



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115637064 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 24

(21) 申请号 202211313971.2

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2018.04.20

C09C 1/52 (2006.01)

(30) 优先权数据

C09C 1/48 (2006.01)

62/487,795 2017.04.20 US

C09C 1/56 (2006.01)

62/551,059 2017.08.28 US

C08K 3/04 (2006.01)

62/551,072 2017.08.28 US

C08K 9/00 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

201880041394.1 2018.04.20

(71) 申请人 巨石材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 N·J·哈德曼 约翰·W·里斯

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

专利代理师 徐爱文 张奎燕

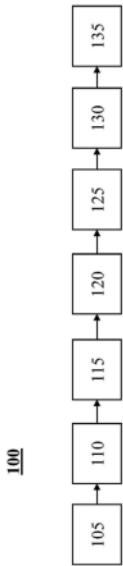
权利要求书2页 说明书62页 附图6页

(54) 发明名称

颗粒系统和方法

(57) 摘要

可以使用本文提供的系统和方法生成具有合适性质的颗粒。所述颗粒可以包括碳颗粒。



1. 一种用于生成碳颗粒的系统,其包括:  
热发生器,其加热一个或多个材料流中的至少一个材料流;以及  
反应器,其从所述一个或多个材料流生成所述碳颗粒,其中所述碳颗粒具有 (i) 小于约 0.05% 的灰分、小于约 5ppm 的 325 目砂砾或其组合的纯度; (ii) 大于约 3.0 纳米 (nm) 的晶格常数 ( $L_c$ ); 和 (iii) 小于约 0.35nm 的石墨的 002 峰的晶格间距 ( $d_{002}$ )。
2. 一种用于制备碳颗粒的方法,其包括:  
加热热传递气体;以及  
将所述热传递气体与烃原料混合以生成所述碳颗粒,其中所述碳颗粒具有 (a) 大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯 (CDBP) 吸收的小于或等于约 1.3 倍的邻苯二甲酸二丁酯 (DBP) 吸收;或 (b) 约  $15\text{m}^2/\text{g}$  (平方米/克) 至约  $300\text{m}^2/\text{g}$  的表面积,以及小于约 0.05% 的灰分和/或小于约 5ppm 的 325 目砂砾的纯度。
3. 一种碳颗粒,所述碳颗粒的邻苯二甲酸二丁酯 (DBP) 吸收大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯 (CDBP) 吸收的小于或等于约 1.3 倍。
4. 碳颗粒,其具有 (i) 约  $15\text{m}^2/\text{g}$  (平方米/克) 至约  $300\text{m}^2/\text{g}$  的表面积,以及 (ii) 小于约 0.05% 的灰分、小于约 5ppm 的 325 目砂砾或其组合的纯度。
5. 一种碳颗粒,其具有 (i) 大于或等于约 15 平方米/克 ( $\text{m}^2/\text{g}$ ) 的氮表面积 ( $\text{N}_2\text{SA}$ ), 以及 (ii) 小于约 5ppm 的硫。
6. 一种用于生成颗粒的系统,包括:  
热发生器,其电加热一个或多个材料流中的至少一个材料流;  
过滤器,其从所述一个或多个材料流中的至少一个去除硫杂质;以及  
反应器,其从所述一个或多个材料流生成所述颗粒。
7. 一种聚合物产物,其中所述聚合物产物是散热器软管、汽车挤压件、中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘或者密封件,并且其中所述聚合物产物包含碳颗粒,所述碳颗粒具有:  
(a) 小于约 0.05% 的灰分、小于约 5ppm 的 325 目砂砾或其组合的纯度;大于约 3.0 纳米 (nm) 的晶格常数 ( $L_c$ ); 以及小于约 0.35nm 的石墨的 002 峰的晶格间距 ( $d_{002}$ );  
(b) 大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯 (CDBP) 吸收的小于或等于约 1.3 倍的邻苯二甲酸二丁酯 (DBP) 吸收;  
(c) 约  $15\text{m}^2/\text{g}$  (平方米/克) 至约  $300\text{m}^2/\text{g}$  的表面积;以及小于约 0.05% 的灰分、小于约 5ppm 的 325 目砂砾或其组合的纯度;或者  
(d) 大于或等于约 15 平方米/克 ( $\text{m}^2/\text{g}$ ) 的氮表面积 ( $\text{N}_2\text{SA}$ ) 和小于约 5ppm 的硫。
8. 一种聚合物产物,其中所述聚合物产物是模制的,并且其中所述聚合物产物包含碳颗粒,所述碳颗粒具有:  
a. 小于约 0.05% 的灰分、小于约 5ppm 的 325 目砂砾或其组合的纯度;大于约 3.0 纳米 (nm) 的晶格常数 ( $L_c$ ); 以及小于约 0.35nm 的石墨的 002 峰的晶格间距 ( $d_{002}$ );  
b. 大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯 (CDBP) 吸收的小于或等于约 1.3 倍的邻苯二甲酸二丁酯 (DBP) 吸收;  
c. 约  $15\text{m}^2/\text{g}$  (平方米/克) 至约  $300\text{m}^2/\text{g}$  的表面积;以及小于约 0.05% 的灰分、小于约 5ppm 的 325 目砂砾或其组合的纯度;或者  
d. 大于或等于约 15 平方米/克 ( $\text{m}^2/\text{g}$ ) 的氮表面积 ( $\text{N}_2\text{SA}$ ) 和小于约 5ppm 的硫。

9. 一种聚合物产物, 其中所述聚合物产物是散热器软管、汽车挤压件、中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘或者密封件, 并且其中所述聚合物包括具有大于3.0nm的 $L_c$ 的碳颗粒。

## 颗粒系统和方法

本申请是申请日为2018年04月20日、申请号为201880041394.1、发明名称为“颗粒系统和方法”的中国专利申请(其对应PCT申请的申请日为2018年04月20日、申请号为PCT/US2018/028619)的分案申请。

### 相关申请的交叉引用

[0001] 本申请要求于2017年4月20日提交的美国临时申请号62/487,795、于2017年8月28日提交的美国临时申请号62/551,059和于2017年8月28日提交的美国临时申请号62/551,072的权益,其各自通过引用整体并入本文。

### 背景技术

[0002] 颗粒被用于许多家庭和工业应用。可以通过各种化学过程来产生颗粒。与此类化学过程相关的性能和能量供应已经随着时间的推移而逐步发展。

### 发明内容

[0003] 本公开内容认识到需要更加高效和有效的过程来产生颗粒,例如碳颗粒。本文还认识到需要提高产生速度、提高产率、降低制造设备的磨损特性等。本公开内容可以提供例如用于将含烃材料转化为碳颗粒的改进过程。

[0004] 本公开内容提供了例如用于生成碳颗粒的系统,其包括:热发生器,其加热一个或多个材料流中的至少一个材料流;以及反应器,其从所述一个或多个材料流生成所述碳颗粒,其中所述碳颗粒具有(i)小于约0.05%的灰分,小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度,(ii)大于约3.0纳米(nm)的晶格常数( $L_c$ ),和(iii)小于约0.35nm的石墨的002峰的晶格间距( $d_{002}$ )。所述碳颗粒可包含小于约0.3%的硫。所述碳颗粒可包含小于或等于约50ppm的硫。所述碳颗粒可包含小于或等于约10ppm的硫。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.03%的灰分。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.01%的灰分。所述碳反应器可包括所述热发生器。所述热发生器可用电能加热所述至少一个材料流。所述碳颗粒可具有约 $15\text{m}^2/\text{g}$ (平方米/克)至约 $300\text{m}^2/\text{g}$ 的表面积。所述碳颗粒可包括炭黑。所述碳颗粒可包含小于或等于约1ppm的325目砂砾。

[0005] 本公开内容还提供了例如用于制备碳颗粒的方法,其包括:加热热传递气体;以及将所述热传递气体与烃原料混合以生成所述碳颗粒,其中所述碳颗粒具有(a)大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯(CDBP)吸收的小于或等于约1.3倍的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收,或(b)约 $15\text{m}^2/\text{g}$ (平方米/克)至约 $300\text{m}^2/\text{g}$ 的表面积,以及小于约0.05%的灰分和/或小于约5ppm的325目砂砾的纯度。所述方法可进一步包括将所述热传递气体与所述烃原料混合以生成所述碳颗粒和氢气。所述方法可进一步包括在所述加热的下游将所述热传递气体与所述烃原料混合。所述热传递气体可包含大于约60%的氢气。所述热传递气体可以是氢气。所述烃原料可包含按重量计至少约70%的甲烷、乙烷、丙烷或其混合物。所述碳颗粒可包括炭黑。所述加热可包括用电能加热。所述加热可包括通过电弧加热。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.03%的灰分。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.01%的灰分。所述

碳颗粒可包含小于或等于约1ppm的325目砂砾。所述方法可进一步包括将所述碳颗粒制粒,其使用(i)油制粒,或(ii)利用蒸馏水和无灰分粘合剂的制粒。所述无灰分粘合剂可以是糖。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.4%的氧。所述碳颗粒可包含大于或等于约99%的碳。所述碳颗粒可包含小于约0.4%的氢。所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力(affinity)小于约0.5ml(毫升)水/平方米所述碳颗粒表面积。从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力可小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。所述碳颗粒可具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力(water spreading pressure, WSP)。所述WSP可小于约5mJ/m<sup>2</sup>。所述碳颗粒可具有小于或等于约0.5μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。

[0006] 本公开内容还提供了例如碳颗粒,其具有大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯(CDBP)吸收的小于或等于约1.3倍的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收。所述颗粒可为炭黑。DBP与CDBP的比率可小于或等于参考炭黑的DBP与CDBP的比率的约95%。所述颗粒可具有约15m<sup>2</sup>/g(平方米/克)至约300m<sup>2</sup>/g的表面积。所述碳颗粒可具有大于约1nm的L<sub>c</sub>。所述碳颗粒可具有大于或等于约3nm的L<sub>c</sub>。所述碳颗粒可具有大于约4nm的L<sub>c</sub>。所述碳颗粒可具有大于约3.0nm的L<sub>c</sub>、小于约0.35nm的d002或其组合。所述碳颗粒可具有就L<sub>a</sub>或L<sub>c</sub>而言约3nm至约20nm的结晶度。所述DBP可大于所述CDBP的小于或等于约1.1倍。所述碳颗粒可包含按重量计小于约0.3%的硫。所述碳颗粒可包含按重量计小于或等于约0.4%的氧。所述碳颗粒可包含按重量计大于或等于约99%的碳。所述碳颗粒可包含按重量计小于约0.4%的氢。所述碳颗粒可具有比参考炭黑更低的氢含量。所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml(毫升)水/平方米所述碳颗粒表面积。从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力可小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。所述碳颗粒可具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力(WSP)。所述WSP可小于约5mJ/m<sup>2</sup>。所述碳颗粒可具有小于或等于约0.5μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。

[0007] 本公开内容还提供了例如碳颗粒,其具有:(i)约15m<sup>2</sup>/g(平方米/克)至约300m<sup>2</sup>/g的表面积,以及(ii)小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度。所述碳颗粒可包括炭黑颗粒。所述碳颗粒可具有大于约3.0nm的L<sub>c</sub>、小于约0.35nm的d002、小于约0.3%的硫或其任何组合。所述碳颗粒可具有大于约3.0nm的L<sub>c</sub>、小于约0.35nm的d002、小于约10ppm的硫或其任何组合。所述碳颗粒的tote可大于或等于约99%。所述碳颗粒可具有(i)约19m<sup>2</sup>/g至约50m<sup>2</sup>/g的氮表面积(N2SA)和约55ml/100g至约131ml/100g的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收。所述碳颗粒可具有(i)约23m<sup>2</sup>/g至约35m<sup>2</sup>/g的氮表面积(N2SA)和约59ml/100g至约71ml/100g的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收,或(ii)约19m<sup>2</sup>/g至约39m<sup>2</sup>/g的N2SA和约55ml/100g至约75ml/100g的DBP。所述碳颗粒可具有(i)约29m<sup>2</sup>/g至约41m<sup>2</sup>/g的氮表面积(N2SA)和约84ml/100g至约96ml/100g的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收,或(ii)约25m<sup>2</sup>/g至约45m<sup>2</sup>/g的N2SA和约80ml/100g至约100ml/100g的DBP。所述碳颗粒可具有(i)约34m<sup>2</sup>/g至约46m<sup>2</sup>/g的氮表面积(N2SA)和约115ml/100g至约127ml/100g的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收,或(ii)约30m<sup>2</sup>/g至约50m<sup>2</sup>/g的N2SA和约111ml/100g至约131ml/100g的DBP。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.03%的灰分。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.01%的灰分。所述碳颗粒可包含小于或等于约1ppm的325目砂砾。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.4%的氧。所述碳颗粒可包含大于或等于约99%的碳。所述碳颗粒可包含小于约0.4%的氢。所述碳颗粒可具有比参考炭黑更低的氢含量。所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和

力小于约0.5ml (毫升) 水/平方米所述碳颗粒表面积。从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力可小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。所述碳颗粒可具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力(WSP)。所述WSP可小于约5mJ/m<sup>2</sup>。所述碳颗粒可具有小于或等于约0.5μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。

[0008] 本公开内容还提供了例如碳颗粒,其具有:(i) 大于或等于约15平方米/克(m<sup>2</sup>/g)的氮表面积(N2SA),以及(ii) 小于约5ppm的硫。所述N2SA可为约23m<sup>2</sup>/g至约35m<sup>2</sup>/g,并且邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收可为约59ml/100g至约71ml/100g。所述碳颗粒可包含按重量计小于约1ppm的硫。所述N2SA可小于或等于约300m<sup>2</sup>/g。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.4%的氧。所述碳颗粒可包含大于或等于约99%的碳。所述碳颗粒可包含小于约0.4%的氢。所述碳颗粒可具有比参考炭黑更低的氢含量。所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml (毫升) 水/平方米所述碳颗粒表面积。从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力可小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。所述碳颗粒可具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力(WSP)。所述WSP可小于约5mJ/m<sup>2</sup>。所述碳颗粒可具有小于或等于约0.5μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。橡胶可包含所述碳颗粒。轮胎可包含所述橡胶。涂料可包含所述碳颗粒。涂层可包含所述碳颗粒。弹性体复合材料可包含所述碳颗粒。聚合物可包含所述碳颗粒。油墨可包含所述碳颗粒。

[0009] 本公开内容还提供了例如用于生成颗粒的系统,其包括:热发生器,其电加热一个或多个材料流中的至少一个材料流;过滤器,其从一个或多个材料流中的至少一个去除硫杂质;以及反应器,其从一个或多个材料流生成碳颗粒。所述颗粒可包括碳颗粒。所述碳颗粒可包括炭黑。所述颗粒可包含小于约0.3%的硫。所述颗粒可包含小于约50百万分率(ppm)的硫。所述颗粒可包含小于约10ppm的硫。所述颗粒可包含小于约5ppm的硫。所述颗粒可包含小于约1ppm的硫。所述一个或多个材料流可包括原料流,并且所述过滤器可从所述原料流去除硫杂质。所述过滤器可耦合到原料注射器。所述过滤器可耦合到原料注射器的入口。所述颗粒可具有大于或等于约15平方米/克(m<sup>2</sup>/g)的氮表面积(N2SA)并且可包含按重量计小于约5ppm的硫。所述热发生器可以是等离子体发生器。

[0010] 本公开内容还提供了例如聚合物产物,其中所述聚合物产物是散热器软管、汽车挤压件、中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘或者密封件,并且其中所述聚合物产物包括具有以下碳颗粒:(a) 小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度;大于约3.0纳米(nm)的晶格常数(L<sub>c</sub>);以及小于约0.35nm的石墨的002峰的晶格间距(d002);(b) 大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯(CDBP)吸收的小于或等于约1.3倍的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收;(c) 约15m<sup>2</sup>/g(平方米/克)至约300m<sup>2</sup>/g的表面积;以及小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度;或者(d) 大于或等于约15平方米/克(m<sup>2</sup>/g)的氮表面积(N2SA)和小于约5ppm的硫。所述DBP可大于所述CDBP的小于或等于约1.1倍。所述碳颗粒可包含按重量计小于或等于约1ppm的325目砂砾。所述碳颗粒可具有约10m<sup>2</sup>/g至约30m<sup>2</sup>/g的氮表面积(N2SA)和约70ml/100g至约120ml/100g的结构,并且所述聚合物产物与包含参考炭黑的聚合物产物相比可具有(i) 增强的或改善的可加工性,(ii) 增强的或改进的可成形性,(iii) 增大的电阻率,(iv) 增强的或改进的分散,(v) 增强的或改进的挤压,和/或(vi) 提高的生坯强度。所述N2SA可为约15m<sup>2</sup>/g至约20m<sup>2</sup>/g,并且所述结构可为约80ml/100g至约100ml/100g。所述聚合物产物可以为散热器软管。所述碳颗粒可具有约17m<sup>2</sup>/g至

约 $51\text{m}^2/\text{g}$ 的氮表面积(N2SA)和约 $108\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $133\text{ml}/100\text{g}$ 的结构,并且所述聚合物产物与包含参考炭黑的聚合物产物相比可具有(i)减少的表面不完美性/缺陷,(ii)减少的虹色,(iii)增强的或改进的尺寸稳定性,(iv)增强的或改进的分散,(v)增强的或改进的挤压性质,(v)增强的或改进的挤压的平滑度,和/或(vi)提高的生坯强度。所述N2SA可为约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ ,并且所述结构可为约 $110\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $130\text{ml}/100\text{g}$ 。所述聚合物产物可为汽车挤压件。所述碳颗粒可具有约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的氮表面积(N2SA)以及大于或等于约 $111\text{ml}/100\text{g}$ 的结构,并且所述聚合物产物与包含参考炭黑的聚合物产物相比可具有(i)增强的或改进的可加工性,(ii)增强的或改进的易剥离性,(iii)增大的清洁度,(iv)增大的电导率,(v)增强的或改进的分散,和/或(vi)增强的或改进的电缆寿命。所述N2SA可为约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ ,并且所述结构可大于或等于约 $150\text{ml}/100\text{g}$ 。所述聚合物产物可以是中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘。所述碳颗粒可具有约 $2\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的氮表面积(N2SA)和约 $33\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $131\text{ml}/100\text{g}$ 的结构,并且所述聚合物产物与包含参考炭黑的聚合物产物相比可具有(i)增强的或改进的热老化物理性质,和/或(ii)增强的或改进的通过挠曲循环和耐裂纹发生测量的动态性能。所述N2SA可为约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $40\text{m}^2/\text{g}$ ,并且结构可为约 $45\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $95\text{ml}/100\text{g}$ 。所述聚合物产物可为密封件。所述聚合物产物可包括EPDM橡胶。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.4%的氧。所述碳颗粒可包含大于或等于约99%的碳。所述碳颗粒可包含小于约0.4%的氢。所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml(毫升)水/平方米所述碳颗粒表面积。从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力可小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。所述碳颗粒可具有约0至约 $8\text{mJ}/\text{m}^2$ 的水铺展压力(WSP)。所述WSP可小于约 $5\text{mJ}/\text{m}^2$ 。所述碳颗粒可具有小于或等于约 $0.5\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 的总表面酸基团含量。

[0011] 本公开内容还提供了例如聚合物产物,其中所述聚合物产物是模制的,并且其中所述聚合物产物包含具有以下碳颗粒:(a)小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度;大于约3.0纳米(nm)的晶格常数( $L_c$ );以及小于约0.35nm的石墨的002峰的晶格间距( $d_{002}$ );(b)大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯(CDBP)吸收的小于或等于约1.3倍的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收;(c)约 $15\text{m}^2/\text{g}$ (平方米/克)至约 $300\text{m}^2/\text{g}$ 的表面积;以及小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度;或者(d)大于或等于约15平方米/克( $\text{m}^2/\text{g}$ )的氮表面积(N2SA)和小于约5ppm的硫。所述碳颗粒可具有约 $2\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的氮表面积(N2SA)和约 $33\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $131\text{ml}/100\text{g}$ 的结构,并且所述聚合物产物与包含参考炭黑的聚合物产物相比可具有(i)增强的或改进的模流,(ii)增大的模具寿命,(iii)减少的磨料化合物,(iv)动态环境中更长的寿命,(v)更低的裂纹发生,和/或(vi)更低的失效。所述N2SA可为约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $45\text{m}^2/\text{g}$ ,并且所述结构可为约 $42\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $100\text{ml}/100\text{g}$ 。所述碳颗粒可包含小于或等于约0.4%的氧。所述碳颗粒可包含大于或等于约99%的碳。所述碳颗粒可包含小于约0.4%的氢。所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml(毫升)水/平方米所述碳颗粒表面积。从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力可小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。所述碳颗粒可具有约0至约 $8\text{mJ}/\text{m}^2$ 的水铺展压力(WSP)。所述WSP可小于约 $5\text{mJ}/\text{m}^2$ 。所述碳颗粒可具有小于或等于约 $0.5\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 的总表面酸基团含量。

[0012] 本公开内容还提供了例如聚合物产物,其中所述聚合物产物是散热器软管、汽车

挤压件、中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘或者密封件,并且其中所述聚合物产物包括具有大于3.0nm的Lc的碳颗粒。所述碳颗粒可包含按重量计小于约0.3%的硫。所述碳颗粒可包含按重量计小于约0.1%的硫。所述碳颗粒可包含按重量计小于约50百万分率(ppm)的硫。所述碳颗粒可包含按重量计小于或等于约10ppm的硫。所述碳颗粒可包含按重量计小于约1ppm的硫。所述碳颗粒可包含按重量计小于或等于约0.03%的灰分。所述碳颗粒可包含按重量计小于或等于约0.01%的灰分。所述碳颗粒可包含按重量计小于或等于约5ppm的325目砂砾。DBP与CDBP的比率可小于或等于参考炭黑的DBP与CDBP的比率的约95%。Lc可大于约4nm。所述碳颗粒可以是炭黑颗粒。所述碳颗粒可具有小于约0.35nm的d002。所述碳颗粒可包含按重量计小于或等于约0.4%的氧。所述碳颗粒可包含按重量计小于约0.4%的氢。所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml(毫升)水/平方米所述碳颗粒表面积。从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力可小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。所述碳颗粒可具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力(WSP)。所述WSP可小于约5mJ/m<sup>2</sup>。所述碳颗粒可具有小于或等于约0.5μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。所述聚合物产物可包括EPDM橡胶。

[0013] 这些和另外的实施方案在下文进一步描述。

## 附图说明

[0014] 本发明的新颖特征在所附的权利要求书中特别地提出。通过参考以下对利用本发明原理的说明性实施方式加以阐述的详细描述以及附图(本文也称为“图”),将会获得对本发明的特征和优点的更好理解,在这些附图中:

[0015] 图1示出了系统的实例的图示表示;

[0016] 图2示出了反应器/装置的实例的图示表示;

[0017] 图3示出了反应器/装置的另一实例的图示表示;

[0018] 图4示出了反应器/装置的另一实例的图示表示;

[0019] 图5示出了过程的实例的图示表示;以及

[0020] 图6示出了反应器/装置的实例的图示表示。

## 具体实施方式

[0021] 本文示出的细节仅仅是作为实例并且出于对本发明的各种实施方案进行说明性讨论的目的,并且为了提供被认为是本发明的原理和概念方面的最有用和易于理解的描述而呈现。在这方面,不尝试以比基本理解本发明所必需的更详细地显示本发明的细节,说明书使本领域技术人员明白如何能够在实践中体现本发明的几种形式。

[0022] 现在将参考更详细的实施方案描述本发明。然而,本发明可以以不同的形式实施,并且不应该被解释为限于本文阐述的实施方案。相反,提供这些实施方案是为了使本公开内容更加彻底和完整,并且将向本领域技术人员充分传达本发明的范围。

[0023] 除非另有定义,否则本文使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属领域的普通技术人员通常所理解的含义相同的含义。本文的本发明说明书中使用的术语仅用于描述特定实施方案,而不旨在限制本发明。除非上下文另有明确规定,否则如在本发明的说明书和所附权利要求书中所使用的单数形式“一个”、“一种”和“该”也意在包括复数形式。本文



提及的所有出版物、专利申请、专利和其他参考文献都通过引用整体明确地并入本文。

[0024] 除非另有说明,否则在说明书和权利要求书中使用的表示成分的数量、反应条件等的所有数字应理解为在所有情况下均由术语“约”修饰。因此,除非另有相反指示,否则在以下说明书和所附权利要求书中阐述的数值参数是近似值,其可以根据通过本发明寻求获得的期望性质而变化。至少,并且并非试图将等同原则的应用限制在权利要求书的范围内,每个数值参数应该根据有效数位的数字和普通的舍入方法来解释。

[0025] 尽管阐述本发明广泛范围的数值范围和参数是近似值,但具体实例中阐述的数值的报告尽可能精确。然而,任何数值固有地包含由在其各自的测试测量中出现的标准偏差必然导致的某些误差。在整个本说明书中给出的每个数值范围将包括落入这样的较宽的数值范围内的每个较窄的数值范围,如同这样的较窄的数值范围都在本文中明确写出。

[0026] 本发明的额外优点将在下面的描述中部分地阐述,并且将从描述中部分地容易理解,或者可以通过本发明的实践来了解。应当理解,前述一般描述和以下详细描述仅为示例性和解释性的,并非限制请求保护的本发明。应当理解,本发明的不同方面可以单独地、共同地或彼此组合地进行理解。

[0027] 本公开内容提供了用于影响化学变化的系统和方法。本文所述的系统和方法可以使用电能来影响化学变化。影响这样的化学变化的可以包括使用本公开内容的系统和方法制备颗粒(例如,碳颗粒,例如炭黑)。在使用与用于将含烃材料转化为碳颗粒(例如,炭黑)的原料无关或紧密相关的能量时,本文所述的化学变化可能(例如,主要地、基本上、完全地或至少部分地)受到影响。从生态学和效率的角度来看,借助于本文的系统和方法实施的过程可能是非常有前景的。例如,在炭黑的情况下,本文所述的过程可比现有的炉过程排放少约5倍至约10倍的CO<sub>2</sub>。与炉过程生产每吨炭黑散发排放几吨CO<sub>2</sub>以及几十千克的NO<sub>x</sub>和SO<sub>x</sub>相比,本文所述的方法可以是清洁的,散发接近零的局部CO<sub>2</sub>和零SO<sub>x</sub>。本文的系统和方法可以提供更有效、成本降低和/或更少污染的过程来代替现有的炉过程,从而将气体或液体燃料转化为固体碳(例如,固体碳和氢)。

[0028] 本公开内容的碳颗粒可以是初级颗粒(本文也称为“碳初级颗粒”)。本公开内容的碳颗粒可以是聚集体(本文也称为“碳颗粒聚集体”和“聚集体颗粒”)。聚集体可包含两个或更多个(例如,多个)初级颗粒。术语碳颗粒可指初级颗粒、聚集体或两者(例如,初级颗粒和聚集体均为颗粒)。除非在大颗粒污染的上下文中使用,否则本文所用的术语颗粒可以指碳颗粒。一种或多种聚集体可以形成附聚物(本文也称为“碳颗粒附聚物”和“颗粒附聚物”)。附聚物可包含通过范德华力保留/保持在一起的聚集体。在一些上下文中,术语碳颗粒可与术语附聚物互换使用,或可用于指代附聚物。至少在一些配置中,本文中对碳颗粒的任何描述可以同等地适用于碳颗粒聚集体,反之亦然(例如,关于脱气)。

[0029] 本公开内容的碳颗粒可包括细颗粒。细颗粒可以是具有至少一个小于100纳米(nm)的尺寸的颗粒。细颗粒可以是当通过扫描或透射电子显微镜在最大尺寸上测量时平均大小小于约5微米的颗粒(例如,聚集体)。细颗粒可以是体积等效球体的直径(本文也称为“等效球体直径”和“体积等效球体直径”)为(例如,约)1微米至(例如,约)5微米(例如,液体排水量相当于每个颗粒为1微米到5微米的球体)的颗粒。细颗粒可以由DLS确定的大小(例如,流体动力学直径)可以为(例如,约)2微米至(例如,约)10微米的颗粒。碳颗粒可以包括球形和/或椭圆形细碳颗粒。球形或椭圆形颗粒可以指单个颗粒,并且还可以指以类似于

一串葡萄或腺泡状的方式粘在一起的多个颗粒。炭黑可以是这种类型的细碳颗粒的实例。碳颗粒可以包括几层石墨烯 (FLG), 其可包括具有两层或更多层石墨烯并且具有最佳地描述为平坦或基本上平坦的形状的颗粒。碳颗粒可以基本上为圆盘形式。碳颗粒可以包括碳纳米颗粒。碳纳米颗粒可以包括例如90%或更多的碳, 具有大于(例如, 约) 5平方米/克 ( $\text{m}^2/\text{g}$ )、10 $\text{m}^2/\text{g}$ 或15 $\text{m}^2/\text{g}$ 的表面积, 并且体积等效球体的直径小于(例如, 约) 1微米(例如, 液体排水量相当于每个颗粒为1微米球体或更小的球体) 的任何颗粒。碳纳米颗粒可以包括例如90%或更多的碳, 具有大于(例如, 约) 5平方米/克 ( $\text{m}^2/\text{g}$ )、10 $\text{m}^2/\text{g}$ 或15 $\text{m}^2/\text{g}$ 的表面积, 并且通过DLS确定的大小(例如, 流体动力学直径) 可以小于(例如, 约) 2微米的任何颗粒。作为非限制性实例, 这可包括许多不同的形状, 其包括针状、管状、板状、盘状、碗状、锥形、聚集盘状、几层石墨烯 (FLG)、椭圆形、聚集椭圆形、球形和聚集球形(例如, 炭黑)。碳纳米颗粒还可以包含多种这些颗粒形状。碳纳米颗粒可分别地(例如, 第一分立的初级颗粒可具有第一(初级) 颗粒形状, 而第二分立的初级颗粒可具有与第一(初级) 颗粒形状不同的第二(初级) 颗粒形状) 和/或在一个分立的初级颗粒或聚集体内(例如, 给定的分立的初级颗粒可以具有这样的颗粒形状的组合) 包含一种或多种这些颗粒形状。例如, 碳纳米颗粒可以分别地以及在一个分立的颗粒(例如, 初级颗粒或聚集体) 内包括多个这些颗粒形状。以数目为基础, 在任何给定的碳纳米颗粒样品中, 至少90%的颗粒可以落入该碳纳米颗粒的定义的范围内。

[0030] 本文的系统和方法可用于产生改进的颗粒(例如, 改进的碳颗粒, 例如改进的炭黑颗粒)。尽管这样的颗粒在本文可主要在碳颗粒方面或在碳颗粒的上下文中描述, 但本公开内容的颗粒可包括其他类型的颗粒。本文所述的碳颗粒可有利地用于例如涂料、涂层、油墨和/或轮胎的弹性体复合材料中(例如, 作为聚合物中的填料)。本文所述的碳颗粒可有利地用于例如工业橡胶和/或塑料应用中, 如本文其他地方更详细描述的。例如, 本文所述的碳颗粒可以有利地用作橡胶和/或塑料产品中的填料。碳颗粒可包括例如炭黑颗粒。碳颗粒可包括碳质颜料/着色剂。

[0031] 本公开内容的碳颗粒(例如, 改进的碳颗粒, 例如改进的炭黑颗粒) 可以具有一组性质。本公开内容的碳颗粒可以具有本文所述的性质的组合。在一些实例中, 颗粒(例如, 炭黑) 在制造时(例如, 在一步过程中) 可具有本文所述的一种或多种(例如, 所有) 性质。

[0032] 碳颗粒(例如, 炭黑颗粒) 可以具有给定的形状。该颗粒可以具有给定的椭球因子(本文也称为“椭球形因子”)。椭球形因子可以是椭圆的最长尺寸的长度除以椭圆的宽度, 椭圆的宽度由与该长度成90度角绘制的线定义。炭黑初级颗粒的椭球因子通常在1.0与1.3之间。在一些实例中, 本文所述的颗粒可以具有更加椭球形的形状, 使得椭球因子大于1.3。椭球因子可以例如大于或等于约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或3。备选地或附加地, 椭球因子可以例如小于或等于约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或1。碳颗粒可具有这样的形状与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0033] 碳颗粒(例如, 炭黑颗粒) 可以具有给定的大小或给定的大小分布。碳颗粒可以例如小于约1微米或700nm体积等效球体直径。体积等效球体直径(例如, 通过从TEM直方图确

定颗粒/聚集体的体积而获得)可以例如小于或等于约5微米( $\mu\text{m}$ )、4.5 $\mu\text{m}$ 、4 $\mu\text{m}$ 、3.5 $\mu\text{m}$ 、3 $\mu\text{m}$ 、2.5 $\mu\text{m}$ 、2.4 $\mu\text{m}$ 、2.3 $\mu\text{m}$ 、2.2 $\mu\text{m}$ 、2.1 $\mu\text{m}$ 、2 $\mu\text{m}$ 、1.9 $\mu\text{m}$ 、1.8 $\mu\text{m}$ 、1.7 $\mu\text{m}$ 、1.6 $\mu\text{m}$ 、1.5 $\mu\text{m}$ 、1.4 $\mu\text{m}$ 、1.3 $\mu\text{m}$ 、1.2 $\mu\text{m}$ 、1.1 $\mu\text{m}$ 、1 $\mu\text{m}$ 、0.95 $\mu\text{m}$ 、0.9 $\mu\text{m}$ 、0.85 $\mu\text{m}$ 、0.8 $\mu\text{m}$ 、0.75 $\mu\text{m}$ 、0.7 $\mu\text{m}$ 、0.65 $\mu\text{m}$ 、0.6 $\mu\text{m}$ 、0.55 $\mu\text{m}$ 、0.5 $\mu\text{m}$ 、0.45 $\mu\text{m}$ 、0.4 $\mu\text{m}$ 、0.35 $\mu\text{m}$ 、0.3 $\mu\text{m}$ 、0.25 $\mu\text{m}$ 、0.2 $\mu\text{m}$ 、0.15 $\mu\text{m}$ 、0.1 $\mu\text{m}$ 、90纳米(nm)、80nm、70nm、60nm、50nm、40nm、30nm、20nm、10nm或5nm。备选地或附加地,体积等效球体直径(例如,通过从TEM直方图确定颗粒/聚集体的体积而获得)可以例如大于或等于约5nm、10nm、20nm、30nm、40nm、50nm、60nm、70nm、80nm、90nm、0.1 $\mu\text{m}$ 、0.15 $\mu\text{m}$ 、0.2 $\mu\text{m}$ 、0.25 $\mu\text{m}$ 、0.3 $\mu\text{m}$ 、0.35 $\mu\text{m}$ 、0.4 $\mu\text{m}$ 、0.45 $\mu\text{m}$ 、0.5 $\mu\text{m}$ 、0.55 $\mu\text{m}$ 、0.6 $\mu\text{m}$ 、0.65 $\mu\text{m}$ 、0.7 $\mu\text{m}$ 、0.75 $\mu\text{m}$ 、0.8 $\mu\text{m}$ 、0.85 $\mu\text{m}$ 、0.9 $\mu\text{m}$ 、1 $\mu\text{m}$ 、1.2 $\mu\text{m}$ 、1.3 $\mu\text{m}$ 、1.4 $\mu\text{m}$ 、1.5 $\mu\text{m}$ 、1.6 $\mu\text{m}$ 、1.7 $\mu\text{m}$ 、1.8 $\mu\text{m}$ 、1.9 $\mu\text{m}$ 、2 $\mu\text{m}$ 、2.1 $\mu\text{m}$ 、2.2 $\mu\text{m}$ 、2.3 $\mu\text{m}$ 、2.4 $\mu\text{m}$ 、2.5 $\mu\text{m}$ 、3 $\mu\text{m}$ 、3.5 $\mu\text{m}$ 、4 $\mu\text{m}$ 、4.5 $\mu\text{m}$ 或5 $\mu\text{m}$ 。可以通过例如动态光散射(DLS)来分析粒度。DLS提供的大小量度可以不同于TEM提供的大小量度。通过TEM的大小量度可以是体积等效球体直径。通过DLS的大小量度可以是流体动力学直径。DLS可用于基于流体动力学半径来测量粒度,该流体动力学半径可对应于颗粒无限快速旋转时所划出的半径。 $Z$ 平均粒度可以是颗粒的流体动力学直径。 $Z$ 平均粒度可以是三维的聚集体(例如,颗粒聚集体)的最大直径(流体力学直径)。DLS分析可以按强度和/或体积提供粒度分布。例如,DLS可以用于通过强度测量来提供大小。按强度的大小在一些情况下可小于按体积的大小。按体积的大小在一些情况下可基于按强度的大小的测量。大小(例如,按强度和/或按体积)可以例如大于或等于约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或10 $\mu\text{m}$ 。备选地或附加地,大小(例如,按强度和/或按体积)可以例如小于或等于约10 $\mu\text{m}$ 、9500nm、9000nm、8500nm、8000nm、7500nm、7000nm、6500nm、6000nm、5500nm、5000nm、4500nm、4000nm、3500nm、3000nm、2500nm、2000nm、1500nm、1000nm、950nm、900nm、850nm、800nm、750nm、700nm、650nm、550nm、500nm、490nm、480nm、470nm、460nm、450nm、440nm、430nm、420nm、410nm、403nm、390nm、380nm、370nm、360nm、355nm、350nm、345nm、340nm、335nm、333nm、332nm、330nm、328nm、325nm、323nm、320nm、315nm、312nm、310nm、305nm、303nm、300nm、295nm、290nm、285nm、281nm、280nm、275nm、270nm、265nm、260nm、255nm、250nm、247nm、245nm、240nm、235nm、230nm、225nm、220nm、216nm、213nm、210nm、205nm、200nm、175nm、150nm、125nm、120nm、115nm、113nm、110nm、105nm、100nm、75nm、50nm、45nm、40nm、35nm、30nm、25nm、20nm、15nm、10nm或5nm。颗粒可以具有这样的大小与由DLS分析提供的一种或多种多分散指数的组合。多分散指数可以例如大于或等于约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或0.5。备选地或附加地,多分散指数可以例如小于或等于约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或0.005。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可具有与参考碳颗粒(例如,参考炭黑)基本相同的粒度分布。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)更低(例如,低至少约1%、2%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%或99%)的多分散指数,对应于比参考碳颗粒更紧密的聚集体大小分布。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)更高(例如,高至少约1%、2%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%或99%)的多分散指数,对应于比参考碳颗粒更广泛的聚集体大小分布。在实例中,根据本公开内容具有约 $23\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $35\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $59\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $71\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP或者约 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $39\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $55\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $75\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP(例如,N2SA为约 $31\text{m}^2/\text{g}$ 且DBP为约 $65\text{ml}/100\text{g}$ )的碳颗粒(例如,炭黑)可具有按强度约 $216\text{nm}$ 的大小、按体积约 $328\text{nm}$ 的大小以及约0.211的多分散指数。在另一实例中,根据本公开内容具有约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $41\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $84\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $96\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP或者约 $25\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $80\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $100\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP(例如,N2SA为约 $33\text{m}^2/\text{g}$ 且DBP为约 $85\text{ml}/100\text{g}$ )的碳颗粒(例如,炭黑)可具有按强度约 $265\text{nm}$ 的大小、按体积约 $403\text{nm}$ 的大小以及约0.221的多分散指数。碳颗粒可具有这样的大小与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0034] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的密度。该密度可以是真密度。真密度可以通过例如氦(He)比重瓶法测定。真密度可以例如根据ASTM D7854(例如,ASTM D7854-16)测量。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有大于或等于(例如,约) $2.1\text{g}/\text{cm}^3$ 的真密度。炉黑的真密度通常为 $1.8\text{--}1.9\text{g}/\text{cm}^3$ 。本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)的真密度可以例如大于或等于约 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.75\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.85\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.9\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.95\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.05\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.1\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.15\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.25\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.3\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.4\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.45\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.6\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.8\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.9\text{g}/\text{cm}^3$ 或 $3\text{g}/\text{cm}^3$ 。备选地或附加地,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)的真密度可以例如小于或等于约 $3\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.9\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.8\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.7\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.6\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.45\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.4\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.35\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.3\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.25\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.15\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.1\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2.05\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $2\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.95\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.9\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.85\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.75\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 或 $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)的真密度可以比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)的真密度大例如大于或等于约0%、1%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%或100%。备选地或附加地,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)的真密度可以比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)的真密度大例如小于或等于约100%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、15%、10%、5%或1%。在一些实例中,与炉黑(例如,炉黑对应物)相比,碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有更大的真密度。碳颗粒可具有这样的真密度与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0035] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的结晶度。结晶度可以用 $L_a$ 和/或 $L_c$ 表示,其中 $L_a$ 是通过粉末衍射X射线晶体学测量的石墨晶体的ab平面中的晶畴的大小,并且 $L_c$ 是石墨烯片的厚度或碳初级颗粒内(例如,炭黑初级颗粒内)石墨畴的c轴长度。碳颗粒(例如,碳纳

米颗粒)的结晶度可以通过例如X射线晶体衍射法(XRD)测量。XRD可以是例如粉末XRD分析(例如,炭黑的粉末XRD分析)。例如,可以在40kV(千伏)的电压和44mA(毫安)的电流下使用Cu K $\alpha$ 辐射。扫描速率可以从2 $\theta$ 等于12至90度为1.3度/分钟。可以使用Scherrer方程来分析石墨的002峰,以获得 $L_c$ (晶格常数(本文也称为“结晶度”))和d002(石墨的002峰的晶格间距)值。较大的 $L_c$ 值可对应于较高的结晶程度。较小的晶格间距(d002)值可对应于较高的结晶度或更接近石墨的晶格结构。例如,0.36nm或更大的较大晶格间距(d002)可以指示乱层碳(例如,这对于通过炉过程产生的炭黑样品是常见的)。在一些实例中,就 $L_a$ 或 $L_c$ 而言,结晶度可大于约1nm、大于约4nm或为约3nm至约20nm。 $L_a$ 和/或 $L_c$ 可以例如大于或等于约0.1nm、0.5nm、1nm、1.1nm、1.2nm、1.3nm、1.4nm、1.5nm、1.6nm、1.7nm、1.8nm、1.9nm、2nm、2.1nm、2.2nm、2.3nm、2.4nm、2.5nm、2.6nm、2.7nm、2.8nm、2.9nm、3nm、3.1nm、3.2nm、3.3nm、3.4nm、3.5nm、4nm、4.5nm、5nm、5.5nm、6nm、6.1nm、6.2nm、6.3nm、6.4nm、6.5nm、6.6nm、6.7nm、6.8nm、6.9nm、7nm、7.1nm、7.2nm、7.3nm、7.4nm、7.5nm、7.6nm、7.7nm、7.8nm、7.9nm、8nm、8.1nm、8.2nm、8.3nm、8.4nm、8.5nm、8.6nm、8.7nm、8.8nm、8.9nm、9nm、9.1nm、9.2nm、9.3nm、9.4nm、9.5nm、9.6nm、9.7nm、9.8nm、9.9nm、10nm、10.1nm、10.2nm、10.3nm、10.4nm、10.5nm、10.6nm、10.7nm、10.8nm、10.9nm、11nm、11.1nm、11.2nm、11.3nm、11.4nm、11.5nm、11.6nm、11.7nm、11.8nm、11.9nm、12nm、12.1nm、12.2nm、12.3nm、12.4nm、12.5nm、12.6nm、12.7nm、12.8nm、12.9nm、13nm、13.1nm、13.2nm、13.3nm、13.4nm、13.5nm、13.6nm、13.7nm、13.8nm、13.9nm、14nm、14.5nm、15nm、15.5nm、16nm、16.5nm、17nm、17.5nm、18nm、18.5nm、19nm、19.5nm或20nm。备选地或附加地, $L_a$ 和/或 $L_c$ 可以例如小于或等于约20nm、19.5nm、19nm、18.5nm、18nm、17.5nm、17nm、16.5nm、16nm、15.5nm、15nm、14.5nm、14nm、13.9nm、13.8nm、13.7nm、13.6nm、13.5nm、13.4nm、13.3nm、13.2nm、13.1nm、13nm、12.9nm、12.8nm、12.7nm、12.6nm、12.5nm、12.4nm、12.3nm、12.2nm、12.1nm、12nm、11.9nm、11.8nm、11.7nm、11.6nm、11.5nm、11.4nm、11.3nm、11.2nm、11.1nm、11nm、10.9nm、10.8nm、10.7nm、10.6nm、10.5nm、10.4nm、10.3nm、10.2nm、10.1nm、10nm、9.9nm、9.8nm、9.7nm、9.6nm、9.5nm、9.4nm、9.3nm、9.2nm、9.1nm、9nm、8.9nm、8.8nm、8.7nm、8.6nm、8.5nm、8.4nm、8.3nm、8.2nm、8.1nm、8nm、7.9nm、7.8nm、7.7nm、7.6nm、7.5nm、7.4nm、7.3nm、7.2nm、7.1nm、7nm、6.9nm、6.8nm、6.7nm、6.6nm、6.5nm、6.4nm、6.3nm、6.2nm、6.1nm、6nm、5.5nm、5nm、4.5nm、4nm、3.5nm、3.4nm、2.7nm、3.3nm、3.2nm、3.1nm、3nm、2.9nm、2.8nm、2.6nm、2.5nm、2.4nm、2.3nm、2.2nm、2.1nm、2nm、1.9nm、1.8nm、1.7nm、1.6nm或1.5nm。d002可以例如小于或等于约0.5nm、0.49nm、0.48nm、0.47nm、0.46nm、0.45nm、0.44nm、0.43nm、0.42nm、0.41nm、0.4nm、0.395nm、0.39nm、0.385nm、0.38nm、0.375nm、0.37nm、0.369nm、0.368nm、0.367nm、0.366nm、0.365nm、0.364nm、0.363nm、0.362nm、0.361nm、0.360nm、0.359nm、0.358nm、0.357nm、0.356nm、0.355nm、0.354nm、0.353nm、0.352nm、0.351nm、0.350nm、0.349nm、0.348nm、0.347nm、0.346nm、0.345nm、0.344nm、0.343nm、0.342nm、0.341nm、0.340nm、0.339nm、0.338nm、0.337nm、0.336nm、0.335nm、0.334nm、0.333nm或0.332nm。备选地或附加地,d002可以例如大于或等于约0.332nm、0.333nm、0.334nm、0.335nm、0.336nm、0.337nm、0.338nm、0.339nm、0.340nm、0.341nm、0.342nm、0.343nm、0.344nm、0.345nm、0.346nm、0.347nm、0.348nm、0.349nm、0.350nm、0.351nm、0.352nm、0.353nm、0.354nm、0.355nm、0.356nm、0.357nm、0.358nm、0.359nm、0.360nm、0.361nm、0.362nm、0.363nm、0.364nm、0.365nm、0.366nm、

0.367nm、0.368nm、0.369nm、0.37nm、0.375nm、0.38nm、0.385nm、0.39nm、0.395nm、0.4nm、0.41nm、0.42nm、0.43nm、0.44nm、0.45nm、0.46nm、0.47nm、0.48nm或0.49nm。在一些实例中，碳颗粒可以具有大于约3.0纳米(nm)的 $L_c$ 和/或小于约0.35nm的d002。在一些实例中，如此产生的颗粒可以具有大于3.5nm的 $L_c$ 和小于约0.36nm的d002。在一些实例中，碳颗粒可以具有大于约4.0nm的 $L_c$ 和/或小于约0.35nm或36nm的d002。碳颗粒可具有这样的结晶度与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0036] 碳颗粒(例如,炭黑)可以具有给定的表面功能。例如,碳颗粒可以具有给定的(表面)亲水含量、给定的氢含量和/或其他表面特性。

[0037] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的(表面)亲水含量。亲水特性可以例如从气体吸附分析(例如,气体吸附,然后进行数据积分以确定水铺展压力)得出。表面(例如,亲水性)含量可以例如根据对水的吸附亲和力、根据水铺展压力(WSP)和/或通过其他度量(例如,Boehm滴定法)来表示。WSP可以通过测量受控气氛中的质量增加来确定,在该气氛中相对湿度(RH)随时间从0到80%的相对湿度缓慢增加,并且WSP( $\pi^e$ )根据等式

$\pi^e = RT/A \int_0^{P_0} H_2O(\text{mole/g}) d \ln P$  确定,其中R是气体常数,T是温度,A是样品的 $N_2$ 表面积

(SA) (ASTM D6556),  $H_2O$ 是在各种RH下吸附到碳表面的水量,P是该气氛中水的分压,且 $P_0$ 是饱和压力。可以在各种分立的RH下测量平衡吸附,然后可以测量曲线下面积以产生WSP值。

可使用来自Micromeritics的3Flex系统在25°C下测量样品。被积分的区域可以是从小到饱和压力。d可具有在d之后的任何增量单位处进行积分的定位指示,即以变化的压力的自然对数进行积分。参见,例如,美国专利号8,501,148(“COATING COMPOSITION INCORPORATING A LOW STRUCTURE CARBON BLACK AND DEVICES FORMED THEREWITH”),其通过引用整体并入本文。在一些实例中,碳颗粒(例如,改进的炭黑)的表面的亲水含量(例如,如从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力所描述的)可以小于每 $m^2$ (平方米)表面积(例如,炭黑的表面积)0.05至0.5ml(毫升)水。在一些实例中,本文所述的过程中制备的碳颗粒(例如,改进的炭黑)的WSP可以在约0和约8mJ/ $m^2$ 之间。这低于炉制炭黑的约5至约20mJ/ $m^2$ 的典型范围。在一些实例中,本文所述的过程中制备的碳颗粒的WSP可以小于约5mJ/ $m^2$ 。从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力可以例如小于或等于约1ml/ $m^2$ 、0.9ml/ $m^2$ 、0.8ml/ $m^2$ 、0.7ml/ $m^2$ 、0.6ml/ $m^2$ 、0.5ml/ $m^2$ 、0.45ml/ $m^2$ 、0.4ml/ $m^2$ 、0.35ml/ $m^2$ 、0.3ml/ $m^2$ 、0.25ml/ $m^2$ 、0.2ml/ $m^2$ 、0.15ml/ $m^2$ 、0.1ml/ $m^2$ 、0.05ml/ $m^2$ 、0.01ml/ $m^2$ 或0.005ml/ $m^2$ 。备选地或附加地,从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力可以例如大于或等于约0.005ml/ $m^2$ 、0.01ml/ $m^2$ 、0.05ml/ $m^2$ 、0.1ml/ $m^2$ 、0.15ml/ $m^2$ 、0.2ml/ $m^2$ 、0.25ml/ $m^2$ 、0.3ml/ $m^2$ 、0.35ml/ $m^2$ 、0.4ml/ $m^2$ 、0.45ml/ $m^2$ 、0.5ml/ $m^2$ 、0.6ml/ $m^2$ 、0.7ml/ $m^2$ 、0.8ml/ $m^2$ 、0.9ml/ $m^2$ 或1ml/ $m^2$ 。WSP可以例如小于或等于约40mJ/ $m^2$ 、35mJ/ $m^2$ 、30mJ/ $m^2$ 、29mJ/ $m^2$ 、28mJ/ $m^2$ 、27mJ/ $m^2$ 、26mJ/ $m^2$ 、25mJ/ $m^2$ 、24mJ/ $m^2$ 、23mJ/ $m^2$ 、22mJ/ $m^2$ 、21mJ/ $m^2$ 、20mJ/ $m^2$ 、19mJ/ $m^2$ 、18mJ/ $m^2$ 、17mJ/ $m^2$ 、16mJ/ $m^2$ 、15mJ/ $m^2$ 、14mJ/ $m^2$ 、13mJ/ $m^2$ 、12mJ/ $m^2$ 、11mJ/ $m^2$ 、10mJ/ $m^2$ 、9mJ/ $m^2$ 、8mJ/ $m^2$ 、7mJ/ $m^2$ 、6mJ/ $m^2$ 、5mJ/ $m^2$ 、4.5mJ/ $m^2$ 、4mJ/ $m^2$ 、3.5mJ/ $m^2$ 、3mJ/ $m^2$ 、2.5mJ/ $m^2$ 、2mJ/ $m^2$ 、1.5mJ/ $m^2$ 、1mJ/ $m^2$ 、0.5mJ/ $m^2$ 或0.25mJ/ $m^2$ 。备选地或附加地,WSP可以例如大于或等于约0mJ/ $m^2$ 、0.25mJ/ $m^2$ 、0.5mJ/ $m^2$ 、1mJ/ $m^2$ 、1.5mJ/ $m^2$ 、2mJ/ $m^2$ 、2.5mJ/ $m^2$ 、3mJ/ $m^2$ 、3.5mJ/ $m^2$ 、4mJ/ $m^2$ 、4.5mJ/ $m^2$ 、5mJ/ $m^2$ 、6mJ/ $m^2$ 、7mJ/ $m^2$ 、8mJ/ $m^2$ 、9mJ/ $m^2$ 、10mJ/ $m^2$ 、11mJ/ $m^2$ 、12mJ/ $m^2$ 、13mJ/ $m^2$ 、14mJ/ $m^2$ 、15mJ/ $m^2$ 、16mJ/ $m^2$ 、17mJ/ $m^2$ 、18mJ/ $m^2$ 、19mJ/ $m^2$ 、20mJ/ $m^2$ 、21mJ/ $m^2$ 、22mJ/ $m^2$ 、23mJ/ $m^2$ 、24mJ/ $m^2$ 、25mJ/ $m^2$ 、26mJ/ $m^2$ 、27mJ/ $m^2$ 、28mJ/ $m^2$ 、29mJ/ $m^2$ 、30mJ/ $m^2$ 、35mJ/ $m^2$ 或40mJ/ $m^2$ 。碳颗粒

可具有这样的亲水含量与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0038] 获得有关表面功能性的信息的另一种方法可以是进行Boehm记录的滴定。参见,例如,Boehm,HP“Some Aspects of Surface Chemistry of Carbon Blacks and Other Carbons,”Carbon,1994,第759页,其通过引用整体并入本文。WSP可以是测量碳颗粒(例如,炭黑)的总体亲水性的良好参数;但是,WSP可不提供表面处官能团的比率,所以在一些情况下可以通过热相解吸(thermal phase desorption,TPD)、通过X射线光电子能谱法(XPS)或经由滴定方法(例如,Boehm滴定)进行测量。

[0039] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的表面酸基含量。酸性基团的含量可以使用例如用于官能团的Boehm滴定来确定。Boehm滴定可以通过将碳颗粒的表面(例如,炭黑表面)暴露于碱性溶液来完成。然后将碱性溶液酸化并用强碱性溶液反滴定。在一些实例中,总表面酸基团含量可以小于或等于约 $0.5\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 。表面酸基团含量(例如,总数、强酸和/或弱酸含量)可以例如小于或等于约 $5\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $4\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $3\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $2\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.5\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.4\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.3\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.2\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.189\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.1\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.095\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.9\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.863\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.8\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.767\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.7\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.6\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.5\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.424\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.4\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.375\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.3\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.2\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.1\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.05\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 或 $0.01\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 。备选地或附加地,表面酸基团含量(例如,总数、强酸和/或弱酸含量)可以例如大于或等于约 $0\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.01\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.05\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.1\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.2\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.3\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.375\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.4\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.424\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.5\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.6\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.7\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.767\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.8\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.863\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.9\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $0.095\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.1\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.189\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.2\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.3\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.4\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $1.5\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $2\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 、 $3\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 或 $4\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 。酸性基团可以是弱酸性基团(例如,苯酚、醌等)。强酸性基团可以存在或可以不存在(例如,可以基本上不存在强酸性基团)。

[0040] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的含湿量。含湿量可以例如根据ASTM D1509测量。含湿量可以例如小于约0.5%。含湿量(例如,按重量计)可以例如小于或等于约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%或0.005%。备选地或附加地,含湿量(例如,按重量计)可以例如大于或等于约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%、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%或4.5%。碳颗粒可具有这样的含湿量与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0041] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的氧含量。在一些实例中,氧含量可以是按重量计小于约0.2%的氧,或按产生的重量计约0.4%的氧或更少。氧含量(例如,按总样品的百分比计和/或按氧的重量计)可以例如小于或等于约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%或0.005%。备选地或附加地,氧含量(例如,按总样品的百分比计和/或按氧的重量计)可以例如大于或等于约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%、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%或20%。碳颗粒可具有这样的氧含量与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0042] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的氢含量。氢含量可以是例如按所产生的重量计小于约0.4%或约0.2%的氢或更少。氢含量(例如,按总样品的百分比计和/或按产生的重量计)可以例如小于或等于约5%、4%、3%、2%、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%、0.005%或0.001%。备选地或附加地,氢含量(例如,按总样品的百分比计和/或按产生的重量计)可以例如大于或等于约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%或5%。碳颗粒可具有这样的氢含量与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0043] 在一些实例中,本公开内容的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有约0至约5mJ/m<sup>2</sup>的WSP,并且包含按重量计小于约0.4%的氢和按重量计小于约0.5%的氧。

[0044] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的硫含量。硫含量可以是例如按产生的重量计约0.3%、50ppm、10ppm、5ppm或1ppm的硫或更少。硫含量(例如,按总样品的百分比计和/或按产生的重量计)可以例如小于或等于约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或0.1ppm。备选地或附加地，硫含量(例如，按总样品的百分比计和/或按产生的重量计)可以例如大于或等于约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%、1.57%、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%或4%。碳颗粒可具有这样的硫含量与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0045] 碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可以具有给定的氮含量。氮含量(例如，按总样品的百分比计和/或按产生的重量计)可以例如小于或等于约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%、0.005%或0.001%。备选地或附加地，氮含量(例如，按总样品的百分比计和/或按产生的重量计)可以例如大于或等于约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%或5%。碳颗粒可具有这样的氮含量与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0046] 碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可以具有给定的碳含量。在一些实例中，按产生的重量

计,碳含量可以是大于或等于约99%的碳。碳含量(例如,按总样品的百分比计和/或按产生的重量计)可以例如大于或等于约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%、98.9%、99%、99.1%、99.2%、99.3%、99.4%、99.5%、99.6%、99.7%、99.8%、99.9%、99.99%或99.999%。备选地或附加地,碳含量(例如,按总样品的百分比计和/或按产生的重量计)可以例如小于或等于约100%、99.999%、99.99%、99.9%、99.8%、99.7%、99.6%、99.5%、99.4%、99.3%、99.2%、99.1%、99%、98.9%、98.8%、98.7%、98.6%、98.5%、98.4%、98.3%、98.2%、98.1%、98%、97.9%、97.8%、97.7%、97.6%、97.5%、97.4%、97.3%、97.2%、97.1%、97%、96.9%、96.8%、96.7%、96.6%、96.5%、96.4%、96.3%、96.2%、96.1%、96%、95.9%、95.8%、95.7%、95.6%、95.5%、95.4%、95.3%、95.2%、95.1%、95%、94%、93%、92%、91%或90%。碳颗粒可具有这样的碳含量与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0047] 元素分析可以例如通过由Leco制造的装置(例如,744和844系列产品)进行测量,并且结果可以按总样品的百分比(例如,质量百分比)给出。

[0048] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的表面积。表面积可以指例如氮表面积(N2SA)(例如,基于氮的Brunauer-Emmett-Teller(BET)表面积)和/或统计厚度表面积(STSA)。N2SA(本文也称为“NSA”)和STSA可以通过ASTM D6556(例如,ASTM D6556-10)测量。在一些实例中,不包括初级颗粒内部的孔的表面积可以为约10m<sup>2</sup>/g(平方米/克)至约300m<sup>2</sup>/g。在一些实例中,不包括初级颗粒内部的孔的表面积可以为约15m<sup>2</sup>/g至约300m<sup>2</sup>/g。在一些实例中,所得碳颗粒(例如,炭黑)的氮表面积和/或STSA可以为15至150m<sup>2</sup>/g。本文所述的表面积可以指不包括(内部)孔隙的表面积(例如,不包括初级颗粒内部的孔,不包括由于任何内部孔而导致的多孔表面积)。热炭黑初级颗粒的表面积通常小于13m<sup>2</sup>/g。表面积(例如,N2SA和/或STSA)可以例如大于或等于约5m<sup>2</sup>/g、10m<sup>2</sup>/g、11m<sup>2</sup>/g、12m<sup>2</sup>/g、13m<sup>2</sup>/g、14m<sup>2</sup>/g、15m<sup>2</sup>/g、16m<sup>2</sup>/g、17m<sup>2</sup>/g、18m<sup>2</sup>/g、19m<sup>2</sup>/g、20m<sup>2</sup>/g、21m<sup>2</sup>/g、22m<sup>2</sup>/g、23m<sup>2</sup>/g、24m<sup>2</sup>/g、25m<sup>2</sup>/g、26m<sup>2</sup>/g、27m<sup>2</sup>/g、28m<sup>2</sup>/g、29m<sup>2</sup>/g、30m<sup>2</sup>/g、31m<sup>2</sup>/g、32m<sup>2</sup>/g、33m<sup>2</sup>/g、34m<sup>2</sup>/g、35m<sup>2</sup>/g、36m<sup>2</sup>/g、37m<sup>2</sup>/g、38m<sup>2</sup>/g、39m<sup>2</sup>/g、40m<sup>2</sup>/g、41m<sup>2</sup>/g、42m<sup>2</sup>/g、43m<sup>2</sup>/g、44m<sup>2</sup>/g、45m<sup>2</sup>/g、46m<sup>2</sup>/g、47m<sup>2</sup>/g、48m<sup>2</sup>/g、49m<sup>2</sup>/g、50m<sup>2</sup>/g、51m<sup>2</sup>/g、52m<sup>2</sup>/g、54m<sup>2</sup>/g、55m<sup>2</sup>/g、56m<sup>2</sup>/g、60m<sup>2</sup>/g、61m<sup>2</sup>/g、63m<sup>2</sup>/g、65m<sup>2</sup>/g、70m<sup>2</sup>/g、72m<sup>2</sup>/g、75m<sup>2</sup>/g、79m<sup>2</sup>/g、80m<sup>2</sup>/g、81m<sup>2</sup>/g、85m<sup>2</sup>/g、90m<sup>2</sup>/g、95m<sup>2</sup>/g、100m<sup>2</sup>/g、105m<sup>2</sup>/g、110m<sup>2</sup>/g、111m<sup>2</sup>/g、112m<sup>2</sup>/g、113m<sup>2</sup>/g、114m<sup>2</sup>/g、115m<sup>2</sup>/g、116m<sup>2</sup>/g、117m<sup>2</sup>/g、118m<sup>2</sup>/g、119m<sup>2</sup>/g、120m<sup>2</sup>/g、121m<sup>2</sup>/g、123m<sup>2</sup>/g、125m<sup>2</sup>/g、130m<sup>2</sup>/g、135m<sup>2</sup>/g、138m<sup>2</sup>/g、140m<sup>2</sup>/g、145m<sup>2</sup>/g、150m<sup>2</sup>/g、160m<sup>2</sup>/g、170m<sup>2</sup>/g、180m<sup>2</sup>/g、190m<sup>2</sup>/g、200m<sup>2</sup>/g、210m<sup>2</sup>/g、220m<sup>2</sup>/g、230m<sup>2</sup>/g、240m<sup>2</sup>/g、250m<sup>2</sup>/g、260m<sup>2</sup>/g、270m<sup>2</sup>/g、280m<sup>2</sup>/g、290m<sup>2</sup>/g、300m<sup>2</sup>/g、310m<sup>2</sup>/g、320m<sup>2</sup>/g、330m<sup>2</sup>/g、340m<sup>2</sup>/g、350m<sup>2</sup>/g、360m<sup>2</sup>/g、370m<sup>2</sup>/g、380m<sup>2</sup>/g、390m<sup>2</sup>/g或400m<sup>2</sup>/g。备选地或附加地,表面积(例如,N2SA和/或STSA)可以例如小于或等于约400m<sup>2</sup>/g、390m<sup>2</sup>/g、380m<sup>2</sup>/g、370m<sup>2</sup>/g、360m<sup>2</sup>/g、350m<sup>2</sup>/g、340m<sup>2</sup>/g、330m<sup>2</sup>/g、320m<sup>2</sup>/g、310m<sup>2</sup>/g、300m<sup>2</sup>/g、290m<sup>2</sup>/g、280m<sup>2</sup>/g、270m<sup>2</sup>/g、260m<sup>2</sup>/g、250m<sup>2</sup>/g、240m<sup>2</sup>/g、230m<sup>2</sup>/g、220m<sup>2</sup>/g、210m<sup>2</sup>/g、200m<sup>2</sup>/g、190m<sup>2</sup>/g、180m<sup>2</sup>/g、170m<sup>2</sup>/g、160m<sup>2</sup>/g、150m<sup>2</sup>/g、145m<sup>2</sup>/g、140m<sup>2</sup>/g、138m<sup>2</sup>/g、135m<sup>2</sup>/g、130m<sup>2</sup>/g、125m<sup>2</sup>/g、123m<sup>2</sup>/g、121m<sup>2</sup>/g、120m<sup>2</sup>/g、

119m<sup>2</sup>/g、118m<sup>2</sup>/g、117m<sup>2</sup>/g、116m<sup>2</sup>/g、115m<sup>2</sup>/g、114m<sup>2</sup>/g、113m<sup>2</sup>/g、112m<sup>2</sup>/g、111m<sup>2</sup>/g、110m<sup>2</sup>/g、105m<sup>2</sup>/g、100m<sup>2</sup>/g、95m<sup>2</sup>/g、90m<sup>2</sup>/g、85m<sup>2</sup>/g、81m<sup>2</sup>/g、80m<sup>2</sup>/g、79m<sup>2</sup>/g、75m<sup>2</sup>/g、72m<sup>2</sup>/g、70m<sup>2</sup>/g、65m<sup>2</sup>/g、63m<sup>2</sup>/g、61m<sup>2</sup>/g、60m<sup>2</sup>/g、56m<sup>2</sup>/g、55m<sup>2</sup>/g、54m<sup>2</sup>/g、52m<sup>2</sup>/g、51m<sup>2</sup>/g、50m<sup>2</sup>/g、49m<sup>2</sup>/g、48m<sup>2</sup>/g、47m<sup>2</sup>/g、46m<sup>2</sup>/g、45m<sup>2</sup>/g、44m<sup>2</sup>/g、43m<sup>2</sup>/g、42m<sup>2</sup>/g、41m<sup>2</sup>/g、40m<sup>2</sup>/g、39m<sup>2</sup>/g、38m<sup>2</sup>/g、37m<sup>2</sup>/g、36m<sup>2</sup>/g、35m<sup>2</sup>/g、34m<sup>2</sup>/g、33m<sup>2</sup>/g、32m<sup>2</sup>/g、31m<sup>2</sup>/g、30m<sup>2</sup>/g、29m<sup>2</sup>/g、28m<sup>2</sup>/g、27m<sup>2</sup>/g、26m<sup>2</sup>/g、25m<sup>2</sup>/g、24m<sup>2</sup>/g、23m<sup>2</sup>/g、22m<sup>2</sup>/g、21m<sup>2</sup>/g、20m<sup>2</sup>/g、19m<sup>2</sup>/g、18m<sup>2</sup>/g、17m<sup>2</sup>/g、16m<sup>2</sup>/g、15m<sup>2</sup>/g、14m<sup>2</sup>/g、13m<sup>2</sup>/g、12m<sup>2</sup>/g、11m<sup>2</sup>/g、10m<sup>2</sup>/g或5m<sup>2</sup>/g。STSA和N2SA可以不同。可以用STSA/N2SA的比率来表达差异。STSA/N2SA的比率可以例如大于或等于约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或2。备选地或附加地，STSA/N2SA的比率可以例如小于或等于约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、0.99、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或0.5。在一些实例中，表面积(例如，N2SA)可为约23m<sup>2</sup>/g至约35m<sup>2</sup>/g、约24m<sup>2</sup>/g至约32m<sup>2</sup>/g、约29m<sup>2</sup>/g至约41m<sup>2</sup>/g、约25m<sup>2</sup>/g至约45m<sup>2</sup>/g、约34m<sup>2</sup>/g至约46m<sup>2</sup>/g、约30m<sup>2</sup>/g至约50m<sup>2</sup>/g、约15m<sup>2</sup>/g至约25m<sup>2</sup>/g或约10m<sup>2</sup>/g至约30m<sup>2</sup>/g。碳颗粒可具有这样的表面积与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0049] 碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可以具有给定的结构。该结构可以用邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收表示，该吸收通过确定给定质量的碳颗粒(例如，炭黑)在达到指定的黏性流变学目标扭矩之前能够吸收的DBP量来测量碳颗粒(例如，炭黑)的相对结构。就炭黑而言，热炭黑具有所有炭黑中最低的DBP值(32-47ml/100g)，表明非常少的颗粒聚集体或结构。该结构可以用压缩邻苯二甲酸二丁酯(CDBP)吸收表示，该吸收通过确定给定质量的压碎的碳颗粒(例如，炭黑)在达到指定的黏性流变学目标扭矩之前能够吸收的DBP量来测量碳颗粒(例如，炭黑)的相对结构。术语结构可以与术语DBP和/或CDBP互换使用(例如，高结构材料具有高DBP值)。本文所述的结构可以指制粒后的结构(例如，制粒后的DBP和/或CDBP)。可以根据ASTM D2414(例如，ASTM D2414-12)来测量DBP吸收(本文也称为“DBP”)。可以根据ASTM D3493来测量CDBP吸收(本文也称为“CDBP”)。在一些实例中，DBP可以为约32ml/100g至约300ml/100g。在一些实例中，DBP可以为约59ml/100g至约71ml/100g、约55ml/100g至约75ml/100g、约84ml/100g至约96ml/100g、约80ml/100g至约100ml/100g、约115ml/100g至约127ml/100g、约111ml/100g至约131ml/100g或约110ml/100g至约130ml/100g。DBP和/或CDBP可以例如大于或等于约1毫升/100克(ml/100g)、5ml/100g、10ml/100g、15ml/100g、20ml/100g、25ml/100g、32ml/100g、40ml/100g、45ml/100g、47ml/100g、50ml/100g、55ml/100g、56ml/100g、57ml/100g、58ml/100g、59ml/100g、60ml/100g、61ml/100g、62ml/100g、63ml/100g、64ml/100g、65ml/100g、66ml/100g、67ml/100g、68ml/100g、69ml/100g、70ml/

100g、71ml/100g、72ml/100g、73ml/100g、74ml/100g、75ml/100g、76ml/100g、78ml/100g、79ml/100g、80ml/100g、81ml/100g、82ml/100g、83ml/100g、84ml/100g、85ml/100g、86ml/100g、87ml/100g、88ml/100g、89ml/100g、90ml/100g、91ml/100g、92ml/100g、93ml/100g、94ml/100g、95ml/100g、96ml/100g、97ml/100g、98ml/100g、99ml/100g、100ml/100g、101ml/100g、104ml/100g、105ml/100g、109ml/100g、110ml/100g、111ml/100g、112ml/100g、113ml/100g、114ml/100g、115ml/100g、116ml/100g、117ml/100g、118ml/100g、119ml/100g、120ml/100g、121ml/100g、122ml/100g、123ml/100g、124ml/100g、125ml/100g、126ml/100g、127ml/100g、128ml/100g、129ml/100g、130ml/100g、131ml/100g、132ml/100g、134ml/100g、135ml/100g、136ml/100g、137ml/100g、138ml/100g、140ml/100g、142ml/100g、145ml/100g、150ml/100g、152ml/100g、155ml/100g、160ml/100g、165ml/100g、170ml/100g、174ml/100g、175ml/100g、180ml/100g、183ml/100g、185ml/100g、190ml/100g、195ml/100g、200ml/100g、205ml/100g、210ml/100g、215ml/100g、220ml/100g、225ml/100g、230ml/100g、235ml/100g、240ml/100g、245ml/100g、250ml/100g、255ml/100g、260ml/100g、265ml/100g、270ml/100g、275ml/100g、280ml/100g、285ml/100g、290ml/100g、295ml/100g或300ml/100g。备选地或附加地，DBP和/或CDBP可以例如小于或等于约300ml/100g、295ml/100g、290ml/100g、285ml/100g、280ml/100g、275ml/100g、270ml/100g、265ml/100g、260ml/100g、255ml/100g、245ml/100g、240ml/100g、235ml/100g、230ml/100g、225ml/100g、220ml/100g、215ml/100g、210ml/100g、205ml/100g、200ml/100g、195ml/100g、190ml/100g、185ml/100g、183ml/100g、180ml/100g、175ml/100g、174ml/100g、170ml/100g、165ml/100g、160ml/100g、155ml/100g、152ml/100g、150ml/100g、145ml/100g、142ml/100g、140ml/100g、138ml/100g、137ml/100g、136ml/100g、135ml/100g、134ml/100g、132ml/100g、131ml/100g、130ml/100g、129ml/100g、128ml/100g、127ml/100g、126ml/100g、125ml/100g、124ml/100g、123ml/100g、122ml/100g、121ml/100g、120ml/100g、119ml/100g、118ml/100g、117ml/100g、116ml/100g、115ml/100g、114ml/100g、113ml/100g、112ml/100g、111ml/100g、110ml/100g、109ml/100g、105ml/100g、104ml/100g、101ml/100g、100ml/100g、99ml/100g、98ml/100g、97ml/100g、96ml/100g、95ml/100g、94ml/100g、93ml/100g、92ml/100g、91ml/100g、90ml/100g、89ml/100g、88ml/100g、87ml/100g、86ml/100g、85ml/100g、84ml/100g、83ml/100g、82ml/100g、81ml/100g、80ml/100g、79ml/100g、78ml/100g、76ml/100g、75ml/100g、74ml/100g、73ml/100g、72ml/100g、71ml/100g、70ml/100g、69ml/100g、68ml/100g、67ml/100g、66ml/100g、65ml/100g、64ml/100g、63ml/100g、62ml/100g、61ml/100g、60ml/100g、59ml/100g、58ml/100g、57ml/100g、56ml/100g、55ml/100g、50ml/100g、47ml/100g、45ml/100g、40ml/100g或32ml/100g。DBP和CDBP可以不同(例如, DBP可以大于CDBP)。本文所述的碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)的DBP与CDBP之间的差异可以小于参考碳颗粒(例如, 本文其他地方所述的参考炭黑)的差异。对于参考碳颗粒(例如, 参考炭黑), DBP通常大于CDBP的1.3倍(即, 相比于CDBP大1.3倍)。在一些情况下, 对于本公开内容的碳颗粒(例如, 炭黑颗粒), DBP与CDBP之间的差异可能较小, 这是由于例如如本文其他地方更详细描述更高的结晶度(例如, 更高的结晶度可以实现更难压碎的更强的碳颗粒)和/或由于其他因素。在一些实例中, DBP可以比CDBP大约1%至10%、1%至15%、5%至19%、1%至20%、5%至30%或5%至35%。DBP值可以是CDBP值的例如小于或等于约2、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、1.28、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或1.01倍。备选地或附加地, DBP值可以是CDBP值的例如大于或等于约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或2倍。本文所述的碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)的DBP与CDBP之比可以是参考碳颗粒(例如, 参考炭黑)的DBP与CDBP之比的例如小于或等于约100%、99.9%、99%、98%、97%、96%、95%、94%、93%、92%、91%、90%、89%、88%、87%、86%、85%、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%或1%。备选地或附加地, 本文所述的碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)的DBP与CDBP之比可以是参考碳颗粒(例如, 参考炭黑)的DBP与CDBP之比的例如大于或等于约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%或99.9%。如本文其他地方更详细描述, 碳颗粒(例如, 炭黑)可以具有这样的差异, 同时具有指示参考碳颗粒(例如, 参考炭黑)的其他特性(例如, 表面积、DBP、根据DLS的粒度、 $L_c$ 等)等。碳颗粒可具有这样的结构与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0050] 表面积(例如, N2SA)和结构(例如, DBP)的值可以用于确定碳颗粒(例如, 炭黑)的给定等级。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $29 \pm 6 \text{ m}^2/\text{g}$ 或约 $29 \pm 10 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA, 以及约 $65 \pm 6 \text{ ml}/100\text{g}$ 或约 $65 \pm 10 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $23 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $35 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $59 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $71 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP, 或者约 $19 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $39 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $55 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $75 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $35 \pm 6 \text{ m}^2/\text{g}$ 或约 $35 \pm 10 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA, 以及约 $90 \pm 6 \text{ ml}/100\text{g}$ 或约 $90 \pm 10 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $29 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $41 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $84 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $96 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP, 或者约 $25 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $45 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $80 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $100 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $40 \pm 6 \text{ m}^2/\text{g}$ 或约 $40 \pm 10 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA, 以及约 $121 \pm 6 \text{ ml}/100\text{g}$ 或约 $121 \pm 10 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $34 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $46 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $115 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $127 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP, 或者约 $30 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $50 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $111 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $131 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $20 \pm 5 \text{ m}^2/\text{g}$ 或约 $20 \pm 10 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA, 以及约 $120 \pm 10 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $15 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $25 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $110 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $130 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP, 或者约 $10 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $30 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $110 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $130 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $36 \pm 6 \text{ m}^2/\text{g}$ 或约 $36 \pm 10 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA, 以及约 $122 \pm 6 \text{ ml}/100\text{g}$ 或约 $122 \pm 10 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $30 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $42 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $116 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $128 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP, 或者约 $26 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $46 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $112 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $132 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $32 \pm 6 \text{ m}^2/\text{g}$ 或约 $32 \pm 10 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA, 以及约 $65 \pm 6 \text{ ml}/100\text{g}$ 或约 $65 \pm 10 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $26 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $38 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $59 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $71 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP, 或者约 $22 \text{ m}^2/\text{g}$ 至约 $42 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $55 \text{ ml}/100\text{g}$ 至约 $75 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约 $30 \pm 6 \text{ m}^2/\text{g}$ 或约 $30 \pm 10 \text{ m}^2/\text{g}$ 的N2SA, 以及约 $72 \pm 6 \text{ ml}/100\text{g}$ 或约 $72 \pm 10 \text{ ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如, 炭黑颗粒)可以具有例如约

24m<sup>2</sup>/g至约36m<sup>2</sup>/g的N2SA和约66ml/100g至约78ml/100g的DBP,或者约20m<sup>2</sup>/g至约40m<sup>2</sup>/g的N2SA和约62ml/100g至约82ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有例如约8±6m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约43±6ml/100g或约43±10ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有例如约2m<sup>2</sup>/g至约14m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约37ml/100g至约49ml/100g或约33ml/100g至约53ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有例如约36±6m<sup>2</sup>/g或约36±10m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约122±6ml/100g或约122±10ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有例如约30m<sup>2</sup>/g至约42m<sup>2</sup>/g的N2SA和约116ml/100g至约128ml/100g的DBP,或者约26m<sup>2</sup>/g至约46m<sup>2</sup>/g的N2SA和约112ml/100g至约132ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有例如约32±6m<sup>2</sup>/g或约32±10m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约65±6ml/100g或约65±10ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有例如约26m<sup>2</sup>/g至约38m<sup>2</sup>/g的N2SA和约59ml/100g至约71ml/100g的DBP,或者约22m<sup>2</sup>/g至约42m<sup>2</sup>/g的N2SA和约55ml/100g至约75ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有例如约30±6m<sup>2</sup>/g或约30±10m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约72±6ml/100g或约72±10ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有例如约24m<sup>2</sup>/g至约36m<sup>2</sup>/g的N2SA和约66ml/100g至约78ml/100g的DBP,或者约20m<sup>2</sup>/g至约40m<sup>2</sup>/g的N2SA和约62ml/100g至约82ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有例如约8±6m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约43±6ml/100g或约43±10ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有例如约2m<sup>2</sup>/g至约14m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约37ml/100g至约49ml/100g或约33ml/100g至约53ml/100g的DBP。

[0051] 在一些实例中,本公开内容的改进的碳颗粒(例如,改进的炭黑颗粒)可具有本文所述性质的至少子集的给定组合。例如,颗粒可以具有大于1.3的椭球因子;就L<sub>a</sub>或L<sub>c</sub>而言大于1nm、大于4nm或为3nm至20nm的结晶度;对于每m<sup>2</sup>(平方米)的表面积(例如,炭黑的表面积)小于0.05至0.5ml(毫升)水的表面的亲水含量(例如,如从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力所描述的);小于约0.4%的氢含量;约10m<sup>2</sup>/g或15m<sup>2</sup>/g至约300m<sup>2</sup>/g的表面积(例如,不包括初级颗粒内部的孔);约32ml/100g至约300ml/100g的DBP;或其任何组合。这些性质的组合可以产生独特的材料(例如,炭黑),其不同于现有的炉法炭黑,在后者中表面酸基团占主导地位,从而导致更高的亲水性。在本文所述的过程的一些实例中,该过程的氢环境的性质可导致在(颗粒)表面上较多的氢(例如,较高的氢含量)。较高的氢含量可以例如有利于轮胎胎面耐磨性。表面氧基团的缺乏可导致弹性体复合材料较快的混合时间及较快的固化时间。在碳颗粒(例如,炭黑)表面处较低的氧含量下,相同量的氢可指示在轮胎胎面和其他弹性体填料应用中表现出较高的表面活性。

[0052] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定含量的未反应的多环芳烃(PAH)(本文也称为“PAH含量”)。在一些情况下,这样的含量可以用甲苯萃取物透光率(TOTE)表示。萃取物可以例如使用ASTM D1618(例如,ASTM D1618-99)进行定量。在一些情况下,PAH含量可以用总共的可萃取的多环芳烃来表示,如通过可从美国食品药品监督管理局(FDA)获得的“炭黑PAH含量测定CFR 178.3297”程序(也称为“22PAH”程序)所测量的。在一些实例中,PAH的量(例如,如通过“炭黑PAH含量测定CFR 178.3297”(22PAH)程序所测量的)可以小于约1%(例如,按质量计)。PAH的量(例如,如通过“炭黑PAH含量测定CFR 178.3297”(22PAH)程序所测量的)可以例如小于或等于约5%、4%、3%、2%、1%、0.9%、0.8%、0.7%、0.6%、0.5%、0.4%、0.3%、0.2%、0.1%、900ppm、800ppm、700ppm、600ppm、500ppm、400ppm、300ppm、200ppm、100ppm、75ppm、50ppm、25ppm、10ppm、5ppm、1ppm、0.5ppm、0.25ppm、0.1ppm、

0.05ppm、0.01ppm、十亿分之 (ppb) 5或1ppb (例如,按质量计)。备选地或附加地,PAH的量 (例如,如通过“炭黑PAH含量测定CFR 178.3297”(22PAH) 程序所测量的) 可以例如大于或等于约0ppm、1ppb、5ppb、0.01ppm、0.05ppm、0.1ppm、0.25ppm、0.5ppm、1ppm、5ppm、10ppm、25ppm、50ppm、75ppm、100ppm、200ppm、300ppm、400ppm、500ppm、600ppm、700ppm、800ppm、900ppm、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1%、2%、3%或4% (例如,按质量计)。tote (本文也称为“TOTE”) 可以例如大于或等于约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%、99.9%或100%。备选地或附加地,tote可以例如小于或等于约100%、99.9%、99.8%、99.7%、99.5%、99.5%、99.4%、99.3%、99.2%、99.1%、99%、98.5%、98%、97.5%、97%、96.5%、96%、95.5%、95%、94.5%、94%、93.5%、93%、92.5%、92%、91.5%、91%、90%、89%、88%、87%、86%、85%、80%或75%。碳颗粒可具有这样的PAH含量与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0053] 碳颗粒 (例如,炭黑颗粒) 可以具有给定的纯度。高纯度可对应于低污染物 (本文也称为“污染物水平”)。污染物可包括例如灰分、砂砾 (或其任何子集) 或其任何组合。污染物可包括例如大颗粒污染物 (例如,砂砾)。砂砾可以包括或可以是等效球体直径大于 (例如,约) 5微米的颗粒。砂砾可以包括或可以是等效球体直径大于 (例如,约) 5微米的碳质和/或非碳质颗粒。砂砾可包括或包含碳材料 (焦炭)、金属、准金属和/或金属/准金属化合物材料 (例如,金属/准金属氧化物、氢氧化物、硫化物、硒化物等,例如金属氧化物残留物)、离子材料 (例如,单原子离子、多原子离子等的盐) 或其任何组合。焦炭 (例如,焦炭颗粒) 可以主要 (例如,基本上全部) 包含碳。在加热之中/之后,非挥发性材料 (例如,金属氧化物材料) 可以保留并提供灰分 (例如,通过ASTM D1506测量,如本文其他地方所述)。如ASTM D1506-99所规定,灰分可以包括在氧气环境中在550℃下加热时/之后没有分解和/或蒸发的材料。灰分可以包括或包含金属、准金属和/或金属/准金属化合物材料,以及/或者离子材料。污染物 (例如,砂砾的含量) 可以例如使用ASTM D1514水洗砂砾测试来定量。在一些实例中,砂砾 (或其任何子集) (例如,325目) 的量可以小于约500ppm (百万分率)。污染物 (例如,灰分的含量) 可以例如使用ASTM D1506 (例如,ASTM D1506-99) 来定量。可以被称为超纯的极低灰分的碳颗粒 (例如,炭黑) 可以具有例如小于0.02%的灰分 (例如,总灰分小于0.02%)。在一些实例中,纯度可以是:小于约0.05%、0.03%或0.01% (100ppm) 的灰分;小于约5ppm或1ppm或零的砂砾 (例如,325目);或其组合。砂砾 (或其任何子集) (例如,500目、400目、325目和/或120目) 的量可以例如小于或等于约5%、2%、1%、0.5%、0.2%、0.1%、900百万分率 (ppm)、800ppm、700ppm、600ppm、500ppm、450ppm、400ppm、350ppm、300ppm、250ppm、200ppm、150ppm、100ppm、75ppm、50ppm、25ppm、10ppm、5ppm或1ppm (例如,按重量计)。备选地或附加地,砂砾 (或其任何子集) (例如,500目、400目、325目和/或120目) 的量可以例如大于或等于约0ppm、1ppm、5ppm、10ppm、25ppm、50ppm、75ppm、100ppm、150ppm、200ppm、250ppm、300ppm、350ppm、400ppm、450ppm、500ppm、600ppm、700ppm、800ppm、900ppm、0.1%、0.2%、0.5%或1% (例如,按重量计)。至少在一些配置中,本文以筛目大小 (例如,325目和/或120目) 表示的砂砾 (或其任何子集) 的量或水平的任何描述可以同等地适用于其他筛目大小 (例如,对应于较小的粒度,例如400和/或500目) 和/或适用于标称粒度 (例如,小于或等于约125微

米、105微米、90微米、75微米、63微米、53微米、50微米、45微米、44微米、40微米、37微米、35微米、30微米、25微米、20微米、15微米或10微米)。砂砾(或其任何子集)可以基本不包含(例如,不包含)或包含最少量的高于(大于)给定大小或在给定大小范围(例如,该范围可以如本文其他地方所述)以内的颗粒。高于(大于)或等于约10微米、15微米、20微米、25微米、30微米、35微米、37微米、40微米、44微米、45微米、50微米、53微米、63微米、75微米、90微米、105微米或125微米(例如,大于(高于)约20-40微米)的砂砾(或其任何子集)颗粒的量可以例如小于或等于约5%、2%、1%、0.5%、0.2%、0.1%、900ppm、800ppm、700ppm、600ppm、500ppm、450ppm、400ppm、350ppm、300ppm、250ppm、200ppm、150ppm、100ppm、75ppm、50ppm、25ppm、10ppm、5ppm或1ppm(例如,按重量计)。备选地或附加地,高于(大于)或等于约10微米、15微米、20微米、25微米、30微米、35微米、37微米、40微米、44微米、45微米、50微米、53微米、63微米、75微米、90微米、105微米或125微米(例如,大于(高于)约20-40微米)的砂砾(或其任何子集)颗粒的量可以例如大于或等于约0ppm、1ppm、5ppm、10ppm、25ppm、50ppm、75ppm、100ppm、150ppm、200ppm、250ppm、300ppm、350ppm、400ppm、450ppm、500ppm、600ppm、700ppm、800ppm、900ppm、0.1%、0.2%、0.5%或1%(例如,按重量计)。砂砾(或其任何子集)可以仅包括例如少于(小于)或等于约125 $\mu$ m、105 $\mu$ m、90 $\mu$ m、75 $\mu$ m、63 $\mu$ m、53 $\mu$ m、50 $\mu$ m、45 $\mu$ m、44 $\mu$ m、40 $\mu$ m、37 $\mu$ m、35 $\mu$ m、30 $\mu$ m、25 $\mu$ m、20 $\mu$ m、15 $\mu$ m或10 $\mu$ m的颗粒。灰分的量可以例如小于或等于约5%、2%、1.5%、1%、0.5%、0.2%、0.1%、900ppm、800ppm、700ppm、600ppm、500ppm、450ppm、400ppm、350ppm、300ppm、250ppm、200ppm、175ppm、150ppm、140ppm、130ppm、120ppm、110ppm、100ppm、90ppm、80ppm、70ppm、60ppm、50ppm、40ppm、30ppm、20ppm、10ppm、5ppm或1ppm(例如,按重量计)。备选地或附加地,灰分的量可以例如大于或等于约0ppm、1ppm、5ppm、10ppm、20ppm、30ppm、40ppm、50ppm、60ppm、70ppm、80ppm、90ppm、100ppm、110ppm、120ppm、130ppm、140ppm、150ppm、175ppm、200ppm、250ppm、300ppm、350ppm、400ppm、450ppm、500ppm、600ppm、700ppm、800ppm、900ppm、0.1%、0.2%、0.5%或1%(例如,按重量计)。灰分可以包括金属和/或准金属元素。在一些实例中,碳颗粒可具有这样的灰分含量(例如,总灰分含量)与一种或多种过渡金属(例如,Fe、Cu、Zn、Cr、Ni、Co、Mo、Nb和/或V)、Sn以及/或者本文所述的其他金属和/或准金属的水平的组合。在一些实例中,碳颗粒可以具有这样的灰分含量,并且灰分可以构成给定的金属和/或准金属元素的总水平。例如,小于或等于给定百分比的灰分(例如,按重量计)可以构成或是本文所述的金属和/或准金属中的一种或多种(例如,子集或全部)的杂质。灰分可以构成或是例如小于或等于约100%、99%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、15%、10%、5%、1%、0.5%、0.1%、0.05%、0.01%或0.005%的本文所述的金属和/或准金属中的一种或多种(例如,子集或全部)的杂质(例如,按重量计)。碳颗粒可以具有给定的金属和/或准金属污染物的水平或限度。在一些实例中,本公开内容的碳颗粒可基本上没有(例如,没有)金属和/或准金属污染物。单独地或组合地,过渡金属(例如,Fe、Cu、Zn、Cr、Ni、Co、Mo、Nb和/或V)、Sn以及/或者其他金属和/或准金属的量可以例如小于或等于约100ppm、90ppm、80ppm、70ppm、60ppm、50ppm、40ppm、30ppm、20ppm、10ppm、9ppm、8ppm、7ppm、6ppm、5ppm、4.5ppm、4ppm、3.5ppm、3ppm、2.5ppm、2ppm、1.5ppm、1ppm、900ppb、800ppb、700ppb、600ppb、500ppb、450ppb、400ppb、350ppb、300ppb、290ppb、280ppb、270ppb、260ppb、250ppb、240ppb、230ppb、220ppb、210ppb、200ppb、190ppb、180ppb、170ppb、160ppb、150ppb、140ppb、



130ppb、120ppb、110ppb、100ppb、90ppb、80ppb、70ppb、60ppb、50ppb、45ppb、40ppb、35ppb、30ppb、25ppb、20ppb、15ppb、10ppb、5ppb、1ppb、0.5ppb或0.1ppb(例如,按重量计)。备选地或附加地,单独地或组合地,过渡金属(例如,Fe、Cu、Zn、Cr、Ni、Co、Mo、Nb和/或V)、Sn以及/或者其他金属和/或准金属的量可以例如大于或等于约0ppb、0.1ppb、0.5ppb、1ppb、5ppb、10ppb、15ppb、20ppb、25ppb、30ppb、35ppb、40ppb、45ppb、50ppb、60ppb、70ppb、80ppb、90ppb、100ppb、110ppb、120ppb、130ppb、140ppb、150ppb、160ppb、170ppb、180ppb、190ppb、200ppb、210ppb、220ppb、230ppb、240ppb、250ppb、260ppb、270ppb、280ppb、290ppb、300ppb、350ppb、400ppb、450ppb、500ppb、600ppb、700ppb、800ppb、900ppb、1ppm、1.5ppm、2ppm、2.5ppm、3ppm、3.5ppm、4ppm、4.5ppm、5ppm、6ppm、7ppm、8ppm、9ppm、10ppm、20ppm、30ppm、40ppm、50ppm、60ppm、70ppm、80ppm或90ppm。前述金属和/或准金属元素可以存在于灰分中。至少在一些配置中,本文中对金属杂质或水平的任何描述可以同等地适用于准金属杂质或水平,反之亦然。碳颗粒可具有这样的纯度与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0054] 在一些实例中,本公开内容的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可具有的纯度为:小于约0.05%、0.03%或0.01%的灰分;小于约5ppm或1ppm或零的砂砾(例如,325目);或其组合。碳颗粒可具有这样的纯度与例如大于约3.0nm的 $L_c$ ,小于约0.35nm的d002,小于约0.3%、50ppm、10ppm、5ppm或1ppm的硫(按总样品的百分比计和/或按产生的重量计)其任何组合的组合。在一些实例中,碳颗粒可包含:小于约0.05%、0.03%或0.01%的灰分;小于约5ppm或1ppm或零的砂砾(例如,325目);大于约3.0nm的 $L_c$ ;小于约0.35nm的d002;小于约0.3%、50ppm、10ppm、5ppm或1ppm的硫(按总样品的百分比计和/或按产生的重量计);或其任何组合。

[0055] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的离子杂质水平。离子杂质可以是灰分的组分(例如,作为灰分中的离子物质)。这样的离子杂质可以包括溶于水的盐。这样的盐可以包括例如金属和/或准金属盐(例如,包含本文所述的金属和/或准金属中的一种或多种)和/或非金属盐(例如,氯化铵)。在一些实例中,离子杂质可包括一种或多种金属盐。金属盐可以是金属杂质中的一种。金属杂质的水平可以如本文其他地方更详细描述。离子杂质的量(例如,通过用水洗涤碳颗粒(例如,炭黑)并测量水的导电性来测量)可以例如小于或等于约5%、4%、3%、2%、1%、0.9%、0.8%、0.7%、0.6%、0.5%、0.4%、0.3%、0.2%、0.1%、900ppm、800ppm、700ppm、600ppm、500ppm、400ppm、300ppm、200ppm、100ppm、75ppm、50ppm、25ppm、10ppm、5ppm、1ppm、0.5ppm、0.25ppm、0.1ppm、0.05ppm、0.01ppm、十亿分之(ppb)5或1ppb(例如,按质量计)。备选地或附加地,离子杂质的量(例如,通过用水洗涤碳颗粒(例如,炭黑)并测量水的导电性来测量)可以例如大于或等于约0ppm、1ppb、5ppb、0.01ppm、0.05ppm、0.1ppm、0.25ppm、0.5ppm、1ppm、5ppm、10ppm、25ppm、50ppm、75ppm、100ppm、200ppm、300ppm、400ppm、500ppm、600ppm、700ppm、800ppm、900ppm、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1%、2%、3%或4%(例如,按质量计)。碳颗粒可具有这样的离子杂质水平与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0056] 尽管纯度在本文可主要在灰分、焦炭和/或砂砾的污染物上下文中进行描述,但在一些情况下,纯度可用于指和/或进一步包括其他类型的污染物或杂质。例如,高纯度在一些上下文中可以指或包括低硫、低氧水平、低过渡金属和/或低水平的其他类型的污染物或杂质。碳颗粒(例如,多个碳颗粒,例如,多个碳纳米颗粒)在本文可用于仅指代碳颗粒,和/

或指代碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)连同任何杂质(例如,“碳颗粒”可以包括实质上非碳的任何物体)。

[0057] 在一些实例中,碳颗粒可具有约 $15\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $25\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约110ml/100g至约130ml/100g的DBP,或者约 $10\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约110ml/100g至约130ml/100g的DBP。碳颗粒可具有这样的表面积和结构与小于5ppm或1ppm的325目砂砾以及0ppm的120目砂砾的组合。在一些实例中,本公开内容的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可具有约 $15\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $25\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约110ml/100g至约130ml/100g的DBP,或者约 $10\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约110ml/100g至约130ml/100g的DBP;少于5ppm或1ppm的325目砂砾;少于1ppm或0ppm的120目砂砾;或其任何组合。

[0058] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)的丸粒可以具有给定的细粒含量。细粒(例如,5' 和/或20')可以例如根据ASTM D1508测量。细粒(例如,5' 和/或20')含量(例如,按重量计)可以例如小于或等于约15%、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%、0.01%或0.005%。备选地或附加地,细粒(例如,5' 和/或20')含量(例如,按重量计)可以例如大于或等于约0%、0.005%、0.01%、0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、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%或5%。碳颗粒可具有这样的细粒含量与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0059] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)的丸粒和/或松散物可具有给定的细粒筛余物(例如,325目和/或35目)。可以例如根据ASTM D1514测量325目和35目的筛余物。筛余物(例如,325目和/或35目)的量可以例如小于或等于约0.5%、0.2%、0.1%、900ppm、800ppm、700ppm、600ppm、500ppm、400ppm、300ppm、250ppm、200ppm、175ppm、150ppm、125ppm、100ppm、80ppm、75ppm、50ppm、25ppm、10ppm、5ppm或1ppm(例如,按重量计)。备选地或附加地,筛余物(例如,325目和/或35目)的量可以例如大于或等于约0ppm、1ppm、5ppm、10ppm、25ppm、50ppm、75ppm、80ppm、100ppm、125ppm、150ppm、175ppm、200ppm、250ppm、300ppm、400ppm、500ppm、600ppm、700ppm、800ppm、900ppm或0.1%(例如,按重量计)。碳颗粒可具有这样的筛余物与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0060] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的丸粒性质。在制粒时,碳颗粒可具有给定的丸粒硬度(例如,单个和/或平均)。可以例如根据ASTM D5230测量单个和平均丸粒硬度。在一些实例中,单个和/或平均丸粒硬度可以小于或等于约90克力(gf)或50gf。丸粒硬度(例如,单个和/或平均)可以例如小于或等于约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或1gf。备选地或附加地,丸粒硬度(例如,单个和/或平均)可以例如大于或等于约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或300gf。碳颗粒可具有这样的丸粒性质与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0061] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有给定的碘数目。碘数目可以与碳颗粒(例如,炭黑)的表面积有关。如本文其他地方所述,表面积可以指不包括(内部)孔隙的表面积。碘数目可以例如根据ASTM D1510测量。碘数目可以例如大于或等于约1mg/g、2mg/g、4mg/g、6mg/g、8mg/g、10mg/g、12mg/g、14mg/g、16mg/g、18mg/g、20mg/g、22mg/g、24mg/g、26mg/g、28mg/g、30mg/g、32mg/g、34mg/g、36mg/g、38mg/g、40mg/g、42mg/g、44mg/g、46mg/g、48mg/g、49mg/g、50mg/g、55mg/g、60mg/g、65mg/g、70mg/g、75mg/g、80mg/g、85mg/g、90mg/g、100mg/g、150mg/g或200mg/g。备选地或附加地,碘数目可以例如小于或等于约200mg/g、150mg/g、100mg/g、90mg/g、85mg/g、80mg/g、75mg/g、70mg/g、65mg/g、60mg/g、55mg/g、50mg/g、49mg/g、48mg/g、46mg/g、44mg/g、42mg/g、40mg/g、38mg/g、36mg/g、34mg/g、32mg/g、30mg/g、28mg/g、26mg/g、24mg/g、22mg/g、20mg/g、18mg/g、16mg/g、14mg/g、12mg/g、10mg/g、8mg/g、6mg/g、4mg/g、2mg/g或1mg/g。碳颗粒可具有这样的碘数目与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0062] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以包含“类富勒烯”部分(例如,在本文所述的过程中产生的炭黑中)。有关类富勒烯部分的更多信息,参见,例如,“The Impact of a Fullerene-Like Concept in Carbon Black Science,”Carbon,2002,第157-162页,其通过引用整体并入本文。本文所述的系统和方法(和过程)可以允许从烃前体一步制造类富勒烯部分(本文也称为“表面活性部位”)(例如,与处理已经制造的炭黑相比)。一步过程可以如本文所述(例如,关于图1和图5)。这样的类富勒烯部分的实例提供于例如共同受让的共同未决的国际专利公开号WO 2017/048621(“CARBON BLACK FROM NATURAL GAS”),其通过引用整体并入本文。碳颗粒可具有这样的类富勒烯部分与本文所述的一种或多种其他性质的组合。

[0063] 碳颗粒(例如,炭黑)可具有这样的类富勒烯部分与例如相比于参考炭黑(例如,炉黑对应物)提高的结晶度、减小的d<sub>002</sub>、降低的氢含量、降低的硫含量和/或降低的氧含量的组合。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有这样的类富勒烯部分与例如参考炭黑(例如,炉黑对应物)的两倍以上的结晶度、参考炭黑(例如,炉黑的对应物)的1/3的氢含量以及比参考炭黑(例如,炉黑的对应物)小至少十倍以上的硫含量的组合。与参考炭黑(例如,炉黑对应物)相比,碳颗粒(例如,炭黑)可以具有不同的结晶度和/或表面活性。与参考炭黑(例如,炉黑对应物)相比,碳颗粒(例如,炭黑)可以具有例如不同的L<sub>c</sub>值、不同的d<sub>002</sub>值、不同的氢含量、不同的硫含量和/或不同的氧含量。碳颗粒可以具有比参考炭黑(例如,炉黑对应物)大例如至少约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、15、20、25、30、35、40、45或50倍的L<sub>c</sub>。此外,在一些情况下,碳颗粒的L<sub>c</sub>可比参考炭黑(例如,炉黑对应物)大至多约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或2.5倍。碳颗粒可以具有比参考炭黑(例如,炉黑对应物)小例如至少约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%或50%的d<sub>002</sub>。此外,在一些情况下,碳颗粒的d<sub>002</sub>可以比参考炭黑(例如,炉黑对应物)小至多约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%或4%。碳颗粒可以具有比参考炭

黑(例如,炉黑对应物)低例如至少约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%、76%、77%、78%、79%、80%、85%、90%、95%、99%或100%的氢含量。此外,在一些情况下,氢含量可以比参考炭黑(例如,炉黑对应物)低至多约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%或50%。碳颗粒可以具有比参考炭黑(例如,炉黑对应物)低例如至少约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%或100%的硫含量。此外,在一些情况下,硫含量可以比参考炭黑(例如,炉黑对应物)低至多约100%、99.9%、99.5%、99%、98%、97%、96%、95%、94%、93%、92%、91%或90%。碳颗粒可以具有比参考炭黑(例如,炉黑对应物)低例如至少约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%或100%的氧含量。此外,在一些情况下,氧含量可以比参考炭黑(例如,炉黑对应物)低至多约100%、99.9%、99.5%、99%、98%、97%、96%、95%、94%、93%、92%、91%、90%、89%、88%、87%、86%、85%、84%、83%、82%、81%、80%、75%、70%、65%或60%。在一些实例中,碳颗粒可以具有比参考炭黑(例如,炉黑对应物)例如低约10%至高约50%的氮含量。碳颗粒可以具有比参考炭黑(例如,炉黑对应物)大例如至少约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、15、20、25、30、35、40、45或50倍的氮含量。此外,在一些情况下,碳颗粒的氮含量可以比参考炭黑(例如,炉黑对应物)大至多约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或1.5倍。碳颗粒可以具有比参考炭黑(例如,炉黑对应物)低例如至少约0.1%、0.5%、1%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%、12%、14%、16%、18%、20%、25%、30%、35%、40%、45%或50%的氮含量。此外,在一些情况下,碳颗粒的氮含量可以比参考炭黑(例如,炉黑对应物)低至多约100%、99%、90%、75%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、18%、16%、14%、12%、10%、9%、8%、7%、6%、5%、4%、3%、2%或1%。即使N2SA和DBP几乎不变,碳颗粒也可以具有这样的性质或特性。前述碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)可以例如以如本文其他地方更详细描述的一步过程制备。

[0064] 参考碳颗粒可以包括参考炭黑。参考炭黑可以是在炉黑过程(本文也称为“炉过程”)、油烟过程、气黑过程、槽黑过程、热黑过程、乙炔炭黑过程和/或历史上的气体炉黑过程中制得的炭黑材料,以及具有在通过本文所述的过程产生的碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)的20%以内的N2SA和DBP值的炭黑材料。在一些实例中,参考炭黑可以仅由这些过程的子集(例如,一种)提供。在一些实例中,参考炭黑可以是在炉过程中制得的炭黑材料(例如,用重油经由炉过程制得的炭黑),其具有在通过本文所述的过程产生的碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)

粒)的20%以内的N2SA和DBP值。在一些情况下,在炉过程中制得的参考炭黑在本文可被称为“炉黑对应物”。参考炭黑(例如,炉黑对应物)可指代给定的等级。等级可以通过N2SA和DBP值确定(例如,如本文其他地方所述)。由不同工厂和不同制造商(例如,由不同工厂和不同制造商使用炉过程)制备的参考炭黑之间的氢含量、氧含量、硫含量和结晶度可能变化很小。由于表面活性或结晶度的差异而可确定的差异非常小,这是因为所有炉黑在这些特性方面都非常相似。在一些实例中,参考炭黑可以是在热黑过程中制得的炭黑材料,其具有在通过本文所述的过程产生的碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)的20%以内的N2SA和DBP值。

[0065] 在一些实例中,碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)可以小于约1微米或700nm的体积等效球体直径,并且具有大于约3.0纳米(nm)或4nm的 $L_c$ 。此外,碳颗粒的d002可以小于约0.36nm或0.35nm,包括类富勒烯表面结构,按所产生的重量计具有0.2%的氢或更少,按所产生的重量计具有0.4%的氧或更少,按所产生的重量计具有0.3%、50ppm、10ppm、5ppm、1ppm或更少的硫,或其任何组合。

[0066] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有比参考碳颗粒(例如,炉黑对应物)和/或其他参考炭黑)更高的tote。本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)高例如至少约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%或100%的tote。此外,在一些情况下,tote可以比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)高至多约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%或1%。

[0067] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)更少的酸性基团。此外,存在的酸性基团可以是弱酸性基团(例如,苯酚、醌等)。本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可具有比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)少(例如,含量低)例如至少约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%或100%的表面酸性基团。此外,在一些情况下,表面酸性基团的含量可以比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)低至多约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%或1%。

[0068] 根据本公开内容(例如,在等离子体中)产生的碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)可以混合到橡胶中。本文所述的系统和方法(和过程)可以成功地生成可以加强弹性体化合物的优质碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)。性质和橡胶性能结果(例如,与炉基炭黑相比)的实例描述于例如共同受让的共同未决的国际专利公开号WO 2017/048621 (“CARBON BLACK FROM

NATURAL GAS”),其通过引用整体并入本文。在一些实例中，与参考炭黑相比，根据本公开内容产生的炭黑可以提供基本相似的或改进的性能。在一些实例中，与包含参考炭黑的弹性体(本文也称为“参考炭黑弹性体复合材料”)的性能相比，使用根据本公开内容的炭黑可以使弹性体复合材料的性能提高大于或等于约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%或100%。使用包含根据本公开内容产生的炭黑的弹性体可以在给定温度下提供这样的性能提高(例如， $\tan\delta$ 在60℃下这样的(或相应的)减小)，同时在另一温度下维持性能(例如，在0℃下的 $\tan\delta$ )，从而在例如给定温度范围内提供这样的总体性能提高(例如，增加的“ $\delta\tan\delta$ ”)。如本文其他地方更详细描述，本文所述的碳颗粒(例如，炭黑)可以比参考碳颗粒(例如，参考炭黑)具有更大的结晶度。在一些实例中，碳颗粒(例如，炭黑)可以比参考碳颗粒(例如，参考炭黑)具有更大的结晶度，而橡胶的性能可以显示存在表面活性。

[0069] 本文所述的碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可以制粒和/或分散在聚合物(例如，橡胶)中。在一些实例中，本文所述的碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可以与参考碳颗粒(例如，参考炭黑)相似或基本相同地制粒和/或分散。

[0070] 本文所述的碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可以以与参考碳颗粒(例如，参考炭黑)相似的方式用碳表面活性剂进行荷电和/或分散。在一些实例中，本文所述的碳颗粒(例如，炭黑颗粒)在溶液中可具有与参考碳颗粒(例如，参考炭黑)基本相同的颗粒荷电。在一些实例中，碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可具有比参考碳颗粒(例如，参考炭黑)分散更快的电位。 $\zeta$ 电位分析可用于量化荷电和/或分散。使用水溶液和阳离子短聚合物链基于铵的表面活性剂，本文所述的碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可荷电至例如大于或等于约5毫伏(mV)、10mV、15mV、20mV、25mV、30mV、31mV、32mV、33mV、34mV、35mV、36mV、37mV、38mV、39mV、40mV、45mV或50mV的 $\zeta$ 电位。备选地或附加地，本文所述的碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可荷电至例如小于或等于约50mV、45mV、40mV、39mV、38mV、37mV、36mV、35mV、34mV、33mV、32mV、31mV、30mV、25mV、20mV、15mV或10mV的 $\zeta$ 电位(使用水溶液和阳离子短聚合物链基于铵的表面活性剂)。使用水溶液和阴离子甲基丙烯酸酯短链聚合物表面活性剂，本文所述的碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可荷电至例如大于或等于约-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或-15mV的 $\zeta$ 电位。备选地或附加地，本文所述的碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可荷电至例如小于或等于约-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或-70mV的 $\zeta$ 电位(使用水溶液和阴离子甲基丙烯酸酯短链聚合物表面活性剂)。碳颗粒可具有这样的荷电性质含量与本文所述的一种或多种其他性质的组合荷电。

[0071] 在一些实例中，本文所述的碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可以比参考碳颗粒(例如，炭黑对应物和其他参考炭黑)具有更低的亲水性。这可以导致更快地分散在聚合物(例如，弹性体)中和/或在所产生的碳颗粒(例如，炭黑)中更少的水分。本文所述的碳颗粒(例如，炭黑颗粒)可具有比参考碳颗粒(例如参考炭黑和/或硝酸处理的参考炭黑)低例如至少约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%或100%的亲水性(例如,就WSP而言)。

[0072] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可具有比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)更低的含湿量(例如,通过元素分析确定的百分数)。本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可具有比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)低例如至少约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%或100%的含湿量。此外,在一些情况下,含湿量可以比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)低至多约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%或1%。

[0073] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以比参考碳颗粒(例如,炉黑对应物和/或其他参考炭黑)分散得更快。本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可具有比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)快例如至少约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%或100%的分散。此外,在一些情况下,分散可以比参考碳颗粒(例如,参考炭黑)快至多约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%或1%。

[0074] 可以使用场发射扫描电子显微镜(FESEM)和/或透射电子显微镜(TEM)分析来分析根据本公开内容产生的碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)。这样的分析可以用于例如鉴别表面活性部位。当使用FESEM和/或TEM分析时,尽管碳颗粒(例如,炭黑)可与参考碳颗粒(例如,参考炭黑)看上去(例如,视觉上显示)基本相同,但是分析上颗粒与参考颗粒相比可能具有实质性(例如,强烈的)差异。这样的差异可以如本文其他地方所述。

[0075] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可具有一种或多种与参考碳颗粒(例如,参考炭黑)基本相似(例如,相同)的性质、一种或多种与参考碳颗粒(例如,参考炭黑)基本不同的性质或其组合。例如,本文所述的炭黑可具有一种或多种与参考炭黑基本相似(例如,相同)的性质。在实例中,与参考炭黑(例如,炉黑对应物)相比,根据本公开内容的炭黑(例如,具有约 $23\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $35\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $59\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $71\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP,或者约 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $39\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $55\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $75\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP)可具有以下性质:与参考炭黑(例如,炉黑对应物)基本相同(例如,相同)的表面积和结构(例如,如本文其他地方关于参考炭黑/炉黑对应物的表面积和结构更详细描述);基本相同(例如,相同)的加强弹性体的能力;增加的 $\delta\tan\delta$ ;比炉黑更大的结晶度;聚集的椭球形颗粒;与炉黑基本相同(例如相同)的方式制粒并分散在聚合物(例如橡胶)中;分散更快的电位;与炉黑相比更低的氢和氧含量;比炉黑更低的亲水性;比炉黑更少的表面酸基团;以及与炉黑相比基本相同(例如相同)的粒度分布和溶液中的颗粒荷电。在另一实例中,与参考炭黑(例如,炉黑对应物)相比,根据本公开内容的炭黑(例如,具有约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $41\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $84\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $96\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP,或者约 $25\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $80\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $100\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP)可具有以下性质:与参考炭黑(例如,炉黑对应物)基本相同(例如,相同)的表面积和结构(例如,如本文其他地方关于参考炭黑/炉黑对应物的表面积和结构更详细描述);略有下降或基本相同的

加强ASTM D3191配方的SBR的能力;聚集的椭球形颗粒;以与炉黑基本相同的方式(例如,相同的方式)制粒并分散在聚合物(例如橡胶)中;分散更快的电位;比炉黑更大的结晶度;与炉黑相比更低的氢和氧含量更低;比炉黑更低的亲水性;比炉黑更少的表面酸基团;以及与炉黑相比基本相同(例如相同)的粒度分布和溶液中的颗粒荷电。

[0076] 在实例中,根据本公开内容的炭黑可具有约40mg/g的碘数目,约36m<sup>2</sup>/g的STSA,约31m<sup>2</sup>/g的N2SA,约65ml/100g的DBP;约65ml/100g的CDBP,约18-90gf的单个丸粒硬度,约48gf的平均丸粒硬度,小于约50ppm的筛余物(325目),约0ppm的筛余物(35目),约5%的最大细粒(5'),约10%的最大细粒(20'),约96%的tote,以及小于约0.5%的湿度。在另一实例中,根据本公开内容的炭黑可具有约38mg/g的碘数目,约37m<sup>2</sup>/g的STSA,约33m<sup>2</sup>/g的N2SA,约85ml/100g的DBP;约79ml/100g的CDBP,约18-90gf的单个丸粒硬度,约50gf的平均丸粒硬度,约125ppm的筛余物(325目),约0ppm的筛余物(35目),约0.5%的细粒(5'),约1.2%的细粒(20'),约93%的tote,以及小于约0.5%的湿度。在另一实例中,根据本公开内容的炭黑可具有约49mg/g的碘数目,约44m<sup>2</sup>/g的STSA,约39m<sup>2</sup>/g的N2SA,约104ml/100g的DBP;约94ml/100g的CDBP,约18-90gf的单个丸粒硬度,约80ppm的筛余物(325目),约0ppm的筛余物(35目),约98%的tote,以及小于约0.5%的湿度。在又一实例中,根据本公开内容的炭黑可具有约30mg/g的碘数目,约27m<sup>2</sup>/g的STSA,约24m<sup>2</sup>/g的N2SA,约72ml/100g的DBP;约69ml/100g的CDBP,约18-90gf的单个丸粒硬度,约51gf的平均丸粒硬度,小于约50ppm的筛余物(325目),约0ppm的筛余物(35目),约5%的最大细粒(5'),约10%的最大细粒(20'),约97%的tote,以及小于约0.5%的湿度。

[0077] 如前所述,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以具有本文所述的性质的各种组合(例如,颗粒可以具有给定性质与本文所述的一种或多种其他性质的组合)。例如,碳颗粒可具有给定性质中的一种或多种(值)与以下(除自身以外)的组合:本文所述的一种或多种形状(例如,椭球形因子);本文所述的一种或多种大小/大小分布(例如,体积等效球体直径和/或通过DLS确定的粒径/粒径分布);本文所述的一种或多种真密度;本文所述的一种或多种结晶度(例如,L<sub>a</sub>、L<sub>c</sub>和/或d002值);本文所述的一种或多种亲水含量(例如,吸水的亲和力和/或WSP值);本文所述的一种或多种表面酸基团含量;本文所述的一种或多种氧含量;本文所述的一种或多种氢含量;本文所述的一种或多种硫含量;本文所述的一种或多种氮含量;本文所述的一种或多种碳含量;本文所述的一种或多种表面积(例如,N2SA和/或STSA值);本文所述的一种或多种结构(例如,一种或多种DBP值);本文所述的一种或多种PAH含量(例如,PAH量和/或tote值);本文所述的一种或多种纯度(例如,灰分、金属/准金属、离子、焦炭和/或砂砾污染物水平);本文所述的一种或多种类富勒烯部分;本文所述的一种或多种加强性质(例如,正切δ(本文也称为“tanδ”)和/或其他相关值);本文所述的一种或多种碘数目;本文所述的一种或多种丸粒性质(例如,单个和/或平均丸粒硬度值);本文所述的一种或多种筛余物(例如,325和/或35目);本文所述的一种或多种细粒含量(例如,5'和/或20');本文所述的一种或多种含湿量;本文所述的一种或多种荷电和/或分散(在溶液中)性质;或其任何组合。

[0078] 在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有大于约10m<sup>2</sup>/g且小于约100m<sup>2</sup>/g的N2SA。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有小于约100m<sup>2</sup>/g、50m<sup>2</sup>/g、46m<sup>2</sup>/g、45m<sup>2</sup>/g、41m<sup>2</sup>/g、40m<sup>2</sup>/g、39m<sup>2</sup>/g、35m<sup>2</sup>/g、34m<sup>2</sup>/g、30m<sup>2</sup>/g、29m<sup>2</sup>/g、23m<sup>2</sup>/g或



19m<sup>2</sup>/g、15m<sup>2</sup>/g或13m<sup>2</sup>/g的N2SA。碳颗粒可以具有这样的表面积与例如小于约140ml/100g、135ml/100g或130ml/100g的DBP的组合。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约2m<sup>2</sup>/g至约14m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约37ml/100g至约49ml/100g或约33ml/100g至约53ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约10m<sup>2</sup>/g或18m<sup>2</sup>/g至约29m<sup>2</sup>/g或37m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约82ml/100g或83ml/100g至约135ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约15m<sup>2</sup>/g至约28m<sup>2</sup>/g或约10m<sup>2</sup>/g至约30m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约87ml/100g至约102ml/100g或约82ml/100g至约102ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约22m<sup>2</sup>/g至约34m<sup>2</sup>/g或约17m<sup>2</sup>/g至约37m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约113ml/100g至约128ml/100g或约110ml/100g至约130ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约19m<sup>2</sup>/g或25m<sup>2</sup>/g至约38m<sup>2</sup>/g或42m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约39ml/100g至约77ml/100g或82ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约23m<sup>2</sup>/g至约35m<sup>2</sup>/g的N2SA和约59ml/100g至约71ml/100g的DBP,或者约19m<sup>2</sup>/g至约39m<sup>2</sup>/g的N2SA和约55ml/100g至约75ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约24m<sup>2</sup>/g至约36m<sup>2</sup>/g的N2SA和约66ml/100g至约78ml/100g的DBP,或者约20m<sup>2</sup>/g至约40m<sup>2</sup>/g的N2SA和约62ml/100g至约82ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约26m<sup>2</sup>/g至约38m<sup>2</sup>/g的N2SA和约59ml/100g至约71ml/100g的DBP,或者约22m<sup>2</sup>/g至约42m<sup>2</sup>/g的N2SA和约55ml/100g至约75ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约24m<sup>2</sup>/g至约37m<sup>2</sup>/g或约22m<sup>2</sup>/g至约42m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约42ml/100g至约57ml/100g或约42ml/100g至约62ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约17m<sup>2</sup>/g或24m<sup>2</sup>/g至约51m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约108ml/100g至约133ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约29m<sup>2</sup>/g至约41m<sup>2</sup>/g的N2SA和约84ml/100g至约96ml/100g的DBP,或者约25m<sup>2</sup>/g至约45m<sup>2</sup>/g的N2SA和约80ml/100g至约100ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约30m<sup>2</sup>/g至约42m<sup>2</sup>/g的N2SA和约116ml/100g至约128ml/100g的DBP,或者约26m<sup>2</sup>/g至约46m<sup>2</sup>/g的N2SA和约112ml/100g至约132ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约34m<sup>2</sup>/g至约46m<sup>2</sup>/g的N2SA和约115ml/100g至约127ml/100g的DBP,或者约30m<sup>2</sup>/g至约50m<sup>2</sup>/g的N2SA和约111ml/100g至约131ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有(例如,约)15-35m<sup>2</sup>/g的N2SA和(例如,约)115-127ml/100g的DBP,并具有较低的325ppm的砂砾和低硫(例如,如本文其他地方所述)。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有(例如,约)N2SA 15-35m<sup>2</sup>/g的N2SA和(例如,约)DBP 80-100ml/100g的DBP,并具有较低的325ppm的砂砾和低硫(例如,如本文其他地方所述)。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约29m<sup>2</sup>/g、23m<sup>2</sup>/g或19m<sup>2</sup>/g至约8m<sup>2</sup>/g、13m<sup>2</sup>/g或14m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约65ml/100g、59ml/100g或55ml/100g至约43ml/100g、47ml/100g、49ml/100g或53ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约10m<sup>2</sup>/g至约30m<sup>2</sup>/g的N2SA以及约70ml/100g至约120ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约10m<sup>2</sup>/g至约30m<sup>2</sup>/g的N2SA以及约80ml/100g至约115ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约15m<sup>2</sup>/g至约20m<sup>2</sup>/g的N2SA以及约80ml/100g至约100ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约17m<sup>2</sup>/g或24m<sup>2</sup>/g至约

51m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约108ml/100g至约133ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约20m<sup>2</sup>/g至约50m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约110ml/100g至约130ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约30m<sup>2</sup>/g至约50m<sup>2</sup>/g的N2SA以及大于或等于约111ml/100、120ml/100或150ml/100的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约19m<sup>2</sup>/g至约50m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约42ml/100g至约131ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约20m<sup>2</sup>/g至约40m<sup>2</sup>/g的N2SA以及约45ml/100g至约95ml/100g的结构。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约19m<sup>2</sup>/g至约50m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约42ml/100g至约131ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约19m<sup>2</sup>/g至约45m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约42ml/100g至约100ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约19m<sup>2</sup>/g至约45m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约55ml/100g至约100ml/100g的DBP。在一些实例中,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约22m<sup>2</sup>/g至约45m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约42ml/100g至约100ml/100g的DBP。碳颗粒可以具有上述表面积和结构与低砂砾水平和高纯度(例如,可以如本文其他地方所述)的组合。碳颗粒可以具有上述表面积和结构与低砂砾、低灰分和/或低硫水平(例如,可以如本文其他地方所述)的组合。例如,碳颗粒(例如,炭黑)可以具有小于(例如,约)2%、1.5%、0.05%、0.03%或0.01%(例如,按重量计)的灰分含量,小于约1.5%、1%、0.3%、0.1%、0.03%、50ppm、10ppm、5ppm或1ppm(例如,按重量计)的硫含量,以及/或者小于约5ppm或1ppm的325目砂砾筛余物。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有这样的性质与例如合适的亲水性、合适的PAH含量、合适的(例如,改进的)电导率和/或其他合适的性质/特性的组合。这样的碳颗粒的至少子集可以用于例如工业橡胶和/或塑料应用中,如本文其他地方更详细描述(例如,用于散热器软管/ECD汽车软管应用、挡风雨条/挤压应用、密封件、垫圈和模制品中的一种或多种)。

[0079] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以有利地用于聚合物应用。本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以有利地用于工业橡胶和/或塑料应用。这样的应用的实例可以包括,不限于模制的、片状的、注塑的、挤压的和/或压缩的部件、软管、皮带、型材、o形环、垫圈、密封件、海绵和/或其他部件/物品。例如,本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以有利地用于工业橡胶和/或塑料应用,例如,散热器软管应用、汽车挤压件、中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘、密封件/密封和/或其他这样的应用。碳颗粒(例如,炭黑)可以用于模制的和/或挤压的聚合物(例如,模制的和/或挤压的弹性体)。本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以有利地复合在聚合物(例如,橡胶)和/或塑料中。例如,碳颗粒可以复合在丁腈橡胶(NBR)、氢化丁腈橡胶(HNBR)、三元乙丙(M类)橡胶(EPDM)(根据ASTM D1418分类的合成橡胶类型)、氟化弹性体(例如,含氟弹性体(根据ASTM D1418标准为FKM)和/或全氟弹性体(根据ASTM D1418标准为FFKM))等中。弹性体可以是合成的或天然的。术语弹性体可与术语橡胶互换使用。根据本公开内容的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以有利地用于(例如,复合于)各种聚合物。这样的碳颗粒在这样的应用中的性能度量可以是例如与第一参考炭黑(例如,炉黑对应物)相似或基本相同,与第二参考炭黑(例如,相同或不同的参考炭黑)相比增加或改进,或其任何组合(例如,给定的性能度量可增加或改进而另一性能度量可基本相同)。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可表现出例如与参考炭黑(例如,炉黑对应物)相比相似或基本相同的加强水平。碳颗粒可影响所得材料和/或产物/应用的各种性能度量(例如,性质和/或性能)。产物/应用可具有

给定的性能、物理性质等。例如,产物/应用可具有给定的加强、极限伸长、磨损、撕裂、撕裂强度、抗拉强度、模量、挤压胀大、承载能力、回弹力、清洁度、电导率、分散、可分散性、挤压、可挤压性、挤压性质、挤压平滑度、加工、可加工性、可成形性、流动、可承载性、粘度、表面缺陷/不完美性、虹色、表面光洁度、美观、电化学降解(ECD)、尺寸稳定性、模具清洁度、耐腐蚀性、硬度、生坯强度、导电性/电阻率、耐静电开裂、固化率、热老化、受热测试影响的物理性质数目、热老化物理性质、动态性能(例如,通过挠曲循环和耐裂纹发生所测量的)、挠曲循环数目、裂纹发生/耐裂纹发生、失效、易剥离性、产物寿命、电缆寿命、模流、模具寿命、在动态环境中的寿命等。使用本公开内容的碳颗粒(例如,炭黑)的材料和/或产物/应用的性能度量可以比使用参考炭黑(例如,炉黑对应物)的相同材料和/或产物/应用高或低(例如,大、小、提高或改进)例如至少约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%或100%。此外,在一些情况下,使用本公开内容的碳颗粒(例如,炭黑)的材料和/或产物/应用的性能度量可以比使用参考炭黑(例如,炉黑对应物)的相同材料和/或产物/应用高或低(例如,大、小、提高或改进)至多约100%、99%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、15%、10%、5%、2%、1%或0.5%。

[0080] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以用于例如散热器软管应用。用于汽车应用的散热器软管可以使用例如EPDM橡胶制成。电化学降解(ECD)可由例如橡胶化合物的导电性、橡胶软管与铝或镁的接触和/或软管中流动的流体引起,并且/或者与之相关。ECD自身可显现为软管内层内部的纵向裂纹,该纵向裂纹可传播并导致软管泄漏和/或失效。在复合(例如,软管复合)期间,多种竞争的需要/约束可能需要平衡,例如,加工化合物、形成软管和/或电导率。碳颗粒(例如,炭黑)可以影响这样的性能度量(例如,性质/特性)。软管产物的加工可以通过能够有助于分散和良好挤压的大颗粒、高结构碳颗粒(例如,炭黑)进行增强。软管形成过程可能需要较高的生坯(或未固化)强度,以允许软管成形和/或放置在心轴上,以塑造成特定的尺寸(例如,成形并可能放置在心轴上以塑造成特定的尺寸)。碳颗粒(例如,炭黑)的高结构可促进生坯强度。软管可能需要具有合适的电阻率(例如,在该情况下,可能需要电导率的反面,即电阻率)。电阻率可随着具有低结构的碳颗粒(例如,炭黑)的粒度增大而增大。为平衡这些需要,具有非常大粒度(例如,15-20m<sup>2</sup>/g N2SA)和中等范围结构(例如,DBP 90ml/100g)的碳颗粒(例如,炭黑)可以提供足以用于加工和软管形成的结构,同时由于较大的粒度而具有合适的(例如,适当的)电阻率。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约10m<sup>2</sup>/g至约30m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约70ml/100g至约120ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约10m<sup>2</sup>/g至约30m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约80ml/100g至约115ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约15m<sup>2</sup>/g至约20m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约80ml/100g至约100ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约15m<sup>2</sup>/g至约28m<sup>2</sup>/g或约10m<sup>2</sup>/g至约30m<sup>2</sup>/g的N2SA,以及约87ml/100g至约102ml/100g或约82ml/100g至约102ml/100g的DBP。本文所述的碳颗粒的性质/特性(例如,较低水平的灰分、硫等)可以有利地改进/增强软管的性能度量(例如,性质/特性)。这样的碳颗粒在散热器软管应用中的性能度量可例如与第一参考炭黑相似或基本相同,与第二参考炭黑(例如,与第一参考炭黑相同或不同)相比增大、减小、增强或改进,或其任何组合(例如,给定的性能度量可改进而另一性能度量可基本相同)。性能度量可以包括例如上述参数。例如,与包含参考炭黑的聚合物产物相比,包含本公开内容的具有约10m<sup>2</sup>/g至约30m<sup>2</sup>/g

g的N2SA和约70ml/100g至约120ml/100g的结构,或者具有约 $15\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约80ml/100g至约100ml/100g的结构的碳颗粒的聚合物产物(例如,散热器软管)可具有(i)增强的或改进的可加工性,(ii)增强的或改进的可成形性,(iii)增大的电阻率,(iv)增强的或改进的分散,(v)增强的或改进的挤压,和/或(vi)提高的生坯强度。给定的性能度量(例如,可加工性、可成形性、导电性/电阻率、分散、挤压、生坯强度等)与参考炭黑的比较可以例如如本文其他地方所述(例如,以%计)。

[0081] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以用于例如汽车挤压件。汽车挤压件可以是高负载EPDM配方。挤压件可以是致密的或海绵状的。部件的实例可以包括例如窗挡风雨条和总管垫圈。由于可见的挡风雨条的外观可在车辆的可销售性(例如,在经销商处)方面起重要作用,因此美观可能很重要(例如,美观可能是汽车挤压件部门的强大驱动力)。性能度量可以包括例如挤压平滑度、缺乏(例如,可见的)表面缺陷或不完美性(例如,表面不完美性/可见的缺陷,例如表面上的小点)和EPDM表面上的虹色。需要/约束可包括例如分散和挤压性质、砂砾水平和虹色。碳颗粒(例如,炭黑)可以影响这样的性能度量(例如,性质/特性)。汽车挤压件可能需要合适的分散和/或良好的挤压性质。碳颗粒(例如,炭黑)内的砂砾水平可能很重要。大于一定大小的砂砾颗粒可能不(例如,无法)分散并可能自身显现为表面不完美性/缺陷。虹色可由残留的硫和氧基团(例如,在炉法炭黑上)所引起。碳颗粒(例如,炭黑)可具有例如120ml/100g范围内的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可具有能够提供合适的生坯强度和/或尺寸稳定性的性质(例如,DBP)。挤压件的横截面可非常复杂,并且尺寸控制可至关重要。考虑到配方中碳颗粒(例如,炭黑)的高负载,较大的粒度(例如, $20\text{-}50\text{m}^2/\text{g}$  N2SA)可能是优选的,因为它们可以导致更好的分散和更有效的挤压过程。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $17\text{m}^2/\text{g}$ 或 $24\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $51\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约108ml/100g至约133ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约110ml/100g至约130ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $34\text{m}^2/\text{g}$ 或约 $17\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $37\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约113ml/100g至约128ml/100g或约110ml/100g至约130ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $42\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约116ml/100g至约128ml/100g的DBP,或者约 $26\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $46\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约112ml/100g至约132ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $34\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $46\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约115ml/100g至约127ml/100g的DBP,或者约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约111ml/100g至约131ml/100g的DBP。本文所述的(例如,根据本文所述的过程产生,该过程例如包括分级机的过程和其他大小减小(例如,空气分级机磨、锤磨、喷射磨和/或分级机)过程)碳颗粒(例如,炭黑)可具有合适的(例如,合适范围的)纯度/低砂砾。本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可具有纯度的给定组合,例如,本文所述的砂砾、硫、灰分、氮和氧水平的给定组合(例如,砂砾和硫两者、灰分、氮和氧的纯度的给定组合)。这样的碳颗粒产物可以提供例如满足包括例如可分散性、可挤压性、低缺陷率和虹色控制的需要的合适性质。这样的碳颗粒在汽车挤压件应用中的性能度量可例如与第一参考炭黑相似或基本相同,与第二参考炭黑(例如,与第一参考炭黑相同或不同)相比增大、减小、增强或改进,或其任何组合(例如,给定的性能度量可改进而另一性能度量可基本相同)。性能度量可包括例如上述的参数。例如,与包含参考炭黑的聚合物产物相比,包含本公开内容的具有约 $17\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $51\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约108ml/100g至约133ml/100g的结构,或者具有约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约110ml/100g至约130ml/100g的结构的碳颗粒的聚合物产物(例如,汽

车挤压件)可具有(i)减少的表面不完美性/缺陷,(ii)减少的虹色,(iii)增强的或改进的尺寸稳定性,(iv)增强的或改进的分散,(v)增强的或改进的挤压性质,(v)增强的或改进的挤压平滑度,和/或(vi)提高的生坯强度。给定的性能度量(例如,分散、挤压性质、挤压平滑度、表面不完美性/缺陷、虹色、生坯强度、尺寸稳定性等)与参考炭黑的比较可以例如如本文其他地方所述(例如,以%计)。

[0082] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以用于例如中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘。电缆浸渍可以是电缆与外护套之间的基于塑料的化合物。需要/约束(例如,这些复合物的需要/约束)可包括例如易剥离性、电导率、可加工性和/或清洁度。在复合期间,多个竞争的需要/约束可需要平衡(例如,复合平衡可包括需要/约束),例如,较大粒度和高结构以促进分散和可加工性的期望,以及推动较小粒度但仍高结构的电导率需要。从清洁度的观点而言,低水平的325目砂砾、硫、灰分和离子杂质可(例如,全部)有助于延长电缆寿命。根据本公开内容(例如,使用纯原料制成)的碳颗粒可在最终碳颗粒(例如,炭黑)中具有 $40\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和高DBP(例如,大于或等于约 $150\text{ml}/100\text{g}$ )以及有限的S、O和N。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及大于或等于约 $111\text{ml}/100$ 的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及大于或等于约 $120\text{ml}/100$ 的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及大于或等于约 $150\text{ml}/100$ 的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $34\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $46\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $115\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $127\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP,或者约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $111\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $131\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以在最终碳颗粒(例如,炭黑)中具有这样的表面积和结构与有限的S、O和N的组合。此外,本文所述的过程(例如,包括使用例如合适的分级机和/或其他大小减小设备装置,如本文其他地方所述)可以导致具有化学纯度的低砂砾产物。这样的碳颗粒在中压电力电缆电缆浸渍/绝缘中的性能度量可例如与第一参考炭黑相似或基本相同,与第二参考炭黑(例如,与第一参考炭黑相同或不同)相比增大、减小、增强或改进,或其任何组合(例如,给定的性能度量可改进而另一性能度量可基本相同)。性能度量可以包括例如上述的参数。例如,与包含参考炭黑的聚合物产物相比,包含本公开内容的具有约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和大于或等于约 $111\text{ml}/100\text{g}$ 的结构,或者具有约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和大于或等于约 $150\text{ml}/100\text{g}$ 的结构的碳颗粒的聚合物产物(例如,中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘)可具有(i)增强的或改进的可加工性,(ii)增强的或改进的易剥离性,(iii)增大的清洁度,(iv)增大的电导率,(v)增强的或改进的分散,和/或(vi)增强的或改进的电缆寿命。给定的性能度量(例如,易剥离性、电导率、可加工性、清洁度、分散、电缆寿命等)与参考炭黑的比较可以例如如本文其他地方所述(例如,以%计)。

[0083] 本文所述的碳颗粒(例如,炭黑)可以用于例如密封件/密封(例如,橡胶密封件/密封)。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $2\text{m}^2/\text{g}$ 、 $8\text{m}^2/\text{g}$ 、 $10\text{m}^2/\text{g}$ 、 $13\text{m}^2/\text{g}$ 、 $14\text{m}^2/\text{g}$ 、 $17\text{m}^2/\text{g}$ 或 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约 $33\text{ml}/100\text{g}$ 或 $42\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $131\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约 $42\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $131\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $40\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约 $45\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $95\text{ml}/100\text{g}$ 的结构。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $2\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $14\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约 $37\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $49\text{ml}/100\text{g}$ 或约 $33\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $53\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 、 $23\text{m}^2/\text{g}$ 或 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $8\text{m}^2/\text{g}$ 、 $13\text{m}^2/\text{g}$ 或 $14\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约 $65\text{ml}/100\text{g}$ 、 $59\text{ml}/100\text{g}$ 或 $55\text{ml}/100\text{g}$ 至约

43ml/100g、47ml/100g、49ml/100g或53ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $23\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $35\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约59ml/100g至约71ml/100g的DBP,或者约 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $39\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约55ml/100g至约75ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $36\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约66ml/100g至约78ml/100g的DBP,或者约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $40\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约62ml/100g至约82ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $26\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $38\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约59ml/100g至约71ml/100g的DBP,或者约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $42\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约55ml/100g至约75ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $37\text{m}^2/\text{g}$ 或约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $42\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约42ml/100g至约57ml/100g或约42ml/100g至约62ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $34\text{m}^2/\text{g}$ 或约 $17\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $37\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约113ml/100g至约128ml/100g或约110ml/100g至约130ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $41\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约84ml/100g至约96ml/100g的DBP,或者约 $25\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约80ml/100g至约100ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $34\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $46\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约115ml/100g至约127ml/100g的DBP,或者约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约111ml/100g至约131ml/100g的DBP。这样的碳颗粒可以具有如本文其他地方所述的纯度。例如,碳颗粒可以具有高纯度。这样的碳颗粒在密封件应用中的性能度量可例如与第一参考炭黑相似或基本相同,与第二参考炭黑(例如,与第一参考炭黑相同或不同)相比增大、减小、增强或改进,或其任何组合(例如,给定的性能度量可改进而另一性能度量可基本相同)。例如,包含本公开内容的具有约 $2\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约33ml/100g至约131ml/100g的结构,或者具有约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $40\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约45ml/100g至约95ml/100g的结构的碳颗粒的聚合物产物(例如,密封件/密封)可具有(i)增强的或改进的热老化物理性质,和/或(ii)增强的或改进的通过挠曲循环和耐裂纹发生所测量的动态性能。给定的性能度量(例如,热老化物理性质、通过挠曲循环和耐裂纹发生所测量的动态性能等)与参考炭黑的比较可以例如如本文其他地方所述(例如,以%计)。

[0084] 本公开内容的碳颗粒可以用于例如模制应用/模制产物(例如,模制橡胶)。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $2\text{m}^2/\text{g}$ 、 $8\text{m}^2/\text{g}$ 、 $10\text{m}^2/\text{g}$ 、 $13\text{m}^2/\text{g}$ 、 $14\text{m}^2/\text{g}$ 、 $17\text{m}^2/\text{g}$ 或 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约33ml/100g或42ml/100g至约131ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约42ml/100g至约131ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约42ml/100g至约100ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约55ml/100g至约100ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约42ml/100g至约100ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $37\text{m}^2/\text{g}$ 或约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $42\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约42ml/100g至约57ml/100g或约42ml/100g至约62ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $34\text{m}^2/\text{g}$ 或约 $17\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $37\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约113ml/100g至约128ml/100g或约110ml/100g至约130ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $41\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约84ml/100g至约96ml/100g的DBP,或者约 $25\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约80ml/100g至约100ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $2\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $14\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约37ml/100g至约49ml/100g或约33ml/100g至约53ml/100g的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $29\text{m}^2/\text{g}$ 、 $23\text{m}^2/\text{g}$ 或 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $8\text{m}^2/\text{g}$ 、 $13\text{m}^2/\text{g}$ 或 $14\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA,以及约65ml/100g、59ml/100g或55ml/100g至约43ml/100g、47ml/100g、49ml/100g或53ml/100g的DBP。碳颗粒

(例如,炭黑)可以具有约 $23\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $35\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $59\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $71\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP,或者约 $19\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $39\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $55\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $75\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $24\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $36\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $66\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $78\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP,或者约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $40\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $62\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $82\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $26\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $38\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $59\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $71\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP,或者约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $42\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $55\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $75\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有约 $34\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $46\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $115\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $127\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP,或者约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $111\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $131\text{ml}/100\text{g}$ 的DBP。这样的碳颗粒可以具有例如如本文其他地方所述的纯度和/或筛余物。例如,碳颗粒可以具有高纯度和低筛余物。改进的模流和/或增加的模具寿命可例如由于减少的磨料化合物。动态环境中更长的寿命可例如由于更低的裂纹发生和/或失效。这样的碳颗粒在模制应用中的性能度量可例如与第一参考炭黑相似或基本相同,与第二参考炭黑(例如,与第一参考炭黑相同或不同)相比增大、减小、增强或改进,或者其任何组合(例如,给定的性能度量可增加或改进而另一性能度量可基本相同)。例如,包含本公开内容的具有约 $2\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $33\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $131\text{ml}/100\text{g}$ 的结构,或者具有约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $45\text{m}^2/\text{g}$ 的N2SA和约 $42\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $100\text{ml}/100\text{g}$ 的结构的碳颗粒的聚合物产物(例如,模制产物)可具有(i)增强的或改进的模流,(ii)增加的模具寿命,(iii)减少的磨料化合物,(iv)动态环境中更长的寿命,(v)更低的裂纹发生,和/或(vi)更低的失效。给定的性能度量(例如,模流、模具寿命、动态环境中的寿命、裂纹发生、失效等)与参考炭黑的比较可以例如如本文其他地方所述(例如,以%)。

[0085] 本公开内容的碳颗粒可以用于例如橡胶应用/橡胶产物。碳颗粒可以具有例如如本文其他地方所述的纯度和/或砂砾水平。例如,碳颗粒可以是超净和低砂砾的。本文所述的碳颗粒的这样的性质/特性(例如,较低水平的灰分、硫、325目砂砾筛余物等)可以有利地改进/增强橡胶应用/橡胶产物(例如,如本文其他地方所述,例如,涉及散热器软管、汽车挤压件、密封件/密封以及/或者模制产物/模制应用)的性能度量(例如,性质/特性)。例如,碳颗粒(例如,炭黑)可以具有小于(例如,约)2%、1.5%、0.05%、0.03%或0.01%(例如,按重量计)的灰分含量,小于约1.5%、1%、0.3%、0.1%、0.03%、50ppm、10ppm、5ppm或1ppm(例如,按重量计)的硫含量,和/或小于约5ppm或1ppm的325目砂砾筛余物。碳颗粒(例如,炭黑)可以具有这样的性质与以下的组合:例如大于约3.0nm或4nm的 $L_c$ 、小于约0.35nm的 $d_{002}$ 、大于CDBP吸收的小于或等于约1.3或1.1倍的DBP吸收、小于或等于参考炭黑的DBP与CDBP比率的约95%的DBP与CDBP的比率、按重量计小于或等于约0.4%的氧、按重量计小于或等于约0.4%的氢、小于约0.5ml或0.05ml的水/平方米碳颗粒表面积的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力、约0至 $8\text{mJ}/\text{m}^2$ 的WSP(例如,小于约 $5\text{mJ}/\text{m}^2$ )、小于或等于约 $0.5\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 总表面酸基团含量,以及/或者如本文其他地方所述的其他性质/特性(例如,氮含量)。本文所述的纯度和低砂砾水平可有助于(例如,增强或改进)例如,加工、产物寿命及挤压、美观(例如,更美观)。低硫、低灰分和/或低砂砾(例如,如本文其他地方更详细描述的可增强的或改进的改进例如加工和/或性能(例如,低裂纹发生)。纯度(例如,如本文其他地方详细描述的可增强的或改进的改进例如性能、热老化和/或动态性能。应用测试可包括例如测试受热测试影响的物理性质的数目。

[0086] 碳颗粒(例如,炭黑)的最终质量的控制可非常依赖于过程控制和过程优化。在一



些情况下(例如,在等离子体过程中),本文的过程可在反应器的某些区域中可能超过3,400℃的温度下进行。在一些实现方案中,例如对于炭黑,温度和混合条件可被配置(例如,充分优化和控制)用于制备不同等级的碳颗粒(例如,炭黑)中的一种或多种(例如,所有),其中可以有数百种。除区域需要冷却的知识外,结构材料还可借助所有其他部件的知识进行决定,以影响最大能量效率的有效加热(例如,等离子体的有效产生)、最大寿命下功能部件的效用、最小热损失、最大氢循环、最大混合以及各种先前特性的组合,从而整体上影响反应器的完整整体效率。

[0087] 为了以最小焦化产生高质量、高表面积碳颗粒(例如,炭黑),可能需要将原料和热气体快速混合。高质量碳颗粒(例如,炭黑)可具有例如表面积和DBP的紧密分布。例如,可以将样品调整为具有较窄的粒度分布和/或较窄的分支初级颗粒分布的颗粒。这可通过烃原料在转化为固体碳(例如,固体炭黑)期间的时间/温度分布进行控制。此外,多环芳烃(PAH)的量可保持在最小量(例如,按质量计小于1%)。由于例如快速混合和等离子体的高温,砂砾(或任何其子集)(例如,325目)的量可以例如小于约500ppm(百万分率)。表面化学可与弹性体复合材料(例如,特别是作为胎面复合材料中的填充材料)的高性能的要求相容。本文所述的系统和方法可满足产生炭黑的功率(例如,其基本组件充足的单位功率)、耐腐蚀性(例如,当暴露于氢等离子体时,这些组件的衰减减少或不衰减)和连续操作的需要。

[0088] 本公开内容的系统(例如,装置)和方法以及借助本文的系统和方法实现的过程可以允许连续产生炭黑或含碳化合物。该过程可包括转化含碳原料。本文所述的系统和方法可实现连续操作和高质量碳颗粒(例如,炭黑)的产生。在一些实例中,本文所述的系统和方法可实现具有大于约15平方米/克( $\text{m}^2/\text{g}$ )或 $20\text{m}^2/\text{g}$ 炭黑表面积的碳颗粒(例如,炭黑)的制造(例如,以商业规模)。碳颗粒可以通过(例如,在一步过程中)向加热的气体添加烃来制备,从而产生碳颗粒(例如,碳纳米颗粒,例如炭黑纳米颗粒)。烃可以与热气体混合,以实现从烃中去除氢。在一些实例中,碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)可以通过(例如,在一步过程中包括)向加热的气体添加烃来制备,从而产生具有如本文其他地方更详细描述的一种或多种性质(例如,小于1微米体积等效球体直径并具有大于3.0nm的 $L_c$ )的碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)。

[0089] 该过程可以包括用电能(例如,来自DC或AC源)加热热传递气体。可以通过电弧来加热热传递气体。可以通过焦耳加热(例如,电阻加热、感应加热或其组合)来加热热传递气体。可以通过焦耳加热和通过电弧(例如,焦耳加热的下游)来加热热传递气体。可以在加热之前预先加热热传递气体(例如,通过热交换预先加热)。参见例如共同受让的共同未决的国际专利公开号WO 2017/034980(“HIGH TEMPERATURE HEAT INTEGRATION METHOD OF MAKING CARBON BLACK”),其通过引用整体并入本文。在与热传递气体接触之前,可以将烃原料预先加热(例如,从约25℃的温度)至约100℃至约800℃的温度(例如,通过热交换、通过焦耳加热、或其组合进行预先加热)。该过程可以进一步包括将注射的原料与加热的热传递气体(例如,等离子体)混合以实现合适的反应条件。反应区可不与任何接触表面直接接触。可以向过程提供一个或多个另外的材料流(例如,通过伴随反应区上游的热传递气体注射或注入该气体中、伴随原料流注射或注入原料流中、注入热传递气体和原料的混合物中,例如注入反应区中、在与原料注射的同一平面上或其下游、或与之相邻的上游注射等提供给反应器)。一个或多个另外的材料流可包含一种或多种合适的化合物(例如,处于汽化



状态;处于熔融状态;溶于水中、有机溶剂(例如,液体原料、乙二醇、二甘醇、丙二醇、乙醚或其他类似的醚、或者其他合适的有机溶剂)或其混合物;等等)。例如,可以借助于合适的离子化合物例如碱金属盐(例如,钠、钾、铷或铯的乙酸盐、己二酸盐、抗坏血酸盐、苯甲酸盐、碳酸氢盐、碳酸盐、柠檬酸盐、脱氢乙酸盐、异抗坏血酸盐、对羟基苯甲酸乙酯盐、甲酸盐、富马酸盐、葡萄糖酸盐、氢乙酸盐、氢氧化盐、乳酸盐、苹果酸盐、对羟基苯甲酸甲酯盐、邻苯基苯酚盐、丙酸盐、对羟基苯甲酸丙酯盐、山梨酸盐、琥珀酸盐或酒石酸盐)至少部分地控制结构(例如,DBP)。这样的化合物可以相对于(或相较于)原料和/或热传递气体以合适的水平添加(例如,相对于例如原料流速和/或热气体流速,或者相对于伴随原料添加的碳的量,化合物可以基于摩尔或质量按照0ppm至2ppm、0ppm至5ppm、0ppm至10ppm、0ppm至20ppm、0ppm至50ppm、0ppm至100ppm、0ppm至200ppm、0ppm至500ppm、0ppm至1000ppm、0ppm至2000ppm、0ppm至5000ppm、0ppm至1%、5ppm至50ppm、10ppm至100ppm、20ppm至100ppm、100ppm至200ppm、100ppm至500ppm、200ppm至500ppm、10ppm至2000ppm、100ppm至5000ppm、1000至2000ppm、2000ppm至5000ppm、2000ppm至1%或5000ppm至1%(例如,的阳离子)的比率或浓度添加)。反应的产物可以冷却,并且碳颗粒(例如,炭黑)或含碳化合物可以与其他反应产物分离。如此产生的氢气可以再循环回反应器。参见例如国际专利公开号WO 2017/034980(“HIGH TEMPERATURE HEAT INTEGRATION METHOD OF MAKING CARBON BLACK”),其通过引用整体并入本文。

[0090] 在一些情况下,可在无氧环境中加热热传递气体。在一些情况下,可在无氧气氛中产生(例如,制造)碳颗粒。无氧气氛可包括例如,按体积计少于约5%的氧气、少于约3%的氧气(例如,按体积计)或少于约1%的氧气(例如,按体积计)。在一些情况下,本公开内容的碳颗粒(例如,炭黑)可以通过基本上无氧的过程制造(例如,以商业规模)。基本上无氧的过程可以包括例如少于约5%的氧气(按体积计)或少于约3%的氧气(例如,按体积计)。

[0091] 热传递气体可以包含至少约60%的氢气到至多约100%的氢气(按体积计),并且还可以包含至多约30%的氮气、至多约30%的CO、至多约30%的CH<sub>4</sub>、至多约10%的HCN、至多约30%的C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>和至多约30%的Ar。例如,热传递气体可以是大于约60%的氢气。此外,热传递气体还可以包含多环芳烃如蒽、萘、蒎、茈、蒎、茈等。此外,热传递气体可以存在有苯和甲苯或者类似的单芳烃组分。例如,热传递气体可以包含大于或等于约90%的氢气,以及约0.2%的氮气、约1.0%的CO、约1.1%的CH<sub>4</sub>、约0.1%的HCN和约0.1%的C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>。热传递气体可包含大于或等于约80%的氢气,并且其余部分可以包括上述气体、多环芳烃、单芳烃和其他组分的一些混合物。可以使用诸如氧气、氮气、氩气、氦气、空气、氢气、一氧化碳、烃(例如,甲烷、乙烷、不饱和烃)等(单独使用或以两种或多种的混合物使用)的热传递气体。热传递气体可以包含按体积计大于或等于约50%的氢气。热传递气体可以包含例如氧气、氮气、氩气、氦气、空气、氢气、烃(例如,甲烷、乙烷)等(单独使用或以两种或多种的混合物使用)。热传递气体可以包含按体积计大于约70%的H<sub>2</sub>,并且可以包含至少约1ppm水平的气体HCN、CH<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>、CO、苯或多环芳烃(例如,萘和/或蒽)中的至少一种或多种。多环芳烃可以包括例如萘、蒽和/或其衍生物。多环芳烃可以包括例如甲基萘和/或甲基蒽。热传递气体可以包括按重量、体积或摩尔计大于或等于约1ppm、5ppm、10ppm、25ppm、50ppm、0.01%、0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、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%、2.5%、3%、3.5%、4%、4.5%、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%、31%、32%、33%、34%、35%、36%、37%、38%、39%、40%、41%、42%、43%、44%、45%、46%、47%、48%、49%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%或99%的浓度(例如,在热传递气体的混合物中)的给定热传递气体(例如,在上述热传递气体中)。备选地或附加地,热传递气体可以包括按重量、体积或摩尔计小于或等于约100%、99%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、49%、48%、47%、46%、45%、44%、43%、42%、41%、40%、39%、38%、37%、36%、35%、34%、33%、32%、31%、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%、4.5%、4%、3.5%、3%、2.5%、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%、0.01%、50ppm、25ppm、10ppm、5ppm或1ppm的浓度(例如,在热传递气体的混合物中)的给定热传递气体。热传递气体可以包括相似或不同浓度的另外的热传递气体(例如,在热传递气体的混合物中)。这样的另外的热传递气体可在例如未被选择作为给定热传递气体的上述热传递气体中选择。给定热传递气体本身可包括混合物。在加热之前、期间和/或之后,热传递气体可以具有这样的组成的至少子集。

[0092] 烃原料可以包括具有式 $C_nH_x$ 或 $C_nH_xO_y$ 的任何化学物质,其中 $n$ 为整数; $x$  (i) 在 $1$ 与 $2n+2$ 之间,或(ii)对于燃料如煤、煤焦油、裂解燃料油等,为小于 $1$ ;并且 $y$ 在 $0$ 与 $n$ 之间。烃原料可包括,例如,简单烃类(例如,甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等)、芳族原料(例如,苯、甲苯、二甲苯、甲基萘、裂解燃料油、煤焦油、煤、重油、石油、生物油、生物柴油、其他生物衍生的烃等)、不饱和烃类(例如,乙烯、乙炔、丁二烯、苯乙烯等)、含氧烃类(例如,乙醇、甲醇、丙醇、苯酚、酮类、醚类、酯类等)或其任何组合。提供这些实例作为可接受的烃原料的非限制性实例,其还可以与其他组分组合和/或混合用于制造。烃原料可以指其中大部分原料(例如,按重量计大于约50%)本质上是烃的原料。反应性烃原料可包含按重量计至少约70%的甲烷、乙烷、丙烷或其混合物。烃原料可以包括或可以是天然气。烃可以包括或可以是甲烷、乙烷或丙烷或其混合物。烃可以包括甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、乙炔、乙烯、炭黑油、煤焦油、粗煤焦油、柴油、苯和/或甲基萘。烃可以包括(例如,附加的)多环芳烃。烃原料可以包括一种或多种简单烃、一种或多种芳香原料、一种或多种不饱和烃、一种或多种含氧烃、或其任何组合。烃原料可以包括,例如,甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、戊烷、天然气、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、萘、甲基萘、二甲基萘、蒽、甲基蒽、其他单环或多环芳烃、炭黑油、柴油、裂解燃料油、煤焦油、粗煤焦油、煤、重油、石油、生物油、生物柴油、其他生物衍生的烃、乙烯、乙炔、丙烯、丁二烯、苯乙烯、乙醇、甲醇、丙醇、苯酚、一种或多种酮类、一种或多种醚类、一种或多种酯类、一种或多种醛类或其任何组合。原料可以包括本文所述的原料化合物的一种或多种衍生物,例如,苯和/或其衍生物、萘和/或其衍生物、蒽和/或其衍生物等。烃原料(本文也称为“原料”)可以包含按重量、体积或摩尔计大于或等于约1ppm、5ppm、10ppm、25ppm、50ppm、0.01%、0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、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%、2.5%、3%、3.5%、4%、4.5%、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%、31%、32%、33%、34%、35%、36%、37%、

38%、39%、40%、41%、42%、43%、44%、45%、46%、47%、48%、49%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%或99%的浓度(例如,在原料的混合物中)的给定原料(例如,在上述原料中)。备选地或附加地,原料可以包含按重量、体积或摩尔计小于或等于约100%、99%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、49%、48%、47%、46%、45%、44%、43%、42%、41%、40%、39%、38%、37%、36%、35%、34%、33%、32%、31%、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%、4.5%、4%、3.5%、3%、2.5%、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%、0.01%、50ppm、25ppm、10ppm、5ppm或1ppm的浓度(例如,在原料的混合物中)的给定原料。原料可以包含处于相似或不同浓度的附加的原料(例如,在原料的混合物中)。这样的附加原料可在例如未被选择作为给定原料的上述原料中选择。给定原料本身可包括混合物(例如,天然气)。

[0093] 注射的烃可以被裂解,使得最初通过共价键化学连接至烃的氢中按摩尔计至少约80%可作为双原子氢进行同原子键合。同原子键合可以指在两个相同的原子之间的键(例如,如在双原子氢或 $H_2$ 中)。C-H可以是杂原子键。烃可从杂原子键合的C-H变为同原子键合的H-H和C-C。虽然可仍然存在来自等离子体的 $H_2$ ,但这可仅指来自 $CH_4$ 或其他烃原料的 $H_2$ 。

[0094] 系统(例如,封闭的颗粒生成系统)可包括热生成部分。在一些实现方案中,热生成部分可以是包含一组或多组等离子体生成电极的等离子体生成部分。热生成部分(例如,等离子体生成部分)可与包含烃注射器的反应器部分连接。在一些实现方案中,烃注射器可以例如在最大反应器大小减小的点处或在等离子体生成电极的更下游。如本文所用的,术语反应器可以指装置(例如,包含反应器部分的较大装置),或者仅指反应器部分。反应器可以被配置(例如,如本文其他地方例如关于图6所述)成允许反应器的至少一部分中(例如,关于图2、图3、图4和图6所述的一个或多个部分中,例如被配置用于实现热生成、注射和/或反应的一个或多个部分中,例如恒定直径区域/部分、收缩区域/部分、发散区域/部分、插入物或其他附加组件、喉部、狭窄处或其任何组合中)的流动(例如,在注射之前、期间和/或之后的流动中的至少一部分或全部;在热生成、注射和/或反应期间的流动中的至少一部分或全部;热传递气体的流动中的至少一部分或全部;等等)为轴向的(例如,基本上轴向的)、径向的(例如,基本上径向的)或其组合。如本文其他地方更详细描述(例如,关于图1和图5),系统可以(例如,附加地)包含例如与反应器连接的热交换器、与热交换器连接的过滤器、与过滤器连接的脱气装置、与脱气装置连接的制粒机、与制粒机连接的粘合剂混合槽以及与制粒机连接的干燥器中的一种或多种。例如,可以使用一个或多个热交换器、过滤器、脱气室和/或后端设备(例如,制粒机、与制粒机连接的粘合剂混合槽以及/或者与制粒机连接的干燥器中的一种或多种)。如本文其他地方所述,“反应器”可以指装置(例如,包含反应器部分的较大装置),或者仅指反应器部分。

[0095] 本文所述的系统可以包括等离子体发生器。等离子体发生器可以利用气体或气体混合物(例如,按体积计至少50%为气体)。等离子体发生器可以利用气体或气体混合物(例如,按体积计至少50%为气体),其中气体在等离子体状态下为反应性和腐蚀性的。等离子体气体可以是例如按体积计至少50%的氢气。本文所述的系统可以包括由DC或AC源供电的等离子体发生器。可以将氢气混合物供应到在其中维持由DC或AC源产生的放电的区域。等

离子体可以具有如本文其他地方所述的组成(例如,关于热传递气体的组成)。等离子体可以使用电弧加热生成。等离子体可以使用感应加热生成。

[0096] 系统(例如,封闭的颗粒生成系统)可以被配置由于实现制备碳颗粒(例如,炭黑)的方法。该方法可以包括热生成和烃的注射。该方法可以包括例如用等离子体生成电极(例如,在反应器中)生成等离子体(例如,包含按体积计至少60%的氢气),以及注射烃(例如,如本文其他地方所述)以形成碳颗粒。在一些实现方案中,该方法可以包括用等离子体生成电极(例如,在反应器中)生成等离子体(例如,包含按体积计至少60%的氢气),减小反应器的内部尺寸(例如,如本文其他地方所述),以及注射烃(例如,如本文其他地方所述)以形成碳颗粒。烃在反应器中可以经受至少约1000°C但不超过约3500°C(例如,通过等离子体生成的热量)。可以调节等离子体温度以调整初级颗粒的大小。

[0097] 电极(例如,其表面暴露于电弧(本文也称为“弧斑”))可以处于最强烈的加热环境中。电极在其表面处的破坏可能导致腐蚀,这可降低电极的使用寿命。在于化学活性元素如氢或氧的存在下操作的等离子体发生器中,电极腐蚀可能最为严重。电极的寿命可通过例如使电弧对电极的热效应最小化和/或通过充分保护电极表面免受腐蚀介质的影响而延长。可以施加电磁场以通过使弧斑在电极表面快速移动,借此可以减小到达电极与电弧之间的接触区域的平均热通量密度,从而减小弧斑的影响。磁场可以将等离子体推到两个电极之间的紧邻空间的范围之外。这意味着腐蚀性介质(例如,过热的 $H_2$ 和氢自由基)可以在很大程度上与电极本身分离。可使用(例如,附加地)通过向电极施加磁场而产生的旋转电弧放电。磁场可以为例如约20毫特斯拉(mT)至约100mT(例如,在焰炬的端头处在电极的环形上径向地(围绕焰炬的圆周)和/或轴向地(沿电极的轴线)测量)。电极腐蚀可以通过将主电弧放电的电流分配到多个放电中来控制,由此可以减轻电极组装件例如阳极的并联连接的电极中的每一个的热效应。参见例如美国专利号2,951,143(“ARC TORCH”)和3,344,051(“METHOD FOR THE PRODUCTION OF CARBON BLACK IN A HIGH INTENSITY ARC”),其各自专利通过引用整体并入本文。可以使用AC电极生成等离子体。可以使用多个(例如,3个或更多个)AC电极(例如,具有更有效的能量消耗以及电极表面处减少的热负荷的优点)。

[0098] 电极可以以给定速率消耗。例如,消耗的每立方米电极可产生大于约70吨碳颗粒(例如,炭黑)。在等离子体生成期间(例如,在降解期间),内外电极表面积的比例可保持恒定。在一些实现方案中,电极可同心地布置。在一些情况下,用于生成等离子体的电极可成为产物纳米颗粒的一部分(例如,在该过程中,石墨电极可变成富勒烯纳米颗粒)。电极的分解可以是有限的,如本文其他地方更详细描述。

[0099] 在一些情况下,在热生成(例如,等离子体生成)的下游,热激活室(例如,等离子体室)可变窄或收缩成锥形或正方形/狭槽边缘,随后可在发散进入反应器之前可选地变直。喉部可以分离热激活部分(例如,热激活室)与反应器部分,以及/或者加速热传递气体使得可以在较小的区域中发生更强烈的混合。喉部可以定义为热激活部分与反应部分之间最窄的部分。喉部的长度可以是几米或小到约0.5至约2毫米。喉部的最窄点可以定义为喉部的最窄直径。在最窄横截面的约10%内的任何横截面可以被认为是在喉部的范围内。喉部最窄点处的一个直径可以定义为喉部直径。进入反应器的烃注射点可以定位在例如喉部上游约5个直径至喉部下游约5个直径处。在一些实例中,注射可以发生在喉部的约 $\pm 2$ 个直径或约 $\pm 1$ 个直径内。烃原料的注射点可以在例如喉部最窄点的下游并朝向发散进入反应器

的起点。喉部可以是喷嘴。热传递气体(例如,等离子体气体)可以通过喷嘴加速。喷嘴的直径可以在热传递气体(例如,等离子体气体)的(流动)方向上变窄。所需的变窄量(例如,喉部的直径)可以基于例如烃和固体碳颗粒回到等离子体室的再循环、最佳混合、角系数或其任何组合确定。减少量可以基于最小再循环、最大混合和增加的角系数之间的平衡确定。反应器部分的内部尺寸可以在热发生器下游(例如,在等离子生成电极下游)减小(例如,过程的直径可以在喉部处减小)例如大于或等于约(例如,至少约)10%、20%、30%或40%。不同的碳颗粒(例如,不同等级的碳颗粒(例如,炭黑))可能需要对该参数进行微调,以针对于表面积、结构和/或表面化学性质,同时使未反应的多环芳烃(PAH)最小化并使产物中的大颗粒污染物(例如,砂砾)最小化。

[0100] 可以引导热传递气体(例如,等离子体气体)进入反应器区域。可以将原料注入反应器区域,使得在空气动力和电磁力产生的主导条件下,可发生等离子体气体与原料之间强烈的快速混合,以及/或者使得可发生的原料进入热激活室(例如,等离子体室)的再循环有限或基本上不发生(例如,无明显的再循环)。可以控制烃的注射,使得空间中发生反应的区域不与任何表面接触。

[0101] 本文所述的系统和方法可以包括快速加热烃以形成碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)。例如,可以快速加热烃以形成碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)和氢气。在一些情况下,氢气可以指大部分为氢气。例如,该氢气的一些部分还可包含甲烷(例如,未用完的甲烷)和/或各种其他烃(例如,乙烷、丙烷、乙烯、乙炔、苯、甲苯、多环芳烃(PAH)如萘等)。

[0102] 一旦注射原料,使两种气体达到平衡(例如,热平衡)的至少一些热传递可以在小于或等于约2秒内发生。可以将足够的热量传递给原料以形成高质量的碳颗粒(例如,炭黑)。在实例中,可以在初始暴露于热传递气体约2秒内将加热的热传递气体中包含的约30%至约80%,或约40%至约70%的热量传递给烃原料。在另一实例中,可以在初始暴露于热传递气体约2秒内将加热的热传递气体中包含的大于约60%的热量传递给烃原料。在另一实例中,可以在前500毫秒内(从注射烃的点开始)将热传递气体(例如,氢气)中包含的大于约50%的能量传递给烃排出流。例如,可以在约500毫秒或更少的时间内将以焦耳计测量的等离子体产生的至少约50%的热量传递给烃。热量可以通过辐射、传导、热气体传递或者任何其他机制进行传递。在又一实例中,形成碳颗粒(例如,细颗粒炭黑)的整个反应可在注射烃原材料后的几毫秒内完成。

[0103] 碳颗粒(例如,炭黑)反应的中间产物可具有粘附至其接触的任何表面的倾向。可以阻止碳颗粒(例如,炭黑)形成之前的中间产物与任何表面接触,同时维持内部组件(例如,热激活室衬垫、喉部材料、注射器材料以及反应器本身)的生存。可以以维持反应器的完整性同时还实现快速混合的方式来控制混合。例如,可以以改进(例如,最大化)组件的可生存性、改进(例如,最大化地)混合和/或减少(例如,最小化)焦化的方式来控制混合。在一些实现方案中,混合可以包括较大密度的相对较冷的烃与具有非常低密度的极热氢气的混合。在一些情况下,两个排出流可以具有不同的密度、温度、速度、以及粘度。这些排出流的快速混合可获得足够量的裂解烃。

[0104] 原料注射可以在合适的区域发生,如本文其他地方更更详细描述。例如,原料可以在远离反应器容器的壁的位置(例如,中心地)、从反应器容器的壁、通过电极或其任何组合进行注射(例如,在平面上)。烃注射可包括一个或多个注射器(例如,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个或更多个注射器)。注射器可以包括具有包括例如圆形和狭缝形状在内的各种形状的端头、狭槽、喷嘴。在一些实现方案中,注射器开口可以被配置/利用成使得大部分氢气被困在烃原料的幕内。这样的注射器开口的总直径(例如,直径的总和)可以例如如本文其他地方所述(例如,关于喷嘴)。多个注射器开口可以位于同一轴向平面上。热传递气体的流动可以是轴向的(例如,基本上轴向的)、径向的(例如,基本上径向的)或其组合。原料可以以与热传递气体相同的流动方向、以与热传递气体垂直的流动方向或其组合注射(例如,通过一个或多个开口)到上述的热传递气体流动中(例如,原料可以以轴向的(例如,基本上轴向的)方向、径向的(例如,基本上径向的)方向或其组合注射)。注射器可以相对于热气体流动切向地/轴向地、径向或其组而定向。如本文其他地方更详细描述,可以使用离轴注射。离轴注射可以处于大于或等于约0.1、0.5、1、2、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、89或89.5度的离轴角。备选地或附加地,离轴角可以小于或等于约89.9、89.5、89、85、80、75、70、65、60、55、50、45、40、35、30、25、20、15、10、5、2、1或0.5度。离轴角可以是例如约5度至约85度。可以引入(例如,附加地)切向流动以进一步加剧两个排放流之间的混合。

[0105] 可以通过使用相对热气体(例如,等离子体)流动切向定向的多个注射器实现烃原料的混合(例如,在喉部或紧挨喉部的下游)。在一些实现方案中,可以使用具有合适直径(例如,喷嘴的总直径小于注射器共同位于的横截面平面的周长的约5%)的四个圆形喷嘴。在一些实现方案中,可以使用具有合适直径(例如,喷嘴直径的总和大于注射器共同位于的横截面平面的周长的约5%)的大于或等于6个喷嘴,或者其他形状的喷嘴(例如,狭缝形)。可以利用喷嘴(例如,以增加的喷嘴计数/调整的喷嘴形状配置)使得大部分氢气被困在烃原料的幕内。可以将烃与热气体(例如,等离子体)流动轴向地注射(本文也称为“轴向烃注射”)。可以将烃径向地注射。流动可以包括轴向和径向组分两者(“离轴”流动)。离轴注射可以处于例如约5度至约85度的离轴角。此外,可以引入切向流动以进一步加剧两个排放流之间的混合。在该上下文中,直径可以指不规则或规则形状的喷嘴的最大尺寸(例如,如果形状是星形,则直径在给出最大内部尺寸的星形的两个端头之间测量)。可以使用例如注射器将原料在反应器的基本上中心的位置轴向注射,该注射器可从反应器的侧面(例如,狭窄处的上游(前方)、内部(中部)或下游(后方);喉部处或靠近喉部(例如,在收缩区域以下)或在喉部进一步的下游(例如,在反应器的发散区域)的平面上的任何地方;等等)进入,具有或不具有图2所示的轴向转向,并且可从包含一个开口或多个开口的中心注射器端头(例如,通过注射平面中的一个或多个开口)径向地向下游注射烃。烃原料的注射可以从位于中心的注射器径向向外发生或从反应器容器的壁径向向内发生。

[0106] 注射器可以经由冷却液(例如,水)冷却。注射器可以通过例如水或非氧化液体(例如,矿物油、乙二醇、丙二醇、合成有机流体例如DOWTHERM™材料等)来冷却。参见例如,共同受让的共同未决的国际专利公开号WO 2015/116800(“PLASMA GAS THROAT ASSEMBLY AND METHOD”),其通过引用整体并入本文。注射器可由合适的材料制成,例如铜、不锈钢、石墨和/或其他具有高熔点和良好耐腐蚀性(例如,对于氢自由基环境)的类似材料(例如,合金)。

[0107] 图6示出了根据本公开内容的反应器装置(本文也称为“装置”)600。该装置可以被

配置用于实现例如热生成(例如,加热)605、注射610和反应615。例如,装置可以包括一个或多个恒定直径区域/部分、一个或多个收缩区域/部分、一个或多个发散区域/部分、一个或多个插入物或其他附加组件,或其任何组合。这样的区域/部分以及/或者插入物或其他附加组件可以以各种方式组合,以实现热生成(例如,加热)605、注射610和反应615。这样的实现方案可以包括但不限于关于如图2、图3和图4的图示表示所述的配置。例如,实现热生成605的区域/部分可以或可以不通过喉部与实现反应615的反应区域/部分隔开,注射610可以或可以不在热生成605的下游等。

[0108] 可以以例如大于或等于约1标准立方米/小时( $\text{Nm}^3/\text{hr}$ )、 $2\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $5\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $10\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $25\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $50\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $75\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $100\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $150\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $200\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $250\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $300\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $350\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $400\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $450\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $500\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $550\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $600\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $650\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $700\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $750\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $800\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $850\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $900\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $950\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $1,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $2,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $3,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $4,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $5,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $6,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $7,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $8,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $9,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $10,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $12,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $14,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $16,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $18,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $20,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $30,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $40,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $50,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $60,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $70,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $80,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $90,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 或 $100,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 的速率将热传递气体提供至系统(例如,提供至反应器装置)。备选地或附加地,可以以例如小于或等于约 $100,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $90,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $80,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $70,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $60,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $50,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $40,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $30,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $20,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $18,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $16,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $14,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $12,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $10,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $9,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $8,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $7,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $6,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $5,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $4,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $3,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $2,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $1,000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $950\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $900\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $850\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $800\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $750\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $700\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $650\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $600\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $550\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $500\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $450\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $400\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $350\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $300\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $250\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $200\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $150\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $100\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $75\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $50\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $25\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $10\text{Nm}^3/\text{hr}$ 、 $5\text{Nm}^3/\text{hr}$ 或 $2\text{Nm}^3/\text{hr}$ 的速率将热传递气体提供至系统(例如,提供至反应器装置)。热传递气体可以分裂到一个或多个流动路径中(例如,如关于实施例1和实施例2所述)。可以以这样的速率组合本文所述的一种或多种原料流速将热传递气体提供至系统(例如,提供至反应装置)。可以以这样的流速将热传递气体加热到本文所述的一个或多个温度。

[0109] 可以以例如大于或等于约50克/小时( $\text{g/hr}$ )、 $100\text{g/hr}$ 、 $250\text{g/hr}$ 、 $500\text{g/hr}$ 、 $750\text{g/hr}$ 、 $1\text{千克/小时}(\text{kg/hr})$ 、 $2\text{kg/hr}$ 、 $5\text{kg/hr}$ 、 $10\text{kg/hr}$ 、 $15\text{kg/hr}$ 、 $20\text{kg/hr}$ 、 $25\text{kg/hr}$ 、 $30\text{kg/hr}$ 、 $35\text{kg/hr}$ 、 $40\text{kg/hr}$ 、 $45\text{kg/hr}$ 、 $50\text{kg/hr}$ 、 $55\text{kg/hr}$ 、 $60\text{kg/hr}$ 、 $65\text{kg/hr}$ 、 $70\text{kg/hr}$ 、 $75\text{kg/hr}$ 、 $80\text{kg/hr}$ 、 $85\text{kg/hr}$ 、 $90\text{kg/hr}$ 、 $95\text{kg/hr}$ 、 $100\text{kg/hr}$ 、 $150\text{kg/hr}$ 、 $200\text{kg/hr}$ 、 $250\text{kg/hr}$ 、 $300\text{kg/hr}$ 、 $350\text{kg/hr}$ 、 $400\text{kg/hr}$ 、 $450\text{kg/hr}$ 、 $500\text{kg/hr}$ 、 $600\text{kg/hr}$ 、 $700\text{kg/hr}$ 、 $800\text{kg/hr}$ 、 $900\text{kg/hr}$ 、 $1,000\text{kg/hr}$ 、 $1,100\text{kg/hr}$ 、 $1,200\text{kg/hr}$ 、 $1,300\text{kg/hr}$ 、 $1,400\text{kg/hr}$ 、 $1,500\text{kg/hr}$ 、 $1,600\text{kg/hr}$ 、 $1,700\text{kg/hr}$ 、 $1,800\text{kg/hr}$ 、 $1,900\text{kg/hr}$ 、 $2,000\text{kg/hr}$ 、 $2,100\text{kg/hr}$ 、 $2,200\text{kg/hr}$ 、 $2,300\text{kg/hr}$ 、 $2,400\text{kg/hr}$ 、 $2,500\text{kg/hr}$ 、 $3,000\text{kg/hr}$ 、 $3,500\text{kg/hr}$ 、 $4,000\text{kg/hr}$ 、 $4,500\text{kg/hr}$ 、 $5,000\text{kg/hr}$ 、 $6,000\text{kg/hr}$ 、 $7,000\text{kg/hr}$ 、 $8,000\text{kg/hr}$ 、 $9,000\text{kg/hr}$ 或 $10,000\text{kg/hr}$ 的速率将原料(例如,烃)提供至系统(例如,提供至反应器装置)。备选地或附加地,可以以例如小于或等于约 $10,000\text{kg/hr}$ 、 $9,000\text{kg/hr}$ 、 $8,000\text{kg/hr}$ 、 $7,000\text{kg/hr}$ 、 $6,000\text{kg/hr}$ 、 $5,000\text{kg/hr}$ 、 $4,500\text{kg/hr}$ 、 $4,000\text{kg/hr}$ 、 $3,500\text{kg/hr}$ 、 $3,000\text{kg/hr}$ 、 $2,500\text{kg/hr}$ 、 $2,400\text{kg/hr}$ 、 $2,300\text{kg/hr}$ 、 $2,200\text{kg/hr}$ 、 $2,100\text{kg/hr}$ 、 $2,000\text{kg/hr}$ 、 $1,900\text{kg/hr}$ 、 $1,800\text{kg/hr}$ 、 $1,700\text{kg/hr}$ 、 $1,600\text{kg/hr}$ 、 $1,500\text{kg/hr}$ 、 $1,$

400kg/hr、1,300kg/hr、1,200kg/hr、1,100kg/hr、1,000kg/hr、900kg/hr、800kg/hr、700kg/hr、600kg/hr、500kg/hr、450kg/hr、400kg/hr、350kg/hr、300kg/hr、250kg/hr、200kg/hr、150kg/hr、100kg/hr、95kg/hr、90kg/hr、85kg/hr、80kg/hr、75kg/hr、70kg/hr、65kg/hr、60kg/hr、55kg/hr、50kg/hr、45kg/hr、40kg/hr、35kg/hr、30kg/hr、25kg/hr、20kg/hr、15kg/hr、10kg/hr、5kg/hr、2kg/hr、1kg/hr、750g/hr、500g/hr、250g/hr或100g/hr的速率将原料(例如,烃)提供至系统(例如,提供至反应器装置)。

[0110] 可以将热传递气体加热到和/或可以使原料经历大于或等于约1,000℃、1,100℃、1,200℃、1,300℃、1,400℃、1,500℃、1,600℃、1,700℃、1,800℃、1,900℃、2,000℃、2050℃、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℃或3,450℃的温度。备选地或附加地,可以将热传递气体加热到和/或可以使原料经历小于或等于约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℃、2050℃、2,000℃、1,900℃、1,800℃、1,700℃、1,600℃、1,500℃、1,400℃、1,300℃、1,200℃或1,100℃的温度。可以通过热发生器(例如,等离子体发生器)将热传递气体加热到这样的温度。可以通过热发生器将热传递气体电加热到这样的温度(例如,热发生器可以由电能驱动)。这样的热发生器可以具有合适的功率。热发生器可以被配置为例如在腐蚀性环境中持续以这样的功率操作数百或数千小时。

[0111] 可以合适的功率操作热发生器。该功率可以例如大于或等于约0.5千瓦(kW)、1kW、1.5kW、2kW、5kW、10kW、25kW、50kW、75kW、100kW、150kW、200kW、250kW、300kW、350kW、400kW、450kW、500kW、550kW、600kW、650kW、700kW、750kW、800kW、850kW、900kW、950kW、1兆瓦(MW)、1.05MW、1.1MW、1.15MW、1.2MW、1.25MW、1.3MW、1.35MW、1.4MW、1.45MW、1.5MW、1.6MW、1.7MW、1.8MW、1.9MW、2MW、2.5MW、3MW、3.5MW、4MW、4.5MW、5MW、5.5MW、6MW、6.5MW、7MW、7.5MW、8MW、8.5MW、9MW、9.5MW、10MW、10.5MW、11MW、11.5MW、12MW、12.5MW、13MW、13.5MW、14MW、14.5MW、15MW、16MW、17MW、18MW、19MW、20MW、25MW、30MW、35MW、40MW、45MW、50MW、55MW、60MW、65MW、70MW、75MW、80MW、85MW、90MW、95MW或100MW。备选地或附加地,该功率可以例如小于或等于约100MW、95MW、90MW、85MW、80MW、75MW、70MW、65MW、60MW、55MW、50MW、45MW、40MW、35MW、30MW、25MW、20MW、19MW、18MW、17MW、16MW、15MW、14.5MW、14MW、13.5MW、13MW、12.5MW、12MW、11.5MW、11MW、10.5MW、10MW、9.5MW、9MW、8.5MW、8MW、7.5MW、7MW、6.5MW、6MW、5.5MW、5MW、4.5MW、4MW、3.5MW、3MW、2.5MW、2MW、1.9MW、1.8MW、1.7MW、1.6MW、1.5MW、1.45MW、1.4MW、1.35MW、1.3MW、1.25MW、1.2MW、1.15MW、1.1MW、1.05MW、1MW、950kW、900kW、850kW、800kW、750kW、700kW、650kW、600kW、550kW、500kW、450kW、400kW、350kW、300kW、250kW、200kW、150kW、100kW、75kW、50kW、25kW、10kW、5kW、2kW、1.5kW或1kW。

[0112] 可以以例如大于或等于约1%、5%、10%、25%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%、99.5%或99.9%的产率(例如,基于原料转化率、基于注射的总烃、基于碳的重量百分比或通过产物碳的摩尔数与反应物碳的摩尔数测量的碳颗粒的产率)生成碳颗粒。备选地或附加地,可以



以例如小于或等于约100%、99.9%、99.5%、99%、98%、97%、96%、95%、94%、93%、92%、91%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、25%或5%的产率(例如,基于原料转化率、基于注射的总烃、基于碳的重量百分比或通过产物碳的摩尔数与反应物碳的摩尔数测量的碳颗粒的产率)生成碳颗粒。在一些实例中(例如,在一步过程中),碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)的产率可以为至少约90%。在一些实例中(例如,在一步过程中),基于烃原料(例如,甲烷)转化率的碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)的产率可以大于约94%或95%。在一些实例中,基于碳的重量百分比,大于约90%的烃原料可转化成碳颗粒(例如,炭黑)。在一些实例中,基于注射到反应器中的总烃,由产物碳的摩尔数与反应物碳的摩尔数测量的碳颗粒(例如,炭黑)的产率可以大于约80%。

[0113] 图2示出了反应器200(的部分)的实例的横截面。在该实例中,可以通过使用三个或更多个AC电极、通过使用同心DC电极(例如,如图3和图4所示)或者通过使用电阻或电感加热器在反应器的上部生成热传递气体201。热的热传递气体可以包含例如,按体积计至少约50%的氢气,其可为至少约2,400℃。烃注射器202可以被冷却(例如,水冷)。烃注射器202可以从反应器的侧面进入(例如,如图所示,或在如本文其他地方所述的合适的位置处),并且可以随后可选择地转向为相对于热传递气体(热气体)流动的轴向位置。烃注射器端头203可以包括或可以是一个开口或多个开口(例如,其可以以顺时针或逆时针流动模式注射烃(例如,以优化混合))。反应器可以包括收缩区域204。收缩区域204可导致反应器变窄。收缩区域204可导致反应器变窄,并且然后是收缩区域下游的发散区域205。参见例如共同受让的共同未决的国际专利公开号WO 2017/044594(“CIRCULAR FEW LAYER GRAPHENE”)和WO 2017/048621(“CARBON BLACK FROM NATURAL GAS”),其各自通过引用整体并入本文。

[0114] 图3示出了装置300另一实例的图示表示。热传递气体(例如,等离子体气体)301例如氧气、氮气、氩气、氦气、空气、氢气、一氧化碳、烃(例如,甲烷、乙烷、不饱和烃)等单独使用或以两种或更多种的混合物使用)可以被注射到由以同心方式定位在上室中的两个电极产生的环形中。等离子体形成电极可包括内电极302和外电极303。可以在两个电极之间施加足够大的电压。电极可以包含或由铜、钨、石墨、钼、银等制成。如此形成的等离子体可以进入反应区,在反应区中其可以与烃注射器305处进给的烃原料反应/相互作用,以生成碳颗粒产物(例如,炭黑产物)。容器的壁(例如,包含或由耐火材料、石墨、冷却材料等构成)可经受形成等离子体的温度。烃注射器305可以位于收缩区域307下方的喉部306处或附近的平面上的任何地方,或者喉部进一步下游的反应器的发散区域308中。例如,可以在注射平面周围同心地布置烃注射器端头。作为非限制性实例,可以有至少6个注射器和至多18个这种类型的端头、或狭槽、或连续狭槽。

[0115] 图4示出了装置400另一实例的图示表示。图4分别示出了包括内电极401和外电极402的反应器的二维剖面,电极由导电材料(例如,石墨)的同心环组成。热传递气体(例如,等离子体气体)407可以流过两个电极之间的环形,电弧可以随后在该环形激发气体进入等离子体状态。可以通过使用使电弧在电极端头周围以环形方式快速移动的磁场来控制电弧。在该实例中,可以经由烃注射器403通过同心电极的中心在烃注射器403(例如,在烃注射器的端头404)处注射烃。在一些实例中,注射器403可以是例如水冷的。烃注射器的端头可以放置在电极底平面上方的点处,或者其可以在该平面下方,或在同一平面上(例如,在与该平面相同的高度上)。在一些实现方案中(例如,可选地),装置可以包括导致反应器变

窄的收缩区域405,并且然后是收缩区域下游的发散区域406。

[0116] 虽然如图2、图3和图4所示的反应器的实例具有向下流动的垂直取向,但还可以使用向上流动或水平反应器取向。

[0117] 本公开内容的热发生器(例如,等离子体发生器)、热生成部分(例如,等离子体生成部分)、热激活部分(例如,热激活室,例如等离子体室)、喉部和/或注射区(或其部分)可以包含或由例如铜、钨、石墨、钼、铌、氮化硼、镍、铬、铁、银、或其合金制成。

[0118] 本公开内容的系统可以包括反应器装置。反应器装置可以如本文其他地方所述(例如,关于图2、图3、图4和图6)。可能有必要对本文所述的系统和方法进行一些修改和/或调整,以实现本文所述的一些颗粒性质和/或性质的组合。

[0119] 本公开内容的系统可以被配置用于实现封闭的过程。这样的封闭的颗粒生成系统可以包括例如封闭的颗粒生成反应器。封闭过程可以包括热发生器(例如,等离子体发生器)、反应室、主过滤器和脱气室。封闭过程可以包括例如热发生器(例如,等离子体发生器)、反应室、喉部和/或其他区域(例如,如关于图6所述)、主过滤器和脱气室。这些组件可以基本上不含氧气或其他大气气体。过程(或其部分)可以只允许给定的气氛。例如,在封闭过程中,可以将氧气排除或者剂量控制在例如按体积计小于约5%的受控的量。系统(过程)可以包括热发生器(例如,等离子体发生器)、热激活室(例如,等离子体室)、喉部和/或其他区域(例如,如关于图6所述)、炉或反应器、热交换器(例如,与反应器连接)、主过滤器(例如,与热交换器连接)、脱气(例如,产物惰化)装置(例如,室)(例如,与过滤器连接)以及后端中的一种或多种。后端可以包括制粒机(例如,与脱气装置连接)、粘合剂混合(例如,粘合剂和水)槽(例如,与制粒机连接)和干燥器(例如,与制粒机连接)中的一种或多种。作为其他组件的非限制性实例,可以(例如,可选地)添加输送过程、过程过滤器、旋风分离器、分级机和/或锤磨。后端组件的进一步实例可如本文其他地方提供。还参见例如,美国专利号3,981,659(“APPARATUS FOR DRYING CARBON BLACK PELLETS”)、3,309,780(“PROCESS AND APPARATUS FOR DRYING WET PARTICULATE SOLIDS”)和3,307,923(“PROCESS AND APPARATUS FOR MAKING CARBON BLACK”),其各自通过引用整体并入本文。

[0120] 图1示出了被配置用于实现本公开内容的过程的系统100的实例。系统可以包括热激活室(等离子体室)105、喉部和/或其他区域110、反应器115、热交换器120、过滤器125、脱气130、后端135或其组合。

[0121] 图5示出了过程500的流程图的实例。该过程可以通过向热气体添加烃(例如,热量+烃)501来开始(例如,如关于图2、图3、图4和图6中的结合热气体和烃(例如,烃前体)的方法的实例所述)。过程可以包括加热气体(例如,热传递气体)、向热气体添加烃(例如,501)、穿过反应器502以及使用热交换器503、过滤器504、脱气(例如,脱气室)505和后端506中的一种或多种的步骤中的一个或多个。热气体可以是平均温度约2,200℃以上的热气体流。热气体可以具有如本文其他地方所述的组成(例如,热气体可包含按体积计大于50%的氢气)。在一些实现方案中,本文所述的过程可以基本上不含大气氧气(本文也称为“基本上无氧”)。该过程可以包括加热气体(例如,包含按体积计50%或更多的氢气)然后在501将该热气体添加至烃。可以(例如,还)通过来自反应器壁的潜在辐射热提供热量。这可以通过经由外部提供的能量加热壁或通过热气体加热壁来实现。热量可以从热气体转移到烃原料。这可在向反应器或反应区502中的热气体添加烃原料后立即发生。烃可在完全转化为碳颗粒

(例如,炭黑)之前开始裂解和分解。脱气(例如,脱气单元)505可以例如描述于共同受让的共同未决的国际专利公开号WO 2016/126599(“CARBON BLACK GENERATING SYSTEM”),其通过引用整体并入本文。后端506可以包括例如制粒机、粘合剂混合槽(例如,与制粒机连接)和干燥器(例如,与制粒机连接)中的一种或多种。

[0122] 在一些实例中,本文所述的系统/过程可以包括在反应器或系统(例如,在反应器115和/或502)前端的过滤器。前端过滤器可以例如去除进入反应器的材料流的一个或多个的硫杂质。这样的硫杂质可以包括例如,硫化氢、硫化碳、硫醇中的硫、硫化铁和/或其他硫化化合物。过滤器可以使用例如胺洗涤和/或其他技术去除这样的杂质。过滤器可以从原料流去除硫杂质。过滤器可以耦合到例如原料注射器(例如,耦合到反应器原料注射器的入口)。过滤器可以去除过滤器之前的材料流(例如,原料流)中存在的例如至少约1%、2%、5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、95%、99%、99.9%或100%的硫含量(例如,按质量计)。此外,在一些情况下,过滤器可以去除过滤器之前的原料流中存在的至多约99.9%、99%、95%、90%、85%、80%、75%、70%、65%、60%、55%、50%、45%、40%、35%、30%、25%、20%、15%、10%或5%的硫含量(例如,按质量计)。在穿过过滤器后,材料流(例如,原料)可包含例如小于或等于约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%、50ppm、45ppm、40ppm、35ppm、30ppm、25ppm、20ppm、15ppm、10ppm、5ppm、1ppm、0.5ppm或0.1ppm的硫(例如,按重量计)。备选地或附加地,在穿过过滤器后,材料流(例如,原料)可包含例如大于或等于约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%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.75%、1%或2%的硫(例如,按重量计)。本文所述的系统/过程可用于产生如本文其他地方所述的具有元素硫含量的颗粒。在一些实例中,本文所述的系统/过程可用于产生元素硫含量小于或等于5ppm或1ppm的颗粒。

[0123] 反应产物可以在制造后冷却。可以用骤冷冷却反应产物。例如,可以用包含大部分氢气的骤冷。可以将骤冷注射到过程的反应器部分。可以使用热交换器冷却过程气体。在热交换器中,过程气体可以暴露于大量的表面积从而允许冷却,同时产物流可以同时地传输通过过程。在本公开内容的过程中,反应器中的热交换器可比例如炉过程更有效(例如,由于本文所述的过程中升高的温度)。热交换器(例如,热交换器120)可以被配置为例如以下所述:国际专利公开号WO2016/126599(“CARBON BLACK GENERATING SYSTEM”)和WO2017/034980(“HIGH TEMPERATURE HEAT INTEGRATION METHOD OF MAKING CARBON BLACK”),其各自通过引用整体并入本文。对于给定的配置,去除的能量可取决于例如操作条件和/或等级。

[0124] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以在离开反应器并与热交换器接触的热气体的排出流的掺和物中/与该外排流的掺和物中产生。热交换器可以使气体的排出流和碳颗粒(例如,炭黑颗粒)的热能减少大于约5000千焦/千克(kJ/kg)碳颗粒(例如,炭黑颗粒)。气体的排出流和碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以(例如,随后)穿过过滤器,该过滤器允许50%以上的气体穿过,将基本上所有的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)捕获在过滤器上。可以在过滤器上捕获按重量计至少约98%的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)。

[0125] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以在离开反应器并与热交换器接触的包含可燃气体的热气体的排出流的掺和物中产生。包含可燃气体的热气体排出流可以(例如,随后)穿过过滤器,将基本上所有的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)捕获在过滤器上。气体可以(例如,随后)穿过脱气装置,在脱气装置中可燃气体的量减少到按体积计小于约10%。可燃气体可以包括或可以是氢气。

[0126] 碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以在离开反应器并与热交换器接触的包含可燃气体的热气体的排出流的混合物中产生。混合物可以(例如,随后)穿过过滤器,将基本上所有的碳颗粒(例如,炭黑颗粒)捕获在过滤器上。伴有残余气体的碳颗粒(例如,炭黑)可以(例如,随后)穿过脱气装置,在脱气装置中可燃气体的量可以减少到按体积计少于约10%。碳颗粒(例如,炭黑颗粒)可以(例如,随后)通过粘合剂与水混合并随后形成丸粒,然后在干燥器中除去大部分的水。

[0127] 氢气和/或其他可燃气体可以从碳颗粒和/或碳颗粒附聚物(例如,炭黑附聚物)产物流(例如,在等离子体焰炬反应器系统中,或用于制备碳颗粒的其他系统中形成的,该系统导致在形成碳颗粒中所产生的气体包含大于约40%的可燃气体的孔隙和/或填隙空间分离(例如,在脱气130中)。这样的过程可产生碳(例如,炭黑),其可被过滤或以其他方式从尾气的本体分离,使得在颗粒和/或附聚物的孔隙和/或填隙空间中充满可燃气体(例如,对下游大气设备构成重大安全危害)。可以从碳(例如,炭黑)颗粒和/或附聚物的孔隙和/或填隙空间去除这样的可燃气体(例如,以保护在空气或者空气混合物中加工碳(例如,炭黑)的下游设备)。

[0128] 一步过程可以包含反应物和产物直至完成脱气步骤以去除烃原料(例如,甲烷)裂解产生的可燃气体(例如,氢气)。氢气这种高度可燃的气体可以从如此产生的碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)分离,以便操作碳纳米颗粒。例如,如果氢气水平降低到例如按体积计小于百分之20,则可以认为脱气完成。

[0129] 产生的碳颗粒和/或附聚物(例如,炭黑)可在其孔隙和/或填隙空间中包含高浓度的可燃气体,该可燃气体可以随后通过用例如惰性气体置换而去除(例如,从而使碳颗粒(例如,炭黑)在下游设备中安全加工)。惰性气体可以是例如氮气、稀有气体、蒸汽或二氧化碳。惰性气体可以是稀有气体、氮气、蒸汽、和/或二氧化碳中的两种或更多种的混合物。从碳颗粒(例如,炭黑)去除可燃气体(例如,氢气)可以是挑战性的,特别是在旋风分离器、袋滤器或其他初级分离设备中进行整体分离后在碳颗粒和/或附聚物(例如,炭黑)的孔隙和/或填隙空间和结构中剩余的较少量的情况下。可燃气体的浓度可大于按干基体积计约30%。

[0130] 可以通过例如改变压力或温度、或者将产生的碳颗粒(例如,炭黑)排放到向上流动的惰性气体流中,来从颗粒和/或颗粒附聚物(例如,炭黑附聚物)的孔隙和/或填隙空间去除可燃气体。可以将产生的碳颗粒(例如,炭黑)排放到向上流动的惰性气体流中,使得孔隙和/或填隙空间中(例如,颗粒和/或附聚物的孔隙和/或填隙空间中)包含的可燃气体(例如,氢气)扩散到惰性气体中。可以通过惰性气体(例如,氮气)的逆流流动回收截留在碳颗粒和/或碳颗粒(例如,炭黑)附聚物(例如,在用于制备碳颗粒的等离子体焰炬系统和/或其它高强度系统中产生)的孔隙和/或填隙空间中的可燃气体(例如,氢气)。在一些实例中,逆流配置可以设置碳颗粒(例如,炭黑)落入的向上流动的惰性气体。当从主单元过滤器(例

如,过滤器125) 排放碳颗粒(例如,炭黑)时,可以将碳颗粒(例如,炭黑)送入向上流动的惰性气体流中。当碳颗粒(例如,炭黑)向下通过惰性气体时,氢气可以扩散出颗粒和/或附聚物的孔隙和/或填隙空间进入惰性气体中。氢气和其他可燃气体的浮力可有助于该过程。在一些实例中,逆流配置可导致惰性气体(例如,氮气)的最少使用、来自该过程的逸出气体流中可燃气体的最高浓度以及该过程连续完成。可以使用绝对压力的变化用惰性气体替换可燃气体。可以通过氮气或其他惰性气体的变压去除可燃气体(例如,氢气),使得压力的每次变化(例如,从多个大气压降低到较低的压力或甚至真空)可用惰性气体置换至少一部分可燃气体。变压脱气可能需要压力容器来容纳使用变压所必需的压力变化。如果变压使用了真空来代替或补充变压,则变压脱气可能需要压力容器。虽然这样的变压是不连续的,但其可以在短时间段内发生,从而导致产物在相对较短的时间段内惰化。用于改变压力或提供向上流动惰性气体的惰性气体可以包括例如氮气、稀有气体(氢气、氦气、氩气、氖气、氙气等)或其任何组合。可以通过温度变化(例如,变温)来去除可燃气体。变温可以(例如,还)有效地置换孔隙和/或填隙可燃气体,但可能比变压或逆流方法花费更长的时间。可以通过仅将产物留在过滤器中过夜使得可燃气体(例如,氢气)随时间扩散来去除可燃气体(例如,氢气)。可以通过使气体流过颗粒(例如,炭黑)的团块或流过流态化颗粒(例如,流态化碳颗粒(例如,炭黑),例如碳颗粒(例如,炭黑)的流化床)来去除可燃气体。可以通过用惰性气体(例如,氩气)稀释来去除可燃气体。惰化可以指将可燃气体去除到安全的水平(例如,无法发生爆炸)。惰化可以指创造惰性环境。在一些实例中,去除可燃气体可以指减少可燃气体(例如,减少到可接受的体积百分比)。

[0131] 反应器的后端(例如,后端135)可以包括制粒机、干燥器和/或装袋器作为组件的非限制性实例。可以添加或去除更多组件或更少组件。例如,制粒机的实例可见于美国专利公开号2012/0292794(“PROCESS FOR THE PREPARATION OF CARBON BLACK PELLETS”),其通过引用整体并入本文。对于制粒机,可以将水、粘合剂和碳颗粒(例如,炭黑)一起添加到针型制粒机中,通过制粒机加工,然后干燥。粘合剂:碳颗粒(例如,粘合剂:炭黑)的比率可小于约0.1:1,并且水:碳颗粒(例如,水:炭黑)的比率可在约0.1:1至约3:1的范围内。粘合剂可以例如如本文其他地方所述(例如,无灰分粘合剂)。碳颗粒(例如,炭黑)还可以穿过分级机、锤磨和/或其他大小减小设备(例如,以便减少产物中砂砾的比例)。在实例中,对于需要约1.2kg水/kg碳颗粒(例如,炭黑)(例如,120DBP)的碳颗粒(例如,炭黑),能量流可以为约3500kJ/kg。DBP较低的碳颗粒(例如,炭黑)可以使用较少的水来制备可接受质量的丸粒,因此可能需要较少的热量。可以加热制粒介质(例如,水)(例如,使得碳(例如,炭黑)以较高的温度进入干燥器)。或者,该过程可以使用干燥的制粒过程,其中旋转的滚筒使产物致密化。对于一些用途,未制粒的碳颗粒(例如,未制粒的炭黑)、所谓的松散碳颗粒(例如,松散的炭黑)或已被研磨回松散状态的制粒的碳颗粒(例如,制粒的炭黑)也是可接受的。

[0132] 制粒机可以使用油制粒过程。油制粒过程的实例可以见于美国专利号8,323,793(“PELLETIZATION OF PYROLYZED RUBBER PRODUCTS”),其通过引用整体并入本文。油制粒可有利地用于产生低灰分/低砂砾的炭本文其他地方更详细描述碳颗粒(例如,具有小于约0.05%的灰分和/或小于约5ppm的砂砾(例如,325目)的碳颗粒)。油制粒可不向碳颗粒添加任何灰分。可以将粘合剂油(例如,高级芳烃油、环烷油和石蜡油中的至少一种)和碳颗粒一起添加到制粒机中。可以将粘合剂油添加到具有碳颗粒的混合器中(例如,按重量计至多

约15%的粘合剂油的量),以形成制粒的碳颗粒(例如,制粒的炭黑)。或者,可使用蒸馏水和无灰分粘合剂如糖来产生低灰分/低砂砾如本文其他地方更详细描述碳颗粒(例如,具有小于约0.05%的灰分和/或小于约5ppm的砂砾(例如,325目)的碳颗粒)。用蒸馏水和无灰分粘合剂如糖制粒可不向碳颗粒添加任何灰分。无灰分粘合剂的其他实例可以包括但不限于聚乙二醇和/或聚氧乙烯(例如,环氧乙烷的聚合物,例如TWEEN®80和/或TWEEN®20材料)。

[0133] 干燥器可以是例如间接的(例如,间接点火或以其他方式加热,例如通过与系统中的一种或多种流体进行热交换来代替燃烧)旋转干燥器。干燥器可以使用空气、过程气体和吹扫气体中的一种或多种来加热(例如,制粒的)碳颗粒。在一些实例中,可以仅使用吹扫气体。在一些实例中,可以使用有或没有吹扫气体的空气。在一些实例中,可以使用有或没有吹扫气体的过程气体。在一些实例中,可以使用有或没有吹扫气体的空气和过程气体。干燥器可以被配置用于并流或逆流操作(例如,与吹扫气体)。

[0134] 例如,干燥器可以是带有并流吹扫气体(向干燥器直接添加气体)的间接点火旋转干燥器。可以将吹扫气体和热气体并流提供给干燥器。潮湿的碳颗粒(例如,炭黑)可以在不暴露于热空气中的全部氧气含量的情况下干燥(例如,因为这样的暴露可引起火灾)。将吹扫气和热空气以并流的方式提供给干燥器可以限制碳颗粒(例如,炭黑)外部的最高温度,否则当内部潮湿时可变得过热。在一些情况下,干燥器的逆流操作可更加能量有效和容量有效。向桶体添加空气可使干燥器更具热效率,并且可导致更高的容量。但是,如果干燥器筒体速度过高,其可将丸粒扫出干燥器,从而导致到达吹扫过滤器并返回制粒机的再循环较高(例如,从而降低效率和容量)。其还可向碳颗粒(例如,炭黑)表面添加过多的氧。用过的(例如,较冷的)空气向干燥器筒体的添加可能是有限的(例如,以便在大体上蒸汽的气氛中提供有限的氧化)。在向干燥器给予热量后,空气中可仍含有大量的能量。在一些实例中,空气可处于大约350℃的温度。该气体可被引导至例如锅炉(例如,为了能量效率的目的)。如本文其他地方所述,可以使用过程气体(例如,来自脱气单元)干燥颗粒(例如,与空气和/或吹扫气体组合)。例如,过程气体可以代替热空气(例如,与吹扫气体并流)或与热气体组合用于干燥颗粒。

[0135] 可以将碳颗粒(例如,炭黑)干燥到约150℃至约400℃的温度。在一些实例中,可以将碳颗粒(例如,炭黑)干燥到至少约250℃(例如,以确保中心是干燥的)。可以控制干燥器中的气氛。可以控制干燥器中的气氛,例如,以影响碳颗粒(例如,炭黑)表面处的氧化或者以维持碳颗粒(例如,炭黑)的原始“死”表面。“死”表面的特征可以在于当暴露于一定范围的相对湿度(RH)条件下(例如,约0%至约80%的RH)时不具有大量的水分吸收。如本文其他地方更详细描述,来自本公开内容的过程的碳颗粒可以制备成原始的(例如,表面官能团可能未形成,且材料可具有“死”表面),并可以包含例如按重量计小于约0.2%的氧(例如,最终产物中可能没有表面氧官能团)。氧化(例如,非无氧)气氛可包含例如按体积计大于约5%或10%的氧气。对于少量的氧化,可以将气氛控制为例如按体积计约1%至约10%的氧气。因此,与其中所制备的颗粒非原始的过程相比(例如,与炉法炭黑相比,其中虽然炉法炭黑可在该步骤中进一步氧化,但其在干燥器中无法更原始,因为从炭黑表面去除天然氧所需的温度大于700℃),本公开内容的碳颗粒(例如,炭黑)可具有增加的能力和可修整性。备选地或附加地,本文所述的系统和方法可以适用于控制和/或修改(例如,在碳颗粒例如炭

黑颗粒上赋予一定程度和/或密度的功能化)碳颗粒(例如,炭黑)的表面化学(例如,表面组成、WSP、表面官能团的量或密度等),描述于例如共同受让的共同未决的国际专利公开号WO 2017/027385 (“METHOD OF MAKING CARBON BLACK”),其通过引用整体并入本文。

[0136] 本公开内容可以提供极高纯度的产物(例如,本文所述的过程可以提供具有低污染物和/或杂质的产物,例如最终产物中颗粒的表面和主体没有大量的硫、氧、过渡金属和/或耐火的炉杂质(例如,二氧化硅、氧化铝))。通过对所有结构材料的仔细考虑,可以大规模地生产更加纯净的产物(例如,通过使用如本文所述的天然气与仔细操纵结构材料的组合,可以实现大规模地生产更加纯净的产物),例如,将由碳钢制成或包含碳钢的给定部件替换为由不锈钢制成或包含不锈钢的部件,用高耐磨性陶瓷衬垫陶瓷部件,用碳质材料(例如,硬化环氧树脂、石墨和/或其他这样的不对产物带来杂质的非多孔材料)衬垫特定区域,用碳化钨和/或其他合适的材料替换硬化不锈钢,等等。

本发明提供了包括但不限于以下实施方式:

1. 一种用于生成碳颗粒的系统,其包括:

热发生器,其加热一个或多个材料流中的至少一个材料流;以及

反应器,其从所述一个或多个材料流生成所述碳颗粒,其中所述碳颗粒具有(i) 小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度;(ii) 大于约3.0纳米(nm)的晶格常数( $L_c$ );和(iii) 小于约0.35nm的石墨的002峰的晶格间距( $d_{002}$ )。

2. 根据实施方式1所述的系统,其中所述碳颗粒包含小于约0.3%的硫。

3. 根据实施方式2所述的系统,其中所述碳颗粒包含小于或等于约50ppm的硫。

4. 根据实施方式3所述的系统,其中所述碳颗粒包含小于或等于约10ppm的硫。

5. 根据实施方式1所述的系统,其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.03%的灰分。

6. 根据实施方式5所述的系统,其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.01%的灰分。

7. 根据实施方式1所述的系统,其中所述碳反应器包括所述热发生器。

8. 根据实施方式1所述的系统,其中所述热发生器用电能加热所述至少一个材料流。

9. 根据实施方式1所述的系统,其中所述碳颗粒具有约 $15\text{m}^2/\text{g}$  (平方米/克)至约 $300\text{m}^2/\text{g}$ 的表面积。

10. 根据实施方式1所述的系统,其中所述碳颗粒包括炭黑。

11. 根据实施方式1所述的系统,其中所述碳颗粒包含小于或等于约1ppm的325目砂砾。

12. 一种用于制备碳颗粒的方法,其包括:

加热热传递气体;以及

将所述热传递气体与烃原料混合以生成所述碳颗粒,其中所述碳颗粒具有(a) 大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯(CDBP)吸收的小于或等于约1.3倍的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收;或(b) 约 $15\text{m}^2/\text{g}$  (平方米/克)至约 $300\text{m}^2/\text{g}$ 的表面积,以及小于约0.05%的灰分和/或小于约5ppm的325目砂砾的纯度。

13. 根据实施方式12所述的方法,进一步包括将所述热传递气体与所述烃原料混合以生成所述碳颗粒和氢气。

14. 根据实施方式12所述的方法,进一步包括在所述加热的下游将所述热传递气



体与所述烃原料混合。

15. 根据实施方式12所述的方法,其中所述热传递气体包含大于约60%的氢气。

16. 根据实施方式15所述的方法,其中所述热传递气体是氢气。

17. 根据实施方式12所述的方法,其中所述烃原料包含按重量计至少约70%的甲烷、乙烷、丙烷或其混合物。

18. 根据实施方式12所述的方法,其中所述碳颗粒包括炭黑。

19. 根据实施方式12所述的方法,其中所述加热包括用电能加热。

20. 根据实施方式19所述的方法,其中所述加热包括通过电弧加热。

21. 根据实施方式12所述的方法,其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.03%的灰分。

22. 根据实施方式21所述的方法,其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.01%的灰分。

23. 根据实施方式12所述的方法,其中所述碳颗粒包含小于或等于约1ppm的325目砂砾。

24. 根据实施方式12所述的方法,进一步包括使用(i)油制粒或者(ii)利用蒸馏水和无灰分粘合剂的制粒来将所述碳颗粒制粒。

25. 根据实施方式24所述的方法,其中所述无灰分粘合剂是糖。

26. 根据实施方式12所述的方法,其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.4%的氧。

27. 根据实施方式12所述的方法,其中所述碳颗粒包含大于或等于约99%的碳。

28. 根据实施方式12所述的方法,其中所述碳颗粒包含小于约0.4%的氢。

29. 根据实施方式12所述的方法,其中所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml(毫升)水/平方米所述碳颗粒表面积。

30. 根据实施方式29所述的方法,其中所述从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。

31. 根据实施方式12所述的方法,其中所述碳颗粒具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力(WSP)。

32. 根据实施方式31所述的方法,其中所述WSP小于约5mJ/m<sup>2</sup>。

33. 根据实施方式12所述的方法,其中所述碳颗粒具有小于或等于约0.5μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。

34. 一种碳颗粒,所述碳颗粒的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯(CDBP)吸收的小于或等于约1.3倍。

35. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述颗粒是炭黑。

36. 根据实施方式35所述的碳颗粒,其中所述DBP与CDBP的比率小于或等于参考炭黑的DBP与CDBP的比率的约95%。

37. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述颗粒具有约15m<sup>2</sup>/g(平方米/克)至约300m<sup>2</sup>/g的表面积。

38. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有大于约1nm的L<sub>c</sub>。

39. 根据实施方式38所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有大于或等于约3nm的L<sub>c</sub>。

40. 根据实施方式39所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有大于约4nm的L<sub>c</sub>。



41. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有大于约3.0nm的 $L_c$ 、小于约0.35nm的d002或其组合。

42. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有就 $L_a$ 或 $L_c$ 而言约3nm至约20nm的结晶度。

43. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述DBP大于所述CDBP的小于或等于约1.1倍。

44. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒包含按重量计小于约0.3%的硫。

45. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒包含按重量计小于或等于约0.4%的氧。

46. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒包含按重量计大于或等于约99%的碳。

47. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒包含按重量计小于约0.4%的氢。

48. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有比参考炭黑更低的氢含量。

49. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml (毫升) 水/平方米所述碳颗粒表面积。

50. 根据实施方式49所述的碳颗粒,其中所述从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。

51. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力(WSP)。

52. 根据实施方式51所述的碳颗粒,其中所述WSP小于约5mJ/m<sup>2</sup>。

53. 根据实施方式34所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有小于或等于约0.5μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。

54. 碳颗粒,其具有(i) 约15m<sup>2</sup>/g (平方米/克) 至约300m<sup>2</sup>/g的表面积,以及(ii) 小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度。

55. 根据实施方式54所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒包括炭黑颗粒。

56. 根据实施方式54所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有大于约3.0nm的 $L_c$ 、小于约0.35nm的d002、小于约0.3%的硫或其任何组合。

57. 根据实施方式56所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有大于约3.0nm的 $L_c$ 、小于约0.35nm的d002、小于约10ppm的硫或其任何组合。

58. 根据实施方式54所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒的tote大于或等于约99%。

59. 根据实施方式54所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有(i) 约19m<sup>2</sup>/g至约50m<sup>2</sup>/g的氮表面积(N2SA) 和约55ml/100g至约131ml/100g的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收。

60. 根据实施方式54所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有(i) 约23m<sup>2</sup>/g至约35m<sup>2</sup>/g的氮表面积(N2SA) 和约59ml/100g至约71ml/100g的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收,或(ii) 约19m<sup>2</sup>/g至约39m<sup>2</sup>/g的N2SA和约55ml/100g至约75ml/100g的DBP。

61. 根据实施方式54所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有(i) 约29m<sup>2</sup>/g至约41m<sup>2</sup>/g

的氮表面积 (N2SA) 和约84ml/100g至约96ml/100g的邻苯二甲酸二丁酯 (DBP) 吸收, 或 (ii) 约25m<sup>2</sup>/g至约45m<sup>2</sup>/g的N2SA和约80ml/100g至约100ml/100g的DBP。

62. 根据实施方式54所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒具有 (i) 约34m<sup>2</sup>/g至约46m<sup>2</sup>/g的氮表面积 (N2SA) 和约115ml/100g至约127ml/100g的邻苯二甲酸二丁酯 (DBP) 吸收, 或 (ii) 约30m<sup>2</sup>/g至约50m<sup>2</sup>/g的N2SA和约111ml/100g至约131ml/100g的DBP。

63. 根据实施方式54所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.03%的灰分。

64. 根据实施方式63所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.01%的灰分。

65. 根据实施方式54所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒包含小于或等于约1ppm的325目砂砾。

66. 根据实施方式54所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.4%的氧。

67. 根据实施方式54所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒包含大于或等于约99%的碳。

68. 根据实施方式54所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒包含小于约0.4%的氢。

69. 根据实施方式54所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒具有比参考炭黑更低的氢含量。

70. 根据实施方式54所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml (毫升) 水/平方米所述碳颗粒表面积。

71. 根据实施方式70所述的碳颗粒, 其中所述从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。

72. 根据实施方式54所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力 (WSP)。

73. 根据实施方式72所述的碳颗粒, 其中所述WSP小于约5mJ/m<sup>2</sup>。

74. 根据实施方式54所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒具有小于或等于约0.5μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。

75. 一种碳颗粒, 其具有 (i) 大于或等于约15平方米/克 (m<sup>2</sup>/g) 的氮表面积 (N2SA), 以及 (ii) 小于约5ppm的硫。

76. 根据实施方式75所述的碳颗粒, 其中所述N2SA为约23m<sup>2</sup>/g至约35m<sup>2</sup>/g, 并且邻苯二甲酸二丁酯 (DBP) 吸收为约59ml/100g至约71ml/100g。

77. 根据实施方式75所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒包含按重量计小于约1ppm的硫。

78. 根据实施方式75所述的碳颗粒, 其中所述N2SA小于或等于约300m<sup>2</sup>/g。

79. 根据实施方式75所述的碳颗粒, 其中所述N2SA大于或等于约20m<sup>2</sup>/g。

80. 根据实施方式75所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.4%的氧。

81. 根据实施方式75所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒包含大于或等于约99%的碳。

82. 根据实施方式75所述的碳颗粒, 其中所述碳颗粒包含小于约0.4%的氢。

83. 根据实施方式75所述的碳颗粒, 其中所述颗粒具有比参考炭黑更低的氢含量。

84. 根据实施方式75所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml (毫升) 水/平方米所述碳颗粒表面积。

85. 根据实施方式84所述的碳颗粒,其中所述从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。

86. 根据实施方式75所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力(WSP)。

87. 根据实施方式86所述的碳颗粒,其中所述WSP小于约5mJ/m<sup>2</sup>。

88. 根据实施方式75所述的碳颗粒,其中所述碳颗粒具有小于或等于约0.5μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。

89. 一种包含根据实施方式75所述的碳颗粒的橡胶。

90. 一种包含根据实施方式89所述的橡胶的轮胎。

91. 一种包含根据实施方式75所述的碳颗粒的涂料。

92. 一种包含根据实施方式75所述的碳颗粒的涂层。

93. 一种包含根据实施方式75所述的碳颗粒的弹性体复合材料。

94. 一种包含根据实施方式75所述的碳颗粒的聚合物。

95. 一种包含根据实施方式75所述的碳颗粒的油墨。

96. 一种用于生成颗粒的系统,包括:

热发生器,其电加热一个或多个材料流中的至少一个材料流;

过滤器,其从所述一个或多个材料流中的至少一个去除硫杂质;以及

反应器,其从所述一个或多个材料流生成所述颗粒。

97. 根据实施方式96所述的系统,其中所述颗粒包括碳颗粒。

98. 根据实施方式97所述的系统,其中所述碳颗粒包括炭黑。

99. 根据实施方式96所述的系统,其中所述颗粒包含小于约0.3%的硫。

100. 根据实施方式99所述的系统,其中所述颗粒包含小于约50百万分率(ppm)的硫。

101. 根据实施方式100所述的系统,其中所述颗粒包含小于约10ppm的硫。

102. 根据实施方式101所述的系统,其中所述颗粒包含小于约5ppm的硫。

103. 根据实施方式102所述的系统,其中所述颗粒包含小于约1ppm的硫。

104. 根据实施方式96所述的系统,其中所述一个或多个材料流包括原料流,并且所述过滤器从所述原料流去除硫杂质。

105. 根据实施方式96所述的系统,其中所述过滤器耦合到一原料注射器。

106. 根据实施方式105所述的系统,其中所述过滤器耦合到所述原料注射器的入口。

107. 根据实施方式96所述的系统,其中所述碳颗粒具有大于或等于约15平方米/克(m<sup>2</sup>/g)的氮表面积(N<sub>2</sub>SA)并包含按重量计小于约5ppm的硫。

108. 根据实施方式96所述的系统,其中所述热发生器是等离子体发生器。

109. 一种聚合物产物,其中所述聚合物产物是散热器软管、汽车挤压件、中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘或者密封件,并且其中所述聚合物产物包含碳颗粒,所述碳颗粒具有:

(a) 小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度；大于约3.0纳米 (nm) 的晶格常数 ( $L_c$ )；以及小于约0.35nm的石墨的002峰的晶格间距 ( $d_{002}$ )；

(b) 大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯 (CDBP) 吸收的小于或等于约1.3倍的邻苯二甲酸二丁酯 (DBP) 吸收；

(c) 约 $15\text{m}^2/\text{g}$  (平方米/克) 至约 $300\text{m}^2/\text{g}$ 的表面积；以及小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度；或者

(d) 大于或等于约15平方米/克 ( $\text{m}^2/\text{g}$ ) 的氮表面积 (N2SA) 和小于约5ppm的硫。

110. 根据实施方式109所述的聚合物产物，其中所述DBP大于所述CDBP的小于或等于约1.1倍。

111. 根据实施方式109所述的聚合物产物，其中所述碳颗粒包含按重量计小于或等于约1ppm的325目砂砾。

112. 根据实施方式109所述的聚合物产物，其中所述碳颗粒具有约 $10\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 的氮表面积 (N2SA) 以及约70ml/100g至约120ml/100g的结构，并且其中所述聚合物产物与包含参考炭黑的聚合物产物相比具有 (i) 增强的或改进的可加工性，(ii) 增强的或改进的可成形性，(iii) 增大的电阻率，(iv) 增强的或改进的分散，(v) 增强的或改进的挤压，和/或 (vi) 提高的生坯强度。

113. 根据实施方式112所述的聚合物，其中所述N2SA为约 $15\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $20\text{m}^2/\text{g}$ ，并且所述结构为约80ml/100g至约100ml/100g。

114. 根据实施方式112所述的聚合物产物，其中所述聚合物产物为散热器软管。

115. 根据实施方式109所述的聚合物产物，其中所述碳颗粒具有约 $17\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $51\text{m}^2/\text{g}$ 的氮表面积 (N2SA) 以及约108ml/100g至约133ml/100g的结构，并且其中所述聚合物产物与包含参考炭黑的聚合物产物相比具有 (i) 减少的表面不完美性/缺陷，(ii) 减少的虹色，(iii) 增强的或改进的尺寸稳定性，(iv) 增强的或改进的分散，(v) 增强的或改进的挤压性质，(v) 增强的或改进的挤压平滑度，和/或 (vi) 提高的生坯强度。

116. 根据实施方式115所述的聚合物产物，所述N2SA为约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ ，并且所述结构为约110ml/100g至约130ml/100g。

117. 根据实施方式115所述的聚合物产物，其中所述聚合物产物为汽车挤压件。

118. 根据实施方式109所述的聚合物产物，其中所述碳颗粒具有约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的氮表面积 (N2SA) 以及大于或等于约111ml/100g的结构，并且其中所述聚合物产物与包含参考炭黑的聚合物产物相比具有 (i) 增强的或改进的可加工性，(ii) 增强的或改进的易剥离性，(iii) 增大的清洁度，(iv) 增大的电导率，

(v) 增强的或改进的分散，和/或 (vi) 增强的或改进的电缆寿命。

119. 根据实施方式118所述的聚合物产物，其中所述N2SA为约 $30\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ ，并且所述结构大于或等于约150ml/100g。

120. 根据实施方式118所述的聚合物产物，其中所述聚合物产物是中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘。

121. 根据实施方式109所述的聚合物产物，其中所述碳颗粒具有约 $2\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的氮表面积 (N2SA) 以及约33ml/100g至约131ml/100g的结构，并且其中所述聚合物产物与包含参考炭黑的聚合物产物相比具有 (i) 增强的或改进的热老化物理性质，和/或 (ii) 增强

的或改进的通过挠曲循环和耐裂纹发生测量的动态性能。

122. 根据实施方式121所述的聚合物产物,其中所述N2SA为约 $20\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $40\text{m}^2/\text{g}$ ,并且结构为约 $45\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $95\text{ml}/100\text{g}$ 。

123. 根据实施方式121所述的聚合物产物,其中所述聚合物产物是密封件。

124. 根据实施方式109所述的聚合物产物,其中所述聚合物产物包括EPDM橡胶。

125. 根据实施方式109所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.4%的氧。

126. 根据实施方式109所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含大于或等于约99%的碳。

127. 根据实施方式109所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含小于约0.4%的氢。

128. 根据实施方式109所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml (毫升) 水/平方米所述碳颗粒表面积。

129. 根据实施方式128所述的聚合物产物,其中所述从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。

130. 根据实施方式109所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒具有约0至约 $8\text{mJ}/\text{m}^2$ 的水铺展压力(WSP)。

131. 根据实施方式130所述的聚合物产物,其中所述WSP小于约 $5\text{mJ}/\text{m}^2$ 。

132. 根据实施方式109所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒具有小于或等于约 $0.5\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 的总表面酸基团含量。

133. 一种聚合物产物,其中所述聚合物产物是模制的,并且其中所述聚合物产物包含碳颗粒,所述碳颗粒具有:

a. 小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度;大于约3.0纳米(nm)的晶格常数( $L_c$ );以及小于约0.35nm的石墨的002峰的晶格间距( $d_{002}$ );

b. 大于所述碳颗粒的压缩邻苯二甲酸二丁酯(CDBP)吸收的小于或等于约1.3倍的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收;

c. 约 $15\text{m}^2/\text{g}$  (平方米/克) 至约 $300\text{m}^2/\text{g}$ 的表面积;以及小于约0.05%的灰分、小于约5ppm的325目砂砾或其组合的纯度;或者

d. 大于或等于约 $15\text{m}^2/\text{g}$  (平方米/克) 的氮表面积(N2SA) 和小于约5ppm的硫。

134. 根据实施方式133所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒具有约 $2\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $50\text{m}^2/\text{g}$ 的氮表面积(N2SA) 以及约 $33\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $131\text{ml}/100\text{g}$ 的结构,并且其中所述聚合物产物与包含参考炭黑的聚合物产物相比具有(i) 增强的或改进的模流,(ii) 增大的模具寿命,(iii) 减少的磨料化合物,(iv) 动态环境中更长的寿命,(v) 更低的裂纹发生,和/或(vi) 更低的失效。

135. 根据实施方式134所述的聚合物,其中所述N2SA为约 $22\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $45\text{m}^2/\text{g}$ ,并且所述结构为约 $42\text{ml}/100\text{g}$ 至约 $100\text{ml}/100\text{g}$ 。

136. 根据实施方式133所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含小于或等于约0.4%的氧。

137. 根据实施方式133所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含大于或等于约

99%的碳。

138. 根据实施方式133所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含小于约0.4%的氢。

139. 根据实施方式133所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml (毫升) 水/平方米所述碳颗粒表面积。

140. 根据实施方式139所述的聚合物产物,其中所述从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。

141. 根据实施方式133所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力(WSP)。

142. 根据实施方式141所述的聚合物产物,其中所述WSP小于约5mJ/m<sup>2</sup>。

143. 根据实施方式133所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒具有小于或等于约0.5 μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。

144. 一种聚合物产物,其中所述聚合物产物是散热器软管、汽车挤压件、中压电力电缆的电缆浸渍/绝缘或者密封件,并且其中所述聚合物包括具有大于3.0nm的L<sub>c</sub>的碳颗粒。

145. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含按重量计小于约0.3%的硫。

146. 根据实施方式145所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含按重量计小于约0.1%的硫。

147. 根据实施方式146所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含按重量计小于约50百万分率(ppm)的硫。

148. 根据实施方式147所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含按重量计小于或等于约10ppm的硫。

149. 根据实施方式148所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含按重量计小于约1ppm的硫。

150. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含按重量计小于或等于约0.03%的灰分。

151. 根据实施方式150所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含按重量计小于或等于约0.01%的灰分。

152. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含按重量计小于或等于约5ppm的325目砂砾。

153. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述DBP与CDBP的比率小于或等于参考炭黑的DBP与CDBP的比率的约95%。

154. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述L<sub>c</sub>大于约4nm。

155. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒是炭黑颗粒。

156. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒具有小于约0.35nm的d<sub>002</sub>。

157. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含按重量计小于或等于约0.4%的氧。

158. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒包含按重量计小于约0.4%的氢。

159. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒的从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.5ml (毫升) 水/平方米所述碳颗粒表面积。

160. 根据实施方式159所述的聚合物产物,其中所述从80%相对湿度的气氛吸水的亲和力小于约0.05ml水/平方米所述碳颗粒表面积。

161. 根据实施方式144所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒具有约0至约8mJ/m<sup>2</sup>的水铺展压力(WSP)。

162. 根据实施方式161所述的聚合物产物,其中所述WSP小于约5mJ/m<sup>2</sup>。

163. 根据实施方式154所述的聚合物产物,其中所述碳颗粒具有小于或等于约0.5 μmol/m<sup>2</sup>的总表面酸基团含量。

164. 根据实施方式154所述的聚合物产物,其中所述聚合物产物包括EPDM橡胶。

### 实施例

#### 实施例1

[0137] 使用类似于图4所示的设置来制造碳颗粒,其中烃注射器插入两个同心电极的中心。注射器端头处于电极平面上方14英寸处,并且电极以650kW工作。烃在电极之间的环形内的流速为90Nm<sup>3</sup>/hr (标准立方米/小时),并且电极外部的屏蔽流为242Nm<sup>3</sup>/hr。以88kg/时的速率注射天然气。基于甲烷转化率的碳纳米颗粒的产率大于95%。

[0138] 本实施例中碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)的样品具有24.5m<sup>2</sup>/g的N2SA、26.5m<sup>2</sup>/g的STSA、70ml/100g的DBP、6.8nm的L<sub>c</sub>、0.347nm的d002、0.13(总样品百分比)的S含量、0.09(总样品百分比)的H含量、0.16(总样品百分比)的N含量以及0.16(总样品百分比)的O含量。参考炭黑(例如,炉黑对应物)的样品具有26.2m<sup>2</sup>/g的N2SA、25.6m<sup>2</sup>/g的STSA、65ml/100g的DBP、2.6nm的L<sub>c</sub>、0.358nm的d002、1.57(总样品百分比)的S含量、0.26(总样品百分比)的H含量、0.08(总样品百分比)的N含量以及0.52(总样品百分比)的O含量。

#### 实施例2

[0139] 使用类似于图4所示的设置来制造碳颗粒,其中烃注射器插入两个同心电极的中心。注射器端头处于电极平面上方14英寸处,并且电极以850kW工作。烃在电极之间的环形内的流速为235Nm<sup>3</sup>/hr (标准立方米/小时),并且电极外部的屏蔽流为192Nm<sup>3</sup>/hr。以103kg/时的速率注射天然气。基于甲烷转化率的碳纳米颗粒的产率大于94%。

[0140] 本实施例中碳颗粒(例如,碳纳米颗粒)的样品具有45.6m<sup>2</sup>/g的N2SA、48.8m<sup>2</sup>/g的STSA、135ml/100g的DBP、6.9nm的L<sub>c</sub>、0.346nm的d002、0.15(总样品百分比)的S含量、0.09(总样品百分比)的H含量、0.2(总样品百分比)的N含量以及0.11(总样品百分比)的O含量。参考炭黑(例如,炉黑对应物)的样品具有38.8m<sup>2</sup>/g的N2SA、38.4m<sup>2</sup>/g的STSA、120ml/100g的DBP、2.5nm的L<sub>c</sub>、0.359nm的d002、2.10(总样品百分比)的S含量、0.27(总样品百分比)的H含量、0.12(总样品百分比)的N含量以及0.87(总样品百分比)的O含量。

[0141] 本公开内容的系统和方法可以与其他系统和/或方法组合或者由其修改,如以下中描述的化学处理和加热方法、化学处理系统、反应器和等离子体焰炬:美国专利公开号US 2015/0210856和国际专利公开号WO 2015/116807(“SYSTEM FOR HIGH TEMPERATURE CHEMICAL PROCESSING”)、美国专利公开号US 2015/0211378(“INTEGRATION OF PLASMA

AND HYDROGEN PROCESS WITH COMBINED CYCLE POWER PLANT, SIMPLE CYCLE POWER PLANT AND STEAM REFORMERS”)、国际专利公开号WO2015/116797 (“INTEGRATION OF PLASMA AND HYDROGEN PROCESS WITH COMBINED CYCLE POWER PLANT AND STEAM REFORMERS”)、美国专利公开号US 2015/0210857和国际专利公开号WO 2015/116798 (“USE OF FEEDSTOCK IN CARBON BLACK PLASMA PROCESS”)、美国专利公开号US 2015/0210858和国际专利公开号WO 2015/116800 (“PLASMA GAS THROAT ASSEMBLY AND METHOD”)、美国专利公开号US 2015/0218383和国际专利公开号WO2015/116811 (“PLASMA REACTOR”)、美国专利公开号US2015/0223314和国际专利公开号WO 2015/116943 (“PLASMA TORCH DESIGN”)、国际专利公开号WO 2016/126598 (“CARBON BLACK COMBUSTABLE GAS SEPARATION”)、国际专利公开号WO2016/126599 (“CARBON BLACK GENERATING SYSTEM”)、国际专利公开号WO 2016/126600 (“REGENERATIVE COOLING METHOD AND APPARATUS”)、美国专利公开号US 2017/0034898和国际专利公开号WO 2017/019683 (“DC PLASMA TORCH ELECTRICAL POWER DESIGN METHOD AND APPARATUS”)、美国专利公开号US 2017/0037253和国际专利公开号WO 2017/027385 (“METHOD OF MAKING CARBON BLACK”)、美国专利公开号US 2017/0058128和国际专利公开号WO 2017/034980 (“HIGH TEMPERATURE HEAT INTEGRATION METHOD OF MAKING CARBON BLACK”)、美国专利公开号US 2017/0066923和国际专利公开号WO 2017/044594 (“CIRCULAR FEW LAYER GRAPHENE”)、美国专利公开号US20170073522和国际专利公开号WO 2017/048621 (“CARBON BLACK FROM NATURAL GAS”)、美国专利号1,339,225 (“PROCESS OF MANUFACTURING GASEOUS FUEL”)、美国专利号7,462,343 (“MICRO-DOMAIN GRAPHITIC MATERIALS AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME”)、美国专利号6,068,827 (“DECOMPOSITION OF HYDROCARBON TO CARBON BLACK”)、美国专利号7,452,514 (“DEVICE AND METHOD FOR CONVERTING CARBON CONTAINING FEEDSTOCK INTO CARBON CONTAINING MATERIALS, HAVING A DEFINED NANOSTRUCTURE”)、美国专利号2,062,358 (“CARBON BLACK MANUFACTURE”)、美国专利号4,199,545 (“FLUID-WALL REACTOR FOR HIGH TEMPERATURE CHEMICAL REACTION PROCESSES”)、美国专利号5,206,880 (“FURNACE HAVING TUBES FOR CRACKING HYDROCARBONS”)、美国专利号4,864,096 (“TRANSFER ARC TORCH AND REACTOR VESSEL”)、美国专利号8,443,741 (“WASTE TREATMENT PROCESS AND APPARATUS”)、美国专利号3,344,051 (“METHOD FOR THE PRODUCTION OF CARBON BLACK IN A HIGH INTENSITY ARC”)、美国专利号2,951,143 (“ARC TORCH”)、美国专利号5,989,512 (“METHOD AND DEVICE FOR THE PYROLYTIC DECOMPOSITION OF HYDROCARBONS”)、美国专利号3,981,659 (“APPARATUS FOR DRYING CARBON BLACK PELLETS”)、美国专利号3,309,780 (“PROCESS AND APPARATUS FOR DRYING WET PARTICULATE SOLIDS”)、美国专利号3,307,923 (“PROCESS AND APPARATUS FOR MAKING CARBON BLACK”)、美国专利号8,501,148 (“COATING COMPOSITION INCORPORATING A LOW STRUCTURE CARBON BLACK AND DEVICES FORMED THEREWITH”)、PCT专利公开号WO 2013/185219 (“PROCESSES FOR PRODUCING CARBON BLACK”)、美国专利号8,486,364 (“PRODUCTION OF GRAPHENIC CARBON PARTICLES UTILIZING METHANE PRECURSOR MATERIAL”)、中国专利公开号CN103160149 (“CARBON BLACK REACTION FURNACE AND CARBON BLACK PRODUCTION METHOD”)、美国专利公开号2012/0292794 (“PROCESS FOR THE PREPARATION OF CARBON BLACK PELLETS”)、美国专利



公开号2005/0230240 (“METHOD AND APPARATUS FOR CARBON ALLOTROPES SYNTHESIS”)、英国专利公开号GB1400266 (“METHOD OF PRODUCING CARBON BLACK BY PYROLYSIS OF HYDROCARBON STOCK MATERIALS IN PLASMA”)、美国专利号8,771,386 (“IN-SITU GASIFICATION OF SOOT CONTAINED IN EXOTHERMICALLY GENERATED SYNGAS STREAM”)以及美国专利号8,323,793 (“PELLETIZATION OF PYROLYZED RUBBER PRODUCTS”),其各自通过引用整体并入本文。

[0142] 因此,本发明的范围应包括可落入所附权利要求书范围内的所有修改和变化。考虑到本文公开的本发明的说明书和实践,本发明的其他实施方案对于本领域技术人员而言将会是容易理解的。旨在说明书和实例仅被认为是示例性的,本发明的真实范围和精神由所附权利要求书指示。

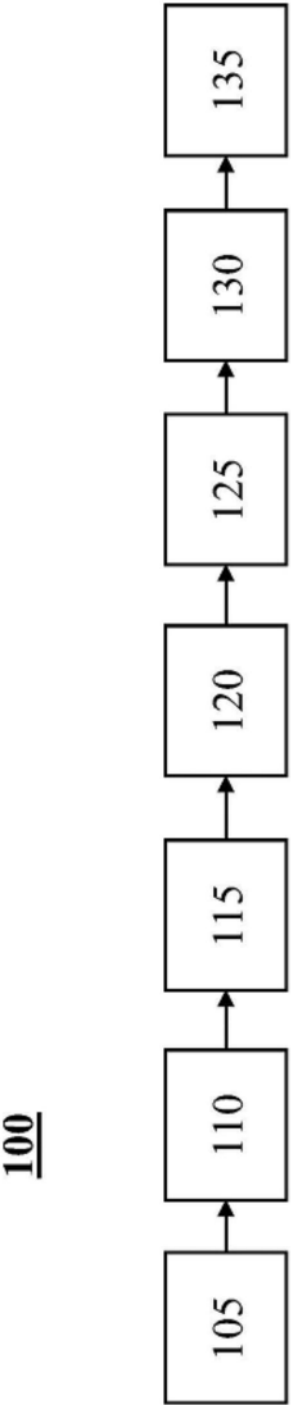


图1

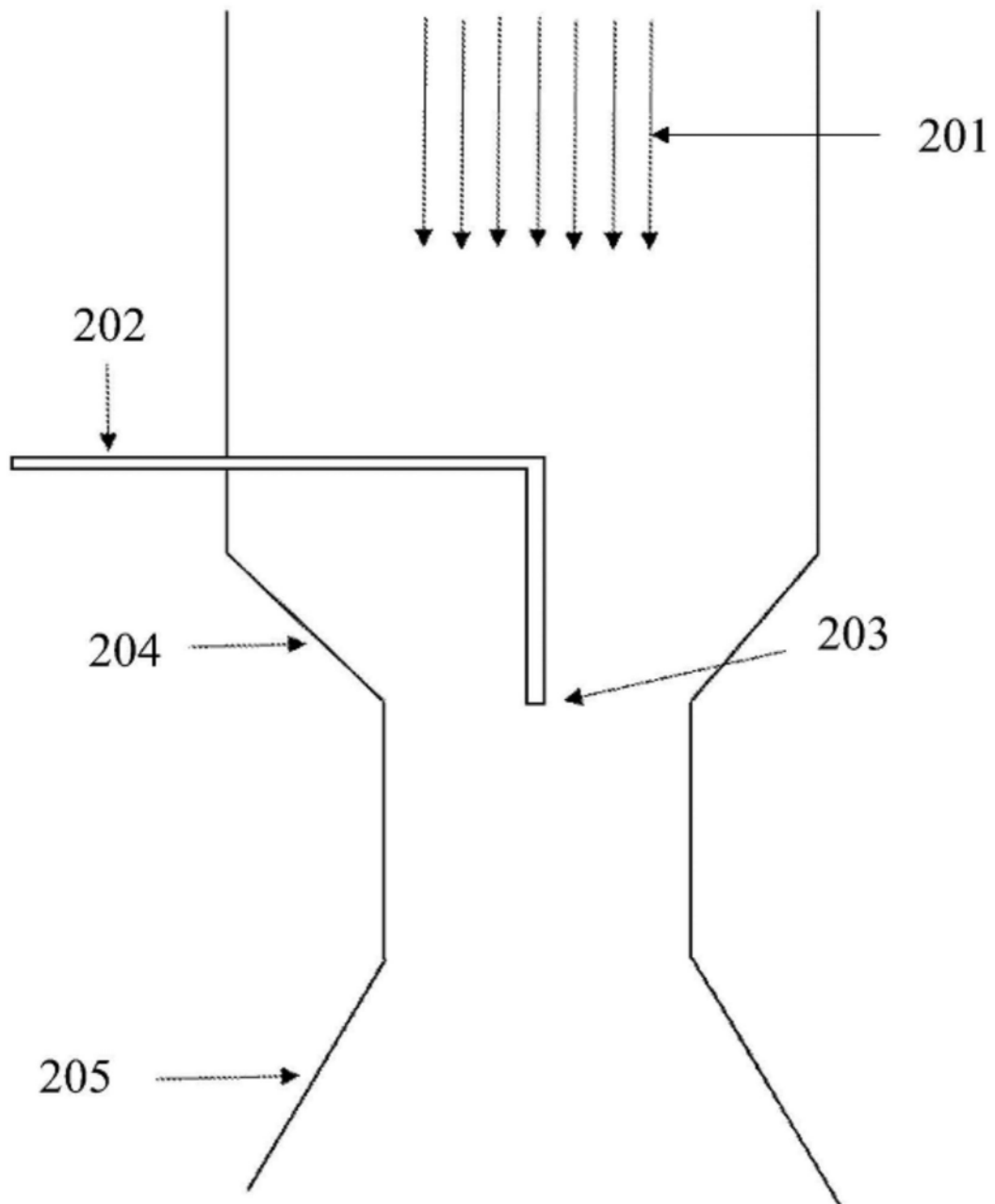
**200**

图2

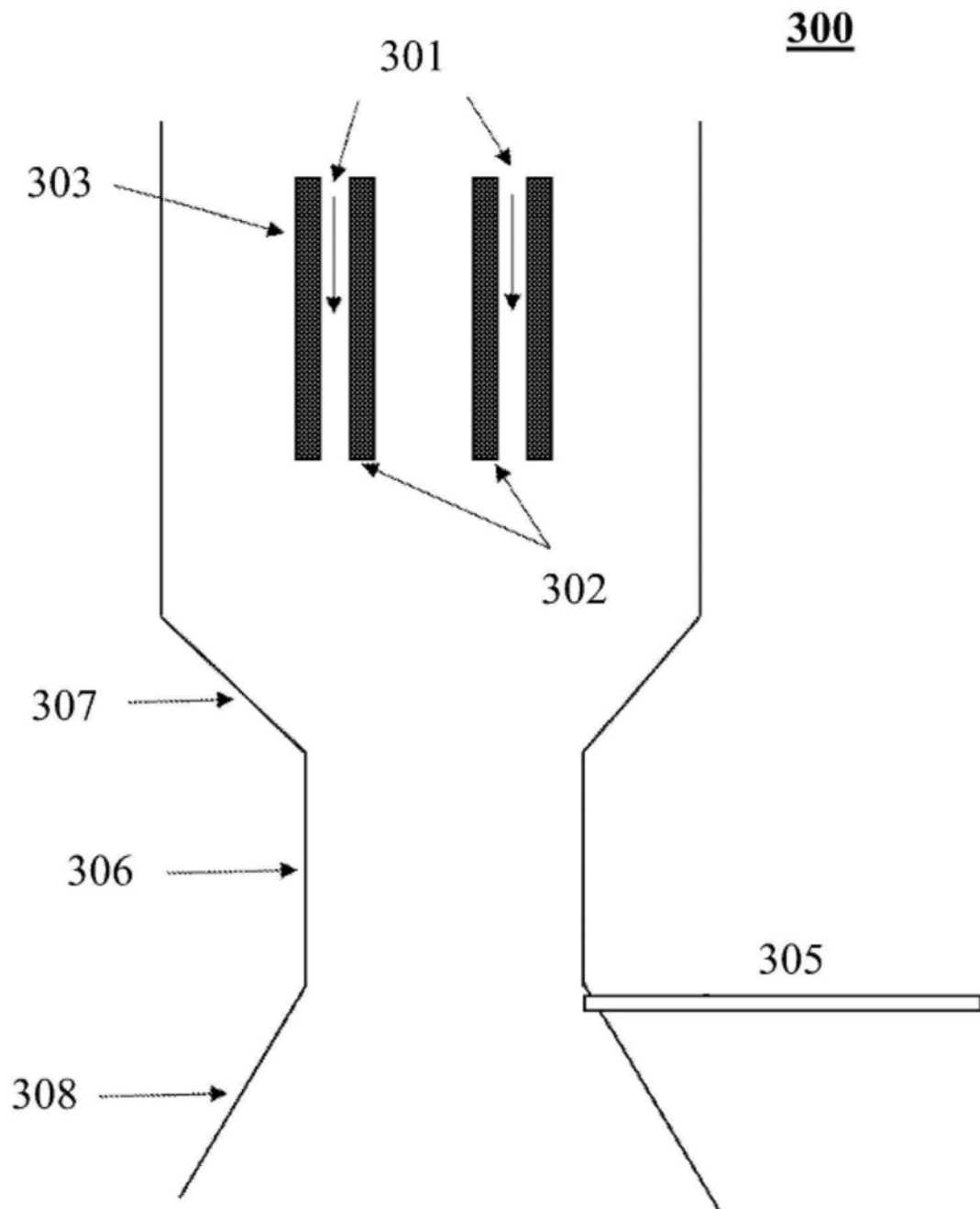


图3

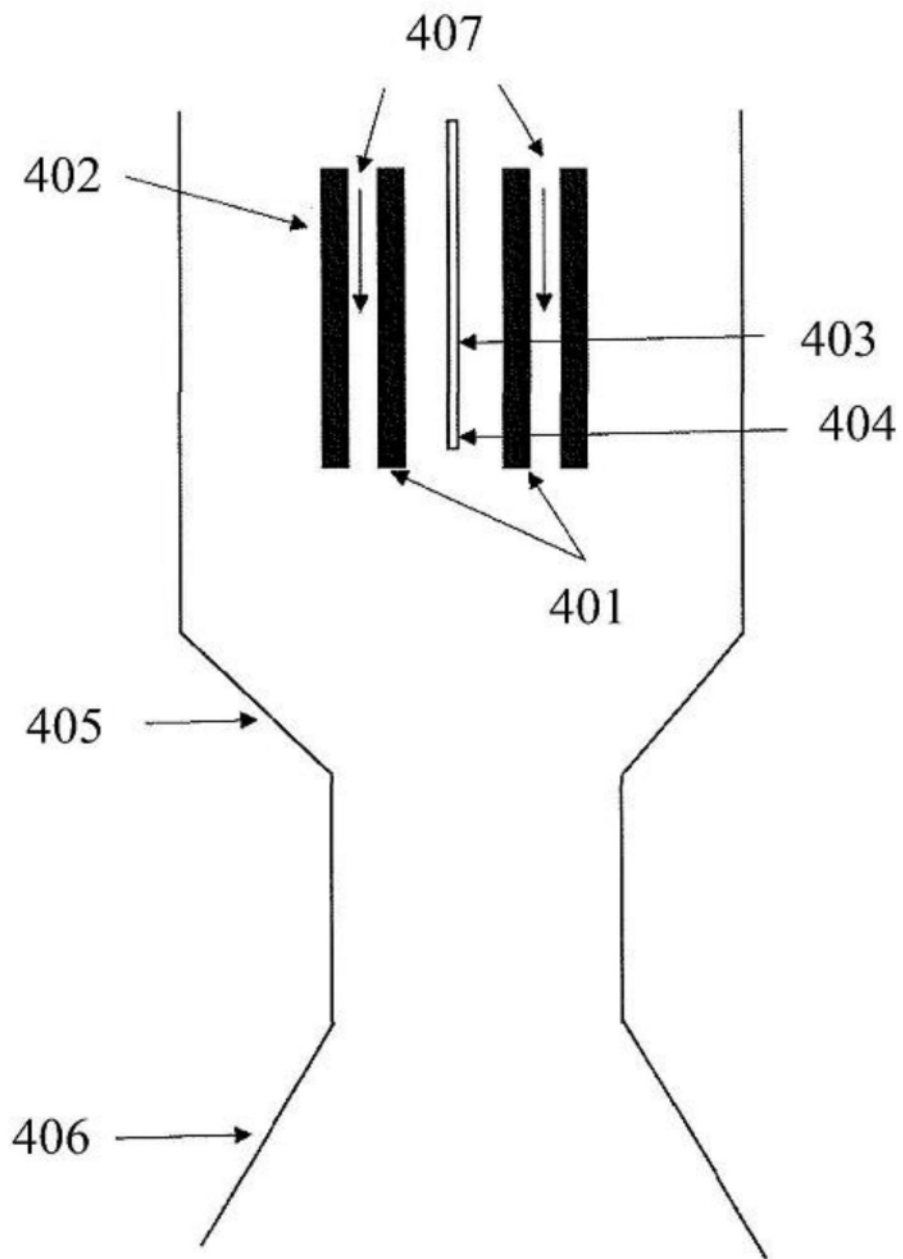
**400**

图4

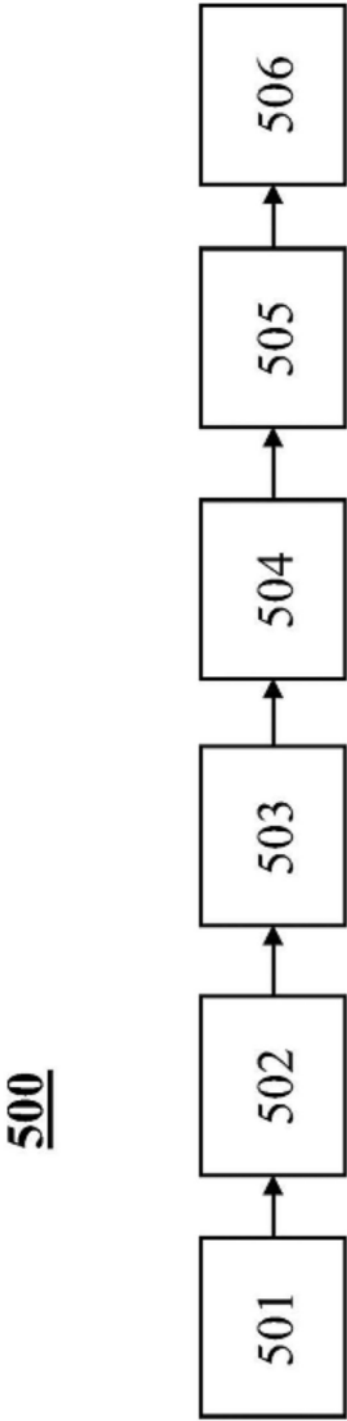


图5

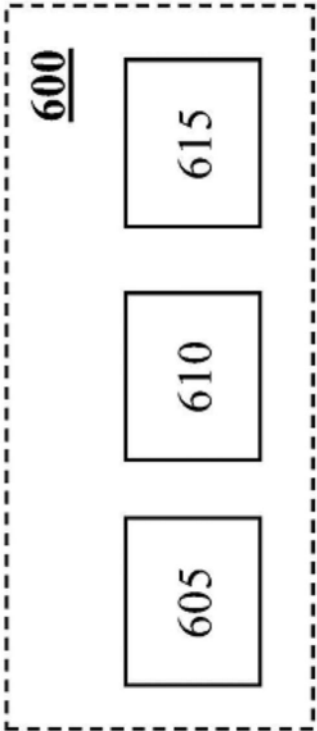


图6