

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-1627

(P2000-1627A)

(43) 公開日 平成12年1月7日 (2000.1.7)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームコード* (参考)

C 0 9 C 1/50

C 0 9 C 1/50

4 J 0 3 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-165079

(22) 出願日

平成10年6月12日 (1998.6.12)

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 見勢 信猛

北九州市八幡西区黒崎城石1番1号 三菱

化学株式会社黒崎事業所内

(72) 発明者 武原 弘明

北九州市八幡西区黒崎城石1番1号 三菱

化学株式会社黒崎事業所内

(74) 代理人 100103997

弁理士 長谷川 暁司

Fターム (参考) 4J037 BB19

(54) 【発明の名称】 カーボンブラックの製造装置及びカーボンブラックの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高度の黒度を有する樹脂着色剤、印刷インキ、塗料において着色剤として使用されるカーボンブラックを製造する方法を提供する。

【解決手段】 酸素含有ガスと燃料とを混合燃焼させて高温燃焼ガス流を形成させる第1反応帯域と、引き続き得られた高温燃焼ガス流に原料炭化水素を混合してカーボンブラックを生成させるチョーク部を有する第2反応帯域と、第2反応帯域に引き続いた下流にある、冷却水を噴霧して反応を停止させる第3反応帯域を有する製造装置を用いてカーボンブラックを製造するに際し、第2反応帯域内に原料炭化水素を導入するノズルを1個または複数個設け、断面流動面積減少の効果が認められる範囲で当該ノズルを炉内に突き出す事により、原料炭化水素導入部の断面流動面積を減少させ、原料炭化水素導入ノズルの先端での燃焼ガス流動速度をマッハ0.8~1にする、カーボンブラックの製造方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】酸素含有ガスと燃料とを混合燃焼させて高温燃焼ガス流を形成させる第1反応帯域と、引き続き得られた高温燃焼ガス流に原料炭化水素を混合してカーボンブラックを生成させるチョーク部を有する第2反応帯域と、第2反応帯域に引き続いた下流にある、冷却水を噴霧して反応を停止させる第3反応帯域を有する製造装置を用いてカーボンブラックを製造するに際し、第2反応帯域内に原料炭化水素を導入するノズルを1個または複数個設け、断面流動面積減少の効果が認められる範囲で当該ノズルを炉内に突き出す事により、原料炭化水素導入部の断面流動面積を減少させ、原料炭化水素導入ノズルの先端での燃焼ガス流動速度をマッハ0.8~1にする、カーボンブラックの製造方法。

【請求項2】酸素含有ガスと燃料とを混合燃焼させて高温燃焼ガス流を形成させる第1反応帯域と、引き続き得られた高温燃焼ガス流に原料炭化水素を混合してカーボンブラックを生成させるチョーク部を有する第2反応帯域と、第2反応帯域に引き続いた下流にある、冷却水を噴霧して反応を停止させる第3反応帯域を有するカーボンブラック製造装置であって、第2反応帯域内に原料炭化水素を導入するノズルを1個または複数個有し、断面流動面積減少の効果が認められる範囲で当該ノズルが炉内に突き出されている事により、原料炭化水素導入部の断面流動面積を減少させ、原料炭化水素導入ノズルの先端での燃焼ガス流動速度をマッハ0.8~1にすることが可能な、カーボンブラックの製造装置。

【請求項3】ノズルを炉内に突き出す事により、断面流動面積を30%以上減少させることを特徴とする、請求項1に記載のカーボンブラックの製造方法。

【請求項4】ノズルを炉内に突き出す事により、断面流動面積を30%以上減少させることの可能な、請求項2に記載のカーボンブラックの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は充填材料、補強材料、導電材料及び着色顔料などの種々の用途に用いられるカーボンブラックの製造において、小粒子径及び小凝集体径の性状を有するカーボンブラック、特に、高度の黒度を有する樹脂着色剤、印刷インキ、塗料において着色剤として使用されるカーボンブラックを製造する方法に関する。

【0002】

【従来技術】カーボンブラックは顔料、充填剤、及び補強用顔料、耐候性改善剤として広く使用されており、その製法は、一般に円筒状のカーボンブラック製造炉の第1反応帯域に、炉軸方向又は接線方向に酸素含有ガスと燃料を導入して、これらの燃焼によって得られた高温燃焼ガス流を、引き続いて設置された第2反応帯域に移動させながら、該ガス流中に原料炭化水素を導入してカー

ボンブラックを生成させるファーンズ式製造法が広く知られている。

【0003】特に、樹脂着色剤、印刷インキ、塗料において着色剤として使用されるカーボンブラックは高黒度、高着色力のものが求められる。黒度、着色力はカーボンブラックの粒子径と凝集体径への依存性が大きく、粒子径、凝集体径が小さくなるほど高黒度となることが知られている。例えば黒度と粒子径の関係は特開昭50-68992号公報に開示されている。また、このようなカーボンブラックはタイヤの補強剤として使用された場合には、高度の耐摩耗性を示すことが知られている。

【0004】小粒子径のカーボンブラックを得るためには、まず絞り部中のガス流速を高速にし、その高速ガス中に原料炭化水素を噴霧し、ガスの運動及び熱エネルギーを液状導入原料を霧化させることに利用し、かつ絞り部内の乱流混合により燃焼ガスの熱エネルギーを効率良くカーボンブラック生成の反応に利用する事が必要である事はよく知られている。例えば、特公昭54-10358号公報には、液状導入炭化水素を効率的に霧化かつ分散させるためには、液状導入原料の噴入位置において、燃焼ガス流速が少なくともマッハ0.35、望ましくはマッハ0.4から0.8の範囲内にあると良い事が述べられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】液状導入炭化水素の効率的な霧化及び分散のためには、液状炭化水素原料導入位置での流速は速いほど良い。しかし、原料炭化水素導入位置での更なる高流速化を図る場合、例えば原料炭化水素導入位置での流速を音速近くまで上げる事は炉全体に多大な圧力損失を発生させる。特に比較的長いチョーク内で原料炭化水素を噴霧する場合は、圧力損失は大きくなり、燃焼空気のプロウ等周辺設備の多大な能力アップを余儀なくさせる。また、燃焼ガスを高速でチョーク内に導くことは、チョーク入口等、燃焼ガスが直接または間接にあたる部分にガスの運動エネルギーによる損傷を与える。

【0006】そこで、圧力損失の多大な上昇や装置の多大な損傷なしに原料炭化水素導入部分の燃焼ガスの流速を0.8~1マッハまで高速化する方法の確立が求められている。本発明は、これら製造炉内の圧力損失の多大な上昇や装置の多大な損傷なしに原料炭化水素導入部分の燃焼ガスの流速をマッハ0.8~1まで高速化するという課題を解決するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、液状炭化水素原料の導入位置での燃焼ガスの流速を速めるため種々検討した結果、原料炭化水素を導入するノズルそのものを利用する方法を見いだした。原料炭化水素導入ノズルは、第2反応帯域においてカーボンブラックの原料となる原料炭化水素を燃焼ガス内に導入する目的で設置さ

10

20

30

40

50

れるものである。通常、形状は円筒形で、先端には原料炭化水素が噴出されるノズルチップを有している。また、炉内に挿入されたとき、高温の燃焼ガスに耐えるために冷却構造を有するジャケット構造となっていてよい。

【0008】通常、炉内の燃焼ガスの炉軸方向の流速は、燃焼ガスを実体積流量を流速を求める位置における炉の断面積で除して求める。発明者らは、この原料炭化水素導入ノズルの直径をノズルを挿入する位置での炉断面積に対し、比較的大きくすることにより、原料炭化水素ノズルが挿入される位置での断面積を原料炭化水素ノズルそのものにより大幅に減少させ、ノズル先端を通過する燃焼ガス流動速度をマッハ0.8から1にまで加速させることができることを見出した。

【0009】すなわち、本発明は、酸素含有ガスと燃料とを混合燃焼させて高温燃焼ガス流を形成させる第1反応帯域と、引き続き得られた高温燃焼ガス流に原料炭化水素を混合してカーボンブラックを生成させるチョーク部を有する第2反応帯域と、第2反応帯域に引き続いた下流にある、冷却水を噴霧して反応を停止させる第3反応帯域を有する製造装置を用いてカーボンブラックを製造するに際し、第2反応帯域内に原料炭化水素を導入するノズルを1個または複数個設け、断面流動面積減少の効果が認められる範囲で当該ノズルを炉内に突き出す事により、原料炭化水素導入部の断面流動面積を減少させ、原料炭化水素導入ノズルの先端での燃焼ガス流動速度をマッハ0.8~1にする、カーボンブラックの製造方法及び装置等に存する。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の構成を図を用いて説明する。添付の第1図は本発明のカーボンブラック製造装置の一例を示す要部縦断面概略図であり、第2図は第1図のA-A断面図である。炉は長さ方向に、高温燃焼ガス発生機構により酸素含有ガスと燃料とを混合燃焼させて高温燃焼ガス流を形成させる第1反応帯域と、引き続き得られた高温燃焼ガス流に原料炭化水素を混合してカーボンブラックを生成させるチョーク部を有する第2反応帯域と、第2反応帯域に引き続いた下流にある、冷却水を噴霧して反応を停止させる第3反応帯域に区分される。チョーク部は図1中、2で示すように、断面積が急激に減少している部分である。

【0011】第1反応帯域では燃焼ノズル5から燃料炭化水素と酸素含有ガスを導入し、高温ガス流を発生させる。酸素含有ガスとしては空気、酸素またはそれらの混合物が用いられ、燃料炭化水素としては水素、一酸化炭素、天然ガス、石油ガス並びに重油等の石油系液体燃料、クレオソート油等の石炭系液体燃料が使用される。第2反応帯域では第1反応帯域で得られた高温ガス流に並流又は横方向に設けた原料炭化水素導入ノズル6から原料炭化水素を噴霧導入し、原料炭化水素を熱分解させ

てカーボンブラックに転化させる。原料炭化水素としてはベンゼン、トルエン、キシレン、ナフタレン、アントラセン等の芳香族炭化水素、クレオソート油、カルボン酸油等の石炭系炭化水素、エチレンヘビーエンドオイル、FCCオイル等の石油系重質油、アセチレン系不飽和炭化水素、エチレン系炭化水素、ペンタンやヘキサン等の脂肪族飽和炭化水素などが好適に使用される。

【0012】ここで、原料炭化水素は導入後燃焼ガスの運動及び熱エネルギーにより微粒化されるが、その時の燃焼ガスの速度は速い程良い。本発明では、原料炭化水素導入位置は限定されるものではないが、図1に示すようにチョーク内に原料導入ノズルを挿入した状態とするのが望ましい。こうすることにより、微粒化が効率良く行われる。本発明においては、原料炭化水素導入ノズルの炉断面における位置を特定のものとする。すなわち、1個または複数個のノズルを、断面流動面積減少の効果が認められる範囲で、当該ノズルを炉内に突き出すことにより、原料炭化水素導入部の燃焼ガス断面流動面積を減少する。

【0013】これを図2を用いて説明する。図2は図1におけるA-A断面図であるが、円で示された炉断面においてBで示された原料炭化水素導入ノズルが突き出されることにより、断面流動面積すなわち炉断面のうち燃焼ガス流の通過しうる部分の面積が斜線部(A)で示された部分だけ実質的に減少し、原料炭化水素導入ノズルの先端での燃焼ガス流動速度を増加させる。原料炭化水素導入ノズルを突き出す度合いは断面流動面積減少による燃焼ガス流動速度の増加が所望の程度にまで達成しうる、すなわちノズル先端での燃焼ガス流動速度がマッハ0.8~1としうるものであればよいが、好ましくは、断面流動面積を30%以上減少させるようにノズルを突き出す。また、ノズルを突き出す事により断面流動面積を30%以上、望ましくは50%以上、更に望ましくは60%以上減少させると良い。

【0014】こうすることにより、原料炭化水素導入ノズルの先端を炉内へ突き出すという簡易な操作により、従来手段では煩雑な周辺設備等を要していた燃焼ガス流の超高流速化を圧力損失を低くおさえながら容易に達成でき、工業的意義は大きい。なお、原料導入ノズルが冷却ジャケット等の付帯部分を有しており、これらが一体となって炉内に突出される場合でも、一体となって断面流動面積を所望の程度まで減少させていけばよいことはいうまでもない。

【0015】また、断面流動面積の減少率は炉断面のうち、原料炭化水素導入ノズル部分の断面積を、原料炭化水素導入ノズルを含めた炉断面積で割った値である。一例として、原料炭化水素導入ノズルを挿入する部分の炉の直径を60mm、原料炭化水素導入ノズルの数を2本、ノズルの外径を60mmとし、ノズルの先端を炉内に20mm挿入した場合、この部分のガスが通過する部

分の断面は図2のようになる。ノズル等が無いときのこの部分の炉断面積断面積は約 2827mm^2 であるが、外径 60mm の原料炭化水素導入ノズルを炉内に挿入しているために、炉内の 1659mm^2 の部分はノズルで覆われ、この部分の実際に燃焼ガスが通過する部分の断面積は約 1177mm^2 となり、この部分の炉断面積の約 41.6% となる。

【0016】炉内を流動する燃焼ガスの流動速度は燃焼ガスの実体積流量を断面流動面積で除して求められる。チョーク内の音速は温度や燃焼ガスの組成によって変わるが、仮に燃焼ガスの温度を 1800 とすると、この場合の音速は約 913m/s となる。いま、第2反応帯域でのガスの断面平均流速が 350m/s であるとすると、上記に記した原料炭化水素導入原料ノズルの影響で、この部分の燃焼ガスの流動速度は約 2.4 倍の約 840m/s となり、マッハ 0.92 となる。このように、原料炭化水素導入部分以外の第2反応帯域の燃焼ガス流動速度は通常一般的な流速であるマッハ 0.38 程度であるが、原料炭化水素導入ノズルの作用で、原料炭化水素噴霧位置での流動速度を、これまで考えられている一般的な速度であるマッハ $0.4\sim 0.8$ を超え、マッハ 1 に近い高速にする事ができる。

【0017】この作用で、原料炭化水素が炉内に導入されて直後の燃焼ガス流動速度を高速にし、燃焼ガスのアトマイズ作用により瞬時に原料炭化水素を微細化し、原料炭化水素の蒸発及びカーボンブラック生成反応を速やかに行わせる事ができ、この結果粒子径及び凝集体径の小さなカーボンブラックを得る事ができる。この例は、原料炭化水素導入ノズルの本数は 2 本であるが、チョークの直径や原料炭化水素導入ノズルの径によって、更に複数本ノズルを増やす事により、さまざまな内径の炉に対して、上記と同じ効果を得る事が可能である。

【0018】また、燃焼ガスの流速が音速近くまで加速されるのは、原料炭化水素ノズルのある近辺のみの非常に短い区間であるため、圧力損失を最小限に抑える事ができる。このことは、原料炭化水素供給ノズルを突き出して燃焼ガス流動速度をマッハ 1 近くまで上げる場合と、ノズルの突き出しをせず第2反応帯域の径を小さくする事で燃焼ガス流動速度をマッハ 1 近くまで上げる場合の炉全体の圧力損失の違いを比較して確かめた。この場合、両者の違いを実験で確かめるのは時間と労力を要するため、コンピュータを用いた流動解析を行い比較をした。この場合の流動解析は差分法を用いた、汎用的な市販の熱流体解析プログラムを用いて行った。また、この方法によると燃焼ガスの運動エネルギーによる炉内の損傷部もノズル先端のみに限定させる事ができ、長時間運転の場合の設備維持費用の低減にも貢献する。

【0019】本発明の適用されるカーボンブラック製造装置自体は、上述のように原料炭化水素導入ノズルにより断面流動面積を減少しうるものであればよいが、特に

チョークの長さが 500mm 以上の場合に、より効果を発揮する。このような長いチョーク部を有する製造炉を用い、原料炭化水素導入位置での燃焼ガス流動速度をマッハ $0.8\sim 1.0$ にまで高めることによって特に黒度と分散性とが優れたカーボンブラックを得ることができるとある。また、その一方で、このような長いチョーク部を有する製造炉において、従来公知の方法により原料炭化水素導入位置での高速化を図ったものでは圧力損失が大きくなる等の問題があることは上述したとおりである。

【0020】第3反応帯域は高温反応ガスを $1000\sim 800$ 以下に冷却するため、反応停止流体導入用ノズル3から水等を噴霧する。冷却されたカーボンブラックは、捕集バッグフィルター等でガスと分離し回収する等公知の一般的プロセスをとる。

【0021】

【実施例】以下に本発明の実施例を挙げて説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

(実施例1~3)空気導入ダクトと燃焼バーナーを備える内径 500mm 、長さ 1400mm の第1反応帯域、該第1反応帯域から接続され、周辺から外径 60mm でジャケット式冷却構造を有する円筒状の2個の原料炭化水素導入ノズルを貫設した内径 60mm 、長さ 800mm のチョーク部を有する第2反応帯域、クエンチ装置を備えた内径 100mm 長さ 6000mm の第3反応帯域、及び絞り機構として内径 80mm のコントロールバルブを順次結合した構造のカーボンブラック製造炉を設置した。

【0022】上記の製造装置を用いて、表-1に示す各条件に従ってカーボンブラックを製造した。燃料及び、原料炭化水素にクレオソート油を使用した。表-1中、「燃焼ガス温度」、「燃焼ガス酸素濃度」及び「炉内圧力」は原料炭化水素を導入する部位におけるものである。「第2反応帯域ガス流速」とは燃焼ガス流量を原料炭化水素ノズルを含めた炉断面積で除したガス流速を示す。「原料炭化水素ノズル挿入量」とは原料炭化水素ノズル先端の壁面からの距離を示す。「炉内断面積減少率」は原料炭化水素ノズルでふさがれた炉内断面積を、原料炭化水素導入ノズルを含めた炉断面積で割った値である。「ノズル部流速」は燃焼ガス流量を原料炭化水素導入ノズル挿入位置における第2反応帯域の断面積から原料炭化水素導入ノズルでふさがれた面積を差し引いた断面積で除したガス流速を示す。得られたカーボンブラックの各種特性を表-2に示す。

【0023】得られたカーボンブラックの分析的性質を決定するため次の試験方法を用いた。

(粒子径)電子顕微鏡法による。電子顕微鏡法とは以下に示す方法である。カーボンブラックをククロホルムに投入し 200kHz の超音波を 20 分間照射して分散させた後、分散資料を支持膜に固定する。これを透過型電

子顕微鏡で写真撮影し、写真上の直径と写真の拡大倍率により粒子径を計算する。この操作を1500回にわたって実施し、それらの値の算術平均により求める。

(比表面積)比表面積(N_2SA)はASTM D3037-88に従って決定した。

【0024】(cDBP)破碎DBP吸収数(cDBP)はASTMD-3493-88に従って決定した。

(D_{mod} , $D_{1/2}$)最大頻度ストークス相当径(D_{mod})及びストークス相当径半値幅($D_{1/2}$)は次のようにして決定した。スピン液として20%エタノール溶液を用い、遠心沈降式の流度分布測定装置(JLオートメーション社製DCF3型)により、ストークス相当径を測定し、ストークス相当径対与えられた試料中の相対的発生頻度のヒストグラム(第3図)を作る。ヒストグラムのピーク(A)から線(B)を、Y軸に平行にX軸まで引き、ヒストグラムのX軸の点(C)で終わらせる。点(C)でのストークス直径が最大頻度ストークス相当径 D_{mod} である。また、得られた線(B)の中点(F)を決*

配合条件	LDPE樹脂	101.89g
	ステアリン酸カルシウム	1.39g
	イルガノックス1010	0.87g
	試料カーボンブラック	69.43g

次に120 2本ロールミルにてカーボンブラック濃度【0027】が1%に成るように希釈する。

希釈コンパウンド作成条件	LDPE樹脂	58.3g
	ステアリン酸カルシウム	0.2g
	カーボンブラック40%配合樹脂	1.5g

スリット幅0.3mmでシート化し、このシートをチップに切断、240のホットプレート上で $65 \pm 3 \mu m$ のフィルムに成形する。倍率20倍の光学顕微鏡にて3.6mm×4.7mmの視野中の0.2mm以上の直径の未分散凝集塊の直径分布を測定し、その総面積を計算する。この面積を0.35mm径の未分散凝集塊の面積を基準に、総面積を基準面積で割り、基準粒子の個数とし計算する。これを16視野以上観察し、平均値を分散指数とする。

【0028】(実施例4)図4に示す、内径100mm、長さ500mmの第1反応帯域、該第1反応帯域から接続された、原料油導入ノズルに見立てた突き出し長さ20mm、長さ50mmの突起部を有する、内径60mm、長さ800mmの第2反応帯域、内径100mm長さ700mmの第3反応帯域を有するカーボンブラック製造炉のモデルをコンピューター上に作成した。このモデルの内部に、密度 $0.184 kg/m^3$ 、粘度 $6.52E-5 kg/ms$ の物性を持つ燃焼ガスを入口

* 定し、その中点(F)を通りX軸に平行に線(G)を引く。線(G)はヒストグラムの分布曲線と2点D及びEで交わる。カーボンブラック粒子の2点D及びEの二つのストークス直径の差の絶対値がストークス相当径半値幅 $D_{1/2}$ 値である。

【0025】(PVC黒度)PVC黒度は、本発明のカーボンブラックをPVC樹脂に添加、2本ロールにより分散、シート化し、三菱化学(株)カーボンブラック#40、#45の黒色度を1、10点と基準値を定め、資料の黒度を視感判定により評価した。

(分散指数)分散指数は次の方法により評価した。PE樹脂中の分散状態を観察し、未分散凝集塊の数をカウントし、この数が多い、すなわち、分散指数が大きいほど、分散性が悪いと評価した。250ccバンパリーミキサーにてLDPE樹脂に試料カーボンブラックを40%配合し115、4分混練りする。

【0026】	101.89g
	1.39g
	0.87g
	69.43g

【0027】

流速 $35.2 m/s$ で流動させ、圧力の損失を計算した。乱流モデルには標準的なk-モデルを用いた。

【0029】(比較例1)図5に示す、内径100mm、長さ500mmの第1反応帯域、該第1反応帯域から接続された、内径20mm、長さ800mmのチョーク部を有する第2反応帯域、内径100mm長さ700mmの第3反応帯域を有するカーボンブラック製造炉のモデルをコンピューター上に作成し、入口速度 $35.2 m/s$ で流動させたときの圧力損失を計算した。なお、ガスの物性、乱流モデル等は実施例4と同じである。計算の条件および得られた圧力損失を表-1に示す。なお、圧力損失とは、炉内の静圧の最大値と最小値の差である。実施例4と比較例1を比べると、炉内圧力損失は実施例4の方が小さく、実施例の方が、より少ない圧力損失で原料炭化水素導入位置での燃焼ガスの流速をマッハ1に近い高流速にする事ができる。

【0030】

【表1】

表-1

	燃料 kg/H	空気量 Nm ³ /h	燃焼ガス 温度 °C	燃焼ガス 酸素濃度 vol %	第2反応 帯域内径 mm	第2反応 帯域流速 m/s	原料炭化 水素導入 挿入量 mm	炉内積 断面積 減少率 %	炉内流速 m/s	炉内流速 マッハ	原料油 導入量 kg/H	炉内圧力 kgf/cm ² G	炉内圧力 損失 kgf/cm ²
実施例 1	5.3	530	1622	0.65	60	356	20	58.7	862	0.99	100	0.60	-
実施例 2	5.2	500	1785	0.04	60	368	20	58.7	891	0.98	65	0.58	-
実施例 3	5.2	500	1820	0.04	60	378	20	58.7	915	0.99	53	0.57	-
実施例 4	-	-	1800	-	60	97.7	20	88.9	880	0.96	-	0.5	1.3
比較例 1	-	-	1800	-	20	880	0	0	880	0.96	-	0.5	1.8

表-2

	粒子径 nm	N ₂ S A m ² /g	c DBP cc/100g	D _{mod} nm	D _{1/2} nm	D _{1/2} /D _{mod}	PVC 黒度 index	分散指数 index
実施例 1	24	120	90	70	33	0.471	5.3	10
実施例 2	17	193	99	68	35	0.515	8.0	15
実施例 3	15	248	64	32	19	0.281	19.3	120

【0032】

【発明の効果】以上の通り、本発明によると多大な圧力損失無しに、原料炭化水素導入位置での流速をマッハ0.8以上でマッハ1近くまで高めることができる。また、本方法で作製したカーボンブラックは、樹脂着色剤、印刷インキ、塗料において黒色顔料として使用したときに、従来二律背反の関係にあり困難とされていた黒色度と分散性を満足する。従って、樹脂着色剤、印刷インキ、塗料において黒色顔料として大変有用である。 *20

*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明におけるカーボンブラック製造装置の一例を示す図

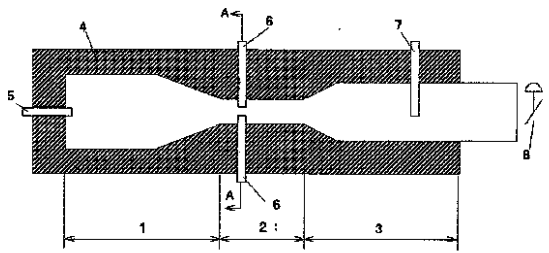
【図2】図1におけるA-A断面図

【図3】最大頻度ストークス相当径(D_{mod})及びストークス相当径半値幅(D_{1/2})の求め方を示す図

【図4】実施例4の計算モデルを示す図

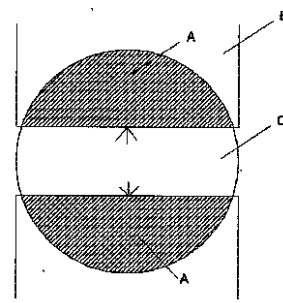
【図5】比較例1の計算モデルを示す図

【図1】



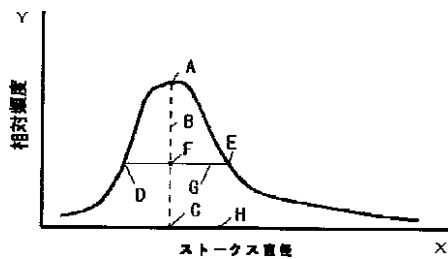
- 1: 第1反応帯域
- 2: 第2反応帯域
- 3: 第3反応帯域
- 4: 耐火物
- 5: 燃料及び酸化ガス導入用ノズル
- 6: 原料炭化水素導入ノズル
- 7: 反応停止流体導入ノズル
- 8: コントロールバルブ

【図2】

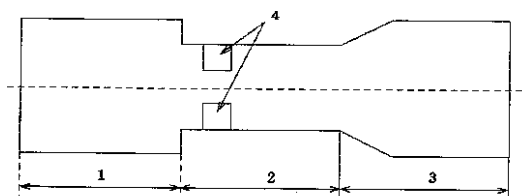


- A: 原料油噴霧ノズルで覆われた部分
- B: 原料油噴霧ノズル
- C: 製造炉断面

【図3】

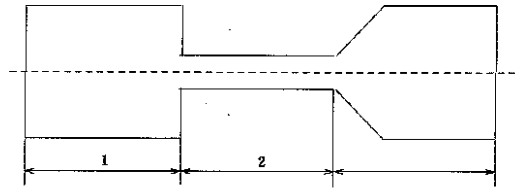


【図4】



- 1: 第1反応帯域
- 2: 第2反応帯域
- 3: 第3反応帯域
- 4: 原料油供給ノズル

【図5】



- 1 : 第 1 反应帯域
- 2 : 第 2 反应帯域
- 3 : 第 3 反应帯域