

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-508603

(P2017-508603A)

(43) 公表日 平成29年3月30日(2017.3.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
BO1D 53/64 (2006.01)	BO1D 53/64 100	4D002
CO1B 32/30 (2017.01)	CO1B 31/08 ZABZ	4G066
BO1D 53/83 (2006.01)	BO1D 53/83	4G146
BO1J 20/20 (2006.01)	BO1J 20/20 B	
BO1J 20/28 (2006.01)	BO1J 20/20 D	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-547604 (P2016-547604)
 (86) (22) 出願日 平成27年1月21日 (2015.1.21)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年9月13日 (2016.9.13)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/012219
 (87) 国際公開番号 W02015/112582
 (87) 国際公開日 平成27年7月30日 (2015.7.30)
 (31) 優先権主張番号 61/929,624
 (32) 優先日 平成26年1月21日 (2014.1.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 391010758
 キャボット コーポレイション
 CABOT CORPORATION
 アメリカ合衆国, マサチューセッツ 02
 210-2019, ボストン, トゥー シ
 ーポート レーン, スイート 1300
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100093665
 弁理士 蛭谷 厚志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微粒子サイズの活性炭

(57) 【要約】

本明細書で開示するのは、1 μm ~ 28 μmの範囲のd₉₅粒子サイズ分布と、1.5 ~ 3の範囲のd₉₅ / d₅₀比とを有する活性炭、そのような活性炭を含む組成物、及びそれらの製造方法、並びに、煙道ガス中に活性炭を注入することで、石炭燃焼から生成される煙道ガスから水銀を除去する方法である。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

石炭燃焼から生成される煙道ガス中に活性炭を注入する工程を含む、水銀除去方法であつて、

前記活性炭が、 $1 \sim 28 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布と、 $1.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比とを有する方法。

【請求項 2】

前記活性炭が、 $2 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記活性炭が、 $2.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比を有する、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 4】

前記活性炭が、 $1 \sim 26 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記活性炭が、 $3 \sim 28 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記活性炭が、 $5 \sim 28 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

前記活性炭が、 $5 \sim 26 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 8】

前記活性炭が、 $5 \sim 25 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記活性炭が、 $5 \sim 20 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

前記活性炭が、 $1 \sim 18 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

30

【請求項 11】

前記活性炭が、 $1 \sim 15 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記活性炭が、 $1 \sim 13 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

前記活性炭が、 $4 \sim 18 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

40

【請求項 14】

前記活性炭が、 $8 \sim 18 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 15】

前記活性炭が、 $9 \sim 18 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 16】

前記活性炭が、 $1 \sim 13 \mu\text{m}$ の d_{90} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ～ 15 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 17】

50

前記活性炭が、 $5 \sim 15 \mu\text{m}$ の $d_{99.9}$ 粒子サイズ分布を有する、請求項1～16のいずれか1項に記載の方法。

【請求項18】

前記活性炭が、泥炭、木、リグノセルロース系材料、バイオマス、廃棄物、タイヤ、オリーブの種、桃の種、トウモロコシ種皮、もみ殻、石油コークス、亜炭、褐炭、無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、ヤシ殻、ペカン殻、及びクルミ殻から選択される原材料から形成される、請求項1～17のいずれか1項に記載の方法。

【請求項19】

前記活性炭が亜炭系活性炭である、請求項1～17のいずれか1項に記載の方法。

【請求項20】

前記活性炭が瀝青炭系活性炭である、請求項1～17のいずれか1項に記載の方法。

【請求項21】

前記活性炭がハロゲン化活性炭である、請求項1～20のいずれか1項に記載の方法。

【請求項22】

前記活性炭が臭素化活性炭である、請求項1～20のいずれか1項に記載の方法。

【請求項23】

前記 d_{95} 粒子サイズ分布が空気分級によって得られる、請求項1～22のいずれか1項に記載の方法。

【請求項24】

前記 d_{95} 粒子サイズ分布が粉砕によって得られる、請求項1～22のいずれか1項に記載の方法。

【請求項25】

前記 d_{95} 粒子サイズ分布が、粉砕及び空気分級によって得られる、請求項1～22のいずれか1項に記載の方法。

【請求項26】

前記粉砕した活性炭が、少なくとも $30 \mu\text{m}$ の d_{95} を有する原料活性炭を粉砕することによって得られる、請求項24又は25に記載の方法。

【請求項27】

前記粉砕した活性炭が、 $20 \mu\text{m}$ 以下の d_{95} を有する原料活性炭を粉砕することによって得られる、請求項24～26のいずれか1項に記載の方法。

【請求項28】

前記粉砕した活性炭が、ジェット粉砕機、及びハンマー粉砕機から選択される粉砕機によって原料活性炭を粉砕することによって得られる、請求項24～27のいずれか1項に記載の方法。

【請求項29】

前記粉砕した活性炭が、破砕又は微粉砕によって得られる、請求項24～27のいずれか1項に記載の方法。

【請求項30】

前記活性炭が、 $200 \sim 900^\circ\text{F}$ の温度で前記煙道ガス中に注入される、請求項1～29のいずれか1項に記載の方法。

【請求項31】

前記活性炭が、組成物の総質量に対して、 $0.05 \sim 2 \text{wt}\%$ の量でシリカをさらに含む組成物として提供される、請求項1～30のいずれか1項に記載の方法。

【請求項32】

石炭燃焼から生成される煙道ガス中に活性炭を注入する工程を含む、水銀除去方法であって、

前記活性炭が、 $1 \sim 28 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布と、 $8 \sim 18 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布とを有する方法。

【請求項33】

20mm 以下の d_{95} 粒子サイズ分布を有する活性炭の原料に、空気分級及び粉砕から選

10

20

30

40

50

扱われる少なくとも1つのプロセスを行い、 $1 \sim 28 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布と、 $1.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比とを有する微粒子サイズの活性炭を形成する工程を含む、微粒子サイズの活性炭を調製する方法。

【請求項34】

前記活性炭が、 $2 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比を有する、請求項33に記載の方法。

【請求項35】

前記活性炭が、 $2.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比を有する、請求項33に記載の方法。

【請求項36】

前記少なくとも1つのプロセスを行う工程が空気分級を含む、請求項33～35のいずれか1項に記載の方法。

10

【請求項37】

前記少なくとも1つのプロセスを行う工程が粉砕及び空気分級を含む、請求項33～35のいずれか1項に記載の方法。

【請求項38】

前記空気分級が遠心分離機で実施される、請求項36又は37に記載の方法。

【請求項39】

前記粉砕及び空気分級が、空気分級粉砕機で実施される、請求項37に記載の方法。

【請求項40】

前記空気分級粉砕機に外付けのエダクターが供給され、不良材料を分級機ゾーンから供給入口へ取り込む、請求項39に記載の方法。

20

【請求項41】

前記粉砕が、ジェット粉砕及びハンマー粉砕から選択される、請求項33又は37に記載の方法。

【請求項42】

前記少なくとも1つのプロセスを行う工程が、少なくとも、定格最大速度の $20 \sim 120\%$ のホイール速度での空気分級を含む、請求項33～39のいずれか1項に記載の方法。

【請求項43】

前記少なくとも1つのプロセスを行う工程が、少なくとも、定格最大速度の $80 \sim 120\%$ のホイール速度での空気分級を含む、請求項33～39のいずれか1項に記載の方法。

30

【請求項44】

前記少なくとも1つのプロセスを行う工程が、少なくとも、 $10 \sim 150 \text{ aCFM} / \text{hp}$ の馬力調整した空気流量での空気分級を含む、請求項33～43のいずれか1項に記載の方法。

【請求項45】

前記粉砕が、粒子-粒子の摩擦粉砕機によるジェット粉砕から選択される、請求項33～44のいずれか1項に記載の方法。

【請求項46】

前記粉砕が、 $0.1 \sim 21 \text{ b} / (\text{hr} - \text{hp})$ の馬力で正規化された処理量での原料のジェット粉砕から選択される、請求項33～45のいずれか1項に記載の方法。

40

【請求項47】

前記粉砕が、後に空気分級を行う、微粉砕又は破砕から選択される、請求項37に記載の方法。

【請求項48】

前記空気分級が、粗粒から $1 \sim 28 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布を有する前記微粒子サイズの活性炭を分離する、請求項47に記載の方法。

【請求項49】

前記粗粒が、追加の微粉砕又は破砕の後に空気分級を行う、請求項48に記載の方法。

【請求項50】

50

前記活性炭の原料が、10 mm以下の d_{95} 粒子サイズ分布を有する、請求項33～49のいずれか1項に記載の方法。

【請求項51】

前記活性炭の原料が、1 mm以下の d_{95} 粒子サイズ分布を有する、請求項33～50のいずれか1項に記載の方法。

【請求項52】

前記少なくとも1つのプロセスを行う工程の後に、前記微粒子サイズの活性炭をハロゲン化する工程をさらに含む、請求項33～51のいずれか1項に記載の方法。

【請求項53】

前記ハロゲン化する工程が臭素化する工程を含む、請求項52に記載の方法。

10

【請求項54】

前記活性炭の原料がハロゲン化している、請求項33～51のいずれか1項に記載の方法。

【請求項55】

前記活性炭の原料が臭素化している、請求項33～51のいずれか1項に記載の方法。

【請求項56】

前記活性炭の原料が、泥炭、木、リグノセルロース系材料、バイオマス、廃棄物、タイヤ、オリーブの種、桃の種、トウモロコシ種皮、もみ殻、石油コークス、亜炭、褐炭、無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、ヤシ殻、ペカン殻、及びクルミ殻から選択される原材料から形成される、請求項33～55のいずれか1項に記載の方法。

20

【請求項57】

前記活性炭が亜炭から形成される、請求項33～55のいずれか1項に記載の方法。

【請求項58】

前記活性炭が瀝青炭から生成される、請求項33～55のいずれか1項に記載の方法。

【請求項59】

請求項33～58のいずれか1項に記載の方法に従って調製された活性炭。

【請求項60】

1～25 μm の d_{95} 粒子サイズ分布を有する活性炭を含む、組成物。

【請求項61】

前記組成物がシリカをさらに含む、請求項60に記載の組成物。

30

【請求項62】

前記シリカがヒュームドシリカである、請求項61に記載の組成物。

【請求項63】

前記シリカが、前記組成物の総質量に対して、0.05～2 wt%の量で前記組成物中に存在する、請求項61又は62に記載の組成物。

【請求項64】

前記組成物が粉末状組成物である、請求項60～63のいずれか1項に記載の組成物。

【請求項65】

1～28 μm の d_{95} 粒子サイズ分布と、1.5～3の d_{95}/d_{50} 比とを有する活性炭を含む、組成物。

40

【請求項66】

前記活性炭が、2～3の d_{95}/d_{50} 比を有する、請求項65に記載の組成物。

【請求項67】

前記活性炭が、2.5～3の d_{95}/d_{50} 比を有する、請求項65に記載の組成物。

【請求項68】

前記活性炭が、4～18 μm の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項65に記載の組成物。

【請求項69】

前記活性炭が、8～18 μm の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項65に記載の組成物。

50

【請求項 70】

前記活性炭が、 $9 \sim 18 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項 65 に記載の組成物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[相互出願]

本出願は、2014年1月21日出願の米国仮特許出願第61/929624号の優先権を主張し、その開示は参照することにより、本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

10

【0002】

[発明の分野]

本明細書で開示するのは、微粒子サイズの活性炭、そのような活性炭の製造方法、及びその活性炭を使用した水銀除去方法である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

[背景]

大気環境及び排出規制のため、石炭を燃やす用役設備（ユーティリティプラント）は、しばしば、任意の煙道ガスを処理して、それが特定水準の規制化合物のみを、例えば、窒素酸化物（ NO_x ）、硫黄酸化物（ SO_x ）、及び重金属（例えば、水銀）のみを含むように保証しなければならない。典型的に、吸着剤は煙道ガスに注入されて、環境中にガスが排出される前に水銀不純物を吸着する。多くの開発が、水銀除去を改善することについて集中している間に、より厳しい連邦の水銀準拠規格がおそらく現れるであろう。したがって、水銀除去のための吸着剤を開発することに対する絶え間ないニーズが存在する。

20

【課題を解決するための手段】

【0004】

[要約]

1つの実施形態では、

石炭燃焼から生成される煙道ガス中に活性炭を注入する工程を含む、水銀除去方法であって、

30

前記活性炭が、 $1 \mu\text{m} \sim 28 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布と、 $1.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比とを有する方法を提供する。

【0005】

別の実施形態では、

20mm 以下の d_{95} 粒子サイズ分布を有する活性炭原料に、空気分級及び粉碎から選択される少なくとも1つのプロセスを行い、 $1 \mu\text{m} \sim 28 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布と、 $1.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比とを有する微粒子サイズの活性炭を形成する工程を含む、微粒子サイズの活性炭の調製方法を提供する。

【0006】

40

石炭燃焼から生成される煙道ガス中に活性炭を注入する工程を含む、水銀除去方法であって、

前記活性炭が、 $1 \mu\text{m} \sim 28 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布と、 $8 \mu\text{m} \sim 18 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布とを有する方法を提供する。

【0007】

また、開示するのは、本明細書に開示する方法に従って調製した活性炭である。

【0008】

1つの実施形態では、 $1 \mu\text{m} \sim 25 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布を有する活性炭を含む組成物を提供する。1つの実施形態においては、その組成物はシリカ、例えば、ヒュームドシリカを含む。

50

【0009】

別の実施形態では、 $1\ \mu\text{m} \sim 28\ \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布と、 $1.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比とを有する活性炭を含む組成物を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】石炭燃焼における煙道ガスの経路を含む石炭火力発電所の基本構成を図示したフローチャートである。

【図2】スリップストリームを備える石炭火力発電所のフローチャートである。

【図3A】出口Hg濃度を $3\% \text{O}_2$ に調整した、活性炭試料例3の注入速度に対するHg除去のプロットである。

10

【図3B】その調整後Hg除去のプロットである。

【図4A】出口Hg濃度を $3\% \text{O}_2$ に調整した、活性炭試料例4の注入速度に対するHg除去のプロットである。

【図4B】その調整後Hg除去のプロットである。

【図5A】出口Hg濃度を $3\% \text{O}_2$ に調整した、活性炭試料例5の注入速度に対するHg除去のプロットである。

【図5B】その調整後Hg除去のプロットである。

【図6】主圧密応力の関数とした、微粒子サイズの活性炭及びシリカを含む組成物の凝集強度のプロットである。

【図7】例7の試料Fを含む、様々な d_{50} 粒子サイズ分布についての粉碎処理量のプロットである。

20

【図8】例8の試料についての、吸着剤注入速度に対する調整後Hg除去のプロットである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明で開示するのは、微粒子サイズの活性炭である。また、開示するのは、微粒子サイズの活性炭を製造するための方法、及び、煙道ガス流、例えば、石炭火力発電所から出た煙道ガスから水銀を吸着することへの活性炭の使用である。

【0012】

微粒子サイズの吸着剤材料は、水銀不純物のような不純物を吸着するのに理想的であると思われることがあるが、これらのサイズは、材料の輸送/操作の難しさ、機械ユニット、格納容器 (containment) の過度の消耗及び摩耗、並びに、より大きいサイズの材料に関してそれらを調製するための時間及び費用を含む1つ又は複数の理由によって用いられない。

30

【0013】

微粒子サイズの材料は、しばしば、当技術分野で公知の様々な方法及び装置、例えば、微粉碎機、破砕機、ジェット粉碎機、ロール粉碎機、ボール粉碎機、ハンマー粉碎機、及び分級機 (例えば、空気分級機) を使用して、粗い (例えば、粒状粉末又は粗粉末) 材料から形成される。しかしながら、これらの装置の多くは、機械的/動力的制限、粉碎機構成などのため、特定の粒子サイズ分布が可能でない。

40

【0014】

本明細書で開示するのは、 d_{95} 粒子サイズ分布によって示されるような微粒子サイズの活性炭を形成する方法であり、この d_{95} とは、体積基準における95%の粒子群の粒子サイズを表す。粒子サイズは、当技術分野で公知の任意の方法、例えば、LS (商標) 13320又はLS (商標) 200レーザー回折粒子サイズ分析器 (どちらもベックマン・コールターから入手可能) によって決定することができる。

【0015】

活性炭は、しばしば、不純物の除去のような多くの用途において吸着剤として使用される。例えば、活性炭は煙道ガスから水銀を除去するための典型的な吸着剤である。いかなる理論にも拘束されることを望むものではないが、本明細書で開示する微粒子サイズの活

50

性炭は、その高比外表面積を有するため、煙道ガスからのHg除去を促進することができる。吸着剤と煙道ガスとの接触時間は典型的に非常に短い、例えば、それは多くても数秒であるため、(例えば、電気集塵装置及び布フィルターで構成される発電所内における水銀除去のような多くの用途で)、Hgにとっては吸着材の内表面(すなわち、粒子のポア内の奥の表面領域)と結合するには不十分な時間しかない。その代わりに、Hgは、吸着剤が除去される前の使用可能な時間で、容易に接触可能である外表面と最初に結合する。一定の d_{50} において、 d_{95} により測定される材料のサイズを減少させると、活性炭吸着剤の比外表面積を、所与の d_{50} において可能な最大範囲まで増加させることができ、それによって、この用途において、煙道ガスからHgを除去する吸着材の能力を改善する。同じ粒子サイズ分布が設定された場合、より小さい d_{50} を持つ材料は、より大きい d_{50} を持つ材料よりも、一貫して性能が優れていることが当技術分野でよく知られている。しかしながら、全体にわたる粒子サイズ分布を調整することによって、例えば、 d_{95} を減らすことによって、性能が改善することが明らかになっている。

10

20

30

40

50

【0016】

別の実施形態では、吸着材は d_{50} に対する d_{95} の小さい比、例えば、 d_{95}/d_{50} 比は1.5~3の範囲を有する。そのような d_{95}/d_{50} 比に処理した吸着剤は、所定の流動性の改善した性能を得ることができる。その粉末の流れの特性は、メジアン粒子サイズによって大きく影響を受け、その流れは、典型的に、より小さいサイズ分布及び/又はより広い粒子サイズ分布になるとより困難になる。所与のメジアン粒子サイズで、より狭い粒子サイズ分布を作り出すことによって、性能及び流れの両方を最大化することができる。追加的に、所与のシステムでの流れを可能とする、より狭い粒子サイズ分布を用いることによって、より小さいメジアン粒子サイズをまた利用することができ、それによって、改善した性能への可能性がさらに増加する。

【0017】

理論によって拘束されることを望むものではないが、活性炭の性能は、そのような短い接触時間で外側の比表面領域によって作用するものであると考えられているため、内部細孔構造及び内表面領域は、一般的に、Hg除去性能を助けるのに有効なパラメータではない。そのような、より高密度の材料は、しばしば、より低密度の製品に比べ質量基準では性能が劣るが、体積基準では同等の性能である。理論によって拘束されることを望むものではないが、非常に近い値の d_{50} を持つが、異なる d_{95} 値を持つ2つの材料を比較する場合、より低い d_{95} を持つ材料は、より高い d_{95} を持つ材料よりも性能が優れる。

【0018】

1つの実施形態では、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$ 、例えば、 $1\mu\text{m} \sim 27\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 26\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 23\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 18\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 27\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 26\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 23\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 18\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 27\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 26\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 23\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 18\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、又は $5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲の d_{95} 粒子サイズ分布を有する活性炭を提供する。

【0019】

1つの実施形態では、活性炭は、1.5~3、例えば、2~3、又は2.5~3の範囲の d_{95}/d_{50} 比を有する。

【0020】

1つの実施形態では、本明細書で開示する活性炭は、 $1\mu\text{m} \sim 18\mu\text{m}$ 、例えば、 $1\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 18\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、 $4\mu\text{m} \sim 18\mu\text{m}$ 、 $4\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $4\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ 、 $4\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 18\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、 $8\mu\text{m} \sim 18\mu\text{m}$ 、 $8\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $8\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ 、 $9\mu\text{m} \sim 18\mu\text{m}$ 、 $9\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、若しくは $9\mu\text{m} \sim 13\mu\text{m}$ の範囲の平均粒子サイ

ズ分布又は d_{50} 粒子サイズ分布によって特徴づけられる粒子サイズ分布を有することができる。

【0021】

別の実施形態では、本明細書で開示する活性炭は、 $1\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、例えば、 $1\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 12\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 12\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 12\mu\text{m}$ 、又は $5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲の d_{90} 粒子サイズ分布によって特徴づけられる粒子サイズ分布を有することができる。

【0022】

別の実施形態では、本明細書で開示する活性炭は、 $1\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、例えば、 $1\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 12\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 12\mu\text{m}$ 、 $3\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 15\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m} \sim 12\mu\text{m}$ 、又は $5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲の $d_{99.9}$ 粒子サイズ分布によって特徴づけられる粒子サイズ分布を有することができる。

10

【0023】

別の実施形態では、

20mm 以下の d_{95} 粒子サイズ分布を有する活性炭原料に、空気分級及び粉砕から選択される少なくとも1つのプロセスを行い、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布と、 $1.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比とを有する微粒子サイズの活性炭を形成する工程を含む、微粒子サイズの活性炭の調製方法を提供する。

20

【0024】

1つの実施形態では、活性炭原料は 10mm 以下の d_{95} 粒子サイズ分布を有する。

【0025】

1つの実施形態では、原料は炭素質源としての原材料を炭化/活性化（これらは、例えば、蒸気、ガス、及び/又は、例えば、窯の中における高温での化学処理を通じて、別々に又は同時に起こることがある）することで得られる。1つの実施形態では、有用な活性炭は、泥炭、木、リグノセルロース系材料、バイオマス、廃棄物、タイヤ、オリーブの種、桃の種、トウモロコシ種皮、もみ殻、石油コークス、亜炭、褐炭、無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、ヤシ殻、ペカン殻、及びクルミ殻、並びに当技術分野で公知のその他の原材料から選択される任意の原材料から得ることができる。これらの原材料を炭化及び活性化（例えば、蒸気活性化、ガス活性化、又は化学活性化）することで、活性炭原料を形成することができる。1つの実施形態では、本明細書で開示する（例えば、亜炭又は瀝青炭から誘導される）活性炭は、亜炭系活性炭又は瀝青炭系活性炭である。

30

【0026】

1つの実施形態では、活性炭原料は、 20mm 以下、例えば、 10mm 以下、 5mm 以下、 1mm 以下、 $750\mu\text{m}$ 以下、 $500\mu\text{m}$ 以下、 $250\mu\text{m}$ 以下、 $100\mu\text{m}$ 以下、又は $50\mu\text{m}$ 以下の d_{95} 粒子サイズ分布を有する。その原料は、粒状又は粉末形状であることができる。

【0027】

1つの実施形態では、活性炭原料は、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$ の範囲の d_{95} 粒子サイズ分布を有する粒子を形成する、少なくとも1つのプロセスが行われる。1つの実施形態では、その少なくとも1つのプロセスは、空気分級又は粉砕から選択される。1つの実施形態では、その少なくとも1つのプロセスは空気分級であり、その空気分級（空気分離器又は遠心分離機としても知られる）は、環状、円筒状、又は円錐状の経路内で、加圧ガス（例えば、空気）を用いて粒子を上方向に送ることによって分離を達成する。1つの実施形態では、この経路は、遠心分離器又はそれに類似のものである。別の実施形態では、この経路は粉砕機本体であり、それは、流れパターンを促進するための内部構造を有するか又は有さないことがある。より小さい粒子は、搬送ガス内に十分に混入して、遠心分離機を通過する。一般に、遠心分離機（しばしば、空気分級ホイール）は、（所与のガス速度で、より小さい粒子に対して混入が少ない）より大きな粒子が拒絶されて、追加の粉砕を行うため

40

50

に粉碎室に戻ってくるような非常に高スピードで回転する。空気流は、コンプレッサ又は誘引通風機を含む、当技術分野で公知の多くの装置によって提供することができる。1つの実施形態では、空気分級機は分級ホイールを含有し、開示する d_{95} 粒子サイズ分布（例えば、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$ ）は、定格最大ホイール速度の20%～120%、例えば、定格最大ホイール速度の50%～120%、80%～120%、20%～100%、50%～100%、又は80%～100%の範囲のホイール速度で操作することによって達成される。

【0028】

別の実施形態では、少なくとも1つのプロセスが粉碎、例えば、ジェット粉碎又はハンマー粉碎から選択される。1つの実施形態では、粉碎は、粒子がチャンバー内に注入されて、粒子-粒子の摩擦がサイズ減少を達成するジェット粉碎から選択される。別の実施形態では、粉碎は、原料粒子が回転ブレード又はハンマーと衝突し、粒子サイズ減少をもたらすハンマー粉碎によって達成される。

10

【0029】

1つの実施形態では、少なくとも1つのプロセスは、粉碎及び分級の組み合わせであり、同時に又は連続して行う。例えば、空気分級粉碎機は、加圧空気流を、衝突粉碎機（例えば、ハンマー粉碎機）を通じて原料粒子を運ぶのに用い、粒子サイズを減少させ、その後さらに分級を行う。粗粒子は、空気分級機に拒絶され、さらに粉碎及び粒子サイズの低減を行うために粉碎機に戻されることがある。空気分級粉碎機の例としては、Hosokawaから入手可能な、Mikro-ACM（登録商標）100ハンマー粉碎機/空気分級粉碎機である。

20

【0030】

代替方法として、空気分級粉碎機は、外付けのエダクター（educto r loop）を追加することができ、これは分級機ゾーンから材料を取り出してそれを供給材料と混合する再循環ループである。この粉碎機の例は、Hosokawa製の空気分級粉碎機Mikro-e-ACM（登録商標）（「eACM」）である。粉碎機チャンバー（すなわち、分級ホイールゾーン）の上部から材料を排出することが、不良材料に対し粉碎室に戻る時間を減少させるが、これはこの工程についてはプロセスがもはや重力作用のみに依拠していないためである。この外付けの再循環のため、粉碎機チャンバーの内部を囲う必要性もない。追加的に、標準ACMについては、供給材料は、しばしば、ロータディスクの上方に導入されるが、eACMについては、供給材料は、供給材料が空気入口を通じて粉碎機内に空圧で取り込まれるように、スweepガスとともにロータディスクの下方に導入される。ロータディスクの下方に材料を供給することで、分級ホイールに衝突する前に、粉碎領域（粉碎先端/ハンマーとライナーの間のギャップ）に通じる少なくとも1つの流路（パス）を確保して、標準ACMより高い処理量を生み出す。ACMsの処理量は、100HPモデルが15HPモデルの処理量のおよそ6.6倍を達成することができるように、駆動用モータの動力に応じて直接的に増加する。しかしながら、15HPのeACMと100HPの標準設計ACMの処理量を比較した場合、より小さいeACMが、よりいっそう大きい粉碎機の処理量と略同一であることができる。

30

【0031】

ジェット粉碎機/空気分級機は、粒子-粒子の摩擦によって粒子サイズが減少する。搬送ガスは、粒子を粉碎機の上方向に運ぶことができる。粗粒子は搬送ガスに十分に混入されず、大きすぎて回転分級機を通過できない。これらの大きい粒子は分級ホイールによって拒絶され、追加的にサイズ減少を行うためにジェット粉碎機チャンバーに戻される。ジェット粉碎機/空気分級機の例としては、Hosokawaから入手可能なAlpine AFG400ジェット粉碎機である。1つの実施形態では、ジェット粉碎機については、開示する d_{95} 粒子サイズ分布（例えば、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$ ）は、 $1\text{b}/(\text{hr} - \text{hp})$ の単位で、ジェット粉碎機の馬力で正規化された処理量を制御することで達成される。1つの実施形態では、ジェット粉碎は、 $0.1 \sim 2.1\text{b}/(\text{hr} - \text{hp})$ 、例えば、 $0.1 \sim 1.5\text{b}/(\text{hr} - \text{hp})$ 、 $0.1 \sim 1.25\text{b}/(\text{hr} - \text{hp})$ 、 $0.1 \sim 1.1$

40

50

b / (hr - hp)、0.1 ~ 0.75 lb / (hr - hp)、0.1 ~ 0.5 lb / (hr - hp)、0.2 ~ 2 lb / (hr - hp)、0.2 ~ 1.5 lb / (hr - hp)、0.2 ~ 1.25 lb / (hr - hp)、0.2 ~ 1 lb / (hr - hp)、0.2 ~ 0.75 lb / (hr - hp)、又は0.2 ~ 0.5 lb / (hr - hp)の範囲の馬力で正規化された処理量で操作される。

【0032】

1つの実施形態では、少なくとも1つのプロセスは、空気分級/粉碎から選択され、例えば、空気分級粉碎機(例えば、ハンマー粉碎機)を用いる。1つの実施形態では、空気分級粉碎機は分級ホイールを用いて操作され、開示する d_{95} 粒子サイズ分布(例えば、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$)は、定格最大ホイール速度の20% ~ 120%、例えば、定格最大ホイール速度の50% ~ 120%、80% ~ 120%、20% ~ 100%、50% ~ 100%、又は80% ~ 100%の範囲のホイール速度で操作することによって達成される。別の実施形態では、開示する d_{95} 粒子サイズ分布(例えば、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$)は、aCFM/hp(空気流量/粉碎動力)の単位で馬力調整した空気流量によって示されるように、粉碎動力に対して空気流量を制御することによって達成される。1つの実施形態では、空気分級粉碎機は、10 ~ 150 aCFM/hp、例えば、10 ~ 125 aCFM/hp、10 ~ 100 aCFM/hp、25 ~ 150 aCFM/hp、25 ~ 125 aCFM/hp、25 ~ 100 aCFM/hp、50 ~ 150 aCFM/hp、50 ~ 125 aCFM/hp、又は50 ~ 100 aCFM/hpの範囲の馬力調整した空気流量で操作される。

10

【0033】

別の実施形態では、少なくとも1つのプロセスは、空気分級/粉碎から選択され、例えば、連続して実施されるジェット粉碎機/空気分級機を用いる。1つの実施形態では、ジェット粉碎については、開示する d_{95} 粒子サイズ分布(例えば、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$)は、lb/(hr-hp)の単位で、ジェット粉碎機の馬力で正規化された処理量を制御することで達成される。1つの実施形態では、ジェット粉碎は、0.1 ~ 2 lb/(hr-hp)、例えば、0.1 ~ 1.5 lb/(hr-hp)、0.1 ~ 1.25 lb/(hr-hp)、0.1 ~ 1 lb/(hr-hp)、0.1 ~ 0.75 lb/(hr-hp)、0.1 ~ 0.5 lb/(hr-hp)、0.2 ~ 2 lb/(hr-hp)、0.2 ~ 1.5 lb/(hr-hp)、0.2 ~ 1.25 lb/(hr-hp)、0.2 ~ 1 lb/(hr-hp)、0.2 ~ 0.75 lb/(hr-hp)、又は0.2 ~ 0.5 lb/(hr-hp)の範囲の馬力で正規化された処理量で操作される。

20

30

【0034】

別の実施形態では、少なくとも1つのプロセスは、連続して実施される粉碎及び空気分級から選択される。1つの実施形態では、破碎機又は微粉碎機は、31ミクロンよりも大きい d_{95} を有する粉末(例えば、31 ~ 200 μm の範囲の粉末のような粗粉末)を生成するために最初に使用することができる。開示する d_{95} 粒子サイズ分布(例えば、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$)は、この粗粉末を(例えば、サイクロンを通じて)空気分級して、閾値より小さいサイズ(例えば、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$)を有する粒子をより大きい粒子サイズ(粗粉)を有する粒子から分離することによって達成することができる。次いで、任意選択で、より大きいサイズの粒子(例えば、28 μm 、少なくとも50 μm 、少なくとも100 μm 、少なくとも250 μm 、少なくとも500 μm 、又は、少なくとも1mmより大きい d_{95} 粒子サイズ分布)は、例えば、開示する d_{95} 粒子サイズ分布(例えば、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$)を持つ材料を作り出す、内蔵した空気分級技術を有する粉碎機でさらに粉碎され分級される。次いで、その2つの流れは再混合されて、開示する d_{95} 粒子サイズ分布(例えば、 $1\mu\text{m} \sim 28\mu\text{m}$)を作り出す。

40

【0035】

分級及び/又は粉碎された原料活性炭は、炭素質活性炭、又は処理活性炭(例えば、蒸気又は化学的活性化)であることができる。1つの実施形態では、原料活性炭は化学的に処理、例えば、ハロゲン化、例えば、フッ素化、塩素化、臭素化、又はヨウ素化される。1つの実施形態では、原料活性炭は炭素質であり、分級後に及び/又は粉碎後に化学的に

50

処理される（例えば、分級及び／又は粉碎後に、ハロゲン化、例えば、フッ素化、塩素化、臭素化、又はヨウ素化される）。

【0036】

1つの実施形態では、本明細書で開示する微粒子サイズの活性炭は、精製用途のための吸着剤として使用することができる。1つの実施形態では、微粒子サイズの活性炭は、例えば、石炭火力発電所で石炭燃焼によって生成された煙道ガスから、水銀を除去するための吸着剤として使用することができる。したがって、別の実施形態では、

石炭燃焼から生成される煙道ガス中に活性炭を注入する工程を含む、水銀除去方法であって、

前記活性炭が、 $1\ \mu\text{m} \sim 28\ \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布と、 $1.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比とを有する方法を提供する。

【0037】

水銀除去又は水銀吸着は、元素若しくはイオン形態の水銀を除去又は吸着することとして理解される。

【0038】

図1は、発電所2の基本構成を示したフローチャートである。発電所2は、運転可能な発電所、実験的試験場所、パイロットプラント、又は実験規模模型であることができる。石炭14は水を収容するボイラー4に供給される。ボイラー4による石炭14の燃焼が水を熱して蒸気を作り出し、ボイラーと吸着剤注入の間に設置されるエコノマイザ（図示なし）を通じて、煙道ガスを矢印6で示される経路を通じてボイラー4から出す。粒子状の吸着剤10はボイラー4の下流で注入され、吸着剤10上に水銀不純物の吸着をもたらす。粒子収集装置8は使用済吸着剤12をガス流から分離する。粒子収集装置8は、当技術分野で公知の1つ又は複数のデバイス、例えば、電気集塵装置（ESP）、布フィルター、若しくはバグハウスを含むことができる。

【0039】

任意選択で、発電所2は、ボイラー4と粒子収集装置8の間に設置される空気予熱器16を有するように構成することができ、その空気予熱器16は、 2000°F 超まで温度を上げることができるボイラーを出てきた煙道ガスを冷却する。温度が 100°F 以上減少する必要があるため、空気予熱器入口16aの上流は、「高温側部」と称され、一方、空気予熱器出口16bの下流は「低温側部」と称される。吸着剤10は、空気加熱器16の下流で注入されるように示されるが、空気加熱器16の低温側部又は高温側部で注入することができる。

【0040】

運転発電所での煙道ガスは、しばしば、水銀不純物の吸着を阻害することがあるその他の不純物を含有する。例えば、煙道ガス中の一般的な不純物の SO_3 は、活性炭上の吸着サイトに対して、水銀不純物と競合する場合がある。 SO_3 の存在下での水銀除去の効率を決定するために、図1は、空気予熱器16の上流20a又は下流20bのいずれかで、煙道ガス中に制御された量を混ぜ込むための SO_3 18の供給源を示す。

【0041】

図1の基本構成は、様々な異なる方法で構成することができる。使用済吸着剤12を分離した後、煙道ガスは、例えば、 SO_x 及び NO_x のようなその他の煙道ガス汚染物を除去するスクラバ、追加の粒子収集装置、並びに空気加熱器を通じて、さらに処理されて又は精製されることができる。

【0042】

発電所は、図2に図示されるように、一部の煙道ガスについて、メイン流路（パス）に側管を通してより小規模で試験を実施することを可能とするように構成される、スリップストリームを取り付けることができる。図2は、Mercury Research Center（Gulf Power Company's Plant Crist Unit 5、Pensacola、FL）の発電所についての構成を模式的に図示する。発電所52は、空気加熱器66の上流（高温側部ESP58a）又は下流（低温側部ESP

58b)に設置することができる、高温側部の電気集塵装置(ESP)へ煙道ガスを導くボイラー54を含む。スクラバ80は空気加熱器66の下流に、並びに、 SO_x 及び NO_x のようなその他の汚染物の除去のためのESP58a又はESP58bの下流にさらに設置される。

【0043】

SO_3 の存在下で水銀除去の試験を行うために、ユニット52は、経路52cに収束する高温側部52a及び低温側部52bのバイパス経路を含有するスリップストリーム70(点線の輪郭の内側)が取り付けられ、高温側部ガス及び低温側部のガスの平均である温度を有する煙道ガスを作り出す。スリップストリーム70に入る煙道ガスは、任意選択で、スクラバ72、空気加熱器74、及び、ESP又はバグハウスを含む粒子収集装置76を通過する。吸着剤10は入口10a(高温側部)又は10b(低温側部)に注入することができる。同様に、 SO_3 18の注入は高温側部(18a)又は低温側部(18b)で発生させることができる。粒子収集装置76の上流及び下流に吸着剤10及び SO_3 18を注入する前後で、水銀濃度を監視することができる。水銀の出口濃度は、連続発光測定システムで測定される。入口濃度は吸着剤トラップを使用して測定される。吸着剤トラップはOhio Lumexを使用して評価される。

10

【0044】

幾つかの例において、例えば、高い SO_3 煙道ガス流については、活性炭と競合的に結合する SO_3 の能力と関連する SO_3 の著しく高い濃度は、水銀除去に対する課題を提起する場合がある。開示する微粒子サイズの方法は原料活性炭に対して増加した凝集強度を有することがまた明らかになっている。凝集強度の増加は、石炭火力発電所での供給システム内の流れに影響を与えることがあり、活性炭のより劣った供給性をもたらすことがある。微粒子サイズの活性炭は保管中に(例えば、ホッパー中又はサイロ中で)架橋する場合があることがまた明らかになっている。

20

【0045】

本明細書で開示するのは、水銀及び SO_3 の両方による吸着に対応するような増加した量の結合サイトを含む組成物である。したがって、1つの実施形態では、活性炭とシリカ、例えば、ヒュームドシリカとを含む組成物を提供する。ヒュームドシリカは、強固に融合した一次シリカ粒子を含み、凝結体(アグリゲート)を形成して、次に他の凝結体と結びついて凝集体(アグロメレート)を形成する。流れ制御のための例示的なヒュームドシリカとしては、キャボットコーポレーションから入手可能なCAB-O-SIL(登録商標)の下で販売されるものが挙げられ、CAB-O-SIL(登録商標)M-5、PTG、MS-55、EH-5、TS-720、TS-610、及びTS-530が挙げられる。それは、接触可能な結合サイトの数を増加させるような活性炭の増加した流れの特性をもたらす。

30

【0046】

1つの実施形態では、シリカ、例えば、ヒュームドシリカは、組成物の総質量に対して、0.05wt%~2wt%、例えば、0.1wt%~2wt%の範囲の量で、活性炭を含む組成物の中に存在する。1つの実施形態では、活性炭を含む組成物は粉末状材料である。別の実施形態では、シリカは、組成物の総質量に対して、組成物の中に0.05wt%~1.5wt%、例えば、0.05wt%~1wt%、0.05wt%~0.5wt%、0.1wt%~2wt%、0.1wt%~1.5wt%、0.1wt%~1wt%、又は0.1wt%~0.5wt%の範囲の量で存在する。

40

【0047】

微粒子サイズの活性炭及びシリカ(例えば、ヒュームドシリカ)を含む組成物は、シリカを含まず活性炭を含む組成物と比較して、改善した流れの特性を有することができる。別の実施形態では、活性炭及びシリカ(例えば、ヒュームドシリカ)を含む組成物を、石炭燃焼から生成された煙道ガスに注入する工程を含む水銀除去方法であって、その活性炭が $1\mu m$ ~ $28\mu m$ の範囲の d_{95} 粒子サイズ分布と、1.5~3の範囲の d_{95}/d_{50} 比とを有する方法を提供する。シリカは、組成物の総質量に対

50

して、組成物の中に0.05wt%～2wt%範囲の量で、又は本明細書で開示するその他の量で存在することができる。

【実施例】

【0048】

全ての粒子サイズを、LS（商標）13320又はLS（商標）200レーザー回折粒子サイズ分析器（どちらもベックマン・コールターから入手可能）を用いて、分散液として測定した。

【0049】

[例1：ジェット粉砕/空気分級を通じた微粒子サイズの活性炭の調製]

使用した原料の亜炭系臭素化活性炭は、キャボットコーポレーション - Norit Activated Carbonから商業的に入手可能な、DARCO（登録商標）Hg-LH Extraであった。使用した粉砕機は、Hosokawa製のAlpine AFG400ジェット粉砕機であった。

10

【0050】

以下の表1は、ジェット粉砕機についての運転条件、並びに原料及び粉砕した活性炭の特性を示す。

【0051】

【表1】

[表1：運転条件]

20

	原料	試料A1	試料B	試料C1
ホイール速度[RPM]	非該当	6000	5000	4000
空気圧[psi]	非該当	90	100	100
チップサイズ[mm]	非該当	6.3	6.3	8.0
$d_{10}[\mu m]$	1.4	1.0	1.0	1.4
$d_{50}[\mu m]$	15.9	2.6	3.2	6.4
$d_{95}[\mu m]$	53.5	6.3	8.7	16.3
処理量[lb/hr]	非該当	100	140	400

30

【0052】

[例2：ハンマー粉砕/空気分級を通じた微粒子サイズの活性炭の調製]

本例では、原料活性炭にハンマー粉砕及び空気分級を行った。原料の亜炭系活性炭の特性を以下の表2に示す。

【0053】

【表 2】

[表 2]

水分[%]	0.87
灰分[%]	40.3
糖蜜RE[db]	85
ヨウ素価[mg/g]	495
+4メッシュ[%]	11
4-8メッシュ[%]	81
8x30メッシュ[%]	8
-30メッシュ[%]	1
平均粒子直径[mm]	3.6

10

【 0 0 5 4 】

この原料を、Hosokawa製のMikro-ACM（登録商標）100ハンマー粉砕機/空気分級粉砕機で粉砕した。以下の表3は運転条件及び粉砕した活性炭の特性を示す。

20

【 0 0 5 5 】

【表 3】

[表 3]

試料D	
粉砕動力[HP]	100
ロータモータ速度[Hz]	60
空気速度[aCFM]	8300
供給速度[lb/hr]	500
分級機動力[HP]	15
分級機VFD[Hz]	60
回転先端部速度[ft/s]	17500
d_{10} [μm]	1.9
d_{50} [μm]	8.9
d_{95} [μm]	23.9

30

40

【 0 0 5 6 】

[例 3 : ジェット粉砕 / 空気分級を行った活性炭を用いたHg除去]

本例では、例1の試料C1と同じ方法で調製したジェット粉砕/空気分級した臭素化活性炭のHg除去性能を説明する(試料C2)。これらの結果を、Williams Patent Crusher及びPulverizer Co.製のモデルB実験用ローラ粉砕機で粉砕した粒状活性炭と比較して、次いで、米国特許第8551431号明細書に記載された方法と同じ方法を使用して臭素化し、その開示は参照することにより本明細

50

書に組み込まれる（比較例A）。水銀除去実験を、Mercury Research Center (Gulf Power Company's Plant Crist Unit 5, Pensacola, FL)において、5MWeと等しいスリップストリームを有する75MWeユニットを持つ石炭火力発電所のスリップストリームで実施した。そのユニットを図2に模式的に図示する。吸着剤注入を空気加熱器(10b)の低温側部で実施した。その試料を、校正した重量制御式供給器でユニットに供給した。SO₃濃度を以下の表に示す。高温側部の温度を675~690°F、ESP入口(低温側部)の温度を285~300°F、及びESP出口の温度を270~280°Fの範囲にした。ユニットの煙道ガス流量はおよそ20000実立方フィート/分(aCFM)であった。

10

【0057】
試料C2及び比較試料Aの粒子サイズ分布を表4に示し、そのHg除去データを以下の表5に示す。

【0058】

【表4】

[表4]

	比較試料A	試料C2
d ₅	2.2	
d ₁₀		1.4
d ₅₀	7.7	6.8
d ₉₀		15.3
d ₉₅	30.7	17.4

20

【0059】

【表5】

[表5]

	速度 [lb/MMacf]	開始時間	終了時間	3%O ₂ での 除去[%]	調整除去[%]
試料C2 (12.7ppm SO ₃)	0.0	14:03	14:13	0.406	0.000
	3.3	14:23	14:29	0.533	0.127
	6.7	14:34	14:49	0.609	0.203
	10.0	15:03	15:24	0.671	0.265
比較試料A (9.3ppm SO ₃)	0.0	9:26	9:59	0.422	0.000
	3.3	10:13	10:26	0.496	0.074
	6.7	10:35	10:54	0.567	0.145
	10.0	11:05	11:20	0.622	0.200
	13.3	11:25	11:32	0.694	0.272
	16.7	11:50	11:56	0.777	0.355

30

40

【0060】

表5のデータをまた、図3A及び図3Bにプロットして、活性炭試料について、注入速度に対するHg除去を示した(図3A:3%のO₂に調整された出口でのHg除去;図3B:調整後Hg除去)。低いd₉₅値を有する活性炭(試料C2)は、より高いSO₃濃度(比較試料Aの9.3ppmのSO₃に対して12.7ppmのSO₃)であっても、比較

50

試料 A の H g 除去に比べてより高い H g 除去を達成したということがわかる。入口での H g レベルを、活性炭注入の上流にある吸着剤トラップを通じて決定した。吸着剤トラップの水銀レベルを、R P - M 3 2 4 及び R P - M 3 2 4 M 付属品を備えた、校正した O h i o L u m e x R A - 9 1 5 + ゼーマン水銀測定器を使用して測定した。

【 0 0 6 1 】

[例 4 : ハンマー粉砕 / 空気分級を行った活性炭を用いた H g 除去]

例 2 (試料 D) のこの活性炭を、米国特許第 8 5 5 1 4 3 1 号明細書に記載された方法と同じ方法で臭素化し、その開示は参照することにより本明細書に組み込まれ、試料 D 1 を形成した。次いで、試料 D 1 は、例 3 で説明した方法で H g 除去についての試験を行い、その結果を D A R C O (登録商標) H g - L H E x t r a をボール粉砕した製品 (試料 B) と比較した。ボール粉砕を、以下の表 6 に示した粒子サイズを達成するまで 1 / 2 "、3 / 4 "、1 " 及び 1 と 1 / 4 " (それぞれ約 2 5 %) の 4 つの異なるメディアサイズで実施した。両試料の粒子サイズを表 6 に示し、その H g 除去データを表 7 に示した。比較試料 B 及び試料 D 1 を体積基準で比較して活性の違いを説明していることに留意されたい。本例においては、臭素化製品に対する初期材料が異なる活性レベルを有して、したがって、異なる密度を有した。この違いを説明するために、データを表 7 に提示して、表 7 において体積基準で比較した。

10

【 0 0 6 2 】

【 表 6 】

20

[表 6]

	比較試料 B *	試料 D1
$d_5 (\mu m)$	2.5	1.9
$d_{50} (\mu m)$	12.2	9.6
$d_{95} (\mu m)$	76.3	27.9
重装嵩密度 (ft ³ /lb)	32.7	44.3

* ボール粉砕した試料 (比較試料 B) の測定粒子サイズが、凝結のため増加した。しかしながら、H g 除去試験の間は、その粒子はほぐれているであろう。

30

【 0 0 6 3 】

【 表 7 】

[表 7]

	速度 [lb/MMacf]	速度 [ft ³ /MMacf]	開始時間	終了時間	3% O ₂ での 除去 [%]	調整除去 [%]
試料 D / Br 4% Br (14.0 ppm SO ₃)	0.0	0.00	13:05	13:28	0.361	0.000
	3.3	0.08	13:43	13:55	0.466	0.105
	6.7	0.15	14:09	14:15	0.524	0.163
	10.0	0.23	14:35	14:47	0.583	0.222
比較試料 B / Br (8.1 ppm SO ₃)	0.0	0.00	8:35	8:50	0.314	0.000
	3.3	0.10	9:04	9:15	0.413	0.099
	6.7	0.20	9:23	9:35	0.478	0.164
	10.0	0.31	9:44	9:58	0.547	0.233

40

【 0 0 6 4 】

このデータをまた、図 4 A 及び図 4 B にプロットし、活性炭について、注入速度に対する H g 除去を示した (図 4 A : 3 % の O₂ での H g 除去 ; 図 4 B : 調整後 H g 除去) 。低

50

い d_{95} 値を有する活性炭（試料 D 1）は、比較試料 B の H g 除去速度に比べてより高い H g 除去速度を達成したことがわかる。

【 0 0 6 5 】

[例 5 : ジェット粉砕 / 空気分級及び空気分級のみ（サイクロン）を行った活性炭を用いた H g 除去]

本例では、例 1 の試料 A 1 の方法と類似する方法でジェット粉砕 / 空気分級を行った臭素化活性炭（試料 A 2）についての H g 除去データ（例 3 で説明した方法で実施した H g 除去）を示す。本例はまた、サイクロンを通じてのみ空気分級を行った活性炭についての H g 除去データを示し、次いで、例 4 で説明した方法によって臭素化した（試料 E）。このデータを D A R C O（登録商標）H g - L H E x t r a（比較試料 C）についての H g 除去データと比較した。以下の表 8 は、試料 A 2、試料 E の粒子サイズ分布（並びに、予め臭素化された粒子サイズ分布）と、比較試料 C についての粒子サイズ分布とを示し、表 9 はそれに対応する H g 除去データを示す。

【 0 0 6 6 】

【 表 8 】

[表 8]

	試料A2	試料E	予め臭素化した試料E	比較試料C
d_5		2.4	2.0	2.8
d_{10}	1.227	2.9		
d_{50}	3.028	6.0	4.5	16.4
d_{90}	5.995	14.8		
d_{95}	6.819	20.0	14.1	53.3

【 0 0 6 7 】

【 表 9 】

[表 9]

	速度 [lb/MMacf]	開始時間	終了時間	3%O ₂ での 除去[%]	調整除去[%]
試料A2 (8.1ppm SO ₃)	6.7	10:32	10:48	0.634	0.320
	10.0	10:52	11:21	0.804	0.490
試料E (9.2ppm SO ₃)	6.7	18:23	18:29	0.640	0.289
	10.0	18:40	18:56	0.741	0.390
	0.0	12:23	12:40	0.324	0.000
	6.7	14:25	14:39	0.600	0.276
	10.0	15:05	15:19	0.722	0.398
比較試料C (9.2ppm SO ₃)	0.0	12:23	12:40	0.324	0.000
	3.3	13:22	13:29	0.422	0.098
	6.7	13:36	13:48	0.512	0.188
	10.0	13:55	14:13	0.582	0.258

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

このデータをまた図 5 A 及び図 5 B にプロットし、注入速度に対する H g 除去を示した (図 5 A : 3 % の O₂ での H g 除去 ; 図 5 B : 調整後 H g 除去) 。低い d₉₅ 値と d₅₀ 値とを有する活性炭は、比較試料 C の H g 除去速度に比べてより高い H g 除去速度を達成したことがわかる。

【 0 0 6 9 】

[例 6 : 微粒子サイズ分布の活性炭へのシリカの追加]

本例においては、ヒュームドシリカ (C A B - O - S I L (登録商標) M - 5) を、表 1 0 に示した量で例 1 の活性炭試料 B に追加した。表 1 0 はまた、それぞれのシリカ混合物についての凝集強度 (k P a 、右欄) 及び主圧密応力 (k P a 、左欄) を示す。

10

【 0 0 7 0 】

【表 1 0】

シリカ(wt%)									
0		0.05		0.1		0.25		0.5	
0.860	0.622	0.849	0.646	0.852	0.637	0.854	0.635	0.813	0.586
1.976	1.292	1.840	1.208	1.880	1.152	1.842	1.273	1.979	1.197
4.207	2.358	4.044	2.160	4.128	2.124	4.274	2.014	4.335	1.910
9.490	4.413	9.438	4.038	9.505	3.861	9.369	4.019	9.570	3.827

20

【 0 0 7 1 】

このデータをまた図 6 にプロットし、主圧密応力の関数として凝集強度を示した。凝集強度の低減のために、流れとしてシリカを加えることは有益であり、それは材料を搬送する能力を改善することがわかる。

【 0 0 7 2 】

[例 7 : e A C M を通じた微粒子サイズの活性炭の調製]

本例においては、例 2 (表 2) の原料に、Hosokawa 製の Mikro e - A C M (登録商標) 空気分級粉碎機 (「 e A C M 」) を通じて粒子サイズの低減を行った。e A C M についての運転条件を表 1 1 に示す。

30

【 0 0 7 3 】

【表 1 1】

[表 1 1]

粉碎機型式	15 eACM
材料種類	Darco FGD
ロータ型式	8旗型(TC付き)
ロータRPM	7000
ロータアンプ(アイドル)	9.9~10.0
ロータアンプ(ロード)	18.8~19.2
分級機RPM	1750
分級機アンプ(アイドル)	1.95~1.96
分級機アンプ(ロード)	1.93~1.97
エダクター圧力(psig)	80
エダクター流れ(SCFM)	20
エダクターゲート設定	100%開
ライナー種類	複数ディフレクタ セラミックス
空気流(CFM)	500
粉碎機圧力(WG)	20/25
システム圧力(WG)	30/40
ブロワ速度(Hz)	30.3/35.7
ブロワアンプ	21.2/22.9
粉碎機出口温度(°C)	108/130
供給量(lb)	400.0
時間(分)	30.4
能力(lb/hr)	789

10

20

30

【0074】

得られた微粒子サイズの活性炭は、 $9.17 \mu\text{m}$ の d_{50} と、 $28.7 \mu\text{m}$ の d_{95} と、 2.87 の d_{95}/d_{50} 比とを有した(「試料F」)。

【0075】

eACMについての粉碎処理性能は、粉碎サイズ(馬力)を調整した場合の標準設計に比べ著しく高い。図7は、様々な d_{50} 粒子サイズ分布についての粉碎処理量(lb/hr)のプロットである。15HPでのeACM粉碎機は、 $8 \sim 9 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する粒子(試料F参照)について、類似のサイズ範囲の粒子についての100HP又は10HPで運転する標準ACMと比較して、著しく大きい処理量を達成する。図7はまた、より小さい粒子サイズ($5 \mu\text{m} \sim 8 \mu\text{m}$ の範囲の d_{50})はまた、増加した分級速度で高い処理量を達成することができることをまた示す。

40

【0076】

[例8: eACMで調製した微粒子サイズの活性炭を用いたHg除去]

本例は、 3.19 の d_{95}/d_{50} 比を有する活性炭(「比較試料D」)及びキャボットコーポレーション-Norit Activated Carbonから商業的に入手可能なHg-LH Extra(「比較試料E」)と比較した、例7からの微粒子サイズの活性炭(「試料F」)のHg除去能力を説明する。各々の粒子サイズ分布及び比を表12に示す。

【0077】

【表 1 2】

[表 1 2]

試料	d ₅₀ [μm]	d ₉₅ [μm]	比[-]
試料F	9.17	26.4	2.88
比較試料D	7.86	25.1	3.19
比較試料E	14		3.56

10

【0078】

試料F及び比較試料Eを、例3に記載したように臭素化した(比較試料Dを臭素化した形態で得た)。水銀除去実験を、Sask PowerのPoplar River発電所(Coronach, SK)内に位置するEmission Control Research Facility(ECRF)において、石炭火力発電所のスリップストリームで実施した。そのスリップストリームは、およそ2000実立方フィート/分(aCFM)の煙道ガス流量で、0.5MWeと等しい。粒子制御を電気集塵装置(ESP)で行い、そのESPにわたる水銀除去をTekran(登録商標)2537CEMsで測定した。温度はおよそ180まで調整されることがあるが、吸着剤注入をおよそ150の温度で電気集塵装置の上流で実施した。ECRFは、上流又は下流の空気予熱器(APH)注入ポートを有しないが、それはスリップストリームユニット内にAPHが存在しないためである。その代わりに、煙道ガスの所望の温度を、主要プラントのAPHの上流及び下流からの煙道ガスを混合することで達成した。結果を表13に示す。

20

【0079】

【表 1 3】

[表 1 3]

	速度 [g/hr]	速度 [lb/MMacf]	開始時間	終了時間	入口O ₂ での 除去[%]	調整除去[%]
試料F	75	1.38	13:15	13:27	0.542	0.530
	91	1.67	13:35	13:47	0.572	0.559
	133	2.44	13:55	14:07	0.641	0.629
比較試料D	75	1.38	10:07	10:20	0.524	0.511
	91	1.67	10:27	10:40	0.571	0.558
	133	2.44	10:47	11:00	0.649	0.636
比較試料E	30	0.54	14:42	15:05	0.319	0.306
	59	1.08	15:12	15:25	0.420	0.408
	91	1.67	15:32	15:45	0.516	0.504
	133	2.44	15:52	16:05	0.602	0.590

30

40

【0080】

本データをまた図8にプロットして、吸着剤注入速度に対する調製後Hg除去を示している。試料Fは、比較試料D及びEのHg除去速度に比べて、吸着剤注入速度の範囲の全体において、より高いHg除去速度を達成したことがわかる。

【0081】

「1つの(a)」、「1つの(an)」、「その(the)」という用語の使用は、本明細

50

書で別段の指摘がないか又は文脈によって明確に否定されない限り、単数及び複数の両方を包含すると解されるべきである。「含む (comprising)」、「有する (having)」、「含む (including)」及び「含有する (containing)」という用語は、特に断りのない限り、制限のない用語（すなわち、「含むが、限定されない」ことを意味する）として解されるべきである。本明細書における値の範囲の記載は、本明細書で別段の指摘がない限り、範囲内に入っているそれぞれ独立した値を個々に言及することの省略方法として機能することを単に意図しており、それぞれの独立した値は、まるでそれが本明細書で個々に列挙されたかのように本明細書中に組み込まれる。本明細書に記載の全ての方法は、本明細書で別段の指摘がないか又は文脈によって明確に否定されない限り、任意の適切な順序で実施することができる。本明細書で提供される任意の及び全ての例又は例示的な語（例えば、「のような (such as)」）の使用は、単に本発明をより明らかにすることを意図しており、特許請求の範囲に別段の記載がない限り、本発明の範囲に関する限定をもたらすものではない。本明細書中の如何なる言語も、特許請求の範囲に記載されていない任意の要素を本発明の実施に必須であるものとして示すと解されるべきではない。

【 図 1 】

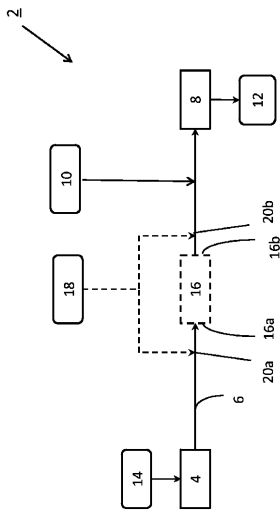


FIG. 1

【 図 2 】

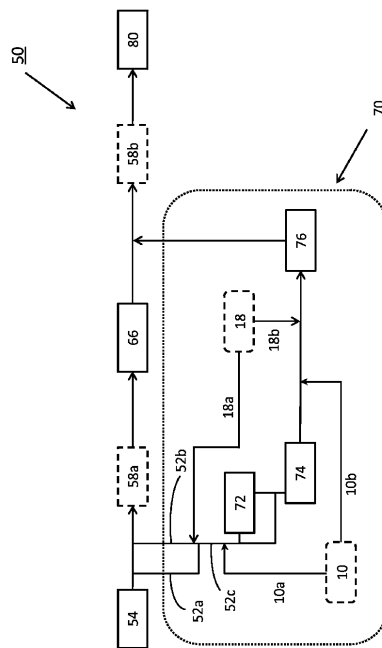


FIG. 2

【 図 3 A 】

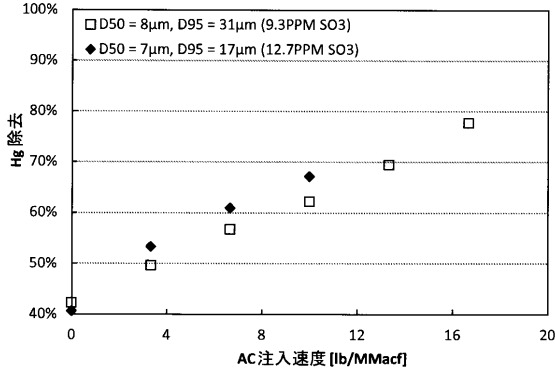


FIG. 3A

【 図 4 A 】

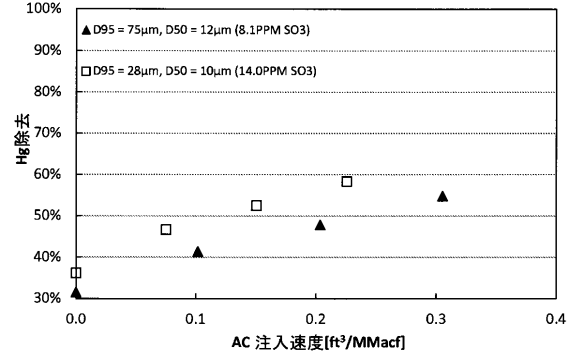


FIG. 4A

【 図 3 B 】

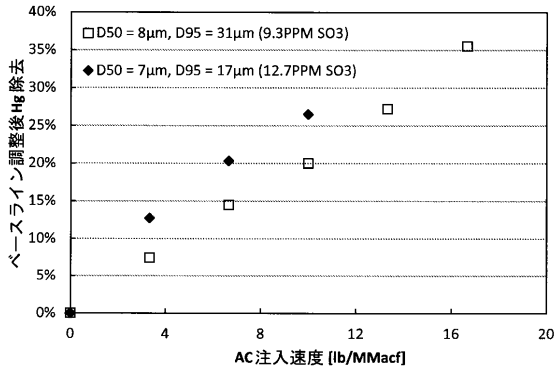


FIG. 3B

【 図 4 B 】

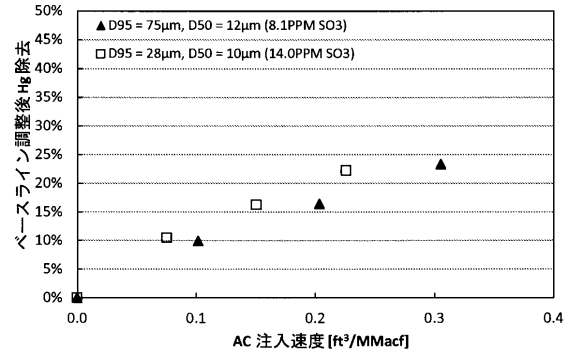


FIG. 4B

【 図 5 A 】

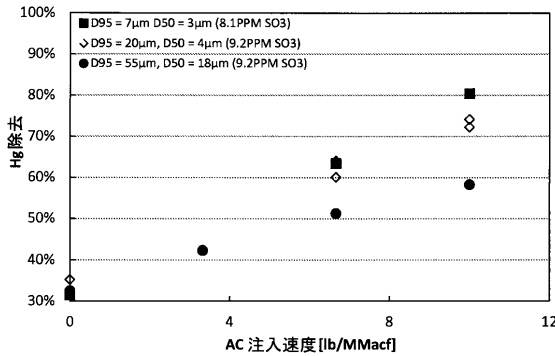


FIG. 5A

【 図 6 】

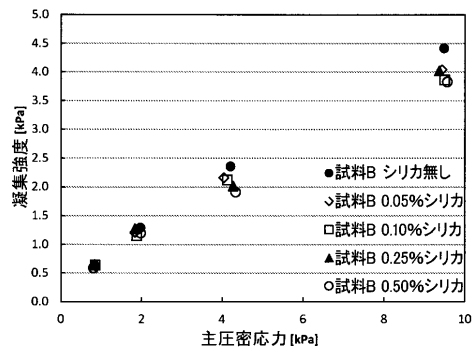


FIG. 6

【 図 5 B 】

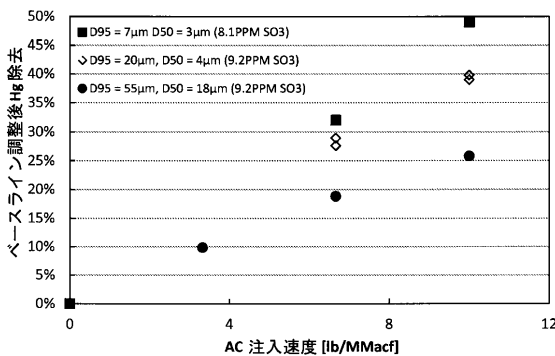


FIG. 5B

【 図 7 】

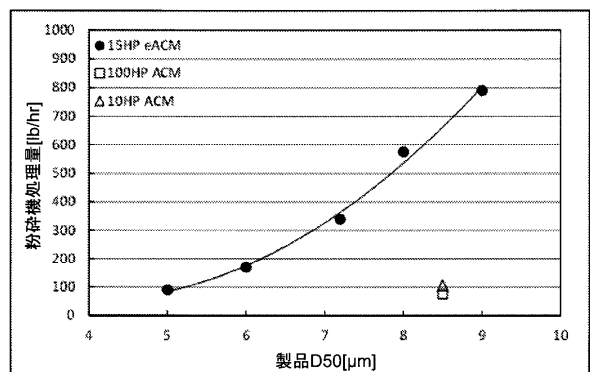


FIG. 7

【 図 8 】

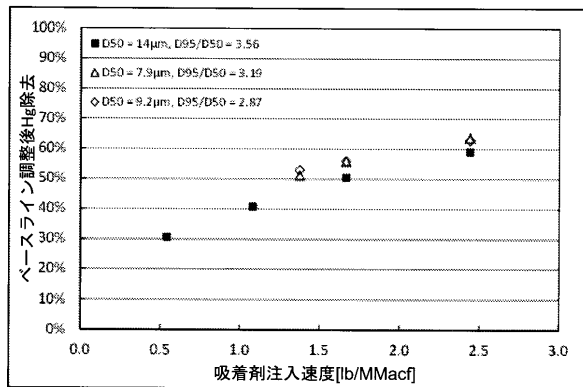


FIG. 8

【 手続補正書 】

【 提出日 】平成28年9月13日 (2016.9.13)

【 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 】

石炭燃焼から生成される煙道ガス中に活性炭を注入する工程を含む、水銀除去方法であって、

前記活性炭が、 $1 \sim 28 \mu\text{m}$ の d_{95} 粒子サイズ分布と、 $1.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比とを有する方法。

【 請求項 2 】

前記活性炭が、 $2 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比を有する、請求項 1 に記載の方法。

【 請求項 3 】

前記活性炭が、 $2.5 \sim 3$ の d_{95} / d_{50} 比を有する、請求項 1 に記載の方法。

【 請求項 4 】

前記活性炭が、 $4 \sim 18 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ~ 3のいずれか 1 項に記載の方法。

【 請求項 5 】

前記活性炭が、 $8 \sim 18 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ~ 3のいずれか 1 項に記載の方法。

【 請求項 6 】

前記活性炭が、 $9 \sim 18 \mu\text{m}$ の d_{50} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ~ 3のいずれか

1 項に記載の方法。

【請求項 7】

前記活性炭が、 $1 \sim 13 \mu\text{m}$ の d_{90} 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ~ 6のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

前記活性炭が、 $5 \sim 15 \mu\text{m}$ の $d_{99.9}$ 粒子サイズ分布を有する、請求項 1 ~ 7のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記活性炭が亜炭系活性炭である、請求項 1 ~ 8のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

前記活性炭が瀝青炭系活性炭である、請求項 1 ~ 8のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

前記活性炭がハロゲン化活性炭である、請求項 1 ~ 10のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 12】

前記活性炭が臭素化活性炭である、請求項 1 ~ 10のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 13】

前記活性炭が、組成物の総質量に対して、 $0.05 \sim 2 \text{wt}\%$ の量でシリカをさらに含む組成物として提供される、請求項 1 ~ 12のいずれか 1 項に記載の方法。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2015/012219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B01D53/64 C01B31/08 B01J20/28 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B01D C01B B01J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2012/030560 A1 (ALBEMARLE CORP [US]; NALEPA CHRISTOPHER J [US]; PICKRELL WILLIAM S [US] 8 March 2012 (2012-03-08) paragraph [0010]; claims; examples -----	1-70
X	US 8 080 088 B1 (SRINIVASACHAR SRIVATS [US]) 20 December 2011 (2011-12-20) claims; examples -----	1-70
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 April 2015		Date of mailing of the international search report 07/05/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Schoofs, Bart

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2015/012219

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2012030560	A1	08-03-2012	
		AR 082782 A1	09-01-2013
		AU 2011296403 A1	14-03-2013
		CA 2805746 A1	08-03-2012
		CL 2013000532 A1	21-04-2014
		CN 103228353 A	31-07-2013
		CO 6650383 A2	15-04-2013
		EC SP13012468 A	28-03-2013
		EP 2611533 A1	10-07-2013
		JP 2013539413 A	24-10-2013
		KR 20130111527 A	10-10-2013
		PE 10422013 A1	28-09-2013
		TW 201208762 A	01-03-2012
		US 2013157845 A1	20-06-2013
		WO 2012030560 A1	08-03-2012

US 8080088	B1	20-12-2011	NONE

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 0 1 J 20/28 Z

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100173107
弁理士 胡田 尚則

(74)代理人 100128495
弁理士 出野 知

(74)代理人 100195213
弁理士 木村 健治

(72)発明者 ジェラルド ディー . アドラー
アメリカ合衆国, マサチューセッツ 0 1 8 2 1 , ビレリカ , コンコード ロード 1 5 7 , キャ
ボット コーポレイション

Fターム(参考) 4D002 AA29 AC01 BA02 BA04 BA13 BA14 CA11 DA41 DA46 DA53
EA01 EA05 GA01 GB08 GB12 HA02
4G066 AA05B AA22D AA32D BA09 BA20 BA36 CA47 DA02 FA37
4G146 AA06 AB01 AC02A AC02B AC27A AC27B AC28B AD17 AD32 BA25
CB09 CB10 CB12 CB13 CB19 CB32