



(21)申請案號：098108734

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 03 月 18 日

(51)Int. Cl. : **B01D53/02 (2006.01)**
C01B3/02 (2006.01)

B01D53/75 (2006.01)

(30)優先權：2008/03/18 日本 2008-069217

(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：中川二彥 NAKAGAWA, TSUGUHIKO (JP)；原岡卓司 HARAOKA, TAKASHI (JP)；岸本啟 KISHIMOTO, AKIRA (JP)；齊間等 SAIMA, HITOSHI (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

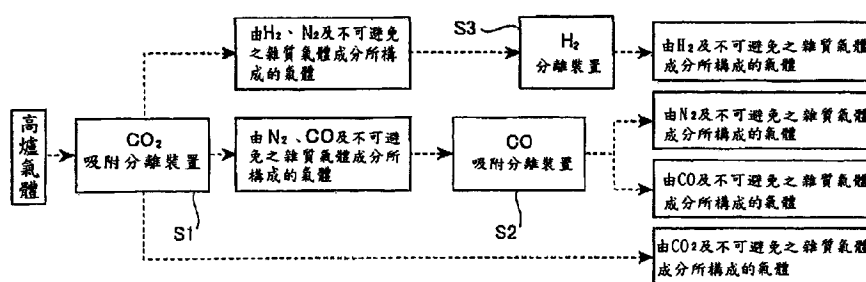
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：9 共 35 頁

(54)名稱

高爐氣體之分離方法

(57)摘要

本發明的高爐氣體之分離方法，係當將從高爐爐頂所排出的高爐氣體，使用二段氣體分離精製裝置分離成以各成分為主體的氣體之際，利用第一段氣體分離精製裝置(S1)，將高爐氣體分離為：由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；再利用第二段氣體分離精製裝置(S2)，將由上述第一段氣體分離精製裝置所分離出之由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離為：由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。



S1：第一段氣體分離
步驟

S2：第二段氣體分離
步驟

S3：第三段氣體分離
步驟



(21)申請案號：098108734

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 03 月 18 日

(51)Int. Cl. : **B01D53/02 (2006.01)**
C01B3/02 (2006.01)

B01D53/75 (2006.01)

(30)優先權：2008/03/18 日本 2008-069217

(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：中川二彥 NAKAGAWA, TSUGUHIKO (JP)；原岡卓司 HARAOKA, TAKASHI (JP)；岸本啟 KISHIMOTO, AKIRA (JP)；齊間等 SAIMA, HITOSHI (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

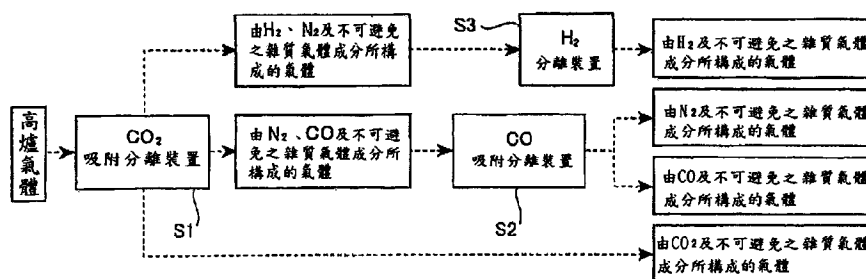
申請實體審查：有 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：9 共 35 頁

(54)名稱

高爐氣體之分離方法

(57)摘要

本發明的高爐氣體之分離方法，係當將從高爐爐頂所排出的高爐氣體，使用二段氣體分離精製裝置分離成以各成分為主體的氣體之際，利用第一段氣體分離精製裝置(S1)，將高爐氣體分離為：由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；再利用第二段氣體分離精製裝置(S2)，將由上述第一段氣體分離精製裝置所分離出之由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離為：由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。



S1：第一段氣體分離步驟

S2：第二段氣體分離步驟

S3：第三段氣體分離步驟

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於將從高爐爐頂排出的高爐氣體，分別分離為以各氣體成分為主成分之氣體的方法。

【先前技術】

在煉鐵廠中會從諸如焦炭爐、高爐、轉爐等設備中產生通稱「副產氣體」的氣體，在該氣體中除了氫、一氧化碳、甲烷等可使用作為燃料的成分之外，尚含有氮、二氧化碳等。該副產氣體雖大部分被使用於發電廠、加熱爐等利用由燃燒所產生之熱的用途方面，但如前述，因為該等副產氣體中尚含有氮、二氧化碳等非活性成分，因而每單位體積的熱量係 $700\sim 4500\text{kcal/Nm}^3$ ，具有相較於一般燃料氣體的丙烷氣體或天然氣體呈偏低的特徵。特別係高爐氣體為 700kcal/Nm^3 左右，屬熱量最低。

此現象係因為氫、一氧化碳、甲烷等燃料成分較少，且由該等燃料成分的燃燒所產生之熱量被消耗於燃料成分以外之成分的氮與二氧化碳之加熱所造成。所以，在高爐氣體含有：氮 $50\sim 55$ 體積%左右、二氧化碳 $20\sim 23$ 體積%左右。

所以，相關從該等副產氣體中將非活性成分去除的方法，特別係就從最近削減二氧化碳排放的要求，相關從高爐氣體中分離回收二氧化碳的方法已有數個提案。

例如專利文獻 1 中提案有：使從高爐氣體等含有氮、一氧

化碳、二氧化碳的氣體中分離出一氧化碳後的氣體，在燃燒觸媒存在下進行燃燒，而將殘存的微量可燃氣體與氧去除，而製造以氮與二氧化碳為主成分的非活性氣體。此外，亦提案有從上述非活性氣體中分離出二氧化碳，而獲得高純度氮。

再者，在專利文獻 2 中提案有：在加壓下使其與吸附劑接觸而施行吸附分離，接著，在減壓下利用使其脫附的壓力變動式吸附分離方式，而將高爐氣體中的二氧化碳與氮，使用氧化鋁系吸附劑與多孔性聚苯乙烯，分別選擇性地吸附分離，而製造富含一氧化碳與氮之氣體的方法。

再者，在專利文獻 3 中提案有：從煉鐵廠中所產生的副產氣體，利用化學吸收法進行二氧化碳的分離回收時，從該氣體利用化學吸收液施行二氧化碳吸收後，再將化學吸收液加熱而使二氧化碳分離的製程，以利用或活用煉鐵廠中所產生 500°C 以下的低品質排熱。

專利文獻 1：日本專利特開昭 61-28446 號公報

專利文獻 2：日本專利特開昭 62-193622 號公報

專利文獻 3：日本專利特開 2004-292298 號公報

如上述專利文獻 1~3 所提案，將煉鐵廠所產生副產氣體中所含各成分施行分離的技術，雖自習知起即有提案，但均尚未達實用化階段，仍有尚待解決的問題。

例如於專利文獻 1，雖將高爐氣體中的一氧化碳利用吸收

法進行分離，但該方法在經吸收一氧化碳後的氣體中，仍殘留約 1 體積%左右的一氧化碳，且氫並未被吸收而仍殘留著（參照專利文獻 1 的第 2 頁左上欄）。該等係利用在分離器後段所設置燃燒器進行完全燃燒。由該殘留之一氧化碳與氫所產生的熱量，儘管已達高爐氣體所具有熱量的 5% 左右之較大程度，但因為屬於被大量氮與二氧化碳所稀釋的氣體，因而頗難有效利用由該燃燒器所產生的熱量，所以，不得不說專利文獻 1 浪費了相當於高爐氣體所具有熱量的 5% 部份。

於專利文獻 2，將用於吸附高爐氣體中之二氧化碳的氧化鋁系吸附劑、與用於吸附氮的多孔性聚苯乙烯，填充於一座吸附塔內，此吸附塔吸附高爐氣體中的二氧化碳與氮，相對地獲得一氧化碳濃度與氫濃度增加的氣體，但一氧化碳與氫的回收率不會超過 80%，剩餘 20% 的一氧化碳與氫，將形成與二氧化碳及氮相混合的低熱量氣體並被排氣。

再者，就專利文獻 3，雖將高爐氣體中的二氧化碳利用化學吸收法進行分離回收，但高爐氣體中的二氧化碳濃度係 20% 左右，雖即使僅藉二氧化碳的分離仍可獲得熱量增加的效果，但改善效果卻僅限於 25% 左右而已，並無法獲得高熱量氣體。

再者，上述任一分離方法均有投入動力之共通問題，在專利文獻 1 中為了吸收液再生，需要 100~150°C 的加熱或減壓，在專利文獻 2 中於吸附時需要加壓至 2ata、與於脫附

時需要減壓至 0.1ata，在專利文獻 3 中為了吸收液再生，需要 120°C 的加熱，即便因應該等的熱源或動力準備係利用廢熱但仍屬必要。

依此，將煉鐵廠副產氣體中的非活性成分去除以增加熱量之事，係由從二氧化碳排放削減與省能源的觀點亦屬重要，且於實用化上，則顯示出存在有：屬於燃料成分的一氧化碳與氫之回收率提升、分離操作所耗費之能源或成本的削減等問題。

【發明內容】

本發明目的在於提供：為了藉由從高爐氣體中將二氧化碳與氫施行分離・去除，而製造高熱量改質高爐氣體等，當將高爐氣體分離為以各個成分為主成分的氣體時，可依高回收率且效率佳地回收各個氣體的高爐氣體之分離方法。

本發明者等就從高爐氣體分離時的回收率提升、以及能源或成本削減等各種觀點進行檢討，結果發現當從高爐氣體進行各成分分離時，特別係藉由分離順序與分離手法的適當組合，則可實現。

本發明係根據上述發現而完成，第 1 發明的高爐氣體之分離方法，係當將從高爐爐頂所排出的高爐氣體，使用二段氣體分離精製裝置分離成以各成分為主體的氣體之際，利用第一段氣體分離精製裝置，將高爐氣體分離為：由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由氫、一氧化

碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；再利用第二段氣體分離精製裝置，將由上述第一段氣體分離精製裝置所分離出之由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離為：由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。

第2發明的高爐氣體之分離方法，係於第1發明中，上述第一段氣體分離精製裝置係藉由吸附二氧化碳而進行分離的吸附分離裝置；上述第二段氣體分離精製裝置係藉由吸附一氧化碳而進行分離的吸附分離裝置。

第3發明的高爐氣體之分離方法係於第1發明中，上述第一段氣體分離精製裝置係藉由吸收二氧化碳而進行分離的化學式吸收裝置；上述第二段氣體分離精製裝置係藉由吸附一氧化碳而進行分離的吸附分離裝置。

第4發明的高爐氣體之分離方法係於第1發明中，上述第一段氣體分離精製裝置係藉由吸附二氧化碳而進行分離的吸附分離裝置；上述第二段氣體分離精製裝置係藉由吸收一氧化碳而進行分離的化學式吸收裝置。

第5發明的高爐氣體之分離方法係於第2至第4項中任一項發明中，在上述吸附分離裝置的出口側配置氫滲透膜或吸附除氫以外之成分的吸附劑作為第三段氣體分離精製裝置，從上述吸附分離裝置分離出之由氫、氮及不可避免之雜

質氣體成分所構成的氣體，分離出由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。

第 6 發明的高爐氣體之分離方法係於第 5 發明中，當配置吸附除氫以外之成分的吸附劑作為上述第三段氣體分離精製裝置，並利用該吸附劑分離出由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體時，將上述吸附劑所吸附的成分，利用依減壓施行的脫氣操作、或利用氫施行的洗淨操作或逆洗淨操作而予以去除。

根據本發明，當將以氫、氮、一氧化碳及二氧化碳為主要成分的高爐氣體，依各個氣體成分進行分離時，因為最容易分離的二氧化碳將最先分離，因此依較少動力即可施行高爐氣體的分離，且因為使用二段氣體分離精製裝置進行分離，因此可依高分離率將各個氣體施行分離。且，當使用第三段氣體分離精製裝置進行氫分離時，亦可從高爐氣體中依高回收率回收高濃度氫，結果可獲得含有高濃度氫與高濃度一氧化碳、且熱量增加更高的改質高爐氣體，依此效果則可降低分離時所耗費的投入能源與成本。

【實施方式】

以下，針對本發明進行具體說明。

高爐氣體的組成係一氧化碳：21.1~26.2 體積%、二氧化碳：19.3~23.2 體積%、氫：2.9~5.3 體積%、氮：52.5~59.2 體積%(參照第 4 版鋼鐵便覽(CD-ROM)No. 1 第 2 卷製鐵・製

鋼、2002年7月30日出版、表42-5·7(2000))。為了從該高爐氣體製造出熱量更高的改質高爐氣體等目的，當將高爐氣體分離為各自氣體成分之際，在本發明中使用二段氣體分離精製裝置，利用第一段氣體分離精製裝置，將高爐氣體分離為：由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由氫、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，再利用第二段氣體分離精製裝置，將由上述第一段氣體分離精製裝置所分離出之由氫、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離為：由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體、與由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。

此處所謂「不可避免之雜質氣體成分」係指除高爐氣體中所含微量成分之外，在上述4成分(一氧化碳、二氧化碳、氫、氮)中應分離之目的成分以外，在分離效率上附隨混入的氣體成分，最大含20體積%左右。此外，在由氫、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體中，亦有含不可避免之雜質氣體成分之氫的情況。即，從吸附分離裝置所排出的氣體中，亦有分離出「由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體」的情況；所謂「由氫、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體」，係包括將「由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體」分離的情況與未分離的情況等二種概念。

依此根據本發明，在第一段氣體分離步驟中，因為從高爐氣體中分離出二氧化碳，因此可減少屬於第二段氣體分離步驟的一氧化碳分離之步驟負荷，並可有效率進行分離。

第一段氣體分離精製裝置可使用藉由吸附二氧化碳(以下稱「CO₂」)而進行分離的吸附分離裝置，或藉由吸收二氧化碳而進行分離的化學式吸收裝置。此外，第二段氣體分離精製裝置係如同第一段氣體分離精製裝置，可使用藉由吸附一氧化碳(以下稱「CO」)而進行分離的吸附分離裝置，或藉由吸收一氧化碳而進行分離的化學式吸收裝置。

第一段與第二段氣體分離精製裝置所使用的吸附分離方法，可使用例如：變壓吸附裝置(PSA法)、變溫吸附法(TSA法)等，第一段與第二段氣體分離精製裝置所使用的化學式吸收裝置，係當二氧化碳的情況，可使用胺法、冷凍氨法等，當一氧化碳的情況，可使用以氯化銅·六甲基磷酸三醯胺、氯化鋁·甲苯等為吸收液的方法。

再者，第一段與第二段分離裝置的組合，係有如：吸附法+吸附法(第一實施形態例)、或吸收法+吸附法(第二實施形態例)、以及吸附法+吸收法(第三實施形態例)，但在第一段與第二段均為吸收法的情況，因為氫無法分離而成為損失(loss)，因而不佳。

再者，藉由在吸附分離裝置(第一段或第二段均可)的出口側，配置之氫滲透膜、或具有吸附除氫以外成分的吸附劑的

氫分離裝置作為第三段氣體分離精製裝置，亦可分離出高純度氫。

以下，參照圖式針對本發明進行具體說明。

圖 1 所示係本發明第一實施形態例的步驟圖，第一段氣體分離步驟(S1)係配置 CO₂ 吸附分離裝置，利用該 CO₂ 吸附分離裝置，將高爐氣體分離為：由氫(以下稱「H₂」)、氮(以下稱「N₂」)及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(在排出時之初期從分離裝置中排出)；由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(在排出時之中期排出)；以及由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(在最後排出)，且配置 CO 吸附分離裝置作為第二段氣體分離步驟(S2)，並利用該 CO 吸附分離裝置，將由第一段氣體分離步驟(S1)所分離之由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離為：由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(在排出時之初期從分離裝置中排出)；以及由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(最後排出)。

再者，此處表示為「排出」者係指變壓(溫)吸附法的各步驟(吸附、減壓、洗淨、脫氣等)中，從吸附塔進行排氣的步驟總稱；所謂「初期」、「中期」及「最後」係指統合了各步驟的一循環內之時間前後關係。

其中，利用第一段氣體分離步驟進行二氧化碳分離的理由

如下。即，當利用吸附分離裝置進行分離時，各成分對吸附劑的吸附力大致依「氫 \ll 氮 $<$ 一氧化碳 \ll 二氧化碳」的順序增強，一般而言，氮與一氧化碳的吸附力之差，係較小於該等與其他成分的吸附力之差。此現象係從含有氫、氮、一氧化碳及二氧化碳的混合氣體中利用吸附分離裝置將各成分施行分離時，因為二氧化碳會於更低壓力或高溫下進行吸附，因而最容易分離，即，可將分離所耗費之動力壓抑至最少。此外，利用吸附法施行的分離中，因為未施行分離的成分亦需要投入動力，因為不屬於分離對象的其他成分大量存在，因而低濃度成分的分離將需要更大的動力。

再者，配置氫分離裝置作為第三段氣體分離步驟(S3)，並利用該氫分離裝置，從由第一段氣體分離步驟(S1)所分離之由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體中，分離出由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。此外，如前述，本發明中，第三段氣體分離步驟(S3)並非屬必要，當為了獲得相較於高爐氣體，每單位體積的熱量達3倍以上之改質高爐氣體時，係藉由將利用第一段氣體分離步驟(S1)所分離之由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體、與利用第二段氣體分離步驟(S2)所分離之由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體進行混合，便可充分滿足目的。

圖2所示係本發明第二實施形態例的步驟圖，作為第一段

氣體分離步驟(S1)係配置 CO₂ 吸收分離裝置，並利用該 CO₂ 吸收分離裝置將高爐氣體分離為：由氮、一氧化碳、氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(從吸收塔所排出)；與由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(從再生塔所排出)；且配置 CO 吸附分離裝置作為第二段氣體分離步驟(S2)，並利用該 CO 吸附分離裝置，將由第一段氣體分離步驟(S1)所分離之由氮、一氧化碳、氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離為：由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(在排出時之初期從分離裝置排出)；由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(在排出時之中期排出)；以及由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(最後排出)。

第二實施形態例中，先分離二氧化碳的理由如同在第一實施形態例中所敘述理由，係為了減輕第二段氣體吸附分離步驟的負荷。

再者，更進一步配置氫分離裝置作為第三段氣體分離步驟(S3)，利用該氫分離裝置從由第二段氣體分離步驟(S2)所分離之由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離出由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。此處第三段氣體分離步驟(S3)並不屬於必需的理由係如同第一實施形態例。

圖 3 所示係本發明第三實施形態例的步驟圖，配置 CO₂ 吸

附分離裝置作為第一段氣體分離步驟(S1)，利用該 CO₂ 吸附分離裝置將高爐氣體分離為：由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(在排出時之初期從分離裝置排出)；由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(在排出時之中期排出)；以及由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(最後排出)；且配置 CO 吸收分離裝置作為第二段氣體分離步驟(S2)，並利用該 CO 吸收分離裝置，將由第一段氣體分離步驟(S1)分離之由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離為：由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(從吸收塔排出)；與由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體(從再生塔排出)。

再者，更進一步配置氫分離裝置作為第三段氣體分離步驟(S3)，利用該氫分離裝置，從由第一段氣體分離步驟(S1)所分離之由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離出由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。此處第三段氣體分離步驟(S3)並不屬於必需的理由係如同第一實施形態例。

針對上述本發明第一實施形態例，舉實例進行更詳細說明。

圖 4 所示係本發明第一實施形態例中，第一段氣體分離步驟(S1)的 CO₂ 吸附分離裝置、及第二段氣體分離步驟(S2)的

CO 吸附分離裝置，均使用變壓吸附裝置(PSA)時的分離操作示意圖，圖 4 中的元件符號 1 係 CO₂ 吸附用變壓吸附裝置(以下稱「CO₂-PSA 裝置」)的原料儲氣器，元件符號 2 係 CO₂-PSA 裝置的吸附塔(以下稱「CO₂-PSA 吸附塔」)，元件符號 3 係 CO 吸附用變壓吸附裝置(以下稱「CO-PSA 裝置」)的原料儲氣器，元件符號 4 係 CO-PSA 裝置的吸附塔(以下稱「CO-PSA 吸附塔」)，元件符號 5 係前述氫分離裝置。又，CO₂-PSA 吸附塔 2 與 CO-PSA 吸附塔 4 內部的各氣體成分分佈狀態為用於說明之示意性表現，實際塔內的氣體分佈並非如圖所示。

從高爐排出的高爐氣體被導入至 CO₂-PSA 裝置的原料儲氣器 1 中，在原料儲氣器 1 中，與後述從 CO₂-PSA 吸附塔 2 送返之由氮、一氧化碳、二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 d 進行混合後，再從原料儲氣器 1 導入於 CO₂-PSA 吸附塔 2 中。此情況，最好在將高爐氣體導入於原料儲氣器 1 中之前，便預先將高爐氣體中的煤塵(固態粒子)、霧粒(液態微粒子)、水分及硫分去除。其理由係因煤塵會阻塞在 CO₂-PSA 吸附塔 2 中所設置吸附劑的細孔而導致能力降低，因為霧粒與水分對上述吸附劑的吸附力係高於二氧化碳，因此除了相對地會導致二氧化碳吸附能力降低之外，亦會促進吸附劑劣化，硫分則因上述吸附劑的吸附點被毒化而導致引發能力降低。

作為 CO₂-PSA 吸附塔 2 中所填充的吸附劑，係在屬於能將氫、氮、一氧化碳、二氧化碳進行某程度分離的材料之前提下，可利用任何物質，並無特別指定，可使用市售的活性炭、沸石。此外，吸附時的壓力、脫附時的壓力亦均無特別的指定，從操作容易性的觀點而言，較佳係吸附壓力 100~500kPa、脫附壓力 5~100kPa。

從原料儲氣器 1 被導入至 CO₂-PSA 吸附塔 2 中的氣體 a(由高爐氣體、與循環的 N₂、CO、CO₂ 及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體)，如圖 4 所示，被分離為：由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 b；由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 c；由氮、一氧化碳、二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 d；以及由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 e。

由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 b 亦可直接在煉鐵廠內利用為燃料氣體，但藉由更進一步設置氫分離裝置 5，亦可分離出由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 j，即高濃度氫。從由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 b 中分離出之由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 k，亦可回收於 CO₂-PSA 的原料儲氣器 1 中，或回收於 CO-PSA 裝置的原料儲氣器 3 中，但當一氧化碳濃度較低，而在進行回收時使分離動力增加

時，便利用觸媒等而與空氣相混合，經燃燒後再釋放於大氣中。氫分離裝置 5 可為強烈吸附除氫以外之氣體成分(即氮)的 PSA 裝置，亦可另外在 CO₂-PSA 吸附塔 2 上部填充入 CO₂ 用吸附劑作為吸附劑。或者亦可為利用了分子大小的氫分離膜。

由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 c，被送入至後段的 CO-PSA 裝置之原料儲氣器 3 中，而由氮、一氧化碳、二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 d，則如前述，被送入至 CO₂-PSA 裝置的原料儲氣器 1 中，並與高爐氣體相混合。所分離的由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 e，係純度 99% 以上的高純度 CO₂，亦可利用作為非活性氣體或乾冰用。

在 CO₂-PSA 裝置中，重複實施從原料儲氣器 1 對 CO₂-PSA 吸附塔 2 的氣體導入、以及從 CO₂-PSA 吸附塔 2 進行氣體排出的操作。

由 CO₂-PSA 吸附塔 2 所分離之由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 c，被送入至後段的 CO-PSA 裝置之原料儲氣器 3 中，並在原料儲氣器 3 中，經與後述從 CO-PSA 吸附塔 4 送返的由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 h 相混合後，再從原料儲氣器 3 中依氣體 f 導入於 CO-PSA 吸附塔 4 中。

在 CO-PSA 吸附塔 4 中所填充的吸附劑，係在能將一氧化

碳進行某程度分離的材料之前提下，可利用任何物質，並無特別的指定，Y型沸石、或在Y型沸石上載持(或離子交換)一價銅者，因為一氧化碳吸附能力優異故較佳。此外，吸附時的壓力、脫附時的壓力均無特別指定，從操作容易性的觀點而言，較佳係吸附壓力100~500kPa、脫附壓力5~100kPa。

從原料儲氣器3導入於CO-PSA吸附塔4中的氣體f，如圖4所示，被分離為：由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體g；由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體h；以及由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體i。由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體g係純度99%左右的高純度 N_2 ，可當作非活性氣體並利用於轉爐等。由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體h，如前述，被送入至原料儲氣器3中。由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體i係純度99%以上的高純度CO，除可利用作為熱量 $3000\text{kcal}/\text{Nm}^3$ 以上的燃料氣體，尚可利用為化學原料。

在CO-PSA裝置中重複實施從原料儲氣器3對CO-PSA吸附塔4的氣體導入、以及從CO-PSA吸附塔4進行氣體排出的操作。

依此，則從高爐氣體中依高效率且高分離率分離出高純度 H_2 、 CO_2 、 N_2 、CO。

再者，當有設置氮分離裝置5時，氮分離裝置5係如前述，

可為強烈吸附除氫以外氣體成分的 PSA 裝置，且亦可為氫分離膜，當使用會強烈吸附除氫以外氣體成分的 PSA 裝置時，較佳係在吸附劑因除氫以外成分而貫穿的時點，施行利用減壓進行的脫氣操作、或利用氫進行的洗淨操作或逆洗淨操作。藉由施行利用減壓進行的脫氣操作、或利用氫進行的洗淨操作或逆洗淨操作，可將一氧化碳與氫的損失抑制至最小極限。

圖 5 所示係第一實施形態例中，氫分離裝置 5 為膜分離裝置的情況。利用氫分離裝置 5，在由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 j(高純度氫氣)進行分離之同時，被分離並排出的由一氧化碳、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 k，係當該分離排出氣體中所含有的氫濃度較高時便導入於原料儲氣器 1 中，而當該分離排出氣體中所含有的氫濃度較低時便導入於原料儲氣器 3 中。

再者，圖 6 所示係第一實施形態例中，氫分離裝置 5 為吸附裝置的情況。將由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 b 導入於氫分離裝置 5 中，而分離出由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 j(高純度氫氣)。

圖 7 係當氫分離裝置 5 係吸附裝置的情況，在由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 j 分離後，再利用減壓施行吸附裝置的脫氣操作時之分離操作示意圖，又，圖 8 係利用氫施行吸附裝置的洗淨操作時之分離操作示意圖，圖 9

係當利用氫施行吸附裝置的逆洗淨操作時之分離操作示意圖。此處所謂「利用氫進行洗淨操作」係指順向的洗淨操作，朝與吸附時的氣體導入方向之同方向進行洗淨用氫氣導入。同樣地，所謂「利用氫氣施行逆洗淨操作」係指反向的洗淨操作，朝與吸附時的氣體導入方向之相反方向進行洗淨用氫氣導入。

當氫分離裝置 5 係吸附裝置時，於執行該吸附裝置的脫氣操作時，如圖 7 所示，將氫分離裝置 5 中所殘留的 CO、及 N₂ 等，利用真空泵等排氣裝置 6 進行排出。以所排出 CO 與 N₂ 為主成分的分離排出氣體 1，係當該分離排出氣體中含有的氫濃度較高時便導入於原料儲氣器 1 中，當該分離排出氣體中所含有的氫濃度較低時便導入於原料儲氣器 3 中。

再者，當在由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 j 分離後，施行利用氫進行吸附裝置的洗淨操作時，如圖 8 所示，將所分離之由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 j，利用鼓風機等送風裝置 7 導入於氫分離裝置 5 中，並將氫分離裝置 5 中所殘留由 CO、N₂ 及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體排出。所排出之由 CO、N₂、H₂ 及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 m，係當該分離排出氣體中所含有的氫濃度較高時，便導入於原料儲氣器 1 中，當該分離排出氣體中所含有的氫濃度較低時，便導入於原料儲氣器 3 中。

同樣地，當進行利用氫施行吸附裝置的逆洗淨操作時，如圖 9 所示，將經分離之由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 j，利用送風裝置 7 導入於氫分離裝置 5 中，並將氫分離裝置 5 中所殘留之由 CO、N₂ 及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體排出。所排出之由 CO、N₂、H₂ 及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體 n，係當該分離排出氣體中所含有的氫濃度較高時，便導入於原料儲氣器 1 中，當該分離排出氣體中所含有的氫濃度較低時，便導入於原料儲氣器 3 中。

此情況，因為不需要設置多餘的配管等，因而有利於利用氫進行逆洗淨操作。此外，在圖 5~9 中，除上述以外的構造均如同圖 4，相同的部分便賦予相同元件符號並省略說明。

接著，針對本發明的高爐氣體之分離方法，即第一段氣體分離步驟係二氧化碳的分離步驟，第二段氣體分離步驟係一氧化碳的分離步驟之情況(稱「本發明例」)，與相反的第一段氣體分離步驟係一氧化碳的分離步驟，第二段氣體分離步驟係二氧化碳的分離步驟之情況(稱「比較例」)，於表 1 表示氣體分離所必要的投入電力差異。

[表 1]

		本發明例	比較例
第一吸附裝置	主要分離的成分	CO ₂	CO
	所需動力	83Wh/Nm ³ -input	168Wh/Nm ³ -input
第二吸附裝置	主要分離的成分	H ₂ , N ₂ , CO	H ₂ , N ₂ , CO ₂
	所需動力	131Wh/Nm ³ -input	64Wh/Nm ³ -input
所需動力合計		214Wh/Nm ³ -input	232Wh/Nm ³ -input
動力效率提升(比較例對比)		8%	基準

如表 1 所示，得知第一段氣體分離步驟為二氧化碳的分離步驟時，相較於非此情況下，可降低投入電力。即，本發明的高爐氣體之分離方法可依較少的投入能源施行高爐氣體分離。

【圖式簡單說明】

圖 1 為本發明第一實施形態例的步驟圖。

圖 2 為本發明第二實施形態例的步驟圖。

圖 3 為本發明第三實施形態例的步驟圖。

圖 4 為本發明第一實施形態例中，當在第一段與第二段氣體分離步驟中使用變壓吸附裝置時，分離操作的示意圖。

圖 5 為圖 4 所示本發明第一實施形態例中，當氫分離裝置係膜分離裝置時的分離操作示意圖。

圖 6 為圖 4 所示本發明第一實施形態例中，當氫分離裝置係吸附分離裝置時的分離操作示意圖。

圖 7 為圖 4 所示本發明第一實施形態例中，對氫分離裝置施行脫氣操作時的分離操作示意圖。

圖 8 為圖 4 所示本發明第一實施形態例中，對氫分離裝置利用氫施行洗淨操作時的分離操作示意圖。

圖 9 為圖 4 所示本發明第一實施形態例中，對氫分離裝置利用氫施行逆洗淨操作時的分離操作示意圖。

【主要元件符號說明】

1 原料儲氣器、分離排出氣體

2 CO₂-PSA 吸附塔

3 原料儲氣器

4 CO-PSA 吸附塔

5 氫分離裝置

6 排氣裝置

7 送風裝置

a 由高爐氣體、與循環的 N₂、CO、CO₂ 及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

b 由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

c 由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

d 由氮、一氧化碳、二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

e 由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

g 由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

h 由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

i 由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

j 由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

k 由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的

氣體

m 由 CO、N₂、H₂ 及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

n 由 CO、N₂、H₂ 及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體

S1 第一段氣體分離步驟

S2 第二段氣體分離步驟

S3 第三段氣體分離步驟

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：098108734

※申請日：98/03/18

※IPC 分類：B01D 53/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

B01D 53/15 (2006.01)

高爐氣體之分離方法

C01B 3/02 (2006.01)

二、中文發明摘要：

本發明的高爐氣體之分離方法，係當將從高爐爐頂所排出的高爐氣體，使用二段氣體分離精製裝置分離成以各成分為主體的氣體之際，利用第一段氣體分離精製裝置(S1)，將高爐氣體分離為：由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；再利用第二段氣體分離精製裝置(S2)，將由上述第一段氣體分離精製裝置所分離出之由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離為：由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。

三、英文發明摘要：

雙面影印

七、申請專利範圍：

1. 一種高爐氣體之分離方法，係藉由第一段氣體分離精製裝置，將自高爐爐頂所排出的氣體分離為：由二氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；

再將藉由上述第一段氣體分離精製裝置所分離出之由氮、一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，利用第二段氣體分離精製裝置，分離為：由氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體；以及由一氧化碳及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。

2. 如申請專利範圍第 1 項之高爐氣體之分離方法，其中，上述第一段氣體分離精製裝置係藉由吸附二氧化碳而進行分離的吸附分離裝置；上述第二段氣體分離精製裝置係藉由吸附一氧化碳而進行分離的吸附分離裝置。

3. 如申請專利範圍第 1 項之高爐氣體之分離方法，其中，上述第一段氣體分離精製裝置係藉由吸收二氧化碳而進行分離的化學式吸收裝置；上述第二段氣體分離精製裝置係藉由吸附一氧化碳而進行分離的吸附分離裝置。

4. 如申請專利範圍第 1 項之高爐氣體之分離方法，其中，上述第一段氣體分離精製裝置係藉由吸附二氧化碳而進行分離的吸附分離裝置；上述第二段氣體分離精製裝置係藉由吸收一氧化碳而進行分離的化學式吸收裝置。

5. 如申請專利範圍第 2 至 4 項中任一項之高爐氣體之分離方法，其中，在上述吸附分離裝置的出口側，配置著氫滲透膜或會吸附除氫以外之成分的吸附劑作為第三段氣體分離精製裝置，從上述吸附分離裝置分離出之由氫、氮及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體，分離出由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體。

6. 如申請專利範圍第 5 項之高爐氣體之分離方法，其中，當配置吸附除氫以外之成分的吸附劑作為上述第三段氣體分離精製裝置，並利用該吸附劑分離出由氫及不可避免之雜質氣體成分所構成的氣體時，將上述吸附劑所吸附的成分，利用依減壓施行的脫氣操作、或利用氫施行的洗淨操作或逆洗淨操作而予以去除。

八、圖式：

圖 1

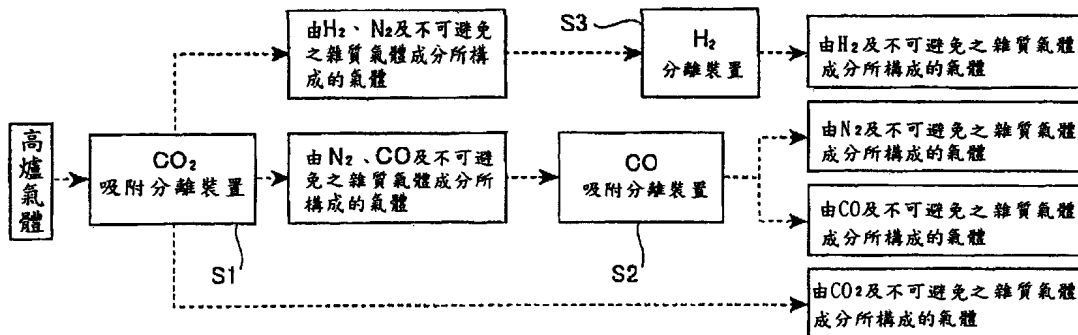


圖 2

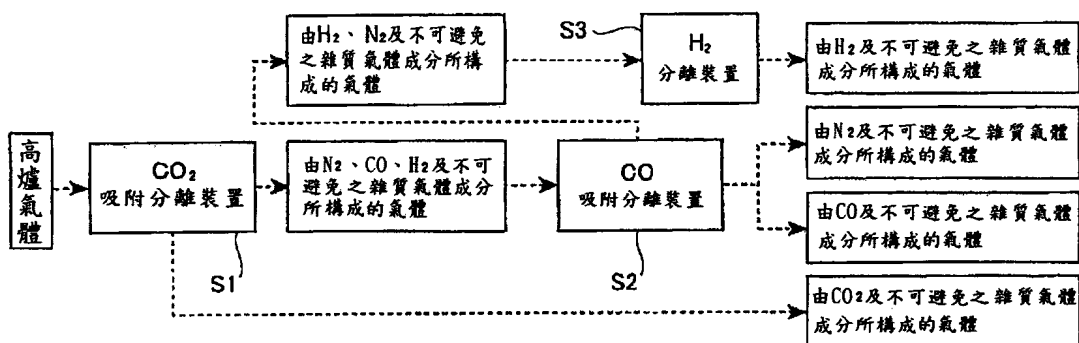


圖 3

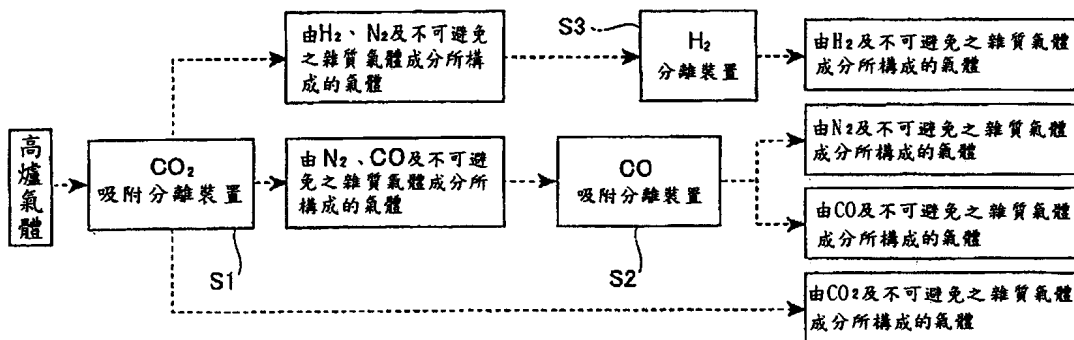


圖 4

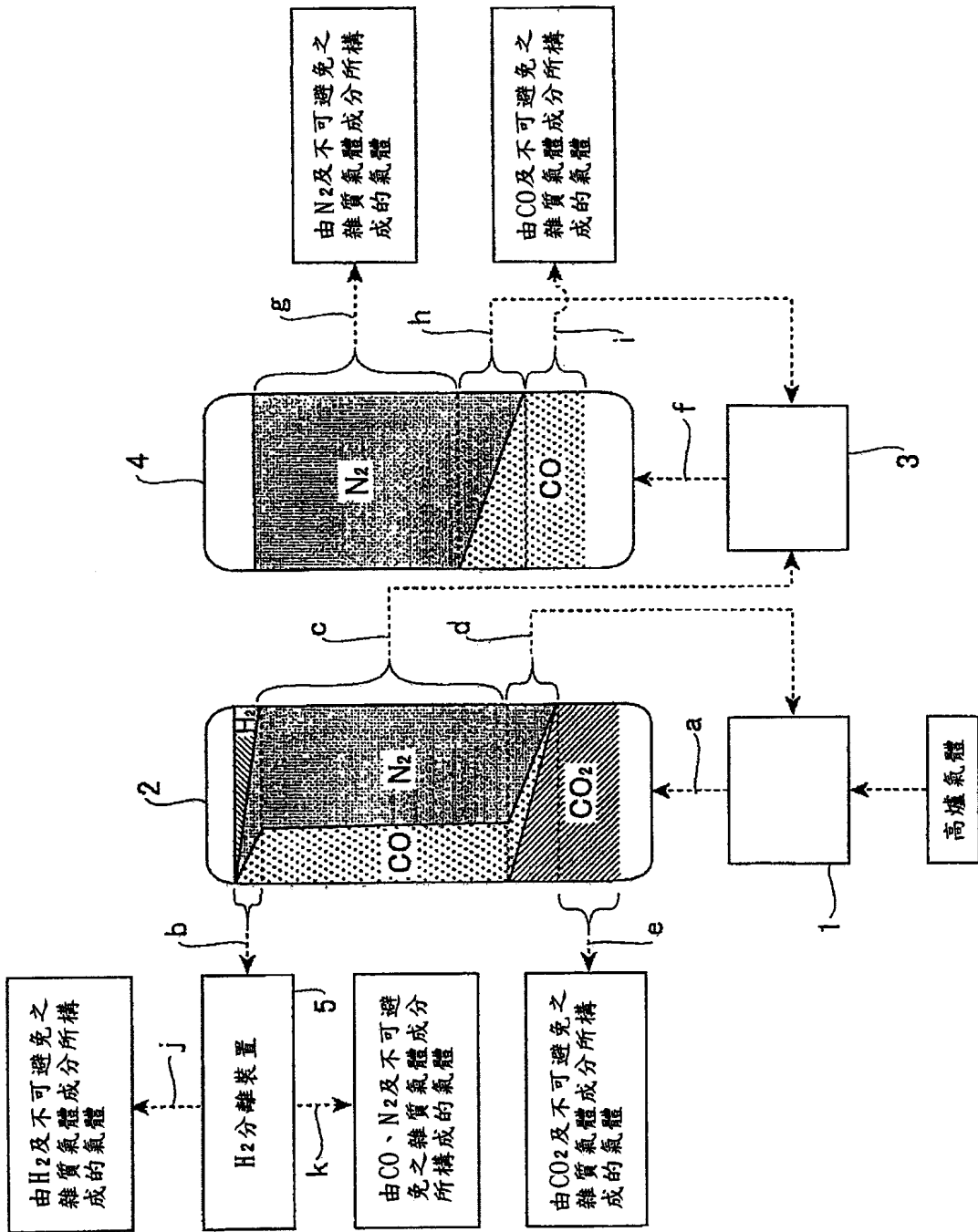


圖 6

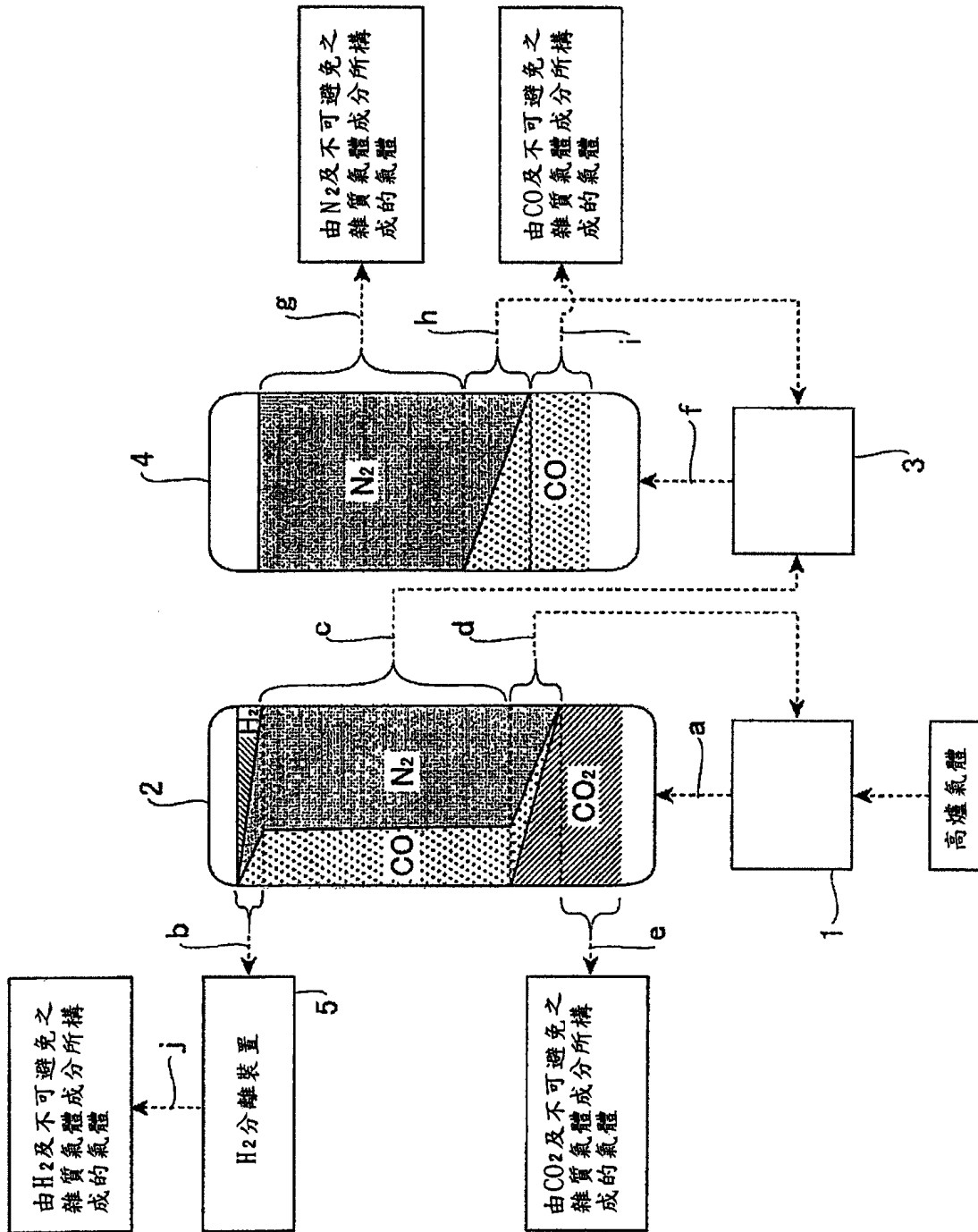


圖 7

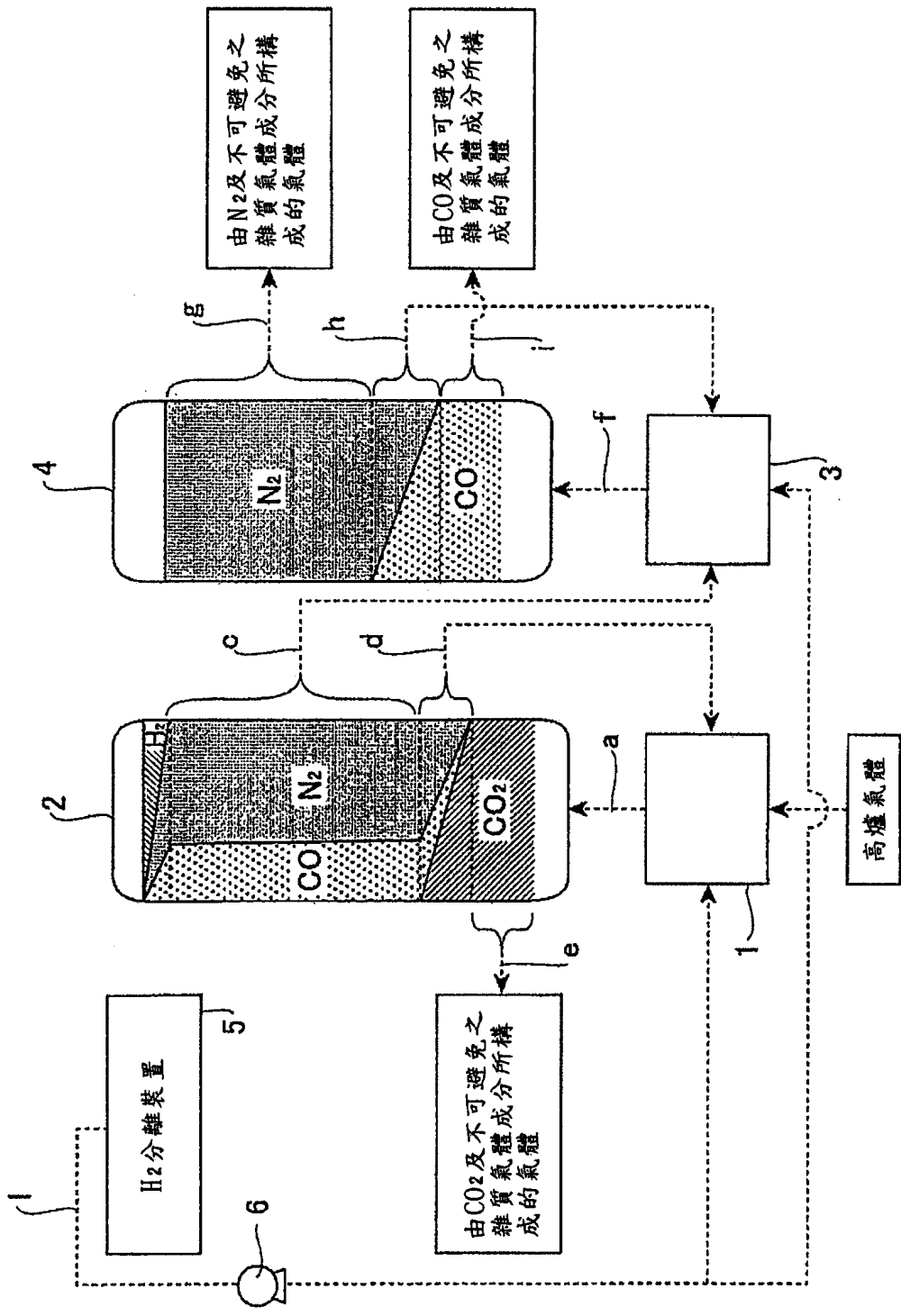


圖 8

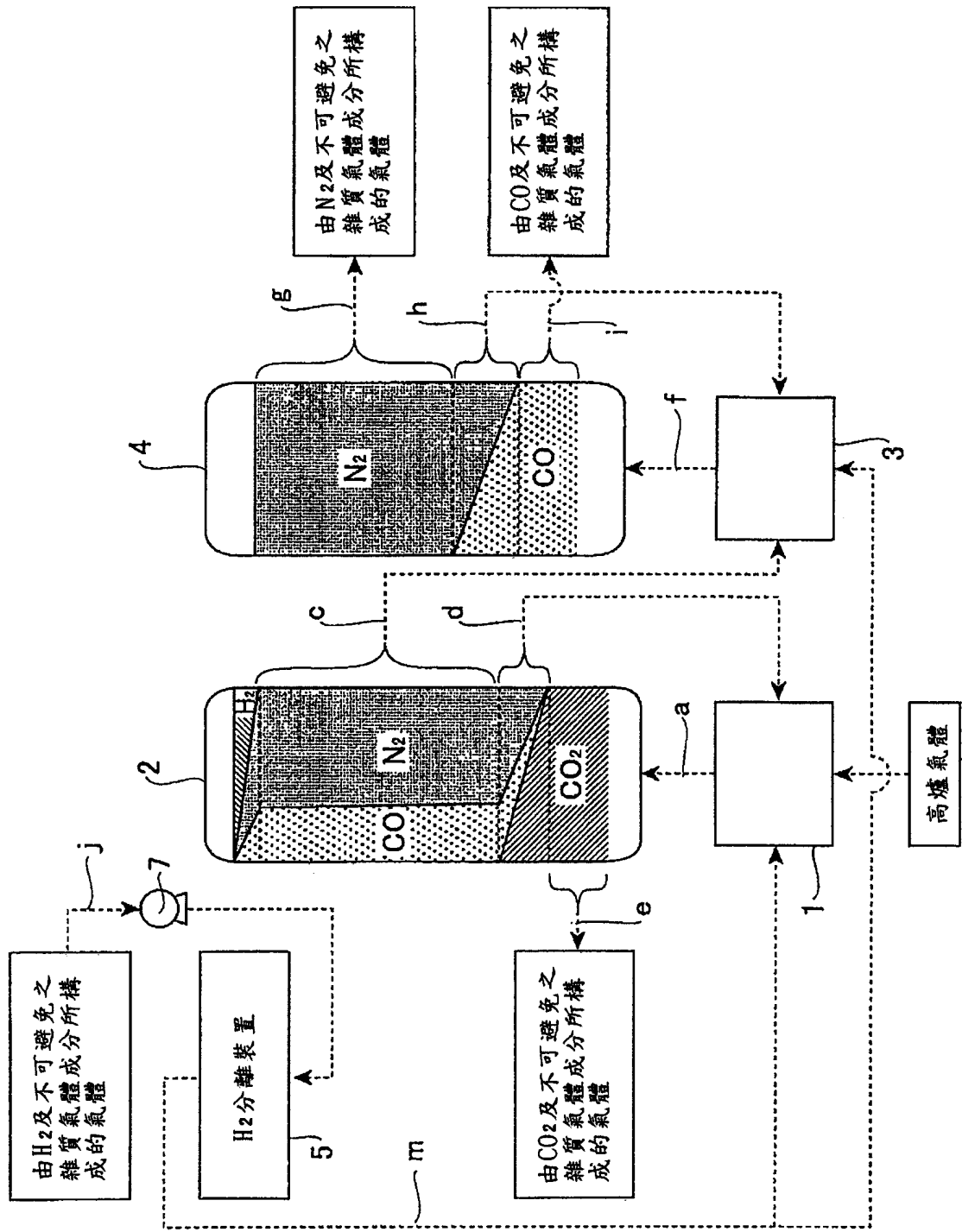
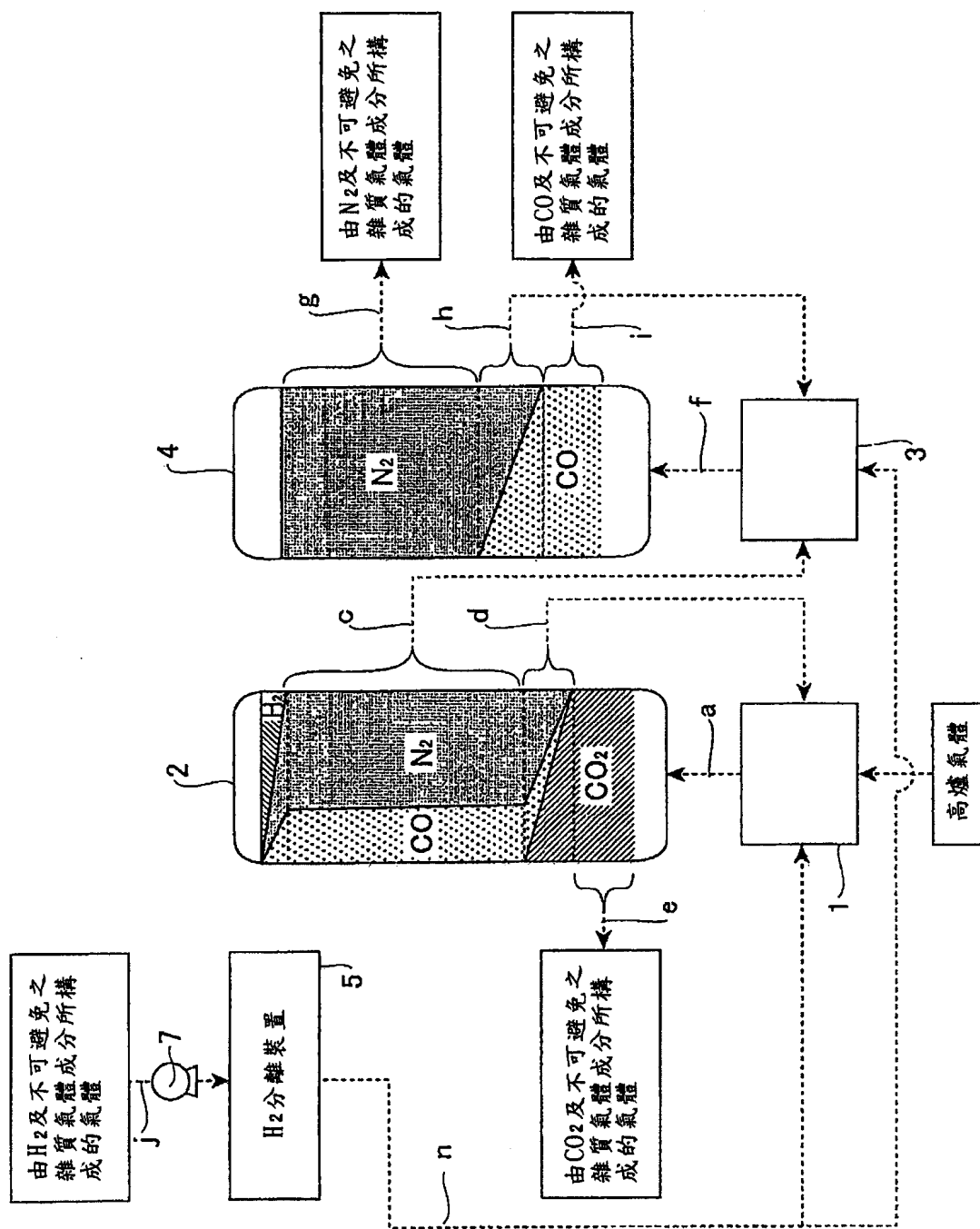


圖 9



四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

S1 第一段氣體分離步驟

S2 第二段氣體分離步驟

S3 第三段氣體分離步驟

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