

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 96136997

※ 申請日期： 96.10.3 ※IPC 分類： C21B13/00(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

製造熔融材料的方法和設備

Method and apparatus for production of molten material

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

西門子奧鋼聯冶金技術有限公司

Siemens VAI Metals Technologies GmbH & Co

代表人：(中文/英文)

1. 曼菲得 阿普魯許 / AMRUSCH, MANFRED

2. 烏素拉 普洛門 / P ROMMER, URSULA

住居所或營業所地址：(中文/英文)

奧地利 A-4031 林茲 突姆街 44 號

Turmstrasse 44, A-4031 Linz, AUSTRIA.

國 籍：(中文/英文)

奧地利 / Austria

三、發明人：(共 8 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 法藍茲 豪森貝格爾 / Hauzenberger, Franz

2. 羅伯特 米納 / Millner, Robert

3. 諾貝爾特 萊恩 / Rein, Norbert

4. 約翰尼斯 申克 / Schenk, Johannes

5. 馬汀 史密德特 / Schmidt, Martin

6. 波格丹 弗雷提克 / Vuletic, Bogdan

7. 庫爾特 維德爾 / Wieder, Kurt

8. 約翰 巫爾姆 / Wurm, Johann

國 籍：(中文/英文)

1.2.3.4.5.7.8. 奧地利 / Austria

6. 德國 / German

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，
其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

德國；2006.10.13；10 2006 048 601.3

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種製造熔融金屬的方法，其中氧、還原劑和在還原反應器中被還原的鐵係被引至熔融氣化爐內，還原劑以氧所氣化，且還原的鐵以在此情況中出現的熱來熔融，使用來自熔融氣化爐之熔鐵爐氣體作為至少一部分的還原氣體，以及將經反應的爐頂氣從還原反應器中移除；且本發明也關於一種執行該方法的工場，其具有還原反應器、具有含有氧供給的熔融氣化爐，以及具有還原劑的供應系統，至少一條線路用來從熔融氣化爐將熔鐵爐氣體供應至還原反應器，且至少一條線路用來從還原反應器中移除爐頂氣。

【先前技術】

如已在例如 GB 883 998 A 中所描述，在鼓風爐中，各種含碳氣體，像是天然氣、煉焦爐氣等，係經由風口或在爐腹平面中注入，目的在於節省焦煤和增加收益。因為高的 CO_2 、 N_2 含量和低的 H_2 含量，鼓風爐氣體的注入並非經濟的。

在熔融-還原的工場裡，例如於 DE 36 28 102 A1 中所描述，為了將還原劑(主要為煤和煤磚)氣化，以及得到熔融經還原的鐵所需的熱，故將溫度為 25°C 且純度 ≥ 95 體積%的氧經由噴嘴注入至熔融氣化爐中。熔融氣化爐(ESV)的熔鐵爐氣體係用於在固定床還原爐身(FBRS)中或在流體

化床反應器(WSR)中的間接還原。因為在 FBR 或 WSR 中缺少氣體的使用，會得到高的煤或煤磚的比消耗(specific consumption)以及在輸出氣體中過量的高能量。

結合熔融氣化爐與還原反應器的操作提供了 70-90% 之鐵泥漿的波動金屬化。例如，在熔融氣化爐中的焦炭床和熔鐵爐溫度的升高使得需要的氧量減少，因而也使還原氣體減少。因為這樣的減少，在固定床還原爐身或流體化床反應器中的金屬化也降低，因此，接著造成在熔融氣化爐中焦炭床和熔鐵爐溫度的下降。然而，此造成較高的氧需求，且因而還原氣體的量提高，以及再一次增加金屬化。因為長的控制系統，所以，在熔融氣化爐中具有穩定的操作是不可能的(尤其是因為煤的分解)，因而導致較高的還原劑比消耗。

另外，在煤以氧的氣化期間，發生的絕熱火焰溫度(RAFT)係高於 3000°C (理論上)，因此，會促使 SiO_2 還原成 Si，且因而生鐵會具有高的矽含量。結果，常需要額外的再處理以達到所欲的 0.4-0.5 重量%之 Si 值。

經純化之輸出氣體在 1.5 barg 具有下列典型的分析：
 CO 45 體積%、 CO_2 30 體積%、 H_2 19 體積%、 H_2O 3 體積%、
和 N_2 3 體積%，其中該輸出氣體係由來自直接還原組件的鼓風爐氣體和由來自熔融氣化爐的熔鐵爐氣體所組成。因為氣體過量，其必須輸送供使用且使全部能量最佳化。

【發明內容】

因此，如開頭所描述，本發明的目標是具體指出一種方法和一種工場，其中，除了增加的能量和原料之效能外，生產率也會增加，同時獲得產物更好的冶金性質。

為了達到此目標，根據本發明，該方法的特徵在於將至少部份經移除的爐頂氣引至熔融氣化爐內。因為此注入，使在熔融氣化爐中作為還原劑之煤和煤磚的明顯節省為可能的，其係被來自再循環氣體的還原物(CO、H₂)供應所取代。再者，藉由直接降低火焰溫度來達到流體化床區域和焦炭床的冷卻，其中該火焰溫度係由煤、煤磚或焦煤與氣體組成分的吸熱反應和甲烷的裂解所獲得。

有利地，在此情況中，壓縮再循環的氣體。

根據本方法一另外的有利變化，使再循環氣體於壓縮和引至熔融氣化爐間被冷卻，較佳至 30 到 50°C，且減少二氧化碳含量，較佳至 2 到 3 體積%。此優點為，在焦炭床中有較高的氣體量用於間接氣體還原，也就是說，更多的還原工作在熔融氣化爐中執行。

根據一另外的變化，若至少部分的再循環氣體只被壓縮，至少另外部分的再循環氣體只被冷卻，且其二氧化碳含量減少，以及該壓縮氣體和該二氧化碳減少的氣體在引至熔融氣化爐之前混合，則在熔融氣化爐中之性質的影響可被更精確地測量。

為了此目的，也可使再循環和最多經冷卻的和二氧化碳減少的氣體在引至熔融氣化爐之前被加熱，較佳係使用部分的再循環氣體流作為燃料氣體。藉由預熱再循環氣

體，可將可再循環的氣體量最大化，而不用使絕熱火焰溫度(RAFT)降到低於不希望的低限，而帶來冶金上的缺點。此造成使用原料之額外有利的還原，以及監控該程序的額外可能性。

根據本發明，根據一方法的變化，可使至少一部份的再循環氣體流與較高的碳氫化合物重新組成，而使用另外部分的再循環氣體流作為燃料氣體。

在此情況裡，有利的是，重新組成的再循環氣體可和僅被壓縮及/或冷卻以及二氧化碳減少的氣體在引至熔融氣化爐前混合。

根據一有利的方法變化，另外使在熔鐵爐氣體中共同運輸的粒子被分離且再循環至熔融氣化爐中，而部分之僅被壓縮和/或冷卻及二氧化碳減少的氣體流會被混合用於再循環粒子的輸送。

根據本發明，根據一方法變化，可提供控制在流體化區域裡的理論絕熱火焰溫度，其係藉由再循環氣體之量和/或溫度和/或 CO_2 比例來控制，因此冶金程序的直接控制變成可能的。

由於這些描述行為每個個別的可能性，也因為這些的組合，在流體化床區域有效的控制理論絕熱火焰溫度是可能的。

根據本發明，為了達到此目標，開頭所描述的工場特徵在於至少一回線由爐頂氣的線路分支出來且通往熔融氣化爐內。

在此情況中，為了使著火或爆炸的風險最小化，氣體的回線係與氧供給平行且儘可能遠離氧供給。

有利地，將壓縮器插入回線中。

根據本發明，一工場的有利具體實例之特徵在於冷卻裝置和二氧化碳減少階段係插在壓縮器和氧供給之間，後者也能夠減少或完全消除蒸氣含量。

在此情況中，可使壓縮器的出口和二氧化碳減少階段的出口通往一共同供給線，其通到氧供給，再到熔融氣化爐。

藉由預熱再循環氣體，可將可再循環氣體的量最大化，而沒有因為過度降低絕熱火焰溫度(RAFT)之冶金上的缺點，故在壓縮器出口和二氧化碳減少階段出口之聚合處的下流提供加熱裝置。此提供了在原料使用上額外有利的減少，以及監控程序的額外可能性。

因為本發明有利之以燃料氣體操作加熱裝置的進一步特徵，一分支由壓縮器回線的上游散出且通到加熱裝置的燃料氣體連接處，此可減少原料的使用，且因此可進一步增加工場的效率。

有利地，可在壓縮器和氧供給之間插入重新組成器。

在此情況中，也可減少原料的消耗，其係因為根據一有利的具體實例，一分支會由回線分支出來，且通到重新組成器的燃料氣體連接處。

根據本發明另一工場的具體實例，其特徵在於使冷卻裝置和二氧化碳減少階段以及重新組成器平行於回線的分

支，該平行的分支通往一共同供給線，其通到氧供給，再到熔融氣化爐。

較佳地，在至少一熔鐵爐氣體的線路裡，提供一粒子分離器，從其之粒子排出處，粒子再循環通往熔融氣化爐，而一回線的分支則流至粒子再循環處。

【實施方式】

在之後的述敘中，將會藉由較佳的示範性具體實例和隨附圖式來更詳細的說明本發明。

使微粒或顆粒形狀的鐵礦石，若適當的話與未燒透的聚集物，進料至還原爐身 1。產生於還原爐身 1 的鐵泥漿經由排出裝置 2 引至熔融氣化爐 3 的上端。在熔融氣化爐 3 的底部，收集液態生鐵，以及在此上方的液態爐渣，其在每個情況中較佳係經由特定的閥門不連續地被移除。從儲存爐身 4 提供用於熔融氣化爐 3 的氣化劑，其較佳為煤和/或煤磚，而在任何可能的情況中，該氣化劑係與被篩出之小尺寸的鐵礦石混合，其中該小尺寸鐵礦石不可以除此之外的方法用於還原程序中。一含氧氣體係經由在熔融氣化爐 3 中較低部位的氣體線路 5 供應。

將產生的還原氣體經由線路 6 由熔融氣化爐 3 的上端引出，其在固體成分的熱氣體氣旋 7 中解放，且然後經由線路 8 進入還原爐身 1，其中該固體成分特別是微粉煤和細微顆粒之經除氣的煤。在經由線路 8 進入還原爐身 1 時，還原氣體以逆流方式流過鐵礦石和聚集物的管柱，且同時

將鐵礦石還原成鐵泥漿。

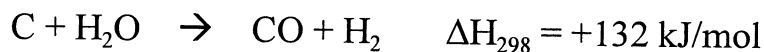
在熱氣體氣旋 7 中使經除氣的煤微粉分離，且其他微粒含量係再循環至熔融氣化爐 3，較佳係在進入後者之前以微粉燃燒器氣化，其中該燃燒器係設置在熔融氣化爐 3 的壁中，且含氧氣體亦被輸送至此。

在還原爐身 1 上端經由爐頂氣線路 9 移除至少部分被消耗的還原氣體，以及在濕式洗氣器 10 中洗氣後，因為過量的氣體，而運送作為輸出氣體和使全部的能量最佳化之用。於濕式洗氣器 11 中洗氣後，讓用來調節工場壓力的還原氣體和輸出氣體混合，或者經由線路 12 再循環作為冷卻氣體而進入在熱氣體氣旋 7 上游的線路 6。

特別有利的是，使用至少部分經移除的爐頂氣，或者在洗氣之後，使用至少部分藉由再循環進入程序本身的輸出氣體，以恰好再循環且引至熔融氣化爐 3。為了此目的，要再循環的爐頂氣被分支出去，由濕式洗氣器 10 的下游通過線路 13，且藉由壓縮器 14 壓縮，其中該壓縮器具有儘可能高的吸取壓力。有利地，甚至在混入輸出氣體之前，不需要的還原氣體也可被分支出去且再循環，由濕式洗氣器 11 的下游通過另外的線路 15。

根據第一個變化，於冷卻器 16 中中度冷卻至 30-50°C 且於工場 17 中的 CO₂ 含量降低至 2-3 體積%之後，可將再循環的爐頂氣注入熔融氣化爐 3 中以經由噴管 18 移除 CO₂，其中該噴管係引至氧噴嘴，而爐頂氣的回線和氧供給儘可能的遠，且和氧供給平行。以此方式處理的部分氣

體可被分支出去並混合於從熱氣體氣旋 7 再循環的粒子以便傳送。除了藉由從再循環的爐頂氣提供像是 CO 或 H₂ 的還原物而節省煤和煤磚在熔融氣化爐中作為還原劑以外，因為直接的降低火焰溫度，亦可達到流體化床區域和焦炭床的冷卻，其中直接降低火焰溫度係由於煤、煤磚或焦煤與氣體成分之吸熱反應和甲烷的裂解造成，下列為關鍵性的反應：



壓縮器 14 和(若適當的話)CO₂ 移除工場 17 與先前熱交換器 16 或重新組成器/還原氣體熔爐 21 的裝設亦提供如下的優點：較高熔點表現，且因而增加生產率係可能的；藉由減少使用還原劑，亦可達到減少每噸生鐵的 CO₂ 排出比；以及，視煤、煤磚和焦煤之還原劑成本而定，降低操作成本，且因而加快償還額外的投資成本係可能的。甚至可設想在微粉燃燒器中用作氮的取代物。

在任何可能的情況中，爐頂氣亦可使用明顯的壓縮熱而直接引入。為了調節 CO₂ 的含量，例如配合焦炭床或熔鐵爐的溫度變化，亦可混合兩個氣體流。

在移除 CO₂ 之後，可視情況地加熱再循環的爐頂氣，其中加熱可藉由還原氣體熔爐 19 (對流的、再生的)、電加

熱、電漿燃燒器或熱交換器(使用經處理之氣體的顯熱，例如，洗氣器上游的爐頂氣)…等。在此情況中，若使用還原氣體加熱熔爐 19，則經由線路 20 使用部分分支的爐頂氣作為燃料氣體。

於引至熔融氣化爐 3 之前，藉由熱交換器加熱再循環的爐頂氣，較佳係使用濕式洗氣器 10 上游之爐頂氣的熱能。因為需要較少的程序用水量來冷卻爐頂氣，此提供了增加程序的能量效率之優點，其亦表示減少了程序用水泵的能量需求。另外，減少了從爐頂氣排出進入程序用水的熱，且其係經過冷卻塔流失或藉由蒸發造成水在系統中流失，其必須持續地被補償。

或者，再循環的爐頂氣亦可與較高的碳氫化合物(例如，天然氣)於重新組成器 21 中重新組成，而部分經過線路 22 的爐頂氣係作為燃料氣體用於吸熱反應熱。

來自熔融氣化爐 3 之還原氣體的量，因為氣體的再循環，其為增加的，係用於增加於還原反應階段 1 (爐身或流體化床)的生產和/或用於持續的金屬化。持續的金屬化係藉由使熔融氣化爐 3 和還原爐身 1 去耦而達到。在所有時候都足夠之還原氣體的量允許在還原爐身 1 的持續金屬化。因而在提供至熔融氣化爐 3 的氧量上不需要任何大幅度的變化以適應於熱經濟，因此造成固定的焦炭床溫度、較低的煤分解、且因而穩定的熔融氣化爐 3 之操作與低的還原劑比消耗。熔融氣化爐操作的最佳化導致用於工場之固定床還原爐身 1 (FBRS)或用於流體化床反應器(WSR)的

還原劑較小需求量，此必要的量係全部藉由爐頂氣的再循環來補償。

此外，因為較低的絕熱火焰溫度和較穩定的熔融氣化爐操作，此造成快速調節的可能性、於生鐵中矽含量的降低，以最小化在高溫下產生的矽還原，其根據如下的反應式：



因為爐頂氣的再循環只有 1 到 100 ppm 的 H_2S ，所以除了矽含量，亦可達到在生鐵中硫含量的減少，和單獨使用煤、煤磚或焦煤時相比，實質地降低引入硫的發生。

最後，藉由氣體再循環，必須之噴嘴速率和流體化床區域足夠之滲透、以及較低之熔化速率的設定皆係相當容易的。

【圖式簡單說明】

此圖係顯示本發明之製造熔融材料的設備。

【主要元件符號說明】

- 1：還原爐身
- 2：排出裝置
- 3：熔融氣化爐
- 4：儲存爐身

- 5：氣體線路
- 6：線路
- 7：熱氣體氣旋
- 8：線路
- 9：爐頂氣線路
- 10：濕式洗氣器
- 11：濕式洗氣器
- 12：線路
- 13：線路
- 14：壓縮器
- 15：線路
- 16：冷卻器
- 17：CO₂ 移除工場
- 18：噴管
- 19：還原氣體熔爐
- 20：線路
- 21：重新組成器/還原氣體熔爐
- 22：線路

五、中文發明摘要：

一種製造熔融金屬的方法，其中氧、還原劑和在還原反應器(1)中被還原的鐵係被引至熔融氣化爐(3)內。該還原劑係以氧所氣化，且該還原的鐵係以在此情況中出現的熱來熔融。使用來自熔融氣化爐(3)之熔鐵爐氣體作為至少一部分的還原氣體，以及將經反應的爐頂氣從還原反應器(1)中移除。

為了增加生產率，同時增加在能量和原料方面的效率，並同時獲得產物較好的冶金性質，其中至少部分的爐頂氣係由從還原反應器(1)移除之爐頂氣的線路(9)分支出來，被再循環經過通到熔融氣化爐(3)的至少一回線(13，18)而被引至熔融氣化爐(3)內。

六、英文發明摘要：

In a method for production of molten metal, oxygen, a reducing agent and iron reduced in a reduction reactor (1) are introduced into a melt gasifier (3). The reducing agent is gasified with the oxygen, and the reduced iron is melted by means of the heat which in this case occurs. The cupola gas from the melt gasifier (3) is used as at least a fraction of the reduction gas, and reacted top gas is drawn off from the reduction reactor (1).

In order to increase productivity, while also increasing the efficiency in terms of energy and raw materials, while at

the same time metallurgically better properties of the product are obtained, at least part of the top gas is branched off from the line (9) for drawing off the top gas from the reduction reactor (1), is recirculated via at least one return line (13, 18) leading into the melt gasifier (3) and is introduced into the melt gasifier (3).

十、申請專利範圍：

1. 一種製造熔融金屬的方法，其中氧、還原劑和在還原反應器(1)中被還原的鐵係被引至熔融氣化爐(3)內，該還原劑以氧所氣化，且該還原的鐵以在此情況中出現的熱來熔融，使用來自熔融氣化爐(3)之熔鐵爐氣體作為至少一部分的還原氣體，以及將經反應的爐頂氣從還原反應器(1)中移除，且至少部分被移除的爐頂氣係被引至熔融氣化爐(3)中，以及壓縮該再循環氣體，本方法特徵在於：該再循環氣體在壓縮和引至熔融氣化爐(3)間被冷卻，且減少了二氧化碳含量，和/或特徵在於：至少一部分的再循環氣體流係與較高的碳氫化合物重新組成，而使用另外部分的再循環氣體流作為燃料氣體。

2. 根據申請專利範圍第 1 項之方法，其特徵在於：至少一部分的再循環氣體只被壓縮，至少另外一部分的再循環氣體只被冷卻且其二氧化碳含量減少，和特徵在於：將該經壓縮的氣體和該二氧化碳減少的氣體在引至熔融氣化爐(3)之前混合。

3. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其特徵在於：該再循環的和最多被冷卻且二氧化碳減少的氣體係在被引至熔融氣化爐(3)之前加熱。

4. 根據申請專利範圍第 3 項之方法，其特徵在於：該再循環的和最多被冷卻且二氧化碳減少的氣體係在被引至熔融氣化爐(3)之前加熱，其係使用部分的再循環氣體流作為燃料氣體。

5. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其特徵在於：該重新組成的再循環氣體係與僅被壓縮和/或僅被冷卻且二氧化碳減少的氣體在被引至熔融氣化爐(3)之前混合。

6. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其特徵在於：使在熔鐵爐氣體中共同運輸的粒子分離且再循環進入熔融氣化爐(3)，而部分之僅被壓縮和/或冷卻及二氧化碳減少的氣體流會被混合用於再循環粒子的輸送。

7. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其特徵在於：在流體化區域裡的理論絕熱火焰溫度乃藉由再循環氣體之量和/或溫度和/或 CO_2 比例來控制。

8. 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其特徵在於：該再循環氣體係在壓縮和引至熔融氣化爐(3)間被冷卻至 30 到 50°C 。

9 根據申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其特徵在於：該二氧化碳含量係被減少至 2 到 3 體積%。

10. 一種用於製造熔融金屬的工場，其具有一還原反應器(1)，具有含有氧供給(5)的一熔融氣化爐(3)，以及具有還原劑的供應系統(4)，至少一條線路(6，8)用來從熔融氣化爐(3)將熔鐵爐氣體供應至還原反應器(1)，且至少一條線路(9)用來從還原反應器(1)中移除爐頂氣，其具有至少一回線(13，18)從爐頂氣的線路分支出來且通到熔融氣化爐(3)，且一壓縮器(14)插入該回線(13，18)之中，本工場特徵在於：一冷卻裝置(16)和一二氧化碳減少階段(17)係插入該壓縮器(14)和該氧供給(5)之間，和/或特徵在於：一重新

組成器(21)係插入該壓縮器(14)和該氧供給(5)之間。

11. 根據申請專利範圍第 10 項之工場，其特徵在於：氣體的該回線(13，18)係與氧供給(5)平行，且儘可能遠離氧供給。

12. 根據申請專利範圍第 10 或 11 項之工場，其特徵在於：該壓縮器(14)的出口和該二氧化碳減少階段(17)的出口係通往共同供給線路(18)，而通至氧供給(5)和熔融氣化爐。

13. 根據申請專利範圍第 12 項之工場，其特徵在於：在該壓縮器(14)的出口和二氧化碳減少階段(17)的出口之聚合處的下游提供一加熱裝置(19)。

14. 根據申請專利範圍第 13 項之工場，其特徵在於：以燃料氣體操作該加熱裝置(19)，而一分支(20)由回線(13)散出且位在壓縮器(14)的上游或下游，而通到該加熱裝置(19)的燃料氣體連接處。

15. 根據申請專利範圍第 10 項之工場，其特徵在於：一分支(22)從回線(13)散出且通到該重新組成器(21)的燃料氣體連接處。

16. 根據申請專利範圍第 10 或 11 項之工場，其特徵在於：提供與回線(13，18)平行分支的一冷卻裝置(16)和一二氧化碳減少階段(17)以及一重新組成器(21)，該平行的分支通到一共同供給線(18)，通往氧供給(5)，再到熔融氣化爐(3)。

17. 根據申請專利範圍第 10 或 11 項之工場，其特徵

在於：在熔鐵爐氣體之至少一線路(6)中，提供一粒子分離器(7)，從其之粒子排出處，粒子再循環通往熔融氣化爐(3)，而一回線(18)之分支流至該粒子再循環處。

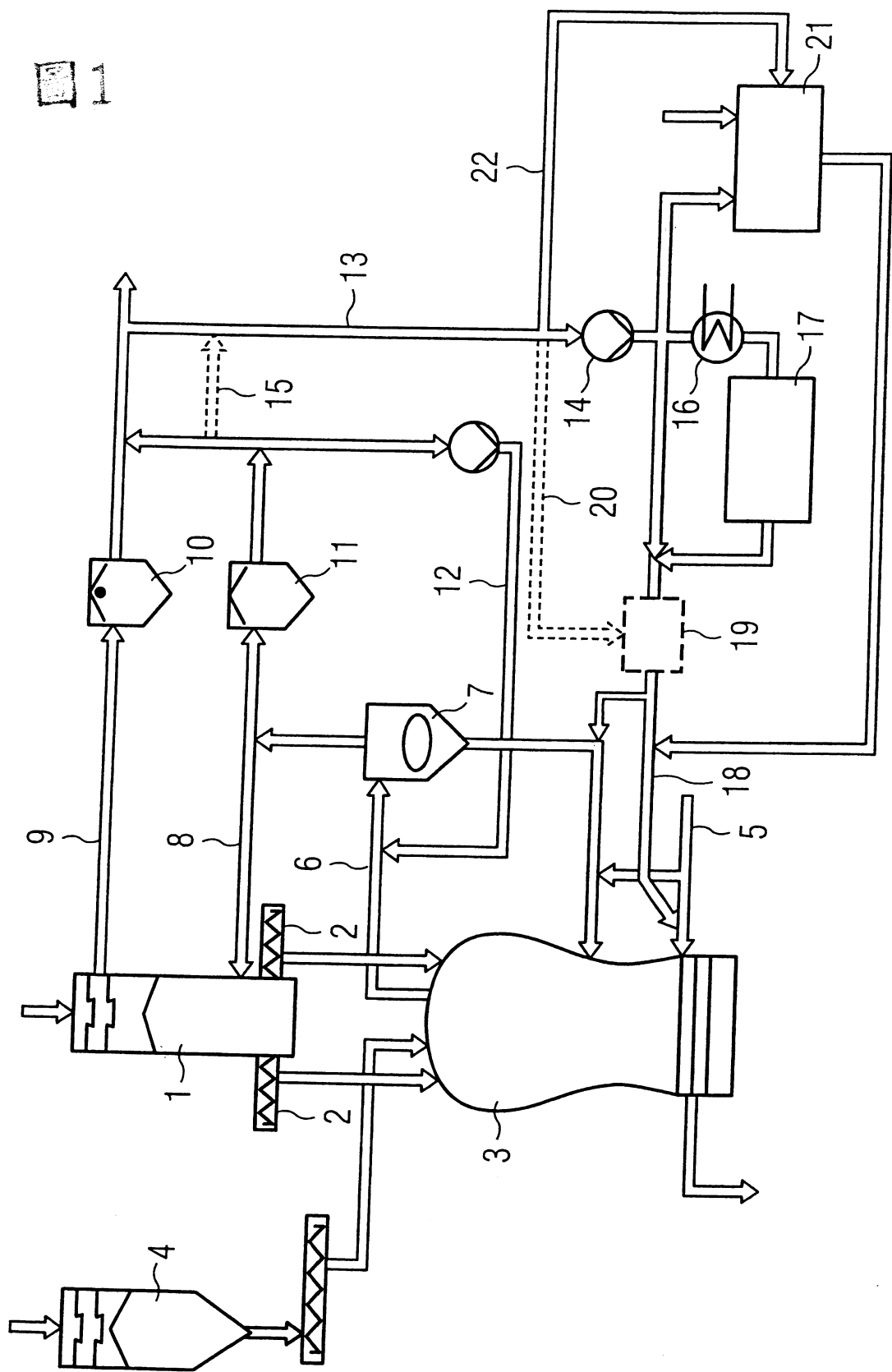
十一、圖式：

如次頁

在於：在熔鐵爐氣體之至少一線路(6)中，提供一粒子分離器(7)，從其之粒子排出處，粒子再循環通往熔融氣化爐(3)，而一回線(18)之分支流至該粒子再循環處。

十一、圖式：

如次頁



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1：還原爐身
- 2：排出裝置
- 3：熔融氣化爐
- 4：儲存爐身
- 5：氣體線路
- 6：線路
- 7：熱氣體氣旋
- 8：線路
- 9：爐頂氣線路
- 10：濕式洗氣器
- 11：濕式洗氣器
- 12：線路
- 13：線路
- 14：壓縮器
- 15：線路
- 16：冷卻器
- 17：CO₂ 移除工場
- 18：噴管
- 19：還原氣體熔爐
- 20：線路
- 21：重新組成器/還原氣體熔爐
- 22：線路

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無