

(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2020-517562

(P2020-517562A)

(43) 公表日 令和2年6月18日(2020.6.18)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C01B 32/15 (2017.01)	C01B 32/15	4G146
C09C 1/44 (2006.01)	C09C 1/44	4J002
C09C 1/48 (2006.01)	C09C 1/48	4J037
C09D 7/61 (2018.01)	C09D 7/61	4J038
C09D 11/037 (2014.01)	C09D 11/037	4J039

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 88 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2019-556712 (P2019-556712)	(71) 出願人	516212795 モノリス マテリアルズ インコーポレイ テッド アメリカ合衆国, カリフォルニア州, レッドウッド シティ, シーポート ブ ルバード 1700, スイート 150
(86) (22) 出願日	平成30年4月20日 (2018.4.20)	(74) 代理人	100114188 弁理士 小野 誠
(85) 翻訳文提出日	令和1年12月9日 (2019.12.9)	(74) 代理人	100119253 弁理士 金山 賢教
(86) 國際出願番号	PCT/US2018/028619	(74) 代理人	100124855 弁理士 坪倉 道明
(87) 國際公開番号	W02018/195460	(74) 代理人	100129713 弁理士 重森 一輝
(87) 國際公開日	平成30年10月25日 (2018.10.25)		
(31) 優先権主張番号	62/487,795		
(32) 優先日	平成29年4月20日 (2017.4.20)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	62/551,059		
(32) 優先日	平成29年8月28日 (2017.8.28)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】粒子システムと方法

(57) 【要約】

適切な特性を有する粒子は、本明細書において提供されるシステムおよび方法を使用して生成されてもよい。
粒子は、炭素粒子を含んでもよい。

【選択図】図1

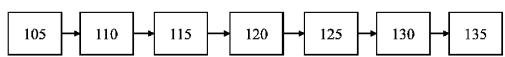


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

炭素粒子を生成するためのシステムであって、

1または複数の材料の流れの中で少なくとも1つの材料の流れを加熱する熱発生器、および

前記1または複数の材料の流れから前記炭素粒子を生成する反応器であって、前記炭素粒子が(i)約0.05%未満の灰、約5ppm未満の325メッシュグリット、またはそれらの組み合わせの純度、(ii)約3.0ナノメートル(nm)より大きい格子定数(Lc)、および(iii)約0.35nm未満のグラファイトの002ピークの格子間隔(d002)を有する反応器

10

を備えるシステム。

【請求項 2】

前記炭素粒子が約0.3%未満の硫黄を備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

前記炭素粒子が約50ppm以下の硫黄を備える、請求項2に記載のシステム。

【請求項 4】

前記炭素粒子が約10ppm以下の硫黄を備える、請求項3に記載のシステム。

【請求項 5】

前記炭素粒子が約0.03%以下の灰を備える、請求項1に記載のシステム。

20

【請求項 6】

前記炭素粒子が約0.01%以下の灰を備える、請求項5に記載のシステム。

【請求項 7】

前記炭素反応器が前記熱発生器を備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項 8】

前記熱発生器は、電気エネルギーで前記少なくとも1つの材料の流れを加熱する、請求項1に記載のシステム。

【請求項 9】

前記炭素粒子が、約 $15\text{ m}^2/\text{g}$ (グラム当たり平方メートル)から約 $300\text{ m}^2/\text{g}$ の表面積を有する、請求項1に記載のシステム。

【請求項 10】

30

前記炭素粒子がカーボンブラックを含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項 11】

前記炭素粒子は、約1ppm以下の325メッシュグリットを備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項 12】

炭素粒子の製造方法であって、

熱伝達ガスを加熱することと、

前記炭素粒子を生成するために、前記熱伝達ガスと炭化水素原料を混合することであつて、前記炭素粒子は、(a)前記炭素粒子の圧縮されたフタル酸ジブチル(CDBP)吸収の約1.3倍以下であるフタル酸ジブチル(DBP)吸収、または(b)約 $15\text{ m}^2/\text{g}$ (平方メートル/グラム)から約 $300\text{ m}^2/\text{g}$ の表面積、および純度が約0.05%未満の灰および/または約5ppm未満の325メッシュグリットである、混合すること

40

を含む方法。

【請求項 13】

前記炭素粒子および水素ガスを生成するために、前記熱伝達ガスを前記炭化水素原料と混合することをさらに含む、請求項12に記載の方法。

【請求項 14】

前記加熱の下流で前記熱伝達ガスを前記炭化水素原料と混合することをさらに含む、請求項12に記載の方法。

50

【請求項 15】

前記熱伝達ガスが約 60 %を超える水素を備える、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 16】

前記熱伝達ガスが水素である、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記炭化水素原料が少なくとも約 70 重量 % のメタン、エタン、プロパンまたはそれらの混合物を備える、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 18】

前記炭素粒子がカーボンブラックを含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 19】

前記加熱することは、電気エネルギーで加熱することを含む、請求項 12 に記載の方法。
。

【請求項 20】

前記加熱することは、電気アークにより加熱することを含む、請求項 19 に記載の方法。
。

【請求項 21】

前記炭素粒子が約 0.03 % 以下の灰を備える、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 22】

前記炭素粒子が約 0.01 % 以下の灰を備える、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

前記炭素粒子が、約 1 ppm 以下の 325 メッシュグリットを備える、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 24】

(i) 油ペレット化、または (ii) 蒸留水および無灰バインダーによるペレット化を使用して前記炭素粒子をペレット化することをさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 25】

前記無灰バインダーが糖である、請求項 24 に記載の方法。

【請求項 26】

前記炭素粒子が約 0.4 % 以下の酸素を備える、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 27】

前記炭素粒子が約 99 % 以上の炭素を備える、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 28】

前記炭素粒子が約 0.4 % 未満の水素を備える、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 29】

前記炭素粒子が、前記炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0.5 m¹ (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 80 % の空気から水を吸着する親和性を有する、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 30】

相対湿度 80 % の空気から水を吸着する前記親和性が、前記炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0.05 m¹ 未満の水である、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 31】

前記炭素粒子が、約 0 ~ 約 8 mJ / m² の水拡散圧力 (WSP) を有する、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 32】

前記 WSP が約 5 mJ / m² 未満である、請求項 31 に記載の方法。

【請求項 33】

前記炭素粒子が、約 0.5 μmol / m² 以下の総表面酸基含有量を有する、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 34】

前記炭素粒子の圧縮されたフタル酸ジブチル (CDBP) 吸収の約 1.3 倍以下である

10

20

30

40

50

フタル酸ジブチル(D B P)吸収を有する炭素粒子。

【請求項 3 5】

前記粒子がカーボンブラックである、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 3 6】

D B P と C D B P の比が、参照カーボンブラックの D B P と C D B P の比の約 9 5 % 以下である、請求項 3 5 に記載の炭素粒子。

【請求項 3 7】

前記粒子が約 $15 \text{ m}^2 / \text{g}$ (グラム当たり平方メートル) から約 $300 \text{ m}^2 / \text{g}$ の表面積を有する、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 3 8】

前記炭素粒子が約 1 nm より大きい L_c を有する、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 3 9】

前記炭素粒子が約 3 nm 以上の L_c を有する、請求項 3 8 に記載の炭素粒子。

【請求項 4 0】

前記炭素粒子が約 4 nm より大きい L_c を有する、請求項 3 9 に記載の炭素粒子。

【請求項 4 1】

前記炭素粒子は、約 3.0 nm より大きい L_c 、約 0.35 nm より小さい d 0 0 2 、またはそれらの組み合わせを有する、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 4 2】

前記炭素粒子が、 L_a または L_c に関して約 3 nm から約 20 nm の結晶化度を有する、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 4 3】

前記 D B P が前記 C D B P の約 1.1 倍以下である、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 4 4】

前記炭素粒子が約 0.3 重量 % 未満の硫黄を備える、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 4 5】

前記炭素粒子が約 0.4 重量 % 以下の酸素を備える、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 4 6】

前記炭素粒子が約 9.9 重量 % 以上の炭素を備える、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 4 7】

前記炭素粒子が約 0.4 重量 % 未満の水素を備える、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 4 8】

前記炭素粒子が、参照カーボンブラックよりも低い水素含有量を有する、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 4 9】

前記炭素粒子が、前記炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0.5 m^1 (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 80 % の空気から水を吸着する親和性を有する、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 5 0】

相対湿度 80 % の空気から水を吸着する前記親和性が、前記炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0.05 m^1 未満の水である、請求項 4 9 に記載の炭素粒子。

【請求項 5 1】

前記炭素粒子が、約 $0 \sim 8 \text{ mJ/m}^2$ の水拡散圧力 (W S P) を有する、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 5 2】

前記 W S P が約 5 mJ/m^2 未満である、請求項 5 1 に記載の炭素粒子。

【請求項 5 3】

前記炭素粒子が、約 $0.5 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ 以下の総表面酸基含有量を有する、請求項 3 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 5 4】

10

20

30

40

50

(i) 約 15 m² / g (平方メートル / グラム) から約 300 m² / g の表面積、および (ii) 純度が約 0.05% 未満の灰、および約 5 ppm 未満の 325 メッシュグリット、またはその組み合わせを有する炭素粒子。

【請求項 5 5】

前記炭素粒子がカーボンブラック粒子を備える、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 5 6】

前記炭素粒子は、約 3.0 nm よりも大きい L_c、約 0.35 nm よりも小さい d₀₀₂、約 0.3% よりも少ない硫黄、またはそれらの任意の組み合わせを有する、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 5 7】

前記炭素粒子は、約 3.0 nm よりも大きい L_c、約 0.35 nm よりも小さい d₀₀₂、約 10 ppm よりも少ない硫黄、またはそれらの任意の組み合わせを有する、請求項 5 6 に記載の炭素粒子。

【請求項 5 8】

前記炭素粒子のトートが約 99% 以上である、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 5 9】

(i) 約 19 m² / g から約 50 m² / g の窒素表面積 (N₂SA) および約 55 ml / 100 g から約 131 ml / 100 g のフタル酸ジブチル (DBP) 吸収を有する、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 6 0】

(i) 約 23 m² / g から約 35 m² / g の窒素表面積 (N₂SA) および約 59 ml / 100 g から約 71 ml / 100 g のフタル酸ジブチル (DBP) 吸収、または (ii) 約 19 m² / g から約 39 m² / g の N₂SA および約 55 ml / 100 g から約 75 ml / 100 g の DBP を有する、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 6 1】

(i) 約 29 m² / g から約 41 m² / g の窒素表面積 (N₂SA) および約 84 ml / 100 g から約 96 ml / 100 g のフタル酸ジブチル (DBP) 吸収、または (ii) 約 25 m² / g から約 45 m² / g の N₂SA および約 80 ml / 100 g から約 100 ml / 100 g の DBP を有する、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 6 2】

(i) 約 34 m² / g から約 46 m² / g の窒素表面積 (N₂SA) および約 115 ml / 100 g から約 127 ml / 100 g のフタル酸ジブチル (DBP) 吸収、または (ii) 約 30 m² / g から約 50 m² / g の N₂SA および約 111 ml / 100 g から約 131 ml / 100 g の DBP を有する、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 6 3】

前記炭素粒子が約 0.03% 以下の灰を備える、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 6 4】

前記炭素粒子が約 0.01% 以下の灰を備える、請求項 6 3 に記載の炭素粒子。

【請求項 6 5】

前記炭素粒子が約 1 ppm 以下の 325 メッシュグリットを備える、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 6 6】

前記炭素粒子が約 0.4% 以下の酸素を備える、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 6 7】

前記炭素粒子が約 99% 以上の炭素を備える、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 6 8】

前記炭素粒子が約 0.4% 未満の水素を備える、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 6 9】

前記炭素粒子が、参照カーボンブラックよりも低い水素含有量を有する、請求項 5 4 に記載の炭素粒子。

10

20

30

40

50

【請求項 7 0】

前記炭素粒子が、前記炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 5 m¹ (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 80 % の空気から水を吸着する親和性を有する、請求項 54 に記載の炭素粒子。

【請求項 7 1】

相対湿度 80 % の空気から水を吸着する前記親和性が、前記炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 0 5 m¹ 未満の水である、請求項 7 0 に記載の炭素粒子。

【請求項 7 2】

前記炭素粒子が、約 0 ~ 約 8 m J / m² の水拡散圧力 (WSP) を有する、請求項 54 に記載の炭素粒子。

10

【請求項 7 3】

前記WSP が約 5 m J / m² 未満である、請求項 7 2 に記載の炭素粒子。

【請求項 7 4】

前記炭素粒子が、約 0 . 5 μm o l / m² 以下の総表面酸基含有量を有する、請求項 54 に記載の炭素粒子。

【請求項 7 5】

(i) 約 1 5 平方メートル / グラム (m² / g) 以上の窒素表面積 (N2SA) および (i i) 約 5 p p m 未満の硫黄を有する炭素粒子。

【請求項 7 6】

N2SA が約 2 3 m² / g から約 3 5 m² / g であり、フタル酸ジブチル (DBP) 吸収が約 5 9 m¹ / 1 0 0 g から約 7 1 m¹ / 1 0 0 g である、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

20

【請求項 7 7】

前記炭素粒子が約 約 1 重量 p p m 未満の硫黄を備える、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

【請求項 7 8】

前記N2SA が約 3 0 0 m² / g 以下である、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

【請求項 7 9】

前記N2SA が約 2 0 m² / g 以上である、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

【請求項 8 0】

前記炭素粒子が約 0 . 4 % 以下の酸素を備える、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

30

【請求項 8 1】

前記炭素粒子が約 9 9 % 以上の炭素を備える、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

【請求項 8 2】

前記炭素粒子が約 0 . 4 % 未満の水素を備える、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

【請求項 8 3】

前記炭素粒子が、参照カーボンブラックよりも低い水素含有量を有する、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

【請求項 8 4】

前記炭素粒子が、前記炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 5 m¹ (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 80 % の空気から水を吸着する親和性を有する、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

40

【請求項 8 5】

相対湿度 80 % の空気から水を吸着する前記親和性が、前記炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 0 5 m¹ 未満の水である、請求項 8 4 に記載の炭素粒子。

【請求項 8 6】

前記炭素粒子が、約 0 ~ 約 8 m J / m² の水拡散圧力 (WSP) を有する、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

【請求項 8 7】

前記WSP が約 5 m J / m² 未満である、請求項 8 6 に記載の炭素粒子。

【請求項 8 8】

50

前記炭素粒子が、約 $0.5 \mu\text{m}^2 / \text{m}^2$ 以下の総表面酸基含有量を有する、請求項 7 5 に記載の炭素粒子。

【請求項 8 9】

請求項 7 5 に記載の前記炭素粒子を備えるゴム。

【請求項 9 0】

請求項 8 9 に記載の前記ゴムを備えるタイヤ。

【請求項 9 1】

請求項 7 5 に記載の前記炭素粒子を備える塗料。

【請求項 9 2】

請求項 7 5 に記載の前記炭素粒子を備えるコーティング。

10

【請求項 9 3】

請求項 7 5 に記載の前記炭素粒子を備えるエラストマー複合体。

【請求項 9 4】

請求項 7 5 に記載の前記炭素粒子を備えるポリマー。

【請求項 9 5】

請求項 7 5 に記載の前記炭素粒子を備えるインク。

【請求項 9 6】

粒子を生成するためのシステムであって、

1 または複数の材料の流れの中の少なくとも 1 つの材料の流れを電気的に加熱する熱発生器、

20

1 または複数の材料の流れの少なくとも 1 つから硫黄不純物を除去するフィルタ、および

前記 1 または複数の材料の流れから前記粒子を生成する反応器を含むシステム。

【請求項 9 7】

前記粒子が炭素粒子を備える、請求項 9 6 に記載のシステム。

【請求項 9 8】

前記炭素粒子がカーボンブラックを含む、請求項 9 7 に記載のシステム。

30

【請求項 9 9】

前記粒子が約 0.3% 未満の硫黄を備える、請求項 9 6 に記載のシステム。

【請求項 1 0 0】

前記粒子が約 50 百万分率 (ppm) 未満の硫黄を備える、請求項 9 9 に記載のシステム。

【請求項 1 0 1】

前記粒子が約 10 ppm 未満の硫黄を備える、請求項 1 0 0 に記載のシステム。

【請求項 1 0 2】

前記粒子が約 5 ppm 未満の硫黄を備える、請求項 1 0 1 に記載のシステム。

【請求項 1 0 3】

前記粒子が約 1 ppm 未満の硫黄を備える、請求項 1 0 2 に記載のシステム。

40

【請求項 1 0 4】

前記 1 または複数の材料の流れが原料流を含み、前記フィルタが前記原料流から硫黄不純物を除去する、請求項 9 6 に記載のシステム。

【請求項 1 0 5】

前記フィルタは、原料注入器に連結される、請求項 9 6 に記載のシステム。

【請求項 1 0 6】

前記フィルタは、前記原料注入器の入口に連結される、請求項 1 0 5 に記載のシステム。

【請求項 1 0 7】

前記粒子が約 15 平方メートル / グラム (m^2 / g) 以上の窒素表面積 (N₂SA) を有し、約 5 重量 ppm 未満の硫黄を備える、請求項 9 6 に記載のシステム。

50

【請求項 108】

前記熱発生器はプラズマ発生器である、請求項96に記載のシステム。

【請求項 109】

ラジエーターホース、自動車用押出成形品、中電圧電力ケーブルのケーブルフラッディング／絶縁、またはシールであるポリマー製品であって、

(a) 純度が約0.05%未満の灰、および約5ppm未満の325メッシュグリット、またはその組み合わせ；約3.0ナノメートル(nm)より大きい格子定数(Lc)；グラファイトの002ピークの格子間隔(d002)が約0.35nm未満；

(b) 前記炭素粒子の圧縮されたフタル酸ジブチル(CDBP)吸収の約1.3倍以下のフタル酸ジブチル(DBP)吸収；

(c) 約15m²/g(平方メートル/グラム)から約300m²/gの表面積；および、純度が約0.05%未満の灰、約5ppm未満の325メッシュグリット、またはそれらの組み合わせ、または

(d) 室素表面積(N2SA)が1グラム当たり約15平方メートル(m²/g)以上で、硫黄が約5ppm未満

を有する炭素粒子を含むポリマー製品。

【請求項 110】

前記DBPが前記CDBPの約1.1倍以下である、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項 111】

前記炭素粒子が約1重量ppm以下の325メッシュグリットを備える、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項 112】

前記炭素粒子が、約10m²/gから約30m²/gの室素表面積(N2SA)および約70ml/100gから約120ml/100gの構造を有し、参照カーボンブラックを備えるポリマー製品と比較すると、(i)加工性の向上または改善、(ii)成形性の向上または改善、(iii)電気抵抗率の増加、(iv)分散の強化または改善、(v)押出の強化または改善、および/または(vi)生強度の増加を有する、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項 113】

前記N2SAが約15m²/gから約20m²/gであり、前記構造が約80ml/100gから約100ml/100gである、請求項112に記載のポリマー。

【請求項 114】

前記ポリマー製品が前記ラジエーターホースである、請求項112に記載のポリマー製品。

【請求項 115】

前記炭素粒子が、約17m²/gから約51m²/gの室素表面積(N2SA)および約108ml/100gから約133ml/100gの構造を有し、参照カーボンブラックを備えるポリマー製品と比較すると、(i)表面の欠陥/欠陥の減少、(ii)虹色の減少、(iii)寸法安定性の向上または改善、(iv)分散の向上または改善、(v)押出特性の向上または改善、(vi)押出平滑性の向上または改善、および/または(vii)生強度の向上を有する、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項 116】

前記N2SAが約20m²/gから約50m²/gであり、前記構造が約110ml/100gから約130ml/100gである、請求項115に記載のポリマー製品。

【請求項 117】

前記ポリマー製品が前記自動車用押出物である、請求項115に記載のポリマー製品。

【請求項 118】

前記炭素粒子が、約30m²/gから約50m²/gの室素表面積(N2SA)および約111ml/100g以上の構造を有し、参照カーボンブラックを備えるポリマー製品

10

20

30

40

50

と比較すると、(i) 加工性の向上または改善、(ii) 剥離の向上または改善、(iii) 清浄度の向上、(iv) 分散の強化または改善、(v) 押出の強化または改善、および/または(vi) ケーブル寿命の向上または改善を有する、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項119】

前記N2SAが約30m²/gから約50m²/gであり、前記構造が約150m¹/100g以上である、請求項118に記載のポリマー製品。

【請求項120】

前記ポリマー製品が、中電圧電力ケーブル用の前記ケーブルフラッディング/絶縁体である、請求項118に記載のポリマー製品。 10

【請求項121】

前記炭素粒子が約2m²/gから約50m²/gの窒素表面積(N2SA)および約33m¹/100gから約131m¹/100gの構造を有し、参照カーボンブラックを備えるポリマー製品と比較して、(i) 熱熟成物理特性の向上または改善、および/または(ii) 屈曲サイクルおよび亀裂発生に対する耐性によって測定される動的能力の向上または改善を有する、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項122】

前記N2SAが約20m²/gから約40m²/gであり、前記構造が約45m¹/100gから約95m¹/100gである、請求項121に記載のポリマー製品。

【請求項123】

前記ポリマー製品が前記シールである、請求項121に記載のポリマー製品。 20

【請求項124】

前記ポリマー製品がEPMゴムを備える、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項125】

前記炭素粒子が約0.4%以下の酸素を備える、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項126】

前記炭素粒子が約99%以上の炭素を備える、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項127】

前記炭素粒子が約0.4%未満の水素を備える、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項128】

前記炭素粒子が、前記炭素粒子の表面積1平方メートル当たり約0.5m¹(ミリリットル)未満の水を含む相対湿度80%の空気から水を吸着する親和性を有する、請求項109に記載のポリマー製品。 30

【請求項129】

相対湿度80%の空気から水を吸着する前記親和性が、前記炭素粒子の表面積1平方メートル当たり約0.05m¹未満の水である、請求項128に記載のポリマー製品。

【請求項130】

前記炭素粒子が、約0~約8mJ/m²の水拡散圧力(WSP)を有する、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項131】

前記WSPが約5mJ/m²未満である、請求項130に記載のポリマー製品。 40

【請求項132】

前記炭素粒子が、約0.5μmol/m²以下の総表面酸基含有量を有する、請求項109に記載のポリマー製品。

【請求項133】

成形されるポリマー製品であって、

a. 純度が約0.05%未満の灰、および約5ppm未満の325メッシュグリット、またはその組み合わせ；約3.0ナノメートル(nm)より大きい格子定数(Lc)；グラファイトの002ピークの格子間隔(d002)が約0.35nm未満；

b. 前記炭素粒子の圧縮されたフタル酸ジブチル(CDBP)吸収の約1.3倍以下の 50

フタル酸ジブチル(D B P)吸収;

c . 約 1 5 m² / g (平方メートル / グラム) から約 3 0 0 m² / g の表面積 ; および、純度が約 0 . 0 5 % 未満の灰、約 5 p p m 未満の 3 2 5 メッシュグリット、またはそれらの組み合わせ、または

d . 窒素表面積 (N 2 S A) が 1 グラム当たり約 1 5 平方メートル (m² / g) 以上で、硫黄が約 5 p p m 未満

を有する炭素粒子を含むポリマー製品。

【請求項 1 3 4】

前記炭素粒子が約 2 m² / g から約 5 0 m² / g の窒素表面積 (N 2 S A) および約 3 3 m l / 1 0 0 g から約 1 3 1 m l / 1 0 0 g の構造を有し、参照カーボンブラックを備えるポリマー製品と比較して、(i) 強化されたまたは改善された金型流動性、(i i) 長い金型寿命、(i i i) 研磨化合物の量の減少、(i v) 動的環境での長い寿命、(v) 亀裂の発生が少ないこと、および / または (v i) 破損が少ないと有する、請求項 1 3 3 に記載のポリマー製品。 10

【請求項 1 3 5】

前記 N 2 S A が約 2 2 m² / g から約 4 5 m² / g であり、前記構造が約 4 2 m l / 1 0 0 g から約 1 0 0 m l / 1 0 0 g である、請求項 1 3 4 に記載のポリマー。

【請求項 1 3 6】

前記炭素粒子が約 0 . 4 % 以下の酸素を備える、請求項 1 3 3 に記載のポリマー製品。

【請求項 1 3 7】

前記炭素粒子が約 9 9 % 以上の炭素を備える、請求項 1 3 3 に記載のポリマー製品。 20

【請求項 1 3 8】

前記炭素粒子が約 0 . 4 % 未満の水素を備える、請求項 1 3 3 に記載のポリマー製品。

【請求項 1 3 9】

前記炭素粒子が、前記炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 5 m l (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性を有する、請求項 1 3 3 に記載のポリマー製品。

【請求項 1 4 0】

相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する前記親和性が、前記炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 0 5 m l 未満の水である、請求項 1 3 9 に記載のポリマー製品。 30

【請求項 1 4 1】

前記炭素粒子が、約 0 ~ 約 8 m J / m² の水拡散圧力 (W S P) を有する、請求項 1 3 3 に記載のポリマー製品。

【請求項 1 4 2】

前記 W S P が約 5 m J / m² 未満である、請求項 1 4 1 に記載のポリマー製品。

【請求項 1 4 3】

前記炭素粒子が、約 0 . 5 μ m o l / m² 以下の総表面酸基含有量を有する、請求項 1 3 3 に記載のポリマー製品。

【請求項 1 4 4】

ラジエーターホース、自動車用押出成形品、中電圧電力ケーブルのケーブルフラッディング / 絶縁、またはシールであるポリマー製品であって、3 . 0 n m を超える L_c の炭素粒子を含むポリマー製品。 40

【請求項 1 4 5】

前記炭素粒子が約 0 . 3 重量 % 未満の硫黄を備える、請求項 1 4 4 に記載のポリマー製品。

【請求項 1 4 6】

前記炭素粒子が約 0 . 1 重量 % 未満の硫黄を備える、請求項 1 4 5 に記載のポリマー製品。

【請求項 1 4 7】

前記炭素粒子が重量基準で約 5 0 百万分率 (p p m) 未満の硫黄を備える、請求項 1 4

10

20

30

40

50

6に記載のポリマー製品。

【請求項 148】

前記炭素粒子が約10重量%以下の硫黄を備える、請求項147に記載のポリマー製品。

【請求項 149】

前記炭素粒子が約1重量ppm未満の硫黄を備える、請求項148に記載のポリマー製品。

【請求項 150】

前記炭素粒子が約0.03重量%以下の灰を備える、請求項144に記載のポリマー製品。

【請求項 151】

前記炭素粒子が約0.01重量%以下の灰を備える、請求項150に記載のポリマー製品。

【請求項 152】

前記炭素粒子が約5重量%ppm以下の325メッシュグリットを備える、請求項144に記載のポリマー製品。

【請求項 153】

D B P と C D B P の比が、参照カーボンブラックのD B P と C D B P の比の約95%以下である、請求項144に記載のポリマー製品。

【請求項 154】

前記 L_c が約4nmより大きい、請求項144に記載のポリマー製品。

【請求項 155】

前記炭素粒子がカーボンブラック粒子である、請求項144に記載のポリマー製品。

【請求項 156】

前記炭素粒子が約0.35nm未満のd002を有する、請求項144に記載のポリマー製品。

【請求項 157】

前記炭素粒子が約0.4重量%以下の酸素を備える、請求項144に記載のポリマー製品。

【請求項 158】

前記炭素粒子が約0.4重量%未満の水素を備える、請求項144に記載のポリマー製品。

【請求項 159】

前記炭素粒子が、前記炭素粒子の表面積1平方メートル当たり約0.5m²(ミリリットル)未満の水を含む相対湿度80%の空気から水を吸着する親和性を有する、請求項144に記載のポリマー製品。

【請求項 160】

相対湿度80%の空気から水を吸着する前記親和性が、前記炭素粒子の表面積1平方メートル当たり約0.05m²未満の水である、請求項159に記載のポリマー製品。

【請求項 161】

前記炭素粒子が、約0~約8mJ/m²の水拡散圧力(WSP)を有する、請求項144に記載のポリマー製品。

【請求項 162】

前記WSPが約5mJ/m²未満である、請求項161に記載のポリマー製品。

【請求項 163】

前記炭素粒子が、約0.5μmol/m²以下の総表面酸基含有量を有する、請求項154に記載のポリマー製品。

【請求項 164】

前記ポリマー製品がEPMゴムを備える、請求項154に記載のポリマー製品。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】**【0001】****相互参照**

本願は、2017年4月20日に出願された米国仮出願第62/487,795号、2017年8月28日に出願された米国仮出願第62/551,059号、および2017年8月28日に出願された米国仮出願第62/551,072号の利益を主張する。これらはそれぞれ参照により本書に完全に組み込まれる。

【背景技術】**【0002】**

粒子は多くの家庭用および産業用用途で使用されている。粒子は、様々な化学プロセスによって生成され得る。そのような化学プロセスに関連する能力とエネルギー供給は、時間とともに進化した。10

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

本開示は、例えば炭素粒子などの粒子を生成するためのより効率的かつ効果的なプロセスの必要性を認識している。また、本明細書では、生産速度の向上、歩留まりの向上、製造装置の摩耗特性の低減などの必要性も認識されている。本開示は、例えば、炭化水素含有材料を炭素粒子に変換するための改善されたプロセスを提供し得る。

【課題を解決するための手段】**【0004】**

本開示は、例えば、炭素粒子を生成するためのシステムであって、1または複数の材料の流れの中で少なくとも1つの材料の流れを加熱する熱発生器、および1または複数の材料の流れから炭素粒子を生成する反応器であって、炭素粒子が(i)約0.05%未満の灰、約5ppm未満の325メッシュグリット、またはそれらの組み合わせの純度、(ii)約3.0ナノメートル(nm)より大きい格子定数(Lc)、および(iii)約0.35nm未満のグラファイトの002ピークの格子間隔(d002)を有する反応器を備えるシステムを提供する。炭素粒子は、約0.3%未満の硫黄を含んでもよい。炭素粒子は、約50ppm以下の硫黄を含んでもよい。炭素粒子は、約10ppm以下の硫黄を含んでもよい。炭素粒子は、約0.03%以下の灰を含んでもよい。炭素粒子は、約0.01%以下の灰を含んでもよい。炭素反応器は熱発生器を含んでもよい。熱発生器は、少なくとも1つの材料の流れを電気エネルギーで加熱してもよい。炭素粒子が、約15m²/g(グラム当たり平方メートル)から約300m²/gの表面積を有し得る。炭素粒子はカーボンブラックを含んでもよい。炭素粒子は、約1ppm以下の325メッシュグリットを含み得る。30

【0005】

本開示は、例えば、炭素粒子の製造方法であって、熱伝達ガスを加熱することと、炭素粒子を生成するために前記熱伝達ガスと炭化水素原料を混合することであって、前記炭素粒子は、(a)炭素粒子の圧縮されたフタル酸ジブチル(CDBP)吸収の約1.3倍以下であるフタル酸ジブチル(DBP)吸収、または(b)約15m²/g(平方メートル/グラム)から約300m²/gの表面積、および純度が約0.05%未満の灰および/または約5ppm未満の325メッシュグリットである、混合することとを含む方法を提供する。この方法は、炭素粒子および水素ガスを生成するために、熱伝達ガスを炭化水素原料と混合することをさらに含むことができる。本方法は、加熱の下流で熱伝達ガスを炭化水素原料と混合することをさらに含むことができる。熱伝達ガスは、約60%を超える水素を含んでもよい。熱伝達ガスは水素であってもよい。炭化水素原料は、少なくとも約70重量%のメタン、エタン、プロパンまたはそれらの混合物を含んでもよい。炭素粒子はカーボンブラックを含んでもよい。加熱することは、電気エネルギーによる加熱を含んでもよい。加熱することは、電気アークによる加熱を含んでもよい。炭素粒子は、約0.03%以下の灰を含んでもよい。炭素粒子は、約0.01%以下の灰を含んでもよい。炭40

10

20

30

40

50

素粒子は、約 1 p p m 以下の 3 2 5 メッシュグリットを含み得る。この方法は、(i) 油ペレット化、または(i i) 蒸留水および無灰バインダーによるペレット化を使用して炭素粒子をペレット化することをさらに含むことができる。無灰バインダーは糖であってもよい。炭素粒子は、約 0 . 4 % 以下の酸素を含んでもよい。炭素粒子は、約 9 9 % 以上の炭素を含んでもよい。炭素粒子は、約 0 . 4 % 未満の水素を含んでもよい。炭素粒子は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 5 m l (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性を有し得る。相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 0 5 m l 未満の水である場合がある。炭素粒子は、約 0 ~ 約 8 m J / m² の水拡散圧力 (W S P) を有し得る。W S P は約 5 m J / m² 未満である場合がある。炭素粒子は約 0 . 5 μ m o l / m² 以下の総表面酸基含有量を有し得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

本開示はまた、例えば、炭素粒子の圧縮されたフタル酸ジブチル (C D B P) 吸収の約 1 . 3 倍以下であるフタル酸ジブチル (D B P) 吸収を有する炭素粒子を提供する。粒子はカーボンブラックであってもよい。D B P と C D B P の比は、参照カーボンブラックの D B P と C D B P の比の約 9 5 % 以下であり得る。粒子は、約 1 5 m² / g (平方メートル / グラム) から約 3 0 0 m² / g の表面積を有してもよい。炭素粒子は、約 1 n m より大きい L_c を有し得る。炭素粒子は、約 3 n m 以上の L_c を有し得る。炭素粒子は、約 4 n m より大きい L_c を有し得る。炭素粒子は、約 3 . 0 n m より大きい L_c 、約 0 . 3 5 n m より小さい d 0 0 2 、またはそれらの組み合わせを有し得る。炭素粒子は、L_a または L_c に関して約 3 n m から約 2 0 n m の結晶化度を有し得る。D B P は C D B P の約 1 . 1 倍以下である場合がある。炭素粒子は、約 0 . 3 重量 % 未満の硫黄を含んでもよい。炭素粒子は、約 0 . 4 重量 % 以下の酸素を含んでもよい。炭素粒子は、約 9 9 重量 % 以上の炭素を含んでもよい。炭素粒子は、約 0 . 4 重量 % 未満の水素を含んでもよい。炭素粒子は、参照カーボンブラックよりも低い水素含有量を有し得る。炭素粒子は炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 5 m l (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性を有し得る。相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 0 5 m l 未満の水であることがある。炭素粒子は、約 0 ~ 約 8 m J / m² の水拡散圧力 (W S P) を有し得る。W S P は約 5 m J / m² 未満である場合がある。炭素粒子は、約 0 . 5 μ m o l / m² 以下の総表面酸基含有量を有し得る。

【 0 0 0 7 】

本開示は、例えば、(i) 約 1 5 m² / g (平方メートル / グラム) から約 3 0 0 m² / g の表面積、および(i i) 純度が約 0 . 0 5 % 未満の灰、および約 5 p p m 未満の 3 2 5 メッシュグリット、またはその組み合わせを有する炭素粒子も提供する。炭素粒子は、カーボンブラック粒子を含んでもよい。炭素粒子は、約 3 . 0 n m よりも大きい L_c 、約 0 . 3 5 n m よりも小さい d 0 0 2 、約 0 . 3 % よりも少ない硫黄、またはそれらの任意の組み合わせを有し得る。炭素粒子は、約 3 . 0 n m よりも大きい L_c 、約 0 . 3 5 n m よりも小さい d 0 0 2 、約 1 0 p p m よりも少ない硫黄、またはそれらの任意の組み合わせを有し得る。炭素粒子のトートは、約 9 9 % 以上であってもよい。炭素粒子は、(i) 約 1 9 m² / g から約 5 0 m² / g の窒素表面積 (N 2 S A) および約 5 5 m l / 1 0 0 g から約 1 3 1 m l / 1 0 0 g のフタル酸ジブチル (D B P) 吸収を有し得る。炭素粒子は、(i) 約 2 3 m² / g から約 3 5 m² / g の窒素表面積 (N 2 S A) および約 5 9 m l / 1 0 0 g から約 7 1 m l / 1 0 0 g のフタル酸ジブチル (D B P) 吸収、または(i i) 約 1 9 m² / g から約 3 9 m² / g の N 2 S A および約 5 5 m l / 1 0 0 g から約 7 5 m l / 1 0 0 g の D B P を有し得る。炭素粒子は、(i) 約 2 9 m² / g から約 4 1 m² / g の窒素表面積 (N 2 S A) および約 8 4 m l / 1 0 0 g から約 9 6 m l / 1 0 0 g のフタル酸ジブチル (D B P) 吸収、または(i i) 約 2 5 m² / g から約 4 5 m² / g の N 2 S A および約 8 0 m l / 1 0 0 g から約 1 0 0 m l / 1 0 0 g の D B P を有し得る。炭素粒子は、(i) 約 3 4 m² / g から約 4 6 m² / g の窒素表面積 (N 2 S A) お

よび約 115 ml / 100 g から約 127 ml / 100 g のフタル酸ジブチル (DBP) 吸収、または (i i) 約 30 m² / g から約 50 m² / g の N2SA および約 111 ml / 100 g から約 131 ml / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子は、約 0.03 % 以下の灰を含んでもよい。炭素粒子は、約 0.01 % 以下の灰を含んでもよい。炭素粒子は、約 1 ppm 以下の 325 メッシュグリットを含み得る。炭素粒子は、約 0.4 % 以下の酸素を含んでもよい。炭素粒子は、約 99 % 以上の炭素を含んでもよい。炭素粒子は、約 0.4 % 未満の水素を含んでもよい。炭素粒子は参考カーボンブラックよりも低い水素含有量を有し得る。炭素粒子は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0.5 ml (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 80 % の空気から水を吸着する親和性を有し得る。相対湿度 80 % の空気から水を吸着する親和性は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0.05 ml 未満の水である場合がある。炭素粒子は、約 0 ~ 約 8 mJ / m² の水拡散圧力 (WSP) を有し得る。WSP は約 5 mJ / m² 未満である場合がある。炭素粒子は約 0.5 μmol / m² 以下の総表面酸基含有量を有し得る。

10

【0008】

本開示は、例えば、(i) 約 15 平方メートル / グラム (m² / g) 以上の窒素表面積 (N2SA) および (ii) 約 5 ppm 未満の硫黄を有する炭素粒子も提供する。N2SA は約 23 m² / g から約 35 m² / g であってよく、フタル酸ジブチル (DBP) 吸収が約 59 ml / 100 g から約 71 ml / 100 g であってもよい。炭素粒子は、約 1 重量 ppm 未満の硫黄を含んでもよい。N2SA は約 300 m² / g 以下であり得る。炭素粒子は、約 0.4 % 以下の酸素を含んでもよい。炭素粒子は、約 99 % 以上の炭素を含んでもよい。炭素粒子は、約 0.4 % 未満の水素を含んでもよい。炭素粒子は、参考カーボンブラックよりも低い水素含有量を有し得る。炭素粒子は炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0.5 ml (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 80 % の空気から水を吸着する親和性を有し得る。相対湿度 80 % の空気から水を吸着する親和性は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0.05 ml 未満の水であることがある。炭素粒子は、約 0 ~ 約 8 mJ / m² の水拡散圧力 (WSP) を有し得る。WSP は約 5 mJ / m² 未満である場合がある。炭素粒子は、約 0.5 μmol / m² 以下の総表面酸基含有量を有し得る。ゴムは炭素粒子を含んでもよい。タイヤはゴムを含んでもよい。塗料は炭素粒子を含んでもよい。コーティングは炭素粒子を含んでもよい。エラストマー複合体は炭素粒子を含んでもよい。ポリマーは炭素粒子を含んでもよい。インクは炭素粒子を含んでもよい。

20

【0009】

本開示はまた、例えば、粒子を生成するためのシステムであって、1 または複数の材料の流れの中の少なくとも 1 つの材料の流れを電気的に加熱する熱発生器、1 または複数の材料の流れの少なくとも 1 つから硫黄不純物を除去するフィルタ、および 1 または複数の材料の流れから粒子を生成する反応器を含むシステムを提供する。粒子は炭素粒子を含んでもよい。炭素粒子はカーボンブラックを含んでもよい。粒子は約 0.3 % 未満の硫黄を含んでもよい。粒子は、約 50 百万分率 (ppm) 未満の硫黄を含んでもよい。粒子は、約 10 ppm 未満の硫黄を含んでもよい。粒子は、約 5 ppm 未満の硫黄を含んでもよい。粒子は、約 1 ppm 未満の硫黄を含んでもよい。1 または複数の材料の流れが原料流を含んでいてもよく、フィルタが原料流から硫黄不純物を除去し得る。フィルタは、原料注入器に連結されてもよい。フィルタは、原料注入器の入口に連結されてもよい。粒子は、約 15 平方メートル / グラム (m² / g) 以上の窒素表面積 (N2SA) を有していてもよく、約 5 重量 ppm 未満の硫黄を含んでもよい。熱発生器はプラズマ発生器であってよい。

30

【0010】

本開示はまた、例えば、ラジエーターホース、自動車用押出成形品、中電圧電力ケーブルのケーブルフラッディング / 絶縁、またはシールであるポリマー製品であって、(a) 純度が約 0.05 % 未満の灰、および約 5 ppm 未満の 325 メッシュグリット、またはその組み合わせ；約 3.0 ナノメートル (nm) より大きい格子定数 (Lc)；グラファイトの 002 ピークの格子間隔 (d002) が約 0.35 nm 未満；(b) 炭素粒子の圧

40

50

縮されたフタル酸ジブチル(C D B P)吸収の約 1 . 3 倍以下のフタル酸ジブチル(D B P)吸収；(c) 約 1 5 m² / g (平方メートル / グラム) から約 3 0 0 m² / g の表面積；および、純度が約 0 . 0 5 % 未満の灰、約 5 p p m 未満の 3 2 5 メッシュグリット、またはそれらの組み合わせ、または(d)窒素表面積(N 2 S A)が 1 グラム当たり約 1 5 平方メートル(m² / g)以上で、硫黄が約 5 p p m 未満を有する炭素粒子を含むポリマー製品を提供する。D B P は C D B P の約 1 . 1 倍以下であってもよい。炭素粒子は、約 1 重量 p p m 以下の 3 2 5 メッシュグリットを含むことができる。炭素粒子は、約 1 0 m² / g から約 3 0 m² / g の窒素表面積(N 2 S A)および約 7 0 m l / 1 0 0 g から約 1 2 0 m l / 1 0 0 g の構造を有していてもよく、参照カーボンブラックを備えるポリマー製品と比較すると、(i) 加工性の向上または改善、(i i) 成形性の向上または改善、(i i i) 電気抵抗率の増加、(i v) 分散の強化または改善、(v) 押出の強化または改善、および / または(v i) 生強度の増加を有していてもよい。N 2 S A は、約 1 5 m² / g から約 2 0 m² / g であってもよく、構造は、約 8 0 m l / 1 0 0 g から約 1 0 0 m l / 1 0 0 g であってもよい。ポリマー製品はラジエーターホースである場合がある。炭素粒子は、約 1 7 m² / g から約 5 1 m² / g の窒素表面積(N 2 S A)および約 1 0 8 m l / 1 0 0 g から約 1 3 3 m l / 1 0 0 g の構造を有していてもよく、参照カーボンブラックを備えるポリマー製品と比較すると、(i) 表面の欠陥 / 欠陥の減少、(i i) 虹色の減少、(i i i) 尺法安定性の向上または改善、(i v) 分散の向上または改善、(v) 押出特性の向上または改善、(v) 押出平滑性の向上または改善、および / または(v i) 生強度の向上を有し得る。N 2 S A は、約 2 0 m² / g から約 5 0 m² / g あり得、構造は、約 1 1 0 m l / 1 0 0 g から約 1 3 0 m l / 1 0 0 g あり得る。ポリマー製品は自動車の押出成形品であってもよい。炭素粒子は、約 3 0 m² / g から約 5 0 m² / g の窒素表面積(N 2 S A)および約 1 1 1 m l / 1 0 0 g 以上の構造を有していてもよく、参照カーボンブラックを備えるポリマー製品と比較すると、(i) 加工性の向上または改善、(i i) 剥離の向上または改善、(i i i) 清浄度の向上、(i v) 導電率の向上、(v) 分散の向上または改善、および / または(v i) ケーブル寿命の向上または改善を有し得る。N 2 S A は約 3 0 m² / g から約 5 0 m² / g あり得、構造は約 1 5 0 m l / 1 0 0 g 以上あり得る。ポリマー製品は、中電圧電力ケーブルのケーブルフラッディング / 絶縁物である可能性がある。炭素粒子は、約 2 m² / g から約 5 0 m² / g の窒素表面積(N 2 S A)および約 3 3 m l / 1 0 0 g から約 1 3 1 m l / 1 0 0 g の構造を有していてもよく、参照カーボンブラックを備えるポリマー製品と比較して、(i) 熟成物理特性の向上または改善、および / または(i i) 屈曲サイクルおよび亀裂発生に対する耐性によって測定される動的能力の向上または改善を有し得る。N 2 S A は、約 2 0 m² / g から約 4 0 m² / g あり得、構造は、約 4 5 m l / 1 0 0 g から約 9 5 m l / 1 0 0 g あり得る。ポリマー製品はシールであってもよい。ポリマー製品は E P D M ゴムを含んでもよい。炭素粒子は、約 0 . 4 % 以下の酸素を含んでもよい。炭素粒子は、約 9 9 % 以上の炭素を含んでもよい。炭素粒子は、約 0 . 4 % 未満の水素を含んでもよい。炭素粒子は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 5 m l (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性を有し得る。相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 0 5 m l 未満の水である場合がある。炭素粒子は、約 0 ~ 約 8 m J / m² の水拡散圧力(W S P)を有し得る。W S P は約 5 m J / m² 未満である場合がある。炭素粒子は約 0 . 5 μ m o l / m² 以下の総表面酸基含有量を有し得る。

【 0 0 1 1 】

本開示はまた、例えば、成形されるポリマー製品であって、(a) 純度が約 0 . 0 5 % 未満の灰、および約 5 p p m 未満の 3 2 5 メッシュグリット、またはその組み合わせ；約 3 . 0 ナノメートル(n m)より大きい格子定数(L_c)；グラファイトの 0 0 2 ピークの格子間隔(d 0 0 2)が約 0 . 3 5 n m 未満；(b) 炭素粒子の圧縮されたフタル酸ジブチル(C D B P)吸収の約 1 . 3 倍以下のフタル酸ジブチル(D B P)吸収；(c) 約 1 5 m² / g (平方メートル / グラム) から約 3 0 0 m² / g の表面積；および、純度が

10

20

30

40

50

約 0 . 0 5 % 未満の灰、約 5 p p m 未満の 3 2 5 メッシュグリット、またはそれらの組み合わせ、または (d) 室素表面積 (N 2 S A) が 1 グラム当たり約 1 5 平方メートル (m² / g) 以上で、硫黄が約 5 p p m 未満を有する炭素粒子を含むポリマー製品を提供する。炭素粒子は、約 2 m² / g から約 5 0 m² / g の室素表面積 (N 2 S A) および約 3 3 m l / 1 0 0 g から約 1 3 1 m l / 1 0 0 g の構造を有していてもよく、参照カーボンブラックを備えるポリマー製品と比較して、(i) 強化されたまたは改善された金型流動性、(i i) 長い金型寿命、(i i i) 研磨化合物の量の減少、(i v) 動的環境での長い寿命、(v) 龜裂の発生が少ないと、および / または (v i) 破損が少ないと有し得る。N 2 S A は、約 2 2 m² / g から約 4 5 m² / g であり得、構造は、約 4 2 m l / 1 0 0 g から約 1 0 0 m l / 1 0 0 g であり得る。炭素粒子は、約 0 . 4 % 以下の酸素を含んでもよい。炭素粒子は、約 9 9 % 以上の炭素を含んでもよい。炭素粒子は、約 0 . 4 % 未満の水素を含んでもよい。炭素粒子は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 5 m l (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性を有し得る。相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 0 5 m l 未満の水である場合がある。炭素粒子は、約 0 ~ 約 8 m J / m² の水拡散圧力 (W S P) を有し得る。W S P は約 5 m J / m² 未満である場合がある。炭素粒子は約 0 . 5 μ m o l / m² 以下の総表面酸基含有量を有し得る。

10

【 0 0 1 2 】

本開示はまた、例えば、ラジエーターホース、自動車用押出成形品、中電圧電力ケーブルのケーブルフラッディング / 絶縁、またはシールであるポリマー製品であって、3 . 0 n m を超える L_c の炭素粒子を含むポリマー製品を提供する。炭素粒子は、約 0 . 3 重量 % 未満の硫黄を含んでもよい。炭素粒子は、約 0 . 1 重量 % 未満の硫黄を含んでもよい。炭素粒子は、約 5 0 重量 p p m 未満の硫黄を含んでもよい。炭素粒子は、約 1 0 重量 p p m 以下 の硫黄を含んでもよい。炭素粒子は、約 1 重量 p p m 未満の硫黄を含んでもよい。炭素粒子は、約 0 . 0 3 重量 % 以下の灰を含んでもよい。炭素粒子は、約 0 . 0 1 重量 % 以下の灰を含んでもよい。炭素粒子は、約 5 重量 p p m 以下の 3 2 5 メッシュグリットを含んでもよい。D B P と C D B P の比は、参照カーボンブラックの D B P と C D B P の比の約 9 5 % 以下であり得る。L_c は約 4 n m より大きくてよい。炭素粒子はカーボンブラック粒子であってもよい。炭素粒子は、約 0 . 3 5 n m 未満の d 0 0 2 を有し得る。炭素粒子は、約 0 . 4 重量 % 以下の酸素を含んでもよい。炭素粒子は、約 0 . 4 重量 % 未満の水素を含んでもよい。炭素粒子は炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 5 m l (ミリリットル) 未満の水を含む相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性を有し得る。相対湿度 8 0 % の空気から水を吸着する親和性は、炭素粒子の表面積 1 平方メートル当たり約 0 . 0 5 m l 未満の水であることがある。炭素粒子は、約 0 ~ 約 8 m J / m² の水拡散圧力 (W S P) を有し得る。W S P は約 5 m J / m² 未満である場合がある。炭素粒子は、約 0 . 5 μ m o l / m² 以下の総表面酸基含有量を有し得る。ポリマー製品は E P D M ゴムを含んでもよい。

20

30

【 0 0 1 3 】

これらおよび追加の実施形態について、以下でさらに説明する。

40

【 0 0 1 4 】

本発明の新規な特徴は、添付の特許請求の範囲に詳細に記載されている。本発明の特徴および利点のより良い理解は、本発明の原理が利用される例示的な実施形態を説明する以下の詳細な説明、および添付の図面 (本明細書では「 F i g (図) 」や「 F i g s (図) 」とも) を参照することによって得られる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】システムの例の概略図を示す。

【 図 2 】反応器 / 装置の例の概略図を示す。

【 図 3 】反応器 / 装置の別の例の概略図を示す。

【 図 4 】反応器 / 装置の別の例の概略図を示す。

50

【図5】プロセスの例の概略図を示す。

【図6】反応器／装置の例の概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本明細書に示される詳細は、例としてのものであり、本発明の様々な実施形態の例示的な説明のみを目的とするものであり、本発明の原理および概念的側面の最も有用かつ容易に理解される説明であると考えられるものを提供するという理由で提示されている。これに関して、本発明の基本的な理解に必要なものよりも詳細に本発明の詳細を示す試みは行われず、本発明のいくつかの形態が実際にどのように具体化され得るかは当業者に明らかになる。

10

【0017】

ここで、より詳細な実施形態を参照することにより、本発明を説明する。しかし、本発明は、異なる形態で実施されてもよく、本明細書に記載された実施形態に限定されると解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施形態は、この開示が徹底的かつ完全であり、本発明の範囲を当業者に完全に伝えるように提供されている。

20

【0018】

特に定義がない限り、本明細書で使用されるすべての専門用語および科学用語は、本発明が属する技術分野の当業者によって一般に理解されるのと同じ意味を有する。本明細書の本発明の説明で使用される用語は、特定の実施形態のみを説明するためのものであり、本発明を限定することを意図するものではない。本発明の説明および添付の特許請求の範囲で使用されるように、単数形「a」、「a n」、および「t h e」は、文脈がそうでないことを明確に示さない限り、複数形も含むことを意図している。本明細書で言及されたすべての刊行物、特許出願、特許、および他の参考文献は、その全体が参考として明示的に援用される。

30

【0019】

特に明記しない限り、本明細書および特許請求の範囲で使用される成分の量、反応条件などを表すすべての数字は、「約」という用語によってすべての場合に変更されると理解されるべきである。したがって、反対に示されない限り、以下の明細書および添付の特許請求の範囲に示される数値パラメータは、本発明によって得られることが求められる所望の特性に応じて変わり得る近似値である。少なくとも、各数値パラメータは、特許請求の範囲に対する均等論の適用を制限する試みとしてではなく、有効桁数と通常の丸めのアプローチに照らして解釈されるべきである。

30

【0020】

本発明の広い範囲を説明する数値範囲およびパラメータは近似値であるにもかかわらず、特定の実施例に記載されている数値は可能な限り正確に報告されている。ただし、いずれの数値にも、それぞれのテスト測定で見つかった標準偏差から必然的に生じる特定の過誤が、本質的に含まれている。本明細書を通して与えられるすべての数値範囲は、そのようなより狭い数値範囲がすべて本明細書で明示的に書かれているかのように、そのようなより広い数値範囲内に入るより狭い数値範囲をすべて含む。

40

【0021】

本発明のさらなる利点は、一部は以下の説明に記載され、一部はその説明から明らかであるか、本発明の実施により知ることができる。前述の一般的な説明および以下の詳細な説明の両方は例示的および説明的なものにすぎず、特許請求の範囲に記載の本発明を限定するものではないことを理解されたい。本発明の異なる態様は、個別に、集合的に、または互いに組み合わせて理解できることを理解されたい。

【0022】

本開示は、化学変化に影響を及ぼすためのシステムおよび方法を提供する。本明細書で説明されるシステムおよび方法は、電気エネルギーを使用して化学変化に影響を与える。そのような化学的变化に影響を及ぼすことは、本開示のシステムおよび方法を使用して粒子（例えば、カーボンブラックなどの炭素粒子）を作成することを含み得る。本書に記

50

載されている化学変化は、炭化水素含有材料を炭素粒子（例えば、カーボンブラック）に変換するために使用される原材料に関連しない、または密接に繋がってはいないエネルギーを使用して、（例えば主に、実質的に、全体的に、または少なくとも部分的に）影響を受ける可能性がある。本明細書のシステムおよび方法を使用して実施されるプロセスは、生態学的および効率の観点から非常に有望である可能性がある。例えば、カーボンブラックの場合、本明細書に記載のプロセスは、既存のファーネスプロセスよりも約10分の1から約5分の1少ないCO₂を放出する可能性がある。本書で説明するプロセスはクリーンなものであり、生成されるカーボンブラック1トンごとに数十キログラムのNO_xとSO_xを伴うファーネスプロセスのCO₂数トンに比べて、局所的なゼロに近いCO₂とSO_xを放出し得る。本明細書のシステムおよび方法は、既存のファーネスプロセスに取って代わり、気体または液体燃料を固体炭素に変換する（例えば、固体炭素および水素）ための、より効率的でコスト削減および/または汚染の少ないプロセスを提供し得る。

【0023】

本開示の炭素粒子は、一次粒子（本明細書では「炭素一次粒子」とも称される）であつてもよい。本開示の炭素粒子は、凝集体であつてもよい（本明細書では「炭素粒子凝集体」や「粒子凝集体」とも称される）。凝集体は、2つ以上（例えば、複数）の一次粒子を含み得る。炭素粒子という用語は、一次粒子、凝集体、または両方を示し得る（例えば、一次粒子と凝集体が両方とも粒子）。本明細書で使用される粒子という用語は、大きな粒子汚染の文脈で使用されない限り、炭素粒子を示し得る。1または複数の凝集体が凝集体（本明細書では「炭素粒子凝集体」および「粒子凝集体」とも）を形成し得る。凝集体は、ファンデルワールス力によって一緒に保持/維持された凝集体を含んでもよい。炭素粒子という用語は、凝集体という用語と交換可能に使用でき、またはいくつかの文脈では、凝集体を示すために使用できる。本明細書の炭素粒子のいずれかの説明は、少なくともいくつかの構成では炭素粒子凝集体に等しく適用されることがあり、逆もまた同様である（例えば、脱気に関して）。

【0024】

本開示の炭素粒子は、微粒子を含み得る。微粒子は、少なくとも1つの寸法が100ナノメートル(nm)未満の粒子である。微粒子は、走査型電子顕微鏡または透過型電子顕微鏡を介して最大寸法で測定した場合の平均サイズが約5マイクロメートル(ミクロン)より小さい粒子（例えば、凝集体）であり得る。微粒子は、体積等価球が（例えば、約）1ミクロンから（例えば、約）5ミクロンの直径（例えば、「等価球直径」および「体積等価球直径」）を有する粒子であり得る（例えば、液体の変位が、粒子当たり1ミクロンから5ミクロンの球に相当する）。微粒子は、DLSによって判定されるサイズ（例えば、流体力学的直径）が（例えば、約）2ミクロンから（例えば、約）10ミクロンであり得る粒子であり得る。炭素粒子は、球形および/または橢円形の微細な炭素粒子を含んでもよい。球形または橢円形の粒子は、単一の粒子を意味する場合があり、ドウの房または房状のものと類似した方法で互いにくついている複数の粒子を意味する場合もある。カーボンブラックは、このタイプの微細な炭素粒子の例となり得る。炭素粒子は、少数の層グラフェン(FLG)を含み得る。これは、グラフェンの2つ以上の層を有し、平坦または実質的に平坦であると最も良く説明される形状を有する粒子を含み得る。炭素粒子は、実質的に円盤状であつてもよい。炭素粒子は、カーボンナノ粒子を含み得る。カーボンナノ粒子は、例えば、90%以上の炭素であり、（例えば約）5平方メートル/グラム(m²/g)、10m²/gまたは15m²/gより大きい表面積を有し、それに相当する体積の球体が、（例えば約）1ミクロン未満である（例えば、液体の変位は、粒子当たり1ミクロン以下の球体に相当する）直径を有する任意の粒子を含んでいてよい。カーボンナノ粒子は、例えば、90%以上の炭素であり、（例えば約）5平方メートル/グラム(m²/g)、10m²/gまたは15m²/gより大きい表面積を有し、それに対してDLSによって判定されるサイズ（例えば、流体力学的直径）が、（例えば、約）2ミクロン未満であり得る任意の粒子を含んでいてよい。これは、非限定的な例として、針、チューブ、プレート、ディスク、ボウル、コーン、集合ディスク、少数層グラフェン(FLG)

10

20

30

40

50

)、橿円、集合橿円、球、および集合球（例えば、カーボンブラック）を含む多くの異なる形状が含むことができる。カーボンナノ粒子はまた、これらの粒子形状を複数含んでもよい。カーボンナノ粒子は、これらの粒子形状のうちの1または複数を別々に含んでもよい（例えば、第1の離散一次粒子は第1の（一次）粒子形状を有し、第2の離散一次粒子は第2の（一次）粒子形状）を有してもよく、それは第1の（一次）粒子形状および/または1つの離散一次粒子または凝集体と異なる（例えば、所与の離散一次粒子は、そのような粒子形状の組み合わせを有し得る）。例えば、カーボンナノ粒子は、複数のこれらの粒子形状を別々に、および1つの別個の粒子（例えば、一次粒子または凝集体）内に含んでもよい。カーボンナノ粒子の任意の所与のサンプルに含まれる粒子の少なくとも90%は、カーボンナノ粒子のこの定義の範囲内に収まり得る。

10

【0025】

本明細書のシステムおよび方法を使用して、改善された粒子（例えば、改善されたカーボンブラック粒子などの改善された炭素粒子）を生成することができる。そのような粒子は、本明細書では主に炭素粒子に関してまたは炭素粒子の文脈で説明され得るが、本開示の粒子は他のタイプの粒子を含み得る。本明細書に記載される炭素粒子は、例えば、塗料、コーティング、インク、および/またはタイヤ用のエラストマー複合体（例えば、ポリマーの充填剤として）に有利に使用することができる。本明細書に記載される炭素粒子は、本明細書の他の箇所でより詳細に記載されるように、例えば、工業用ゴムおよび/またはプラスチック用途に有利に使用され得る。例えば、本明細書に記載の炭素粒子は、ゴムおよび/またはプラスチック製品の充填剤として有利に使用することができる。炭素粒子は、例えば、カーボンブラック粒子を含んでもよい。炭素粒子は、炭素質顔料/着色剤を含んでもよい。

20

【0026】

本開示の1または複数の炭素粒子（例えば、改善された1または複数の炭素粒子、例えば改善された1または複数のカーボンブラック粒子）は、一連の特性を有し得る。本開示の1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載される特性の組み合わせを有し得る。いくつかの例では、粒子（例えば、カーボンブラック）は、（例えば、一段階プロセスで）作製された本明細書に記載の特性の1または複数（例えば、すべて）を有し得る。

【0027】

炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、所定の形状を備える場合がある。粒子は、所与の橿円体因子（本明細書では「橿円体因子」も）を有し得る。橿円因子は、長さに対して90度の角度で描かれた線で画定される、橿円の幅で割った橿円の最長寸法の長さであり得る。ファーネスブラックの一次粒子の橿円率は、通常1.0~1.3である。いくつかの例では、本明細書に記載の粒子は、橿円体因子が1.3より大きくなるように、より橿円体の形状を有していてもよい。橿円体因子は、例えば、約1以上、1.05、1.1、1.15、1.2、1.25、1.3、1.35、1.4、1.45、1.5、1.55、1.6、1.65、1.7、1.75、1.8、1.85、1.9、1.95、2、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9または3以上であってもよい。代替的または追加的に、橿円体因子は、例えば、約3、2.9、2.8、2.7、2.6、2.5、2.4、2.3、2.2、2.1、2、1.95、1.9、1.85、1.8、1.75、1.7、1.65、1.6、1.55、1.5、1.45、1.4、1.35、1.3、1.25、1.2、1.15、1.1、1.05または1以下であってもよい。炭素粒子は、本明細書に記載される1または複数の他の特性と組み合わせて、そのような形状を有し得る。

30

【0028】

1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、特定の1または複数のサイズまたは特定のサイズ分布を有している場合がある。炭素粒子は、例えば、約1ミクロンまたは700nm未満の体積相当球径であり得る。体積相当球径（例えば、TEMヒストグラムから1または複数の粒子/凝集体の体積を判定することにより得られる）は、例えば、約5ミクロン(μm)、4.5μm、4μm、3.5μm、3μ

40

50

m、2.5 μm、2.4 μm、2.3 μm、2.2 μm、2.1 μm、2 μm、1.9 μm、1.8 μm、1.7 μm、1.6 μm、1.5 μm、1.4 μm、1.3 μm、1.2 μm、1.1 μm、1 μm、0.95 μm、0.9 μm、0.85 μm、0.8 μm、0.75 μm、0.7 μm、0.65 μm、0.6 μm、0.55 μm、0.5 μm、0.45 μm、0.4 μm、0.35 μm、0.3 μm、0.25 μm、0.2 μm、0.15 μm、0.1 μm、90ナノメートル(nm)、80nm、70nm、60nm、50nm、40nm、30nm、20nm、10nmまたは5nm以下であり得る。代替的に、または追加的に、体積相当球径(例えば、TEMヒストグラムから1または複数の粒子/凝集体の体積を判定することにより得られる)は、例えば、約5nm、10nm、20nm、30nm、40nm、50nm、60nm、70nm、80nm、90nm、0.1 μm、0.15 μm、0.2 μm、0.25 μm、0.3 μm、0.35 μm、0.4 μm、0.45 μm、0.5 μm、0.55 μm、0.6 μm、0.65 μm、0.7 μm、0.75 μm、0.8 μm、0.85 μm、0.9 μm、1 μm、1.2 μm、1.3 μm、1.4 μm、1.5 μm、1.6 μm、1.7 μm、1.8 μm、1.9 μm、2 μm、2.1 μm、2.2 μm、2.3 μm、2.4 μm、2.5 μm、3 μm、3.5 μm、4 μm、4.5 μm、5 μm以上であり得る。粒度は、例えば、動的光散乱(DLS)を使用して分析できる。DLSが提供するサイズ測定は、TEMが提供するサイズ測定と異なる場合がある。TEMによるサイズ測定は、球相当直径の体積である場合がある。DLSによるサイズ測定は、流体力学的直径である場合がある。DLSは、流体力学的半径に基づいて粒度を測定するために使用できる。これは、粒子が無限に高速で回転している場合に切り出された半径に対応し得る。Z平均粒度は、粒子の流体力学的直径である場合がある。Z平均粒度は、3次元(流体力学的直径)の凝集体(例えば、粒子凝集体)の最大直径である場合がある。DLS分析は、強度および/または体積基準の粒度分布を提供する場合がある。例えば、DLSを使用して、強度測定基準のサイズを提供できる。強度基準のサイズは、体積基準のサイズよりも小さい場合がある。体積によるサイズは、場合によっては、強度基準のサイズの測定に基づいている場合がある。サイズ(例えば、強度基準の、および/または体積基準の)は、例えば、約5nm、10nm、15nm、20nm、25nm、30nm、35nm、40nm、45nm、50nm、75nm、100nm、105nm、110nm、113nm、115nm、120nm、125nm、150nm、175nm、200nm、205nm、210nm、213nm、216nm、220nm、225nm、230nm、235nm、240nm、245nm、247nm、250nm、255nm、260nm、265nm、270nm、275nm、280nm、281nm、285nm、290nm、295nm、300nm、303nm、305nm、310nm、312nm、315nm、320nm、323nm、325nm、328nm、330nm、332nm、333nm、335nm、340nm、345nm、350nm、355nm、360nm、370nm、380nm、390nm、403nm、410nm、420nm、430nm、440nm、450nm、460nm、470nm、480nm、490nm、500nm、550nm、600nm、650nm、700nm、750nm、800nm、850nm、900nm、950nm、1000nm、1500nm、2000nm、2500nm、3000nm、3500nm、4000nm、4500nm、5000nm、5500nm、6000nm、6500nm、7000nm、7500nm、8000nm、8500nm、9000nm、9500nmまたは10 μm以上であってもよい。代替的または追加的に、サイズ(例えば、強度基準のおよび/または体積基準の)は、例えば、約10 μm、9500nm、9000nm、8500nm、8000nm、7500nm、7000nm、6500nm、6000nm、5500nm、5000nm、4900nm、4800nm、4700nm、4600nm、4500nm、4400nm、4300nm、4200nm、4100nm、4030nm、3900nm

n m、3 8 0 n m、3 7 0 n m、3 6 0 n m、3 5 5 n m、3 5 0 n m、3 4 5 n m、3 4 0 n m、3 3 5 n m、3 3 3 n m、3 3 2 n m、3 3 0 n m、3 2 8 n m、3 2 5 n m、3 2 3 n m、3 2 0 n m、3 1 5 n m、3 1 2 n m、3 1 0 n m、3 0 5 n m、3 0 3 n m、3 0 0 n m、2 9 5 n m、2 9 0 n m、2 8 5 n m、2 8 1 n m、2 8 0 n m、2 7 5 n m、2 7 0 n m、2 6 5 n m、2 6 0 n m、2 5 5 n m、2 5 0 n m、2 4 7 n m、2 4 5 n m、2 4 0 n m、2 3 5 n m、2 3 0 n m、2 2 5 n m、2 2 0 n m、2 1 6 n m、2 1 3 n m、2 1 0 n m、2 0 5 n m、2 0 0 n m、1 7 5 n m、1 5 0 n m、1 2 5 n m、1 2 0 n m、1 1 5 n m、1 1 3 n m、1 1 0 n m、1 0 5 n m、1 0 0 n m、7 5 n m、5 0 n m、4 5 n m、4 0 n m、3 5 n m、3 0 n m、2 5 n m、2 0 n m、1 5 n m、1 0 n m、または5 n m以下であってもよい。粒子は、D L S 分析により提供される1または複数の多分散指数と組み合わせて、そのようなサイズを有し得る。ポリ分散指数は、例えば、約0、0.005、0.010、0.025、0.050、0.075、0.100、0.120、0.140、0.160、0.180、0.200、0.205、0.211、0.215、0.221、0.225、0.230、0.234、0.240、0.245、0.250、0.275、0.3、0.35、0.4、0.45または0.5以上であってもよい。代替的または追加的に、ポリ分散指数は、例えば、約0.5、0.45、0.4、0.35、0.3、0.275、0.250、0.245、0.240、0.234、0.230、0.225、0.221、0.215、0.211、0.205、0.200、0.180、0.160、0.140、0.120、0.100、0.075、0.050、0.025、0.010または0.005以下であってもよい。いくつかの例において、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）と実質的に同じ粒度分布を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、参照炭素粒子（参照カーボンブラックなど）よりも低い（例えば、少なくとも約1%、2%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%または99%低い）ポリ分散インデックスを有することができ、参照カーボン粒子よりも密な凝集体サイズ分布に対応する。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、参照炭素粒子（参照カーボンブラックなど）よりも高い（例えば、少なくとも約1%、2%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%または99%高い）ポリ分散インデックスを有することができ、参照カーボン粒子よりも広い凝集体サイズ分布に対応する。例では、約 $23\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $35\text{ m}^2/\text{g}$ のN 2 S Aおよび約 $59\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $71\text{ m}1/100\text{ g}$ のD B P、または約 $19\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $39\text{ m}^2/\text{g}$ のN 2 S A、および約 $55\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $75\text{ m}1/100\text{ g}$ のD B P（例えば、約 $31\text{ m}^2/\text{g}$ のN 2 S Aおよび約 $65\text{ m}1/100\text{ g}$ のD B P）を有する本開示による炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約216 n mの強度基準のサイズ、約328 n mの体積基準のサイズ、および約0.211の多分散指数を有する。別の例では、約 $29\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $41\text{ m}^2/\text{g}$ のN 2 S Aおよび約 $84\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $96\text{ m}1/100\text{ g}$ のD B P、または約 $25\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $45\text{ m}^2/\text{g}$ のN 2 S Aおよび約 $80\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $100\text{ m}1/100\text{ g}$ のD B P（例えば、約 $33\text{ m}^2/\text{g}$ のN 2 S Aおよび約 $85\text{ m}1/100\text{ g}$ のD B P）を有する本開示による炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約265 n mの強度基準のサイズ、約403 n mの体積基準のサイズ、および約0.221の多分散指数を有し得る。炭素粒子は、本明細書に記載される1または複数の他の特性と組み合わせて、そのようなサイズを有し得る。

【0 0 2 9】

1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、所定の密度を備える場合がある。密度は真密度である場合がある。真密度は、例えばヘリウム（H e）比重瓶で測定できる。真密度は、例えば、A S T M D 7 8 5 4（例えば、A S T M D 7 8 5 4 - 1 6）に従って測定することができる。いくつかの例では、本明細書に記載の1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、（

10

20

30

40

50

例えば、約 2 . 1 g / cm³ 以上の真密度を有し得る。ファーネスブラックの真密度は、通常 1 . 8 ~ 1 . 9 g / cm³ である。本明細書に記載の 1 または複数の炭素粒子（例えば、1 または複数のカーボンブラック粒子）の真密度は、例えば、約 1 . 5 g / cm³、1 . 6 g / cm³、1 . 7 g / cm³、1 . 75 g / cm³、1 . 8 g / cm³、1 . 85 g / cm³、1 . 9 g / cm³、1 . 95 g / cm³、2 g / cm³、2 . 05 g / cm³、2 . 1 g / cm³、2 . 15 g / cm³、2 . 2 g / cm³、2 . 25 g / cm³、2 . 3 g / cm³、2 . 35 g / cm³、2 . 4 g / cm³、2 . 45 g / cm³、2 . 5 g / cm³、2 . 6 g / cm³、2 . 7 g / cm³、2 . 8 g / cm³、2 . 9 g / cm³ または 3 g / cm³ 以上であってもよい。代替的または追加的に、本明細書に記載の 1 または複数の炭素粒子（例えば、1 または複数のカーボンブラック粒子）の真密度は、例えば、約 3 g / cm³、2 . 9 g / cm³、2 . 8 g / cm³、2 . 7 g / cm³、2 . 6 g / cm³、2 . 5 g / cm³、2 . 45 g / cm³、2 . 4 g / cm³、2 . 35 g / cm³、2 . 3 g / cm³、2 . 25 g / cm³、2 . 2 g / cm³、2 . 15 g / cm³、2 . 1 g / cm³、2 . 05 g / cm³、2 g / cm³、1 . 95 g / cm³、1 . 9 g / cm³、1 . 85 g / cm³、1 . 8 g / cm³、1 . 75 g / cm³、1 . 7 g / cm³、1 . 6 g / cm³ または 1 . 5 g / cm³、またはそれ以下であってもよい。本明細書に記載の 1 または複数の炭素粒子（例えば、1 または複数のカーボンブラック粒子）の真密度は、参照炭素粒子（参照カーボンブラックなど）の真密度より、例えば約 0 %、1 %、5 %、10 %、15 %、20 %、25 %、30 %、35 %、40 %、45 %、50 %、55 %、60 %、65 %、70 %、75 %、80 %、85 %、90 %、95 %、または 100 % 以上大きくてもよい。代替的または追加的に、本明細書に記載の 1 または複数の炭素粒子（例えば、1 または複数のカーボンブラック粒子）の真密度は、参照炭素粒子（参照カーボンブラックなど）の真密度より、例えば、約 100 %、95 %、90 %、85 %、80 %、75 %、70 %、65 %、60 %、55 %、50 %、45 %、40 %、35 %、30 %、25 %、20 %、15 %、10 %、5 % または 1 % 以下であってもよい。いくつかの例において、1 または複数の炭素粒子（例えば、1 または複数のカーボンブラック粒子）は、ファーネスブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）と比較して、そのようなより大きな真密度を有し得る。炭素粒子は、本明細書に記載される 1 または複数の他の特性と組み合わせて、そのような真密度を有し得る。

【0030】

1 または複数の炭素粒子（例えば、1 または複数のカーボンブラック粒子）は、所定の結晶化度を有していてもよい。結晶化度は、L_a および / または L_c で表すことができる。ここで、L_a は、粉末回折 X 線結晶学で測定したグラファイト結晶の a b 面の結晶ドメインのサイズであり、L_c はグラフェンシートの厚さまたはカーボン一次粒子内（例えば、カーボンブラック一次粒子内）のグラファイトドメインの c 軸の長さである。炭素粒子（例えば、カーボンナノ粒子）の結晶化度は、例えば、X 線結晶回折測定（XRD）を介して測定され得る。XRD は、（例えばカーボンブラックの）粉末 XRD 分析などであり得る。例えば、Cu K アルファ放射線は、40 kV（キロボルト）の電圧および 44 mA（ミリアンペア）の電流で使用され得る。スキャンレートは、2 シータが 12 ~ 90 度の場合、1 . 3 度 / 分であってよい。グラファイトの 002 ピークは、シェラーの方程式を使用して分析し、L_c（格子定数（本明細書では「結晶化度」）とも）および d002（グラファイトの 002 ピークの格子間隔）の値を取得できる。L_c 値が大きいほど、結晶化度が高くなり得る。より小さな格子間隔（d002）値は、より高い結晶化度またはよりグラファイトに似た格子構造に対応し得る。例えば 0 . 36 nm 以上の大きな格子間隔（d002）は、ターボ層状炭素（例えば、ファーネスプロセスで生成されたカーボンブラックサンプルで一般的）を示し得る。いくつかの例では、結晶化度は、L_a または L_c に関して約 1 nm より大きく、約 4 nm より大きく、または約 3 nm から約 20 nm であり得る。L_a および / または L_c は、例えば、約 0 . 1 nm、0 . 5 nm、1 nm、1 . 1 nm、1 . 2 nm、1 . 3 nm、1 . 4 nm、1 . 5 nm、1 . 6 nm、1 . 7 nm、1 . 8 nm、1 . 9 nm、2 nm、2 . 1 nm、2 . 2 nm、2 . 3 nm、2 . 4 nm

10

20

30

40

50

、2.5 nm、2.6 nm、2.7 nm、2.8 nm、2.9 nm、3 nm、3.1 nm
 、3.2 nm、3.3 nm、3.4 nm、3.5 nm、4 nm、4.5 nm、5 nm、5
 .5 nm、6 nm、6.1 nm、6.2 nm、6.3 nm、6.4 nm、6.5 nm、6
 .6 nm、6.7 nm、6.8 nm、6.9 nm、7 nm、7.1 nm、7.2 nm、7
 .3 nm、7.4 nm、7.5 nm、7.6 nm、7.7 nm、7.8 nm、7.9 nm
 、8 nm、8.1 nm、8.2 nm、8.3 nm、8.4 nm、8.5 nm、8.6 nm
 、8.7 nm、8.8 nm、8.9 nm、9 nm、9.1 nm、9.2 nm、9.3 nm
 、9.4 nm、9.5 nm、9.6 nm、9.7 nm、9.8 nm、9.9 nm、10 nm
 m、10.1 nm、10.2 nm、10.3 nm、10.4 nm、10.5 nm、10.
 6 nm、10.7 nm、10.8 nm、10.9 nm、11 nm、11.1 nm、11.
 2 nm、11.3 nm、11.4 nm、11.5 nm、11.6 nm、11.7 nm、1
 1.8 nm、11.9 nm、12 nm、12.1 nm、12.2 nm、12.3 nm、1
 2.4 nm、12.5 nm、12.6 nm、12.7 nm、12.8 nm、12.9 nm
 、13 nm、13.1 nm、13.2 nm、13.3 nm、13.4 nm、13.5 nm
 、13.6 nm、13.7 nm、13.8 nm、13.9 nm、14 nm、14.5 nm
 、15 nm、15.5 nm、16 nm、16.5 nm、17 nm、17.5 nm、18 n
 m、18.5 nm、19 nm、19.5 nmまたは20 nm以上であってもよい。代替的
 または追加的に、L_aおよび/またはL_cは、例えば、約20 nm、19.5 nm、19
 nm、18.5 nm、18 nm、17.5 nm、17 nm、16.5 nm、16 nm、1
 5.5 nm、15 nm、14.5 nm、14 nm、13.9 nm、13.8 nm、13.
 7 nm、13.6 nm、13.5 nm、13.4 nm、13.3 nm、13.2 nm、1
 3.1 nm、13 nm、12.9 nm、12.8 nm、12.7 nm、12.6 nm、1
 2.5 nm、12.4 nm、12.3 nm、12.2 nm、12.1 nm、12 nm、1
 1.9 nm、11.8 nm、11.7 nm、11.6 nm、11.5 nm、11.4 nm
 、11.3 nm、11.2 nm、11.1 nm、11 nm、10.9 nm、10.8 nm
 、10.7 nm、10.6 nm、10.5 nm、10.4 nm、10.3 nm、10.2
 nm、10.1 nm、10 nm、9.9 nm、9.8 nm、9.7 nm、9.6 nm、9
 .5 nm、9.4 nm、9.3 nm、9.2 nm、9.1 nm、9 nm、8.9 nm、8
 .8 nm、8.7 nm、8.6 nm、8.5 nm、8.4 nm、8.3 nm、8.2 nm
 、8.1 nm、8 nm、7.9 nm、7.8 nm、7.7 nm、7.6 nm、7.5 nm
 、7.4 nm、7.3 nm、7.2 nm、7.1 nm、7 nm、6.9 nm、6.8 nm
 、6.7 nm、6.6 nm、6.5 nm、6.4 nm、6.3 nm、6.2 nm、6.1
 nm、6 nm、5.5 nm、5 nm、4.5 nm、4 nm、3.5 nm、3.4 n 2.7
 nm、m、3.3 nm、3.2 nm、3.1 nm、3 nm、2.9 nm、2.8 nm、2
 .6 nm、2.5 nm、2.4 nm、2.3 nm、2.2 nm、2.1 nm、2 nm、1
 .9 nm、1.8 nm、1.7 nm、1.6 nmまたは1.5 nm以下であってもよい。
 d002は、例えば、約0.5 nm、0.49 nm、0.48 nm、0.47 nm、0.
 46 nm、0.45 nm、0.44 nm、0.43 nm、0.42 nm、0.41 nm、
 0.4 nm、0.395 nm、0.39 nm、0.385 nm、0.38 nm、0.37
 5 nm、0.37 nm、0.369 nm、0.368 nm、0.367 nm、0.366
 nm、0.365 nm、0.364 nm、0.363 nm、0.362 nm、0.361
 nm、0.360 nm、0.359 nm、0.358 nm、0.357 nm、0.356
 nm、0.355 nm、0.354 nm、0.353 nm、0.352 nm、0.351
 nm、0.350 nm、0.349 nm、0.348 nm、0.347 nm、0.346
 nm、0.345 nm、0.344 nm、0.343 nm、0.342 nm、0.341
 nm、0.340 nm、0.339 nm、0.338 nm、0.337 nm、0.336
 nm、0.335 nm、0.334 nm、0.333 nmまたは0.332 nm以下であ
 ってもよい。代替的または追加的に、d002は、例えば、約0.332 nm、0.33
 3 nm、0.334 nm、0.335 nm、0.336 nm、0.337 nm、0.33
 8 nm、0.339 nm、0.340 nm、0.341 nm、0.342 nm、0.34
 50

3 nm、0.344 nm、0.345 nm、0.346 nm、0.347 nm、0.34
 8 nm、0.349 nm、0.350 nm、0.351 nm、0.352 nm、0.35
 3 nm、0.354 nm、0.355 nm、0.356 nm、0.357 nm、0.35
 8 nm、0.359 nm、0.360 nm、0.361 nm、0.362 nm、0.36
 3 nm、0.364 nm、0.365 nm、0.366 nm、0.367 nm、0.36
 8 nm、0.369 nm、0.37 nm、0.375 nm、0.38 nm、0.385 nm、0.39 nm、0.395 nm、0.4 nm、0.41 nm、0.42 nm、0.43 nm、0.44 nm、0.45 nm、0.46 nm、0.47 nm、0.48 nmまたは0.49 nm以上であってもよい。いくつかの例では、1または複数の炭素粒子は、約3.0ナノメートル(nm)より大きいL_c、および/または約0.35 nm未満のd002を有し得る。いくつかの例では、生成された粒子は、3.5 nmを超えるL_cおよび約0.36 nm未満のd002を有し得る。いくつかの例では、1または複数の炭素粒子は、約4.0 nmを超えるL_cおよび/または約0.35 nmまたは3.6 nm未満のd002を有し得る。1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせてそのような結晶性を有してもよい。

【0031】

1または複数の炭素粒子(カーボンブラック粒子など)は、所定の表面機能を備える場合がある。例えば、1または複数の炭素粒子は、所定の(表面)親水性含有量、所定の水素含有量、および/または他の表面特性を有し得る。

【0032】

1または複数の炭素粒子(例えば、1または複数のカーボンブラック粒子)は、所定の(表面)親水性含有量を有し得る。親水性の特性は、例えば、ガス吸着分析(例えば、ガス吸着とそれに続く水拡散圧力を判定するためのデータの統合)から導き出すことができる。表面(例えば、親水性)含有量は、例えば、水を吸着する親和性の観点で、水拡散圧力(WSP)の観点で、および/または他の測定基準(例えば、ベーム滴定)により表され得る。WSPは、相対湿度(RH)が0から80%の相対湿度まで経時的に徐々に増加し、WSP(%)が式

【数1】

$$\pi^e = RT/A \int_0^{P_0} H_2O (\text{モル/g}) d \ln P$$

【0033】

に従って求められる制御された雰囲気での質量増加を測定することにより判定できる。式中、Rは気体定数、Tは温度、AはサンプルのN₂表面積(SA)(ASTM D6556)、H₂Oは様々なRHで炭素表面に吸着した水の量、Pは大気中の水の分圧、P₀は飽和圧力である。平衡吸着は、様々な個別のRHで測定でき、その後、曲線下の面積を測定してWSPの値を得ることができる。サンプルは、Micromeriticsの3F1e×システムを使用して25℃で測定できる。統合される領域は、0から飽和圧力まであり得る。dは、dの後にある増分単位で積分する、つまり、圧力の変化する自然対数で積分するという通常の表示を有することができる。例えば、米国特許第8,501,148号明細書('COATING COMPOSITION INCORPORATING A LOW STRUCTURE CARBON BLACK AND DEVICES FORMED THEREWITH')を参照されたい。これは、参考により本明細書に完全に組み込まれる。いくつかの例では、例えば、相対湿度80%の雰囲気から水を吸着する親和性によって記述される、炭素粒子(例えば、改良されたカーボンブラック)の表面の親水性含有量は、(例えば、カーボンブラックの)表面積のm²(平方メートル)ごとに0.05~0.5 mJ/(ミリリットル)未満の水であってよい。いくつかの例では、本明細書に記載のプロセスで作製された炭素粒子(例えば、改善されたカーボンブラック)のWSPは、約0~約8 mJ/m²であり得る。これは、約5~約20 mJ/m²である。

m^2 のファーネス製カーボンブラックの一般的な範囲よりも低くなっている。いくつかの例では、本明細書に記載のプロセスで作製された炭素粒子の WSP は、約 5 mJ/m^2 未満であり得る。相対湿度 80 % の雰囲気から水を吸着する親和性は、例えば、約 1 mJ/m^2 、 0.9 mJ/m^2 、 0.8 mJ/m^2 、 0.7 mJ/m^2 、 0.6 mJ/m^2 、 0.5 mJ/m^2 、 0.45 mJ/m^2 、 0.4 mJ/m^2 、 0.35 mJ/m^2 、 0.3 mJ/m^2 、 0.25 mJ/m^2 、 0.2 mJ/m^2 、 0.15 mJ/m^2 、 0.1 mJ/m^2 、 0.05 mJ/m^2 、 0.01 mJ/m^2 または 0.005 mJ/m^2 以下であり得る。代替的または追加的に、相対湿度 80 % の雰囲気から水を吸着する親和性は、例えば、約 0.005 mJ/m^2 、 0.01 mJ/m^2 、 0.05 mJ/m^2 、 0.1 mJ/m^2 、 0.15 mJ/m^2 、 0.2 mJ/m^2 、 0.25 mJ/m^2 、 0.3 mJ/m^2 、 0.35 mJ/m^2 、 0.4 mJ/m^2 、 0.45 mJ/m^2 、 0.5 mJ/m^2 、 0.6 mJ/m^2 、 0.7 mJ/m^2 、 0.8 mJ/m^2 、 0.9 mJ/m^2 または 1 mJ/m^2 以上であり得る。WSP は、例えば、約 40 mJ/m^2 、 35 mJ/m^2 、 30 mJ/m^2 、 29 mJ/m^2 、 28 mJ/m^2 、 27 mJ/m^2 、 26 mJ/m^2 、 25 mJ/m^2 、 24 mJ/m^2 、 23 mJ/m^2 、 22 mJ/m^2 、 21 mJ/m^2 、 20 mJ/m^2 、 19 mJ/m^2 、 18 mJ/m^2 、 17 mJ/m^2 、 16 mJ/m^2 、 15 mJ/m^2 、 14 mJ/m^2 、 13 mJ/m^2 、 12 mJ/m^2 、 11 mJ/m^2 、 10 mJ/m^2 、 9 mJ/m^2 、 8 mJ/m^2 、 7 mJ/m^2 、 6 mJ/m^2 、 5 mJ/m^2 、 4.5 mJ/m^2 、 4 mJ/m^2 、 3.5 mJ/m^2 、 3 mJ/m^2 、 2.5 mJ/m^2 、 2 mJ/m^2 、 1.5 mJ/m^2 、 1 mJ/m^2 、 0.5 mJ/m^2 または 0.25 mJ/m^2 以下であり得る。代替的または追加的に、WSP は、例えば、約 0 mJ/m^2 、 0.25 mJ/m^2 、 0.5 mJ/m^2 、 1 mJ/m^2 、 1.5 mJ/m^2 、 2 mJ/m^2 、 2.5 mJ/m^2 、 3 mJ/m^2 、 3.5 mJ/m^2 、 4 mJ/m^2 、 4.5 mJ/m^2 、 5 mJ/m^2 、 6 mJ/m^2 、 7 mJ/m^2 、 8 mJ/m^2 、 9 mJ/m^2 、 10 mJ/m^2 、 11 mJ/m^2 、 12 mJ/m^2 、 13 mJ/m^2 、 14 mJ/m^2 、 15 mJ/m^2 、 16 mJ/m^2 、 17 mJ/m^2 、 18 mJ/m^2 、 19 mJ/m^2 、 20 mJ/m^2 、 21 mJ/m^2 、 22 mJ/m^2 、 23 mJ/m^2 、 24 mJ/m^2 、 25 mJ/m^2 、 26 mJ/m^2 、 27 mJ/m^2 、 28 mJ/m^2 、 29 mJ/m^2 、 30 mJ/m^2 、 35 mJ/m^2 または 40 mJ/m^2 以上であり得る。炭素粒子は、本明細書に記載の 1 または複数の他の特性と組み合わせて、そのような親水性含有量を有し得る。
。

【0034】

表面の機能に関する情報を取得する別の方法は、Boehm によって文書化された滴定を実行することであってもよい。例えば、Boehm, H P 「Some Aspects of Surface Chemistry of Carbon Blacks and Other Carbons」, Carbon, 1994, page 759 を参照されたい。これは、参照により本明細書に完全に組み込まれる。WSP は、炭素粒子（カーボンブラックなど）の一般的な親水性を測定するのに適したパラメータであり得る。しかし、WSP は、場合によっては熱相脱着 (TPD) 、X線光電子分光法 (XPS) 、または滴定法（例えばベーム滴定）で測定できるようには、表面の官能基の比率を提供しない場合がある。

【0035】

1 または複数の炭素粒子（例えば、1 または複数のカーボンブラック粒子）は、所定の表面酸基含有量を有し得る。酸性基の含有量は、例えば、官能基のベーム滴定を使用して判定することができる。ベーム滴定は、炭素粒子の表面（カーボンブラックの表面など）を塩基性溶液にさらすことで実現できる。次に、塩基性溶液を酸性化し、強塩基性溶液で逆滴定することができる。いくつかの例では、総表面酸基含有量は、約 $0.5 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ 以下であり得る。表面酸基含有量（例えば、総計の酸、強酸および / または弱酸の含有量）は、例えば、約 $5 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $4 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $3 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $2 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.5 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.4 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.3 \mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 1

10

20

30

40

50

.2 μmol/m²、1.189 μmol/m²、1.1 μmol/m²、1 μmol/m²、0.095 μmol/m²、0.9 μmol/m²、0.863 μmol/m²、0.8 μmol/m²、0.767 μmol/m²、0.7 μmol/m²、0.6 μmol/m²、0.5 μmol/m²、0.424 μmol/m²、0.4 μmol/m²、0.375 μmol/m²、0.3 μmol/m²、0.2 μmol/m²、0.1 μmol/m²、0.05 μmol/m²または0.01 μmol/m²以下であり得る。代替的または追加的に、表面酸基含有量（例えば、総計の酸、強酸および／または弱酸の含有量）は、例えば、約0 μmol/m²、0.01 μmol/m²、0.05 μmol/m²、0.1 μmol/m²、0.2 μmol/m²、0.3 μmol/m²、0.375 μmol/m²、0.4 μmol/m²、0.424 μmol/m²、0.5 μmol/m²、0.6 μmol/m²、0.7 μmol/m²、0.767 μmol/m²、0.8 μmol/m²、0.863 μmol/m²、0.9 μmol/m²、0.095 μmol/m²、1 μmol/m²、1.1 μmol/m²、1.189 μmol/m²、1.2 μmol/m²、1.3 μmol/m²、1.4 μmol/m²、1.5 μmol/m²、2 μmol/m²、3 μmol/m²または4 μmol/m²以上であり得る。¹⁰ 酸性基は弱酸性基（例えば、フェノール、キノンなど）であってもよい。強酸性基は、存在していても、存在しなくてもよい（例えば、強酸性基は実質的に存在しなくてもよい）。

【0036】

1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、所定の水分含有量を有し得る。水分含有量は、例えば、ASTM D1509に従って測定されてもよい。水分含有量は、例えば、約0.5%未満であってもよい。水分含有量（例えば、重量基準）は、例えば、約5%、4.5%、4%、3.5%、3%、2.8%、2.6%、2.4%、2.2%、2%、1.95%、1.9%、1.85%、1.8%、1.7%、1.7%、1.65%、1.6%、1.55%、1.5%、1.45%、1.4%、1.35%、1.3%、1.25%、1.2%、1.15%、1.1%、1%、0.9%、0.9%、0.87%、0.85%、0.8%、0.75%、0.7%、0.68%、0.65%、0.6%、0.58%、0.56%、0.54%、0.52%、0.5%、0.48%、0.46%、0.44%、0.42%、0.4%、0.38%、0.36%、0.34%、0.32%、0.3%、0.29%、0.28%、0.26%、0.24%、0.23%、0.22%、0.21%、0.2%、0.19%、0.18%、0.17%、0.16%、0.15%、0.14%、0.13%、0.12%、0.11%、0.1%、0.05%、0.01%または0.005%以下であり得る。²⁰ 代替的または追加的に、水分含有量（重量基準）は、例えば、約0%、0.005%、0.01%、0.05%、0.1%、0.11%、0.12%、0.13%、0.14%、0.15%、0.16%、0.17%、0.18%、0.19%、0.2%、0.21%、0.22%、0.23%、0.24%、0.26%、0.28%、0.29%、0.3%、0.32%、0.34%、0.36%、0.38%、0.4%、0.42%、0.44%、0.46%、0.48%、0.5%、0.52%、0.54%、0.56%、0.58%、0.6%、0.65%、0.68%、0.7%、0.75%、0.8%、0.85%、0.87%、0.9%、1.1%、1.15%、1.2%、1.25%、1.3%、1.35%、1.4%、1.45%、1.5%、1.55%、1.6%、1.65%、1.7%、1.75%、1.8%、1.85%、1.9%、1.95%、2%、2.2%、2.4%、2.6%、2.8%、3%、3.5%、4%または4.5%以上であり得る。³⁰ 1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせて、そのような水分含有量を有し得る。

【0037】

1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、所定の酸素含有量を有し得る。いくつかの例では、酸素含有量は、生成時に約0.2重量%未満の酸素、または約0.4重量%以下の酸素であり得る。酸素含有量（例えば、全サンプル⁴⁰

の割合としておよび／または酸素の重量基準)は、例えば、約25%、20%、15%、10%、8%、6%、5%、4.5%、4%、3.5%、3%、2.8%、2.6%、2.4%、2.2%、2%、1.95%、1.9%、1.85%、1.8%、1.75%、1.7%、1.65%、1.6%、1.55%、1.5%、1.45%、1.4%、1.35%、1.3%、1.25%、1.2%、1.15%、1.1%、1%、0.95%、0.9%、0.87%、0.85%、0.8%、0.75%、0.7%、0.68%、0.65%、0.6%、0.58%、0.56%、0.54%、0.52%、0.5%、0.48%、0.46%、0.44%、0.42%、0.4%、0.38%、0.36%、0.34%、0.32%、0.3%、0.29%、0.28%、0.26%、0.24%、0.23%、0.22%、0.21%、0.2%、0.19%、0.18%、0.17%、0.16%、0.15%、0.14%、0.13%、0.12%、0.11%、0.1%、0.05%、0.01%または0.005%以下であり得る。代替的または追加的に、酸素含有量(例えば、全サンプルの割合としておよび／または酸素の重量基準)は、例えば、約0%、0.005%、0.01%、0.05%、0.1%、0.11%、0.12%、0.13%、0.14%、0.15%、0.16%、0.17%、0.18%、0.19%、0.2%、0.21%、0.22%、0.23%、0.24%、0.26%、0.28%、0.29%、0.3%、0.32%、0.34%、0.36%、0.38%、0.4%、0.42%、0.44%、0.46%、0.48%、0.5%、0.52%、0.54%、0.56%、0.58%、0.6%、0.65%、0.68%、0.7%、0.75%、0.8%、0.85%、0.9%、0.95%、1%、1.1%、1.15%、1.2%、1.25%、1.3%、1.35%、1.4%、1.45%、1.5%、1.55%、1.6%、1.65%、1.7%、1.75%、1.8%、1.85%、1.9%、1.95%、2%、2.2%、2.4%、2.6%、2.8%、3%、3.5%、4%、4.5%、5%、6%、8%、10%、15%、または20%以上であり得る。1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせて、そのような酸素含有量を有し得る。

【0038】

1または複数の炭素粒子(例えば、1または複数のカーボンブラック粒子)は、所定の水素含有量を有し得る。水素含有量は、例えば、生成時に約0.4重量%未満、または約0.2重量%以下の水素であり得る。水素含有量(例えば、全サンプルの割合および／または生成されるときの重量基準)は、例えば、約5%、4%、3%、2%、1%、0.9%、0.9%、0.85%、0.8%、0.75%、0.7%、0.65%、0.6%、0.55%、0.5%、0.45%、0.4%、0.39%、0.38%、0.37%、0.36%、0.35%、0.34%、0.33%、0.32%、0.31%、0.3%、0.29%、0.28%、0.27%、0.26%、0.25%、0.24%、0.23%、0.22%、0.21%、0.2%、0.19%、0.18%、0.17%、0.16%、0.15%、0.14%、0.13%、0.12%、0.11%、0.1%、0.09%、0.08%、0.07%、0.06%、0.05%、0.04%、0.03%、0.02%、0.01%、0.005%または0.001%以下であり得る。代替的または追加的に、水素含有量(例えば、全サンプルの割合および／または生成されるときの重量基準)は、例えば、約0%、0.001%、0.005%、0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%、0.07%、0.08%、0.09%、0.1%、0.11%、0.12%、0.13%、0.14%、0.15%、0.16%、0.17%、0.18%、0.19%、0.2%、0.21%、0.22%、0.23%、0.24%、0.25%、0.26%、0.27%、0.28%、0.29%、0.3%、0.31%、0.32%、0.33%、0.34%、0.35%、0.36%、0.37%、0.38%、0.39%、0.4%、0.45%、0.5%、0.55%、0.6%、0.65%、0.7%、0.75%、0.8%、0.85%、0.9%、0.95%、1%、2%、3%、4%、または5%以上であり得る。1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせて、そのような水素含

10

20

30

40

50

有量を有し得る。

【0039】

いくつかの例では、本開示の1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、約0から約5mJ/m²の間のWSPを有し、約0.4重量%未満の水素、および約0.5重量%未満の酸素を含み得る。

【0040】

1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、所定の硫黄含有量を有し得る。硫黄含有量は、例えば、生成時に重量で約0.3%、50ppm、10ppm、5ppm、または1ppm以下の硫黄であってもよい。硫黄含有量（例えば、全サンプルの割合および/または生成されるときの重量基準）は、例えば、約5%、4%、3.5%、3%、2.9%、2.8%、2.7%、2.6%、2.5%、2.4%、2.3%、2.2%、2.1%、2%、1.95%、1.9%、1.85%、1.8%、1.75%、1.7%、1.65%、1.6%、1.57%、1.55%、1.5%、1.45%、1.4%、1.35%、1.3%、1.25%、1.2%、1.15%、1.1%、1.05%、1%、0.95%、0.9%、0.85%、0.8%、0.75%、0.7%、0.65%、0.6%、0.55%、0.5%、0.45%、0.4%、0.39%、0.38%、0.37%、0.36%、0.35%、0.34%、0.33%、0.32%、0.31%、0.3%、0.29%、0.28%、0.27%、0.26%、0.25%、0.24%、0.23%、0.22%、0.21%、0.2%、0.19%、0.18%、0.17%、0.16%、0.15%、0.14%、0.13%、0.12%、0.11%、0.1%、0.09%、0.08%、0.07%、0.06%、0.05%、0.04%、0.03%、0.02%、0.01%、50ppm、45ppm、40ppm、35ppm、30ppm、25ppm、20ppm、15ppm、10ppm、5ppm、1ppm、0.5ppmまたは0.1ppm以下であり得る。代替的または追加的に、硫黄含有量（例えば、全サンプルの割合および/または生成されるときの重量基準）は、例えば、約0ppm、0.1ppm、0.5ppm、1ppm、5ppm、10ppm、15ppm、20ppm、25ppm、30ppm、35ppm、40ppm、45ppm、50ppm、0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%、0.07%、0.08%、0.09%、0.1%、0.11%、0.12%、0.13%、0.14%、0.15%、0.16%、0.17%、0.18%、0.19%、0.2%、0.21%、0.22%、0.23%、0.24%、0.25%、0.26%、0.27%、0.28%、0.29%、0.3%、0.31%、0.32%、0.33%、0.34%、0.35%、0.36%、0.37%、0.38%、0.39%、0.4%、0.45%、0.5%、0.55%、0.6%、0.65%、0.7%、0.75%、0.8%、0.85%、0.9%、0.95%、1%、1.05%、1.1%、1.15%、1.2%、1.25%、1.3%、1.35%、1.4%、1.45%、1.5%、1.55%、1.6%、1.65%、1.7%、1.75%、1.8%、1.85%、1.9%、1.95%、2%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3%、3.5%または4%以上であり得る。1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせて、そのような硫黄含有量を有し得る。

【0041】

1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、所定の窒素含有量を有し得る。窒素含有量（例えば、全サンプルの割合および/または生成されるときの重量基準）は、例えば、約5%、4%、3.5%、3%、2.9%、2.8%、2.7%、2.6%、2.5%、2.4%、2.3%、2.2%、2.1%、2%、1.95%、1.9%、1.85%、1.8%、1.75%、1.7%、1.65%、1.6%、1.57%、1.55%、1.5%、1.45%、1.4%、1.4%、1.35%、1.3%、1.25%、1.2%、1.15%、1.1%、1.05%、1%、0.95%、0.9%、0.85%、0.8%、0.75%、0.7%、0.65%、0.6%、0.6%、0.55%、0.5%、0.45%、0.4%、0.39%、0.38%、0.37%、0.36%、0.35%、0.34%、0.33%、0.32%、0.31%、0.3%、0.29%、0.28%、0.27%、0.26%、0.25%、0.24%、0.23%、0.22%、0.21%、0.2%、0.19%、0.18%、0.17%、0.16%、0.15%、0.14%、0.13%、0.12%、0.11%、0.1%、0.09%、0.08%、0.07%、0.06%、0.05%、0.04%、0.03%、0.02%、0.01%、50ppm、45ppm、40ppm、35ppm、30ppm、25ppm、20ppm、15ppm、10ppm、5ppm、1ppm、0.5ppmまたは0.1ppm以下であり得る。

%、0.5%、0.45%、0.4%、0.39%、0.38%、0.37%、0.36%、0.35%、0.34%、0.33%、0.32%、0.31%、0.3%、0.29%、0.28%、0.27%、0.26%、0.25%、0.24%、0.23%、0.22%、0.21%、0.2%、0.19%、0.18%、0.17%、0.16%、0.15%、0.14%、0.13%、0.12%、0.11%、0.1%、0.09%、0.08%、0.07%、0.06%、0.05%、0.04%、0.03%、0.02%、0.01%、0.005%または0.001%以下であり得る。代替的または追加的に、窒素含有量(例えば、全サンプルの割合および/または生成されるときの重量基準)は、例えば、約0%、0.001%、0.005%、0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%、0.07%、0.08%、0.09%、0.1%、0.11%、0.12%、0.13%、0.14%、0.15%、0.16%、0.17%、0.18%、0.19%、0.2%、0.21%、0.22%、0.23%、0.24%、0.25%、0.26%、0.27%、0.28%、0.29%、0.3%、0.31%、0.32%、0.33%、0.34%、0.35%、0.36%、0.37%、0.38%、0.39%、0.4%、0.45%、0.5%、0.55%、0.6%、0.65%、0.7%、0.75%、0.8%、0.85%、0.9%、0.95%、1%、1.05%、1.1%、1.15%、1.2%、1.25%、1.3%、1.35%、1.4%、1.45%、1.5%、1.55%、1.57%、1.6%、1.65%、1.7%、1.75%、1.8%、1.85%、1.9%、1.95%、2%、2.1%、2.2%、2.3%、2.4%、2.5%、2.6%、2.7%、2.8%、2.9%、3%、3.5%、4%または5%以上であり得る。1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせて、そのような窒素含有量を有してもよい。

【0042】

1または複数の炭素粒子(例えば、1または複数のカーボンブラック粒子)は、所定の炭素含有量を有し得る。いくつかの例では、炭素含有量は、生成時約99重量%以上の炭素であり得る。炭素含有量(例えば、全サンプルの割合および/または生成されるときの重量基準)は、例えば、約50%、75%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、95.1%、95.2%、95.3%、95.4%、95.5%、95.6%、95.7%、95.8%、95.9%、96%、96.1%、96.2%、96.3%、96.4%、96.5%、96.6%、96.7%、96.8%、96.9%、97%、97.1%、97.2%、97.3%、97.4%、97.5%、97.6%、97.7%、97.8%、97.9%、98%、98.1%、98.2%、98.3%、98.4%、98.5%、98.6%、98.7%、98.8%、98.9%、99%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%、99.9%または99.99%以上であり得る。代替的または追加的に、炭素含有量(例えば、全サンプルの割合および/または生成されるときの重量基準)は、例えば、約100%、99.999%、99.99%、99.9%、99.8%、99.7%、99.6%、99.5%、99.4%、99.3%、99.2%、99.1%、99.0%または99.99%以上であり得る。1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載される1または複数の他の特性と組み合わせて、そのような炭素含有量を有し得る。

【0043】

元素分析は、例えばLecloによって製造されたデバイス(例えば、744および84

10

20

30

40

50

4シリーズの製品)を介して測定でき、結果はサンプル全体の割合(例えば、質量パーセント)として得ることができる。

【0044】

1または複数の炭素粒子(例えば、1または複数のカーボンブラック粒子)は、所定の表面積を有し得る。表面積は、例えば、窒素表面積(N2SA)(例えば、窒素ベースのブルナウアー・エメット・テラー(BET)表面積)および/または統計的厚さ比表面積(STSA)を示し得る。N2SA(本明細書では「NSA」とも)およびSTSAは、ASTM D6556(例えば、ASTM D6556-10)を介して測定され得る。いくつかの例では、一次粒子の内部にある細孔を除く表面積は、約10m²/g(平方メートル/グラム)から約300m²/gまであり得る。いくつかの例では、一次粒子の内部にある細孔を除く表面積は、約15m²/gから約300m²/gまであり得る。いくつかの例では、得られる炭素粒子(例えば、カーボンブラック)の窒素表面積および/またはSTSAは、15から150m²/gの間であり得る。本明細書に記載される表面積は、(内部)多孔性を除く表面積(例えば、一次粒子の内部にある細孔を除く、いずれかの内部の細孔による多孔性表面積を除く)を示し得る。サーマルブラック一次粒子の表面積は、通常13m²/g未満である。表面積(例えば、N2SAおよび/またはSTSA)は、例えば、約5m²/g、10m²/g、11m²/g、12m²/g、13m²/g、14m²/g、15m²/g、16m²/g、17m²/g、18m²/g、19m²/g、20m²/g、21m²/g、22m²/g、23m²/g、24m²/g、25m²/g、26m²/g、27m²/g、28m²/g、29m²/g、30m²/g、31m²/g、32m²/g、33m²/g、34m²/g、35m²/g、36m²/g、37m²/g、38m²/g、39m²/g、40m²/g、41m²/g、42m²/g、43m²/g、44m²/g、45m²/g、46m²/g、47m²/g、48m²/g、49m²/g、50m²/g、51m²/g、52m²/g、54m²/g、55m²/g、56m²/g、60m²/g、61m²/g、63m²/g、65m²/g、70m²/g、72m²/g、75m²/g、79m²/g、80m²/g、81m²/g、85m²/g、90m²/g、95m²/g、100m²/g、105m²/g、110m²/g、111m²/g、112m²/g、113m²/g、114m²/g、115m²/g、116m²/g、117m²/g、118m²/g、119m²/g、120m²/g、121m²/g、123m²/g、125m²/g、130m²/g、135m²/g、138m²/g、140m²/g、145m²/g、150m²/g、160m²/g、170m²/g、180m²/g、190m²/g、200m²/g、210m²/g、220m²/g、230m²/g、240m²/g、250m²/g、260m²/g、270m²/g、280m²/g、290m²/g、300m²/g、310m²/g、320m²/g、330m²/g、340m²/g、350m²/g、360m²/g、370m²/g、380m²/g、390m²/gまたは400m²/g以上であり得る。代替的または追加的に、表面積(例えば、N2SAおよび/またはSTSA)は、例えば、約400m²/g、390m²/g、380m²/g、370m²/g、360m²/g、350m²/g、340m²/g、330m²/g、320m²/g、310m²/g、300m²/g、290m²/g、280m²/g、270m²/g、260m²/g、250m²/g、240m²/g、230m²/g、220m²/g、210m²/g、200m²/g、190m²/g、180m²/g、170m²/g、160m²/g、150m²/g、145m²/g、140m²/g、138m²/g、135m²/g、130m²/g、125m²/g、123m²/g、121m²/g、120m²/g、119m²/g、118m²/g、117m²/g、116m²/g、115m²/g、114m²/g、113m²/g、112m²/g、111m²/g、110m²/g、105m²/g、100m²/g、95m²/g、90m²/g、85m²/g、81m²/g、80m²/g、79m²/g、75m²/g、72m²/g、70m²/g、65m²/g、63m²/g、61m²/g、60m²/g、56m²/g、55m²/g、54m²/g、52m²/g、51m²/g、50m²/g

m^2/g 、 $4.9\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.8\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.7\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.6\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.4\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.3\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.2\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.1\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.0\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.9\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.8\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.7\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.6\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.4\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.3\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.2\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.1\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.0\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.9\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.8\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.7\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.6\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.4\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.3\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.2\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.1\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.0\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.9\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.8\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.7\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.6\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.4\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.3\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.2\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.1\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.0\text{ m}^2/\text{g}$ または $5\text{ m}^2/\text{g}$ 以下であり得る。S T S AとN 2 S Aは異なる場合がある。差は、S T S A/N 2 S A比で表すことができる。S T S A/N 2 S A比は、例えば、約0.4、0.5、0.6、0.7、0.75、0.76、0.77、0.78、0.79、0.8、0.81、0.82、0.83、0.84、0.85、0.86、0.87、0.88、0.89、0.9、0.91、0.92、0.93、0.94、0.95、0.96、0.97、0.98、0.99、1.1.01、1.02、1.03、1.03、1.05、1.06、1.07、1.08、1.09、1.1、1.11、1.12、1.13、1.14、1.15、1.16、1.17、1.19、1.20、1.21、1.22、1.23、1.24、1.25、1.26、1.27、1.28、1.29、1.3、1.31、1.32、1.33、1.34、1.35、1.37、1.38、1.39、1.4、1.45、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、または2以上であり得る。代替的または追加的に、S T S A/N 2 S A比は、例えば、約2、1.9、1.8、1.7、1.6、1.5、1.45、1.4、1.39、1.38、1.37、1.36、1.35、1.34、1.33、1.32、1.31、1.3、1.29、1.28、1.27、1.26、1.25、1.24、1.23、1.22、1.21、1.2、1.19、1.18、1.17、1.16、1.15、1.14、1.13、1.12、1.11、1.1、1.09、1.08、1.07、1.06、1.05、1.04、1.03、1.02、1.01、1.0、0.99、0.98、0.97、0.96、0.95、0.94、0.93、0.92、0.91、0.9、0.89、0.88、0.87、0.86、0.85、0.84、0.83、0.82、0.81、0.8、0.79、0.78、0.77、0.76、0.75、0.7、0.6または0.5以下であり得る。いくつかの例では、表面積（例えば、N 2 S A）は、約 $2.3\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $3.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、約 $2.4\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $3.2\text{ m}^2/\text{g}$ 、約 $2.9\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $4.1\text{ m}^2/\text{g}$ 、約 $2.5\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $4.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、約 $3.4\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $4.6\text{ m}^2/\text{g}$ 、約 $3.0\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $5.0\text{ m}^2/\text{g}$ 、約 $1.5\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $2.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、または約 $1.0\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $3.0\text{ m}^2/\text{g}$ であってもよい。1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載される1または複数の他の特性と組み合わせて、そのような表面積を有し得る。

【0045】

炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、所定の構造を有していてもよい。構造は、フタル酸ジブチル（D B P）吸収に関して表現できる。これは、特定の質量の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）が指定された粘弾性目標トルクに到達する前に吸収できるD B Pの量を判定することにより、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の相対的な構造を測定する。カーボンブラックの場合、サーマルブラックは、全カーボンブラックの中でも最も低いD B P数（ $3.2 \sim 4.7\text{ m}1/100\text{ g}$ ）を有し、粒子の凝集または構造が非常に少ないことを示している。構造は、圧縮されたフタル酸ジブチル（C D B P）の吸収に関して表現できる。これは、特定の質量の押し碎かれた炭素粒子（例えば、カーボンブラック）が指定された粘弾性目標トルクに到達する前に吸収できるD B Pの量を判定することにより、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の相対的な構造を測定する。構造という用語は、D B Pおよび/またはC D B Pという用語と交換可能に使用されてもよい（例えば、高構造材料は高D B P値を有する）。本明細書に記載される構造は、ペレット化後の構造（例えば、ペレット化後のD B Pおよび/またはC D B P）を示し得る。D B Pの吸収（本明細書では「D B P」とも）は、A S T M D 2 4 1 4（例えば、A S T M D 2 4 1 4 - 1 2）に従って測定することができる。C D B Pの吸収（本明細書では「

10

20

30

40

50

C D B P」とも)は、A S T M D 3 4 9 3に従って測定することができる。いくつかの例では、D B Pは約32m l / 100gから約300m l / 100gであり得る。いくつかの例では、D B Pは、約59m l / 100gから約71m l / 100g、約55m l / 100gから約75m l / 100g、約84m l / 100gから約96m l / 100g、約80m l / 100gから約100m l / 100g、約115m l / 100gから約127m l / 100g、約111m l / 100gから約131m l / 100g、または約110m l / 100gから約130m l / 100gであり得る。D B Pおよび/またはC D B Pは、例えば、100グラム当たり約1ミリリットル(m l / 100g)、5m l / 100g、10m l / 100g、15m l / 100g、20m l / 100g、25m l / 100g、32m l / 100g、40m l / 100g、45m l / 100g、47m l / 100g、50m l / 100g、55m l / 100g、56m l / 100g、57m l / 100g、58m l / 100g、59m l / 100g、60m l / 100g、61m l / 100g、62m l / 100g、63m l / 100g、64m l / 100g、65m l / 100g、66m l / 100g、67m l / 100g、68m l / 100g、69m l / 100g、70m l / 100g、71m l / 100g、72m l / 100g、73m l / 100g、74m l / 100g、75m l / 100g、76m l / 100g、78m l / 100g、79m l / 100g、80m l / 100g、81m l / 100g、82m l / 100g、83m l / 100g、84m l / 100g、85m l / 100g、86m l / 100g、87m l / 100g、88m l / 100g、89m l / 100g、90m l / 100g、91m l / 100g、92m l / 100g、93m l / 100g、94m l / 100g、95m l / 100g、96m l / 100g、97m l / 100g、98m l / 100g、99m l / 100g、100m l / 100g、101m l / 100g、104m l / 100g、105m l / 100g、109m l / 100g、110m l / 100g、111m l / 100g、112m l / 100g、113m l / 100g、114m l / 100g、115m l / 100g、116m l / 100g、117m l / 100g、118m l / 100g、119m l / 100g、120m l / 100g、121m l / 100g、122m l / 100g、123m l / 100g、124m l / 100g、125m l / 100g、126m l / 100g、127m l / 100g、128m l / 100g、129m l / 100g、130m l / 100g、131m l / 100g、132m l / 100g、134m l / 100g、135m l / 100g、136m l / 100g、137m l / 100g、138m l / 100g、140m l / 100g、142m l / 100g、145m l / 100g、150m l / 100g、152m l / 100g、155m l / 100g、160m l / 100g、165m l / 100g、170m l / 100g、174m l / 100g、175m l / 100g、180m l / 100g、183m l / 100g、185m l / 100g、190m l / 100g、195m l / 100g、200m l / 100g、205m l / 100g、210m l / 100g、215m l / 100g、220m l / 100g、225m l / 100g、230m l / 100g、235m l / 100g、240m l / 100g、245m l / 100g、250m l / 100g、255m l / 100g、260m l / 100g、265m l / 100g、270m l / 100g、275m l / 100g、280m l / 100g、285m l / 100g、290m l / 100g、295m l / 100gまたは300m l / 100g以上であり得る。代替的または追加的に、D B Pおよび/またはC D B Pは、例えば、約300m l / 100g、295m l / 100g、290m l / 100g、285m l / 100g、280m l / 100g、275m l / 100g、270m l / 100g、265m l / 100g、260m l / 100g、255m l / 100g、245m l / 100g、240m l / 100g、235m l / 100g、230m l / 100g、225m l / 100g、220m l / 100g、215m l / 100g、210m l / 100g、205m l / 100g、200m l / 100g、195m l / 100g、190m l / 100g、185m l / 100g、183m l / 100g、180m l / 100g、175m l / 100g、174m l / 100g、170m l / 100g、165m l / 100g、160m l / 100g、155m l / 100g

100 g、152 ml / 100 g、150 ml / 100 g、145 ml / 100 g、14
 2 ml / 100 g、140 ml / 100 g、138 ml / 100 g、137 ml / 100
 g、136 ml / 100 g、135 ml / 100 g、134 ml / 100 g、132 ml
 / 100 g、131 ml / 100 g、130 ml / 100 g、129 ml / 100 g、1
 28 ml / 100 g、127 ml / 100 g、126 ml / 100 g、125 ml / 10
 0 g、124 ml / 100 g、123 ml / 100 g、122 ml / 100 g、121 m
 l / 100 g、120 ml / 100 g、119 ml / 100 g、118 ml / 100 g、
 117 ml / 100 g、116 ml / 100 g、115 ml / 100 g、114 ml / 1
 00 g、113 ml / 100 g、112 ml / 100 g、111 ml / 100 g、110
 ml / 100 g、109 ml / 100 g、105 ml / 100 g、104 ml / 100 g 10
 、101 ml / 100 g、100 ml / 100 g、99 ml / 100 g、98 ml / 10
 0 g、97 ml / 100 g、96 ml / 100 g、95 ml / 100 g、94 ml / 10
 0 g、93 ml / 100 g、92 ml / 100 g、91 ml / 100 g、90 ml / 10
 0 g、89 ml / 100 g、88 ml / 100 g、87 ml / 100 g、86 ml / 10
 0 g、85 ml / 100 g、84 ml / 100 g、83 ml / 100 g、82 ml / 10
 0 g、81 ml / 100 g、80 ml / 100 g、79 ml / 100 g、78 ml / 10
 0 g、76 ml / 100 g、75 ml / 100 g、74 ml / 100 g、73 ml / 10
 0 g、72 ml / 100 g、71 ml / 100 g、70 ml / 100 g、69 ml / 10
 0 g、68 ml / 100 g、67 ml / 100 g、66 ml / 100 g、65 ml / 10
 0 g、64 ml / 100 g、63 ml / 100 g、62 ml / 100 g、61 ml / 10 20
 0 g、60 ml / 100 g、59 ml / 100 g、58 ml / 100 g、57 ml / 10
 0 g、56 ml / 100 g、55 ml / 100 g、50 ml / 100 g、47 ml / 10
 0 g、45 ml / 100 g、40 ml / 100 g または 32 ml / 100 g 以下であり得
 る。DBP と CDBP は異なる場合がある（例えば、DBP は CDBP よりも大きい場合
 がある）。本明細書に記載の 1 または複数の炭素粒子（例えば、1 または複数のカーボン
 ブラック粒子）の DBP と CDBP との差は、参照炭素粒子（例えば、本明細書の他の場所に記載の参照カーボンブラック）よりも小さくてもよい。DBP は、典型的には、参照
 炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）に対して CDBP の 1.3 倍よりも大きい（すなわち、CDBP よりも 1.3 倍よりも大きい）。いくつかの例では、DBP と CDB
 P の違いは、本開示の 1 または複数の炭素粒子（例えば、1 または複数のカーボンブラック粒子）について小さい可能性がある。それは、本明細書の他の場所でより詳細に説明 30
 されているように、例えば、より高い結晶化度によるもの（例えば、結晶化度が高いと、より強力な 1 または複数の炭素粒子が可能になり、粉碎がより困難になり得る）、および
 / または他の要因によるものである。いくつかの例では、DBP は、CDBP より約 1% から 10%、1% から 15%、5% から 19%、1% から 20%、5% から 30%、または 5% から 35% より大きい場合がある。DBP の値は、例えば、約 2、1.9、1.8
 5、1.8、1.75、1.7、1.65、1.6、1.55、1.5、1.45、1.4、1.35、1.3、1.28、1.26、1.24、1.22、1.2、1.19、1.18、1.16、1.15、1.14、1.13、1.12、1.11、1.1、1
 .09、1.08、1.07、1.06、1.05、1.04、1.03、1.02、1.01、1.01 倍の CDBP 値以下であり得る。代替的または追加的に、DBP 値は、CDBP 値の例え 40
 ば約 1、1.01、1.02、1.03、1.04、1.05、1.06、1.07、1.08、1.09、1.1、1.11、1.12、1.13、1.14、1.15、1.16、1.17、1.18、1.19、1.2、1.22、1.24、1.26、1.28、1.3、1.35、1.40、1.45、1.5、1.55、1.6、1
 .65、1.7、1.75、1.8、1.85、1.9 または 2 倍以上であり得る。本明細書に記載の 1 または複数の炭素粒子（例えば、1 または複数のカーボンブラック粒子）の DBP 対 CDBP 比は、例えば、参照炭素粒子の（例えば、参照カーボンブラックの）DBP 対 CDBP 比の約 100%、99.9%、99%、98%、97%、96%、95%、94%、93%、92%、91%、90%、89%、88%、87%、86%、85% 50

%、84%、83%、82%、81%、80%、79%、78%、77%、76%、75%、74%、73%、72%、71%、70%、65%、60%、55%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、15%、10%、5%、または1%以下であり得る。代替的または追加的に、本明細書に記載の1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）のDBP対CDBPの比は、例えば、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）のDBPとCDBPの比率の、約0%、1%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%または99.9%以上であり得る。本明細書の他の場所でより詳細に説明するように、1または複数の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、そのような違いを有することができるが、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）が示す他の特性（例えば、表面積、DBP、DLSによる粒度、 L_c など）を有する場合がある。1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせてそのような構造を有してもよい。

【0046】

表面積（N₂SAなど）と構造（DBPなど）の値を使用して、炭素粒子（カーボンブラックなど）の特定のグレードを判定できる。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $29 \pm 6 \text{ m}^2 / \text{g}$ または約 $29 \pm 10 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SA、および約 $65 \pm 6 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または約 $65 \pm 10 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $23 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $35 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SAおよび約 $59 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $71 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBP、または約 $19 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $39 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SAおよび約 $55 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $75 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $35 \pm 6 \text{ m}^2 / \text{g}$ または約 $35 \pm 10 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SA、および約 $90 \pm 6 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または約 $90 \pm 10 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $29 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $41 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SAおよび約 $84 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $96 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBP、または約 $25 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $45 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SAおよび約 $80 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $100 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $40 \pm 6 \text{ m}^2 / \text{g}$ または約 $40 \pm 10 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SA、および約 $121 \pm 6 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または約 $121 \pm 10 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $34 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $46 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SAおよび約 $115 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $127 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBP、または約 $30 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $50 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SAおよび約 $111 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $131 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $20 \pm 5 \text{ m}^2 / \text{g}$ または約 $20 \pm 10 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SA、および約 $120 \pm 10 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $15 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $25 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SAおよび約 $110 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $130 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBP、または約 $10 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $30 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SAおよび約 $110 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $130 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $36 \pm 6 \text{ m}^2 / \text{g}$ または約 $36 \pm 10 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SA、および約 $122 \pm 6 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または約 $122 \pm 10 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $30 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $42 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SAおよび約 $116 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $128 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBP、または約 $26 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $46 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SAおよび約 $112 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $132 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $32 \pm 6 \text{ m}^2 / \text{g}$ または約 $32 \pm 10 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂SA、および約 $65 \pm 6 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または約 $65 \pm 10 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 $26 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $38 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN₂S

10

20

30

40

50

A および約 5 9 m¹ / 1 0 0 g から約 7 1 m¹ / 1 0 0 g の DBP、または約 2 2 m² / g から約 4 2 m² / g の N₂SA および約 5 5 m¹ / 1 0 0 g から約 7 5 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 3 0 ± 6 m² / g または約 3 0 ± 1 0 m² / g の N₂SA、および約 7 2 ± 6 m¹ / 1 0 0 g または約 7 2 ± 1 0 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 2 4 m² / g から約 3 6 m² / g の N₂SA および約 6 6 m¹ / 1 0 0 g から約 7 8 m¹ / 1 0 0 g の DBP、または約 2 0 m² / g から約 4 0 m² / g の N₂SA および約 6 2 m¹ / 1 0 0 g から約 8 2 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 8 ± 6 m² / g の N₂SA、および約 4 3 ± 6 m¹ / 1 0 0 g または約 4 3 ± 1 0 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 2 m² / g から約 1 4 m² / g の N₂SA、および約 3 7 m¹ / 1 0 0 g から約 4 9 m¹ / 1 0 0 g、または約 3 3 m¹ / 1 0 0 g から約 5 3 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有することができる。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 3 6 ± 6 m² / g または約 3 6 ± 1 0 m² / g の N₂SA、および約 1 2 2 ± 6 m¹ / 1 0 0 g または約 1 2 2 ± 1 0 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 3 0 m² / g から約 4 2 m² / g の N₂SA および約 1 1 6 m¹ / 1 0 0 g から約 1 2 8 m¹ / 1 0 0 g の DBP、または約 2 6 m² / g から約 4 6 m² / g の N₂SA および約 1 1 2 m¹ / 1 0 0 g から約 1 3 2 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 3 2 ± 6 m² / g または約 3 2 ± 1 0 m² / g の N₂SA、および約 6 5 ± 6 m¹ / 1 0 0 g または約 6 5 ± 1 0 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 2 6 m² / g から約 3 8 m² / g の N₂SA および約 5 9 m¹ / 1 0 0 g から約 7 1 m¹ / 1 0 0 g の DBP、または約 2 2 m² / g から約 4 2 m² / g の N₂SA および約 5 5 m¹ / 1 0 0 g から約 7 5 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 3 0 ± 6 m² / g または約 3 0 ± 1 0 m² / g の N₂SA、および約 7 2 ± 6 m¹ / 1 0 0 g または約 7 2 ± 1 0 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 2 4 m² / g から約 3 6 m² / g の N₂SA および約 6 6 m¹ / 1 0 0 g から約 7 8 m¹ / 1 0 0 g の DBP、または約 2 0 m² / g から約 4 0 m² / g の N₂SA および約 6 2 m¹ / 1 0 0 g から約 8 2 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 8 ± 6 m² / g の N₂SA、および約 4 3 ± 6 m¹ / 1 0 0 g または約 4 3 ± 1 0 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、約 2 m² / g から約 1 4 m² / g の N₂SA、および約 3 7 m¹ / 1 0 0 g から約 4 9 m¹ / 1 0 0 g、または約 3 3 m¹ / 1 0 0 g から約 5 3 m¹ / 1 0 0 g の DBP を有することができる。
10
20
30
40

【 0 0 4 7 】

いくつかの例において、本開示の改善された炭素粒子（例えば、改善されたカーボンブラック粒子）は、本明細書に記載された特性の少なくともサブセットの所定の組み合わせを有し得る。例えば、粒子は、1 . 3 より大きい楕円体因子、L_a または L_c について 1 nm より大きい、4 nm より大きい、または 3 nm から 20 nm の結晶化度、（例えばカーボンブラックの）表面積 1 m²（平方メートル）当たり 0 . 0 5 から 0 . 5 m¹（ミリリットル）未満の水分の表面の親水性含有量（例えば、相対湿度空気 80% から水を吸着する親和性によって記述）、約 0 . 4 % 未満の水素含有量、約 1 0 m² / g または 1 5 m² / g から約 3 0 0 m² / g までの表面積（例えば、一次粒子の内部にある細孔を除く）、約 3 2 m¹ / 1 0 0 g から約 3 0 0 m¹ / 1 0 0 g までの DBP またはその任意の組み合わせを有し得る。これらの特性の組み合わせにより、表面の酸基が支配的な既存のフェネスカーボンブラックとは異なるユニークな材料（カーボンブラックなど）が得られ、より高い水親和性が得られる。本明細書に記載されるプロセスのいくつかの例において、プロセスの水素環境の性質は、（粒子）表面でより多くの水素（例えば、より高い水素含50

有量)をもたらし得る。より高い水素含有量は、例えば、タイヤトレッドの耐摩耗性において有益であり得る。表面酸素基の欠如は、エラストマー複合材料のより速い混合時間とより速い硬化時間につながる可能性がある。1または複数の炭素粒子(例えば、カーボンブラック)の表面の酸素レベルが低い場合、同じ量の水素は、タイヤのトレッドやその他のエラストマーフィラー用途の能力に対して、より高い表面活性を示している可能性がある。

【0048】

1または複数の炭素粒子(例えば、1または複数のカーボンブラック粒子)は、所定の含有量の未反応多環芳香族炭化水素(PAH)(本明細書では「PAH含有量」とも)を有していてもよい。このような含有量は、場合によっては、トルエン抽出物の透過率(TOTE)で表すことができる。抽出物は、例えば、ASTM D1618(例えば、ASTM D1618-99)を使用して定量化できる。PAH含有量は、食品医薬品局(FDA)から入手できる「Determination of PAH Content of Carbon Black CFR 178.3297」の手順('22 PAH'手順としても知られる)で測定される、抽出可能な多環芳香族炭化水素の合計で表される場合がある。いくつかの例では、PAHの量(例えば、「Determination of PAH Content of PAH Content of Carbon Black CFR 178.3297」('22 PAH')手順で測定)は、約1%未満(例えば、質量)である場合がある。PAHの量(例えば、「Determination of PAH Content of Carbon Black CFR 178.3297」('22 PAH')手順で測定)は、例えば、約5%、4%、3%、2%、1%、0.9%、0.8%、0.7%、0.6%、0.5%、0.4%、0.3%、0.2%、0.1%、900 ppm、800 ppm、700 ppm、600 ppm、500 ppm、400 ppm、300 ppm、200 ppm、100 ppm、75 ppm、50 ppm、25 ppm、10 ppm、5 ppm、1 ppm、0.5 ppm、0.25 ppm、0.1 ppm、0.05 ppm、0.01 ppm、五十億分率(ppb)または1 ppb以下であり得る(例えば、質量基準)。代替的または追加的に、PAHの量(例えば、「Determination of PAH Content of Carbon Black CFR 178.3297」('22 PAH')手順で測定)は、例えば、約0 ppm、1 ppb、5 ppb、0.01 ppm、0.05 ppm、0.1 ppm、0.25 ppm、0.5 ppm、1 ppm、5 ppm、10 ppm、25 ppm、50 ppm、75 ppm、100 ppm、200 ppm、300 ppm、400 ppm、500 ppm、600 ppm、700 ppm、800 ppm、900 ppm、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1%、2%、3%または4%以上であり得る(例えば、質量基準)。トート(本明細書では「TOTE」とも)は、例えば、約50%、75%、80%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、91.5%、92%、92.5%、93%、93.5%、94%、94.5%、95%、95.5%、96%、96.5%、97%、97.5%、98%、98.5%、99%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.5%、99.7%、99.8%、99.8%、99.9%または100%以上であり得る。代替的または追加的に、トートは、例えば、約100%、99.9%、99.8%、99.7%、99.5%、99.5%、99.4%、99.3%、99.2%、99.1%、99.0%、98.5%、98.0%、97.5%、97.0%、96.5%、96.0%、95.5%、95.0%、94.5%、94.0%、93.5%、93.0%、92.5%、92.0%、91.5%、91.0%、90.5%、90.0%、89.5%、89.0%、88.5%、88.0%、87.5%、87.0%、86.5%、86.0%、85.5%、85.0%または75%以下であり得る。1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせてそのようなPAH含有量を有してもよい。

【0049】

炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、所定の純度を有し得る。高純度は、低汚染に対応する場合がある(本明細書では「汚染レベル」とも)。汚染には、例えば、灰

10

20

30

40

50

、グリット（またはその任意のサブセット）、またはそれらの任意の組み合わせが含まれ得る。汚染には、例えば、大きな粒子の汚染（例えば、グリット）が含まれる場合がある。グリットは、（例えば、約）5ミクロンよりも大きい同等の球の直径の粒子を含む、または粒子であり得る。グリットは、同等の球径が（例えば、約）5ミクロンより大きい炭素質および／または非炭素質粒子を含む、またはそれらであり得る。グリットは、炭素材料（コークス）、金属、半金属および／または金属／半金属化合物材料（例えば、金属／半金属酸化物、水酸化物、硫化物、セレン化物など、例えば金属酸化物の残留物）、イオン材料（例えば、単原子イオン、多原子イオンなどの塩）、またはそれらの任意の組み合わせを含み得るまたは包含し得る。コークス（例えば、コークス粒子）は、主に（例えば、実質的にすべて）炭素を含んでもよい。加熱時／加熱後、非気化材料（例えば、金属酸化物材料）が残り、灰を生成する場合がある（例えば、本明細書の他の箇所で説明するように、ASTM D 1506により測定）。灰は、ASTM D 1506 - 99で規定されているように、550の酸素環境での加熱時／加熱後に分解および／または気化していない材料を含み得る。灰は、金属、半金属および／または金属／半金属化合物材料、および／またはイオン材料を含み得るまたは包含し得る汚染（例えば、グリットの含有）は、例えばASTM D 1514水洗浄グリットテストを使用して定量化できる。いくつかの例では、グリット（またはその任意のサブセット）の量（例えば、325メッシュ）は、約500 ppm（百万分の一 ppm）未満であり得る。汚染（例えば、灰の含有）は、例えば、ASTM D 1506（例えば、ASTM D 1506 - 99）を使用して定量化することができる。超高純度と呼ばれることがある、極度に灰分が低次の炭素粒子（カーボンブラックなど）は、例えば0.02%未満の灰（例えば、0.02%未満の総灰分）を保有する場合がある。いくつかの例では、純度は、灰が約0.05%、0.03%または0.01%（100 ppm）未満、グリット（例えば、325メッシュ）が約5 ppmまたは1 ppm未満、またはゼロ、またはその組み合わせの場合がある。グリット（またはその任意のサブセット）の量（例えば、500メッシュ、400メッシュ、325メッシュ、および／または120メッシュ）は、例えば、約5%、2%、1%、0.5%、0.2%、0.1%、900百万分率（ppm）、800 ppm、700 ppm、600 ppm、500 ppm、450 ppm、400 ppm、350 ppm、300 ppm、250 ppm、200 ppm、150 ppm、100 ppm、75 ppm、50 ppm、25 ppm、10 ppm、5 ppm、または1 ppm（例えば重量基準）以下であり得る。
代替的または追加的に、グリット（またはその任意のサブセット）の量（例えば、500メッシュ、400メッシュ、325メッシュおよび／または120メッシュ）は、例えば、約0 ppm、1 ppm、5 ppm、10 ppm、25 ppm、50 ppm、75 ppm、100 ppm、150 ppm、200 ppm、250 ppm、300 ppm、350 ppm、400 ppm、450 ppm、500 ppm、600 ppm、700 ppm、800 ppm、900 ppm、0.1%、0.2%、0.5%、または1%（例えば重量基準）以上であり得る。本明細書においてメッシュのサイズ（例えば、325メッシュおよび／または120メッシュ）に関して表されるグリット（またはその任意のサブセット）の量またはレベルの説明は、少なくともいくつかの構成では、他のメッシュサイズ（例えば、より小さい粒度、例えば400および／または500メッシュに対応するなど）、および／または公称粒度（例えば、約125ミクロン、105ミクロン、90ミクロン、75ミクロン、63ミクロン、53ミクロン、50ミクロン、45ミクロン、44ミクロン、40ミクロン、37ミクロン、35ミクロン、30ミクロン、25ミクロン、20ミクロン、15ミクロンまたは10ミクロン以下）にも同様に適用できる。グリット（またはその任意のサブセット）は、粒子を実質的に（例えば、一切）含まない、または所定のサイズを超える（より大きい）粒子、または所定のサイズ範囲内（例えば、本明細書の他の箇所に記載され得る）の粒子を、最小限の量で含み得る。約10ミクロン、15ミクロン、20ミクロン、25ミクロン、30ミクロン、35ミクロン、37ミクロン、40ミクロン、44ミクロン、45ミクロン、50ミクロン、53ミクロン、63ミクロン、75ミクロン、90ミクロン、105ミクロンまたは125ミクロン（例えば、約20～40ミクロン）

10

20

30

40

50

クロンより大きい(より大型))以上のグリット(またはその任意のサブセット)粒子の量は、例えば、約 5 %、 2 %、 1 %、 0 . 5 %、 0 . 2 %、 0 . 1 %、 9 0 0 p p m、 8 0 0 p p m、 7 0 0 p p m、 6 0 0 p p m、 5 0 0 p p m、 4 5 0 p p m、 4 0 0 p p m、 3 5 0 p p m、 3 0 0 p p m、 2 5 0 p p m、 2 0 0 p p m、 1 5 0 p p m、 1 0 0 p p m、 7 5 p p m、 5 0 p p m、 2 5 p p m、 1 0 p p m、 5 p p m、または 1 p p m(例えれば、重量基準)以下であり得る。代替的または追加的に、約 1 0 ミクロン、 1 5 ミクロン、 2 0 ミクロン、 2 5 ミクロン、 3 0 ミクロン、 3 5 ミクロン、 3 7 ミクロン、 4 0 ミクロン、 4 4 ミクロン、 4 5 ミクロン、 5 0 ミクロン、 5 3 ミクロン、 6 3 ミクロン、 7 5 ミクロン、 9 0 ミクロン、 1 0 5 ミクロンまたは 1 2 5 ミクロン(例えれば、約 2 0 ~ 4 0 ミクロンより大きい(より大型))以上のグリット(またはその任意のサブセット) 10 粒子の量は、例えば、約 0 p p m、 1 p p m、 5 p p m、 1 0 p p m、 2 5 p p m、 5 0 p p m、 7 5 p p m、 1 0 0 p p m、 1 5 0 p p m、 2 0 0 p p m、 2 5 0 p p m、 3 0 0 p p m、 3 5 0 p p m、 4 0 0 p p m、 4 5 0 p p m、 5 0 0 p p m、 6 0 0 p p m、 7 0 0 p p m、 8 0 0 p p m、 9 0 0 p p m、 0 . 1 %、 0 . 2 %、 0 . 5 %または 1 % 例えれば、重量基準)以上であり得る。グリット(またはその任意のサブセット)は、例えれば、約 1 2 5 μ m、 1 0 5 μ m、 9 0 μ m、 7 5 μ m、 6 3 μ m、 5 3 μ m、 5 0 μ m、 4 5 μ m、 4 4 μ m、 4 0 μ m、 3 7 μ m、 3 5 μ m、 3 0 μ m、 2 5 μ m、 2 0 μ m、 1 5 μ m、または 1 0 μ m以下の粒子のみを含むことができる。灰の量は、例えれば、約 5 %、 2 %、 1 . 5 %、 1 %、 0 . 5 %、 0 . 2 %、 0 . 1 %、 9 0 0 p p m、 8 0 0 p p m、 7 0 0 p p m、 6 0 0 p p m、 5 0 0 p p m、 4 5 0 p p m、 4 0 0 p p m、 3 5 0 p p m、 3 0 0 p p m、 2 5 0 p p m、 2 0 0 p p m、 1 7 5 p p m、 1 5 0 p p m、 1 4 0 p p m、 1 3 0 p p m、 1 2 0 p p m、 1 1 0 p p m、 1 0 0 p p m、 9 0 p p m、 8 0 p p m、 7 0 p p m、 6 0 p p m、 5 0 p p m、 4 0 p p m、 3 0 p p m、 2 0 p p m、 1 0 p p m、 5 p p m、または 1 p p m(例えれば、重量基準)以下であり得る。代替的または追加的に、灰の量は、例えれば、約 0 p p m、 1 p p m、 5 p p m、 1 0 p p m、 2 0 p p m、 3 0 p p m、 4 0 p p m、 5 0 p p m、 6 0 p p m、 7 0 p p m、 8 0 p p m、 9 0 p p m、 1 0 0 p p m、 1 1 0 p p m、 1 2 0 p p m、 1 3 0 p p m、 1 4 0 p p m、 1 5 0 p p m、 1 7 5 p p m、 2 0 0 p p m、 2 5 0 p p m、 3 0 0 p p m、 3 5 0 p p m、 4 0 0 p p m、 4 5 0 p p m、 5 0 0 p p m、 6 0 0 p p m、 7 0 0 p p m、 8 0 0 p p m、 9 0 0 p p m、 0 . 1 %、 0 . 2 %、 0 . 5 %または 1 % 例えれば、重量基準)以上であり得る。灰は、金属および/または半金属元素を含んでもよい。いくつかの例では、炭素粒子は、そのような灰含有量(例えれば、総灰含有量)を、1または複数のレベルの1または複数の遷移金属(例えれば、Fe、Cu、Zn、Cr、Ni、Co、Mo、Nbおよび/またはV)、Snおよび/または本明細書に記載の他の金属および/または半金属と組み合わせて、有し得る。いくつかの例では、炭素粒子はそのような灰含有量を有してもよく、灰は所与の全体レベルの金属および/または半金属元素を含んでもよい。例えれば、灰の所定の割合(例えれば、重量基準)以下は、本明細書に記載の金属および/または半金属の1または複数(例えれば、サブセットまたはすべて)の不純物を含み得る、または不純物であり得る。灰は、例えれば、本明細書に記載の金属および/または半金属の1または複数(例えれば、サブセットまたはすべて)の約 1 0 0 %、 9 9 %、 9 5 %、 9 0 %、 8 5 %、 8 0 %、 7 5 %、 7 0 %、 6 5 %、 6 0 %、 5 5 %、 5 0 %、 4 5 %、 4 0 %、 3 5 %、 3 0 %、 2 5 %、 2 0 %、 1 5 %、 1 0 %、 5 %、 1 %、 0 . 5 %、 0 . 1 %、 0 . 0 5 %、 0 . 0 1 %または 0 . 0 0 5 %の不純物(例えれば、重量基準)以下を含む、またはそれらであり得る。炭素粒子は、金属および/または半金属汚染の所定のレベルまたは限界を有し得る。いくつかの例では、本開示の炭素粒子は、金属および/または半金属汚染を実質的に(例えれば、一切)有さない場合がある。1または複数の遷移金属(例えれば、Fe、Cu、Zn、Cr、Ni、Co、Mo、Nbおよび/またはV)、Snおよび/または他の金属および/または半金属の量は、単独でまたは組み合わせて、例えれば、約 1 0 0 p p m、 9 0 p p m、 8 0 p p m、 7 0 p p m、 6 0 p p m、 5 0 p p m、 4 0 p p m、 3 0 p p m、 2 0 p p m、 1 0 p p m、 9 p p m、 8 p p m、 7 p p m、 6 50

p p m、5 p p m、4 . 5 p p m、4 p p m、3 . 5 p p m、3 p p m、2 . 5 p p m、
 2 p p m、1 . 5 p p m、1 p p m、9 0 0 p p b、8 0 0 p p b、7 0 0 p p b、6 0
 0 p p b、5 0 0 p p b、4 5 0 p p b、4 0 0 p p b、3 5 0 p p b、3 0 0 p p b、
 2 9 0 p p b、2 8 0 p p b、2 7 0 p p b、2 6 0 p p b、2 5 0 p p b、2 4 0 p p
 b、2 3 0 p p b、2 2 0 p p b、2 1 0 p p b、2 0 0 p p b、1 9 0 p p b、1 8 0
 p p b、1 7 0 p p b、1 6 0 p p b、1 5 0 p p b、1 4 0 p p b、1 3 0 p p b、1
 2 0 p p b、1 1 0 p p b、1 0 0 p p b、9 0 p p b、8 0 p p b、7 0 p p b、6 0
 p p b、5 0 p p b、4 5 p p b、4 0 p p b、3 5 p p b、3 0 p p b、2 5 p p b、
 2 0 p p b、1 5 p p b、1 0 p p b、5 p p b、1 p p b、0 . 5 p p b、または0 .
 1 p p b(例えば、重量基準)以下であり得る。代替的または追加的に、1または複数の
 遷移金属(例えば、Fe、Cu、Zn、Cr、Ni、Co、Mo、Nbおよび/またはV)
 10 S nおよび/または他の金属および/または半金属の量は、単独でまたは組み合わせて、
 例えれば、約0 p p b、0 . 1 p p b、0 . 5 p p b、1 p p b、5 p p b、1 0 p p
 b、1 5 p p b、2 0 p p b、2 5 p p b、3 0 p p b、3 5 p p b、4 0 p p b、4 5
 p p b、5 0 p p b、6 0 p p b、7 0 p p b、8 0 p p b、9 0 p p b、1 0 0 p p b、
 1 1 0 p p b、1 2 0 p p b、1 3 0 p p b、1 4 0 p p b、1 5 0 p p b、1 6 0 p
 p b、1 7 0 p p b、1 8 0 p p b、1 9 0 p p b、2 0 0 p p b、2 1 0 p p b、2 2
 0 p p b、2 3 0 p p b、2 4 0 p p b、2 5 0 p p b、2 6 0 p p b、2 7 0 p p b、
 2 8 0 p p b、2 9 0 p p b、3 0 0 p p b、3 5 0 p p b、4 0 0 p p b、4 5 0 p p
 b、5 0 0 p p b、6 0 0 p p b、7 0 0 p p b、8 0 0 p p b、9 0 0 p p b、1 p p
 m、1 . 5 p p m、2 p p m、2 . 5 p p m、3 p p m、3 . 5 p p m、4 p p m、4 .
 5 p p m、5 p p m、6 p p m、7 p p m、8 p p m、9 p p m、1 0 p p m、2 0 p p
 m、3 0 p p m、4 0 p p m、5 0 p p m、6 0 p p m、7 0 p p m、8 0 p p m、または
 20 9 0 p p m以上であり得る。前述の金属および/または半金属元素は、灰の中に存在し
 ていてもよい。本明細書の金属不純物またはレベルのいずれの説明も、少なくともいくつかの構成では半金属不純物またはレベルに等しく適用でき、逆もまた同様である。炭素粒子

は、本明細書に記載される1または複数の他の特性と組み合わせてそのような純度を有し得る。

【0 0 5 0】

いくつかの例では、本開示の炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、約0 . 0 5 %、0 . 0 3 %、または0 . 0 1 %未満の灰、または約5 p p mまたは1 p p m未満、またはゼロのグリット(例えれば、3 2 5 メッシュ)、またはその組み合わせの純度を有し得る。炭素粒子は、例えれば、約3 . 0 n mを超えるL_c、約0 . 3 5 n m未満のd 0 0 2、約0 . 3 %未満、5 0 p p m、1 0 p p m、5 p p m、または1 p p mの硫黄(総サンプルの割合および/または生成されるときの重量基準)、またはその任意の組み合わせと組み合わせて、そのような純度を有し得る。いくつかの例では、炭素粒子は、約0 . 0 5 %未満、0 . 0 3 %または0 . 0 1 %未満の灰、約5 p p mまたは1 p p m未満、またはゼロのグリット(例えれば、3 2 5 メッシュ)、約3 . 0 n mを超えるL_c、約0 . 3 5 n m未満のd 0 0 2、約0 . 3 %、5 0 p p m、1 0 p p m、5 p p m、または1 p p m未満の硫黄(総サンプルの割合および/または生成されるときの重量基準)、またはその任意の組み合わせを含み得る。

【0 0 5 1】

1または複数の炭素粒子(例えば、1または複数のカーボンブラック粒子)は、所定レベルのイオン性不純物を含んでいてもよい。イオン性不純物は、灰の成分であり得る(例えれば、灰中のイオン性材料として)。そのようなイオン性不純物には、水に溶解する塩が含まれ得る。そのような塩には、例えれば、金属および/または半金属塩(例えれば、本明細書に記載の金属および/または半金属の1または複数を含む)、および/または非金属塩(例えれば、塩化アンモニウム)が含まれ得る。いくつかの例では、イオン性不純物は1または複数の金属塩を含んでもよい。金属塩は、金属不純物の一種であり得る。金属不純物

10

20

30

40

50

のレベルは、本明細書の他の場所でより詳細に説明されている通りであり得る。イオン性不純物の量（例えば、1または複数の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）を水で洗浄し、水の導電率を測定することで測定）は、例えば、約5%、4%、3%、2%、1%、0.9%、0.8%、0.7%、0.6%、0.5%、0.4%、0.3%、0.2%、0.1%、900 ppm、800 ppm、700 ppm、600 ppm、500 ppm、400 ppm、300 ppm、200 ppm、100 ppm、75 ppm、50 ppm、25 ppm、10 ppm、5 ppm、1 ppm、0.5 ppm、0.25 ppm、0.1 ppm、0.05 ppm、0.01 ppm、五十億分率(ppb)または1 ppb以下（例えば、質量基準）であり得る。代替的または追加的に、イオン性不純物の量（例えば、1または複数の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）を水で洗浄し、水の導電率を測定することで測定）は、例えば、約0 ppm、1 ppb、5 ppb、0.01 ppm、0.05 ppm、0.1 ppm、0.25 ppm、0.5 ppm、1 ppm、5 ppm、10 ppm、25 ppm、50 ppm、75 ppm、100 ppm、200 ppm、300 ppm、400 ppm、500 ppm、600 ppm、700 ppm、800 ppm、900 ppm、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1%、2%、3%、または4%以上（例えば、質量基準）であり得る。1または複数の炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせて、そのようなイオン不純物レベルを有し得る。

10

【0052】

純度は、主に灰、コークス、および／またはグリットによる汚染の文脈で本明細書に記載される場合があるが、場合によっては、他の種類の汚染または不純物を参照および／または含むために純度が使用される場合がある。例えば、ある状況では、高純度とは、低硫黄、低酸素レベル、低遷移金属、および／または低レベルの他の種類の汚染または不純物を示す、または含む場合がある。本明細書では、炭素粒子（例えば、複数の炭素ナノ粒子などの複数の炭素粒子）を使用して、炭素粒子のみ、および／またはいずれかの不純物を伴う炭素粒子（例えば、炭素ナノ粒子）を示すことができる（例えば、「炭素粒子」には、実質的に非炭素のいずれかの物体が含まれる場合がある）。

20

【0053】

いくつかの例では、炭素粒子は、約 $15\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $25\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $110\text{ ml}/100\text{ g}$ から約 $130\text{ ml}/100\text{ g}$ のDBP、または約 $10\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $30\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $110\text{ ml}/100\text{ g}$ から約 $130\text{ ml}/100\text{ g}$ のDBPを有してもよい。炭素粒子は、5 ppmまたは1 ppm未満の325メッシュグリットおよびゼロppmの120メッシュグリットと組み合わせて、そのような表面領域および構造を有し得る。いくつかの例では、本開示の炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、約 $15\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $25\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $110\text{ ml}/100\text{ g}$ から約 $130\text{ ml}/100\text{ g}$ のDBP、または約 $10\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $30\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $110\text{ ml}/100\text{ g}$ から約 $130\text{ ml}/100\text{ g}$ のDBP、325メッシュグリット5 ppm未満または1 ppm未満、120メッシュグリット1 ppm未満、またはゼロppm、またはその任意の組み合わせを有してもよい。

30

【0054】

本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）のペレットは、所定の微粉含有量を有し得る。微粉（5'および／または20'など）は、例えばASTM D1508に従って測定できる。微粉（例えば、5'および／または20'）含有量（例えば、重量基準）は、例えば、約5%、10%、5%、4.5%、4%、3.5%、3%、2.8%、2.6%、2.4%、2.2%、2%、1.9%、1.8%、1.7%、1.6%、1.5%、1.4%、1.3%、1.2%、1.1%、1%、0.9%、0.8%、0.7%、0.6%、0.5%、0.4%、0.3%、0.2%、0.1%、0.05%または0.005%以下であり得る。代替的または追加的に、微粉（例えば、5'および／または20'）の含有量（例えば、重量基準）は、例えば、約0%、0.005%、0.01%、0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、

40

50

0 . 5 %、 0 . 6 %、 0 . 7 %、 0 . 8 %、 0 . 9 %、 1 %、 1 . 1 %、 1 . 2 %、 1 . 3 %、 1 . 4 %、 1 . 5 %、 1 . 6 %、 1 . 7 %、 1 . 8 %、 1 . 9 %、 2 %、 2 . 2 %、 2 . 4 %、 2 . 6 %、 2 . 8 %、 3 %、 3 . 5 %、 4 %または5 %以上あり得る。炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせて、そのような微粉含有量を有し得る。

【0055】

本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）のペレットおよび／またはフラフィーは、所定の微粉ふるい残留物（例えば、325メッシュおよび／または35メッシュ）を有し得る。例えば、ASTM D1514に従って、325メッシュおよび35メッシュのふるい残留物を測定できる。ふるい（例えば、325メッシュおよび／または35メッシュ）残留物の量は、例えば、約0 . 5 %、0 . 2 %、0 . 1 %、900 ppm、800 ppm、700 ppm、600 ppm、500 ppm、400 ppm、300 ppm、250 ppm、200 ppm、175 ppm、150 ppm、125 ppm、100 ppm、80 ppm、75 ppm、50 ppm、25 ppm、10 ppm、5 ppmまたは1 ppm（例えば、重量基準）以下あり得る。代替的または追加的に、ふるい（例えば、325メッシュおよび／または35メッシュ）残留物の量は、例えば、約0 ppm、1 ppm、5 ppm、10 ppm、25 ppm、50 ppm、75 ppm、80 ppm、100 ppm、125 ppm、150 ppm、175 ppm、200 ppm、250 ppm、300 ppm、400 ppm、500 ppm、600 ppm、700 ppm、800 ppm、900 ppmまたは0 . 1 %（例えば、重量基準）以上あり得る。炭素粒子は、本明細書に記載される1または複数の他の特性と組み合わせて、そのようなふるい残留物を有し得る。10

【0056】

炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、所定のペレット特性を有していてもよい。ペレット化の際、炭素粒子は、所定のペレット硬度（例えば、個々および／または平均）を有し得る。個々および平均のペレット硬度は、例えば、ASTM D5230に従って測定できる。いくつかの例では、個別および／または平均のペレット硬度は、約90重量グラム(gf)または50gf以下あり得る。ペレット硬度（例えば、個別および／または平均）は、例えば、約300gf、250gf、200gf、180gf、160gf、140gf、120gf、100gf、95gf、90gf、85gf、80gf、75gf、70gf、65gf、60gf、55gf、51gf、50gf、48gf、45gf、40gf、35gf、30gf、25gf、24gf、23gf、22gf、21gf、20gf、19gf、18gf、17gf、16gf、15gf、14gf、13gf、12gf、11gf、10gf、5gfまたは1gf以下あり得る。代替的または追加的に、ペレット硬度（例えば、個別および／または平均）は、例えば、約0 . 05gf、1gf、5gf、10gf、11gf、12gf、13gf、14gf、15gf、16gf、17gf、18gf、19gf、20gf、21gf、22gf、23gf、24gf、25gf、30gf、35gf、40gf、45gf、48gf、50gf、51gf、55gf、60gf、65gf、70gf、75gf、80gf、85gf、90gf、95gf、100gf、120gf、140gf、160gf、180gf、200gf、250gf、または300gf以上あり得る。炭素粒子は、本明細書に記載される1または複数の他の特性と組み合わせて、そのようなペレット特性を有し得る。30

【0057】

1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、所定のヨウ素価を有していてもよい。ヨウ素価は、1または複数の炭素粒子の表面積に関する場合がある（例えば、カーボンブラック）。本明細書の他の場所で説明されるように、表面積は、（内部）多孔性を除く表面積を示し得る。ヨウ素価は、例えば、ASTM D1510に従って測定することができる。ヨウ素価は、例えば、約1mg/g、2mg/g、4mg/g、6mg/g、8mg/g、10mg/g、12mg/g、14mg/g、40

10

20

20

30

40

50

g、16 mg / g、18 mg / g、20 mg / g、22 mg / g、24 mg / g、26 mg / g、28 mg / g、30 mg / g、32 mg / g、34 mg / g、36 mg / g、38 mg / g、40 mg / g、42 mg / g、44 mg / g、46 mg / g、48 mg / g、49 mg / g、50 mg / g、55 mg / g、60 mg / g、65 mg / g、70 mg / g、75 mg / g、80 mg / g、85 mg / g、90 mg / g、100 mg / g、150 mg / gまたは200 mg / g以上であり得る。代替的または追加的に、ヨウ素価は、例えば、約200 mg / g、150 mg / g、100 mg / g、90 mg / g、85 mg / g、80 mg / g、75 mg / g、70 mg / g、65 mg / g、60 mg / g、55 mg / g、50 mg / g、49 mg / g、48 mg / g、46 mg / g、44 mg / g、42 mg / g、40 mg / g、38 mg / g、36 mg / g、34 mg / g、32 mg / g、30 mg / g、28 mg / g、26 mg / g、24 mg / g、22 mg / g、20 mg / g、18 mg / g、16 mg / g、14 mg / g、12 mg / g、10 mg / g、8 mg / g、6 mg / g、4 mg / g、2 mg / gまたは1 mg / g以下であり得る。炭素粒子は、本明細書に記載される1または複数の他の特性と組み合わせて、そのようなヨウ素価を有し得る。
10

【0058】

1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、「フラー
レン様」部分（例えば、本明細書に記載のプロセスで生成されたカーボンブラック）を
含んでもよい。フラー¹⁰レン様部分のさらなる詳細については、例えば、「The Impact of a Fullerene-Like Concept in Carbon Black Science」, Carbon, 2002, pages 157-162を参照されたい。これは、参考により本明細書に完全に組み込まれる。本明細書に記載
のシステムおよび方法（およびプロセス）により、フラー²⁰レン様部分（本明細書では「表面活性部位」とも）を炭化水素前駆体から1ステップで製造することができる（例えば、すでに製造されたカーボンブラックの処理と比較して）。ワンステッププロセスは、（例
えば、図1および5に関して）本明細書で説明されるようなものであり得る。そのような
フラー³⁰レン様部分の例は、例えば、同一出願人による同時係属中の国際公開第2017/048621号（「CARBON BLACK FROM NATURAL GAS」）に提供されており、それは参考により本明細書に完全に組み込まれる。1または複数の炭
素粒子は、本明細書に記載の1または複数の他の特性と組み合わせて、そのようなフラー³⁰
レン様部分を有してもよい。

【0059】

炭素粒子（例えばカーボンブラック）は、例えば、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）と比較して、結晶化度の増加、d₀₀₂の減少、水素含量の減少、硫黄含量の減少および/または酸素含量の減少と組み合わせて、そのようなフラー⁴⁰レン様部分を有してもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、例えば、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）の2倍以上の結晶化度、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）の3分の1の水素含量、および参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）の硫黄より10分の1以上少ないフラー⁵⁰レン様部分を有してもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）と比較して異なる結晶化度および/または表面活性を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、例えば、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）と比較して、異なるL_c値、異なるd₀₀₂値、異なる水素含有量、異なる硫黄含有量および/または異なる酸素含有量を有し得る。炭素粒子は、例えば、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対
応物）の値よりも、少なくとも約1.01、1.05、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7、3.8、3.9、4、4.1、4.2、4.3、4.4、4.5、4.6、4.7、4.8、4.9、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、50

15、20、25、30、35、40、45、または50倍大きいL_cを有してもよい。さらに、炭素粒子のL_cは、場合によっては、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)の、最大で約50、45、40、35、30、25、20、15、14、13、12、11、10、5、4.9、4.8、4.7、4.6、4.5、4.4、4.3、4.2、4.1、4、3.9、3.8、3.7、3.6、3.5、3.4、3.3、3.2、3.1、3.2、3.9、2.8、2.7、2.6、または2.5倍であり得る。炭素粒子は、例えば、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)よりも、少なくとも約0.1%、0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%、3%、3.5%、4%、4.5%、5%、5.5%、6%、6.5%、7%、7.5%、8%、8.5%、9%、9.5%、10%、11%、12%、13%、14%、15%、20%、25%または50%低いd₀₀₂を有してもよい。さらに、炭素粒子のd₀₀₂は、場合によっては、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)よりも、最大で約50%、25%、20%、15%、14%、13%、12%、11%、10%、9.5%、9%、8.5%、8%、7.5%、7%、6.5%、6%、5.5%、5%、4.5%、または4%低くてもよい。炭素粒子は、例えば、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)よりも、少なくとも約1%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、75%、76%、77%、78%、79%、80%、85%、90%、95%、99%、または100%低い水素含有量を有してもよい。さらに、場合によっては、水素含有量は、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)よりも、最大で約100%、99%、95%、90%、85%、80%、79%、78%、77%、76%、75%、74%、73%、72%、71%、70%、69%、68%、67%、66%、65%、64%、63%、62%、61%、60%、59%、58%、57%、56%、55%、54%、53%、52%、51%、または50%低くてもよい。炭素粒子は、例えば、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)よりも、少なくとも約1%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、70%、75%、80%、85%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、99.5%、99.9%または100%低い硫黄含有量を有してもよい。さらに、硫黄含有量は、場合によっては、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)よりも、最大で約100%、99.9%、99.5%、99%、98%、97%、96%、95%、94%、93%、92%、91%または90%低くてもよい。炭素粒子は、例えば、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)よりも、少なくとも約1%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、70%、75%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、99.5%、99.9%、100%低くてもよい。さらに、酸素含有量は、場合によっては、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)よりも、最大で約100%、99.9%、99.5%、99%、98%、97%、96%、95%、94%、93%、92%、91%または60%低くてもよい。いくつかの例では、炭素粒子は、例えば、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)よりも、約10%低い量から約50%高い量の窒素含有量を有し得る。炭素粒子は、例えば、参照カーボンブラック(例えば、ファーネスブラック対応物)よりも、少なくとも約1.01、1.05、1.1、1.2、1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、1.9、2、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3、3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.6、3.7、3.8、3.9、4、4.1、4.2、4.3、4.4、4.5、4.6、4.7、4.8、4.9、5、5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9、6、6.1、6.2、6.3、6.4、6.5、6.6、6.7、6.8、6.9、7、7.1、7.2、7.3、7.4、7.5、7.6、7.7、7.8、7.9、8、8.1、8.2、8.3、8.4、8.5、8.6、8.7、8.8、8.9、9、9.1、9.2、9.3、9.4、9.5、9.6、9.7、9.8、9.9、9.9.5、9.9.9、10.0%低くてもよい。

6、4.7、4.8、4.9、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、20、25、30、35、40、45、または50倍大きい窒素含有量を有し得る。さらに、炭素粒子の窒素含有量は、場合によっては、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）よりも、最大で約50、45、40、35、30、25、20、15、14、13、12、11、10、5、4.9、4.8、4.7、4.6、4.5、4.4、4.3、4.2、4.1、4.3.9、3.8、3.7、3.6、3.5、3.4、3.3、3.2、3.1、3、2.9、2.8、2.7、2.6、2.5、2.4、2.3、2.2、2.1、2、1.9、1.8、1.7、1.6、または1.5倍大きくてよい。炭素粒子は、例えば、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）よりも、少なくとも約0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%、12%、14%、16%、18%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、または50%低い窒素含有量を有し得る。さらに、炭素粒子の窒素含有量は、場合によっては、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）よりも、最大で約100%、99%、90%、75%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%であり得る、18%、16%、14%、12%、10%、9%、8%、7%、6%、5%、4%、3%、2%、または1%低くてもよい。
N₂S_AとD_BPがほとんど変化していない場合でも、炭素粒子はこのような特性または特徴を備えている可能性がある。上述の炭素粒子（例えば、炭素ナノ粒子）は、例えば、本明細書の他の場所でより詳細に説明されるようなワンステッププロセスで作製されてもよい。

10

20

30

40

50

【0060】

1または複数の参照炭素粒子には、参照カーボンブラックが含まれ得る。参照カーボンブラックは、ファーネスブラックプロセス（本明細書では「ファーネスプロセス」とも）、ランプブラックプロセス、ガスブラックプロセス、チャンネルブラックプロセス、サーマルブラックプロセス、アセチレンブラックプロセスおよび／または歴史的ガスファーネスブラックプロセスで作られたカーボンブラック材料であってよい。また、それは本明細書に記載の1または複数のプロセスにより生成される炭素粒子（例えば、カーボンナノ粒子）の20%以内のN₂S_AおよびD_BPの値を有する。いくつかの例では、参照カーボンブラックは、これらのプロセスのサブセット（例えば、1つ）によってのみ提供され得る。いくつかの例では、参照カーボンブラックは、本明細書に記載の1または複数のプロセスにより生成される炭素粒子（例えば、カーボンナノ粒子）の20%以内のN₂S_AとD_BPの値を持つファーネスプロセス（例えば、重油でファーネスプロセスを介して作られたカーボンブラック）で作られたカーボンブラック材料であってよい。ファーネスプロセスで作られた参照カーボンブラックは、場合によっては「ファーネスブラック対応物」と呼ばれることがある。参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）は、特定のグレードを示し得る。グレードは、N₂S_AおよびD_BP値によって判定され得る（例えば、本書の他の場所で説明されている）。異なるプラントおよび異なる製造業者（例えば、ファーネスプロセスを使用する異なるプロセスおよび異なる製造業者）によって作成された参照カーボンブラック間の水素含有量、酸素含有量、硫黄含有量、および結晶化度の変動は非常に小さい場合がある。ファーネスブラックはすべてこれらの特性が非常に類似しているため、表面活性または結晶化度の違いにより、ごくわずかな違いしか特定できない。いくつかの例では、参照カーボンブラックは、本明細書に記載の1または複数のプロセスにより生成される炭素粒子（例えば、カーボンナノ粒子）の20%以内のN₂S_AおよびD_BPの値を有するサーマルブラックプロセスで製造されるカーボンブラック材料であり得る。

【0061】

いくつかの例において、炭素粒子（例えば、炭素ナノ粒子）は、約1ミクロンまたは700nm未満の体積相当球径であり得、約3.0ナノメートル(nm)または4nmより大きいL_cを有し得る。さらに、炭素粒子のd₀₀₂は約0.36nmまたは0.35nm未満であってよく、フラーレン様の表面構造を含み、生成時に0.2重量%以下の水素

、生成時に0.4%重量%以下の酸素、生成時の重量で0.3%、50ppm、10ppm、5ppm、1ppm以下の硫黄、またはそれらの任意の組み合わせであってよい。

【0062】

本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、参照炭素粒子（例えば、ファーネスブラック対応物および／または他の参照カーボンブラック）よりも高いトートを有し得る。本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）よりも、少なくとも約0%、0.005%、0.1%、0.2%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、13%、14%、15%、16%、17%、18%、19%、20%、21%、22%、23%、24%、25%、26%、27%、28%、29%、30%、35%、40%、45%、50%、60%、65%、70%、75%、80%、90%、95%、または100%高いトートを有してよい。さらにトートは、場合によって、最大で約100%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、45%、40%、35%、30%、29%、28%、27%、26%、25%、24%、23%、22%、21%、20%、19%、18%、17%、16%、15%、14%、13%、12%、11%、10%、9%、8%、7%、6%、5%、4%、3%、2%または1%参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）よりも高くてよい。

【0063】

本明細書に記載の1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）よりも少ない酸性基を有し得る。加えて、存在する酸性基は弱酸性基（例えば、フェノール、キノンなど）であってよい。本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック粒子）よりも、少なくとも約0%、0.005%、0.1%、0.2%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、13%、14%、15%、16%、17%、18%、19%、20%、21%、22%、23%、24%、25%、26%、27%、28%、29%、30%、35%、40%、45%、50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、75%、80%、90%、95%、または100%少ない表面酸性基（例えば、少ない含有量）を有していてもよい。さらに、表面酸性基の含有量は、場合によっては、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラックなど）よりも、最大で約100%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、69%、68%、67%、66%、65%、64%、63%、62%、61%、60%、59%、58%、57%、56%、55%、54%、53%、52%、51%、50%、45%、40%、35%、30%、29%、28%、27%、26%、25%、24%、23%、22%、21%、20%、19%、18%、17%、16%、15%、14%、13%、12%、11%、10%、9%、8%、7%、6%、5%、4%、3%、2%または1%低くてもよい。

【0064】

本開示に従って（例えば、プラズマで）生成された炭素粒子（例えば、カーボンナノ粒子）は、ゴムに配合されてもよい。本明細書で説明されるシステムおよび方法（およびプロセス）は、エラストマー化合物を強化することができる良質の炭素粒子（例えば、カーボンナノ粒子）をうまく生成することができる。特性とゴムの能力の結果の例（例えば、ファーネスベースのカーボンブラックと比較した場合）は、例えば、同一出願人による同時係属の国際公開第2017/048621号（「CARBON BLACK FROM NATURAL GAS」）に記載されており、これは参照により本明細書に完全に組み込まれる。いくつかの例では、本開示に従って生成されたカーボンブラックは、参照カーボンブラックと比較して実質的に同様のまたは改善された能力を提供し得る。いくつかの例では、本開示に従ったカーボンブラックを使用すると、参照カーボンブラック（本明

10

20

30

40

50

細書では「参照カーボンブラックエラストマー複合体」とも)を含むエラストマーの能力と比較して、約0%、0.005%、0.1%、0.2%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、14%、16%、18%、20%、25%、30%、35%、40%、50%、75%、または100%以上エラストマー複合材料の能力を増加させることができる。本開示に従って製造されたカーボンブラックを含むエラストマーを使用することは、所定の温度(例えば、60°でのタンデルタにおけるそのような(または対応する)低下)での能力のそのような向上をもたらす一方で、別の温度で能力を維持(例えば0°のタンデルタ)し、したがって、例えば、所定の温度範囲にわたってそのような全体的な能力の向上をもたらす(例えば、「デルタタンデルタ」の増加)。本明細書の他の場所でより詳細に説明するように、本明細書に記載の1または複数の炭素粒子(例えば、カーボンブラック)は、1または複数の参照炭素粒子(例えば、参照カーボンブラック)よりも結晶性のあるものであり得る。いくつかの例では、1または複数の炭素粒子(例えば、カーボンブラック)は1または複数の参照炭素粒子(例えば、参照カーボンブラック)よりも結晶性が高い場合があるが、ゴムの能力は表面活性が存在することを示す場合がある。

10

【0065】

本明細書に記載される炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、ポリマー(例えば、ゴム)内でペレット化および/または分散する場合がある。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、参照炭素粒子(例えば、参照カーボンブラック)と同様または実質的に同じペレット化をしても、および/または分散してもよい。

20

【0066】

本明細書に記載される炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、参照炭素粒子(例えば、参照カーボンブラック)と同様の様式で炭素界面活性剤で帯電および/または分散し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、参照炭素粒子(例えば、参照カーボンブラック)と溶液中で実質的に同じ粒子帯電を有し得る。いくつかの例では、炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、参照炭素粒子(例えば、参照カーボンブラック)よりも速く分散する電位である場合がある。ゼータ電位分析を使用して、帯電および/または分散を定量化できる。水溶液およびカチオン性短ポリマー鎖アンモニウムベースの界面活性剤を用いて、本明細書に記載の炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、例えば、約5ミリボルト(mV)、10mV、15mV、20mV、25mV、30mV、31mV、32mV、33mV、34mV、35mV、36mV、37mV、38mV、39mV、40mV、45mVまたは50mV以上のゼータ電位に帯電し得る。代替的または追加的に、本明細書に記載の炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、例えば、約50mV、45mV、40mV、39mV、38mV、37mV、36mV、35mV、34mV、33mV、32mV、31mV、30mV、25mV、20mV、15mVまたは10mV以下のゼータ電位に帯電し得る(水溶液およびカチオン性ポリマー短鎖アンモニウム系界面活性剤を使用)。水溶液およびアニオン性メタクリレート短鎖ポリマー界面活性剤では、本明細書に記載の炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、例えば、約-80mV、-75mV、-70mV、-65mV、-60mV、-59mV、-58mV、-57mV、-56mV、-55mV、-50mV、-49mV、-48mV、-47mV、-46mV、-45mV、-44mV、-43mV、-42mV、-41mV、-40mV、-39mV、-38mV、-37mV、-36mV、-35mV、-30mV、-25mV、-20mVまたは-15mV以上のゼータ電位に帯電し得る。代替的または追加的に、本明細書に記載の炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、例えば、約-15mV、-20mV、-25mV、-30mV、-35mV、-36mV、-37mV、-38mV、-39mV、-40mV、-41mV、-42mV、-43mV、-44mV、-45mV、-46mV、-47mV、-48mV、-49mV、-50mV、-55mV、-56mV、-57mV、-58mV、-59mV、-60mV、-65mVまたは-70mV以下のゼー

30

40

50

タ電位まで帶電し得る（水溶液およびアニオン性メタクリレート短鎖ポリマー界面活性剤を使用）。炭素粒子は、本明細書に記載される1または複数の他の特性と組み合わせて、そのような帶電特性含有量を有し得る。

【0067】

いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、参照炭素粒子（例えば、ファーネスブラック対応物および／または他の参照カーボンブラック）よりも親水性が低い場合がある。これにより、ポリマー（例えば、エラストマー）の分散が速くなり、および／または生成された1または複数の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の水分が少なくなり得る。本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラックおよび／または硝酸処理参照カーボンブラック）よりも、少なくとも約0%、0.005%、0.1%、0.2%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、14%、16%、18%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、60%、70%、75%、80%、90%、95%、または100%低い親水性（例えば、WSPに関して）を有し得る。10

【0068】

本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）よりも低い水分含有量（例えば、元素分析により判定される%）を有し得る。本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）よりも、少なくとも約0%、0.005%、0.1%、0.2%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、14%、16%、18%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、60%、65%、70%、75%、80%、90%、95%、または100%低い含水率を有し得る。さらに、含水率は、場合によって、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）よりも、最大で約100%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、18%、16%、14%、12%、11%、10%、9%、8%、7%、6%、5%、4%、3%、2%、または1%低くてもよい。20

【0069】

本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、参照炭素粒子（例えば、ファーネスブラック対応物および／または他の参照カーボンブラック）よりも速く分散し得る。本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）の分散よりも、例えば、少なくとも約0%、0.005%、0.1%、0.2%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、14%、16%、18%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、60%、65%、70%、75%、80%、90%、95%、または100%速い分散を有してもよい。さらに、場合によっては、分散は最大で、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）よりも約100%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、18%、16%、14%、12%、11%、10%、9%、8%、7%、6%、5%、4%、3%、2%、または1%高速であり得る。40

【0070】

本開示に従って生成される1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンナノ粒子）は、電界放出走査電子顕微鏡（FESEM）および／または透過電子顕微鏡（TEM）分析を使用して分析され得る。そのような分析は、例えば、表面活性部位を識別するために使用され得る。FESEMおよび／またはTEMを使用して分析した場合、1または複数の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、分析上1または複数の粒子が、1または複数の参照粒子と比較して実質的な（例えば、強い）違いがある可能性があると50

しても、1または複数の参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）と実質的に同じように見える（例えば、視覚的に表示される）場合がある。そのような違いは、本明細書の他の箇所で説明されている通りであり得る。

【0071】

本明細書に記載の1または複数の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）に実質的に類似する（例えば、同じ）1または複数の特性、参照炭素粒子（例えば、参照カーボンブラック）と実質的に異なる1または複数の特性、またはそれらの組み合わせを有し得る。例えば、本明細書に記載のカーボンブラックは、参照カーボンブラックと1または複数の実質的に類似の（例えば、同じ）特性を有し得る。例では、本開示によるカーボンブラック（例えば、約 $23\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $35\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $59\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $71\text{ m}1/100\text{ g}$ のDBP、または約 $19\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $39\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $55\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $75\text{ m}1/100\text{ g}$ のDBP）は、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）と比較して以下の特性を有し得る：参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）と実質的に同じ（例えば、同じ）表面積および構造（例えば、参照カーボンブラック／ファーネスブラック対応物の表面積および構造に関連して本明細書の他の箇所でさらに詳細に説明するように）；エラストマーを強化する実質的に同じ（例えば、同じ）能力；増加したデルタタンデルタ；ファーネスブラックよりも結晶性；集合橢円体粒子；ファーネスブラックと実質的に同じ（例えば、同じ）方法で、ポリマー（例えば、ゴム）内でペレット化し、分散する；より速く分散する電位；ファーネスブラックと比較した場合の水素と酸素の含有量が低い；ファーネスブラックよりも親水性が低い；ファーネスブラックよりも少ない表面酸基；ファーネスブラックと比較した場合、溶液中の粒度分布と粒子帶電は実質的に同じ（例えば、同じ）。別の例では、本開示によるカーボンブラック（例えば、約 $29\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $41\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $84\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $96\text{ m}1/100\text{ g}$ のDBP、または約 $25\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $45\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $80\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $100\text{ m}1/100\text{ g}$ のDBP）は、参照カーボンブラック（例えばファーネスブラック対応物）と比較して以下の特性を有し得る：参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）と実質的に同じ（例えば、同じ）表面積および構造（例えば、参照カーボンブラック／ファーネスブラック対応物の表面積および構造に関連して本明細書の他の箇所でさらに詳細に説明するように）；ASTM D3191処方でSBRを強化する能力がわずかに低下するか、実質的に同じ；集合橢円体粒子；ファーネスブラックと実質的に同じ（例えば、同じ）方法で、ポリマー（例えば、ゴム）内でペレット化し、分散する；より速く分散する電位；ファーネスブラックと比較した場合の水素と酸素の含有量が低い；ファーネスブラックよりも結晶性がある；ファーネスブラックよりも親水性が低い；ファーネスブラックよりも少ない表面酸基；およびファーネスブラックと比較した場合、溶液中の粒度分布と粒子帶電は実質的に同じ（例えば、同じ）。

【0072】

例では、本開示によるカーボンブラックは、約 40 mg/g のヨウ素価、約 $36\text{ m}^2/\text{g}$ のSTSA、約 $31\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SA、約 $65\text{ m}1/100\text{ g}$ のDBP；CDBP約 $65\text{ m}1/100\text{ g}$ 、個々のペレット硬度約 $18\sim90\text{ gf}$ 、平均ペレット硬度約 48 gf 、ふるい残留物（325メッシュ）約 50 ppm 未満、ふるい残留物（35メッシュ）約 0 ppm 、約5%の最大微粉（5'）、約10%の最大微粉（20'）、約96%のトート、および約0.5%未満の水分を有し得る。別の例では、本開示によるカーボンブラックは、約 38 mg/g のヨウ素価、約 $37\text{ m}^2/\text{g}$ のSTSA、約 $33\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SA、約 $85\text{ m}1/100\text{ g}$ のDBP；CDBP約 $79\text{ m}1/100\text{ g}$ 、個々のペレット硬度約 $18\sim90\text{ gf}$ 、平均ペレット硬度約 50 gf 、ふるい残留物（325メッシュ）約 125 ppm 、ふるい残留物（35メッシュ）約 0 ppm 、約0.5%の最大微粉（5'）、約1.2%の最大微粉（20'）、約93%のトート、および約0.5%未満の水分を有し得る。別の例では、本開示によるカーボンブラックは、約 49 mg/g のヨウ素

10

20

30

40

50

価、約 $4.4\text{ m}^2/\text{g}$ のS T S A、約 $3.9\text{ m}^2/\text{g}$ のN 2 S A、約 $1.04\text{ m}^1/100\text{ g}$ のD B P；C D B P約 $9.4\text{ m}^1/100\text{ g}$ 、個々のペレット硬度約 $1.8\sim 9.0\text{ g f}$ 、ふるい残留物（325メッシュ）約 8.0 ppm 、ふるい残留物（35メッシュ）約 0 ppm 、約9.8%のトート、および約0.5%未満の水分を有し得る。さらに別の例では、本開示によるカーボンブラックは、約 3.0 mg/g のヨウ素価、約 $2.7\text{ m}^2/\text{g}$ のS T S A、約 $2.4\text{ m}^2/\text{g}$ のN 2 S A、約 $7.2\text{ m}^1/100\text{ g}$ のD B P；C D B P約 $6.9\text{ m}^1/100\text{ g}$ 、個々のペレット硬度約 $1.8\sim 9.0\text{ g f}$ 、平均ペレット硬度約 5.1 g f 、ふるい残留物（325メッシュ）約 5.0 ppm 未満、ふるい残留物（35メッシュ）約 0 ppm 、約5%の最大微粉（5'）、約10%の最大微粉（20'）、約9.7%のトート、および約0.5%未満の水分を有し得る。

10

【0073】

前述のように、本明細書に記載の1または複数の炭素粒子（例えば、1または複数のカーボンブラック粒子）は、本明細書に記載の特性の様々な組み合わせを有してもよい（例えば、粒子は、本明細書に記載されている1または複数の他1または複数の特性と組み合わせて、所定の特性を有してもよい）。例えば、炭素粒子は、本明細書に記載の1または複数の形状（例えば、楕円因子）と（それ自体以外の）組み合わせた所与の特性の1または複数（値）、本明細書に記載の1または複数のサイズ/サイズ分布（例えば、D L Sにより決定される体積等価球直径および/または粒子サイズ/サイズ分布）、本明細書に記載されている1または複数の真密度、本明細書に記載の1または複数の結晶化度（例えば、 L_a 、 L_c 、および/または d_{002} 値）、本明細書に記載されている1または複数の親水性内容物（例えば、水および/またはW S P値を吸収する親和性）、本明細書に記載の1または複数の表面酸基含有量、本明細書に記載の1または複数の酸素含有量、本明細書に記載の1または複数の水素含有量、本明細書に記載の1または複数の硫黄含有量、本明細書に記載の1または複数の窒素含有量、本明細書に記載の1または複数の炭素含有量、本明細書に記載の1または複数の表面積（例えば、N 2 S Aおよび/またはS T S A値）、本明細書に記載の1または複数の構造（例えば、1または複数のD B P値）、本明細書に記載される1または複数のP A H含有量（例えば、P A Hの量および/またはトート値）、本明細書に記載の1または複数の純度（例えば、灰、金属/半金属、イオン、コークスおよび/またはグリット汚染レベル）、本明細書に記載の1または複数のフラーレン様部分、本明細書に記載の1または複数の補強特性（例えば、本明細書では「タンデルタ」とも）および/または他の関連値）、本明細書に記載の1または複数のヨウ素価、本明細書に記載の1または複数のペレット特性（例えば、個々のおよび/または平均ペレット硬度値）、本明細書に記載の1または複数のふるい残留物（例えば、325および/または35メッシュ）、本明細書に記載の1または複数の微粉含有量（例えば、5'および/または20'）、本明細書に記載の1または複数の水分含量、本明細書に記載の1または複数の帯電および/または分散（溶液中）特性、またはそれらの任意の組み合わせを有し得る。

20

【0074】

いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $1.0\text{ m}^2/\text{g}$ より大きく約 $1.00\text{ m}^2/\text{g}$ より小さいN 2 S Aを有していてもよい。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $1.00\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $5.0\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.6\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.1\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $4.0\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.9\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.4\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $3.0\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.9\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $2.3\text{ m}^2/\text{g}$ または $1.9\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $1.5\text{ m}^2/\text{g}$ または $1.3\text{ m}^2/\text{g}$ 未満のN 2 S Aを有していてもよい。炭素粒子は、例えば、約 $1.40\text{ m}^1/100\text{ g}$ 、 $1.35\text{ m}^1/100\text{ g}$ または $1.30\text{ m}^1/100\text{ g}$ 未満のD B Pと組み合わせて、そのような表面積を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $2\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $1.4\text{ m}^2/\text{g}$ のN 2 S A、および約 $3.7\text{ m}^1/100\text{ g}$ から約 $4.9\text{ m}^1/100\text{ g}$ または約 $3.3\text{ m}^1/100\text{ g}$ から約 $5.3\text{ m}^1/100\text{ g}$ のD B Pを有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $1.0\text{ m}^2/\text{g}$ または 1.8 m

30

40

50

$^2 / g$ から約 $29 m^2 / g$ または $37 m^2 / g$ の N₂S_A、および約 $82 m^1 / 100 g$ または $83 m^1 / 100 g$ から約 $135 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例において、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $15 m^2 / g$ から約 $28 m^2 / g$ または約 $10 m^2 / g$ から約 $30 m^2 / g$ の N₂S_A、および約 $87 m^1 / 100 g$ から約 $102 m^1 / 100 g$ または約 $82 m^1 / 100 g$ から約 $102 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $22 m^2 / g$ から約 $34 m^2 / g$ または約 $17 m^2 / g$ から約 $37 m^2 / g$ の N₂S_A、および約 $113 m^1 / 100 g$ から約 $128 m^1 / 100 g$ または約 $110 m^1 / 100 g$ から約 $130 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $19 m^2 / g$ または $25 m^2 / g$ から約 $38 m^2 / g$ または $42 m^2 / g$ の N₂S_A、および約 $39 m^1 / 100 g$ から約 $77 m^1 / 100 g$ または $82 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $23 m^2 / g$ から約 $35 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $59 m^1 / 100 g$ から約 $71 m^1 / 100 g$ の DBP、または約 $19 m^2 / g$ から約 $39 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $55 m^1 / 100 g$ から約 $75 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $24 m^2 / g$ から約 $36 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $66 m^1 / 100 g$ から約 $78 m^1 / 100 g$ の DBP、または約 $20 m^2 / g$ から約 $40 m^2 / g$ の N₂S_A、および約 $62 m^1 / 100 g$ から約 $82 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $26 m^2 / g$ から約 $38 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $59 m^1 / 100 g$ から約 $71 m^1 / 100 g$ の DBP、または約 $22 m^2 / g$ から約 $42 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $55 m^1 / 100 g$ から約 $75 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $24 m^2 / g$ から約 $37 m^2 / g$ または約 $22 m^2 / g$ から約 $42 m^2 / g$ の N₂S_A、および約 $42 m^1 / 100 g$ から約 $57 m^1 / 100 g$ または約 $42 m^1 / 100 g$ から約 $62 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $17 m^2 / g$ または $24 m^2 / g$ から約 $51 m^2 / g$ の N₂S_A、および約 $108 m^1 / 100 g$ から約 $133 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $29 m^2 / g$ から約 $41 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $84 m^1 / 100 g$ から約 $96 m^1 / 100 g$ の DBP、または約 $25 m^2 / g$ から約 $45 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $80 m^1 / 100 g$ から約 $100 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $30 m^2 / g$ から約 $42 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $116 m^1 / 100 g$ から約 $128 m^1 / 100 g$ の DBP、または約 $26 m^2 / g$ から約 $46 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $112 m^1 / 100 g$ から約 $132 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $34 m^2 / g$ から約 $46 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $115 m^1 / 100 g$ から約 $127 m^1 / 100 g$ の DBP、または約 $30 m^2 / g$ から約 $50 m^2 / g$ の N₂S_A および約 $111 m^1 / 100 g$ から約 $131 m^1 / 100 g$ の DBP を有し得る。いくつかの例において、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、（例えば、約） $15 \sim 35 m^2 / g$ の N₂S_A と、 $325 ppm$ の低いグリットを有する（例えば、約） $115 \sim 127 m^1 / 100 g$ の DBP、および低硫黄（例えば、本明細書の他の箇所に記載されている）を有し得る。いくつかの例において、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、N₂S_A（例えば、約） $15 \sim 35 m^2 / g$ の N₂S_A と、 $325 ppm$ の低いグリットを有する DBP（例えば、約） $80 \sim 100 m^1 / 100 g$ の DBP、および低硫黄（例えば、本明細書の他の箇所に記載されている）を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $29 m^2 / g$ 、 $23 m^2 / g$ または $19 m^2 / g$ から約 $8 m^2 / g$ 、 $13 m^2 / g$ または $14 m^2 / g$ の N₂S_A、および約 65

10

20

30

40

50

m¹ / 100 g、59 m¹ / 100 g または 55 m¹ / 100 g から約 43 m¹ / 100 g、47 m¹ / 100 g、49 m¹ / 100 g または 53 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 10 m² / g から約 30 m² / g の N₂SA および約 70 m¹ / 100 g から約 120 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 10 m² / g から約 30 m² / g の N₂SA および約 80 m¹ / 100 g から約 115 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 15 m² / g から約 20 m² / g の N₂SA および約 80 m¹ / 100 g から約 100 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 17 m² / g または 24 m² / g から約 51 m² / g の N₂SA、および約 108 m¹ / 100 g から約 133 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 20 m² / g から約 50 m² / g の N₂SA、および約 110 m¹ / 100 g から約 130 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。いくつかの例において、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 30 m² / g から約 50 m² / g の N₂SA、および約 111 m¹ / 100 、120 m¹ / 100 または 150 m¹ / 100 以上の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 19 m² / g から約 50 m² / g の N₂SA、および約 42 m¹ / 100 g から約 131 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 20 m² / g から約 40 m² / g の N₂SA および約 45 m¹ / 100 g から約 95 m¹ / 100 g の構造を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 19 m² / g から約 50 m² / g の N₂SA、および約 42 m¹ / 100 g から約 131 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 19 m² / g から約 45 m² / g の N₂SA、および約 42 m¹ / 100 g から約 100 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 19 m² / g から約 45 m² / g の N₂SA、および約 55 m¹ / 100 g から約 100 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。いくつかの例では、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 22 m² / g から約 45 m² / g の N₂SA、および約 42 m¹ / 100 g から約 100 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子は、低グリットレベルおよび高純度と組み合わせて、前述の表面積および構造を有していてもよい（例えば、本明細書の他の箇所に記載されているようなものであってもよい）。炭素粒子は、低グリット、低灰分、および／または低硫黄レベルと組み合わせて、前述の表面積および構造を有していてもよい（例えば、本明細書の他の箇所に記載されているようなものであってもよい）。例えば、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、（例えば、約）2%、1.5%、0.05%、0.03% または 0.01%（例えば、重量基準）未満の灰分、および約 1.5%、1%、0.3%、0.1%、0.03%、50 ppm、10 ppm、5 ppm または 1 ppm 未満（例えば、重量基準）の硫黄含量、および／または約 5 ppm または 1 ppm 未満の 325 メッシュグリットふるい残留物を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、例えば、適切な親水性、適切な PAH 含有量、適切な（例えば、改善された）導電率および／または他の適切な特性／特徴と組み合わせて、そのような特性を有し得る。そのような炭素粒子の少なくともサブセットは、例えば、本明細書の他の場所でより詳細に説明するように、工業用ゴムおよび／またはプラスチック用途で使用することができる（例えば、1 または複数のラジエーターホース／ECD 自動車ホース用途、ウェザーストリッピング／押出用途、シール、ガスケット、成形品）。

【0075】

本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、ポリマー用途に有利に使用され得る。本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、工業

10

20

30

40

50

用ゴムおよび／またはプラスチック用途で有利に使用され得る。そのような用途の例には、成形部品、シート部品、射出部品、押し出し部品、および／または圧縮部品、ホース、ベルト、プロファイル、Oリング、ガスケット、シール、スポンジ、および／または他の部品／物品が含まれるが、これらに限定されない。例えば、本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、例えばラジエーターホース用途、自動車用押出成形、中電圧電力ケーブル用のケーブルフラッディング／絶縁などの工業用ゴムおよび／またはプラスチック用途、シール／シーリングおよび／または他のそのような用途で有利に使用することができ。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、成形および／または押出ポリマー（例えば、成形および／または押出エラストマー）に使用されてもよい。本明細書に記載される1または複数の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、ポリマー（例えば、1または複数のゴム）および／または1または複数のプラスチックに有利に配合され得る。例えば、炭素粒子は、ニトリルブタジエンゴム（NBR）、水素化ニトリルブタジエンゴム（HNBR）、エチレンプロピレンジエンモノマー（Mクラス）ゴム（EPDM）（ASTM D1418に従って分類される合成ゴムの一種）、フッ素化エラストマー（例えば、フルオロエラストマー（ASTM D1418規格によるFKM）、および／またはパーフルオロエラストマー（ASTM D1418規格によるFFKM））などで構成されていてもよい。エラストマーは合成でも天然でもよい。エラストマーという用語は、ゴムという用語と同じ意味で使用される。本開示による炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、様々なポリマーに有利に使用（例えば、配合）され得る。そのような用途におけるそのような1または複数の炭素粒子の能力測定基準は、例えば、第1の参照カーボンブラック（例えばファーネスブラック対応物）と類似または実質的に同じであり、第2の参照カーボンブラック（例えば、同じまたは、参照カーボンブラックとは異なる）、またはそれらの任意の組み合わせと比較して、増加または改善され得る（例えば、別的能力測定基準が実質的に同じであっても、所定の能力測定基準が増加または改善されてもよい）。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、例えば、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）と比較して、同様のまたは実質的に同じレベルの強化を示し得る。炭素粒子は、結果として生じる材料および／または製品／用途の様々な性能指標（例えば、特性および／または能力）に影響を与える場合がある。製品／用途は、性能、物理的特性などを与えている可能性がある。例えば、製品／用途は、強化、最終伸び、摩耗、引き裂き、引き裂き強度、引張強度、弾性率、ダイスウェル、負荷容量、彈力性、清浄度、導電率、分散、分散性、押出、押出性、押出特性、押出し平滑度、加工、加工性、成形性、流動性、充填性、粘度、表面欠陥／欠陥、玉虫色、表面仕上げ、美観、電気化学的劣化（ECD）、寸法安定性、金型の清浄度、耐食性、硬度、生強度、電気伝導率／抵抗率、静電亀裂抵抗、硬化速度、熱老化、熱試験の影響を受ける物理的性質の数、熱老化した物理的性質、動的能力（例えば、屈曲サイクルと亀裂開始に対する抵抗により測定）、屈曲サイクル数、亀裂開始／亀裂発生、破損、剥離の容易さ、製品寿命、ケーブル寿命、モールドフロー、モールド寿命、動的な環境での生活などを与えている場合がある。本開示の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）を使用する材料および／または製品／用途の能力測定基準は、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）を使用した同じ材料および／または製品／用途と比較して、例えば、少なくとも約0.1%、0.5%、1%、2%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、99%または100%高いまたは低い（例えば、より大きい、より小さい、強化または改善）であり得る。加えて、本開示の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）を使用する材料および／または製品／用途の能力測定基準は、参照カーボンブラック（例えば、ファーネスブラック対応物）を使用した同じ材料および／または製品／用途のものよりも、場合によっては最大で約100%、99%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、15%、10%、5%、2%、1%、または0.5%高いまたは低い（例えば、大きい、小さい、強化または改善）であり得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、例えば、ラジエーターホース用途で使用されてもよい。自動車用途向けのラジエーターホースは、例えばE P D Mゴムを使用して作成できる。電気化学的劣化（E C D）は、例えば、ゴム化合物の導電性、ゴムホースとアルミニウムまたはマグネシウムとの接触、および／またはホース内を流れる流体によって、および／または関連する可能性がある。E C Dは、ホースの内部層の内部に縦方向の1または複数の亀裂として現れ、伝播してホースの漏れや故障につながる可能性がある。複数の競合するニーズ／制約は、コンパウンド（例えば、ホースのコンパウンド）中に、例えばコンパウンドの処理、ホースの形成、および／または導電性などのバランスを取る必要がある。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、そのような1または複数の性能メトリック（例えば、特性／特徴）に影響を与える可能性がある。ホース製品の処理は、分散と良好な押し出しを促進する可能性のある大きな粒子、高構造の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）によって強化される場合がある。ホースの成形プロセスでは、特定の寸法に成形するためにホースを成形および／またはマンドレルに配置できるようにするために、高い生強度（または未硬化）が必要になる場合がある（例えば、成形し、おそらくマンドレルに配置するために特定の寸法に成形する）。生強度は、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の高い構造によって促進される場合がある。ホースには適切な電気抵抗率が必要な場合がある（例えば、この場合、導電率の反対、電気抵抗率が必要になる場合がある）。電気抵抗率は、構造が小さい粒度の大きい炭素粒子（例えば、カーボンブラック）で増加する。これらのニーズのバランスを取るために、非常に大きな粒度（例えば、 $15 \sim 20 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S A）と中域構造（例えば、D B P 90 $\text{m}^1 / 100 \text{ g}$ ）を持つ炭素粒子（例えば、カーボンブラック）が、処理に十分な構造およびホースの形成を提供でき、一方で粒度が大きいため、適切な（例えば、適切な）抵抗率を有する。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $10 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $30 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S A、および約 $70 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $120 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のD B P を有してもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $10 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $30 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S A、および約 $80 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $115 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のD B P を有してもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $15 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $20 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S A、および約 $80 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $100 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のD B P を有してもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $15 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $28 \text{ m}^2 / \text{g}$ または約 $10 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $30 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S A、および約 $87 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $102 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または約 $82 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $102 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ のD B P を有してもよい。本明細書に記載の炭素粒子の特性／特徴（例えば、低レベルの灰、硫黄など）は、ホースの能力測定基準（例えば、特性／特徴）を有利に改善／強化する可能性がある。ラジエーターホース用途におけるそのような炭素粒子の1または複数の能力測定基準は、例えば、第1の参照カーボンブラックと類似または実質的に同じであり、第2の参照カーボンブラック（例えば、同じまたは、第1の参照カーボンブラックとは異なる）、またはそれらの任意の組み合わせと比較して、増加、減少、強化または改善され得る（例えば、別の能力測定基準が実質的に同じであっても、所定の能力測定基準が改善されてもよい）。1または複数の能力測定基準は、例えば、前述のパラメータを含み得る。例えば、約 $10 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $30 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S A および約 $70 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $120 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の構造、または約 $15 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $20 \text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S A および約 $80 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $100 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の構造を有する本開示の炭素粒子を含むポリマー製品（例えば、ラジエーターホース）は、参照カーボンブラックを含むポリマー製品と比較すると、(i) 加工性の向上または改善、(i i) 成形性の向上または改善、(i i i) 電気抵抗率の増加、(i v) 分散の強化または改善、(v) 押出の強化または改善、および／または(v i) 生強度の増加を有し得る。与えられた能力測定基準（例えば、加工性、成形性、電気伝導度／抵抗率、分散、押出、生強度など）と参照カーボンブラックとの比較は、例えば、本明細書の他の箇所に記載されている（例えば、%で）。

10

20

30

40

50

【0077】

本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、例えば、自動車の押出成形で使用され得る。自動車用押出成形品は、高負荷のE P D M配合物である場合がある。押出物は、高密度またはスポンジであってもよい。部品の例には、例えば、窓のウェザーストリッピングやトランクガスケットが含まれる。目に見えるウェザーストリッピングの外観は、車両の市場性（例えば、ディーラー）で大きな役割を果たす可能性があるため、審美性が重要になる場合がある（例えば、審美性は自動車押出セグメントの強力な推進力になる場合がある）。性能メトリックには、例えば、押し出しの滑らかさ、表面の欠陥または不完全さ（例えば、不完全さ／目に見える欠如、例えば、表面の小さなドットおよびE P D M表面の虹色が含まれる。ニーズ／制約には、例えば、分散および押出特性、グリットレベル、および虹色が含まれる。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、そのような1または複数の性能メトリック（例えば、特性／特徴）に影響を与える可能性がある。自動車の押出成形には、適切な分散および／または良好な押出特性が必要になる場合がある。炭素粒子内のグリットレベル（例えば、カーボンブラック）が重要な場合がある。特定のサイズを超えるグリット粒子は分散されない可能性があり（例えば、分散できない）、表面の不完全さ／欠陥として現れる場合がある。玉虫色は、残留硫黄および酸素基によって引き起こされる場合がある（例えば、ファーネスカーボンブラック）。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、例えば $120\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ の範囲のD B Pを有していてもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、適切な生強度および／または寸法安定性を提供し得る特性（例えば、D B P）を有し得る。押し出しは断面が非常に複雑になる場合があり、寸法制御が重要になる場合がある。配合物中の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の負荷が高いことを考えると、より大きな粒度（例えば、 $20 \sim 50\text{ m}^2 / \text{g N}2\text{ S}A$ ）が好ましい分散である可能性があり、より効率的な押出プロセスにつながる可能性がある。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $17\text{ m}^2 / \text{g}$ または $24\text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $51\text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S A、および約 $108\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ から約 $133\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ のD B Pを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $20\text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $50\text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S A、および約 $110\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ から約 $130\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ のD B Pを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $22\text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $34\text{ m}^2 / \text{g}$ または約 $17\text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $37\text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S A、および約 $113\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ から約 $128\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ または約 $110\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ から約 $130\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ のD B Pを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $30\text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $42\text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S Aおよび約 $116\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ から約 $128\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ のD B P、または約 $26\text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $46\text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S Aおよび約 $112\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ から約 $132\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ のD B Pを有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $34\text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $46\text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S Aおよび約 $115\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ から約 $127\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ のD B P、または約 $30\text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $50\text{ m}^2 / \text{g}$ のN 2 S Aおよび約 $111\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ から約 $131\text{ m}^1 / 100\text{ g}$ のD B Pを有し得る。本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）（例えば、本明細書に記載のプロセス、例えば、分級機および／または他のサイズ縮小を含むプロセス（例えば、空気分級機ミル、ハンマーミル、ジェットミルおよび／または分級機）プロセス）は、適切な（例えば、範囲の）純度／低グリットを有し得る。本明細書に記載の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、例えば、本明細書に記載のグリット、硫黄、灰、窒素および酸素レベルの所定の組み合わせ（例えば、純度、グリットと硫黄の両方、灰、窒素と酸素）の所定の組み合わせなどの純度の所定の組み合わせを有し得る。そのような炭素粒子製品は、例えば、分散性、押出性、低欠陥率および虹色制御を含むニーズを満たすために、例えば、適切な特性を提供し得る。自動車押出用途におけるこのような炭素粒子の1または複数の能力測定基準は、例えば、第2の参照カーボンブラック（例えば、同じまたは、第1の参照カーボンブラックとは異なる、またはそれらの任意の組み合わせ）と比較して、第1の参照カーボンブラックと類似または実質的に同じ、増加、減少、強化または改善されてもよい（例えば、別の能力測定基準が実質的に同じであっても、

所定の能力測定基準が改善されてもよい)。1または複数の能力測定基準は、例えば、前述のパラメータを含み得る。例えば、約 $17\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $51\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $108\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $133\text{ m}1/100\text{ g}$ の構造、または約 $20\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $110\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $130\text{ m}1/100\text{ g}$ の構造を有する本開示の炭素粒子を含むポリマー製品(例えば、自動車押出成形品)は、参照カーボンブラックと比較すると、(i)表面の欠陥/欠陥の減少、(ii)虹色の減少、(iii)寸法安定性の向上または改善、(iv)分散の向上または改善、(v)押出特性の向上または改善、(vi)押出平滑性の向上または改善、および/または(vi)生強度の向上を有し得る。所定の能力測定基準(例えば、分散、押出特性、押出平滑性、表面の欠陥/欠陥、虹色、生強度、寸法安定性など)と参照カーボンブラックとの比較は、例えば、本明細書の他の箇所に記載されている(例えば、%で)。

【0078】

本明細書に記載の炭素粒子(例えば、カーボンブラック)は、例えば、中電圧電力ケーブルのケーブルフラッディング/絶縁に使用されてもよい。ケーブルフラッディングは、ケーブルと外側の被覆の間のプラスチックベースの化合物である可能性がある。ニーズ/制約(例えば、これらの化合物の)には、例えば、ストリッピングの容易さ、導電率、加工性、および/または清潔さが含まれる。複数の競合するニーズ/制約は、例えば分散と加工性を促進するために、より大きな粒度と高い構造が望まれるなど、配合中にバランスを取る必要がある(例えば、配合バランスにはニーズ/制約が含まれる場合がある)場合があり、導電性はより小さな粒度でありながら、構造が高いことへの押し出しを必要とする。清潔さの観点から、325メッシュの低レベルのグリット、硫黄、灰、およびイオン性不純物は(例えば、すべて)ケーブルの寿命を延ばすのに役立ち得る。本開示による炭素粒子(例えば、純粋な原料を使用して作られる)は、 $40\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび高いDBP(例えば、約 $150\text{ m}1/100\text{ g}$ 以上)および最終炭素粒子(カーボンブラックなど)中の制限されたS、OおよびNを有し得る。炭素粒子(例えば、カーボンブラック)は、約 $30\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SA、および約 $111\text{ m}1/100$ 以上のDBPを有し得る。炭素粒子(例えば、カーボンブラック)は、約 $30\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SA、および約 $150\text{ m}1/100$ 以上のDBPを有し得る。炭素粒子(例えば、カーボンブラック)は、約 $34\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $46\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $115\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $127\text{ m}1/100\text{ g}$ のDBP、または約 $30\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $111\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $131\text{ m}1/100\text{ g}$ のDBPを有し得る。炭素粒子(例えば、カーボンブラック)は、最終的な炭素粒子(例えば、カーボンブラック)の限られたS、OおよびNと組み合わせて、そのような表面積および構造を有し得る。さらに、本明細書で説明するプロセス(例えば、本明細書の他の場所で説明するように、例えば、適切な分類器および/または他のサイズ縮小機器の使用を含む)は、化学純度の低いグリット製品をもたらし得る。中電圧電力ケーブル用途向けのケーブルフラッディング/絶縁におけるそのような炭素粒子の1または複数の能力測定基準は、例えば、第1の参照カーボンブラックと類似または実質的に同じであり、第2の参照カーボンブラック(例えば、第1の参照カーボンブラックと同じまたは異なる)と比較して増加、減少、強化または改善され得、またはそれらの任意の組み合わせであってよい(例えば、所定の能力測定基準は改善され、別の能力測定基準は実質的に同じである)。1または複数の能力測定基準は、例えば、前述のパラメータを含み得る。例えば、約 $30\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $111\text{ m}1/100\text{ g}$ 以上の構造、または約 $30\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $150\text{ m}1/100\text{ g}$ 以上の構造を有する本開示の炭素粒子を含むポリマー製品(例えば、中電圧電力ケーブル用のケーブルフラッディング/絶縁)は、参照カーボンブラックを含むポリマー製品と比較すると、(i)加工性の向上または改善、(ii)容易性の向上または改善(iii)清浄度の向上、(iv)導電率の向上、(v)分散の向上または改善、および/または(vi)ケーブル寿命の向上また

10

20

30

40

50

は改善を有し得る。所定の能力測定基準（例えば、ストリッピングの容易さ、導電率、加工性、清浄度、分散、ケーブル寿命など）と参照カーボンブラックとの比較は、例えば、本明細書の他の箇所に記載されている（例えば、%で）。

【0079】

本明細書に記載される炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、例えば、シール／シーリング（例えば、ゴムシール／シーリング）で使用され得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $2 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、 $8 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、 $10 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、 $13 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、 $14 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、 $17 \text{ m}^2 / \text{g}$ または $19 \text{ m}^2 / \text{g}$ から $50 \text{ m}^2 / \text{g}$ までの N 2 S A、および約 $33 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または $42 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $131 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $19 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $50 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A、および約 $42 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $131 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $20 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $40 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $45 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $95 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の構造を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $2 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $14 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A、および約 $37 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $49 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または約 $33 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $53 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $29 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、 $23 \text{ m}^2 / \text{g}$ または $19 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $8 \text{ m}^2 / \text{g}$ 、 $13 \text{ m}^2 / \text{g}$ または $14 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A、および約 $65 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ 、 $59 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または $55 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $43 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ 、 $47 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ 、 $49 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または $53 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $2 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $35 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $59 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $71 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P、または約 $19 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $39 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $55 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $75 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $24 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $36 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $66 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $78 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P、または約 $20 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $40 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $62 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $82 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $26 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $38 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $59 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $71 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P、または約 $22 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $42 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $55 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $75 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $24 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $37 \text{ m}^2 / \text{g}$ または約 $22 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $42 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A、および約 $42 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $57 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または約 $42 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $62 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $22 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $34 \text{ m}^2 / \text{g}$ または約 $17 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $37 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A、および約 $113 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $128 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ または約 $110 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $130 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $29 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $41 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $84 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $96 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P、または約 $25 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $45 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $80 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $100 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 $34 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $46 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $115 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $127 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P、または約 $30 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $50 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $111 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $131 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の D B P を有し得る。そのような炭素粒子は、本明細書の他の場所に記載されている純度を有し得る。例えば、炭素粒子は高純度であり得る。シール用途におけるそのような炭素粒子の 1 または複数の能力測定基準は、例えば、第 1 の参照カーボンブラックと類似または実質的に同じであり、第 2 の参照カーボンブラック（例えば、同じまたは、第 1 の参照カーボンブラックとは異なる）、またはそれらの任意の組み合わせと比較して、増加、減少、強化または改善され得る（例えば、別の能力測定基準が実質的に同じであっても、所定の能力測定基準が改善されてもよい）。例えば、約 $2 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $50 \text{ m}^2 / \text{g}$ の N 2 S A および約 $33 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ から約 $131 \text{ m}^1 / 100 \text{ g}$ の構造、または約 $20 \text{ m}^2 / \text{g}$ から約 $40 \text{ m}^2 / \text{g}$

10

20

30

40

50

g の N₂ S A および約 4.5 m¹ / 100 g から約 9.5 m¹ / 100 g の構造を有する本開示の炭素粒子を含むポリマー製品（例えば、シール／シーリング）は、(i) 熱熟成物理特性の向上または改善、および／または(ii) 屈曲サイクルと亀裂発生に対する抵抗性によって測定される動的能力の向上または改善を有し得る。所与の能力測定基準（例えば、熱熟成物理特性、屈曲サイクルおよび亀裂開始に対する耐性によって測定される動的能力）と参照カーボンブラックとの比較は、例えば、本明細書の他の箇所に記載されている（例えば、%で）。

【0080】

本開示の炭素粒子は、例えば、成形用途／成形製品（例えば、成形ゴム）で使用されてもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 2 m² / g、8 m² / g、10 m² / g、13 m² / g、14 m² / g、17 m² / g または 19 m² / g から約 50 m² / g までの N₂ S A、および約 3.3 m¹ / 100 g または 4.2 m¹ / 100 g から約 1.31 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 1.9 m² / g から約 5.0 m² / g の N₂ S A、および約 4.2 m¹ / 100 g から約 1.31 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 1.9 m² / g から約 4.5 m² / g の N₂ S A、および約 4.2 m¹ / 100 g から約 1.00 m¹ / 100 g の DBP を有してもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 1.9 m² / g から約 4.5 m² / g の N₂ S A、および約 5.5 m¹ / 100 g から約 1.00 m¹ / 100 g の DBP を有してもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 2.2 m² / g から約 4.5 m² / g の N₂ S A、および約 4.2 m¹ / 100 g から約 1.00 m¹ / 100 g の DBP を有してもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 2.4 m² / g から約 3.7 m² / g または約 2.2 m² / g から約 4.2 m² / g の N₂ S A、および約 4.2 m¹ / 100 g から約 5.7 m¹ / 100 g または約 4.2 m¹ / 100 g から約 6.2 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 2.2 m² / g から約 3.4 m² / g または約 1.7 m² / g から約 3.7 m² / g の N₂ S A、および約 1.13 m¹ / 100 g から約 1.28 m¹ / 100 g または約 1.10 m¹ / 100 g から約 1.30 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 2.9 m² / g から約 4.1 m² / g の N₂ S A および約 8.4 m¹ / 100 g から約 9.6 m¹ / 100 g の DBP、または約 2.5 m² / g から約 4.5 m² / g の N₂ S A および約 8.0 m¹ / 100 g から約 1.00 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 2 m² / g から約 1.4 m² / g の N₂ S A、および約 3.7 m¹ / 100 g から約 4.9 m¹ / 100 g または約 3.3 m¹ / 100 g から約 5.3 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 2.9 m² / g、2.3 m² / g または 1.9 m² / g から約 8 m² / g、1.3 m² / g または 1.4 m² / g の N₂ S A、および約 6.5 m¹ / 100 g、5.9 m¹ / 100 g または 5.5 m¹ / 100 g から約 4.3 m¹ / 100 g、4.7 m¹ / 100 g、4.9 m¹ / 100 g または 5.3 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 2.3 m² / g から約 3.5 m² / g の N₂ S A および約 5.9 m¹ / 100 g から約 7.1 m¹ / 100 g の DBP、または約 1.9 m² / g から約 3.9 m² / g の N₂ S A および約 5.5 m¹ / 100 g から約 7.5 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 2.4 m² / g から約 3.6 m² / g の N₂ S A および約 6.6 m¹ / 100 g から約 7.8 m¹ / 100 g の DBP、または約 2.0 m² / g から約 4.0 m² / g の N₂ S A および約 6.2 m¹ / 100 g から約 8.2 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 2.6 m² / g から約 3.8 m² / g の N₂ S A および約 5.9 m¹ / 100 g から約 7.1 m¹ / 100 g の DBP、または約 2.2 m² / g から約 4.2 m² / g の N₂ S A および約 5.5 m¹ / 100 g から約 7.5 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約 3.4 m² / g から約 4.6 m² / g の N₂ S A および約 1.15 m¹ / 100 g から約 1.27 m¹ / 100 g の DBP、または約 3.0 m² / g から約 5.0 m² / g の N₂ S A および約 1.11 m¹ / 100 g から約 1.31 m¹ / 100 g の DBP を有し得る。そのような炭素粒子は、例えば、本明細書

10

20

30

40

50

の他の場所に記載されている純度および／またはふるい残留物を有し得る。例えば、炭素粒子は高純度で低ふるい残留物であり得る。改善された金型流動および／または金型寿命の延長は、例えば、より少ない研磨化合物によるものであり得る。動的環境での長寿命は、例えば、クラックの発生および／または破損が少ないためである。成形用途におけるそのような炭素粒子の1または複数の能力測定基準は、例えば、第1の参照カーボンブラックと類似または実質的に同じであり、第2の参照カーボンブラック（例えば、同じまたは、第1の参照カーボンブラックとは異なる）、またはそれらの任意の組み合わせと比較して、増加、減少、強化または改善され得る（例えば、別の能力測定基準が実質的に同じであっても、所定の能力測定基準が改善されてもよい）。例えば、約 $2\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $50\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $33\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $131\text{ m}1/100\text{ g}$ の構造、または約 $22\text{ m}^2/\text{g}$ から約 $45\text{ m}^2/\text{g}$ のN2SAおよび約 $42\text{ m}1/100\text{ g}$ から約 $100\text{ m}1/100\text{ g}$ の構造を有する本開示の炭素粒子を含むポリマー製品（例えば、成形製品）は、(i)強化されたまたは改善された金型流動性、(ii)長い金型寿命、(iii)研磨化合物の量の減少、(iv)動的環境での長い寿命、(v)亀裂の発生が少ないと、および／または(vi)破損が少ないと有し得る。所与の能力測定基準（例えば、金型流動、金型寿命、動的環境での寿命、亀裂の開始、破損など）と参照カーボンブラックとの比較は、例えば、本明細書の他の箇所に記載されている（例えば、%で）。

【0081】

本開示の炭素粒子は、例えば、ゴム用途／ゴム製品に使用することができる。炭素粒子は、例えば、本明細書の他の場所で説明される純度および／またはグリットレベルを有してもよい。例えば、炭素粒子は超清浄で低グリットである。本明細書に記載の炭素粒子のそのような特性／特徴（例えば、低レベルの灰、硫黄、325メッシュグリットふるい残留物など）は、ゴム用途／ゴム製品の能力測定基準（例えば、特性／特徴）を有利に改善／強化することができる（例えば、本明細書の他の場所で、例えば、ラジエーターホース、自動車の押出成形、シール／シーリングおよび／または成形品／成形用途に関連して記載しているように）。例えば、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、（例えば、約）2%、1.5%、0.05%、0.03%または0.01%（例えば、重量基準）未満の灰分、および約1.5%、1%、0.3%、0.1%、0.03% 50 ppm 、 10 ppm 、 5 ppm または 1 ppm 未満（例えば、重量基準）の硫黄含量、および／または約 5 ppm または 1 ppm 未満の325メッシュグリットふるい残留物を有し得る。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、例えば、約 3.0 nm または 4 nm より大きい L_c 、約 0.35 nm 未満のd 0.02 、CDBP吸収の約1.3倍または1.1倍以下のDBP吸収、参照カーボンブラックのDBPとCDBPの比の約95%以下のDBPとCDBPの比、約0.4重量%以下の酸素、重量で約0.4%未満の水素、炭素粒子の表面積1平方メートル当たり約 $0.5\text{ m}1$ または $0.05\text{ m}1$ の水よりも少ない80%相対湿度の雰囲気から水を吸着する親和性、約 $0\sim\text{約}8\text{ mJ/m}^2$ のWSP（例えば、約 5 mJ/m^2 未満）、約 $0.5\mu\text{mol/m}^2$ 以下の総表面酸基含有量および／または本明細書の他の箇所に記載されている他の特性／特性（例えば、窒素含有量）を有し得る。本明細書に記載される純度および低グリットレベルは、例えば、加工、製品寿命および押出成形、美観（例えば、より美観に優れる）を支援（例えば、向上または改善）し得る。低硫黄、低灰分、および／または低グリット（例えば、本明細書の他の箇所でより詳細に説明するように）は、例えば処理および／または能力（例えば、低亀裂開始）を強化または改善する可能性がある。純度（例えば、本明細書の他の場所でより詳細に記載されているような高純度）は、例えば、能力、熱熟成および／または動的能力を向上または改善し得る。用途のテストには、例えば、熱のテストの影響を受ける物理的特性の数のテストが含まれる。

【0082】

炭素粒子（カーボンブラックなど）の最終品質の管理は、プロセス管理とプロセス最適化に大きく依存する場合がある。いくつかの場合（例えば、プラズマプロセス）、本明細書のプロセスは、3400を超える可能性がある反応器の特定の領域の温度で動作する場合がある。例えば、カーボンブラックなどのいくつかの実装では、温度および混合条件

10

20

30

40

50

は、様々なグレードの炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の1または複数（例えば、すべて）を作成するように構成（例えば、完全に最適化および制御）することができ、そのうちの数百がある場合もある。構造材料は、冷却される領域の知識に加えて、他のすべての部品の知識とともに制定され、最大のエネルギー効率の効率的な加熱（例えば、プラズマの効率的な生産）、最大限の寿命にわたる機能部品の有用性、最小限の熱損失、最大限の水素リサイクル、最大限の混合、および反応器の全体的な効率全体に影響を与える従来の特性の様々な組み合わせに影響し得る。

【0083】

コーティングを最小限に抑えた高品質で高表面積の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）を製造するには、原料と高温ガスの迅速な混合が必要になる場合がある。高品質の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）には、例えば、表面積とDBPが密に分布している場合がある。例えば、試料は、狭い粒度分布および/または分岐した一次粒子の狭い分布を有する粒子を有するように調整されてもよい。これは、固体炭素（例えば、固体カーボンブラック）への変換中の炭化水素原料の時間/温度プロファイルによって制御できる。さらに、多環芳香族炭化水素（PAH）の量は最小限に抑えることができる（例えば、質量で1%未満）。グリット（またはその任意のサブセット）（例えば、325メッシュ）の量は、例えば、プラズマの急速な混合と高温のために、例えば、約500ppm（百万分の1）未満になる場合がある。表面の化学的性質は、エラストマー複合材の高能力に必要なものと互換性がある場合がある（例えば、特にトレッド複合材のフィラー材料として）。本明細書に記載のシステムおよび方法は、電力（例えば、基本構成要素に対する十分な単位電力）、耐食性（例えば、水素プラズマにさらされたときのこれらの構成要素の減少または減衰なし）、およびカーボンブラックを生成するための連続動作要件を満たすことができる。

10

20

30

40

【0084】

本開示のシステム（例えば、装置）および方法、ならびに本明細書のシステムおよび方法を用いて実施されるプロセスは、カーボンブラックまたは炭素含有化合物の連続生産を可能にし得る。このプロセスは、炭素含有原料を変換することを含み得る。本明細書に記載されるシステムおよび方法は、高品質の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の連続的な操作および生産を可能にし得る。いくつかの例では、本明細書のシステムおよび方法により、表面積が約15平方メートル/グラム(m^2/g)または $20 m^2/g$ より大きいカーボンブラック（例えば、カーボンブラック）を製造することができる（例えば、商業規模で）。炭素粒子は、炭化水素を加熱ガスに加えて炭素粒子（例えば、カーボンブラックナノ粒子などの炭素ナノ粒子）を生成することにより（例えば、ワンステッププロセスで）作成することができる。炭化水素を高温ガスと混合して、炭化水素から水素を除去してもよい。いくつかの例では、炭素粒子（例えば、カーボンナノ粒子）は、炭化水素を加熱ガスに添加して、本明細書の他の箇所でより詳細に説明される1または複数の特性（例えば、球相当直径が1ミクロン未満であり、3.0nmを超えるLcを有する）を有する炭素粒子（例えば、カーボンナノ粒子）を生成することにより（例えば、ワンステッププロセスで）作製できる。

【0085】

このプロセスは、（例えば、DCまたはAC源からの）電気エネルギーで熱伝達ガス（例えば、プラズマガス）を加熱することを含み得る。熱伝達ガスは、電気アークによって加熱されてもよい。熱伝達ガスは、ジュール加熱（例えば、抵抗加熱、誘導加熱、またはそれらの組み合わせ）により加熱されてもよい。熱伝達ガスは、ジュール加熱および電気アーク（例えば、ジュール加熱の下流）によって加熱されてもよい。熱伝達ガスは、加熱の前に予熱されてもよい（例えば、熱交換により予熱される）。例えば、同一出願人による同時係属中の国際公開第2017/034980号（「HIGH TEMPERATURE HEAT INTEGRATION METHOD OF MAKING CARBON BLACK」）を参照されたい。それは参照により本明細書に完全に組み込まれる。炭化水素原料は、熱伝達ガスと接触する前に（例えば、熱交換、ジュール加熱、また

50

はその組み合わせ)によって予熱される前に)、約100から約800の温度まで予熱(例えば、約25の温度から)されてもよい。このプロセスは、注入された原料を加熱された熱伝達ガス(例えば、プラズマガス)と混合して適切な反応条件を達成することをさらに含み得る。反応ゾーンは、接触面とすぐに接触しない場合がある。1または複数の追加の材料の流れをプロセスに提供することができる(例えば、反応ゾーンの上流の熱伝達ガスを伴うまたはその中の注入、原料の蒸気を伴うまたはその中の注入、熱伝達ガスおよび原料の混合物への注入、例えば、反応ゾーンへの注入、上流への注入、同じ平面内への注入、または原料注入の下流、または隣接などを通じて反応器に提供される)。1または複数の追加の材料の流れは、1または複数の適切な化合物(例えば、気化状態、溶融状態、水、有機溶媒(例えば、液体原料、エチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、ジエチルエーテルまたは他の類似のエーテル、または他の適切な有機溶媒)またはそれらの混合物に溶解;など)を含み得る。例えば、構造(例えば、D B P)は、適切なイオン化合物、例えば、アルカリ金属塩(例えば、ナトリウム、カリウム、ルビジウムまたはセシウムの、アセテート、アジペート、アスコルビン酸塩、安息香酸、重炭酸塩、炭酸塩、クエン酸塩、デヒドロアセテート、エリソルビン酸塩、パラヒドロキシ安息香酸エチル、ギ酸塩、フマル酸塩、グルコン酸、酢酸水素、水酸化物、乳酸、リンゴ酸塩、パラヒドロキシ安息香酸メチル、オルトフェニルフェノール、プロピオン酸、パラヒドロキシ安息香酸プロピル、ソルビン酸塩、コハク酸塩または酒石酸塩)の助けを少なくとも一部借りて制御できる。そのような1または複数の化合物は、原料および/または熱伝達ガス(例えば、1または複数の化合物)に関して(または関連して)、適切なレベルで添加することができる((例えば、カチオンの)約0 ppm~2 ppm、0 ppm~5 ppm、0 ppm~10 ppm、0 ppm~20 ppm、0 ppm~50 ppm、0 ppm~100 ppm、0 ppm~200 ppm、0 ppm~500 ppm、0 ppm~1000 ppm、0 ppm~2000 ppm、0 ppm~5000 ppm、0 ppm~1%、5 ppm~50 ppm、10 ppm~100 ppm、20 ppm~100 ppm、100 ppm~200 ppm、100 ppm~500 ppm、200 ppm~500 ppm、1000~2000 ppm、2000 ppm~5000 ppm、2000 ppm~1%、または5000 ppm~1%の比率または濃度で、例えば、原料流量および/または熱ガス流量に関して、または原料に加えられた炭素の量に関してモルまたは質量基準で)加えることができる)。反応の生成物は冷却されてもよく、炭素粒子(例えば、カーボンブラック)または炭素含有化合物は他の反応生成物から分離されてもよい。生成されたままの水素は、反応器にリサイクルして戻されてもよい。例えば、国際公開第2017/034980号(「HIGH TEMPERATURE HEAT INTEGRATION METHOD OF MAKING CARBON BLACK」)を参照されたい。それは参照により本明細書に完全に組み込まれる。

【0086】

場合によっては、熱伝達ガスは無酸素環境で加熱される。炭素粒子は、場合によっては、無酸素雰囲気で生成(例えば、製造)されてもよい。無酸素雰囲気は、例えば、約5体積%未満の酸素、約3%未満の酸素(例えば、体積基準)、または約1%未満の酸素(例えば、体積基準)を含み得る。本開示の炭素粒子(例えば、カーボンブラック)は、場合によっては、実質的に無酸素のプロセスを介して(例えば、商業規模で)製造され得る。実質的に無酸素のプロセスは、例えば、約5%未満の酸素(体積による)、または約3%未満の酸素(例えば、体積による)を含み得る。

【0087】

熱伝達ガスは、少なくとも約60%から最大約100%の水素(体積基準)を含み得、さらに最大約30%の窒素、最大で約30%のCO、最大で約30%のCH₄、最大で約10%HCN、最大約30%C₂H₂、および最大約30%Arをさらに含み得る。例えば、熱伝達ガスは約60%以上の水素であり得る。さらに、熱伝達ガスは、アントラセン、ナフタレン、コロネン、ピレン、クリセン、フルオレンなどの多環式芳香族炭化水素を

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

炭化水素原料には、式 C_nH_x または $C_nH_xO_y$ の式の化学物質が含まれ得る。ここで、 n は整数で、 x は (i) 1 から $2n + 2$ の間、または (ii) 石炭、コールタール、熱分解燃料油などの燃料で 1 未満、 y は 0 ~ n である。炭化水素原料には、例えば、単純な炭化水素（例えば、メタン、エタン、プロパン、ブタンなど）、芳香族原料（例えば、ベンゼン、トルエン、キシレン、メチルナフタレン、熱分解燃料油、コールタール、石炭、重質油、バイオオイル、バイオディーゼル、その他の生物由来の炭化水素など）、不飽和

えば、天然ガスなど)を含み得る。

【0089】

注入された炭化水素は、共有結合により炭化水素に元々化学的に結合した水素の少なくとも約80モル%が二原子水素としてホモ原子結合するように分解され得る。ホモ原子結合とは、同じ2つの原子間にある結合を指し得る(例えば、2原子の水素またはH₂の場合)。C-Hはヘテロ原子結合であってもよい。炭化水素は、ヘテロ原子結合C-Hからホモ原子結合H-HおよびC-Cになり得る。プラズマからのH₂がまだ存在している可能性があるが、これはCH₄またはその他の炭化水素原料からのH₂を指しているだけである。

【0090】

システム(例えば、密閉粒子生成システム)は、熱生成セクションを備えてよい。いくつかの実装形態では、熱生成セクションは、プラズマ生成電極の1または複数のセットを含むプラズマ生成セクションであってもよい。熱生成セクション(例えば、プラズマ生成セクション)は、炭化水素注入器を含む反応器セクションに接続されてもよい。いくつかの実施態様では、炭化水素注入器は、例えば、最大の反応器サイズ縮小の時点で、またはプラズマ生成電極のさらに下流にあってもよい。本明細書で使用される反応器という用語は、装置(例えば、反応器セクションを含むより大きな装置)、または反応器セクションのみを示し得る。反応器は、(例えば、図6に関連するなど、本明細書の他の箇所で説明するように)反応器の少なくとも一部(例えば、図2、3、4および6に関連して説明した1または複数の部分、例えば、熱発生、注入および/または反応を実施するように構成された1または複数の部分、例えば、一定の直径の領域/セクション、収束領域/セクション、発散領域/セクション、挿入物または他の追加の構成要素、スロート、ナローイング、またはそれらの任意の組み合わせ)における流れ(例えば、注入の前、間および/または後の流れの少なくとも一部または全体の流れ;熱発生、注入および/または反応中の流れの少なくとも一部またはすべて;熱伝達ガスの流れの少なくとも一部またはすべて;など)が、軸方向(例えば、ほぼ軸方向)、放射状(例えば、ほぼ半径方向)、またはその組み合わせになるのを可能にするように構成され得る。本明細書の他の場所でより詳細に説明するように(例えば、図1および5に関して)、システムは、例えば、反応器に接続された熱交換器、熱交換器に接続されたフィルタ、フィルタに接続された脱気装置、脱気装置に接続されたペレタイザー、ペレタイザーに接続されたバインダー混合タンク、およびペレタイザーに接続された乾燥機に接続されたフィルタの1または複数を含む(例えば、付加的)ことができる。例えば、1または複数の熱交換器、フィルタ、脱気室、および/またはバックエンド機器(例えば、1または複数のペレタイザー、ペレタイザーに接続されたバインダー混合タンク、および/またはペレタイザーに接続された乾燥機)を使用できる。本明細書の他の場所で説明されるように、「反応器」は、装置(例えば、反応器セクションを含むより大きな装置)、または反応器セクションのみを示し得る。

【0091】

本明細書で説明されるシステムは、プラズマ発生器を備えてよい。プラズマ発生器は、気体または気体混合物(例えば、体積で少なくとも50%気体)を利用してよい。プラズマ発生器は、ガスまたはガス混合物(例えば、少なくとも体積基準で50%の気体)を利用してよく、その場合、気体はプラズマ状態で反応性および腐食性である。プラズマガスは、例えば、少なくとも50体積%の水素であり得る。本明細書に記載のシステムは、DCまたはAC電源によって通電されるプラズマ発生器を備えてよい。水素ガス混合物は、DCまたはAC電源によって生成される放電が維持されるゾーンに直接供給されてもよい。プラズマは、本明細書の他の場所で説明されているような組成を有していてよい(例えば、熱伝達ガスの組成に関して)。プラズマはアーク加熱を使用して生成できる。誘導加熱を使用してプラズマを生成できる。

【0092】

システム(例えば、封入粒子生成システム)は、炭素粒子(例えば、カーボンブラック)の製造方法を実施するように構成されてもよい。この方法は、熱発生および炭化水素の

10

20

30

40

50

注入を含み得る。方法は、例えば、プラズマ生成電極（例えば、反応器内）でプラズマ（例えば、少なくとも約60体積%の水素を含む）を生成し、炭化水素を注入して（例えば、本明細書の他の箇所で説明したように）、炭素粒子を形成することを含み得る。いくつかの実装形態では、方法は、プラズマ生成電極（例えば、反応器内）でプラズマ（例えば、少なくとも約60体積%の水素を含む）を生成すること、反応器の内部寸法を縮小すること（例えば、本明細書の他の箇所で説明するように）、および炭化水素を注入して（例えば、本明細書の他の箇所で説明するように）炭素粒子を形成することを含むことができる）。炭化水素は、反応器内で少なくとも約1,000にさらされるが、約3,500を超えない（例えば、プラズマから生成される熱によって）。プラズマの温度は、一次粒子のサイズを調整するために調整できる。

10

【0093】

電極（例えば、電気アーク（本明細書では「アーツスポット」とも）にさらされる表面）は、最も強い加熱環境にある可能性がある。電極の表面での破壊は侵食につながることがあり、電極の寿命を縮める可能性がある。電極の侵食は、水素や酸素などの化学的に活性な元素の存在下で動作するプラズマ発生器で最も重い場合がある。電極の寿命は、例えば、電極への電気アークの熱効果を最小にすることにより、および／または侵食性媒体に対する電極表面の適切な保護により延長され得る。電磁界を印加して、アーツスポットを電極表面上で急速に移動させることによりアーツスポットの影響を低減し、それにより、電極と電気アーク間の接触領域への平均熱流束の密度を低下させることができる。磁場は、2つの電極間の直接的な空間の境界の外側にプラズマを押し出す可能性がある。これは、侵食性媒体（例えば、過熱されたH₂および水素ラジカル）が電極自体から大きく分離される可能性があることを意味する。電極への磁場の印加により生成される回転アーク放電が使用されてもよい（例えば、付加的に）。磁場は、例えば、約20ミリテスラ(mT)から約100mT（例えば、トーチの先端で、半径方向（トーチの周囲の周り）および／または電極の輪において軸方向（電極の軸に沿って））であり得る。電極の侵食は、いくつかの放電間での主アーク放電の電流の分布によって制御され、それにより、電極アセンブリの並列接続された電極のそれぞれ、例えばアノードへの熱効果が緩和され得る。例えば、米国特許第2,951,143号明細書（「ARC TORCH」）および第3,344,051号明細書（「METHOD FOR THE PRODUCTION OF CARBON BLACK IN A HIGH INTENSITY ARC」）を参考されたい。これらはそれぞれ参考により全体が本明細書に組み込まれる。プラズマは、AC電極を使用して生成できる。複数（例えば、3つ以上）のAC電極を使用してもよい（例えば、より効率的なエネルギー消費と電極表面での熱負荷の低減という利点がある）。

20

【0094】

電極は一定の割合で消費される。例えば、消費される電極の立方メートル当たり約70トンを超える炭素粒子（例えば、カーボンブラック）が生成され得る。内側電極と外側電極の表面積の比率は、プラズマ生成中（例えば、分解中）に一定のままである場合がある。いくつかの実装形態では、電極は同心円状に配置されてもよい。プラズマを生成するために使用される電極は、場合によっては製品ナノ粒子の一部になることがある（例えば、グラファイト電極はプロセスでフラー・レンナノ粒子になることがある）。電極の分解は、本明細書の他の場所でより詳細に説明されているように制限される場合がある。

30

【0095】

熱発生（例えば、プラズマ発生）の下流で、熱活性化チャンバ（例えば、プラズマチャンバ）は、場合によっては、円錐または正方形／スロットの端に狭くなるか、収束することがあり、その後、反応器に発散する前に任意に真っ直ぐにされていてもよい。スロートは、熱活性化セクション（例えば、熱活性化チャンバ）と反応器セクションを分離し、および／または熱伝達ガスを加速して、より強い混合がより小さな領域で行われるようにする。スロートは、熱活性化セクションと反応器セクションの間の最も狭いセクションとして定義されてもよい。スロートの長さは、数メートルまたは約0.5から約2ミリメート

40

50

ル程度の短さであり得る。スロートの最も狭い点は、スロートの最も狭い直径として定義されてもよい。最も狭い断面の約 10 % 以内にある断面は、スロートの範囲内にあるとみなされる場合がある。1つの直径は、スロートの最も狭い点でのスロートの直径として定義することができる。反応器への炭化水素注入点は、例えば、スロートの上流の約 5 直径からスロートの下流の約 5 直径まで配置されてもよい。いくつかの例では、注射はスロートの約 + / - 2 直径または約 + / - 1 直径の範囲内で起こり得る。炭化水素原料の注入点は、例えば、スロートの最も狭い点の下流であり、反応器への発散の開始に向かうことがあり得る。スロートはノズルであってもよい。熱伝達ガス（例えば、プラズマガス）は、ノズルを通して加速されてもよい。ノズルの直径は、熱伝達ガス（例えば、プラズマガス）の（流れの）方向に狭くなり得る。狭窄の望ましい量（例えば、スロートの直径）は、例えば、炭化水素および固体炭素粒子のプラズマチャンバへの再循環、最適な混合、ビューファクター、またはそれらの任意の組み合わせに基づいて判定され得る。減少は、最小再循環、最大混合、および増加したビューファクターのバランスに基づいて判定できる。反応器セクションの内部寸法は、例えば、約（例えば、少なくとも約）10 %、20 %、30 % または 40 % 以上、熱発生器の下流（例えば、プラズマ発生電極から）、縮小することができる（例えば、スロートでプロセスの直径を小さくする）。異なる炭素粒子（例えば、異なるグレードの炭素粒子（例えば、カーボンブラック））は、表面積、構造、および／または表面化学特性をターゲットにしながら、同時に未反応の多環芳香族炭化水素（PAH）を最小限に抑えるために、このパラメータの微調整および製品の大きな粒子汚染（例えば、グリット）の最小化が必要になる場合がある。

10

20

30

40

50

【0096】

熱伝達ガス（例えば、プラズマガス）は、反応器領域に導かれてもよい。原料は、空力および電磁力によって生成される一般的な条件下で、プラズマガスと原料の間の激しい急速な混合が発生する可能性があるよう、および／または原料が熱活性化チャンバ（例えば、プラズマチャンバ）へ限られたまたは実質的にゼロの再循環（例えば、重要な再循環がない）が発生し得るように、反応器領域に注入することができる。炭化水素の注入は、反応が発生する空間の領域が表面と接触しないように制御することができる。

【0097】

本明細書に記載されるシステムおよび方法は、炭化水素を急速に加熱して炭素粒子（例えば、炭素ナノ粒子）を形成することを含み得る。例えば、炭化水素は急速に加熱され、炭素粒子（例えば、炭素ナノ粒子）と水素を形成し得る。水素は、場合によっては過半数の水素を示し得る。例えば、この水素の一部には、メタン（例えば、使用されていないメタン）および／またはその他の様々な炭化水素（例えば、エタン、プロパン、エチレン、アセチレン、ベンゼン、トルエン、ナフタレンなどの多環芳香族炭化水素（PAH））をも含有し得る。

【0098】

原料が注入されると、2つのガスを平衡（例えば、熱平衡）にするための熱伝達の少なくとも一部が約 2 秒以内に発生する場合がある。十分な熱が原料に伝達されて、高品質の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）が形成される場合がある。例では、加熱された熱伝達ガスに含まれる熱の約 30 % から約 80 %、または約 40 % から約 70 % が、熱伝達ガスへの最初の暴露から約 2 秒以内に炭化水素原料に伝達され得る。別の例では、加熱された熱伝達ガスに含まれる熱の約 60 % 以上が、熱伝達ガスへの最初の暴露から約 2 秒以内に炭化水素原料に伝達され得る。別の例では、最初の 500 ミリ秒（炭化水素が注入される時点から開始）以内に、熱伝達ガス（例えば、水素）に含まれるエネルギーの約 50 % 超が炭化水素流出流に伝達され得る。例えば、ジュールで測定されたプラズマによって生成された熱の少なくとも約 50 % は、約 500 ミリ秒以下で炭化水素に伝達され得る。熱は、放射、伝導、熱ガス伝達、またはその他のメカニズムによって伝達され得る。さらに別の例において、炭素粒子（例えば、微粒子カーボンブラック）を形成するための反応全体は、炭化水素原料材料の注入後数ミリ秒以内に終了し得る。

【0099】

炭素粒子（例えば、カーボンブラック）反応の中間生成物は、接触する表面に付着する傾向がある。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）形成前の中間生成物は、表面との接触を防ぐ一方で、内部構成要素の生存を維持する（例えば、熱活性化チャンバラライナー、スロート材料、注入器材料、およびリアクター自体）ことができる。混合は、反応器の完全性を維持しながら迅速な混合を達成する方法で制御されてもよい。例えば、混合は、成分の生存性を改善する（例えば、最大化する）、混合を改善する（例えば、最大化する）、および／またはコーリングを減少させる（例えば、最小化する）方法で制御され得る。いくつかの実施において、混合は、かなりの密度の比較的冷たい炭化水素と非常に低い密度の非常に熱い水素との混合を含んでもよい。場合によっては、2つの流出ストリームの密度、温度、速度、および粘度が異なる場合がある。これらの流出ストリームの急速な混合により、十分な量の分解炭化水素が得られる場合がある。

10

【0100】

原料注入は、本明細書の他の場所でより詳細に説明されているように、適切な領域で行われてもよい。例えば、原料は、反応器の壁から離れた位置（例えば、中央）、反応器の壁から、電極を通して、またはそれらの任意の組み合わせで（例えば、平面に）注入されてもよい。炭化水素注入には、1または複数の注入器が含まれる場合がある（例えば、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95、100以上の注入器）。注入器は、例えば、円形またはスリット形状を含む様々な形状の先端、スロット、ノズルを備えててもよい。いくつかの実装形態では、水素の大部分が炭化水素原料のカーテン内に閉じ込められるように、注入器の開口部を構成／利用することができる。そのような注入器開口部の総直径（例えば、直徑の合計）は、例えば、本明細書の他の箇所で（例えば、ノズルに関して）記載されている通りであり得る。複数の注入器開口部が同じ軸平面に配置されていてもよい。熱伝達ガスの流れは、軸方向（例えば、実質的に軸方向）、半径方向（例えば、実質的に半径方向）、またはそれらの組み合わせであり得る。原料は、熱伝達ガスと同じ流れ方向、熱伝達ガスに垂直な流れ方向、またはそれらの組み合わせで、熱伝達ガスの前述の流れに（例えば、1または複数の開口部を通して）注入することができる（例えば、原料は、軸方向（例えば、実質的に軸方向）、半径方向（例えば、実質的に半径方向）、またはそれらの組み合わせで注入されてもよい）。注入器は、熱ガス流に対して接線方向／軸方向、半径方向、またはそれらの組み合わせに対して方向付けられてもよい。本明細書の他の箇所でさらに詳細に説明するように、軸外注入を使用することができる。軸外注入は、約0.1、0.5、1、2、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、89、または89.5度以上の軸外角度で行うことができる。代替的または追加的に、軸外角度は、約89.9、89.5、89、85、80、75、70、65、60、55、50、45、40、35、30、25、20、15、10、5、2、1または0.5度以下であってもよい。軸外角度は、例えば、約5度から約85度まであり得る。接線方向の流れを導入して（例えば、追加的に）、2つの流出流間の混合をさらに強化してもよい。

20

【0101】

炭化水素原料の混合（例えば、スロートまたはスロートのすぐ下流）は、熱ガス（例えば、プラズマ）の流れに対して接線方向に向けられた複数の注入器を使用することで実現できる。いくつかの実装形態では、適切な直徑の4つの円形ノズル（例えば、注入器が同じ場所にある断面の円周の約5%未満のノズルの総直徑を備えた）を使用することができる。いくつかの実装形態では、適切な直徑の（例えば、ノズルの直徑の合計が、注入器が同じ場所にある断面の円周の約5%を超える）6個以上のノズル、または代替形状のノズル（例えば、スリット形状）を使用できる。ノズル（例えば、増加したノズル数／調整されたノズル形状構成）は、水素の大部分が炭化水素原料のカーテン内に閉じ込められるように利用されてもよい。炭化水素は、熱ガス（例えば、プラズマ）流とともに軸方向に注入されてもよい（本明細書では「軸方向炭化水素注入」とも）。炭化水素は半径方向に注

30

40

50

入されてもよい。流れは、軸方向成分と半径方向の成分の両方を含んでもよい（「軸外」の流れ）。軸外注入は、例えば、約5度から約85度の軸外角度であり得る。さらに、接線方向の流れを導入して、2つの流出流間の混合をさらに強化することができる。これに関連して、直径は不規則または規則的な形状のノズルの最大寸法を示し得る（例えば、形状が星の場合、直径は最大の内部寸法を与える星の2つの先端の間で測定される）。原料は、例えば、反応器の側面から（例えば、狭小化の上流（前）、中（例えば、ミドル）または下流（後）；スロートまたはその近くの平面上の任意の場所（収束領域の下など）、またはスロートのさらに下流（例えば、反応器の発散領域）など）から、図2に示すような軸方向の回転の有無にかかわらず入ることができ、1または複数の開口部を含む中央注入器先端から（例えば、噴射面の1または複数の開口部を通して）軸方向下流に炭化水素を噴射することができる注入器を使用して、反応器のほぼ中央の位置で軸方向に注入することができる。炭化水素原料の注入は、中央に配置された注入器から半径方向外側に、または反応器の壁から半径方向内側に行われる。

10

【0102】

1または複数の注入器は、冷却液（例えば、水）で冷却できる。1または複数の注入器は、例えば、水または非酸化性液体（例えば、鉛油、エチレンギリコール、プロピレングリコール、例えばDOWTHERM（商標）材料などの合成有機流体）によって冷却されてもよい。例えば、同一出願人による同時係属の国際公開第2015/116800号（「PLASMA GAS THROAT ASSEMBLY AND METHOD」）を参照されたい。これは参照により全体が本明細書に組み込まれる。1または複数の注入器は、例えば、銅、ステンレス鋼、グラファイト、および/または高融点および良好な耐腐食性（例えば、水素フリーラジカル環境に対する）を有する他の同様の材料（例えば、合金）などの適切な材料から製造され得る。

20

【0103】

図6は、本開示による反応装置（本明細書では「装置」とも）600を示す。装置は、例えば、熱発生（例えば、加熱）605、注入610、および反応615を可能にするように構成され得る。例えば、装置は、1または複数の一定直径領域/セクション、1または複数の収束領域/セクション、1または複数の発散領域/セクション、1または複数の挿入物または他の追加の構成要素、またはそれらの任意の組み合わせを含み得る。そのような領域/セクション、および/または挿入物または他の追加の構成要素は、熱発生（例えば、加熱）605、注入610および反応615を実施するために様々な方法で組み合わされてもよい。そのような実装は、図2、図3、および図4の概略図に関連して説明された構成を含むことができるが、それに限定されない。例えば、熱発生605が実施される領域/セクションは、反応615が実施される反応領域/セクションからスロートによって分離されてもされなくともよく、注入610は、熱発生605の下流にあってもなくてもよい。

30

【0104】

熱伝達ガスは、例えば、約1標準立方メートル/時（Nm³/時）、2Nm³/時、5Nm³/時、10Nm³/時、25Nm³/時、50Nm³/時、75Nm³/時、100Nm³/時、150Nm³/時、200Nm³/時、250Nm³/時、300Nm³/時、350Nm³/時、400Nm³/時、450Nm³/時、500Nm³/時、550Nm³/時、600Nm³/時、650Nm³/時、700Nm³/時、750Nm³/時、800Nm³/時、850Nm³/時、900Nm³/時、950Nm³/時、1,000Nm³/時、2,000Nm³/時、3,000Nm³/時、4,000Nm³/時、5,000Nm³/時、6,000Nm³/時、7,000Nm³/時、8,000Nm³/時、9,000Nm³/時、10,000Nm³/時、12,000Nm³/時、14,000Nm³/時、16,000Nm³/時、18,000Nm³/時、20,000Nm³/時、30,000Nm³/時、40,000Nm³/時、50,000Nm³/時、60,000Nm³/時、70,000Nm³/時、80,000Nm³/時、90,000Nm³/時または100,000Nm³/時以上の速度でシステム（

40

50

例えば、反応装置)に供給されてもよい。代替的または追加的に、熱伝達ガスは、例えば、約100,000Nm³/時、90,000Nm³/時、80,000Nm³/時、70,000Nm³/時、60,000Nm³/時、50,000Nm³/時、40,000Nm³/時、30,000Nm³/時、20,000Nm³/時、18,000Nm³/時、16,000Nm³/時、14,000Nm³/時、12,000Nm³/時、10,000Nm³/時、9,000Nm³/時、8,000Nm³/時、7,000Nm³/時、6,000Nm³/時、5,000Nm³/時、4,000Nm³/時、3,000Nm³/時、2,000Nm³/時、1,000Nm³/時、950Nm³/時、900Nm³/時、850Nm³/時、800Nm³/時、750Nm³/時、700Nm³/時、650Nm³/時、600Nm³/時、550Nm³/時、500Nm³/時、450Nm³/時、400Nm³/時、350Nm³/時、300Nm³/時、250Nm³/時、200Nm³/時、150Nm³/時、100Nm³/時、75Nm³/時、50Nm³/時、25Nm³/時、10Nm³/時、5Nm³/時または2Nm³/時以下の速度でシステム(例えば、反応装置)に供給されてもよい。熱伝達ガスは、1または複数の流路に分割されてもよい(例えば、実施例1および2に関連して説明されるように)。熱伝達ガスは、本明細書に記載の1または複数の原料流量と組み合わせて、そのような量でシステム(例えば、反応装置)に供給されてもよい。熱伝達ガスは、本明細書に記載の1または複数の温度にそのような流量で加熱されてもよい。

【0105】

原料(例えば、炭化水素)は、例えば、毎時約50グラム(g/時)、100g/時、250g/時、500g/時、750g/時、毎時1キログラム(kg/時)/時、2kg/時、5kg/時、10kg/時、15kg/時、20kg/時、25kg/時、30kg/時、35kg/時、40kg/時、45kg/時、50kg/時、55kg/時、60kg/時、65kg/時、70kg/時、75kg/時、80kg/時、85kg/時、90kg/時、95kg/時、100kg/時、150kg/時、200kg/時、250kg/時、300kg/時、350kg/時、400kg/時、450kg/時、500kg/時、600kg/時、700kg/時、800kg/時、900kg/時、1,000kg/時、1,100kg/時、1,200kg/時、1,300kg/時、1,400kg/時、1,500kg/時、1,600kg/時、1,700kg/時、1,800kg/時、1,900kg/時、2,000kg/時、2,100kg/時、2,200kg/時、2,300kg/時、2,400kg/時、2,500kg/時、3,000kg/時、3,500kg/時、4,000kg/時、4,500kg/時、5,000kg/時、6,000kg/時、7,000kg/時、8,000kg/時、9,000kg/時または10,000kg/時以上の速度でシステム(例えば、反応装置)に供給されてもよい。代替的または追加的に、原料(例えば、炭化水素)は、例えば、約10,000kg/時、9,000kg/時、8,000kg/時、7,000kg/時、6,000kg/時、5,000kg/時、4,500kg/時、4,000kg/時、3,500kg/時、3,000kg/時、2,500kg/時、2,000kg/時、2,300kg/時、2,200kg/時、2,100kg/時、2,000kg/時、1,900kg/時、1,800kg/時、1,700kg/時、1,600kg/時、1,500kg/時、1,400kg/時、1,300kg/時、1,200kg/時、1,100kg/時、1,000kg/時、900kg/時、800kg/時、700kg/時、600kg/時、500kg/時、450kg/時、400kg/時、350kg/時、300kg/時、250kg/時、200kg/時、150kg/時、100kg/時、95kg/時、90kg/時、85kg/時、80kg/時、75kg/時、70kg/時、65kg/時、60kg/時、55kg/時、50kg/時、45kg/時、40kg/時、35kg/時、30kg/時、25kg/時、20kg/時、15kg/時、10kg/時、5kg/時、2kg/時、1kg/時、750g/時、500g/時、250g/時または100g/時以下の速度でシステム(例えば、反応装置)に供給されてもよい。

10

20

30

40

50

【0106】

約 1,000、1,100、1,200、1,300、1,400、1,500、1,600、1,700、1,800、1,900、2,000、2,100、2,150、2,200、2,250、2,300、2,350、2,400、2,450、2,500、2,550、2,600、2,650、2,700、2,750、2,800、2,850、2,900、2,950、3,000、3,050、3,100、3,150、3,200、3,250、3,300、3,350、3,400 または 3,450 以上の温度に、熱伝達ガスが加熱され、および / または原料がさらされる。約 3,500、3,450、3,400、3,350、3,300、3,250、3,200、3,150、3,100、3,050、3,000、2,950、2,900、2,850、2,800、2,750、2,700、2,650、2,600、2,550、2,500、2,450、2,400、2,350、2,300、2,250、2,200、2,150、2,100、2,050、2,000、1,900、1,800、1,700、1,600、1,500、1,400、1,300、1,200 または 1,100 以下の温度に、熱伝達ガスが加熱され、および / または原料がさらされる。熱伝達ガスは、熱発生器（例えば、プラズマ発生器）によってそのような温度に加熱されてもよい。熱伝達ガスは、熱発生器によってそのような温度に電気的に加熱されてもよい（例えば、熱発生器は電気エネルギーによって駆動されてもよい）。そのような熱発生器は、適切な電力を有し得る。熱発生器は、そのような電力で、例えば腐食環境で数百時間または数千時間連続して動作するように構成されてもよい。

【0107】

熱発生器は適切な電力で動作し得る。電力は、例えば、約 0.5 キロワット (kW)、1 kW、1.5 kW、2 kW、5 kW、10 kW、25 kW、50 kW、75 kW、100 kW、150 kW、200 kW、250 kW、300 kW、350 kW、400 kW、450 kW、500 kW、550 kW、600 kW、650 kW、700 kW、750 kW、800 kW、850 kW、900 kW、950 kW、1 メガワット (MW)、1.05 MW、1.1 MW、1.15 MW、1.2 MW、1.25 MW、1.3 MW、1.35 MW、1.4 MW、1.45 MW、1.5 MW、1.6 MW、1.7 MW、1.8 MW、1.9 MW、2.5 MW、3 MW、3.5 MW、4 MW、4.5 MW、5 MW、5.5 MW、6 MW、6.5 MW、7 MW、7.5 MW、8 MW、8.5 MW、9 MW、9.5 MW、10 MW、10.5 MW、11 MW、11.5 MW、12 MW、12.5 MW、13 MW、13.5 MW、14 MW、14.5 MW、15 MW、16 MW、17 MW、18 MW、19 MW、20 MW、25 MW、30 MW、35 MW、40 MW、45 MW、50 MW、55 MW、60 MW、65 MW、70 MW、75 MW、80 MW、85 MW、90 MW、95 MW、または 100 MW 以上であってよい。代替的または追加的に、電力は、例えば、約 100 MW、95 MW、90 MW、85 MW、80 MW、75 MW、70 MW、65 MW、60 MW、55 MW、50 MW、45 MW、40 MW、35 MW、30 MW、25 MW、20 MW、19 MW、18 MW、17 MW、16 MW、15 MW、14.5 MW、14 MW、13.5 MW、13 MW、12.5 MW、12 MW、11.5 MW、11 MW、10.5 MW、10 MW、9.5 MW、9 MW、8.5 MW、8 MW、7.5 MW、7 MW、6.5 MW、6 MW、5.5 MW、5 MW、4.5 MW、4 MW、3.5 MW、3 MW、2.5 MW、2.5 MW、2 MW、1.9 MW、1.8 MW、1.7 MW、1.6 MW、1.5 MW、1.45 MW、1.4 MW、1.35 MW、1.3 MW、1.25 MW、1.2 MW、1.15 MW、1.1 MW、1.05 MW、1 MW、950 kW、900 kW、850 kW、800 kW、750 kW、700 kW、650 kW、600 kW、550 kW、500 kW、450 kW、400 kW、350 kW、300 kW、250 kW、200 kW、150 kW、100 kW、75 kW、50 kW、25 kW、10 kW、5 kW、2 kW、1.5 kW または 1 kW 以下であってよい。

【0108】

炭素粒子は、例えば、約1%、5%、10%、25%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、99.5%または99.9%以上の収率（例えば原料の変換率に基づき、注入された総炭化水素に基づき、重量パーセント炭素に基づき、または生成炭素のモル数と反応体炭素のモル数で測定される炭素粒子の収率）で生成されてもよい。代替的または追加的に、炭素粒子は、例えば、約100%、99.9%、99.5%、99%、98%、97%、96%、95%、94%、93%、92%、91%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、25%または5%以下の収率で生成される（例えば、原料の変換率に基づき、注入された総炭化水素に基づき、重量パーセント炭素に基づき、または生成炭素のモル数と反応体炭素のモル数で測定される炭素粒子の収率）で生成されてもよい。いくつかの例（例えば、ワンステッププロセス）では、炭素粒子（例えば、炭素ナノ粒子）の収率は、少なくとも約90%であり得る。いくつかの例（例えば、ワンステッププロセス）では、炭化水素原料（例えば、メタン）の変換率に基づく炭素粒子（例えば、カーボンナノ粒子）の収率は、約94%または95%を超える場合がある。いくつかの例では、炭化水素原料の約90%以上が、重量パーセントの炭素に基づく炭素粒子（例えば、カーボンブラック）に変換され得る。いくつかの例では、反応器に注入された全炭化水素に基づく炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の収率は、生成された炭素のモル対反応物炭素のモルで測定して、約80%より大きくなり得る。

10

20

30

【0109】

図2は、反応器200（の一部）の例の断面を示す。この例では、3つ以上のAC電極の使用、同心DC電極の使用（例えば、図3および4に示す）、または抵抗または誘導ヒーターの使用を通して、高温の熱伝達ガス201は、反応器の上部で生成され得る。高温熱伝達ガスは、例えば、少なくとも約2,400であり得る少なくとも約50体積%の水素を含み得る。炭化水素注入器202は冷却（例えば、水冷）されてもよい。炭化水素注入器202は、反応器の側面から（例えば、図示のように、または本明細書の他の箇所に記載の適切な位置で）入り、その後、熱伝達ガス（高温ガス）の流れに対して軸方向位置にされていてもよい。炭化水素注入器先端203は、1または複数の開口部（例えば、炭化水素を時計回りまたは反時計回りの流れパターンで（例えば、混合を最適化するために）噴射できる）を含むか、それであり得る。反応器は、1または複数の収束領域204を含むことができる。1または複数の収束領域204は、反応器の狭小化をもたらし得る。1または複数の収束領域204は、反応器を狭め、次いで1または複数の収束領域の下流の1または複数の発散領域205に導くことができる。例えば、同一出願人による同時係属の国際公開第2017/044594号（「CIRCULAR FEW LAYER GRAPHENE」）および国際公開第2017/048621号（「CARBON BLACK FROM NATURAL GAS」）を参照されたい。それらはそれぞれ参考により本明細書に完全に組み込まれる。

40

【0110】

図3は、装置300の別の例の概略図を示す。例えば、酸素、窒素、アルゴン、ヘリウム、空気、水素、一酸化炭素、炭化水素（例えば、メタン、エタン、不飽和）などの熱伝達ガス（例えば、プラズマガス）301（単独または2つ以上の混合物で使用される）は、同心円状に上部チャンバに配置された2つの電極によって作成された環に注入することができる。プラズマ形成電極は、内側電極302および外側電極303を備えててもよい。2つの電極間に十分に大きな電圧が印加される場合がある。電極は、銅、タンゲステン、グラファイト、モリブデン、銀などを含むか、それらで作られていてもよい。このように形成されたプラズマは、1または複数の炭化水素注入器305で供給される炭化水素原料と反応／相互作用し得て、炭素粒子生成物（例えば、カーボンブラック生成物）を生成する反応ゾーンに入り得る。容器の壁（例えば、耐火物、グラファイト、冷却されたものなど）を含む、またはそれらで構成される）は、プラズマ形成温度に耐えることができる。1

50

または複数の炭化水素注入器 305 は、収束領域 307 の下のスロート 306 またはスロート 306 の近くの平面上のどこにでも、または反応器の発散領域 308 のスロートのさらに下流に配置してもよい。炭化水素注入器の先端は、例えば、噴射面の周りに同心円状に配置されてもよい。非限定的な例として、少なくとも 6 個の注入器と、この種の最大 18 個の先端、またはスロット、または連続スロットがある。

【0111】

図 4 は、装置 400 の別の例の概略図を示す。図 4 は、導電性材料（例えば、グラファイト）の同心リングからなる内側電極 401 および外側電極 402 をそれぞれ含む反応器の二次元の切り欠きを示す。熱伝達ガス（例えば、プラズマガス）407 は、アークが次いでガスをプラズマ状態に励起することができる 2 つの電極間の環を流れてもよい。アークは、電極先端の周りでアークを円形に急速に動かす磁場の使用により制御することができる。この例では、炭化水素は、炭化水素注入器 403 を介して同心電極の中心を通って炭化水素注入器 403 で（例えば、炭化水素注入器先端 404 で）注入され得る。いくつかの例では、炭化水素注入器 403 は、例えば水冷式であってもよい。炭化水素注入器の先端は、電極の底面より上の位置に配置することができ、またはこれは平面より下、または同じ平面（例えば、平面と同じ高さ）に配置することができる。いくつかの実装形態（例えば、任意選択）では、装置は、反応器の狭小化につながる 1 または複数の収束領域 405 を含み、その後、1 または複数の収束領域の下流で 1 または複数の発散領域 406 を含むことができる。

【0112】

図 2、3 および 4 に示される反応器の例はそれぞれ、下向きの流れを伴う垂直方向を有するが、上向きの流れまたは水平な反応器の向きも使用され得る。

【0113】

本開示の熱発生器（例えば、プラズマ発生器）、熱発生セクション（例えば、プラズマ発生セクション）、熱活性化セクション（例えば、プラズマチャンバなどの熱活性化チャンバ）、スロートおよび／または注入ゾーン（またはその部分）は、例えば、銅、タングステン、グラファイト、モリブデン、レニウム、窒化ホウ素、ニッケル、クロム、鉄、銀、またはそれらの合金を含む、またはそれらから作られてもよい。

【0114】

本開示のシステムは、反応装置を備えてもよい。反応装置は、本明細書の他の場所に記載されている（例えば、図 2、3、4、および 6 に関して）ものであり得る。本明細書に記載のシステムおよび方法に対するいくつかの修正および／または調整は、本明細書に記載の粒子特性および／または特性の組み合わせのいくつかを実現するために必要な場合がある。

【0115】

本開示のシステムは、囲まれたプロセスを実装するように構成され得る。そのような密閉粒子生成システムは、例えば、密閉粒子生成反応器を含んでもよい。囲まれたプロセスは、熱発生器（例えば、プラズマ発生器）、反応チャンバ、メインフィルタ、および脱気チャンバを含んでもよい。囲まれたプロセスは、例えば、熱発生器（例えば、プラズマ発生器）、反応チャンバ、スロートおよび／または他の領域（例えば、図 6 に関する説明される）、メインフィルタ、および脱気チャンバを含み得る。これらの成分は、酸素および他の大気ガスを実質的に含まない場合がある。このプロセス（またはその一部）では、特定の雰囲気のみが許可される。例えば、酸素は、閉鎖されたプロセスにおいて、例えば、約 5 体積 % 未満の制御された量で除外または投与されてもよい。システム（プロセス）は、熱発生器（例えば、プラズマ発生器）、熱活性化チャンバ（例えば、プラズマチャンバ）、スロートおよび／または他の領域（例えば、図 6 に関する説明したような）、ファーネスまたは反応器、熱交換器（例えば、反応器に接続）、メインフィルタ（例えば、熱交換器に接続）、脱気（例えば、製品不活性化）装置（例えば、チャンバ）（例えば、フィルタに接続されている）、およびバックエンドのうちの 1 または複数を含み得る。バックエンドは、ペレタイザー（例えば、脱気装置に接続）、バインダー混合（例えば、バイ

10

20

30

40

50

ンダーと水)タンク(例えば、ペレタイザーに接続)、および乾燥機(例えば、ペレタイザーに接続)のうちの1または複数を含み得る。他の構成要素の非限定的な例として、搬送プロセス、プロセスフィルタ、サイクロン、分級機および/またはハンマーミルが(例えば、任意に)追加されてもよい。バックエンド構成要素のさらなる例は、本明細書の他の場所で提供されている通りであり得る。また、例えば、米国特許第3,981,659号明細書(「APPARATUS FOR DRYING CARBON BLACK PELLETS」)、米国特許第3,309,780号明細書(「PROCESS AND APPARATUS FOR DRYING WET PARTICULATE SOLIDS」)および米国特許第3,307,923号明細書(「PROCESS AND APPARATUS FOR MAKING CARBON BLACK」)も参照されたい。それらは各々参考により本明細書に完全に組み込まれる。
10

【0116】

図1は、本開示のプロセスを実施するように構成されたシステム100の例を示している。システムは、熱活性化チャンバ(例えば、プラズマチャンバ)105、スロートおよび/または他の領域110、反応器115、熱交換器120、フィルタ125、脱気130、バックエンド135、またはそれらの組み合わせを含むことができる。

【0117】

図5は、プロセス500のフローチャートの例を示している。このプロセスは、高温ガス(例えば、熱+炭化水素)501への炭化水素の添加(例えば、図2、3、4、6の高温ガスと炭化水素(例えば、炭化水素前駆体)とを組み合わせる方法の例に関して説明したように)から始まり得る。プロセスは、ガス(例えば、熱伝達ガス)を加熱するステップ、炭化水素を高温ガス(例えば、501)に加えるステップ、反応器502を通過するステップ、および1または複数の熱交換器503、フィルタ504、脱気(例えば、脱気チャンバ)505、およびバックエンド506を使用するステップの1または複数を含み得る。高温ガスは、平均温度が約2,200を超える高温ガスの流れである場合がある。高温ガスは、本明細書の他の箇所に記載されている組成を有していてもよい(例えば、高温ガスは体積で50%を超える水素を含んでいてもよい)。いくつかの実装形態では、本明細書で説明する1または複数のプロセスは、大気酸素を実質的に含まない場合がある(本明細書では「実質的に酸素を含まない」とも)。このプロセスは、ガス(例えば、体積で50%以上の水素を含む)を加熱し、次にこの高温ガスを501で炭化水素に加えることを含んでもよい。熱は、反応器の壁からの潜在的な放射熱を通じて(例えば)提供されてもよい。これは、外部から供給されたエネルギーによる壁の加熱、または高温ガスからの壁の加熱により発生する場合がある。熱は、高温ガスから炭化水素原料に伝達される場合がある。これは、反応器または反応ゾーン502内の高温ガスに炭化水素原料を追加するとすぐに発生する可能性がある。炭化水素は、完全に炭素粒子(カーボンブラックなど)に変換される前に、分解し始めることができる。脱気(例えば、脱気ユニット)505は、例えば、同一出願人による同時係属中の国際公開第2016/126599号(「CARBON BLACK GENERATING SYSTEM」)に記載されているものであってよく、それは参考により本明細書に完全に組み込まれる。バックエンド506は、例えば、ペレタイザー、バインダー混合タンク(例えば、ペレタイザーに接続)、および乾燥機(例えば、ペレタイザーに接続)のうちの1または複数を含み得る。
20
30
40

【0118】

いくつかの例では、本明細書に記載のシステム/プロセスは、反応器またはシステムのフロントエンド(例えば、反応器115および/または502)にフィルタを備えてもよい。フロントエンドフィルタは、例えば、反応器に入る材料の流れの1または複数から硫黄不純物を除去し得る。そのような硫黄不純物は、例えば、硫化水素、硫化カルボニル、メルカプタン中の硫黄、硫化鉄および/または他の硫黄化合物を含んでもよい。フィルタは、例えばアミンスクラビングおよび/または他の技術を使用して、そのような不純物を除去してもよい。フィルタは、原料流から硫黄不純物を除去する場合がある。フィルタは、例えば、原料注入器(例えば、反応器原料注入器の入口)に連結されてもよい。フィル
50

タは、例えば、フィルタの前に材料の流れ(例えば、原料流)に存在する硫黄含有量(例えば、質量基準)の少なくとも約1%、2%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、99%または100%を除去し得る。さらに、フィルタは、ある場合には、フィルタ前の原料流に存在する硫黄含有量(例えば、質量基準)の最大で約99.9%、99%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、15%、10%または5%を除去し得る。フィルタを通過した後、材料の流れ(例えば、原料)は、例えば、約5%、2%、1%、0.75%、0.5%、0.4%、0.3%、0.2%、0.1%、0.09%、0.08%、0.07%、0.06%、0.05%、0.04%、0.03%、0.02%、0.01%、50 ppm、45 ppm、40 ppm、35 ppm、30 ppm、25 ppm、20 ppm、15 ppm、10 ppm、5 ppm、1 ppm、0.5 ppm、または0.1 ppm以下の硫黄(例えば、重量基準)を含み得る。代替的または追加的に、フィルタを通過した後、材料の流れ(例えば、原料)は、例えば、約0 ppm、0.1 ppm、0.5 ppm、1 ppm、5 ppm、10 ppm、15 ppm、20 ppm、25 ppm、30 ppm、35 ppm、40 ppm、45 ppm、50 ppm、0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.06%、0.07%、0.08%、0.09%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.75%、1%、または2%以上の硫黄(例えば、重量基準)を含み得る。本明細書で説明されるシステム/プロセスは、本明細書の他の場所で説明される元素硫黄含有量を有する粒子を生成するために使用されてもよい。いくつかの例では、本明細書に記載のシステム/プロセスを使用して、元素の硫黄の含有量が約5 ppmまたは1 ppm以下の粒子を生成することができる。

【0119】

反応生成物は製造後に冷却してもよい。反応生成物を冷却するためにクエンチが使用されてもよい。例えば、大部分の水素ガスを含むクエンチが使用され得る。クエンチは、プロセスの反応器部分に注入されてもよい。プロセスガスを冷却するために熱交換器が使用される場合がある。熱交換器では、プロセスガスが広い表面領域にさらされてそれにより冷却され得る一方、製品の流れがプロセス全体に同時に輸送される。本開示のプロセスにおける反応器内の熱交換器は、例えばファーネスプロセスにおけるよりも効率的であり得る(例えば、本明細書に記載されるプロセスにおいて高温であるため)。熱交換器(例えば、熱交換器120)は、例えば、国際公開第2016/126599号(「CARBON BLACK GENERATING SYSTEM」)、および国際公開第2017/034980号(「HIGH TEMPERATURE HEAT INTRODUCTION METHOD OF MAKING CARBON BLACK」)に記載されるように構成され得る。これらはそれぞれ参照により全体が本明細書に組み込まれる。所定の構成では、除去されるエネルギーは、例えば動作条件および/またはグレードに依存する場合がある。

【0120】

炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、反応器を出て熱交換器と接触する高温ガスの流出流との混合物で/と一緒に生成されてもよい。熱交換器は、約5000キロジュール/キログラム(kJ/kg)を超える炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)だけ、ガスおよび炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)の流出流の熱エネルギーを減らすことができる。ガスおよび炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)の流出流は、(例えば、後続的に)ガスの50%以上を通過させるフィルタを通過し、フィルタ上にて実質的にすべての炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)を捕捉できる。炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)の少なくとも約98重量%がフィルタ上に捕捉され得る。

【0121】

炭素粒子(例えば、カーボンブラック粒子)は、反応器を出て熱交換器と接触する可燃

性ガスを含む高温ガスの流出流の混合物で生成されてもよい。可燃性ガスを含む高温ガスの流出流は、（例えば、その後）フィルタを通過し、実質的にすべての炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）をフィルタ上にて捕捉し得る。ガスは、（例えば、後続的に）可燃性ガスの量が約10体積%未満に減少する脱気装置を通過してもよい。可燃性ガスは水素を含むか、水素であり得る。

【0122】

炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、反応器を出て熱交換器と接触する可燃性ガスを含む高温ガスの流出流の混合物で生成されてもよい。混合物は、（例えば、続いて）フィルタを通過し、実質的にすべての炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）をフィルタ上に捕捉してもよい。残留ガスを含む炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、（例えば、続いて）可燃性ガスの量が体積で約10%未満に減少する脱気装置を通過してもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック粒子）は、（例えば、続いて）バインダーと水と混合され、次いでペレットに形成され、その後、乾燥機で水の大部分が除去され得る。

10

【0123】

水素および／または他の可燃性ガスは、炭素粒子および／または炭素粒子凝集体（例えば、カーボンブラック凝集体）の生成流の細孔および／または隙間から分離する（例えば、脱気130内で）ことができる（例えば、プラズマトーチ反応器システム、または約40%以上の可燃性ガスを含む炭素粒子の形成で作られるガスをもたらす炭素粒子を作る他のシステムにて形成される）。そのようなプロセスは、テールガスの大部分からろ過、そうでなければ分離され得る炭素（例えば、カーボンブラック）を生成し、粒子および／または凝集物の可燃性ガスで満たされた細孔および／または隙間を残す（例えば、下流の大気機器に対する相当の安全性の危険性の呈示）。そのような可燃性ガスは、炭素（例えば、カーボンブラック）粒子および／または凝集体の細孔および／または隙間から除去することができる（例えば、空気または空気混合物中の炭素（例えば、カーボンブラック）を処理する下流装置を保護するため）。

20

【0124】

炭化水素原料（例えば、メタン）の分解で生成された可燃性ガス（例えば、水素）を除去するための脱気ステップが完了するまで、ワンステッププロセスに反応物と生成物を含めることができる。高度に可燃性のガスである水素は、カーボンナノ粒子を操作するために、生成されたままの炭素粒子（例えば、カーボンナノ粒子）から分離され得る。例えば、水素レベルが例えば20体積パーセント未満に低下した場合、脱気は完了したとみなすことができる。

30

【0125】

生成された炭素粒子および／または凝集物（例えば、カーボンブラック）は、その細孔および／または隙間に高濃度の可燃性ガスを含むことがあり、その後、例えば不活性ガスで置換することにより除去することができる（例えば、それによって下流の装置で処理しても安全な炭素粒子（例えば、カーボンブラック）をレンダリングする）。不活性ガスは、例えば、窒素、希ガス、蒸気または二酸化炭素であり得る。不活性ガスは、希ガス、窒素、蒸気、および／または二酸化炭素の2つ以上の混合物であってもよい。サイクロン、バッグハウス、またはその他の一次分離装置でバルク分離された後、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）から可燃性ガス（例えば、水素）、特に、炭素粒子および／または凝集体（例えば、カーボンブラック）の細孔および／または隙間および構造に残っている少量を除去することは、困難な場合がある。可燃性ガスの濃度は、乾燥ベースで約30体積%を超える場合がある。

40

【0126】

可燃性ガスは、例えば、圧力または温度を変化させることにより、または生成される炭素粒子（例えば、カーボンブラック）を不活性ガスの上向きの流れに排出することにより、粒子および／または粒子凝集体（例えば、黒色凝集体）の細孔および／または隙間から除去され得る。生成された炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は不活性ガスの上向き

50

の流れに排出され、（例えば、粒子および／または凝集体の）細孔および／または隙間に含まれる可燃性ガス（例えば、水素）を不活性ガスに拡散させ得る。炭素粒子および／または炭素粒子（例えば、カーボンブラック）凝集体（例えば、プラズマトーチシステムおよび／または他の炭素粒子を作るための高強度システムで生成される）の細孔および／または隙間に閉じ込められた可燃性ガス（例えば、水素）は、不活性ガス（例えば、窒素）の向流によって回収できる。いくつかの例では、向流構成は、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）が通過する上向きに流れる不活性ガスを設定する場合がある。本体フィルタ（例えば、フィルタ125）から炭素粒子（例えば、カーボンブラック）を排出する場合、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）を不活性ガスの上向きの流れに送り込むことができる。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）が不活性ガスを介して落下すると、水素が粒子および／または凝集体の細孔および／または隙間から不活性ガスに拡散する可能性がある。水素および他の可燃性ガスの浮力は、このプロセスを支援する可能性がある。いくつかの例では、向流構成は、不活性ガス（例えば、窒素）の最小限の使用、プロセスからの発生ガス流中の可燃性ガスの最高濃度、およびプロセスの継続的な完了をもたらし得る。絶対圧力の変化を使用して、可燃性ガスを不活性ガスに置き換えることができる。可燃性ガス（例えば、水素）は、窒素または別の不活性ガスとの圧力変動によって除去できるため、圧力の各変化（例えば、複数の雰囲気からより低い圧力または真空まで）は、可燃性ガスの少なくとも一部不活性ガスで置き換えることができる。圧力変動脱気では、圧力変動の使用に必要な圧力の変化を抑えるために圧力容器が必要になる場合がある。圧力変動が圧力変動の代わりに真空を使用する、または圧力変動を補足する真空を使用する場合、圧力変動脱気は圧力容器を必要とする場合がある。不連続ではあるが、このような圧力変動は短期間で発生する可能性があり、その結果、比較的短期間で生成物が不活性化される。圧力を変化させる、または上向きに流れる不活性ガスを提供するために使用される不活性ガスは、例えば、窒素、希ガス（ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノンなど）、またはそれらの任意の組み合わせであり得る。可燃性ガスは、温度の変化（例えば、温度の変動）によって除去される場合がある。温度の変動は、（例えば、また）細孔および／または間の可燃性ガスを効果的に置換する可能性があるが、圧力の変動または向流法よりも時間がかかる場合がある。可燃性ガス（例えば、水素）は生成物をフィルタに一晩放置するだけで、可燃性ガス（例えば、水素）が時間とともに拡散するように、除去することができる。可燃性ガスは、粒子の塊（例えば、カーボンブラック）にガスを流すことにより、または例えば、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の流動床のような流動化粒子（例えば、流動化炭素粒子（例えば、カーボンブラック））を経ることにより除去できる。可燃性ガスは、不活性ガス（例えば、アルゴン）で希釈することで除去できる。不活性とは、可燃性ガスを安全なレベルまで除去することを示し得る（例えば、爆発が発生し得ない場合）。不活性とは、不活性環境の作成を示し得る。いくつかの例では、可燃性ガスを除去するということは、可燃性ガスを（例えば、容認できる体積パーセントに）減らすことを示し得る。

【0127】

反応器のバックエンド（例えば、バックエンド135）は、構成要素の非限定的な1または複数の例として、ペレタイザー、乾燥機、および／または袋詰め機を含むことができる。より多くの構成要素またはより少ない構成要素を追加または削除できる。例えば、ペレタイザーの例は、米国特許出願公開第2012/0292794号明細書（「PROC ESS FOR THE PREPARATION OF CARBON BLACK PELLETS」）に見出すことができ、これは参照により本明細書に完全に組み込まれる。ペレタイザーについては、水、バインダー、および炭素粒子（カーボンブラックなど）をピン型ペレタイザーと一緒に添加し、ペレタイザーで処理した後、乾燥させる。バインダー：炭素粒子（例えば、バインダー：カーボンブラック）の比は、約0.1:1未満であり得、水：炭素粒子（例えば、水：カーボンブラック）の比は、約0.1:1から約3:1の範囲内であり得る。バインダーは、例えば、本明細書の他の箇所に記載されているもの（例えば、無灰バインダー）であってもよい。炭素粒子（例えば、カーボンブラック）

10

20

30

40

50

ク)は、分級機、ハンマーミル、および/または他のサイズ縮小装置(例えば、生成物のグリットの割合を減らすため)を通過することもできる。例において、エネルギー流は、約1.2kgの水/kgの炭素粒子(例えば、カーボンブラック)(例えば、120DBP)を必要とする炭素粒子(例えば、カーボンブラック)に対して約3500kJ/kgであり得る。DBP炭素粒子(例えば、カーボンブラック)が少ないと、許容できる質のペレットを作るために使用する水が少なくなるため、必要な熱が少くなり得る。ペレット化媒体(例えば、水)を加熱することができる(例えば、炭素(例えば、カーボンブラック)がより高温で乾燥機に入るようとする)。あるいは、プロセスは、回転ドラムが生成物を高密度化する乾式ペレット化プロセスを使用してもよい。一部の用途では、非ペレット化炭素粒子(例えば、非ペレット化カーボンブラック)、いわゆるフラフィー炭素粒子(例えば、フラフィーのカーボンブラック)、またはフラフィー状態にすりつぶされたペレット化した炭素粒子(例えば、ペレット化した黒)も、許容される場合がある。

10

【0128】

ペレタイザーは、石油のペレット化プロセスを使用できる。石油のペレット化プロセスの例は、米国特許第8,323,793号明細書(「PELLETIZATION OF PYROLYZED RUBBER PRODUCTS」)に見出すことができる。これは、参照により本明細書に完全に組み込まれる。石油のペレット化は、本明細書の他の場所でより詳細に説明されている低灰/低グリット炭素粒子を生成するために有利に使用され得る(例えば、約0.05%未満の灰および/または約5ppmグリット未満の炭素粒子(例えば、325メッシュ))。オイルのペレット化によって炭素粒子に灰が追加されることはない。バインダー油(例えば、高度に芳香族の油、ナフテン油、およびパラフィン油の少なくとも1つ)および炭素粒子をペレタイザー内で一緒に添加してもよい。バインダー油は、炭素粒子と共にミキサーに(例えば、バインダーオイルの約15重量パーセントまでの量で)添加されて、ペレット化された炭素粒子(例えば、ペレット化されたカーボンブラック)を形成し得る。あるいは、蒸留水および糖などの無灰バインダーを使用して、本明細書の他の場所でより詳細に説明する低灰/低グリット炭素粒子(例えば、約0.05%未満の灰および/または約5ppmグリット(例えば、325メッシュ)未満の炭素粒子)を生成してもよい。蒸留水や糖などの灰を含まないバインダーでのペレット化では、炭素粒子にいずれの灰も追加されない場合がある。無灰バインダーの他の例には、ポリエチレングリコールおよび/またはポリオキシエチレン(例えば、TWEEN(登録商標)80および/またはTWEEN(登録商標)20材料などのエチレンオキシドのポリマー)が含まれ得るが、これらに限定されない。

20

【0129】

乾燥機は、例えば、間接的(例えば、燃焼の代わりにシステムの1または複数の流体との熱交換などによる間接燃焼または他の方法で加熱される)回転乾燥機であってもよい。乾燥機は、空気、プロセスガス、およびバージガスのうちの1または複数を使用して、(例えば、ペレット化された)炭素粒子を加熱してもよい。いくつかの例では、バージガスのみが使用され得る。いくつかの例では、バージガスの有無にかかわらず、空気が使用され得る。いくつかの例では、バージガスの有無にかかわらず、プロセスガスが使用され得る。いくつかの例では、バージガスの有無にかかわらず、空気とプロセスガスが使用され得る。乾燥機は、並流または向流運転用に構成されてもよい(例えば、バージガスを使用)。

30

【0130】

乾燥機は、例えば、並流バージガス(乾燥機への直接ガス添加)の間接燃焼回転乾燥機であってもよい。バージガスは、熱風と並流で乾燥機に供給されてもよい。湿式炭素粒子(例えば、カーボンブラック)は、熱風の完全な酸素含有量にさらされることなく乾燥され得る(例えば、そのような暴露は火災を引き起こす場合があるため)。並流でバージガスと熱風を乾燥機に供給すると、炭素粒子(例えば、カーボンブラック)の外部の最高温度が制限される場合がある。そうでなければ、内部が濡れている間に熱くなりすぎる可能性がある。乾燥機の向流運転は、場合によってはより多くのエネルギーおよび容量の効率

40

50

がある可能性がある。バレルに空気を追加すると、乾燥機の熱効率が向上し、容量が増加する場合がある。ただし、乾燥機のバレル速度が高くなりすぎると、ペレットが乾燥機から一掃され、バージフィルタへのリサイクル率が高くなり、ペレタイザーに戻る可能性がある（例えば、これにより、効率と容量が低下する）。また、炭素粒子（例えばカーボンブラック）の表面に過剰な酸素を追加することもある。乾燥機バレルへ使用された（例えば、より冷たい）空気を加えることは制限され得る（例えば、実質的な蒸気雰囲気で制限された酸化を提供するため）。乾燥機に熱を与えた後、空気にはまだ多くのエネルギーが含まれている可能性がある。いくつかの例では、空気は約350のオーダーの温度であり得る。このガスは、例えば、ボイラेに向けられ得る（例えば、エネルギー効率の目的で）。本明細書の他の場所で説明するように、プロセスガス（例えば、脱気ユニットから）を使用して、粒子を乾燥させることができる（例えば、空気および/またはバージガスと組み合わせて）。例えば、プロセスガスは、粒子を乾燥するために、高温の空気の代わりに（例えば、バージガスと並流で）または高温の空気と組み合わせて使用されてもよい。

10

【0131】

炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、約150から約400の温度まで乾燥させることができる。いくつかの例では、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、少なくとも約250まで乾燥させることができる（例えば、中心が確実に乾燥するようになるため）。乾燥機内の空気は制御できる。乾燥機の空気は、例えば、炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の表面の酸化に影響を与えるように、または炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の元の「死んだ」表面を維持するように制御され得る。「死んだ」表面は、ある範囲の相対湿度（RH）条件（例えば、約0%から約80%RH）にさらされたときに、かなりの量の水分吸収がないことを特徴とする場合がある。本明細書の他の場所でより詳細に説明されるように、本開示のプロセスからの炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、製造時に元のままであり得（例えば、表面官能基が形成されず、材料が「死んだ」表面を有し得る）、例えば、約0.2重量%未満の酸素を含有してもよい（例えば、最終生成物に表面酸素官能基が存在しなくてもよい）。酸化性（例えば、酸素を含まない）空気は、例えば、約5体積%または10体積%を超える酸素を含んでもよい。少量の酸化では、空気は、例えば、約1体積%から約10体積%の酸素に制御されてもよい。したがって、本開示の炭素粒子（例えば、カーボンブラック）は、作製された粒子が元の状態ではない1または複数のプロセス（例えば、ファーネスブラックと比較して）に比べて、追加の能力および適合性を有し得る。このステップでさらに酸化すると、カーボンブラックの表面から自然酸素を除去するのに必要な温度が700を超えるため、乾燥機で元の状態に戻すことができない。代替的または追加的に、本明細書に記載のシステムおよび方法は、表面化学を制御および/または修正する（例えば、カーボンブラック粒子などの炭素粒子に官能化の程度および/または密度を付与する）ように適合させることができる（例えば、同一出願人による同時係属中の国際公開第2017/027385号（「METHOD OF MAKING CARBON BLACK」）に記載されている炭素粒子（例えば、カーボンブラック）の表面組成、WSP、表面官能基の量または密度など）。これは参照により本明細書に完全に組み込まれる。

20

【0132】

本開示は、極めて高純度の生成物を提供し得る（例えば、本明細書に記載のプロセスは、最終生成物に例えば、多量の硫黄、酸素、遷移金属および/または耐火ファーネス（例えば、シリカ、アルミナなど）不純物を伴わない粒子の表面およびバルクなど、低汚染および/または不純物の生成物を提供し得る）。すべての構成材料を慎重に検討することにより、さらに一際純粋な生成物を大規模に製造することができる（例えば、本明細書に記載の天然ガスを構成材料の慎重な操作と組み合わせて使用することにより、さらに一際純粋な生成物を大規模に実現できる）。例えば、炭素鋼で作られた、または炭素鋼を含む所定の部品をステンレス鋼製またはステンレス鋼製の部品に、ライニングのセラミック部品を高摩耗セラミックに、特定のライニングの領域を1または複数の炭素質材料（例えば、

30

40

50

硬化工ポキシ、グラファイト、および／または生成物の不純物に寄与しないその他の非多孔性材料)に換えることや、硬化したステンレス鋼を炭化タンクスチールおよび／または他の適切な材料で置き換えることなどが挙げられる。

【0133】

[実施例]

[実施例1]

炭素粒子は、炭化水素注入器が2つの同心電極の中心に挿入される図4に示されたものと同様のセットアップを使用して製造される。注入器の先端は、電極の平面から14インチ上にあり、電極は650kWで動作している。電極間の環内の水素流量は90Nm³/時(標準立方メートル/時)で、電極の外側のシールドフローは242Nm³/時である。
天然ガスは88kg/時間の割合で注入される。メタン変換率に基づくカーボンナノ粒子の収率は95%を超えており、10

【0134】

この例の炭素粒子のサンプル(例えば、カーボンナノ粒子)のN2SAは24.5m²/g、STSAは26.5m²/g、DBPは70ml/100g、L_cは6.8nm、d₀₀₂は0.347nm、S含有量0.13(全サンプルの割合)、H含有量0.09(全サンプルの割合)、N含有量0.16(全サンプルの割合)、O含有量0.16(全サンプルの割合)であった。参考カーボンブラックのサンプル(例えば、ファーネスブラック対応物)のN2SAは26.2m²/g、STSAは25.6m²/g、DBPは65ml/100g、L_cは2.6nm、d₀₀₂は0.358nm、S含有量1.57(全サンプルの割合)、H含有量0.26(全サンプルの割合)、N含有量0.08(全サンプルの割合)、O含有量0.52(全サンプルの割合)であった。20

【0135】

[実施例2]

炭素粒子は、炭化水素注入器が2つの同心電極の中心に挿入される図4に示されたものと同様のセットアップを使用して製造される。注入器の先端は、電極の平面から14インチ上にあり、電極は850kWで動作している。電極間の環内の水素流量は235Nm³/時(標準立方メートル/時)で、電極の外側のシールドフローは192Nm³/時である。天然ガスは103kg/時間の割合で注入される。メタン変換率に基づくカーボンナノ粒子の収率は94%を超えており、30

【0136】

この例の炭素粒子のサンプル(例えば、カーボンナノ粒子)のN2SAは45.6m²/g、STSAは48.8m²/g、DBPは135ml/100g、L_cは6.9nm、d₀₀₂は0.346nm、S含有量0.15(全サンプルの割合)、H含有量0.09(全サンプルの割合)、N含有量0.2(全サンプルの割合)、O含有量0.11(全サンプルの割合)であった。参考カーボンブラックのサンプル(例えば、ファーネスブラック対応物)のN2SAは38.8m²/g、STSAは38.4m²/g、DBPは120ml/100g、L_cは2.5nm、d₀₀₂は0.359nm、S含有量2.10(全サンプルの割合)、H含有量0.27(全サンプルの割合)、N含有量0.12(全サンプルの割合)、O含有量0.87(全サンプルの割合)であった。40

【0137】

本開示のシステムおよび方法は、他のシステムおよび／または方法、例えば、米国特許第2015/0210856号明細書および国際公開第2015/116807号(「SYSTEM FOR HIGH TEMPERATURE CHEMICAL PROCESSING」)、米国特許出願公開第2015/0211378号明細書号(「INTEGRATION OF PLASMA AND HYDROGEN PROCESS WITH COMBINED CYCLE POWER PLANT, SIMPLE CYCLE POWER PLANT AND STEAM REFORMERS」)、国際公開第2015/116797号(「INTEGRATION OF PLASMA AND HYDROGEN PROCESS WITH COMBINED CYCLE」)50

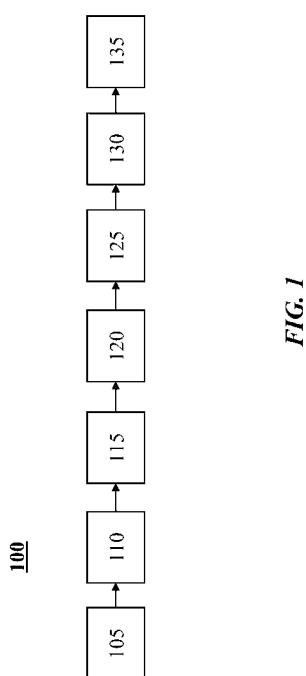
POWER PLANT AND STEAM REFORMERS」)、米国特許出願公開第2015/0210857号明細書、および国際公開第2015/116798号(「USE OF FEEDSTOCK IN CARBON BLACK PLASMA PROCESS」)、米国特許出願公開第2015/0210858号明細書、および国際公開第2015/116800号(「PLASMA GAS THROAT ASSEMBLY AND METHOD」)、米国特許出願公開第2015/0218383号明細書、および国際公開第2015/116811号(「PLASMA REACTOR」)、米国特許出願公開第2015/0223314号明細書、および国際公開第2015/116943号(「PLASMA TORCH DESIGN」)、国際公開第2016/126598号(「CARBON BLACK COMBUSTABLE GAS SEPARATION」)、国際公開第2016/126599号(「CARBON BLACK GENERATING SYSTEM」)、国際公開第2016/126600号(「REGENERATIVE COOLING METHOD AND APPARATUS」)、米国特許出願公開第2017/0034898号明細書、および国際公開第2017/019683号(「DC PLASMA TORCH ELECTRICAL POWER DESIGN METHOD AND APPARATUS」)、米国特許出願公開第2017/0037253号明細書、および国際公開第2017/027385号(「METHOD OF MAKING CARBON BLACK」)、米国特許出願公開第2017/0058128号明細書、および国際公開第2017/034980号(「HIGH TEMPERATURE HEAT INTRODUCTION METHOD OF MAKING CARBON BLACK」)、米国特許出願公開第2017/0066923号明細書、および国際公開第2017/044594号(「CIRCULAR FEW LAYER GRAPHENE」)、米国特許出願公開第2017/0073522号明細書、および国際公開第2017/048621号(「CARBON BLACK FROM NATURAL GAS」)、米国特許第1,339,225号明細書(「PROCESS OF MANUFACTURING GASEOUS FUEL」)、米国特許第7,462,343号明細書(「MICRO-DOMAIN GRAPHITIC MATERIALS AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME」)、米国特許第6,068,827号明細書(「DECOMPOSITION OF HYDROCARBON TO CARBON BLACK」)、米国特許第7,452,514号明細書(「DEVICE AND METHOD FOR CONVERTING CARBON CONTAINING FEEDSTOCK INTO CARBON CONTAINING MATERIALS, HAVING A DEFINED NANOSTRUCTURE」)、米国特許第2,062,358号明細書(「CARBON BLACK MANUFACTURE」)、米国特許第4,199,545号明細書(「FLUID-WALL REACTOR FOR HIGH TEMPERATURE CHEMICAL REACTION PROCESSES」)、米国特許第5,206,880号明細書(「FURNACE HAVING TUBES FOR CRACKING HYDROCARBONS」)、米国特許第4,864,096号明細書(「TRANSFER ARC TORCH AND REACTOR VESSEL」)、米国特許第8,443,741号明細書(「WASTE TREATMENT PROCESS AND APPARATUS」)、米国特許第3,344,051号明細書(「METHOD FOR THE PRODUCTION OF CARBON BLACK IN A HIGH INTENSITY ARC」)、米国特許第2,951,143号明細書(「ARC TORCH」)、米国特許第5,989,512号明細書(「METHOD AND DEVICE FOR THE PYROLYTIC DECOMPOSITION OF HYDROCARBONS」)、米国特許第3,981,659号明細書(「APPARATUS FOR DRYING CARBON BLACK PELLETS」)、米国特許第3,309,780号明細書(「PROCESS AND APPARATUS FOR 10
20
30
40
50

DRYING WET PARTICULATE SOLIDS」)、米国特許第3,307,923号明細書(「PROCESS AND APPARATUS FOR MAKING CARBON BLACK」)、米国特許第8,501,148号明細書(「COATING COMPOSITION INCORPORATING A LOW STRUCTURE CARBON BLACK AND DEVICES FORMED THEREWITH」)、国際公開第2013/185219号(「PROCESSES FOR PRODUCING CARBON BLACK」)、米国特許第8,486,364号明細書(「PRODUCTION OF GRAPHENIC CARBON PARTICLES UTILIZING METHANE PRECURSOR MATERIAL」)、中国特許第103160149号明細書(「CARBON BLACK REACTION FURNACE AND CARBON BLACK PRODUCTION METHOD」)、米国特許出願公開第2012/0292794号明細書(「PROCESS FOR THE PREPARATION OF CARBON BLACK PELLETS」)、米国特許出願公開第2005/0230240号明細書(「METHOD AND APPARATUS FOR CARBON ALLOTROPIES SYNTHESIS」)、英国特許第1400266号明細書(「METHOD OF PRODUCING CARBON BLACK BY PYROLYSIS OF HYDROCARBON STOCK MATERIALS IN PLASMA」)、米国特許第8,771,386号明細書(「IN-SITU GASIFICATION OF SOOT CONTAINED IN EXOTHERMICALLY GENERATED SYNGAS STREAM」)、および米国特許第8,323,793号明細書(「PELLETIZATION OF PYROLYZED RUBBER PRODUCTS」)に記載されている化学処理および加熱方法、化学処理システム、反応器、およびプラズマトーチと組み合わせまたは修正することができる。これらはそれぞれ参照により本明細書に完全に組み込まれる。

【0138】

したがって、本発明の範囲には、添付の特許請求の範囲に含まれる可能性のあるすべての修正および変更が含まれるものとする。本発明の他の実施形態は、本明細書の考察および本明細書に開示された本発明の実施から当業者には明らかであろう。本明細書および実施例は例示としてのみ考慮されることが意図されており、本発明の真の範囲および精神は添付の特許請求の範囲によって示される。

【図 1】



【図 2】

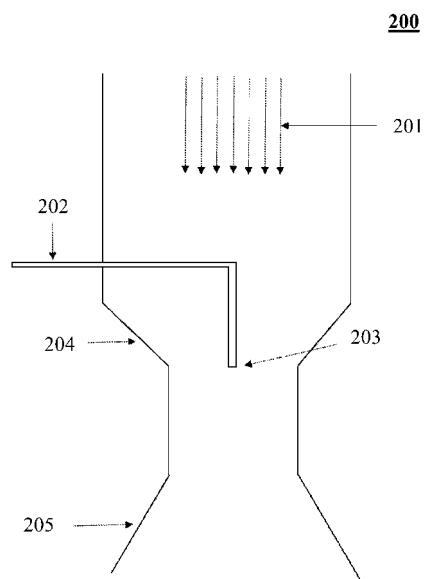


FIG. 2

【図 3】

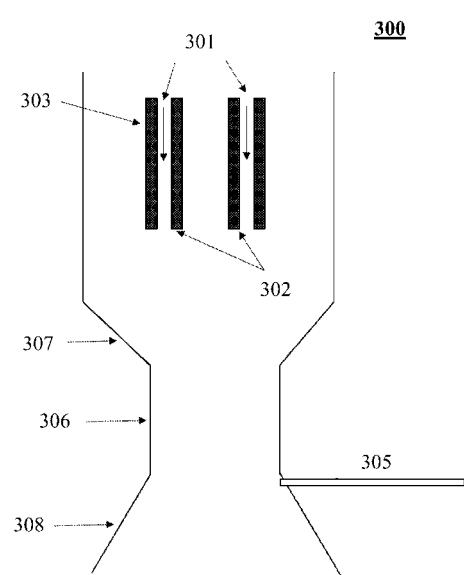


FIG. 3

【図 4】

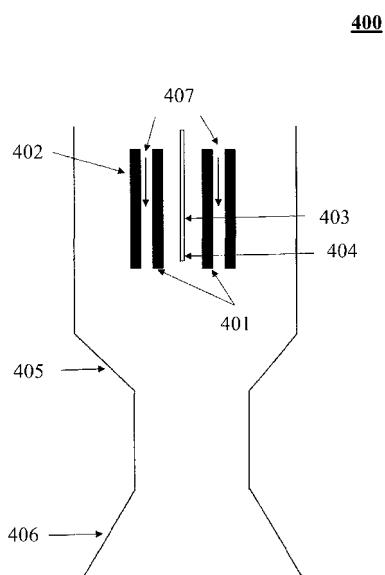


FIG. 4

【図5】

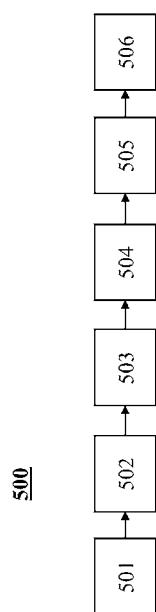


FIG. 5

【図6】

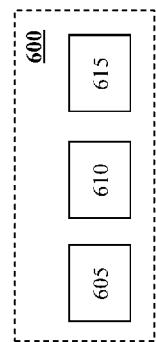


FIG. 6

【国際調査報告】

PCT/US2018/028619 09.08.2018

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2018/028619						
Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)								
<p>This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely: 2. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically: 3. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a). 								
Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)								
<p>This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:</p> <p>See Extra Sheet</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <input checked="" type="checkbox"/> As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims. 2. <input type="checkbox"/> As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees. 3. <input type="checkbox"/> As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.: 4. <input type="checkbox"/> No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 								
<p>Remark on Protest</p> <table border="0"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>No protest accompanied the payment of additional search fees.</td> </tr> </table>			<input type="checkbox"/>	The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.	<input type="checkbox"/>	The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.	<input checked="" type="checkbox"/>	No protest accompanied the payment of additional search fees.
<input type="checkbox"/>	The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.							
<input type="checkbox"/>	The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.							
<input checked="" type="checkbox"/>	No protest accompanied the payment of additional search fees.							

PCT/US2018/028619 09.08.2018

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2018/028619
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - C09C 1/56; C08J 5/00; C09C 1/48; C09C 1/52 (2018.01) CPC - C09C 1/56; C08J 5/005; C09C 1/48; C09C 1/485; C09C 1/52 (2018.05)		
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) See Search History document		
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) See Search History document		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	US 2015/0044516 A1 (CABOT CORPORATION) 12 February 2015 (12.02.2015) entire document	34, 35, 43, 44, 51-53 1-10, 12-22, 24-33, 37-42, 45-50, 54-64, 66-76, 78-95, 100-103, 107, 109, 110, 112-143, 146-152, 159-163
X — Y	US 2017/0073522 A1 (MONOLITH MATERIALS INC) 16 March 2017 (16.03.2017) entire document	144, 145, 154-158, 164 1-10, 12-22, 24-33, 37-42, 45-48, 54-64, 66-76, 78-110, 112-143, 146-152, 159-163
Y	US 2,850,403 A (DAY) 02 September 1958 (02.09.1958) entire document	24, 25
Y	WO 2016/126599 A1 (MONOLITH MATERIALS INC) 11 August 2016 (11.08.2016) entire document	29, 30, 49, 50, 70, 71, 84, 85, 91, 128, 129, 139, 140, 159, 160
Y	WO 2016/014641 A1 (PPG INDUSTRIES OHIO INC) 28 January 2016 (28.01.2016) entire document	95
Y	US 2004/0247509 A1 (NEWBY) 09 December 2004 (09.12.2004) entire document	96-108
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input 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 29 July 2018	Date of mailing of the international search report 09 AUG 2018	
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300	Authorized officer Blaine R. Copenheaver <small>PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774</small>	

PCT/US2018/028619 09.08.2018

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2018/028619
C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4,317,001 A (SILVER et al) 23 February 1982 (23.02.1982) entire document	120

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (January 2015)

PCT/US2018/028619 09.08.2018**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/US2018/028619

Continued from Box No. III Observations where unity of invention is lacking

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees need to be paid.

Group I: claims 1-11 and 96-108 are drawn to a system for generating particles.

Group II: claims 12-95 and 109-164 are drawn to a method of making carbon particles; an carbon particles thereof.

The inventions listed in Groups I and II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1, because under PCT Rule 13.2 they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

The special technical features of Group I, a system for generating particles, are not present in Group II; and the special technical features of Group II, a method of making carbon particles; an carbon particles thereof, are not present in Group I.

The Groups I and II share the technical features of carbon particles that have a purity of less than about 0.05% ash, less than about 5 ppm 325 mesh grit, or a combination thereof; a lattice constant (L_c) greater than about 3.0 nanometers (nm); and a lattice spacing of the 002 peak of graphite (d_{002}) less than about 0.35 nm. However, these shared technical features do not represent a contribution over the prior art.

Specifically, US 2015/0044516 A1 Cabot Corporation teaches carbon particles (Para. [0042]) A simplified description of a carbon black particle is an aggregate of a number of particulates, which are referred to as the primary particles ("primaries") that have a purity of less than about 0.05% ash (Para. [0050] e) an ash percent (ASTM D1506) of from 0 to about 3%, less than about 5 ppm 325 mesh grit (Para. [0051] f) a 325 mesh sieve residue (maximum)(ASTM D1514) of from about 5 to about 120 ppm), or a combination thereof.

Further, US 2017/0073522 A1 Monolith Materials, Inc. teaches carbon particles that have a lattice constant (L_c) greater than about 3.0 nanometers (nm) (Para. [0005]) Carbon nanoparticles are described including carbon nanoparticles that are less than 1 micron volume equivalent sphere and have an L_c greater than 3.0 nanometers (nm); and a lattice spacing of the 002 peak of graphite (d_{002}) less than about 0.35 nm (Para. [0006]) Additional embodiments include: the carbon nanoparticle described above where the volume equivalent sphere is less than 700 nm; the carbon nanoparticle described above where the d_{002} is less than 0.35 nm).

The inventions listed in Groups I and II therefore lack unity under Rule 13 because they do not share a same or corresponding special technical feature.

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
C 0 1 B 32/00	(2017.01)	C 0 1 B 32/00
C 0 8 L 21/00	(2006.01)	C 0 8 L 21/00
C 0 8 L 101/00	(2006.01)	C 0 8 L 101/00
C 0 8 K 3/04	(2006.01)	C 0 8 K 3/04

(31) 優先権主張番号 62/551,072

(32) 優先日 平成29年8月28日(2017.8.28)

(33) 優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(81) 指定国・地域 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,R0,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,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,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

(74) 代理人 100137213
弁理士 安藤 健司(74) 代理人 100143823
弁理士 市川 英彦(74) 代理人 100151448
弁理士 青木 孝博(74) 代理人 100183519
弁理士 櫻田 芳恵(74) 代理人 100196483
弁理士 川寄 洋祐(74) 代理人 100203035
弁理士 五味渕 琢也(74) 代理人 100185959
弁理士 今藤 敏和(74) 代理人 100160749
弁理士 飯野 陽一(74) 代理人 100160255
弁理士 市川 祐輔(74) 代理人 100202267
弁理士 森山 正浩(74) 代理人 100146318
弁理士 岩瀬 吉和(74) 代理人 100127812
弁理士 城山 康文(72) 発明者 ハードマン , ネッド・ジェー
アメリカ合衆国、ネブラスカ・6 8 5 1 6、リンカーン、ポトマック・レーン・3 5 0 8(72) 発明者 リース , ジョン・ダブリュー
アメリカ合衆国、マサチューセッツ・0 2 4 2 1、レキシントン、ウッドクリフ・ロード・1 8

F ターム(参考) 4G146 AA01 AA02 AA07 AB01 AB04 AC07A AC07B AC13A AC13B AC14A

AC14B AC27A AC27B AC28B AC30A AC30B AD37 BA12 BA48 BC02
BC16 BC17 BC25 CB10 DA02 DA07 DA33
4J002 AA001 AC001 DA036 FD016 GH01 GN00 GN01
4J037 AA01 AA02 BB02 BB05 BB15 BB18 DD02 DD07 DD17
4J038 HA026 KA08 NA01
4J039 BA02 BA04