

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第3部門第3区分

【発行日】平成29年6月22日(2017.6.22)

【公表番号】特表2015-522104(P2015-522104A)

【公表日】平成27年8月3日(2015.8.3)

【年通号数】公開・登録公報2015-049

【出願番号】特願2015-521685(P2015-521685)

【国際特許分類】

C 10 J 3/72 (2006.01)

C 10 J 3/46 (2006.01)

【F I】

C 10 J 3/72 H

C 10 J 3/46 J

【誤訳訂正書】

【提出日】平成29年4月14日(2017.4.14)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

瀝青炭のためのガス化システムであって、

該ガス化システムは、

瀝青炭ストリームとガス化炉酸化剤ストリームを合わせて、第1の濃度で不要種を含有するガス化炉合成ガスストリームを生成するガス化炉であって、動作ガス化炉温度範囲、動作ガス化炉ガス空塔速度範囲、および該ガス化炉の出口での動作ガス化炉圧力範囲で動作するガス化炉と、

該ガス化炉合成ガスストリームと部分酸化器酸化剤ストリームを合わせて第1の濃度より低い第2の濃度で該不要種を含有する部分酸化器合成ガスストリームを生成する部分酸化器であって、動作部分酸化器温度範囲、動作部分酸化器ガス空塔速度範囲、および該部分酸化器の出口での動作部分酸化器圧力範囲で動作する部分酸化器と、

該部分酸化器合成ガスストリームから不要種の少なくとも一部を除去する不要種除去システムと、

該部分酸化器合成ガスストリームを冷却する合成ガス冷却器と、

不要種ストリームを介して該除去システムから該部分酸化器へ不要種の少なくとも一部を戻す除去システム 部分酸化器リターンフィードと、

を含み、

ここで、該部分酸化器は、蒸気と該不要種ストリームを該ガス化炉合成ガスストリームと部分酸化器酸化剤ストリームに合わせ、該部分酸化器合成ガスストリームを生成する、ガス化システム。

【請求項2】

前記冷却された部分酸化器合成ガスストリームが通過する濾過システムを更に含む請求項1に記載のガス化システム。

【請求項3】

前記システムは、灰分含有量が15重量%より高く該灰分の初期変形温度が1500より高い瀝青炭をガス化して、90%を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する請求項1に記載のガス化システム。

**【請求項 4】**

前記システムは、灰分含有量が 15 重量%より高く該灰分の初期変形温度が 1500 より高い瀝青炭をガス化して、98 %を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する請求項 1 に記載のガス化システム。

**【請求項 5】**

前記ガス化炉は循環流動層輸送ガス化炉であり、前記部分酸化器が流動層部分酸化器である請求項 1 に記載のガス化システム。

**【請求項 6】**

蒸気が前記瀝青炭ストリームとガス化炉酸化剤ストリームに合わされて、前記ガス化炉合成ガスストリームを生成する請求項 1 に記載のガス化システム。

**【請求項 7】**

前記動作ガス化炉温度範囲が 900 ~ 1100 であり、前記動作ガス化炉ガス空塔速度範囲が 12 フィート / 秒 ~ 50 フィート / 秒であり、前記ガス化炉の出口における前記動作ガス化炉圧力範囲が 30 psia ~ 1000 psia である請求項 1 に記載のガス化システム。

**【請求項 8】**

前記動作部分酸化器の温度範囲が 1100 ~ 1400 であり、前記動作部分酸化器のガス空塔速度範囲が 3 フィート / 秒 ~ 6 フィート / 秒であり、前記部分酸化器の出口における前記動作部分酸化器の圧力範囲が前記ガス化炉の出口における前記ガス化炉圧力範囲より 5 psia ~ 35 psia 低い請求項 1 に記載のガス化システム。

**【請求項 9】**

前記動作ガス化炉温度範囲は、前記灰分初期変形温度を少なくとも 350 下回る請求項 3 に記載のガス化システム。

**【請求項 10】**

前記不要種がチャー炭素を含む請求項 1 に記載のガス化システム。

**【請求項 11】**

前記不要種がタールを含む請求項 1 に記載のガス化システム。

**【請求項 12】**

前記不要種が灰微粒子を含む請求項 1 に記載のガス化システム。

**【請求項 13】**

瀝青炭のためのガス化システムであって、

瀝青炭と酸化剤を合させてガス化炉合成ガスを生成し、該ガス化炉合成ガスが少なくとも一つの不要種を含有しているガス化炉と、

該ガス化炉合成ガスを受け取り、該不要種の少なくとも一部を合成ガスへ転換して、部分酸化器合成ガスを生成する、部分酸化器と、

該部分酸化器合成ガスから該不要種の少なくとも一部を除去する不要種除去システムと、

該部分酸化器合成ガスを冷却するための合成ガス冷却器と、

該不要種の少なくとも一部を該除去システムから該部分酸化器へ戻すための除去システム、部分酸化器リターンフィードと、を含むガス化システム。

**【請求項 14】**

前記冷却された合成ガスが通過する濾過ユニットを更に含む請求項 13 に記載のガス化システム。

**【請求項 15】**

前記ガス化炉が、少なくとも一つの不要種を含有している前記ガス化炉合成ガスを生成するため、900 ~ 1100 の温度かつ前記灰分初期変形温度を少なくとも 350 下回る温度で動作する、請求項 13 に記載のガス化システム。

**【請求項 16】**

前記部分酸化器が 1100 ~ 1400 の温度で動作する請求項 13 に記載のガス化システム。

**【請求項 17】**

前記不要種がチャー炭素を含む請求項1\_3に記載のガス化システム。

**【請求項 18】**

前記不要種がチャー炭素とタールを含む請求項1\_3に記載のガス化システム。

**【請求項 19】**

前記不要種除去システムが未反応チャー炭素の少なくとも一部を収集するサイクロンを含む請求項1\_7に記載のガス化システム。

**【請求項 20】**

前記除去システム 部分酸化器リターンフィードが、前記合成ガス冷却器の下流の前記不要種除去システムによって収集された前記チャー炭素の少なくとも一部を前記部分酸化器へ送ることによって、より高い炭素利用率を達成する請求項1\_7に記載のガス化システム。

**【請求項 21】**

前記部分酸化器が、前記ガス化炉からチャー炭素およびタールを含有している前記ガス化炉合成ガスを受け取り、前記チャー炭素およびタールの少なくとも一部を更なる合成ガスへ転換し、前記部分酸化器が1100 ~ 1400で動作する請求項1\_8に記載のガス化システム。

**【請求項 22】**

前記合成ガス冷却器が、前記部分酸化器動作温度から入口滌過ユニット温度まで前記部分酸化器合成ガスを冷却する多段合成ガス冷却器を含む請求項1\_4に記載のガス化システム。

**【請求項 23】**

前記システムは、灰分含有量が15重量%より高く該灰分の初期変形温度が1500より高い瀝青炭をガス化して、90%を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する請求項1\_3に記載のガス化システム。

**【請求項 24】**

前記システムは、灰分含有量が15重量%より高く該灰分の初期変形温度が1500より高い瀝青炭をガス化して、98%を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する請求項1\_3に記載のガス化システム。

**【請求項 25】**

前記ガス化炉が循環流動層輸送ガス化炉であり、瀝青炭が前記ガス化炉の酸素富化な下部領域へ接線方向に供給されることによって瀝青炭の粘結傾向を最小にする請求項1\_3に記載のガス化システム。

**【請求項 26】**

前記部分酸化器が、前記合成ガス中の微粒子耐火性チャー炭素およびタールを更にガス化するために使用される蒸気や酸化剤を含む、3フィート/秒~6フィート/秒のガス空塔速度の乱流流動層である請求項1\_3に記載のガス化システム。

**【請求項 27】**

前記合成ガス冷却器は、蒸気および過熱蒸気を生成しながら、1100 ~ 1400の入口温度から300 ~ 500の出口温度まで前記部分酸化器合成ガスを冷却する内部循環流動層の冷却器である請求項1\_3に記載のガス化システム。

**【請求項 28】**

瀝青炭をガス化し、90%を超える炭素転換率を実現する方法であって、

該方法は、

15 ~ 45重量%の灰分を有する瀝青炭を循環流動層輸送ガス化炉に供給することであって、ここで、該灰分を有する瀝青炭は、1150より高い灰分溶融温度を有し、ここで、該灰分を有する瀝青炭は、平均粒子サイズが150ミクロン~300ミクロンの炭粒子を含む、ことと、

凝集体形成を制限するために、該循環流動層輸送ガス化炉への該瀝青炭の炭送り量の少なくとも100倍の固体循環量で、該循環流動層輸送ガス化炉のループシールのライザへ

粘結瀝青炭を供給することと、

合成ガスを形成するために該循環流動層輸送ガス化炉を900～1100で動作させることと、

該循環流動層輸送ガス化炉から部分酸化器へ該合成ガス中の微粒子耐火性チャー炭素やタルを供給することと、

更なる合成ガスを生成するために1100～1400で該部分酸化器を動作させることと、

除去システム内で該部分酸化器合成ガスから微粒子チャー炭素および灰の少なくとも一部を除去することと、

熱伝達面が該合成ガスに直接接触しないように該合成ガスからの熱を該熱伝達面へ伝達するために不活性循環媒体を使用して、内部循環流動層冷却器内で該部分酸化器からの該合成ガスを冷却することと、

除去システム 部分酸化器リターンフィードにおいて、不要種ストリームを介して該除去システムから該部分酸化器へ微粒子チャー炭素および灰の少なくとも一部を戻すこと、

下流粉塵濾過ユニットに掛かる負荷を軽減するために、300～500で動作するサイクロン中で該合成ガスから微粒子チャー炭素および灰を分離することと、

所望の炭素転換率を達成するために、必要に応じて、該部分酸化器へ微粒子を再利用することと、

更なる下流の処理に向けてクリーンな合成ガストリームを生成するために粉塵濾過ユニット中で粉塵を濾過することと、

保管および廃棄のために該サイクロンおよび濾過ユニットからの粉塵を減圧することと、を含む方法。

#### 【請求項 29】

前記方法は、灰分含有量が15重量%より高く該灰分の初期変形温度が1500より高い瀝青炭をガス化して、98%を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する請求項28に記載の方法。

#### 【請求項 30】

合成ガスを生成するために蒸気とガス化炉酸化剤を前記瀝青炭と合わせることを更に含む請求項28に記載の方法。

#### 【請求項 31】

12フィート/秒～50フィート/秒のガス空塔速度範囲で前記ガス化炉を動作させることを更に含む請求項28に記載の方法。

#### 【請求項 32】

30psi～1000psiの前記ガス化炉の出口における圧力範囲で前記ガス化炉を動作させることを更に含む請求項28に記載の方法。

#### 【請求項 33】

3フィート/秒～6フィート/秒のガス空塔速度範囲にて前記部分酸化器を動作させることを更に含む請求項28に記載の方法。

#### 【請求項 34】

前記ガス化炉の前記出口における前記ガス化炉圧力範囲より5psi～35psi低い前記部分酸化器の出口における圧力範囲にて前記部分酸化器を動作させることを更に含む請求項28に記載の方法。

#### 【請求項 35】

前記ガス化炉からのチャー炭素および灰の排出、および、前記合成ガスと共に前記ガス化炉から排出される未反応のチャー炭素および灰を調節するために、前記ガス化炉内のガス速度を制御し、前記ガス化炉内の前記固体循環量を制御し、前記瀝青炭の炭粒子の粒子サイズを制御することを更に含む請求項28に記載の方法。

#### 【請求項 36】

前記酸化器に入る前記合成ガスの前記チャー炭素とタル含有量に基づいて酸化剤流および蒸気対酸素比を調節することによって前記部分酸化器の動作温度を制御することを更に

含む請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 3 7】

瀝青炭をガス化する方法であって、

該方法は、

ガス化炉に瀝青炭ストリームを供給することと、

該ガス化炉において、該瀝青炭ストリームとガス化炉酸化剤ストリームを合わせて、第1の濃度で不要種を含有するガス化炉合成ガスストリームを生成することであって、該ガス化炉は、動作ガス化炉温度範囲、動作ガス化炉ガス空塔速度範囲、および該ガス化炉の出口での動作ガス化炉圧力範囲で動作すること、

部分酸化器に該ガス化炉合成ガスストリームを供給することと、

該部分酸化器において、該ガス化炉合成ガスストリームと部分酸化器酸化剤ストリームを合わせて該第1の濃度より低い第2の濃度で該不要種を含有する部分酸化器合成ガスストリームを生成することであって、該部分酸化器は、動作部分酸化器温度範囲、動作部分酸化器ガス空塔速度範囲、および該部分酸化器の出口での動作部分酸化器圧力範囲で動作すること、

除去システムにおいて、該部分酸化器合成ガスストリームから不要種の少なくとも一部を除去することと、

合成ガス冷却器において、該部分酸化器合成ガスストリームを冷却することと、

除去システム 部分酸化器リターンフィードにおいて、不要種ストリームを介して該除去システムから該部分酸化器へ不要種の少なくとも一部を戻すことと、

該部分酸化器において、蒸気と該不要種ストリームを該ガス化炉合成ガスストリームと部分酸化器酸化剤ストリームに合わせて該部分酸化器合成ガスストリームを生成することと、

を含む方法。

【請求項 3 8】

90%を超える炭素転換率が実現される請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 3 9】

前記ガス化炉に供給された前記瀝青炭ストリームが 15 重量% ~ 45 重量% の灰分を含有する請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 0】

前記灰分を有する瀝青炭は 1150 より高い灰分溶融温度を有する請求項 3 9 に記載の方法。

【請求項 4 1】

前記ガス化炉に供給された前記瀝青炭ストリームが、平均粒子サイズが 150 ミクロン ~ 300 ミクロンの瀝青炭粒子を含有する請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 2】

前記ガス化炉を 900 ~ 1100 で動作させることを更に含む請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 3】

前記部分酸化器を 1100 ~ 1400 で動作させることを更に含む請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 4】

前記方法は、灰分含有量が 15 重量% より高く該灰分の初期変形温度が 1500 より高い瀝青炭をガス化して、98% を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 5】

12 フィート / 秒 ~ 50 フィート / 秒 のガス空塔速度範囲で前記ガス化炉を動作させることを更に含む請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 6】

30 psi ~ 1000 psi の前記ガス化炉の出口における圧力範囲で前記ガス化炉

を動作させることを更に含む請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 7】

3 フィート / 秒 ~ 6 フィート / 秒のガス空塔速度範囲で前記部分酸化器を動作させることを更に含む請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記ガス化炉の前記出口における前記ガス化炉圧力範囲より 5 p s i a ~ 3 5 p s i a 低い前記部分酸化器の出口における圧力範囲にて前記部分酸化器を動作させることを更に含む請求項 3 7 に記載の方法。

【誤訳訂正 2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】高灰分で高灰分溶融温度を有する瀝青炭のガス化

【技術分野】

【0 0 0 1】

( 関連文献に対する相互参照 )

本願は、その全体の内容および物質が本明細書により参考として援用されている、2012年7月9日に出願された、米国仮特許出願第 6 1 / 6 6 9 , 4 5 1 号明細書の利益を主張する。

【0 0 0 2】

( 連邦政府による資金提供を受けた研究開発の記載 )

本発明は、米国エネルギー省によって与えられた契約番号 D E - N T 0 0 0 0 7 4 9 協定契約書に基づく政府の支援によりなされた。政府は本発明において一定の権利を有している。

【背景技術】

【0 0 0 3】

( 発明の背景 )

( 1、発明の分野 )

本発明は、高灰分溶融温度を有する高灰分の瀝青炭のガス化に関する。既存の流動層ガス化炉は、これらの炭が低反応性、低炭素転換率であるため、タールなどの不要な成分を生成する原因となることから、このような炭を経済的に処理するには不適当である。炭変換率を改良するために、このような炭を高温で動作するスラッギング噴流ガス化炉でガス化する場合、灰分溶融温度を下げるために必要となる大量の添加剤を含むスラグ(溶融固化)によって引き起こされる大きなエネルギー損失が生じ、この処理は経済的にも存立しくい。本発明において、このような炭は、2段階のガス化処理、即ち、一次ガス化工程と、その後の残留チャー炭素と少量のタールの高温部分酸化工程によって処理される。この処理は、高温の合成ガスを効率よく冷却する内部循環流動層を含むことによって更に有利とされる。

【0 0 0 4】

( 2、背景および関連技術 )

炭ガス化の当業者は、一部の瀝青炭が経済的にまたは実用的に既存の商業用ガス化炉に使用するには不向きであることを知っている。A S T M D - 1 8 5 7 (米国試験材料協会規格第 1 8 5 7 号) によって測定されるように、これらの瀝青炭の初期灰変形温度は 1 5 0 0 を優に超える。従来の G E (ゼネラルエナクトリック)、シェルと E ガス(エガス)ガス化炉などのガス化処理における灰のスラグに依存するガス化炉に対して灰を溶融することは非常に困難になる。以上や他のこのようなガス化炉に対して、高灰分溶融温度の炭をガス化するために、ガス化炉の動作温度は追加された融剤によってしても高くな

りすぎ、このような動作はガス化炉におけるライニングの寿命を短くする。また、高灰分瀝青炭は、炭中で、最大約45重量%灰分まで含有することができる。例えば、炭灰分溶融温度を低下させるために、例えば、約20重量%の融剤の添加によって、大量の灰溶融に伴うエネルギー損失が実質的に大きくなりすぎ、非効率で確実性に乏しいガス化処理に至る。また、合わせた灰と融剤の大量のスラグ流が生じ、これらのガス化炉を運転することがむずかしくなる。このため、高灰分で高灰分溶融温度の瀝青炭は、多数の既存のガス化技術対象から排除されてきた。

#### 【0005】

瀝青炭はガス化剤との反応性が極めて低いことから、従来の流動層ガス化炉内のこれらの炭をガス化することも困難である。流動層の低反応性の基本的な理由は、クリンカを生成しやすいため、これが動作温度を制限することである。クリンカが生成されると、ガス化炉は流動性や機能性から乖離する。灰分溶融温度は高いものの、ガス化炉の燃焼炭粒子の表面温度は流動層で測定したバルク温度よりはるかに高いので、灰分溶融温度より摂氏数百度低いクリンカを生成する。また、流動層ガス化炉内の温度は、炭灰粒子の表面を溶融しやすい傾向の層のいくつかの部分のホットスポットによって実質的に均一にならないため、結果的に、凝集やクリンカが生じる。したがって、炭灰分溶融温度が約1500を優に超えるものかわらず、流動層ガス化炉が、層を汚損せずに1100以上で動作することは稀有である。動作温度が制約されるため、一般に、流動層処理における炭素転換率は約90%未満である。経済的に折合を付けるため、残留炭素は、燃焼炉において(燃焼トレイン内の関連設備の全てとともに)燃焼させる必要があり、ガス化処理の資本コスト、運転コスト、および保守コストの上昇が生じる。したがって、既存の流動層ガス化炉では瀝青炭を経済的に処理することはできない。さらに、流動層における瀝青炭のガス化は、合成ガス中に少量のタールを生成するので、除去するのがむずかしいし、合成ガスの取り扱いに掛かる費用も高くなる。合成ガス中のタールの処理をしない場合、合成ガス冷却器とダストフィルタなどの下流に置かれる機器は汚損しやすく、動作上の信頼性が低下する。

#### 【0006】

移動層ガス化炉で以上の様な種類の瀝青炭をガス化することはもっとむずかしい。大部分の瀝青炭は粘結傾向があり、かつ、移動層ガス化炉では粘結炭をうまく処理できない。移動層ガス化炉の炭素転換率は、動作温度に関連する制約により、流動層ガス化炉よりも更に低い。更に、移動層ガス化炉は大量のタールとフェノール水を生成するので、現在の環境規制に対応するために莫大な費用が掛かるという問題がある。

#### 【0007】

2段ガス化は公知である。2つの異なる合成ガストリームを生成するために開発された固定層または移動層の2段ガス化炉が米国特許第5139535号に開示されている。一つのストリームは、タールや炭化ガスを含み、他のストリームは炭ガス化による合成ガス生成物である。合成ガス生成物が低容量、低収率であり、廃水生成量が高いので、2段の移動層ガス化炉は廃止されている。

#### 【0008】

様々な2段流動層ガス化システムがある。一つのタイプは、燃焼器およびガス化炉を有する2容器の構成を使用する。ガス化炉と燃焼器の間のホットソリッドサイクルと一緒に燃焼器からの燃焼ガスがガス化炉へ送られ吸熱ガス化反応のための熱を提供する。米国特許第4386940号は、このタイプの一つを開示している。しかしながら、ガス化分野の当業者は、ガス化炉に熱をどのように提供するかが課題でなく、十分な炭素および炭を、所望される合成ガス成分の一酸化炭素と水素に転換可能かどうかが課題であることを理解している。このような2段のシステムにおける約1100までの通常の動作温度範囲では、合成ガスに残留するタールなどの望ましくない成分が原因で一酸化炭素や水素への炭転換率が低下する。したがって、2つの別個の容器における燃焼、ガス化、そしてガス化炉へ燃料ガスの経路化を、燃焼およびガス化ゾーンを有する単一ガス化炉を用いて行っても本質的な違いはない。

## 【0009】

米国特許出願公開第2013 0056685号は高い炭素転換率を達成するために2段のガス化炉を使用することを開示している。第1段のガス化炉または熱分解装置は約500 ~ 700で動作し、第2段のガス化炉は1400 ~ 1500で動作する。第2のガス化炉からの灰は溶融し、溶融スラグとして廃棄される。この考えは2段ガス化炉システムにおいて廃棄物をガス化する方法を開示している米国特許第6455011号の考え方と類似している。第1段のガス化炉は流動層ガス化炉であり、第2段は渦巻き式またはサイクロン式ガス化炉であり、灰はスラグとして溶融し廃棄される。しかも、これらの方法は、高灰分溶融温度を有する高灰分瀝青炭を扱う際、噴流層式ガス化炉と同様に困難であり節約能力に欠ける。

## 【0010】

米国特許第8444724号には、別の2段噴流式スラグガス化炉が開示されている。このタイプのガス化炉は、灰を溶融させスラッグさせることや融剤の使用を必要とするので、高灰分含有量および高灰分溶融温度を有する炭には実行可能な状態で使用することができない。

したがって、現在の炭ガス化技術は、高灰分含有量および高灰分溶融温度を有する炭を経済的に処理できないことは既に明らかである。このような炭をうまくガス化する以外に、下流装置の処理および設計のレイアウトも最終用途の化学合成または発電のために高収率のほぼ無塵の合成ガスを巧みに生成することに重要な役割を果たす。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0011】

【特許文献1】米国特許第5139535号明細書

【特許文献2】米国特許第4386940号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2013/0056685号明細書

【特許文献4】米国特許第6455011号明細書

【特許文献5】米国特許第8444724号明細書

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0012】

本発明の目的は、約90%より高く、好ましくは約98%より高い炭素転換率により、高灰分で高灰分溶融温度の瀝青炭をガス化できる一連の装置を動作させる処理、適切な装置、および方法を提供するとともに、最終用途の化学物質や電力の生成に向けて、下流の更なる処理のために、タールを殆ど含まない合成ガスを提供することである。

## 【0013】

要約すれば、好ましい形態において、本発明は、約15重量%より高い灰分含有量と約1500より高い初期変形温度を有する灰分とを有する瀝青炭をガス化するための装置のシステムおよび方法を含む。システムは、合成ガスの最終用途に応じて約30% ~ 約100%の酸素を含む酸化剤を有する約900 ~ 約1100の相対的に低い温度で動作する循環流動層輸送ガス化炉を含む。第1段の輸送ガス化炉のライザのガス空塔速度が約12フィート/秒 ~ 約50フィート/秒であり、ここでも、第1段の出口の動作圧力が、ガス化生成物流の最終用途に基づいて、約30psi ~ 約1000psiである。これは、他の成分のなかでも、チャー炭素とタールを含む少量の重有機成分を含む様々な合成ガス成分へ最大約90重量%の炭素転換を行う主要ガス化炉として作用する。反応性の低い瀝青炭を処理する流動層からのタールの炭素分率は、合成ガス中の全炭素の約3重量% ~ 約10重量%であってよい。

## 【0014】

その後、ガス化炉から残ったチャー炭素およびタールには熱亀裂が入り、約1100 ~ 約1400の相対的に高い温度で動作する高温の流動層部分酸化器において有用な合成ガス成分へ転換される。第2段の流動層部分酸化器の動作温度は、第1段の輸送ガス化

炉に送られた瀝青炭の初期灰変形温度に依存する。第2段のガス化炉におけるガス空塔速度範囲は、約3フィート/秒～約6フィート/秒である。

#### 【0015】

本発明の2段階の処理は、約98%を超える有用な合成ガスの成分への全炭素転換率を達成することができ、クリンカや凝集体の形成を回避できない場合、これらを有利に規制することで、(相対的に低い温度による)輸送ガス化炉と(低体積のチャー炭素およびタルによる)部分酸化器の両方のライニングおよび他の内部寿命を長くすることができる。

#### 【0016】

第2段の部分酸化器からの高温の合成ガスは、合成ガスから熱伝達面へ熱エネルギーを伝達する不活性媒体の内部循環流動層において冷却される。好ましくは、合成ガスが熱伝達面に直接接触しないので、腐食、浸食、および汚損に伴う問題が解決されないまでも制限される。合成ガス冷却器からの合成ガス出口温度は、約300～約500である。

#### 【0017】

合成ガス冷却器の下流のサイクロンは、必要に応じて、第2段の部分酸化器へ還流するために未転換のチャー炭素を捕捉する。また、サイクロンは下流の粉塵濾過ユニットに掛かる負荷を低減する。濾過ユニットによって収集された微粒子は廃棄するために冷却、減圧され、クリーンな合成ガスは所望される化学合成または発電目的のために使用することができる。

#### 【0018】

本発明は、従来の輸送ガス化炉および内部循環流動層合成ガス冷却器を改変して、高灰分で高溶融温度の瀝青炭を処理する。個別の装置およびシステム全体を動作させるための具体的な条件および方法を以下に記載する。

#### 【0019】

例示的な実施形態において、本発明は、高灰分で高溶融温度の瀝青炭のためのガス化システムであって、瀝青炭と酸化剤を合わせて合成ガスを生成し合成ガスが少なくとも一つの不要種を含有しているガス化炉と、合成ガスを受け取り、不要種の少なくとも一部を合成ガスへ転換する部分酸化器と、部分酸化器からの合成ガスを冷却するための合成ガス冷却器と、合成ガス冷却器からの合成ガスから不要種の少なくとも一部を除去する不要種除去システムと、不要種の少なくとも一部を除去システムから部分酸化器まで戻す除去システム 部分酸化器リターンフィードと、を含むガス化システムを含む。このシステムは、冷却された合成ガスが通過する濾過ユニットを更に含むことができる。

#### 【0020】

ガス化炉は、少なくとも一つの不要種を含む合成ガスを生成するために約900～約1100で動作することができる。部分酸化器は、約1100～約1400で動作することができる。

#### 【0021】

不要種はチャー炭素を含むことができる。別の不要種はタルを含むことができる。

#### 【0022】

部分酸化器は、ガス化炉からチャー炭素やタルを含む合成ガスを受け取り、約1100～約1400の温度で、チャー炭素とタルの少なくとも一部を更なる合成ガスへ転換することができる。

#### 【0023】

不要種除去システムは、未反応のチャー炭素の少なくとも一部を収集する下流サイクロンを含むことができる。

#### 【0024】

除去システム 部分酸化器リターンフィードは、良好な炭素利用率を達成するために、合成ガス冷却器の下流の不要種除去システムによって収集されたチャー炭素の少なくとも一部を部分酸化器へ供給することができる。

#### 【0025】

合成ガス冷却器は、部分酸化器動作温度から入口濾過ユニット温度まで合成ガスを冷却する多段合成ガス冷却器を含むことができる。

【0026】

別の例示的な実施形態において、本発明は、高灰分で高溶融温度の瀝青炭をガス化することができるガス化システムであって、該システムは、瀝青炭を、酸化剤としての酸素や空気と共に、フィードとして取り出し、約900～約1100の相対的に低い温度で動作し、例えば、チャー炭素およびタールなどの不要種を含有している合成ガスを生成するガス化炉と、ガス化炉からチャー炭素および少量のタールを含有している合成ガスを受け取り、約1100～約1400の相対的に高い温度でチャー炭素やタールを更なる合成ガスに転換する部分酸化器と、部分酸化器動作温度から所望の粉塵濾過ユニット動作温度まで合成ガスを冷却可能な多段合成ガス冷却器と、合成ガス冷却器の下流および粒子フィルタの上流にあってこの処理から未反応のチャー炭素を収集するサイクロンと、合成ガス冷却器の下流のサイクロンによって収集されたチャー炭素を部分酸化器へ供給してより良好な炭素利用率を実現するチャー炭素戻しループを含み、微粒子は廃棄するために冷却され減圧され、クリーンな合成ガスが所望の化学合成または発電を行うために使用することができる。

【0027】

システムは、主として電力生成のための通気（空気吹き）モードまたは化学物質または電力生成のための酸素吹きモードで動作することができる。

【0028】

システムは、約30psi～約1000psiで動作することができる。

【0029】

低温ガス化と高温部分酸化処理は、約98%を超える炭素転換率を達成し、粉塵やタールを殆ど含まない合成ガスを生成することができる。

【0030】

ガス化炉は、濃密層内へ接線方向で送られた瀝青炭を有し、ガス化炉の酸素富化下部領域内において循環流動層輸送ガス化炉として構成され、瀝青炭の粘結傾向を最小にすることができる。

【0031】

部分酸化剤は、酸化剤としての酸素や富化酸素を含む流動層として構成され、合成ガス中の微粒子耐火性チャー炭素やタールを更にガス化することができる。

【0032】

合成ガス冷却器は、蒸気と過熱蒸気を生成しながら、約1400から約300～約500まで合成ガスを冷却する内部循環流動層冷却器として構成することができる。好ましくは、冷却器の構成は、合成ガスが熱伝達面と直接接触するのを回避するので、熱伝達面に関連する材料の汚損、腐食、侵食および保存の問題発生を最小限にする。

【0033】

合成ガス冷却器の下流のサイクロンは、300～約500で動作し、未転換の微粒子チャー炭素を高効率で捕捉し、下流の粉塵濾過ユニットへの負荷を軽減するように構成することができる。

【0034】

別の例示的な実施形態において、本発明は、高灰分、高灰分溶融温度の瀝青炭のためのガス化システムを含み、該システムが、瀝青炭ストリームとガス化炉酸化剤ストリームを合わせて、第1の濃度で不要種を含有するガス化炉合成ガスストリームを生成するガス化炉であって、動作ガス化炉温度範囲、動作ガス化炉ガス空塔速度範囲、およびガス化炉の出口での動作ガス化炉圧力範囲で動作するガス化炉と、ガス化炉合成ガスストリームと部分酸化剤ストリームを合わせて第1の濃度より低い第2の濃度で不要種を含有する部分酸化器合成ガスストリームを生成する部分酸化器であって、動作部分酸化器温度範囲、動作部分酸化器ガス空塔速度範囲、および部分酸化器の出口での動作部分酸化器圧力範囲で動作する部分酸化器と、部分酸化器合成ガスストリームから不要種の少なくとも一部を除

去する不要種除去システムと、部分酸化器合成ガストリームを冷却する合成ガス冷却器と、を含む。

【0035】

ガス化システムは、不要種ストリームを介して除去システムから部分酸化器へ不要種の少なくとも一部を戻すための除去システム、部分酸化器リターンフィードを更に含むことができ、部分酸化器が蒸気と不要種ストリームをガス化炉合成ガストリームと部分酸化器酸化剤ストリームに合わせて、部分酸化器合成ガストリームを生成する。

【0036】

ガス化システムは、冷却された部分酸化器合成ガストリームが通過する濾過システムを更に含むことができる。

【0037】

このシステムは、灰分含有量が約15重量%より高く灰分の初期変形温度が約1500より高い瀝青炭をガス化して、約90%を超える合成ガスへの炭素転換率を実現することができる。

【0038】

このシステムは、灰分含有量が約15重量%より高く灰分の初期変形温度が約1500より高い瀝青炭をガス化して、約98%を超える合成ガスへの炭素転換率を実現することができる。

【0039】

ガス化炉は循環流動層輸送ガス化炉であってよく、部分酸化器は流動層部分酸化器であってよい。

【0040】

蒸気は、瀝青炭ストリームとガス化炉酸化剤ストリームに合わせてガス化炉合成ガストリームを生成することができる。

【0041】

動作ガス化炉温度範囲が約900～約1100であってよく、動作ガス化炉ガス空塔速度範囲が約12フィート/秒～約50フィート/秒であってよく、ガス化炉の出口における動作ガス化炉圧力範囲が約30psi～約1000psiであってよい。

【0042】

動作部分酸化器の温度範囲は約1100～約1400であってよく、動作部分酸化器のガス空塔速度範囲は約3フィート/秒～約6フィート/秒であってよく、部分酸化器の出口における動作部分酸化器の圧力範囲はガス化炉の出口におけるガス化炉圧力範囲より約5psi～約35psi低くてもよい。

【0043】

動作ガス化炉温度範囲は、少なくとも灰分初期変形温度を350下回ってよい。

【0044】

不要種は、チャー炭素、タールおよび微粒子の一以上を含むことができる。

【0045】

別の例示的な実施形態において、本発明は、約98%より高い炭素転換率を実現するために高灰分で高灰分溶融温度を有する瀝青炭をガス化する方法であって、約1000ミクロンより小さい平均粒子サイズの瀝青炭粒子を酸素富化な低ライザ密度の層環境の循環流動層輸送ガス化炉へ送ることと、相対的に低い温度の約900～約1100でガス化炉を動作することと、合成ガス中の微粒子耐火性チャー炭素とタールをガス化炉から部分酸化器へ送ることと、更なる合成ガスを生成するために、約1100～約1400の相対的に高い温度で部分酸化器を動作させることと、熱伝達面が合成ガスに直接接觸しないように合成ガスから熱伝達面へ熱を伝達するために不活性循環媒体を使用して内部循環流動層冷却器内で合成ガスを冷却することと、下流粉塵濾過ユニットに掛かる負荷を軽減するために約300～約500の低い温度で動作するサイクロン中で合成ガスから微粒子チャー炭素および灰を分離することと、所望の炭素転換率を達成するために、必要に応じて、部分酸化器で微粒子を再利用することと、更なる下流の処理に向けてクリーンな

合成ガスストリームを生成するために粉塵濾過ユニット中で粉塵を濾過することと、保管および廃棄のためにサイクロンおよび濾過ユニットからの粉塵を減圧することと、を含む。

【0046】

循環流動層輸送ガス化炉は約12フィート/秒～約50フィート/秒のガス空塔速度で動作することができる。

【0047】

通常の動作条件下でガス化炉からチャー炭素および灰の排出、および合成ガスと共にガス化炉から排出される未反応チャー炭素および灰を最小にするように固体循環量および給送炭素粒子サイズと共にガス速度を調節することができる。

【0048】

部分酸化器動作温度は、酸化器に入る合成ガスのチャー炭素およびタール含有量に基づいて酸素流と蒸気対酸素比を調節することによって制御することができる。

【0049】

本発明の以上のおよび他の目的、特徴および利点は、添付図面を参照して以下の明細書を読むことによってより明確になるであろう。

本発明の実施形態において、例えば以下の項目が提供される。

(項目1)

高灰分で高灰分溶融温度の瀝青炭のためのガス化システムであって、

瀝青炭ストリームとガス化炉酸化剤ストリームを合わせて、第1の濃度で不要種を含有するガス化炉合成ガスストリームを生成するガス化炉であって、動作ガス化炉温度範囲、動作ガス化炉ガス空塔速度範囲、および該ガス化炉の出口での動作ガス化炉圧力範囲で動作するガス化炉と、

該ガス化炉合成ガスストリームと部分酸化器酸化剤ストリームを合わせて第1の濃度より低い第2の濃度で該不要種を含有する部分酸化器合成ガスストリームを生成する部分酸化器であって、動作部分酸化器温度範囲、動作部分酸化器ガス空塔速度範囲、および該部分酸化器の出口での動作部分酸化器圧力範囲で動作する部分酸化器と、

該部分酸化器合成ガスストリームから不要種の少なくとも一部を除去する不要種除去システムと、

該部分酸化器合成ガスストリームを冷却する合成ガス冷却器と、を含むガス化システム。

(項目2)

不要種ストリームを介して前記除去システムから前記部分酸化器へ不要種の少なくとも一部を戻すための除去システム 部分酸化器リターンフィードを更に含み、前記部分酸化器が、蒸気と不要種ストリームを前記ガス化炉合成ガスストリームと部分酸化器酸化剤ストリームに合わせ、前記部分酸化器合成ガスストリームを生成する、項目1に記載のガス化システム。

(項目3)

前記冷却された部分酸化器合成ガスストリームが通過する濾過システムを更に含む項目1に記載のガス化システム。

(項目4)

前記システムは、灰分含有量が約15重量%より高く該灰分の初期変形温度が約1500より高い瀝青炭をガス化して、約90%を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する項目1に記載のガス化システム。

(項目5)

前記システムは、灰分含有量が約15重量%より高く該灰分の初期変形温度が約1500より高い瀝青炭をガス化して、約98%を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する項目1に記載のガス化システム。

(項目6)

前記ガス化炉は循環流動層輸送ガス化炉であり、前記部分酸化器が流動層部分酸化器であ

る項目 1 に記載のガス化システム。

(項目 7)

蒸気が前記瀝青炭ストリームとガス化炉酸化剤ストリームに合わされて、前記ガス化炉合成ガスストリームを生成する項目 1 に記載のガス化システム。

(項目 8)

前記動作ガス化炉温度範囲が約 900 ~ 約 1100 であり、前記動作ガス化炉ガス空塔速度範囲が約 12 フィート / 秒 ~ 約 50 フィート / 秒であり、前記ガス化炉の出口における前記動作ガス化炉圧力範囲が約 30 psi ~ 約 1000 psi である項目 1 に記載のガス化システム。

(項目 9)

前記動作部分酸化器の温度範囲が約 1100 ~ 約 1400 であり、前記動作部分酸化器のガス空塔速度範囲が約 3 フィート / 秒 ~ 約 6 フィート / 秒であり、前記部分酸化器の出口における前記動作部分酸化器の圧力範囲が前記ガス化炉の出口における前記ガス化炉圧力範囲より約 5 psi ~ 約 35 psi 低い項目 1 に記載のガス化システム。

(項目 10)

前記動作ガス化炉温度範囲は、前記灰分初期変形温度を少なくとも 350 下回る項目 4 に記載のガス化システム。

(項目 11)

前記不要種がチャー炭素を含む項目 1 に記載のガス化システム。

(項目 12)

前記不要種がタールを含む項目 1 に記載のガス化システム。

(項目 13)

前記不要種が灰微粒子を含む項目 1 に記載のガス化システム。

(項目 14)

高灰分で高灰分溶融温度を有する瀝青炭のためのガス化システムであって、瀝青炭と酸化剤を合わせてガス化炉合成ガスを生成し、該ガス化炉合成ガスが少なくとも一つの不要種を含有しているガス化炉と、

該ガス化炉合成ガスを受け取り、該不要種の少なくとも一部を合成ガスへ転換して、部分酸化器合成ガスを生成する、部分酸化器と、

該部分酸化器合成ガスから該不要種の少なくとも一部を除去する不要種除去システムと、

該部分酸化器合成ガスを冷却するための合成ガス冷却器と、該不要種の少なくとも一部を該除去システムから該部分酸化器へ戻すための除去システム 部分酸化器リターンフィードと、を含むガス化システム。

(項目 15)

前記冷却された合成ガスが通過する濾過ユニットを更に含む項目 14 に記載のガス化システム。

(項目 16)

前記ガス化炉が、少なくとも一つの不要種を含有している前記ガス化炉合成ガスを生成するため、約 900 ~ 約 1100 の温度かつ前記灰分初期変形温度を少なくとも約 350 下回る温度で動作する、項目 14 に記載のガス化システム。

(項目 17)

前記部分酸化器が約 1100 ~ 約 1400 の温度で動作する項目 14 に記載のガス化システム。

(項目 18)

前記不要種がチャー炭素を含む項目 14 に記載のガス化システム。

(項目 19)

前記不要種がチャー炭素とタールを含む項目 14 に記載のガス化システム。

(項目 20)

前記不要種除去システムが未反応チャー炭素の少なくとも一部を収集するサイクロンを含

む項目 1 8 に記載のガス化システム。

(項目 2 1 )

前記除去システム 部分酸化器リターンフィードが、前記合成ガス冷却器の下流の前記不要種除去システムによって収集された前記チャー炭素の少なくとも一部を前記部分酸化器へ送ることによって、より高い炭素利用率を達成する項目 1 8 に記載のガス化システム。

(項目 2 2 )

前記部分酸化器が、前記ガス化炉からチャー炭素およびタールを含有している前記ガス化炉合成ガスを受け取り、前記チャー炭素およびタールの少なくとも一部を更なる合成ガスへ転換し、前記部分酸化器が約 1 1 0 0 ～ 約 1 4 0 0 で動作する項目 1 9 に記載のガス化システム。

(項目 2 3 )

前記合成ガス冷却器が、前記部分酸化器動作温度から入口濾過ユニット温度まで前記部分酸化器合成ガスを冷却する多段合成ガス冷却器を含む項目 1 5 に記載のガス化システム。

(項目 2 4 )

前記システムは、灰分含有量が約 1 5 重量 % より高く該灰分の初期変形温度が約 1 5 0 0 より高い瀝青炭をガス化して、約 9 0 % を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する項目 1 4 に記載のガス化システム。

(項目 2 5 )

前記システムは、灰分含有量が約 1 5 重量 % より高く該灰分の初期変形温度が約 1 5 0 0 より高い瀝青炭をガス化して、約 9 8 % を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する項目 1 4 に記載のガス化システム。

(項目 2 6 )

前記ガス化炉が循環流動層輸送ガス化炉であり、瀝青炭が濃度層と前記ガス化炉の酸素富化な下部領域へ接線方向に供給されることによって瀝青炭の粘結傾向を最小にする項目 1 4 に記載のガス化システム。

(項目 2 7 )

前記部分酸化器が、前記合成ガス中の微粒子耐火性チャー炭素およびタールを更にガス化するために使用される蒸気や酸化剤を含む、約 3 フィート / 秒～約 6 フィート / 秒のガス空塔速度の乱流流動層である項目 1 4 に記載のガス化システム。

(項目 2 8 )

前記合成ガス冷却器は、蒸気および過熱蒸気を生成しながら、約 1 1 0 0 ～ 約 1 4 0 0 の入口温度から約 3 0 0 ～ 約 5 0 0 の出口温度まで前記部分酸化器合成ガスを冷却する内部循環流動層の冷却器である項目 1 4 に記載のガス化システム。

(項目 2 9 )

9 0 % を超える炭素転換率を実現する高灰分で高灰分溶融温度の瀝青炭をガス化する方法であって、

約 1 5 ～ 約 4 5 重量 % の灰分を有する瀝青炭を供給することと、

約 1 1 5 0 より高灰分溶融温度を有する瀝青炭を供給することと、

平均粒子サイズが約 1 5 0 ミクロン～約 3 0 0 ミクロンの瀝青炭粒子を、酸素富化でライザ密度の低い層環境の循環流動層輸送ガス化炉へ供給することと、

凝集体形成を制限するために、炭送り量の少なくとも 1 0 0 倍の固体循環量で、該循環流動層輸送ガス化炉のループシールの該ライザへ粘結瀝青炭を供給することと、

合成ガスを形成するために該ガス化炉を約 9 0 0 ～ 約 1 1 0 0 で動作させることと、

該ガス化炉から部分酸化器へ該合成ガス中の微粒子耐火性チャー炭素やタールを供給することと、

更なる合成ガスを生成するために約 1 1 0 0 ～ 約 1 4 0 0 で該部分酸化器を動作させることと、

熱伝達面が該合成ガスに直接接觸しないように該合成ガスからの熱を該熱伝達面へ伝達するために不活性循環媒体を使用して、内部循環流動層冷却器内で該部分酸化器からの該

合成ガスを冷却することと、

下流粉塵濾過ユニットに掛かる負荷を軽減するために、約300～約500で動作するサイクロン中で該合成ガスから微粒子チャー炭素および灰を分離することと、

所望の炭素転換率を達成するために、必要に応じて、該部分酸化器へ微粒子を再利用することと、

更なる下流の処理に向けてクリーンな合成ガスストリームを生成するために粉塵濾過ユニット中で粉塵を濾過することと、

保管および廃棄のために該サイクロンおよび濾過ユニットからの粉塵を減圧することと、を含む方法。

(項目30)

前記システムは、灰分含有量が約15重量%より高く該灰分の初期変形温度が約1500より高い瀝青炭をガス化して、約98%を超える合成ガスへの炭素転換率を実現する項目29に記載の方法。

(項目31)

合成ガスを生成するために蒸気とガス化炉酸化剤を前記瀝青炭と合わせることを更に含む項目29に記載の方法。

(項目32)

約12フィート/秒～約50フィート/秒のガス空塔速度範囲で前記ガス化炉を動作させることを更に含む項目29に記載の方法。

(項目33)

約30psi～約1000psiの前記ガス化炉の出口における圧力範囲で前記ガス化炉を動作させることを更に含む項目29に記載の方法。

(項目34)

約3フィート/秒～約6フィート/秒のガス空塔速度範囲にて前記部分酸化器を動作させることを更に含む項目29に記載の方法。

(項目35)

前記ガス化炉の前記出口における前記ガス化炉圧力範囲より約5psi～35psi低い前記部分酸化器の出口における圧力範囲にて前記部分酸化器を動作させることを更に含む項目29に記載の方法。

(項目36)

前記ガス化炉からのチャー炭素および灰の排出、および、前記合成ガスと共に前記ガス化炉から排出される未反応のチャー炭素および灰を調節するために、前記ガス化炉内のガス速度を制御し、前記ガス化炉内の前記固体循環量を制御し、前記給送炭素粒子サイズを制御することを更に含む項目29に記載の方法。

(項目37)

前記酸化器に入る前記合成ガスの前記チャー炭素とタール含有量に基づいて酸化剤流および蒸気対酸素比を調節することによって前記部分酸化器の動作温度を制御することを更に含む項目36に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】図1は、本発明の好ましい実施形態による、高灰分で高灰分溶融温度の瀝青炭を処理するシステムを概略図である。

【0051】

【図2】図2は、本発明の好ましい実施形態による、高灰分で高灰分溶融温度の瀝青炭を処理する別のシステムを概略図である。

【0052】

【図3】図3は、本発明の好ましい実施形態による、高灰分で高灰分溶融温度の瀝青炭を処理する概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0053】

本発明の様々な実施形態の基本原理および特徴の理解を容易にするために、様々な例示的な実施形態を以下に説明する。本発明の例示的な実施形態を詳細に説明しているが、他の実施形態が想定されることも理解されよう。したがって、本発明は、その範囲が以下の説明に述べられ、図面で例示されている構成要素の構成および配置の詳細に限定されることを意図していない。本発明は他の実施形態による様々な方法で実施し実行することが可能である。また、例示的な実施形態を記載する際、明確にするために具体的な専門用語を用いる。

#### 【0054】

また、明細書および添付クレームにおいて使用されているように、単数形の“a”、“a n”および“t h e”が、特に規定がなければ、複数を参照することにも留意されたい。例えば、構成要素への参照は複数の構成要素の組成物を含むことも意図している。“a”構成を含有する組成物の参照は列挙したもの以外の他の構成を含むことを意図している。

#### 【0055】

また、例示的な実施形態を記載する際、明確にするために専門用語を用いる。当業者によって理解されるように各用語は、その広義を考慮しており同様の目的を達成するために同様の方法で動作する全ての技術的な等価物を含むことを意図している。

#### 【0056】

範囲については、本明細書において「約（“a b o u t”）」、「およそ（“a p p r o x i m a t e l y”）」、または「ほぼ（“s u b s t a n t i a l l y”）」の特定の値および／または「約（“a b o u t”）」、「およそ（“a p p r o x i m a t e l y”）」、または「ほぼ（“s u b s t a n t i a l l y”）」の他の特定の値まで、として表される。このような範囲を表すとき、他の例示的な実施形態では、一つ特定の値から、および／または、他の特定の値までを含む。

#### 【0057】

同様に、本明細書で使用されるように、何かを「実質的に含まない」または「殆ど含まない」または「実質的に純粋な」などのチャー炭素特徴付けは、何かを「少なくとも実質的に含まない」、または、「少なくとも実質的に純粋な」、および何かを「完全には含まない」または「完全に純粋である」の両方を含むことができる。

#### 【0058】

「含む（c o m p r i s i n g）」または「含有する（c o n t a i n i n g）」または「有する（i n c l u d i n g）」は、少なくとも名前を挙げた化合物、要素、粒子または方法ステップが組成物または物品または方法に存在することを意味するが、他のこのような化合物、材料、粒子、方法ステップが列挙したものと同じ機能を果たすとしても、他の化合物、材料、粒子、方法ステップの存在を排除しない。

#### 【0059】

本明細書では、用語「ストリーム」は、材料がある場所から別の場所に移動する数多くの方法を含むように使用される。例えば、「炭ストリーム」や「酸化剤ストリーム」は、必ずしも連続的な流れを指しておらず、あるいは、「ストリーム」は、液体または気体ベースである。容器に分配された「炭ストリーム」は、容器の外側からの炭を容器へ輸送することを示し、炭は液体または濃縮ガスであり、炭は炭の粒子であってよい。したがって、容器が2つのストリームを合わせる場合、容器内で2つの材料が混合されるが、材料の連続的なストリームが必ずしも容器内で混合されるわけではないことを想定されたい。ストリームを介する分配は、断続的、離散的、または連続的であってよい。

#### 【0060】

また、一以上の方法ステップの言及が、明確に指定されたこれらのステップ同士の間で更なる方法ステップまたは介在する方法ステップの存在を除外するものではないことが理解されよう。同様に、また、組成物中の一以上の成分の言及は明確に指定された以外の更なる成分の存在を除外しないことも理解されたい。

#### 【0061】

本発明の様々な要素を構成する際に記載されている材料は、例示目的でありこれらに限定されない。本明細書に記載されている材料と同じまたは同様の機能を果たすと思われる数多くの適切な材料が、本発明の範囲を逸脱しないことが意図される。本明細書に記載していない他の材料には、これらに限定されないが、例えば、本発明を開発した以降に開発される材料を含むことができる。

#### 【0062】

本発明は、灰分含有量が約15重量%より高く、灰分溶融温度が約1500<sup>o</sup>を実質的に上回る瀝青炭をガス化することを意図している。本発明は、約25重量%～約45重量%の高い灰分を有するが、スラッギング噴流ガス化炉などの既存のガス化炉でガス化する経済的に実現可能ではない約1150<sup>o</sup>～約1500<sup>o</sup>の低い灰分溶融温度を有する他の瀝青炭をガス化することも意図している。

#### 【0063】

図1～2を参照するに、高灰分および高灰分溶融温度の瀝青炭のための好ましいガス化システムは、瀝青炭ストリーム120と、ガス化炉酸化剤ストリーム110と、蒸気とを合わせて合成ガスストリーム150を生成するガス化炉100を含み、合成ガスストリーム150は、例えば、チャー炭素および/またはタルなどの少なくとも一つの不要種を含有している。ガス化炉100は、動作ガス化炉温度範囲、動作ガス化炉ガス空塔速度範囲、およびガス化炉の出口における動作ガス化炉圧力範囲で動作する。好ましくは、動作ガス化炉温度範囲は約900<sup>o</sup>～約1100<sup>o</sup>である。好ましくは、動作ガス化炉ガス空塔速度範囲は約12フィート/秒～約50フィート/秒である。好ましくは、ガス化炉出口の動作ガス化炉圧力範囲が約30psi～約1000psiである。

#### 【0064】

部分酸化器200は合成ガスストリーム150を受け取り、不要種の少なくとも一部を合成ガスストリーム230へ転換する。部分酸化器は合成ガスストリーム150を部分酸化器酸化剤、蒸気ストリーム210、および不要種除去システム250から収集された層粒子（層材料）ストリーム260に合わせる。部分酸化器200はまた不要種の一部を合成ガスに転換する際、蒸気ガス化および他のガス化反応を促進する。部分酸化器200は、動作部分酸化器温度範囲、動作部分酸化器ガス空塔速度範囲、および部分酸化器の出口においては動作部分酸化器圧力範囲で動作する。好ましくは、動作部分酸化器温度範囲は約1100<sup>o</sup>～約1400<sup>o</sup>である。好ましくは、動作部分酸化器ガス空塔速度範囲は約3フィート/秒～約6フィート/秒である。好ましくは、部分酸化器の出口における動作部分酸化器圧力範囲は、ガス化炉の出口でのガス化炉圧力範囲より約5psi～約35psi低い。

#### 【0065】

第2段部分酸化器200は大きく低減されたチャー炭素含有量を有する流動層を動作させることに依存してクリンカ形成を制限または回避するので、第1段サイクロン130は第1段輸送ガス化炉100に使用され、第1段サイクロン130で収集されて、ガス化炉100の酸化剤富化領域の更なる反応のために循環層材料中に保持される、例えば、約50ミクロンより大きいチャー炭素粒子の流出を制限することができる。

#### 【0066】

不要種除去システム250は、合成ガスストリーム230を受け取り、合成ガスストリーム230から不要種の少なくとも一部を除去する。この不要種は、他の種のなかでもチャー炭素およびタルを含むことができる。好ましい実施形態では、システム250は、第2段サイクロン250を備える。

#### 【0067】

除去システムから部分酸化器までの収集粒子層ストリーム260は、除去システム250から部分酸化器200に不要種の少なくとも一部を戻す。

#### 【0068】

第2段サイクロン250から出る合成ガスストリーム240は、主として、灰微粒子や任意の未反応の微粒子チャー炭素粉塵を含有している。動作部分酸化器の温度範囲内にあ

るであろう相対的に高温の合成ガスストリーム 240 は、その後、合成ガス冷却器 300 に入り、第 2 段サイクロン 250 / 部分酸化器 200 からの合成ガスを冷却する。合成ガス冷却器 300 は、合成ガスストリーム 240 を合成ガス冷却器の温度範囲まで冷却する。好ましくは、合成ガス冷却器の温度範囲は、約 300 ~ 約 500 であり、合成ガス冷却器 300 は、合成ガスを冷却している間、蒸気および過熱蒸気を生成する。

#### 【0069】

第 3 のサイクロン 350 は合成ガス冷却器 300 の下流に位置することができ、合成ガス冷却器 300 を通過する灰微粒子によってより低い温度で高い負荷で動作するので、入口合成ガスストリーム 330 から未反応のチャー炭素を収集する際に効果的である。

#### 【0070】

第 3 のサイクロン 350 を出る合成ガスストリーム 360 は、濾過システム 400 に入ることができる。好ましくは、濾過システム 400 はシステム 400 の入口における粉塵濃度をシステム 400 の出口の濾過範囲に低下して、下流の最終用途のために粉塵を殆ど含まない合成ガスストリーム 450 を生成することができる。好ましくは、濾過システム 400 の濾過範囲は、システム 400 からの合成ガス出口ストリーム 450 において約 0.1 ppmw ~ 約 1 ppmw の粉塵濃度である。

#### 【0071】

濾過システム 400 からの微粒子は、例えば、参照することによって本明細書中に組み込まれる米国特許第 8066789 号に開示されている連続灰微粒子減圧 (CFAD) システム 510 を用いて更に冷却および減圧した後で、微粒子受容器 500 内に収集され、ストリーム 550 を経て廃棄される。第 3 のサイクロン 350 から収集された微粒子 380 の一部は部分酸化器 200 へ還流され、および / または、ストリーム 370 として別の CFAD システム 510 を介して冷却され減圧され、ストリーム 550 を介して廃棄されてもよい。

#### 【0072】

より具体的には、ガス化炉 100 は、瀝青炭の反応性に依存して約 150 ミクロロン ~ 約 300 ミクロロン の好ましい範囲の質量平均粒子サイズを有する平均サイズの約 1000 ミクロロン未満の循環流動層輸送ガス化炉処理する給送炭素粒子として動作する。輸送ガス化炉の様々なセクションおよび機能性は、本明細書中に参照することによって組み込まれている米国特許第 7771585 号および米国特許出願公開第 2011-0146152 号に記載されている。例えば、好ましくは、酸素および / または空気などのガス化炉酸化剤ストリーム 110 は、ガス化炉に添加され、炭素粒子と部分的に反応し、ガス化反応に必要とされる熱エネルギーを提供し、ガス化炉の温度を維持する。例示的な実施形態において、濃縮空気の使用は、空気吹きされたガス化プラントに配置され得る空気分離ユニットからの酸素を混合することによって経済性が高まり、不活性用途のために窒素を提供する。動作ガス化炉温度は、相対的に低く、約 900 ~ 約 1100 である。動作ガス化炉圧力は、好ましくは、約 30 psia ~ 約 1000 psia である。

#### 【0073】

輸送ガス化炉において瀝青炭をガス化するために、炭ストリーム 120 は、ガス化炉 100 の下部ライザ部分の円錐領域へ送られ、供給ジェットの不活性力と重力下では炭粒子は、最初のうちは下方へ降下し、ガス化炉の底部からのガス化炉酸化剤ストリーム 110 と接触することになる。送られた炭粒子は酸素環境において加熱し始め、炭の粘結傾向が最小限に抑えられる。さらに、炭ストリーム 120 は、下方に向かう接線方向のノズルで送られ、ガス化炉の壁に沿って下方へ流れる固体と相互作用する。この相互作用は、ガス化炉の底部に行くほどに固体循環量を増加させ、ガス化炉の底部から送られる酸化剤と蒸気の分散量を改善する。炭と循環固体粒子の混合は新しい炭粒子の濃度を希釈し、炭粒子を粘結させて互いに粘着することで凝集体を形成する可能性を最小限に抑える。

#### 【0074】

本発明の別の実施形態では、炭はまた、ループシール 140 のライザ部分に供給され、粘結炭が循環する固体重量の約 100 倍の重量で混合されることによって、粘結性の炭粒

子が凝集体を形成する可能性を削減することができる。炭の強い粘結傾向をなくすための更なる方法としては、例えば、酸素などの少量の酸化剤を炭搬送ガスに添加する方法がある。ループシール140のライザ内へ供給される酸素は、循環する固体によって急速に分散されるので、炭送り地点近くでの温度上昇を最小限に抑えることができる。

【0075】

蒸気は、ガス化炉の円錐領域や他の領域部分へ添加され、ガス化炉の温度を部分的に規制しさらに炭粒子と反応し、合成ガスを生成する。また、ガス化炉の温度は配水塔からの固体循環によっても規制される。固体循環量と供給炭粒子のサイズと共にガス速度は、通常の作動条件下において、ガス化炉からの灰または他の不要種の排出を最小限に抑えるように調節することができる。この動作によって、過剰な（未反応の）チャー炭素は、ガス化炉を出る合成ガスに巻き込まれ、更なる転換のために第2段部分酸化器200へ供給されることになる。

【0076】

瀝青炭ガス化の際にガス化炉100で生成されるチャー炭素は本来、高耐火性であるため、相対的に低い第1段輸送ガス化炉の動作条件では、有用な合成ガスへの転換はむずかしい。また、ガス化炉100内のガス化は、制約された動作条件のため、タールを生成する。別の流動層反応炉であってよい第2段部分酸化器200は、高温の合成ガスを受け取り、該合成ガスは、約250より低い温度に冷却されると、タールに変わることになるかなりの量の微粒子耐火性チャー炭素または他の多くの有機成分を潜在的に担持している。これらの多くの有機成分を、本明細書では、合成ガス中のタール留分と総称する場合がある。ストリーム210を通過するわずかな留分の酸化剤（空気、濃縮空気または酸素）および蒸気は、未反応のチャー炭素やタールを更に熱転換するために部分酸化器に添加されることできる。

【0077】

第2段部分酸化器の動作温度は相対的に高く、約1100～約1400の範囲、または炭灰分初期変形温度を最大約100°F下回ってよい。部分酸化器の動作圧力は第1段ガス化炉100より約5psia～約35psia低くてもよい。部分酸化器の温度は入口合成ガスストリームにおけるチャー炭素およびタール含有量に基づいてストリーム210中の酸化剤流れや蒸気対酸素比を調節することによって維持される。第2段部分酸化器は乱流流動式にて動作させることができ、ガス空塔速度は部分酸化器の高さを最小にし、ガスの滞留時間を最長にするために約3フィート/秒～約6フィート/秒であってよい。

【0078】

個々のチャー炭素粒子は、チャー炭素粒子の表面酸化により流動層ガス化炉のバルク層より実質的に高い温度である。このことは、ガス化炉バルク温度が灰分初期変形温度を約100°F下回る場合でも、凝集体やクリンカの形成につながる可能性がある。更に、低反応性炭をガス化する場合、チャー炭素濃度は、流動層において相対的に高い。ガス化炉に添加される酸化剤は、相対的に低体積のガス化炉において急速消費され、ホットスポットおよびクリンカを形成する可能性がある。これらの問題に対応すべく、本発明の好ましい実施形態によれば、第1段輸送ガス化炉における動作温度は、灰分初期変形温度を約400°Fより大きく下回り、完全に回避しないまでも、クリンカの形成を制限する。

【0079】

第2段部分酸化器の動作温度は、第1段輸送ガス化炉の動作温度より高くてよい。第2段部分酸化器の好ましい動作温度は、灰分初期変形温度を約30°F～約50°F下回ることができるが、好ましくは約1400°F以下であればよい。このより高い温度によって、第2段における微粒子チャー炭素やタールの高い転換率が確保される。

【0080】

第2段部分酸化器はクリンカ形成を制限または回避するためにチャー炭素含有量が大きく削減された流動層を動作させることに依存する。第1段輸送ガス化炉における第1段サイクロン130の設計では、約50ミクロンより大きなチャー炭素粒子が収集され、酸化

剤富化ゾーンでの更なる反応のために循環層材料に保持されることが実質的に確立される。チャー炭素の生成量は、第1段輸送ガス化炉へ送られる炭素の約10重量%～約20重量%でよい。第1段ガス化炉サイクロンによって生成はされたが収集されなかつた相対的に少ない留分の微粒子チャー炭素のみが第2段部分酸化器へ（合成ガスストリーム150を介して）送られ、少なくともその一部が合成ガスに転換される。第2段部分酸化器内で転換されなかつた相対的に少ない留分の微粒子チャー炭素は、ストリーム240を介して合成ガスと共に第2段から排出される。これらが要因となって、第2段部分酸化器200におけるチャー炭素の蓄積量は減少するかまたはゼロになり、層のチャー炭素濃度は約0.2重量%未満になる。第2段の流動層における低濃度のチャー炭素において、高温のチャー炭素粒子が衝突してより大きい粒子を形成し、これが最終的にクリンカを生じる確率が極めて低い。

#### 【0081】

更に、第2段の流動層において、約10ミクロン～500ミクロンの全ての相対的に大きい不活性粒子はほぼ同じバルク温度を有している。これらの不活性粒子は、微粒子チャー炭素（約0.2重量%未満）やタールより過剰に存在しているので、これらが部分的に酸化される際、微粒子チャー炭素の高温表面温度を急速に低下させる。したがって、部分酸化器の第2段の流動層はホットスポットを少し有するか、または全く有さないので、クリンカや凝集体を形成するリスクを伴わずに、ガス化炉100よりはるかに高い温度で動作可能となる。

#### 【0082】

第2段の流動層における不活性粒子は、部分酸化器の第2段の流動層から出る合成ガスストリーム230において同伴粒子を収集するために第2段サイクロン250によって保持される。収集された層の粒子は、収集された粒子層ストリーム260を介して第2段の流動層へ還流される。余剰層は、冷却、減圧後に廃棄するためにストリーム220を介して回収される。第2段のサイクロン250を出る合成ガスストリーム240は、主として微粒子の灰および任意の未反応の微粒子チャー炭素の粉塵を含む。約1400までになり得る高温合成ガスストリーム240は、その後、合成ガス冷却器300に入る。

#### 【0083】

合成ガス冷却器300は、高灰分で高灰分溶融温度の瀝青炭をガス化するために多段の内部循環流動層（ICFB）冷却器を含むことができる。多段のICFB冷却器は参考することによって本明細書中に組み込まれる米国特許出願公開第20040100902号に開示されている。ICFB冷却器300は、合成ガスを約300～約500までの好ましい温度に冷却し、合成ガスを冷却している間、蒸気を生成したり過熱したりする。ICFB冷却器において、合成ガスは不活性循環媒体310を用いて冷却され、好ましくは、熱伝達面を合成ガスに直接接触させずに、合成ガスから熱伝達面320へ熱を伝達することができる。結果的に、ICFB合成ガス冷却器は、汚損、腐食、侵食、および保守における課題を克服するという点で、従来の冷却器よりはるかに有効である。

#### 【0084】

合成ガス冷却器の下流にある第3のサイクロン350は、ICFB合成ガス冷却器を通過する灰微粒子によってより低温でより高負荷で動作するので、未反応なチャー炭素を収集するのに有利である。サイクロンのチャー炭素収集効率は、サイクロンの入口で合成ガスストリーム330の少なくとも10の不活性粒子の未反応チャー炭素に対する質量比を保つことで、高くすることができる。サイクロンの入口における所望の負荷は、ICFB冷却器における不活性媒体のサイズ分布を適切に選択し、冷却ガス空塔速度を調節することによって、達成される。不活性粒子材料と共に収集されたチャー炭素の一部は、必要に応じて、ストリーム380として、第2段の部分酸化器200の底部に添加され、チャー炭素を更に転換し炭素転換率全体を向上することができる。さらに、冷サイクロンの高い収集効率は、粉塵濾過ユニット400および下流の灰微粒子処理システム500に掛かる負荷を軽減する。

#### 【0085】

粉塵濾過ユニット400は、残留微粒子の少なくとも一部を除去するバリアフィルタを含むことができる。微粒子粉塵は、処理温度に耐え得る、例えば、陶磁器のまたは焼結金属製のキャンドルフィルタによって濾過することができる。キャンドルフィルタは、濾過ユニット400入口の約4,000 ppmw～約20,000 ppmwの粉塵濃度を、ユニット出口の約0.1 ppmw～1 ppmwまで低減し、下流の最終用途に対して粉塵を殆ど含まない合成ガス450を生成する。微粒子は、参照することによって本明細書中に組み込まれている米国特許第8066789号に開示されている、例えば、灰微粒子連続減圧(CFAD)システム510を使用した更なる冷却および減圧後に、微粒子受容器500に収集し、ストリーム550を介して廃棄することができる。第3のサイクロン350からの微粒子も、別のCFADシステム510によって冷却、減圧されて、ストリーム550を介して廃棄され得るストリーム370を生成することができる。

#### 【0086】

図3に示すように、90%より高い炭素転換率を達成するために高灰分で高灰分溶融温度を有する瀝青炭をガス化する好ましい方法は、瀝青炭ストリーム、ガス化炉酸化剤ストリーム、および蒸気を合わせたものをガス化して合成ガスストリームを生成するステップ1000を含む。合成ガスストリームは、例えば、チャー炭素および/またはタールなどの少なくとも一つの不要種を含有している。更なるステップは、ステップ1100において、ステップ1000からの合成ガスストリームを部分酸化し、不要種の少なくとも一部を合成ガスストリームへ転換するステップを含む。部分酸化ステップ1100は、ステップ1000からの合成ガスストリームを、部分酸化器酸化剤と、蒸気ストリーム、および不要種除去ステップ1200からの収集された粒子層ストリームと合わせる。

#### 【0087】

不要種の除去ステップ1200は、ステップ1100からの合成ガスストリームを受け取り、合成ガスストリームから洗浄排水された不活性層材料と共に不要種の少なくとも一部を除去する。不要種は、他の種のなかでも、チャー炭素とタールを含むことができる。

#### 【0088】

ステップ1200を終えた合成ガスストリームは、主として、灰微粒子と任意の未反応微粒子チャー炭素粉塵を含有している。その後、相対的に高熱の合成ガスストリームは、ステップ1100/1200から得られた合成ガスを冷却するためにステップ1300で合成ガス冷却器に入る。ステップ1300で、合成ガス冷却器は合成ガスストリームを冷却する。

#### 【0089】

冷却器での合成ガスストリームは、合成ガスストリームから灰微粒子と未反応微粒子チャーを更に除去するために第3のサイクロンに入る(ステップ1400)。第3のサイクロンの効率は、極めて低温度で動作した場合、第2のサイクロンに比べてかなり高効率である。ステップ1400において、収集した微粒子の一部は、ステップ1100の更なる部分酸化のために還流される。第3のサイクロンを出た合成ガスストリームは、濾過ステップ1500に入ることができる。好ましくは、濾過ステップ1500は、粉塵濃度を下げる、粉塵を殆ど含まない合成ガスストリームを生成することができる。

#### 【0090】

微粒子を廃棄するステップ1600は、例えば、CFADシステムを使用した更なる冷却および減圧の後で実施することができる。

#### 【0091】

多数の特徴および利点が、構造や機能の詳細とともに以上の記載において述べられている。本発明のいくつかの実施形態が開示されているが、以下の特許請求の範囲に記載されている本発明およびその等価物の精神および範囲を逸脱しない限り、特に、部品の形状、サイズ、および構成は多数の改変、追加、および省略が成されてよいことは当業者に明らかであろう。したがって、本明細書中の教示によって示唆されている他の改変または実施形態の適用は、具体的には、添付の特許請求の範囲が及ぶ範囲において留保される。

