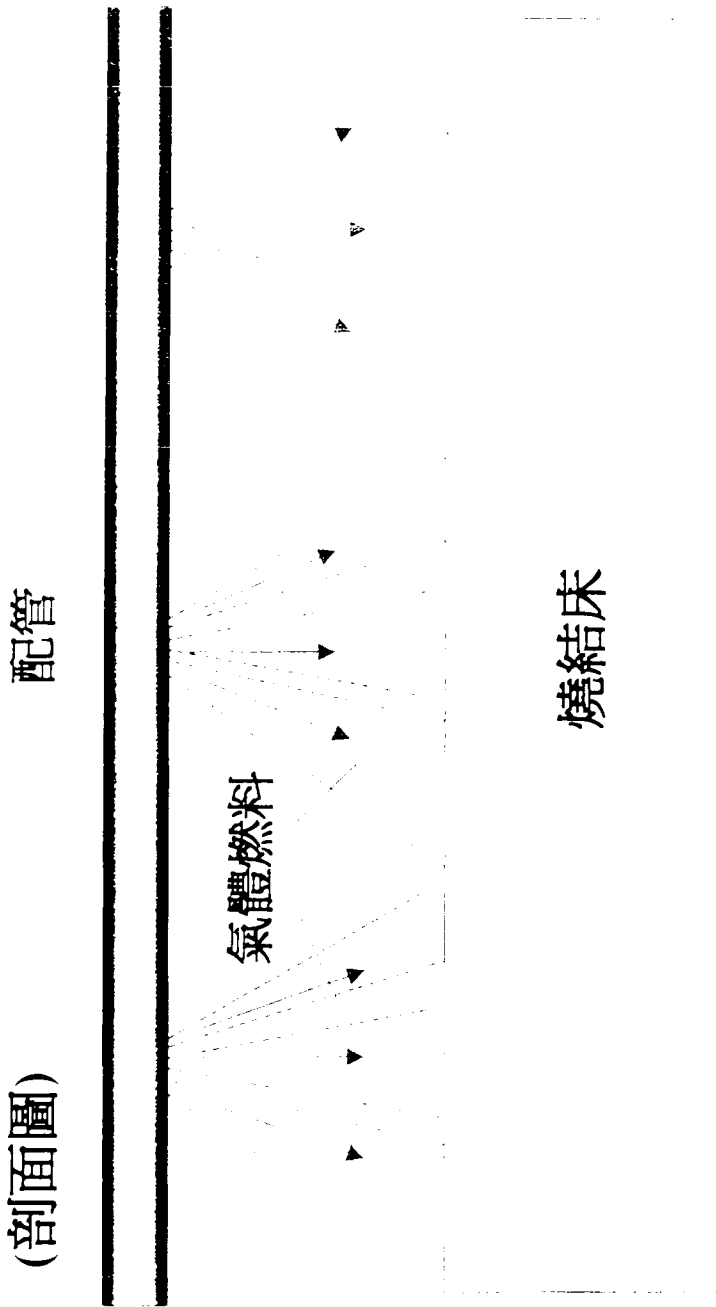


圖 12

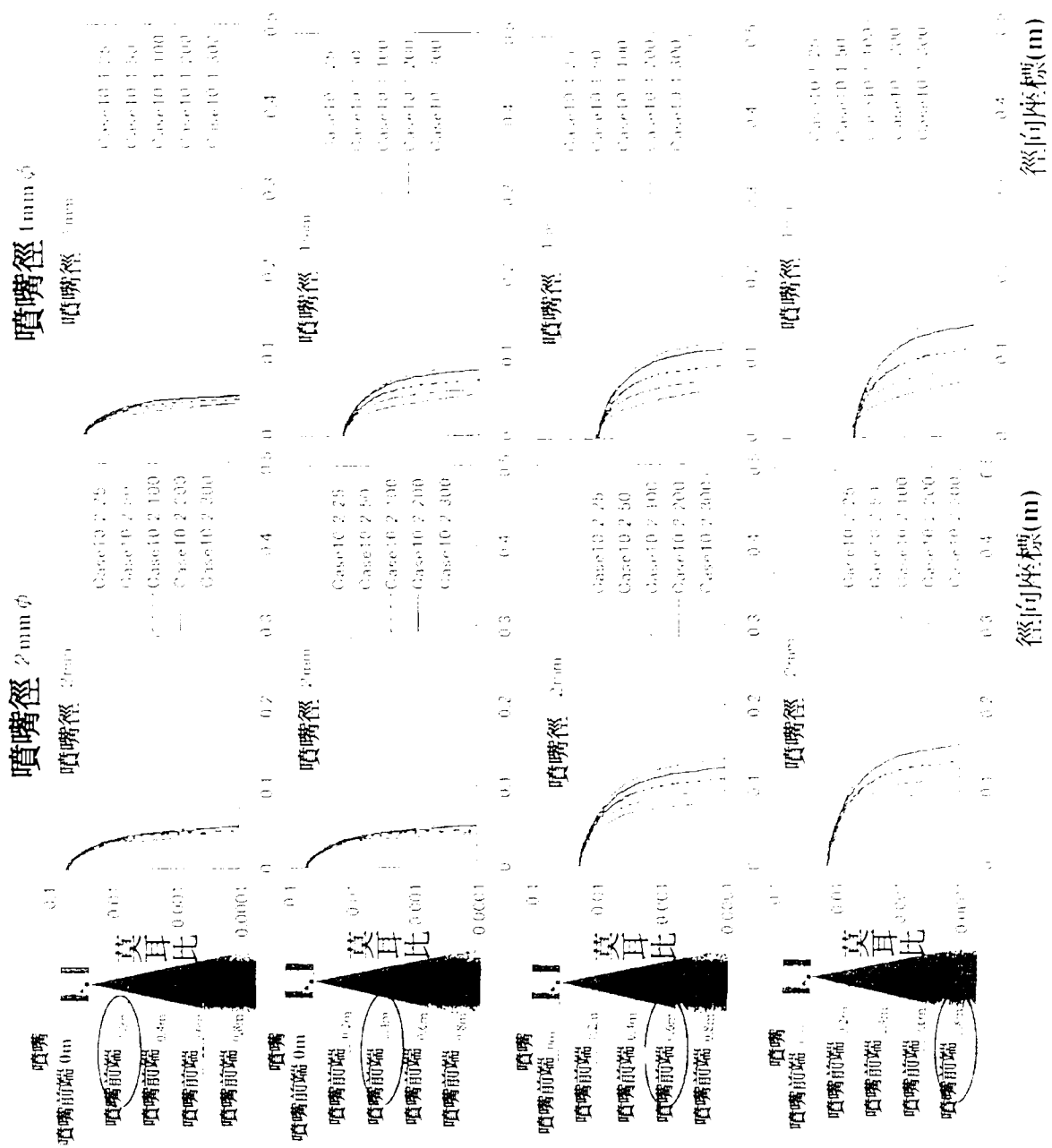
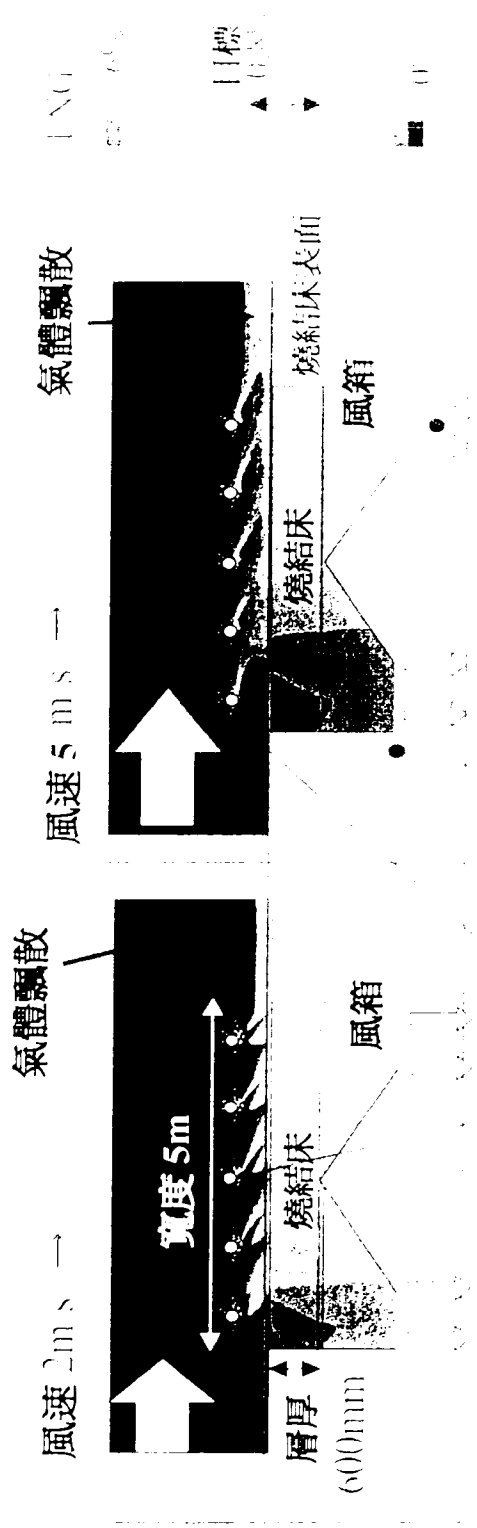
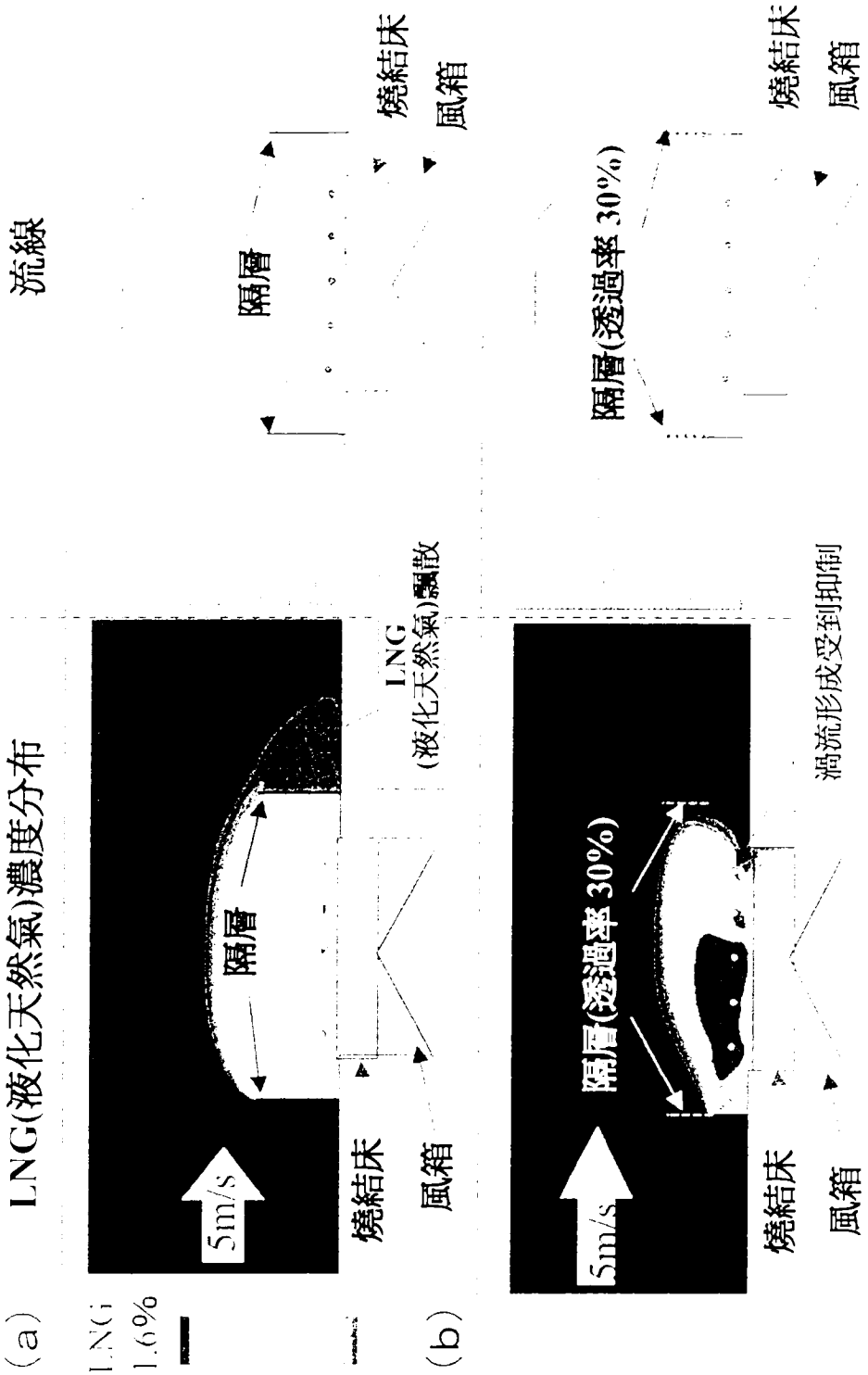


圖 13



- 1 噴嘴徑・噴出流速・角度・噴嘴高度
8mm ϕ ・25m/s・向下 45°・400mm
- 2 燒結床內有效擴散
1000mm ϕ × 100mm
- 3 抽吸空氣流速
10m/s、無寬度方向分布

圖 14



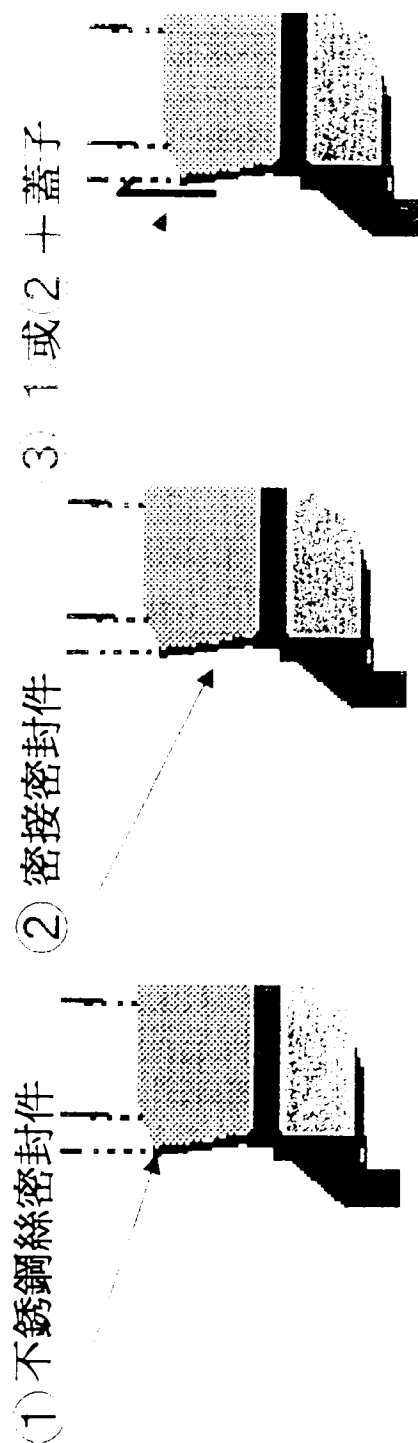
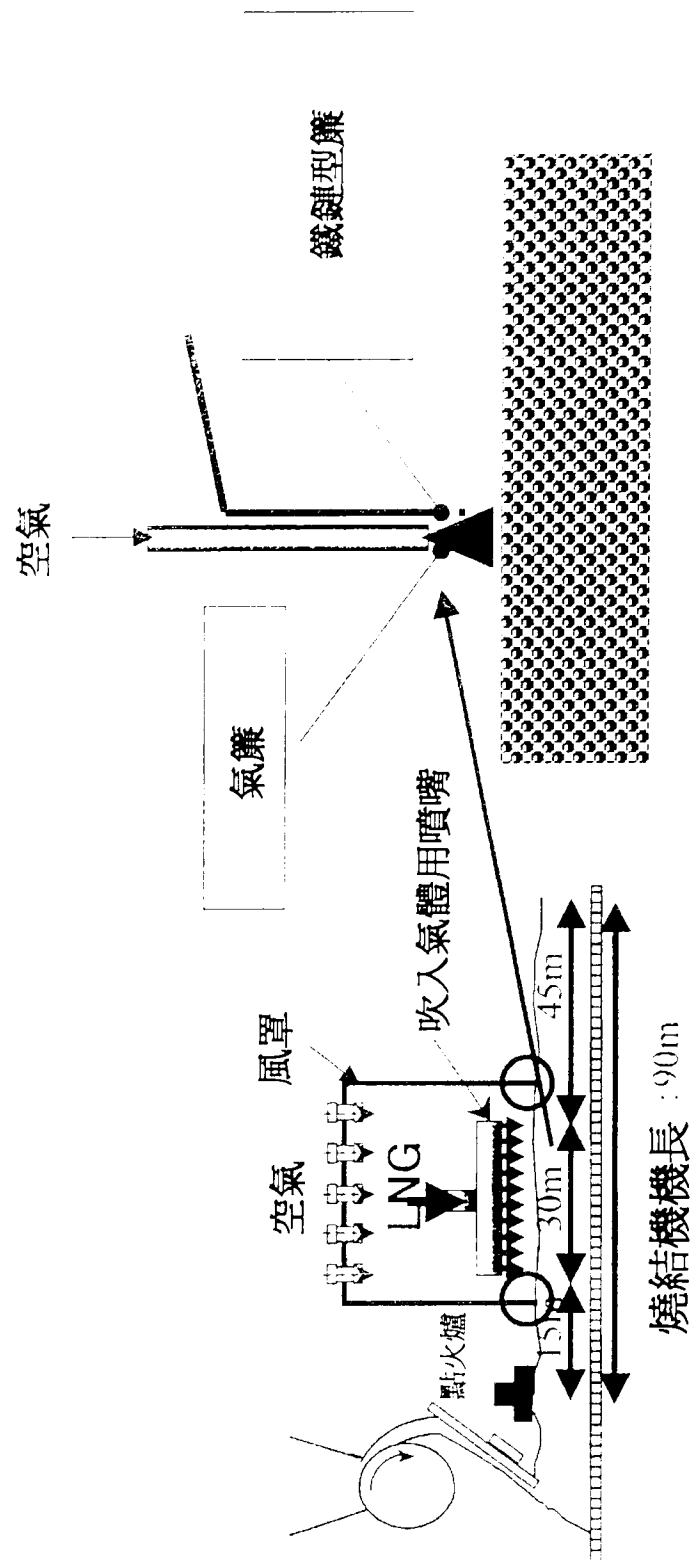


圖 16



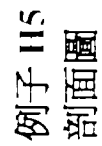


圖 18

開口部透過率 1.6%以上

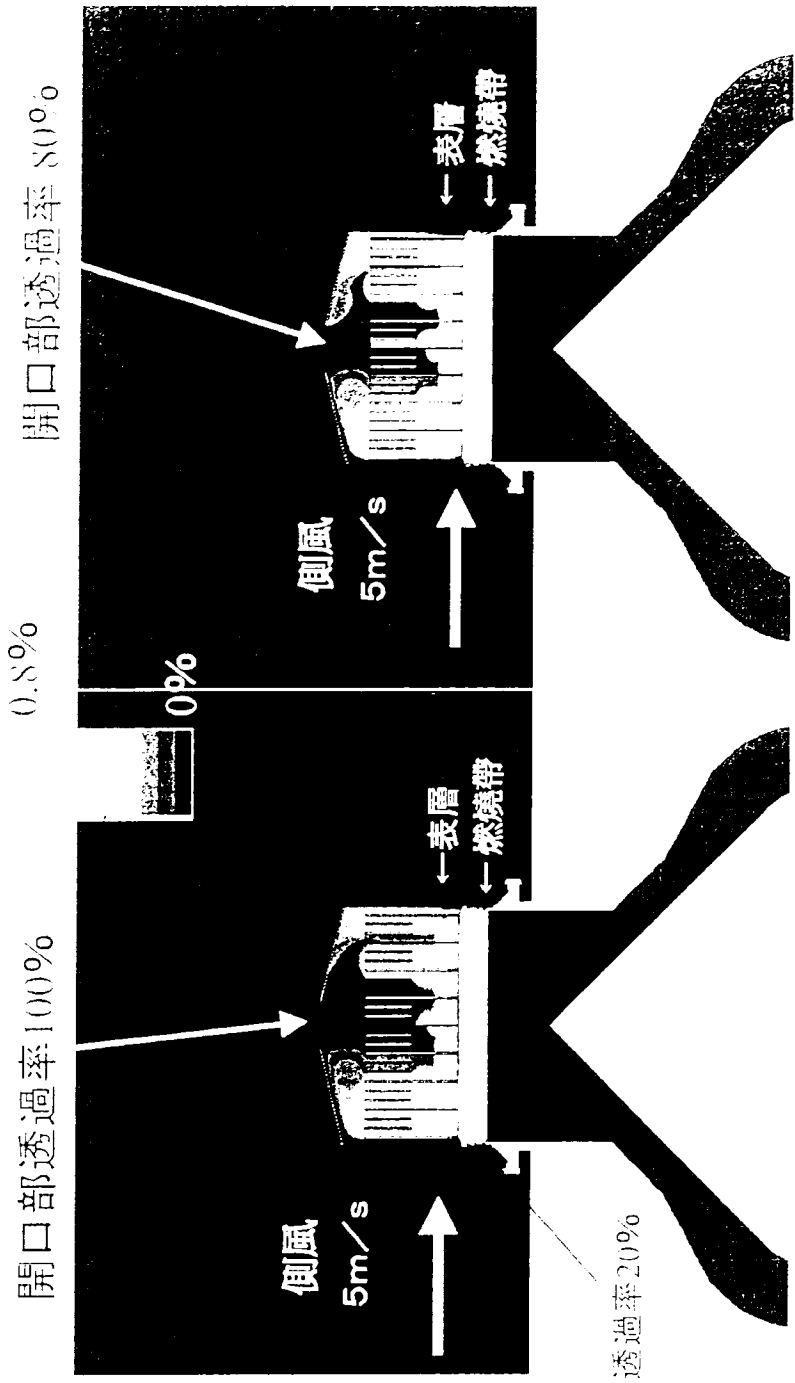


圖 19

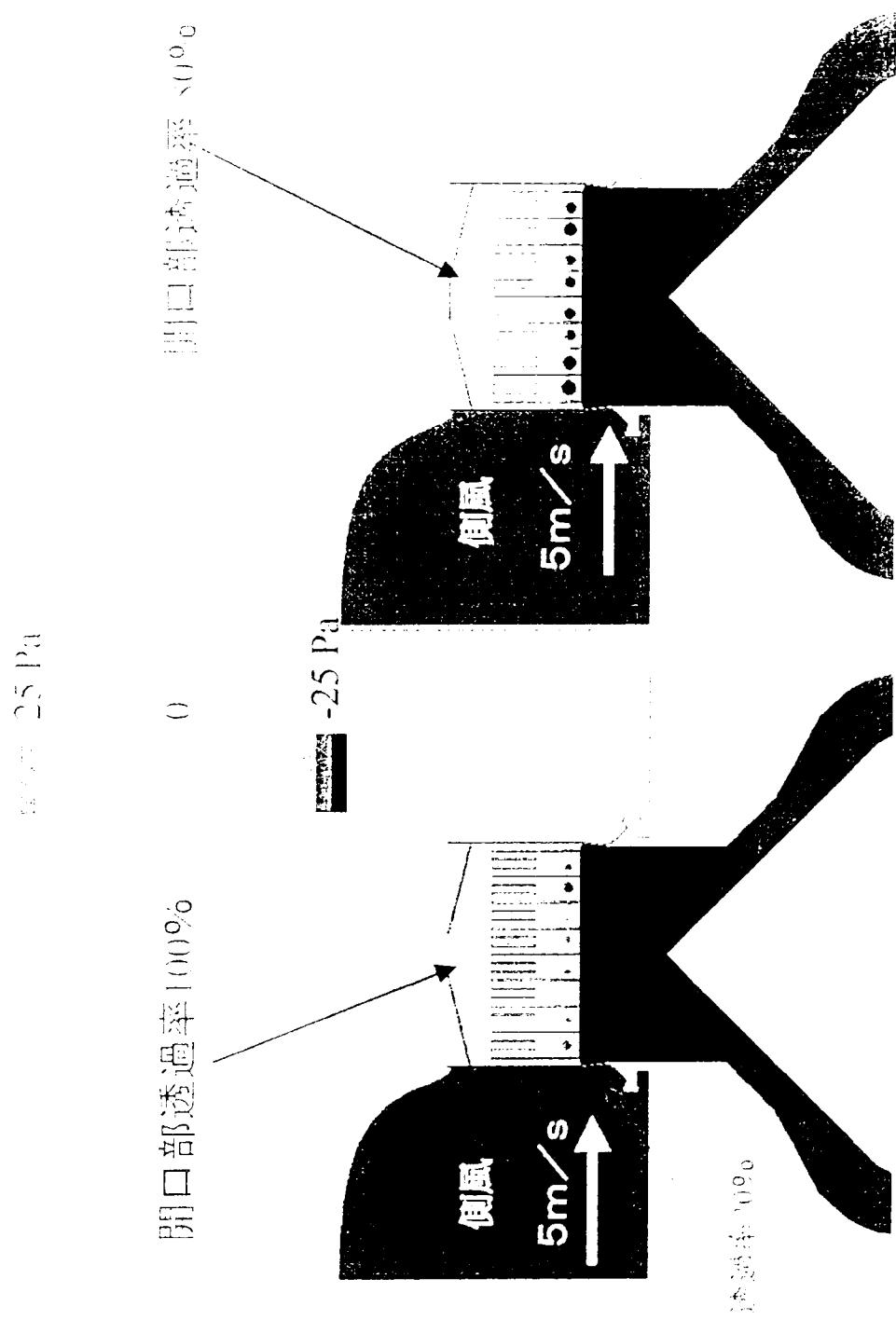


圖 20

10m/s以上

5m/s

0m/s

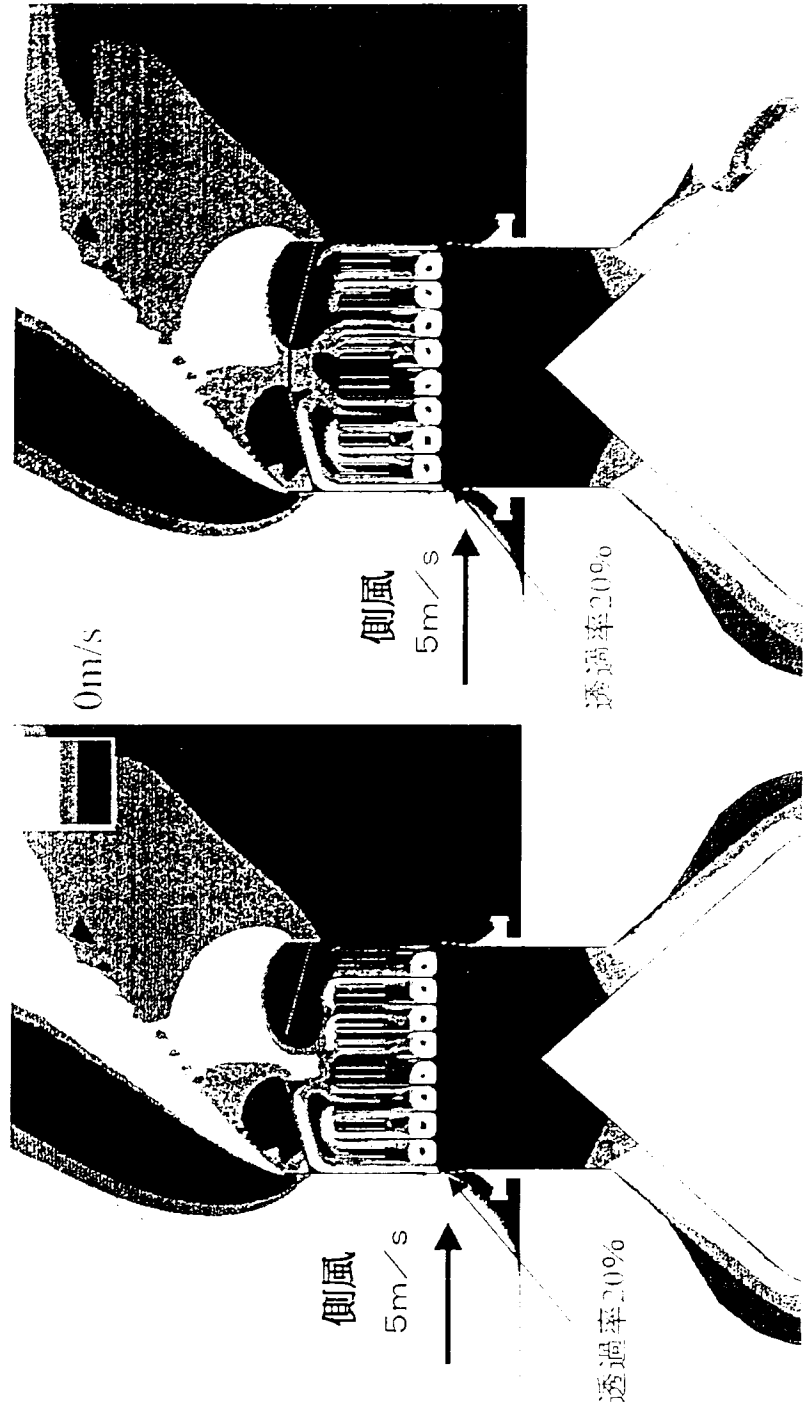


圖 21

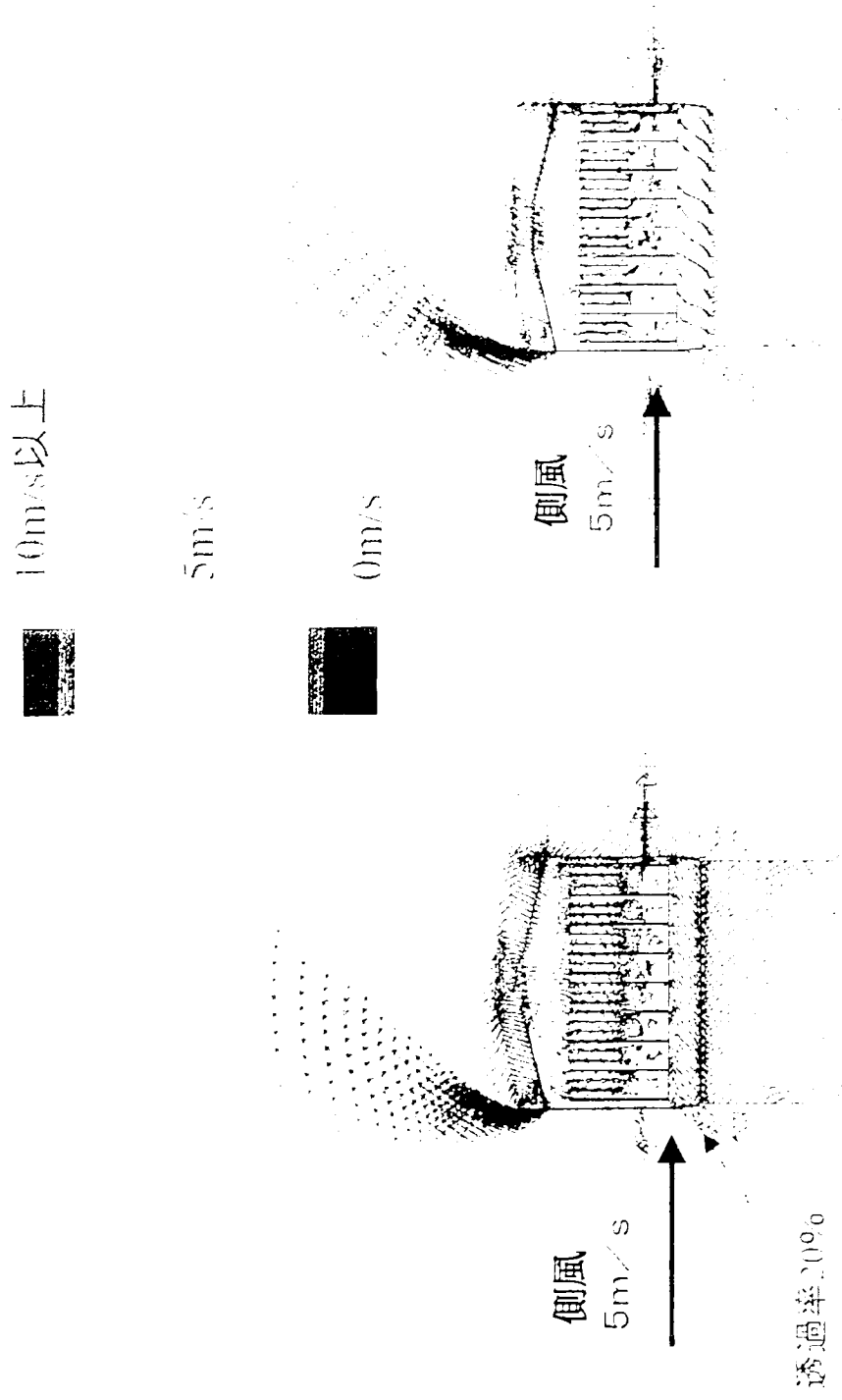


圖 22

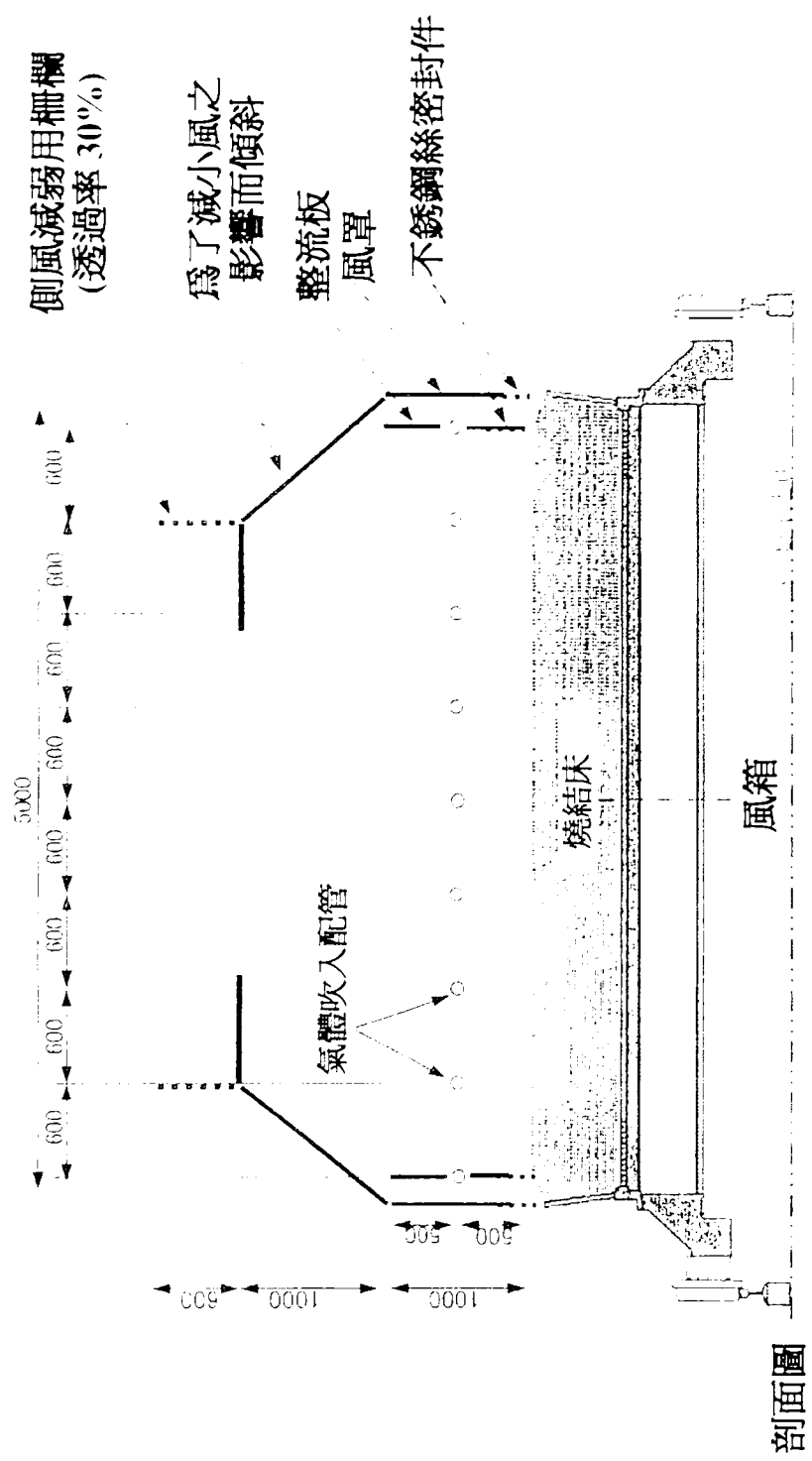


圖 23

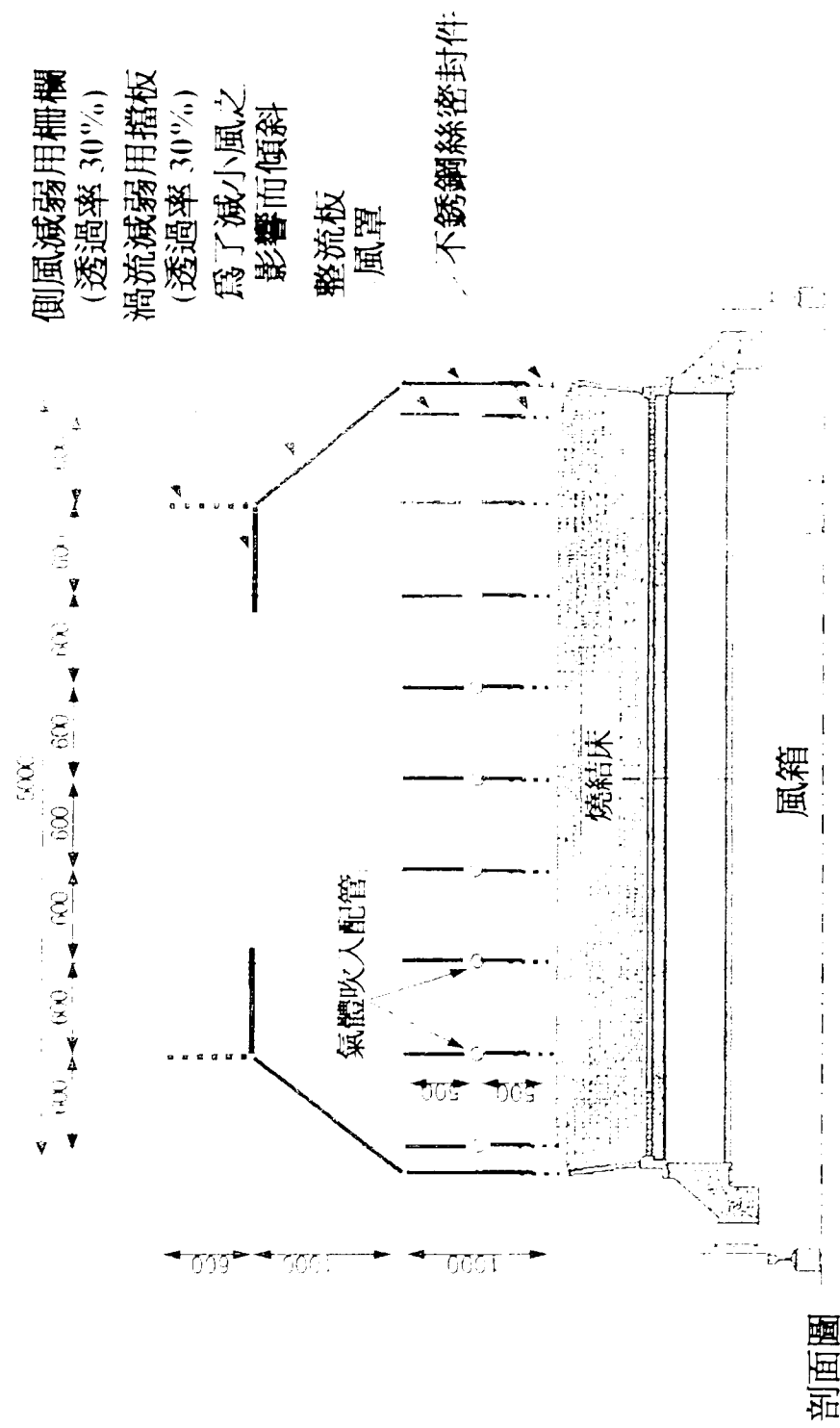


圖 24

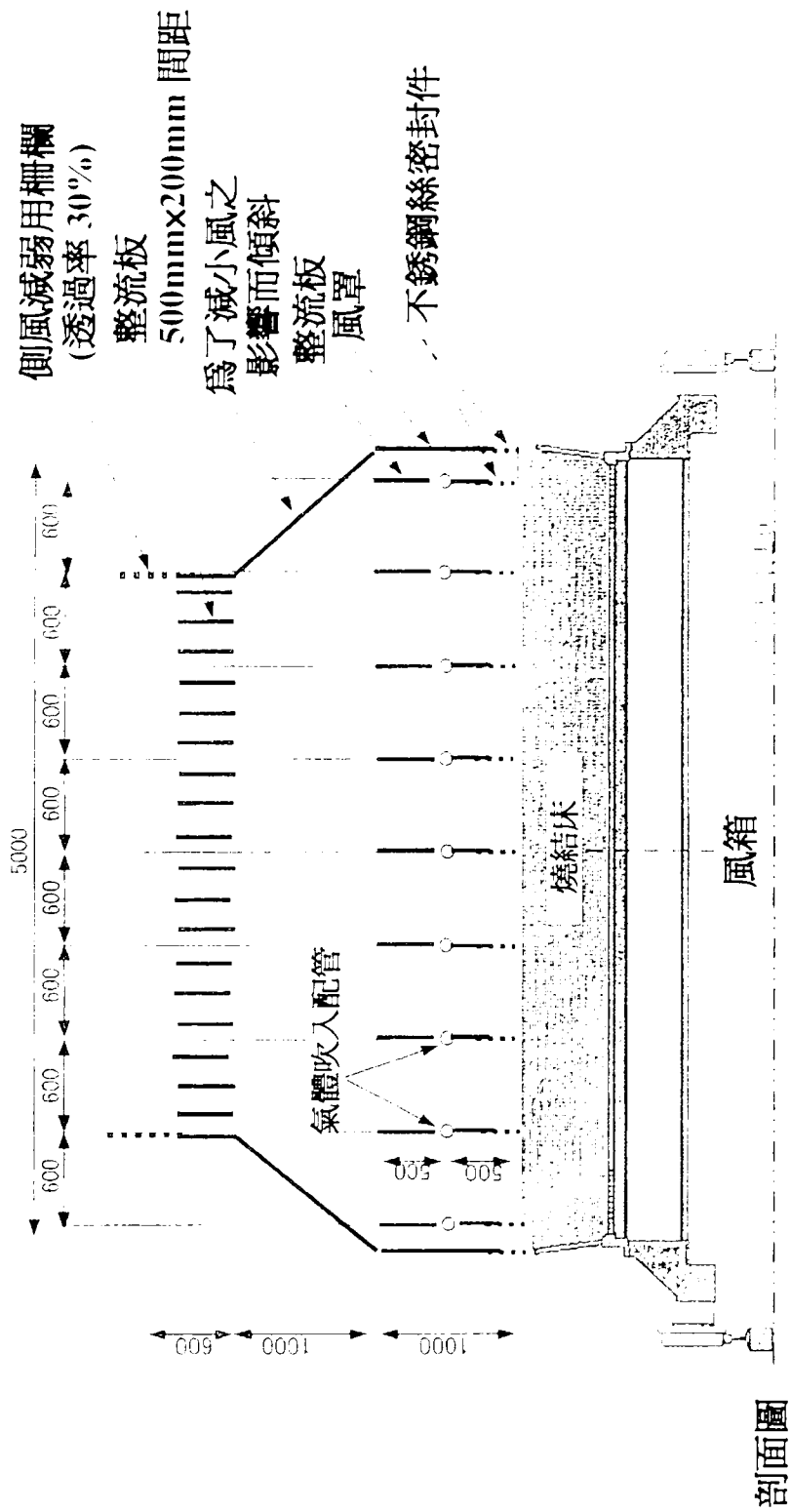


圖 25

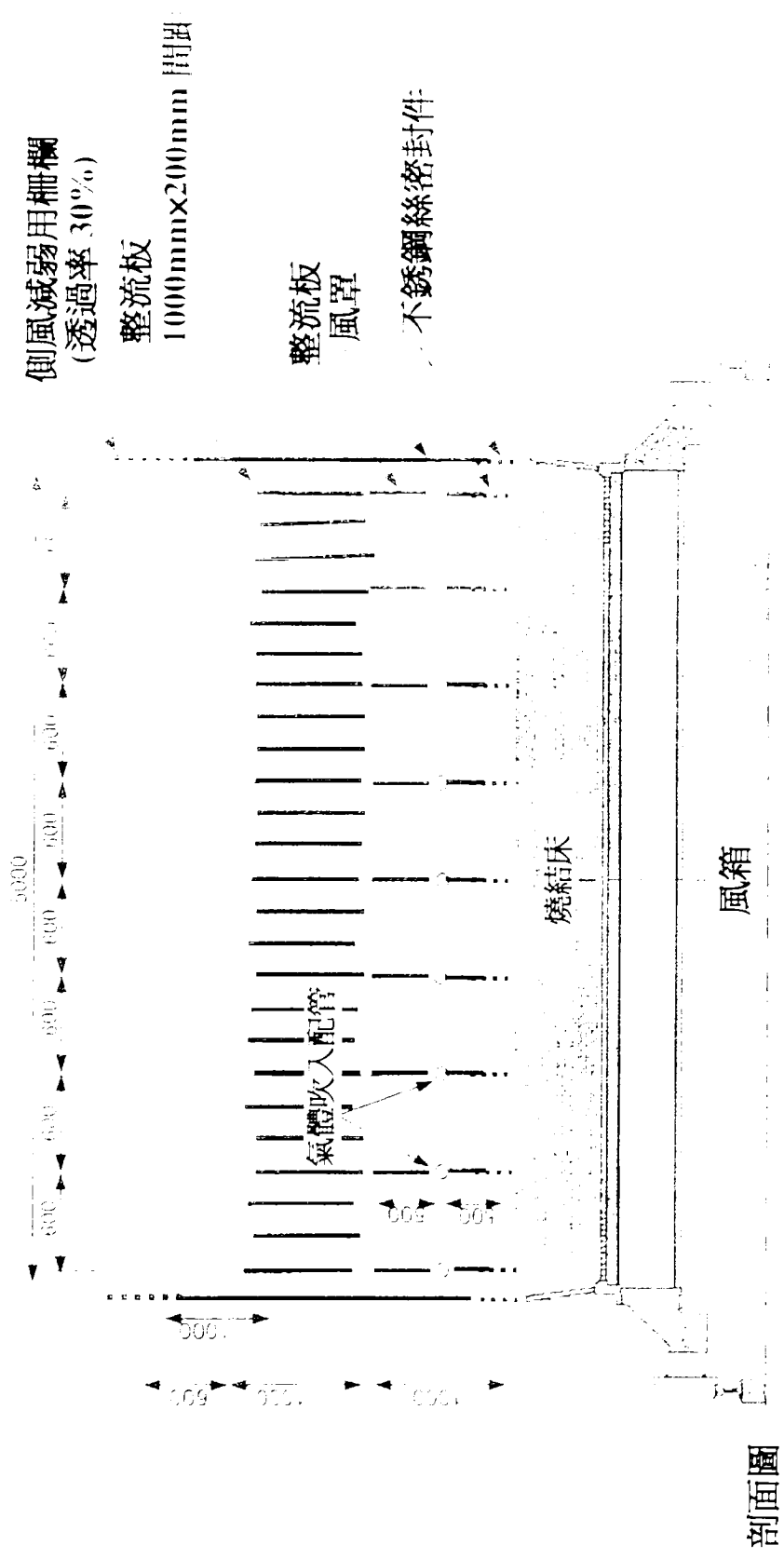


圖 26

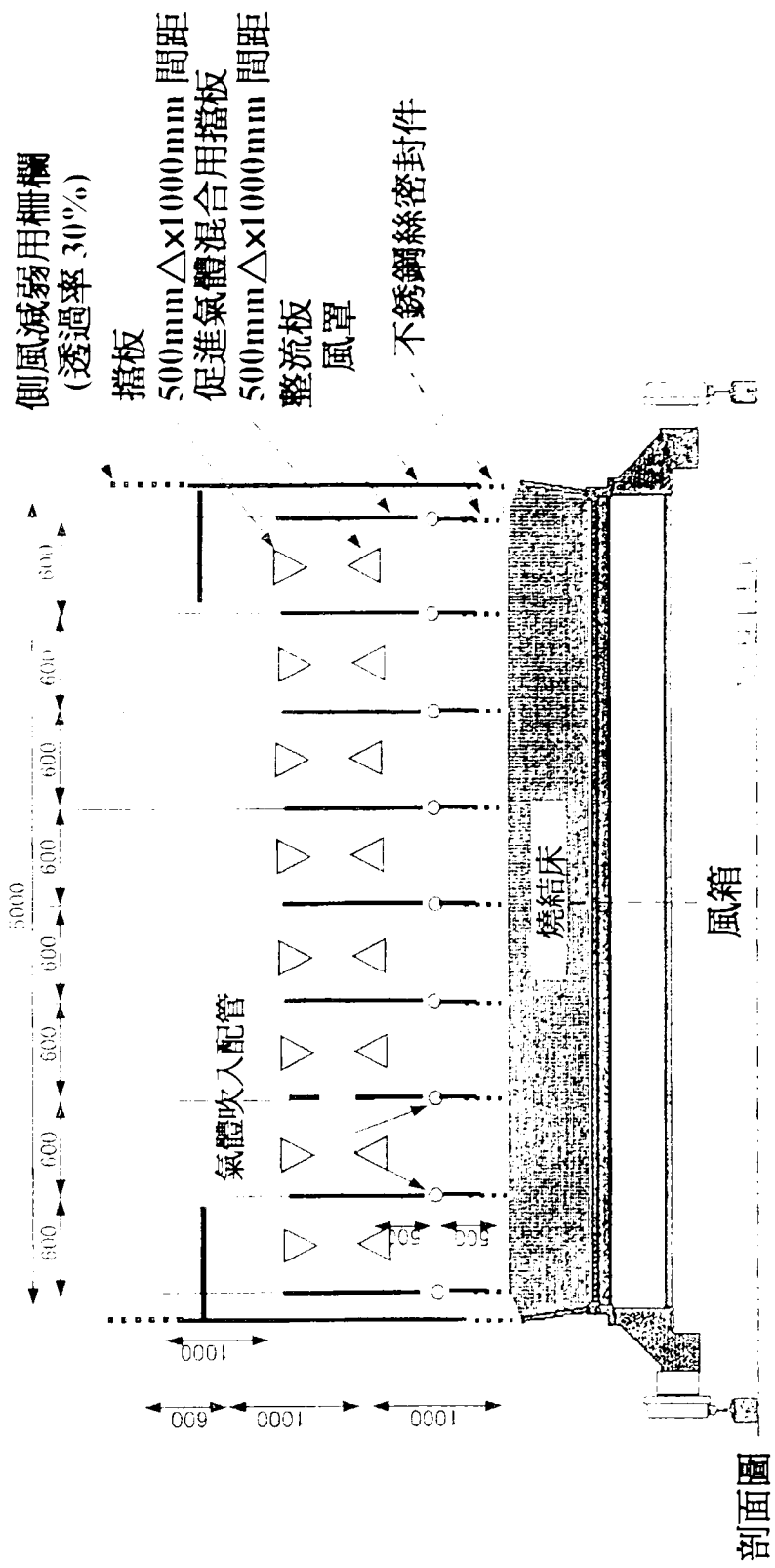


圖 27

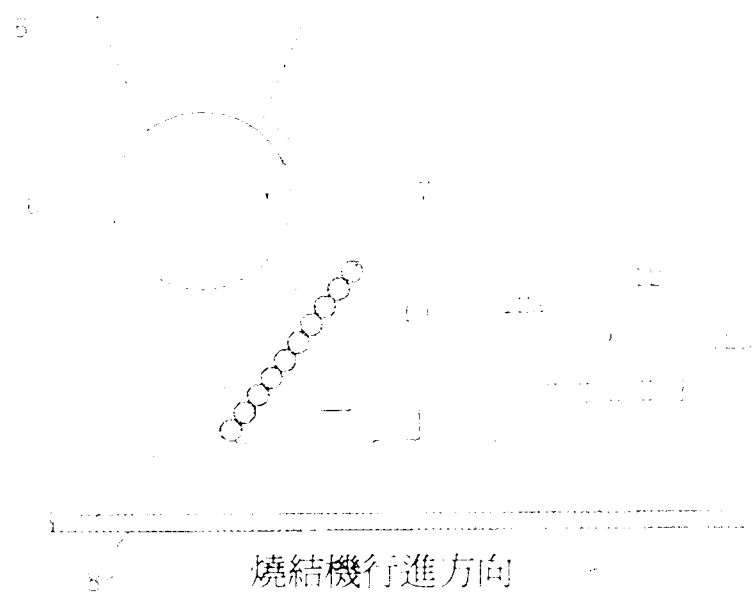


圖 28

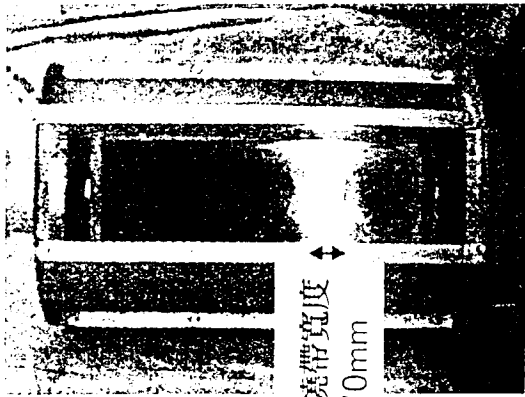
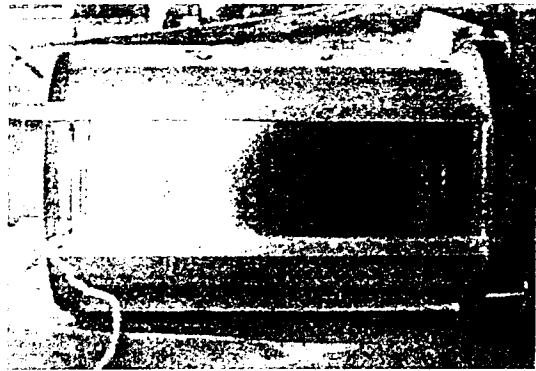
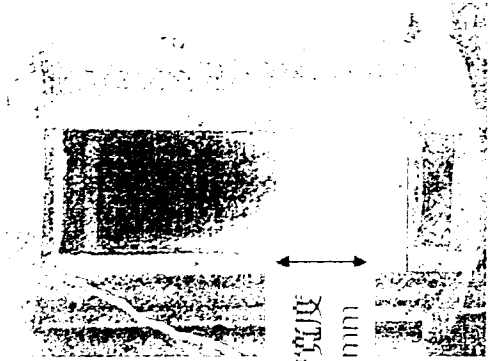
1)大氣燒結	 燃燒帶寬度 =70mm	
2)吹入 M 氣體 (15vol%)		M 氣體於吹入後 不久在表面燃燒
3)吹入 M 氣體 (3vol%)	 燃燒帶寬度 =150mm	燃燒帶之寬度增加

圖 29

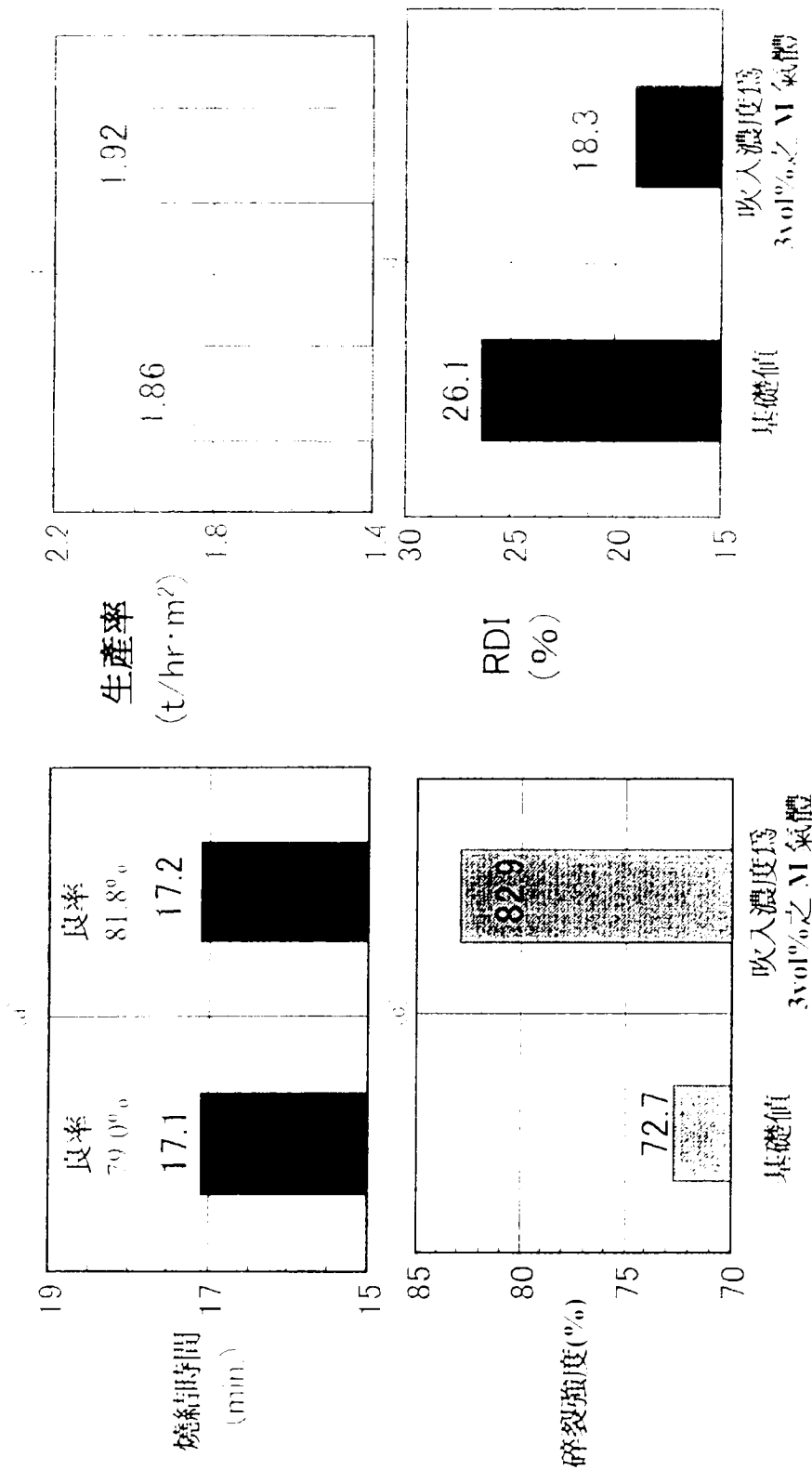
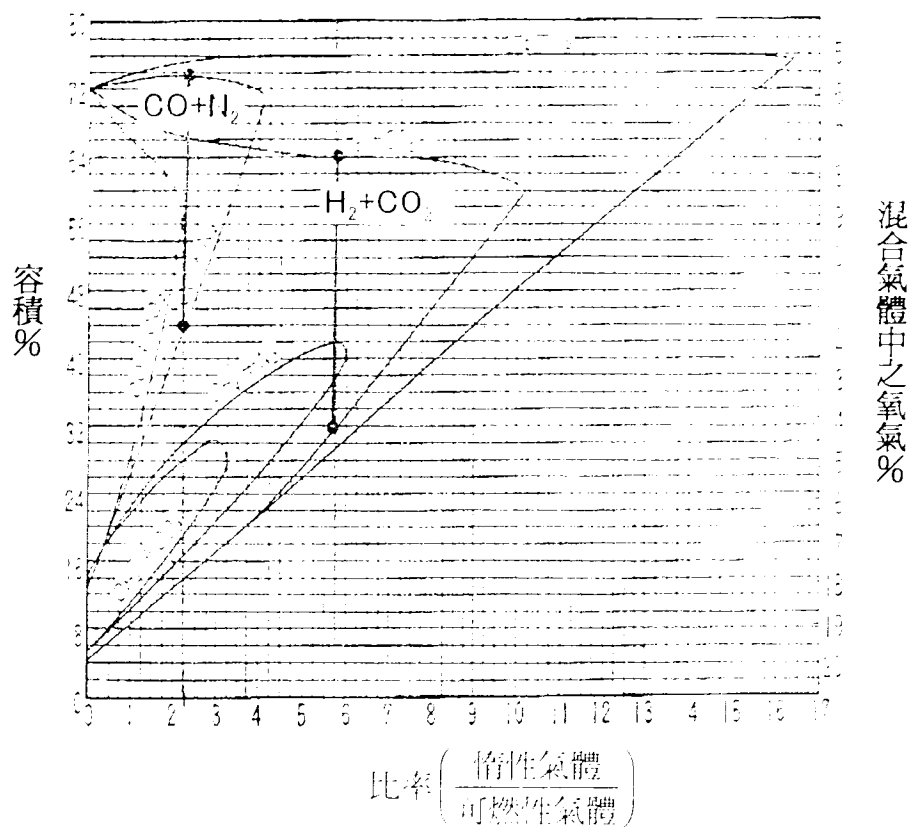


圖 30



$$3.5(\text{H}_2) + 20.0(\text{CO}_2) = 23.5\% \quad \frac{\text{惰性氣體}}{\text{可燃性氣體}} = 5.7$$

$$23.0(\text{CO}) + 53.5(\text{N}_2) = 76.5\% \quad \frac{\text{惰性氣體}}{\text{可燃性氣體}} = 2.3$$

H₂ + CO₂ 之燃燒極限: 32~64%

CO + N₂ 之燃燒極限: 44~74%

$$\text{燃燒下限} = \frac{100}{23.5/32 + 76.5/44} = 40\%$$

圖 31

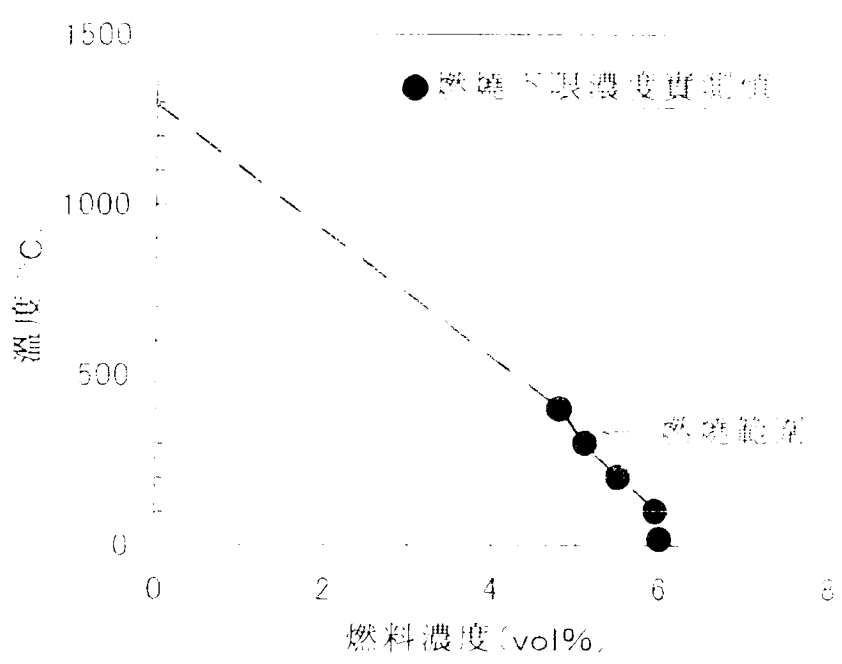


圖 32

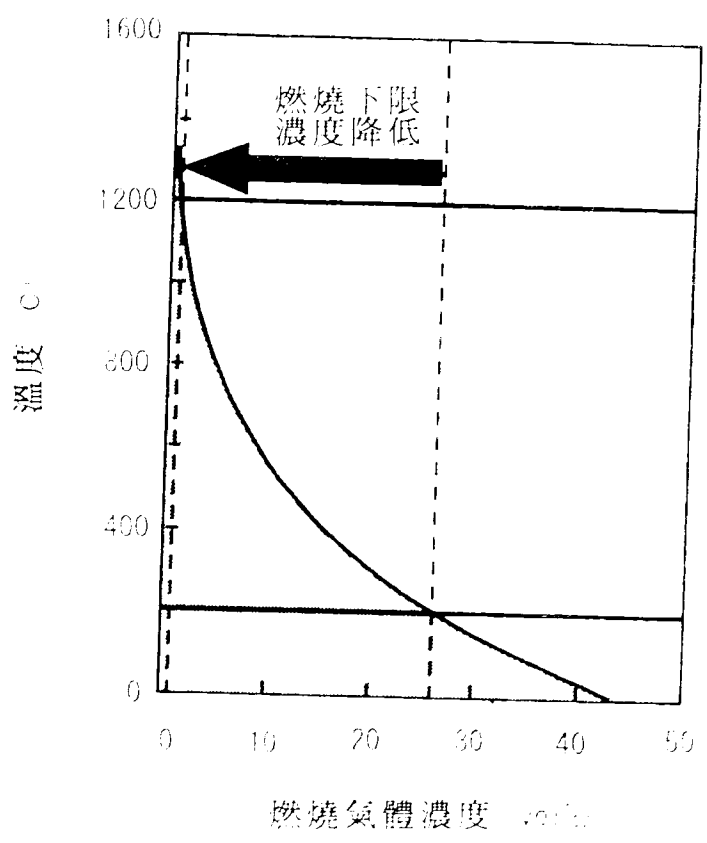


圖 33

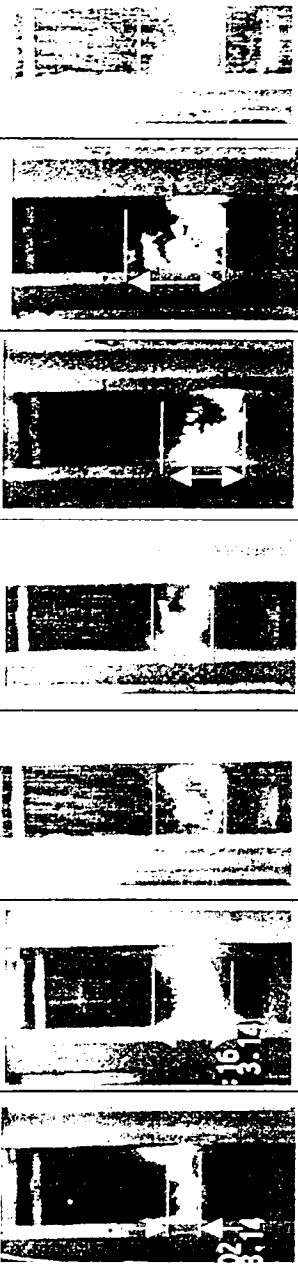
吹入氣體種類 濃度(vol%、 相對於空氣)	已知燒結	丙烷氣	H ₂ 氣體	CO 氣體	甲烷氣	C 氣體	液化天然氣
焦炭粉(mass%)	—	0.4	3.0	2.4	0.9	2.0	0.8
分子量	5.0	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
平均著火溫度(°C)	—	44	2	28	16	8.6	18.4
碎裂強度(%)	67.7	568	585	666	700	約630	約670
成品良率(%)	69.0	75.5	76.0	74.1	74.5	75.4	75.5
燒結時間(分)	16.0	72.8	74.6	73.4	73.9	74.6	75.9
生產率(t/hr · m ²)	1.56	16.7	17.1	18.6	18.8	17.3	16.3
燃燒狀況	1.56	1.64	1.63	1.58	1.55	1.64	1.65
							

圖 34

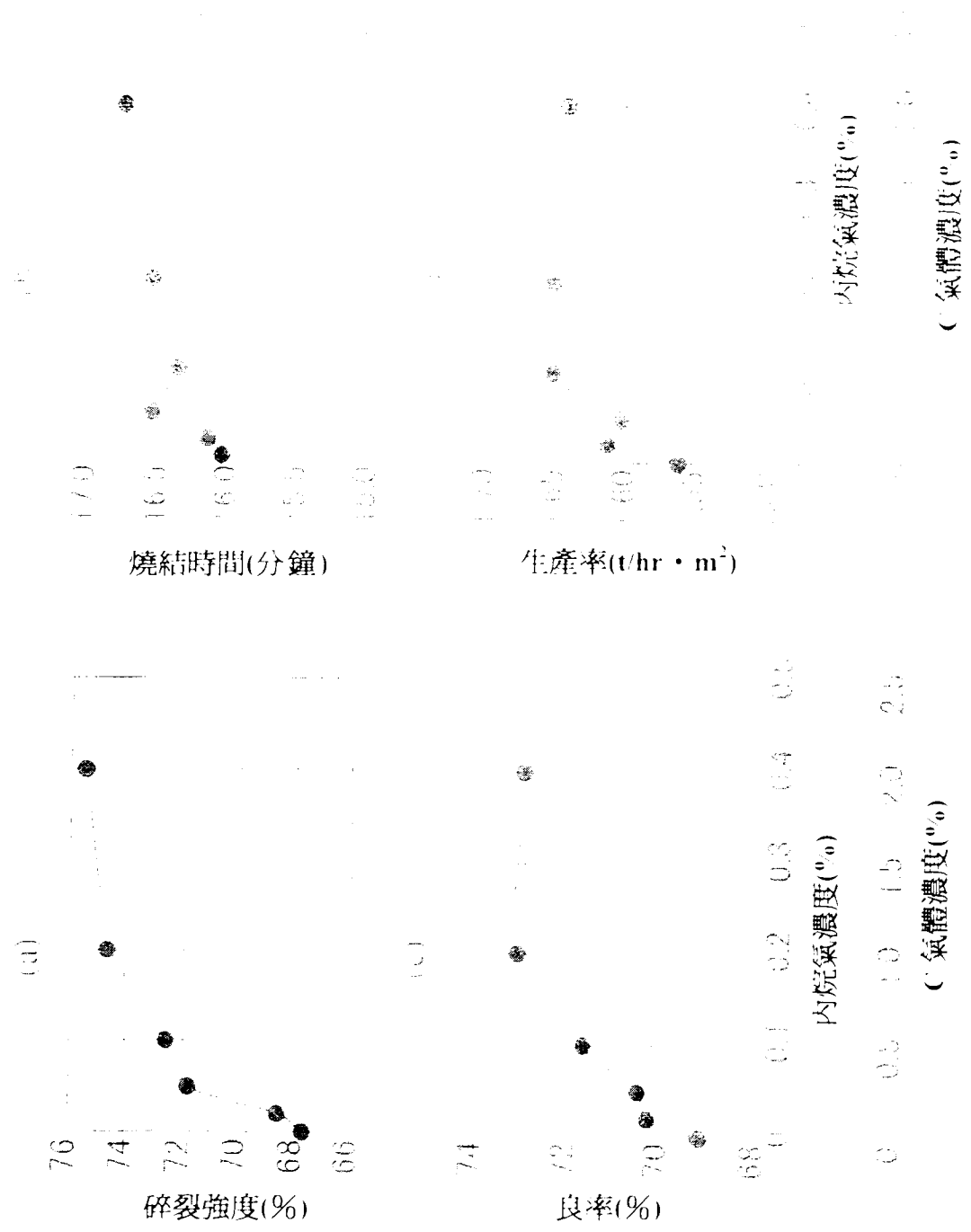


圖 35

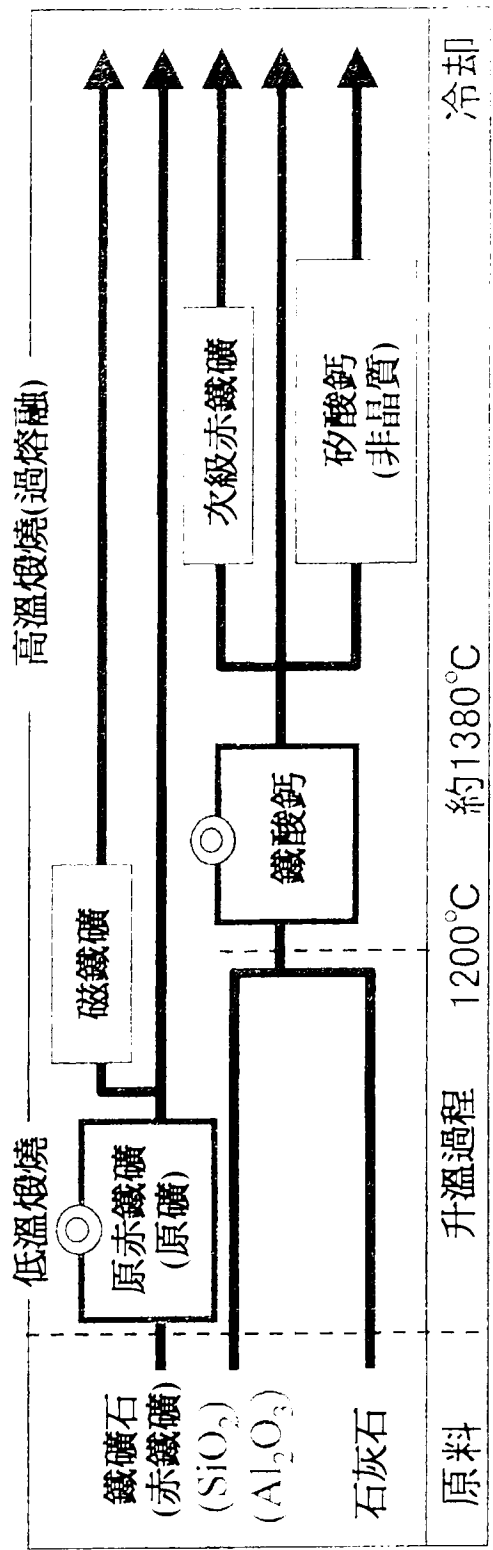


圖 36

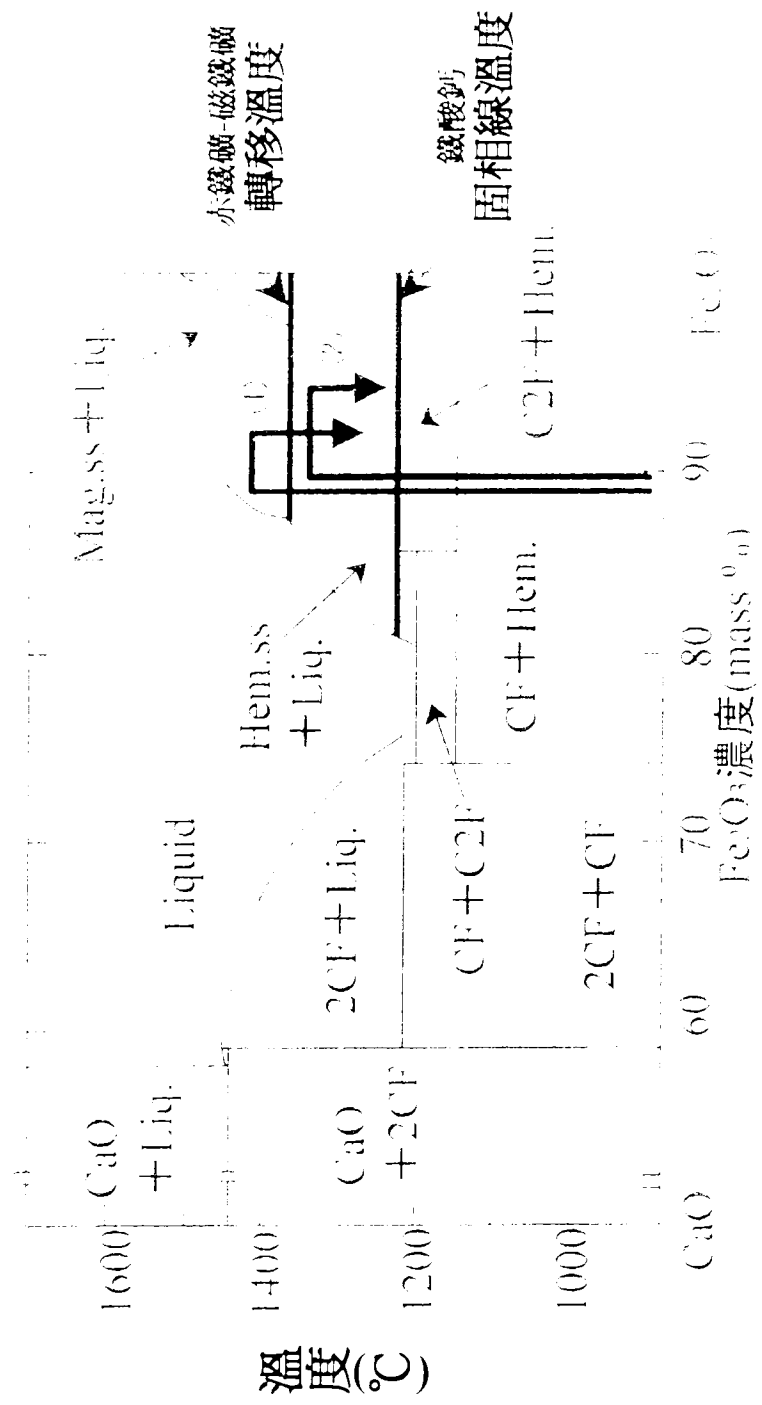


圖 37

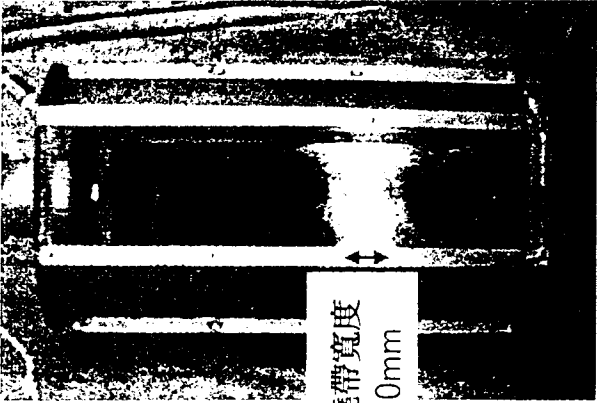
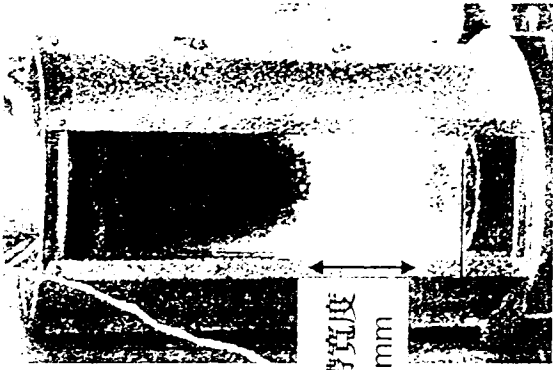
1)僅使用焦炭粉	 燃燒帶寬度 =70mm	燃燒・熔融帶之寬度狹小
2)吹入丙烷氣 (濃度2.5vol%)		丙烷氣於吹入後 不久在表面燃燒
3)吹入丙烷氣 (濃度0.5vol%)	 燃燒帶寬度 =150mm	燃燒・熔融帶之寬度增加

圖 38

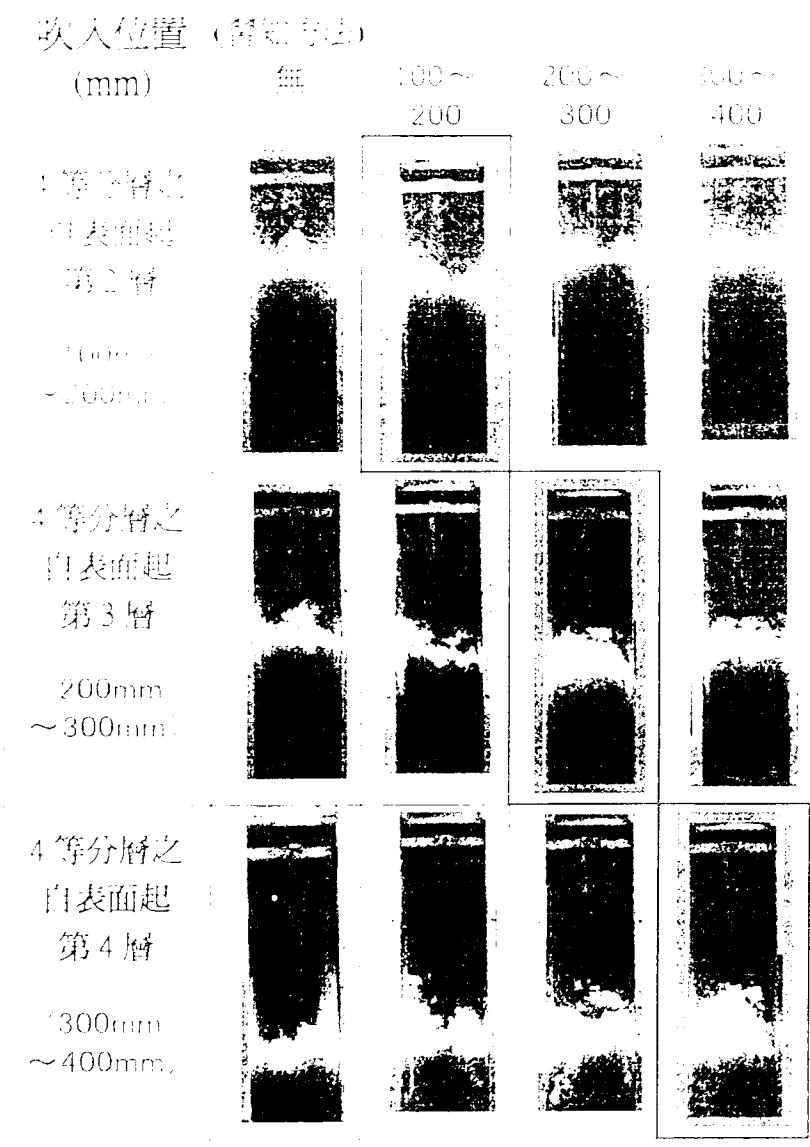
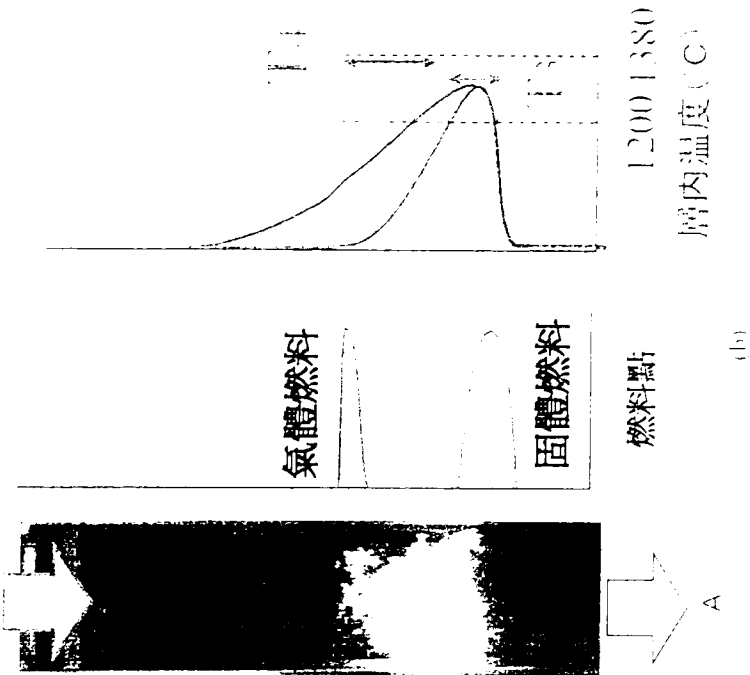


圖 39

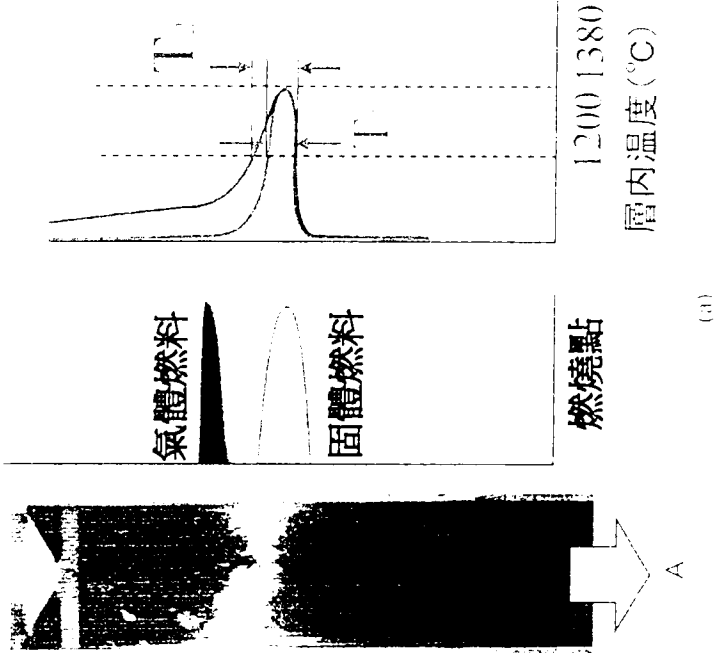
【吹入中・下層時】

空氣(氧氣)+氣體燃料



【吹入上層時】

空氣(氧氣)+氣體燃料



38 - 51

圖 41

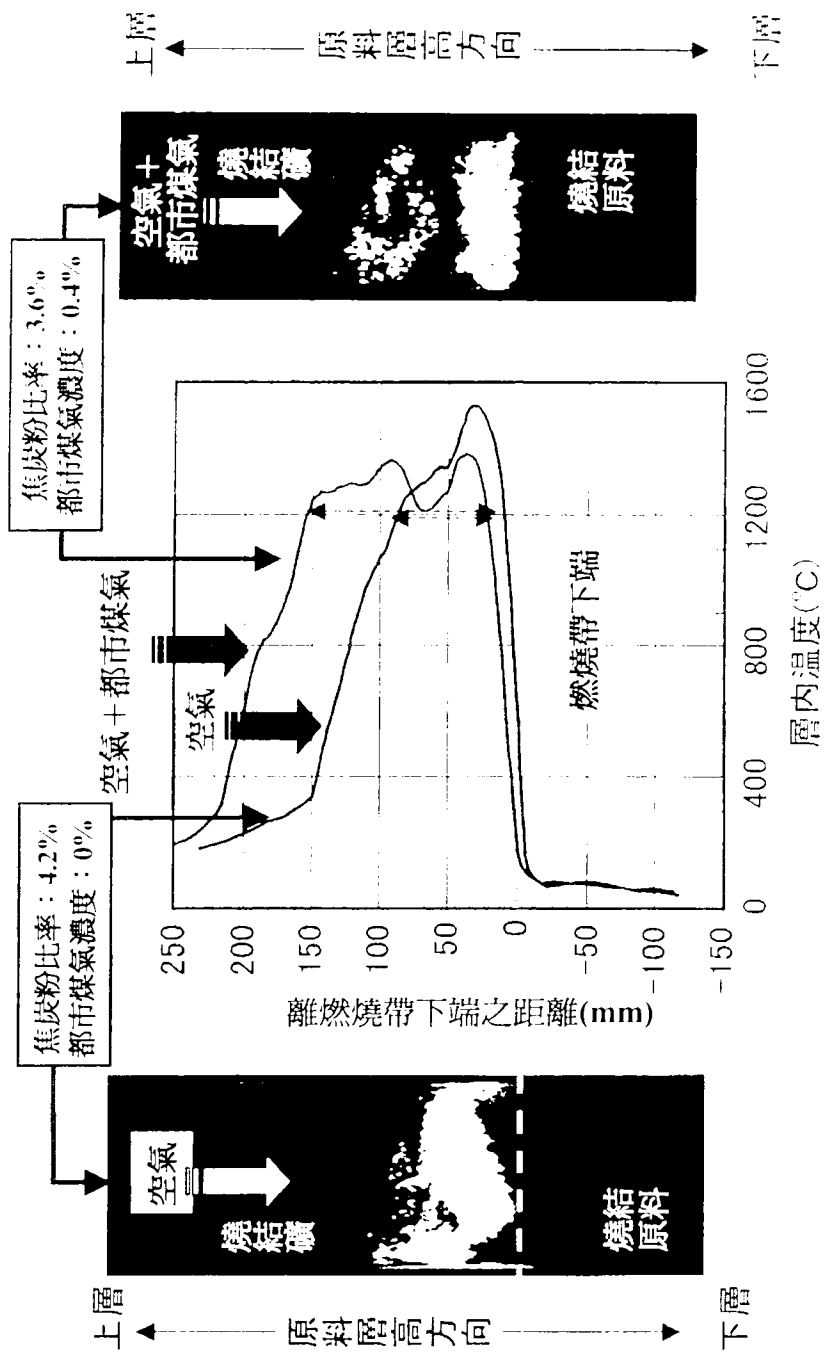


圖 42

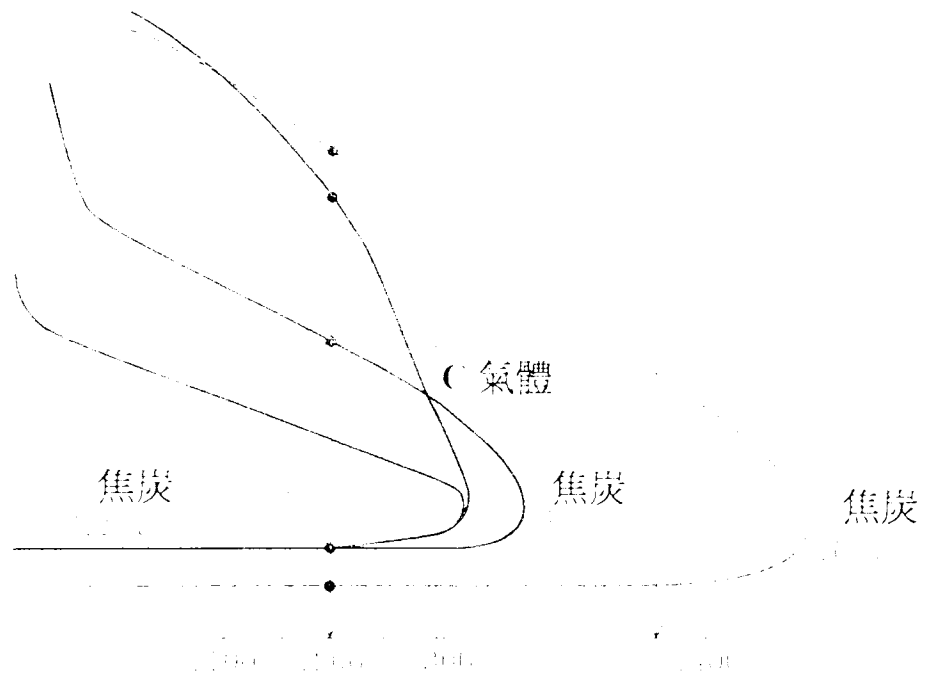


圖 43

習知燒結法		本發明適合例 (氣體：2.0)			
吹入氣體濃度 (vol%)	無	4.2			
焦炭使用量 (mass%)	5.0				
吹入位置	—	吹入整個層(400mm)			
乾燥法	視頻	熱像圖儀	視頻	熱像圖儀	吹入下層 1/2(200mm) 視頻 熱像圖儀
上層部之 燃燒狀況					
下層部之 燃燒狀況					

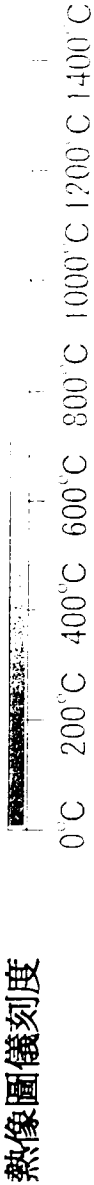


圖 44

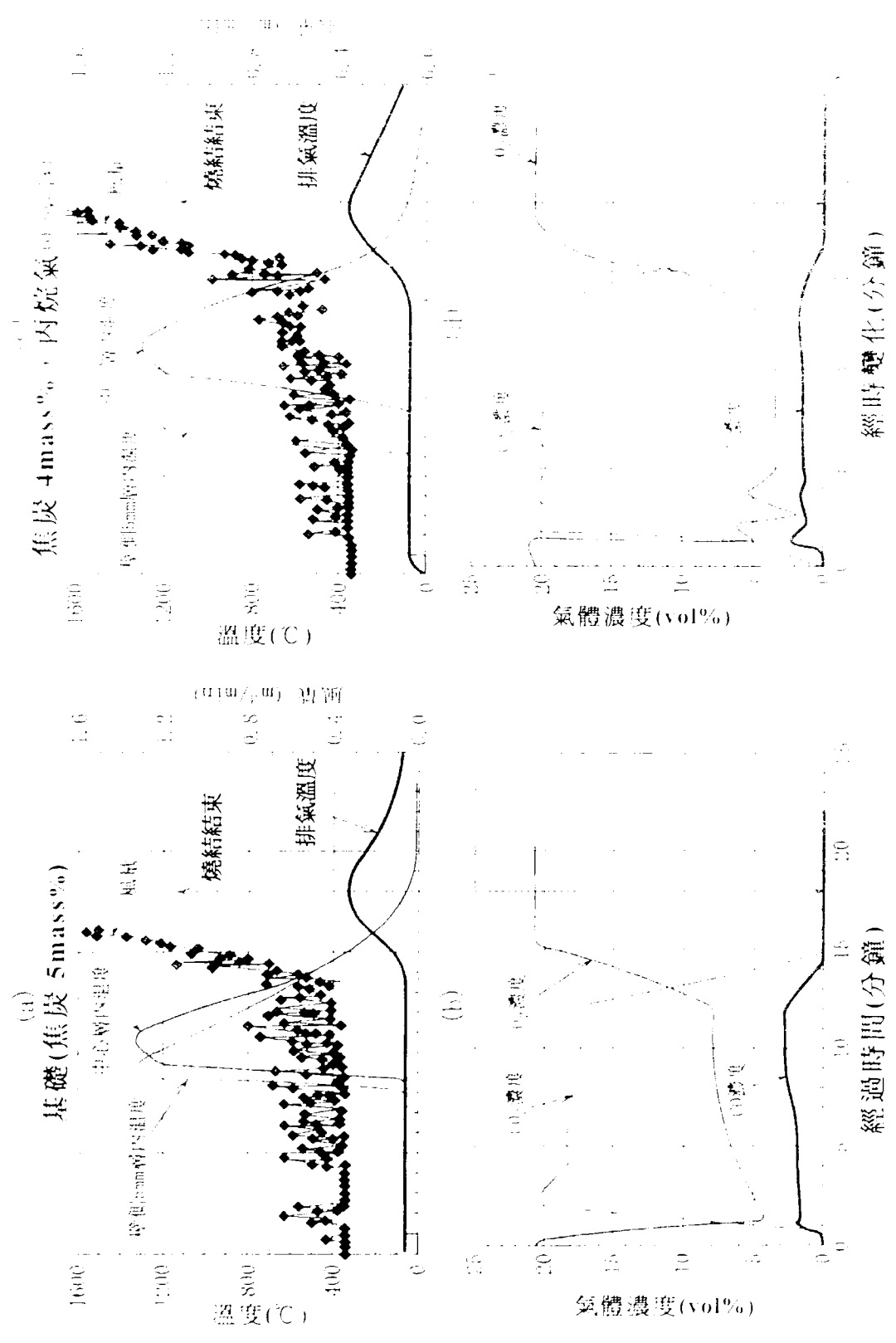


圖 45

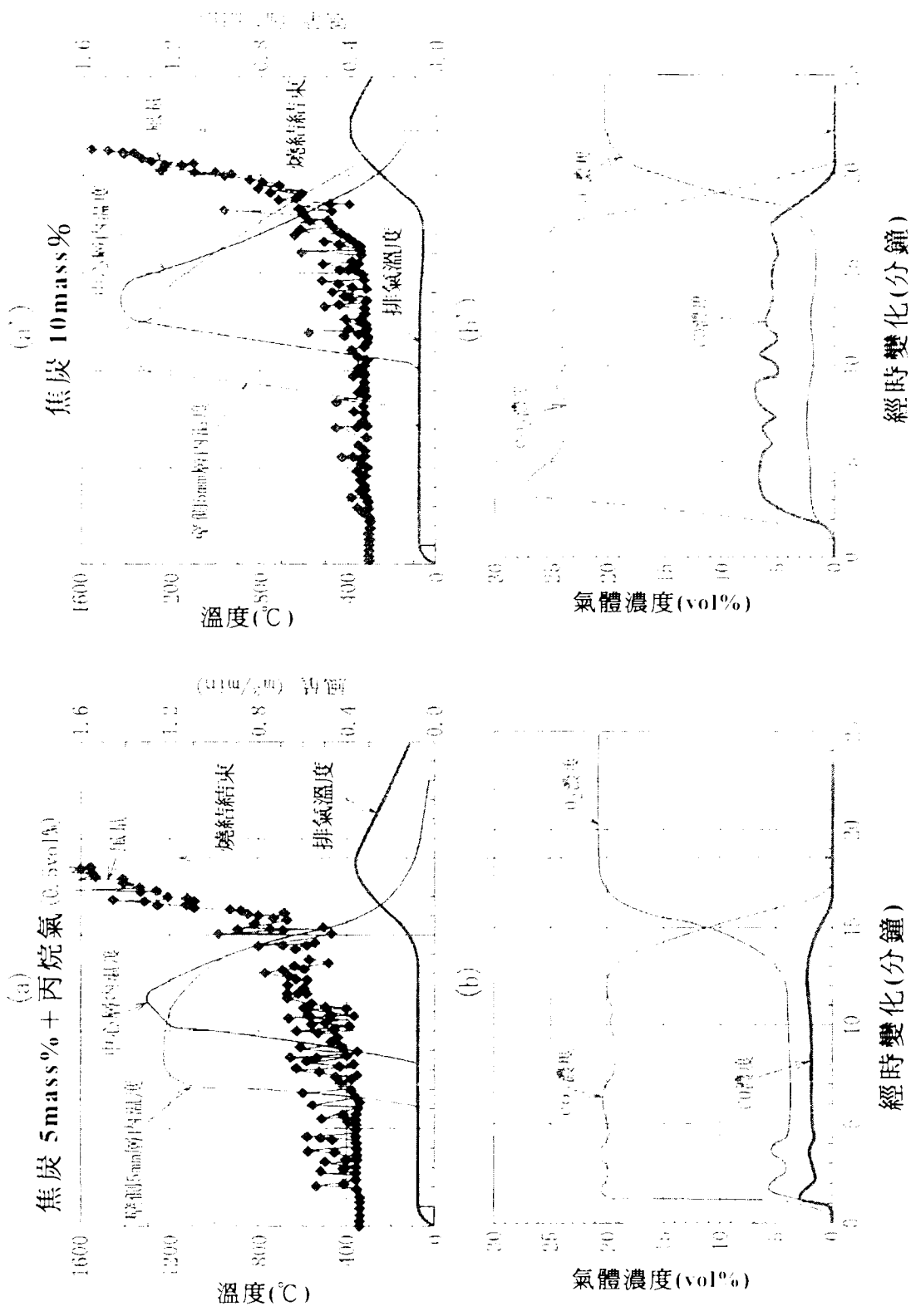


圖 46

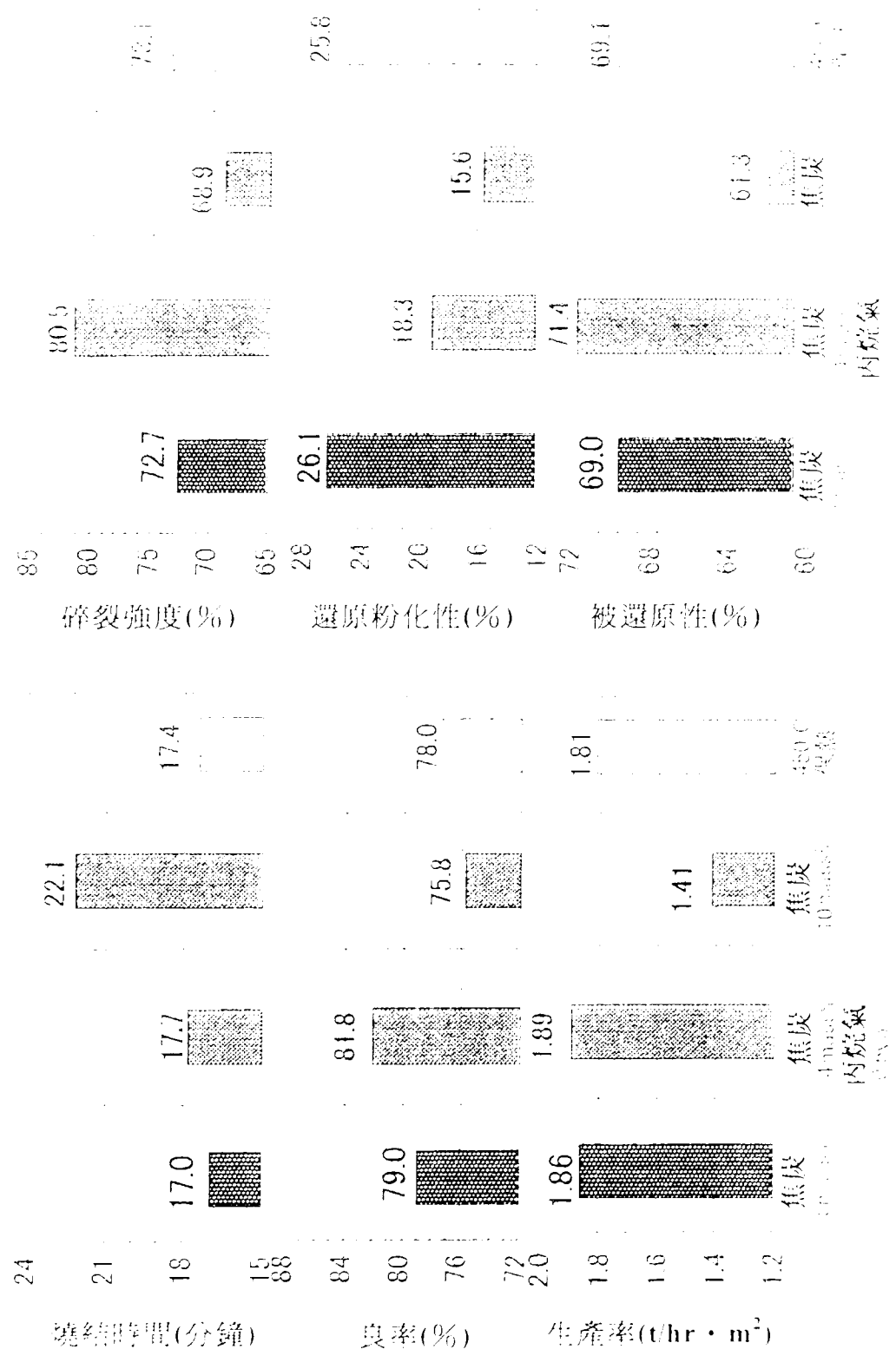


圖 47

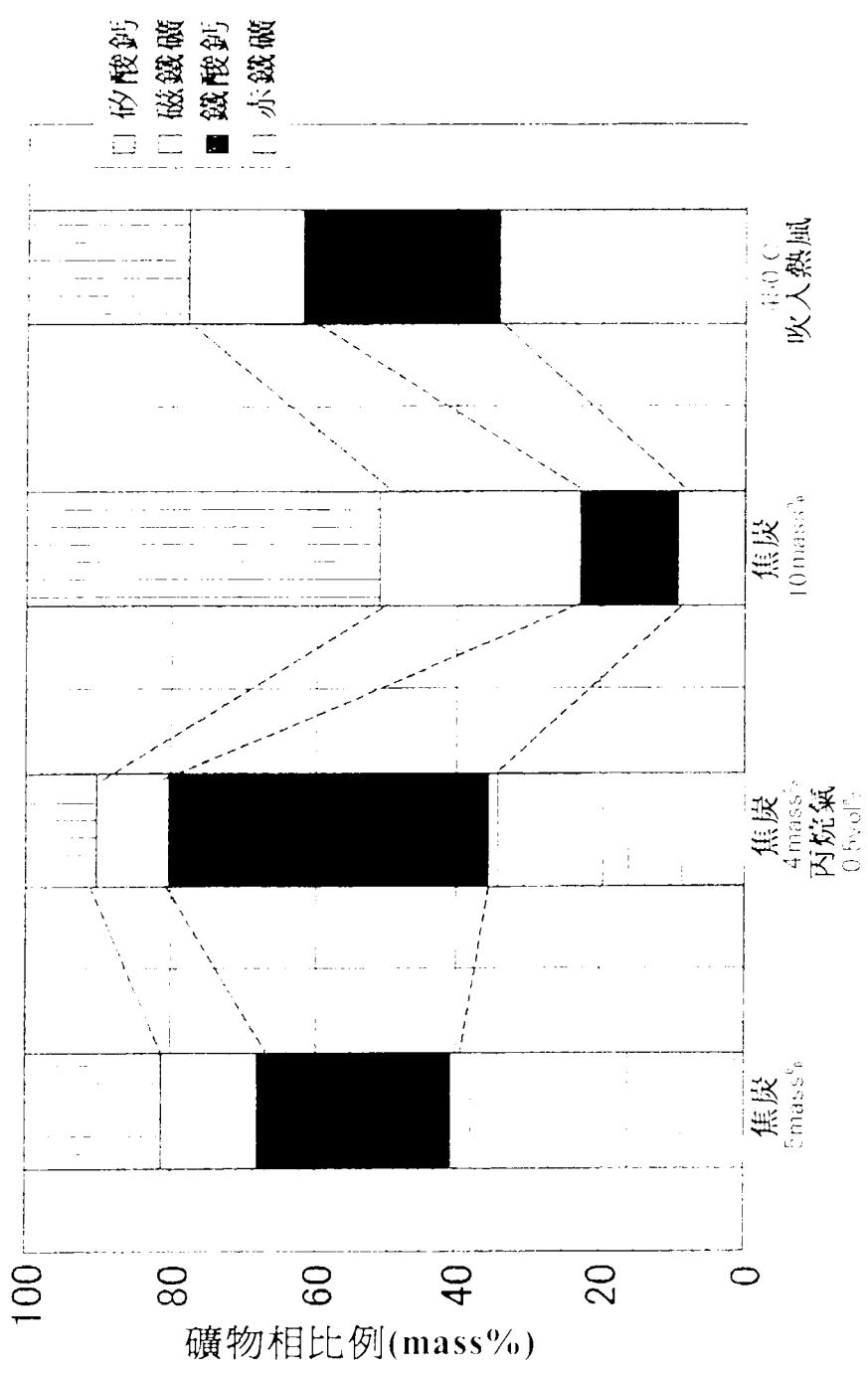


圖 48

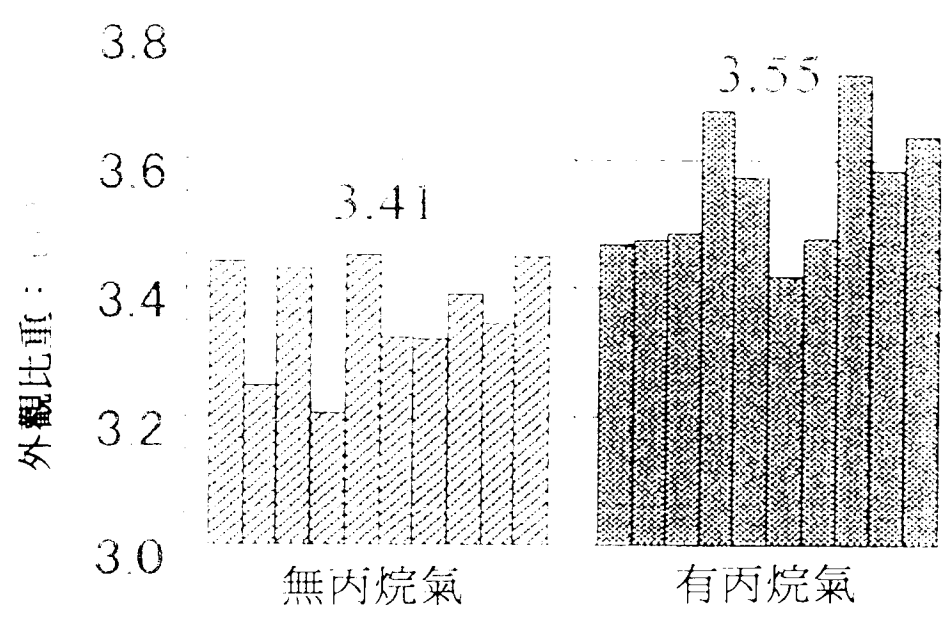


圖 49

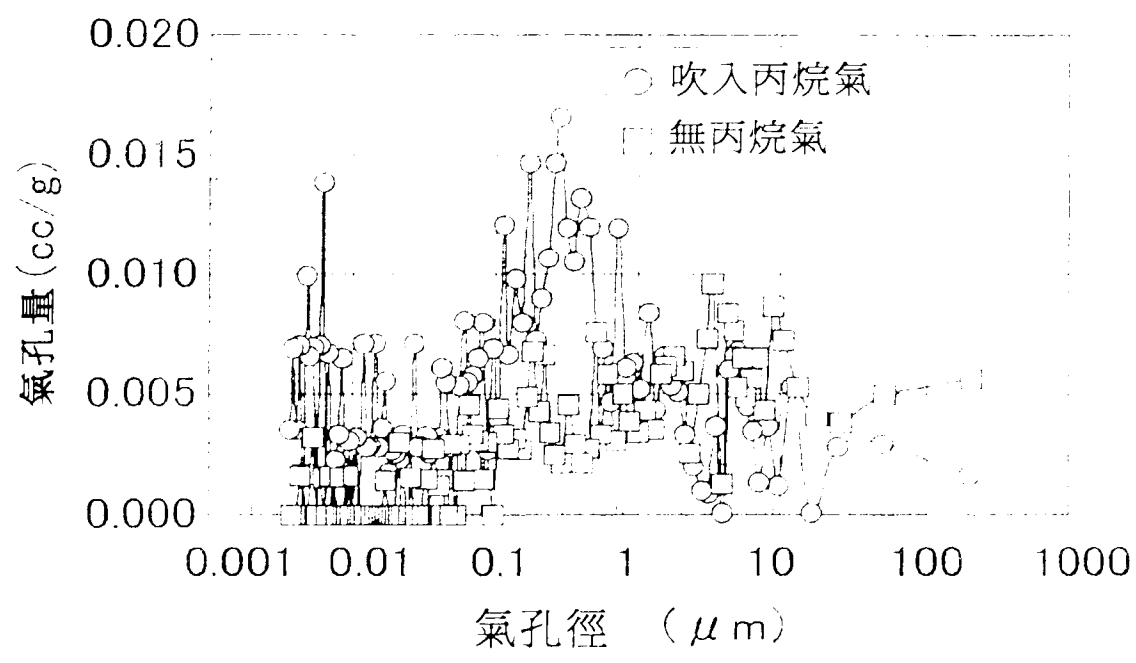


圖 50

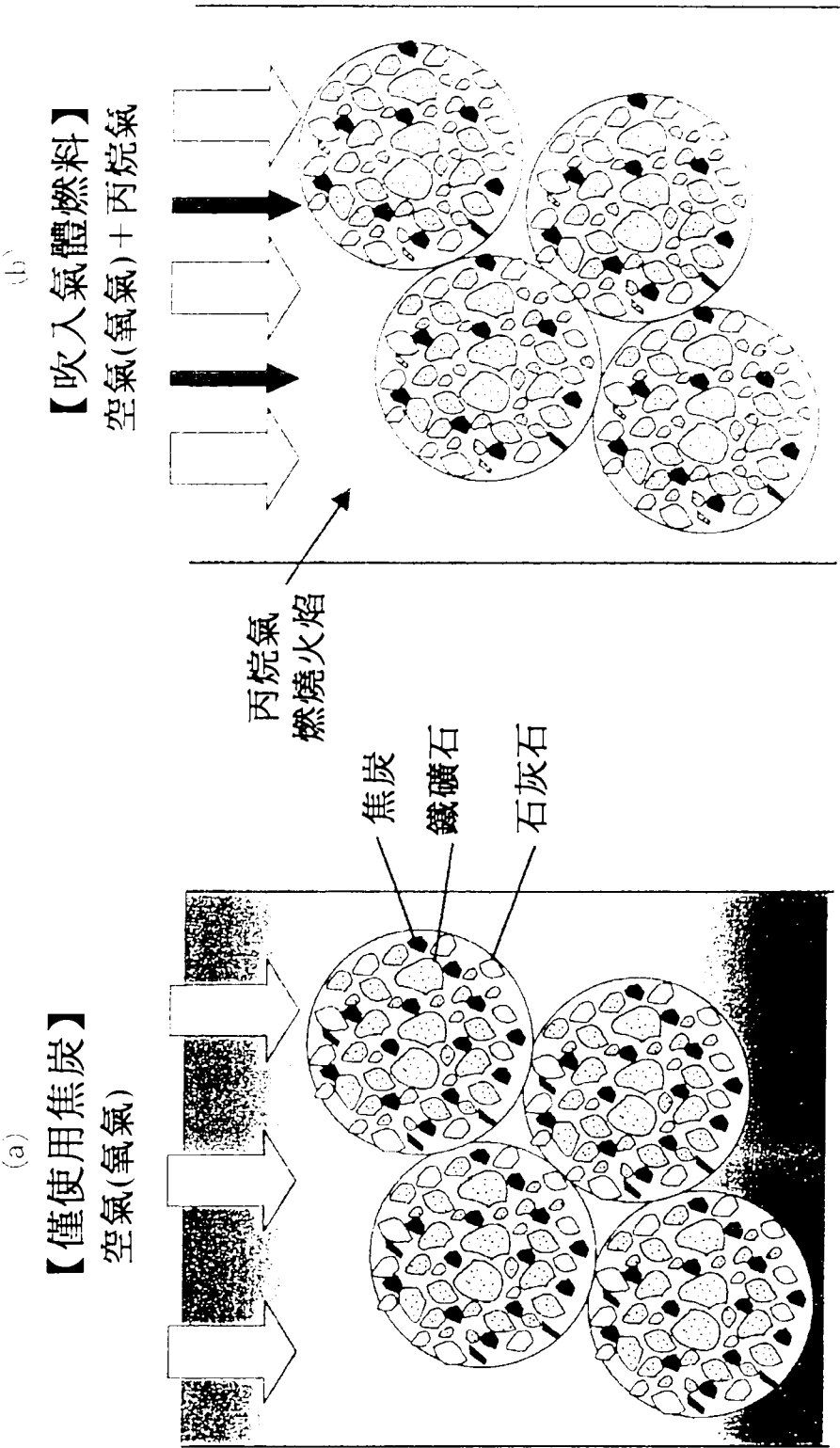


圖 51

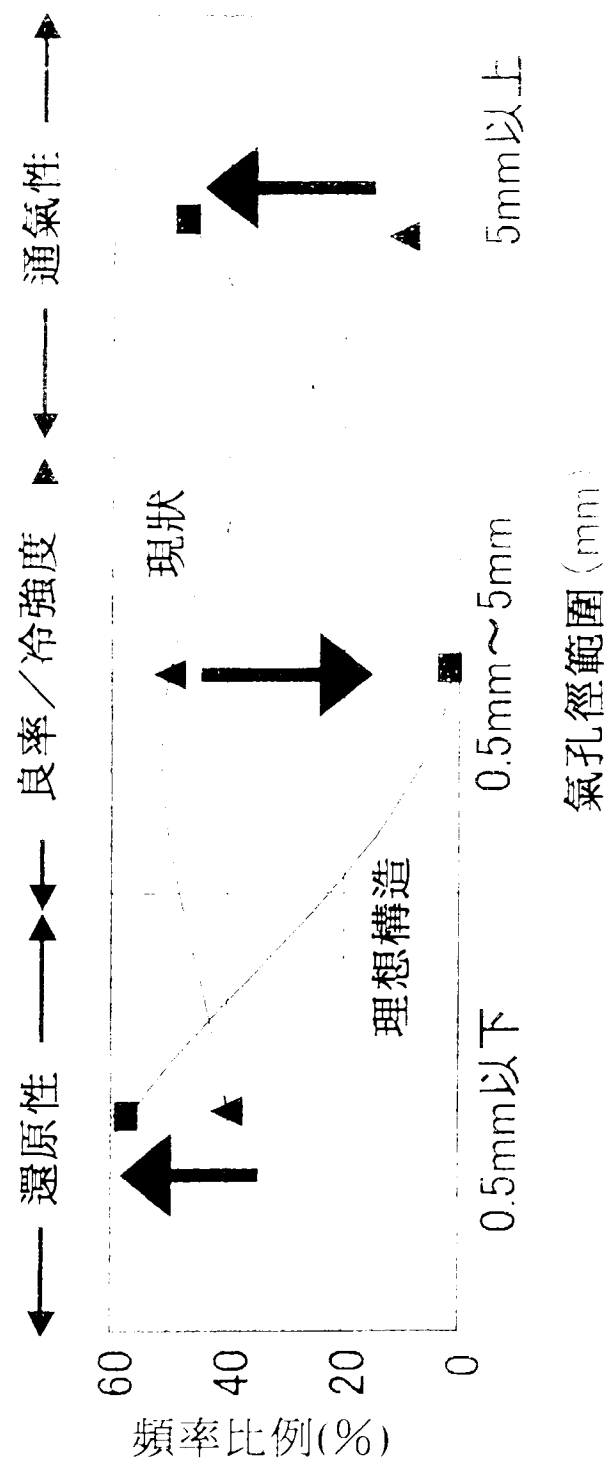


圖 52

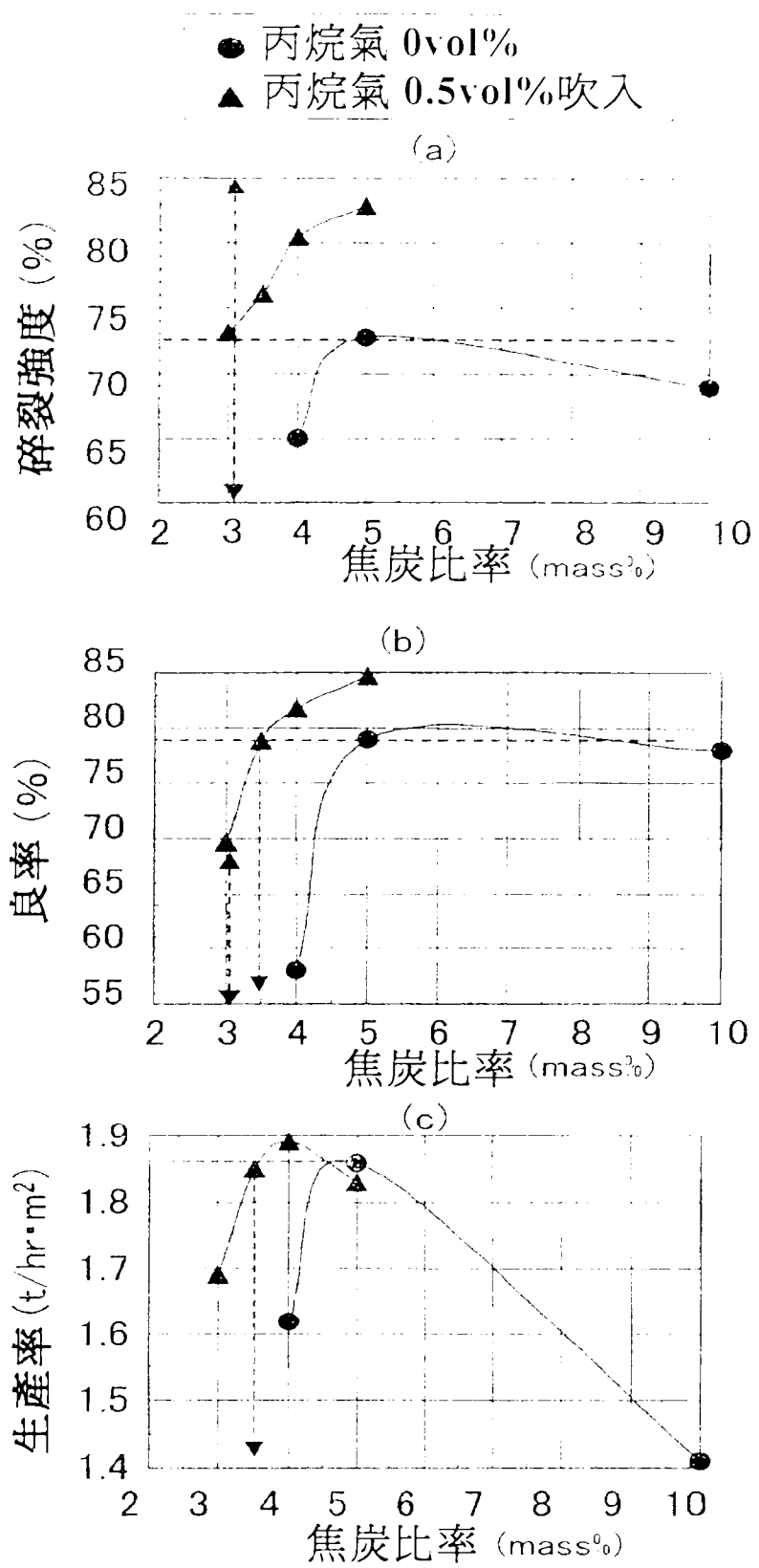
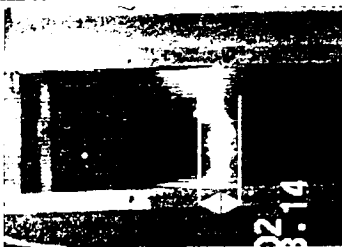
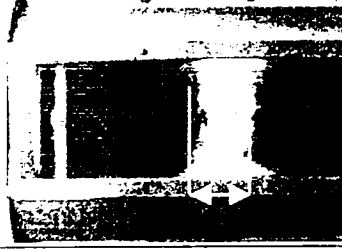
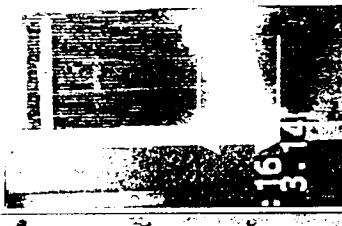
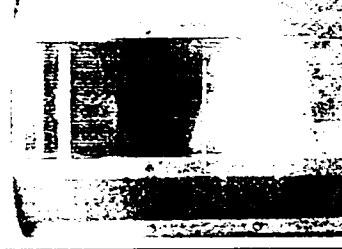
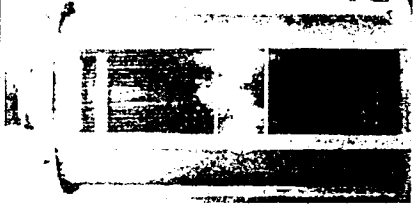
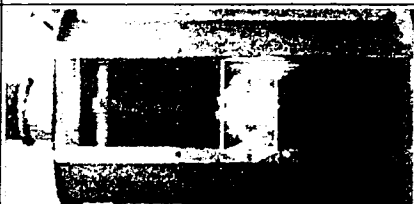
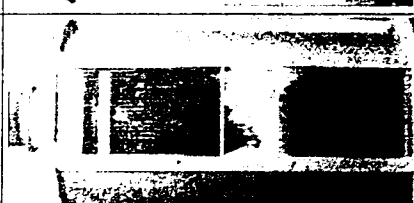
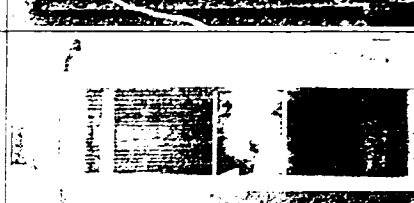
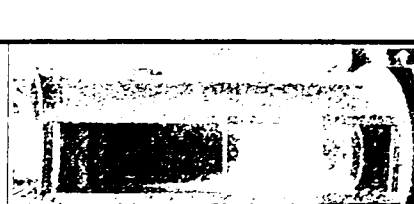


圖 2-3

(氣體濃度 (相對於空氣) 熱量基準之 丙烷氣換算濃度 燃燒帶	0 vol%	1.0 vol%	2.0 vol%	2.5 vol%
	0%	0.2%	0.4%	0.5%
				
燃燒帶寬度(mm)	50	100	135	150
燒結時間(min.)	16.3	17.2	17.0	17.3
良率(%)	70.7	74.0	74.5	75.6
生產率(t/hr · m ²)	1.58	1.57	1.59	1.63
碎裂強度(%)	69.2	71.6	73.5	75.3

備註：①調配焦炭：5.0mass%
②裝入原料：通常造粒
③層厚：400mm
④負壓：1200mmAq
⑤吹入 C 氣體：點火結束 90 秒後～排氣溫度到達 70°C 為止

圖 54

丙烷氣濃度 (相對於空氣)	0 vol%	0.02vol%	0.05vol%	0.1vol%	0.2vol%	0.5vol%
燃燒						
燃燒帶寬度(mm)	75	86	78	96	104	145
燒結時間(min.)	15.3	15.1	15.0	14.9	15.2	18.2
良率(%)	65.5	65.6	64.8	67.0	68.4	68.3
生產率(t/hr · m ²)	1.47	1.48	1.47	1.51	1.54	1.44
碎裂強度(%)	71.8	76.6	76.0	75.8	77.9	82.9

備註：①調配焦炭：5.0mass%
②裝入原料：焦炭粉/石灰石外部
③層厚：400mm
④負壓：1200mmAq
⑤吹入丙烷氣：點火結束60秒後～排氣溫度到達70℃為止

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

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

七、申請專利範圍：

1. 一種燒結礦之製造方法，係具有：

裝入步驟，將含有粉礦石與炭材之燒結原料裝入循環移動之托板上，並於托板上形成燒結原料之裝入層；

點火步驟，對裝入層表面之炭材點火；

稀釋氣體燃料生成步驟，將氣體燃料朝裝入層上方之大氣中供給來進行稀釋，而生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料；
以及

燃燒步驟，通過被配置於托板下之風箱將上述稀釋氣體燃料與空氣抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料與該裝入層內之炭材於燒結層內燃燒，藉此生成燒結塊；

上述稀釋氣體燃料生成步驟係由以引起吹滅現象之流速將氣體燃料朝裝入層上方之大氣中供給來進行稀釋，而生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料所構成。

2. 如申請專利範圍第1項之燒結礦之製造方法，其中，引起上述吹滅現象之流速係超過氣體燃料之燃燒速度的速度。

3. 如申請專利範圍第1項之燒結礦之製造方法，其中，上述稀釋氣體燃料生成步驟係由以氣體燃料之燃燒速度兩倍以上的速度將氣體燃料朝裝入層上方之大氣中噴出而進行稀釋，以生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料所構成。

4. 如申請專利範圍第1項之燒結礦之製造方法，其中，上述稀釋氣體燃料生成步驟係由以氣體燃料之擾流燃燒速度兩倍

以上的速度將氣體燃料朝裝入層上方之大氣中噴出而進行稀釋，以生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料所構成。

5. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述稀釋氣體燃料生成步驟係由相對於環境壓力，以 300 mmAq 以上且未滿 40000 mmAq 之壓力噴出而進行稀釋，以生成燃燒下限濃度以下之稀釋氣體燃料所構成。

6. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述稀釋氣體燃料生成步驟係由將氣體燃料自開口徑未滿 3 mm ϕ 之噴出口朝裝入層上方之大氣中噴出所構成。

7. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，其更具有對燒結層內之最高到達溫度及高溫帶保持時間中之任一者或兩者進行調整之步驟。

8. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，其更具有藉由調整稀釋氣體燃料之供給量或濃度而調整燒結層內之最高到達溫度的步驟。

9. 如申請專利範圍第 8 項之燒結礦之製造方法，其中，上述最高到達溫度為 1205~1380°C。

10. 如申請專利範圍第 9 項之燒結礦之製造方法，其中，其更具有藉由調整燒結原料中之炭材量而調整燒結層內之最高到達溫度的步驟。

11. 如申請專利範圍第 10 項之燒結礦之製造方法，其中，上述最高到達溫度為 1205~1380°C。

12. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，其更具有藉由調整稀釋氣體燃料之供給量、濃度及燒結原料中之炭材量中之任一者以上，而將上述最高到達溫度調整為 1205～1380℃之步驟。

13. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，其更具有根據稀釋氣體燃料之供給量、濃度或者燒結原料中之炭材量來調整燒結層內之高溫帶保持時間的步驟。

14. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，其更具有根據燒結原料中之炭材量來調整上述稀釋氣體燃料之供給量或者濃度，而調整燒結層內之高溫帶保持時間之步驟。

15. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述燃燒步驟係由使自裝入層之上所導入的稀釋氣體燃料之至少一部分以於保持未燃燒之狀態下到達上述裝入層中之燒結層之燃燒·熔融帶方式進行燃燒所構成。

16. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，其更具有使自裝入層之上所導入的稀釋氣體燃料燃燒，並調整燒結層內之燃燒·熔融帶之形態的步驟。

17. 如申請專利範圍第 16 項之燒結礦之製造方法，其中，上述調整燃燒·熔融帶之形態的步驟係由使自裝入層之上所導入的稀釋氣體燃料燃燒，並調節燃燒·熔融帶之高度方向厚度及/或托板行進方向之寬度所構成。

18. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上 s

述燃燒步驟係由使稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒，並延長燃燒·熔融帶之高溫帶保持時間來調整燒結礦之冷強度所構成。

19. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，其更具有調整稀釋氣體燃料朝裝入層之導入位置的步驟。

20. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述燃燒步驟係由於點火爐後方之位置處將稀釋氣體燃料抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒所構成。

21. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述燃燒步驟係由在於裝入層表層部生成燒結塊後至燒結結束之間將稀釋氣體燃料抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒所構成。

22. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述燃燒步驟係由於燃燒·熔融帶之厚度達到 15 mm 以上之區域中將稀釋氣體燃料抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒。

23. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述燃燒步驟係由於燃燒前線到達裝入層表層下 100 mm 之位置後方將稀釋氣體燃料抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒所構成。

24. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述燃燒步驟係由於裝入層之兩側壁附近將稀釋氣體燃料抽吸至裝入層內，並使該稀釋氣體燃料於燒結層內燃燒所構成。

25. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述稀釋氣體燃料係濃度稀釋至燃燒下限濃度之 75%以下且 2%以上之濃度的可燃性氣體。

26. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述稀釋氣體燃料係濃度稀釋至燃燒下限濃度之 60%以下且 2%以上之濃度的可燃性氣體。

27. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述稀釋氣體燃料係濃度稀釋至燃燒下限濃度之 25%以下且 2%以上之濃度的可燃性氣體。

28. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述氣體燃料係選自高爐氣體、焦爐氣體、高爐·焦爐混合氣體、都市煤氣(town gas)、天然氣、甲烷氣、乙烷氣、丙烷氣及該等混合氣體所組成之群組中的一種可燃性氣體。

29. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述氣體燃料係 CO 含量為 50 mass ppm 以下之氣體。

30. 如申請專利範圍第 1 項之燒結礦之製造方法，其中，上述氣體燃料係使氣體狀態下之著火溫度高於燒結床表層之溫度的液體燃料氣化之氣體。

31. 如申請專利範圍第 30 項之燒結礦之製造方法，其中，上述液體燃料係選自醇類、醚類、石油類、其他烴系化合物類所組成之群組中的一種。

32. 一種燒結機，係包括：

循環移動之托板；

原料供給裝置，將含有粉礦石與炭材之燒結原料裝入該托板上而形成裝入層；

點火爐，用以對該燒結原料中之炭材點火；

風箱，被設置於該托板之下方；以及

氣體燃料供給裝置，被配置於該點火爐之托板行進方向下游側，並將氣體燃料朝裝入層上方之大氣中噴出，以使其與空氣混合；

上述氣體燃料供給裝置由以下所構成：氣體燃料供給管；以及噴出手段，被設置於該管並具有用以噴出氣體燃料之由縫隙、開口及噴嘴所組成群組之一者；而該噴出手段具有直徑為 $0.5\sim 3\text{ mm}\phi$ 之開口徑。

33. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置將氣體燃料朝裝入層上方之大氣中噴出，使其與空氣混合，從而生成濃度為燃燒下限濃度以下之濃度的稀釋氣體燃料。

34. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係由以下所構成：複數個氣體燃料供給管，沿托板之寬度方向設置；以及噴出手段，被設置於該管並具有用以噴出氣體燃料之由縫隙、開口及噴嘴所組成群組之一者。

35. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係由以下所構成：複數個氣體燃料供給管，沿托板之

行進方向設置；以及噴出手段，設置於該管並具有用以噴出氣體燃料之由縫隙、開口及噴嘴所組成群組之一者。

36. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係具有控制托板寬度方向之氣體燃料供給量的控制裝置。

37. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置具有燃料濃度控制裝置，該燃料濃度控制裝置根據托板寬度方向抽吸速度之分布，朝抽吸速度較大之部分供給較多之燃料，並減少朝抽吸速度較小之部分的燃料供給量，藉此將與抽吸空氣量對應之燃料濃度保持固定。

38. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係使氣體燃料朝裝入層從下方噴出之氣體燃料供給裝置。

39. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係使氣體燃料朝裝入層表面平行噴出之氣體燃料供給裝置。

40. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係使氣體燃料朝折回板噴出之氣體燃料供給裝置。

41. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係由：氣體燃料供給管；以及設置於該氣體燃料供給管之氣體噴出用縫隙、開口或者噴嘴；所構成，而該縫隙、開口或者噴嘴具有朝向裝入層表面而在相對於其垂直方向為 ± 90 s

度之範圍內分散的方向。

42. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係由可以軸為中心旋轉之氣體燃料供給管所構成。

43. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係在裝入層表面上方 300 mm 以上之高度處具有氣體燃料之噴出口。

44. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係具有可於裝入層表面上方 300 mm 以上之高度調整氣體燃料之噴出位置的升降機構。

45. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係被設置於在托板行進方向自燃燒前線行進至裝入層表層下之階段至燒結結束之間的位置處之氣體燃料供給裝置。

46. 如申請專利範圍第 32 項之燒結機，其中，上述氣體燃料供給裝置係設置於側壁附近之氣體燃料供給裝置。