

【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 1 区分  
 【発行日】平成 28 年 2 月 4 日 (2016.2.4)

【公表番号】特表 2015-500201 (P2015-500201A)  
 【公表日】平成 27 年 1 月 5 日 (2015.1.5)  
 【年通号数】公開・登録公報 2015-001  
 【出願番号】特願 2014-547386 (P2014-547386)  
 【国際特許分類】

C 0 1 B 31/02 (2006.01)

【F I】

C 0 1 B 31/02 1 0 1 F

【手続補正書】

【提出日】平成 27 年 12 月 7 日 (2015.12.7)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

カーボンナノチューブの生産のためのシステムであって、  
 廃ガス流れからの廃熱を用いて供給ガスを加熱するように構成された供給ガス加熱器と

、  
 ボッシュ反応で前記供給ガスからカーボンナノチューブを形成するように構成された反応器と、

反応器流出物流れから前記カーボンナノチューブを分離して前記廃ガス流れを形成するように構成された分離器と、

周囲温度熱交換器と前記廃ガス流れから水の大部分を分離して乾燥廃ガス流れを形成するように構成された分離器とを含む水除去システムと、を備えている、  
 ことを特徴とするシステム。

【請求項 2】

前記周囲温度熱交換器は、水深冷器を備えている、  
 請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記周囲温度熱交換器は、空冷熱交換器を備えている、  
 請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

システムの初期始動に対して前記供給ガスを加熱するように構成されたパッケージ加熱器を備えている、  
 請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記乾燥廃ガス流れの圧力を増大するように構成されたコンプレッサと、  
 前記乾燥廃ガス流れから水を取除くように構成された最終水除去システムと、を備えている、  
 請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記乾燥廃ガス流れからメタンリッチ流れと  $\text{CO}_2$  リッチ流れとを分離するように構成されたガス分別システムを備えている、

請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記供給ガス加熱器の前に前記メタンリッチ流れを前記供給ガスに混合するように構成された混合システムを備えている、

請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記反応器は、供給ガスの向流流れを用いて触媒を流動化する流動床反応器である、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記触媒は、金属ショットブラストビーズを備えている、

請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記乾燥廃ガス流れを前記廃ガス流れからの廃熱を用いて加熱して第 2 の供給ガスを形成するように構成された熱交換器と、

前記第 2 の供給ガスからカーボンナノチューブを形成するように構成された第 2 の反応器と、

前記第 2 の反応器からの流出物流れから前記カーボンナノチューブを分離して第 2 の廃ガス流れを形成するように構成された分離器であって、前記供給ガス加熱器に使用される前記廃ガス流れが、該第 2 の廃ガス流れを備えている分離器と、

前記第 2 の廃ガス流れを深冷する周囲温度熱交換器を用いて該第 2 の廃ガス流れから水を分離し、かつ該水の大部分を取除き第 2 の乾燥廃ガス流れを形成するように構成された水除去システムと、を備えている、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記第 2 の乾燥廃ガス流れの圧力を増大するように構成されたコンプレッサと、

前記第 2 の廃ガス流れから水を取除くように構成された最終水除去システムと、を備えている、

請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記第 2 の廃ガス流れからメタンリッチ流れと  $\text{CO}_2$  リッチ流れとを分離するように構成されたガス分別システムを備えている、

請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記供給ガス加熱器の前に前記メタンリッチ流れを前記供給ガスに混合するように構成された混合システムを備えている、

請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記第 2 の反応器は、供給ガスの向流流れを用いて触媒を流動化する流動床反応器である、

請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記第 2 の反応器内の触媒は、金属ショットブラストビーズを備えている、

請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 16】

前記触媒は、鉄及びニッケル、クロム、又はこれらのいずれかの組合せを備えている金属ビーズを備えている、

請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 17】

前記触媒は、サイズが約 25 メッシュと 50 メッシュの間にある金属ビーズを備えている、

請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 18】

前記反応器は、金属シェルの劣化を防止するように構成された材料で裏打ちされている、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 19】

前記反応器と交差熱交換器の間の配管接続が、金属面を劣化から保護するように構成された耐火材料で裏打ちされている、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 20】

前記供給ガス加熱器は、メタルダスティング環境内での使用に向けて構成された熱交換器を備えている、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 21】

カーボンナノチューブを形成する方法であって、

反応器内でポッシュ反応を用いてカーボンナノチューブを形成する段階と、

反応器流出物から前記カーボンナノチューブを分離して廃ガス流れを形成する段階と、

前記廃ガス流れからの廃熱を用いて供給ガス、乾燥廃ガス流れ、又はその両方を加熱する段階と、

周囲温度熱交換器内で前記廃ガス流れを深冷して水蒸気を凝縮させ、前記乾燥廃ガス流れを形成する段階と、を備えている、

ことを特徴とする方法。

【請求項 22】

前記乾燥廃ガス流れを圧縮して圧縮ガスを形成する段階と、

前記圧縮ガスを周囲温度熱交換器に通してあらゆる残留水蒸気を凝縮させて取除く段階と、

前記圧縮ガスを分別してメタンと二酸化炭素を分離する段階と、

前記メタンを前記供給ガスに添加する段階と、を備えている、

請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

前記乾燥廃ガス流れを第 2 の反応器に供給する段階と、

前記第 2 の反応器内で別の分量のカーボンナノチューブを形成する段階と、

前記カーボンナノチューブを分離して第 2 の廃ガス流れを形成する段階と、

前記第 2 の廃ガス流れからの廃熱を用いて前記供給物を加熱する段階と、

周囲温度熱交換器内で前記第 2 の廃ガス流れを深冷して水蒸気を凝縮させ、第 2 の乾燥廃ガス流れを形成する段階と、を備えている、

請求項 21 に記載の方法。

【請求項 24】

前記第 2 の廃ガス流れを圧縮して圧縮ガスを形成する段階と、

前記圧縮ガスを周囲温度熱交換器に通してあらゆる残留水蒸気を凝縮させて取除く段階と、

前記圧縮ガスを分別してメタンと二酸化炭素を分離する段階と、

前記メタンを前記供給ガスに添加する段階と、を備えている、

請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

カーボンナノチューブを形成するための反応システムであって、

ポッシュ反応を用いてガス流れからカーボンナノチューブを形成するように構成され、最終反応器の前の各反応器からの流出物が、下流の反応器のための供給物流れとして使用され、該最終反応器からの流出物流れが、反応物減損廃棄物流れを備えている 2 つ又は 3 以上の反応器と、

各反応器の下流にあり、該反応器からの前記流出物からカーボンナノチューブを取除くように構成された分離システムと、

各分離システムの下流の供給物加熱器であって、該供給物加熱器が、前記反応器からの前記流出物からの廃熱を用いて次に来る反応器のための供給ガス流れを加熱するように構成された熱交換器を含み、前記最終反応器の下流の該供給物加熱器が、最初の反応器のためのガス流れを加熱するように構成される前記供給物加熱器と、

各供給物加熱器の下流にあり、前記流出物から水を取除いて前記次に来る反応器のための前記供給物流れを形成するように構成された周囲温度熱交換器と、

前記反応物減損廃棄物流れの圧力を増大するように構成されたコンプレッサと、

前記コンプレッサの下流にあり、前記反応物減損廃棄物流れから水を取除くように構成された周囲温度熱交換器と、

前記反応物減損廃棄物流れをメタンリッチ流れと二酸化炭素リッチ流れに分離するように構成されたガス分別システムと、

前記メタンリッチ流れ又は前記二酸化炭素リッチ流れを初期供給物流れに配合するように構成された混合器と、を備えている、

ことを特徴とする反応システム。

【請求項 26】

反応器が、金属ビーズを触媒として使用する流動床反応器を備えている、

請求項 25 に記載の反応システム。

【請求項 27】

前記周囲温度熱交換器の各々の下流にあり、ガス流れから液体の水を分離するように構成された分離容器を備えている、

請求項 25 に記載の反応システム。

【請求項 28】

前記 2 つ又はそれよりも多くの反応器の各々への前記供給物流れを加熱するように構成された複数のパッケージ加熱器を備えている、

請求項 25 に記載の反応システム。

【請求項 29】

プラント始動のための初期供給物流れを加熱するように構成されたパッケージ加熱器を備えている、

請求項 25 に記載の反応システム。

【請求項 30】

前記パッケージ加熱器は、次の反応器への供給物流れを加熱するのに使用される、

請求項 29 に記載の反応システム。