

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4065935号
(P4065935)

(45) 発行日 平成20年3月26日(2008.3.26)

(24) 登録日 平成20年1月18日(2008.1.18)

(51) Int. Cl.		F I	
C O 1 B 31/10	(2006.01)	C O 1 B 31/10	
B O 1 J 20/20	(2006.01)	B O 1 J 20/20	A
B O 1 J 20/30	(2006.01)	B O 1 J 20/30	
C 1 O B 53/02	(2006.01)	C 1 O B 53/02	

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2001-251336 (P2001-251336)	(73) 特許権者	504155293
(22) 出願日	平成13年8月22日(2001.8.22)		国立大学法人島根大学
(65) 公開番号	特開2003-54926 (P2003-54926A)		島根県松江市西川津町1060
(43) 公開日	平成15年2月26日(2003.2.26)	(74) 代理人	100121197
審査請求日	平成13年8月22日(2001.8.22)		弁理士 森山 陽
審判番号	不服2004-25523 (P2004-25523/J1)	(72) 発明者	北村 寿宏
審判請求日	平成16年12月15日(2004.12.15)		島根県松江市北堀町66-6-304
		(72) 発明者	片山 裕之
			島根県松江市西川津町923-16
		合議体	
		審判長	板橋 一隆
		審判官	宮澤 尚之
		審判官	廣野 知子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 吸着用木炭の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

酸素を含有させずに、窒素ガス、アルゴンガス、ヘリウムガス、水素ガス及び一酸化炭素ガスの群から選択されるガスの少なくとも1種を含む不活性ガスの雰囲気中に、反応ガスとしての二酸化炭素を供給して木材を、800～900の範囲内に温度調整して、前記木材を炭化させると同時に、CとCO₂とによる2COの反応を生じさせて賦活を行わせ、比表面積を増大させる制御を行うことにより、比表面積を増大させることから成る吸着用木炭の製造方法。

【請求項2】

前記不活性ガスとして窒素ガスを使用し、前記窒素ガスに供給される前記反応ガスの前記二酸化炭素の供給量は、1～10容量%に制御して前記二酸化炭素を炭化炉内に流通させることから成る請求項1に記載の吸着用木炭の製造方法。

【請求項3】

炉からの排ガスを木材炭化炉へ導き、その熱エネルギーによって前記木材の炭化処理を行うことから成る請求項1又は2に記載の吸着用木炭の製造方法。

【請求項4】

前記木材として廃木材をサイジングしたものをを用い、前記木材の炭化処理を行って前記木炭及び木酢液を製造することから成る請求項1～3のいずれか1項に記載の吸着用木炭の製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、廃木材等の木材から吸着性の大きい木炭を製造する吸着用木炭の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、吸着剤としては活性炭が広く利用されてきた。活性炭は、椰子殻等の特殊の植物系材料を原料として一度炭化した後に、これを再度加熱し、水蒸気や二酸化炭素等を含む特定の雰囲気中で賦活を行い製造されている。この場合、原料が特定の原料に限定され、しかも、製造に炭化と賦活の2段階のプロセスを必要とする等の要因があり、木炭の歩留まりが低く、価格が高いものになっている。即ち、活性炭の製造方法は、一般的に、炭化と比表面積を大きくする処理の賦活から成る2段階のプロセスで製造しているものである。

10

【0003】

また、特開平9-241014号公報に開示された活性炭の製造方法は、植物系又は鉱物系原料から一段焼成するだけで活性炭を製造するものであり、0.5~5容量%の酸素を含むガスとの接触の下で、植物系原料を400以上で焼成するものであり、また、鉱物系原料を500以上で焼成するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

前掲特開平9-241014号公報に開示された活性炭の製造方法は、酸素と原料との反応が複雑になり、活性炭の歩留まりが必要以上に低下するという問題があり、該公報の明細書中では、炭酸ガスが使用されることが記載されているが、炭酸ガスが不活性ガスとして使用されるものである。上記活性炭の製造方法は、炭化処理する雰囲気が不活性ガスと酸素とからなる雰囲気中で、木材の炭化処理が行われているものである。

20

【0005】

本発明に係る吸着用木炭の製造方法は、酸素を含有させずに、窒素ガス、アルゴンガス、ヘリウムガス、水素ガス及び一酸化炭素ガスの群から選択されるガスの少なくとも1種を含む不活性ガスの雰囲気中に、反応ガスとしての二酸化炭素を供給して木材を予め決められた炭化温度に制御し、木材を炭化させると同時に、CとCO₂とによる2COの反応を生じさせて賦活を行わせ、比表面積を増大させるようにした。

30

【0006】

この発明は、窒素ガス等の不活性ガスの雰囲気中に、酸素を供給することなく、反応ガスとしての二酸化炭素を供給して木材を予め決められて炭化温度に制御し、前記木材を炭化させると同時に、CとCO₂とによる2COの反応を生じさせて賦活を行わせ、比表面積を増大させることから成る吸着用木炭の製造方法に関する。

【0007】

この吸着用木炭の製造方法は、前記木材の炭化温度を700~1000の範囲内に温度調整して比表面積を増大させる制御を行うものである。

【0008】

この吸着用木炭の製造方法は、前記不活性ガスとして窒素ガスを使用し、前記窒素ガスに供給される前記反応ガスの前記二酸化炭素の供給量は、1~10容量%に制御して前記二酸化炭素を炭化炉内に流通させるものである。

40

【0009】

この吸着用木炭の製造方法は、製鋼炉、スクラップ溶解炉、精錬炉、焼却炉、熔融炉等の炉からの排ガスを木材炭化炉へ導き、その熱エネルギーによって前記木材の炭化処理を行うものである。

【0010】

この吸着用木炭の製造方法は、前記木材として間伐材、端材等の廃木材をサイジングし、前記木材の炭化処理を行って前記木炭及び木酢液を製造するものである。

【0011】

50

この吸着用木炭の製造方法は、上記のように構成されているので、窒素ガス等の不活性ガスの雰囲気中に反応ガスとしての二酸化炭素を混合し、炭化と賦活を同時に行ったので、活性炭並みの比表面積を持つ木炭を製造することができる。また、この吸着用木炭の製造方法は、木炭の収率を制御することにより、比表面積を制御することが可能である。また、廃木材の有効利用と製鉄炉や焼却炉での排ガス浄化を同時に行うことを着眼し、排ガス吸着用の木炭を廃木材から安価に効率的に製造することが可能になった。その結果、二酸化炭素を利用して炭化を行うことで、吸着用に利用できる比表面積の大きな木炭を製造することができるようになった。

【 0 0 1 2 】

【 発明の実施の形態 】

以下、図面を参照して、この発明による吸着用木炭の製造方法の実施例を説明する。この発明による吸着用木炭の製造方法は、木材を炭化して木炭を製造し、その木炭を吸着剤として活用するものである。この吸着用木炭の製造方法は、特に、従来の炭化処理と異なって不活性ガスの雰囲気中に二酸化炭素を供給して炭化と賦活とを同時に行うという一段階のプロセスで製造することを特徴としています。

【 0 0 1 3 】

この吸着用木炭の製造方法では、スギ材を用いて炭化実験を行い、木炭の比表面積について調査を行ったところ、図3に示すように、木炭の比表面積は、700 - 900 の炭化温度では、木炭の歩留まりと比表面積が一次の正の相関関係になることが分かった。また、この吸着用木炭の製造方法は、作製した木炭について、従来の活性炭の製造時の3%程度の歩留まりと比較すると、同程度の比表面積を持つ木炭が歩留まり良く製造でき、また、比表面積が木炭の歩留まりで制御することが可能であることが分かった。

【 0 0 1 4 】

この吸着用木炭の製造方法は、主として、窒素ガス等の不活性ガスの雰囲気中に、反応ガスとしての二酸化炭素を供給して木材を予め決められて炭化温度に制御し、前記木材を炭化させると同時に、CとCO₂とによる2COの反応を生じさせて賦活を行わせ、比表面積を増大させるものである。不活性ガスとしては、窒素ガスのほかに、アルゴンガス、ヘリウムガス、水素ガス、一酸化炭素ガスやこれらの混合したガスを利用することができる。また、反応ガスとしては、二酸化炭素のほかに、水蒸気(スチーム)や二酸化炭素と水蒸気を混合したガスを利用することができる。水蒸気の場合、水蒸気(H₂O)と木炭中の炭素CとによりH₂とCOが生成する反応が進行し、木炭の賦活が進行する。さらに、焼却炉の燃焼排ガスや金属精錬炉からの排ガスを利用することもできる。

【 0 0 1 5 】

この吸着用木炭の製造方法について、吸着性能の目安として比表面積に着目して、木炭の比表面積に及ぼす二酸化炭素の影響を明らかにするため、スギ材を原料とし窒素+二酸化炭素の混合ガス気流中で炭化を行い、木炭の比表面積と細孔径分布に及ぼす炭化温度と二酸化炭素濃度の影響について調査した。その結果、木炭の比表面積は、400 ~ 700 の炭化温度では小さく、炭化温度や雰囲気中酸素濃度の影響をほとんど受けないが、炭化温度が700 を超えると、木炭の比表面積は、炭化温度の上昇と共に増大し、900 で最大となり、1000 では減少した。さらに、図3に示すようにこの吸着用木炭の製造方法では、700 ~ 900 の温度範囲内では、木炭の歩留まりと比表面積とは同一の良好な一次の負の相関関係があり、回帰直線の傾きの絶対値は1000 の炭化で低下することが分かった。そこで、これを熱力学的な検討から、木炭の比表面積の増大には、C + CO₂ = 2COの反応が関与していると推定されたので、この吸着用木炭の製造方法では、木材の炭化温度を700 ~ 1000 の範囲内に温度調整して比表面積を増大させる制御を行うことにした。

【 0 0 1 6 】

また、この吸着用木炭の製造方法は、具体的には、木材として廃木材を使用し、不活性ガスとして窒素ガスが使用し、窒素ガスに供給される二酸化炭素の供給量を1 ~ 10容量%に制御して二酸化炭素を炭化炉内に流通させることが有効であった。製鉄炉からの排ガス

10

20

30

40

50

の熱によって木材の炭化処理を行うことができることも分かった。

【0017】

この吸着用木炭の製造方法を確立するために、次のようなデータを得た。この吸着用木炭の製造方法によって、木材としてスギ材を使用し、炭化と賦活を同時に行って木炭を製造したところ、窒素と二酸化炭素の混合ガス気流中でスギ材の炭化では、木炭の比表面積に及ぼす炭化温度と二酸化炭素の影響について調査した結果、以下のことが明らかになった。

【0018】

この吸着用木炭の製造方法で作製した木炭の比表面積は、図2示すように、700～900の温度範囲では温度の上昇と共に増大し、炭化温度が900から1000に上昇すると減少する。この傾向は、二酸化炭素の濃度が高いほど顕著であった。また、図3に示すように、700～900の温度範囲と、1000の温度での炭化の場合に、木炭の歩留まりが低下するほど、比表面積が増大するという負の相関関係があることが分かった。700～900の温度範囲で得られた回帰直線の傾きの絶対値は、窒素と酸素雰囲気での炭化で得られた回帰直線の傾きの絶対値より大きい。木炭の増大には、酸素よりも二酸化炭素が有効である。また、炭化温度700～900の温度範囲での木材の炭化では、図3に示すグラフを参照すると、木炭の比表面積は、炭化温度、二酸化炭素の濃度や保持時間の影響を受けず、木炭の歩留まりのみで決定されることが分かった。

【0019】

図1には、この発明による吸着用木炭の製造方法の一実施例を達成する木炭利用排ガス浄化システムのブロック図が示されている。この木炭利用排ガス浄化システム1は、製鋼炉、スクラップ溶解炉、精錬炉、焼却炉、溶融炉等の炉5の廃熱を利用し、間伐材、端材等の廃木材3を利用するので、極めて安価に木炭を製造し、副産物として木酢液を製造するものである。また、製造された木炭や木酢液は、工業、林業や農業等に利用されるものであり、例えば、木炭は、ガス吸着剤、汚水浄化材等の吸着剤、土壌改良剤等に利用され、また、木酢液は、土壌改良剤、有機農業利用、消毒剤等に利用され、発生した灰は肥料等に利用することができる。

【0020】

この木炭利用排ガス浄化システム1は、例えば、廃木材3をサイジング4の処理をし、炉5からの排ガス熱をダスト分離機6等を通して木材炭化炉2へ導き、その熱エネルギーによって木材の炭化処理を行って木炭を製造するものであり、副産物として木酢液が製造される。木材炭化炉2からのガスは、ガス冷却・ダスト分離機7を通して木炭吸着塔8へ導き、木炭吸着塔8でダイオキシン、硫化物等の有害物を木炭で吸着浄化処理し、クリーンな排ガスとして煙突等の放出手段9から外部へ排出する。炉5には、スクラップ等の原料10が投入され、炉5によって溶鋼11に生成され、発生したスラグ12やダスト13は、廃棄又は種々の処理が行われ、含まれている重金属等は回収される。

【0021】

この吸着用木炭の製造方法によって木材を炭化して木炭を作製するにあたって、木炭炭化炉に窒素と二酸化炭素とのガス気流を作り、コントローラで温度と雰囲気制御しながら、大容量型の熱天秤装置を用いて木材の重量変化を連続的に測定した。木材としては、十分に乾燥させた市販のスギの心材から一辺が約10mmの角材を切り出し、炭化用の試料にした。木材の含水率を試験毎に測定した結果11.0～13.6%の範囲であり、試験毎の大きな変化はなかった。主な試験の結果を、表1と表2に示す。この時の炭化温度は400～1000とし、雰囲気中の二酸化炭素濃度は1～10%とした。

【表1】

試料	温度 (°C)	ガスの組成	保持時間 (min)	比表面積 (m ² /g)	ポア容積 (cm ³ /g)	歩留まり (%)
C1-400	400	N ₂ +CO ₂ :1%	60	14.56	—	28.24
C1-500	500	N ₂ +CO ₂ :1%	60	37.62	—	26.22
C1-600	600	N ₂ +CO ₂ :1%	60	55.03	—	25.99
C1-700	700	N ₂ +CO ₂ :1%	60	111.97	—	24.43
C1-800	800	N ₂ +CO ₂ :1%	60	319.43	—	23.00
C1-900	900	N ₂ +CO ₂ :1%	60	568.97	—	20.06
C1-1000	1000	N ₂ +CO ₂ :1%	60	349.50	—	13.44
C2-400	400	N ₂ +CO ₂ :2%	60	10.33	—	30.01
C2-500	500	N ₂ +CO ₂ :2%	60	18.14	—	27.51
C2-600	600	N ₂ +CO ₂ :2%	60	31.10	—	26.34
C2-700	700	N ₂ +CO ₂ :2%	60	59.03	—	24.51
C2-800	800	N ₂ +CO ₂ :2%	60	447.36	—	21.16
C2-900	900	N ₂ +CO ₂ :2%	60	749.74	—	15.28
C2-1000	1000	N ₂ +CO ₂ :2%	60	368.60	—	15.41
C5-400	400	N ₂ +CO ₂ :5%	30	4.75	5.11	32.58
C5-500	500	N ₂ +CO ₂ :5%	30	13.43	5.77	28.14
C5-600	600	N ₂ +CO ₂ :5%	30	29.06	6.07	26.32
C5-700	700	N ₂ +CO ₂ :5%	30	76.63	6.68	25.24
C5-800	800	N ₂ +CO ₂ :5%	30	438.07	6.28	21.21
C5-900	900	N ₂ +CO ₂ :5%	30	786.81	6.19	12.69
C5-1000	1000	N ₂ +CO ₂ :5%	30	355.17	4.52	5.81
C5-700B	700	N ₂ +CO ₂ :5%	300	662.35	—	14.13

10

20

30

【表2】

試料	温度 (°C)	ガスの組成	保持時間 (min)	比表面積 (m ² /g)	ポア容積 (cm ³ /g)	歩留まり (%)
C10-400	400	N ₂ +CO ₂ :10%	20	10.13	—	27.91
C10-500	500	N ₂ +CO ₂ :10%	20	36.20	—	26.72
C10-600	600	N ₂ +CO ₂ :10%	20	72.60	—	25.17
C10-700	700	N ₂ +CO ₂ :10%	20	179.85	—	24.33
C10-800	800	N ₂ +CO ₂ :10%	20	446.83	—	20.97
C10-900	900	N ₂ +CO ₂ :10%	20	845.08	—	14.51
C10-1000	1000	N ₂ +CO ₂ :10%	20	366.34	—	5.20
N-400-01	400	N ₂	60	30.34	4.57	28.81
N-500	500	N ₂	60	65.95	5.69	26.57
N-600-01	600	N ₂	60	57.84	5.39	24.99
N-700	700	N ₂	60	9.38	5.06	25.11
N-800-01	800	N ₂	60	37.19	5.18	23.21
N-900	900	N ₂	60	52.46	5.82	23.48
N-1000-01	1000	N ₂	60	30.42	4.59	23.76

10

20

【0022】

試料の重量を測定した後、試料をアルミ製のルツボに入れ、内容積が約900 cm³の木炭炭化炉内でルツボを天秤で吊るし、外気と遮断した。木炭炭化炉内の雰囲気を一に保つため、反応によって消費される二酸化炭素を、所定の濃度に保つために木炭炭化炉内に流通した。ガスを流通したまま、100 / minの速度で所定の温度まで加熱昇温して所定の時間保持した後、急冷した。この間の試料の重量変化を温度と共に連続的に記録した。また、ガス流量は、炭化が木材中の水分や熱分解物の影響を受けないように1000 cm³ / minに設定した。所定の二酸化炭素濃度のガスは、窒素ガスおよび二酸化炭素ガスを、流量計を用いて所定の割合で流通させ、流量計の出口で混合し、調製した。用いた窒素ガス、二酸化炭素ガスとも、主要な成分の純度が99.99%以上であり、露点は-70以下である。窒素ガスは、酸素含有量が10 ppm以下の純度を有する。また、試験後に得られた木炭の重量を、水分等の吸着、吸収を受けないように冷却後、直ちに測定した。

30

【0023】

また、炭化前試料の重量W₀ (g)、含水率μ (%)と木炭の重量W_c (g)から、下記の式に従って木炭の歩留まりY (%)を算出した。

$$Y = W_c / \{ W_0 \cdot (1 - \mu / 100) \} \times 100$$

40

得られた木炭について、比表面積及び細孔径分布、細孔容積の測定を行なった。木炭をカッターにて3 mm以下に粗粉碎した後、これを相対圧0.294で比表面積を測定した。測定した木炭の比表面積と細孔容積の結果と、上記の式から算出した木炭の歩留まりを表1と表2に示した。

【0024】

表1と表2から分かるように、木炭の歩留まりは、窒素ガスと二酸化炭素との混合ガス雰囲気中での炭化では炭化温度が高くなるほど低下する傾向があることが分かる。また、木炭の歩留まりは、主に、木材の熱分解による揮発分の放出と、炭化雰囲気中の二酸化炭素と木炭との反応による木炭中の炭素の消費とにより決定される。炭化温度の上昇に伴う木炭の歩留まりの低下は、木炭と二酸化炭素との反応の進行に伴う炭素の消費が主な原因と

50

考えられる。

【0025】

窒素と二酸化炭素の混合ガス雰囲気中で炭化した木炭の比表面積に及ぼす炭化温度の影響は、窒素雰囲気中で炭化した木炭と比較して図2に示す。図2に示すように、400～600の温度範囲で炭化した場合には、得られた木炭の比表面積は小さく、また、温度や雰囲気中の二酸化炭素濃度に依存しない傾向が見られた。更に、700～1000の温度範囲での炭化では、木炭の比表面積は、炭化温度の上昇と共に増大し900で最大となり、1000で減少する傾向が見られた。この傾向は、二酸化炭素濃度が高くなるほど顕著になる。一方、窒素雰囲気での炭化では、炭化温度の上昇に伴い木炭の比表面積が増大する傾向は見られない。

10

【0026】

木炭の比表面積を増大できる炭化条件を、700～1000の温度範囲での炭化の場合について検討する。木炭の比表面積と木炭の歩留まり（木炭と雰囲気中の酸素との反応量）との間に相関関係があり、相関関係が炭化温度で異なることが明らかになった。炭化温度において得られた木炭の比表面積と木炭の歩留まりとの関係を図3に示した。図3には、窒素と5%二酸化炭素との雰囲気中で、700で300分炭化を行った木炭の比表面積の結果も併せて示した。図3に示すように、木炭の歩留まりと比表面積の間には相関関係があることが分かる。特に、700～900での炭化では、炭化濃度、雰囲気中の二酸化炭素濃度、保持時間に依存せず、木炭の歩留まりと比表面積とは良好な相関関係があることが分かる。そこで、700～900の温度範囲の炭化と1000での炭化結果を分けて、最小二乗法によって求めた回帰直線を図示した。この時の相関係数は、700～900での炭化の結果では-0.92、1000での炭化の結果では-0.82の値であり、木炭の歩留まりと比表面積とは高い負の相関関係がある。従って、700～900の温度範囲の炭化では、木炭の比表面積は、炭化温度、雰囲気中の二酸化炭素濃度、保持時間に依存せず、炭化温度と木炭の歩留まり（木炭と雰囲気中の二酸化炭素との反応量）とで決定されることが分かる。

20

【0027】

表1と表2に示すように、同一の炭化温度では、二酸化炭素濃度が高いほど木炭の歩留まりが低下する傾向がある。また、図3に示すように、同一の炭化温度では、木炭の歩留まりと比表面積とは高い負の相関関係にあることが認められた。以上の結果から、図2に示した、700～1000の温度範囲での炭化において、木炭の比表面積が炭化温度の上昇と共に増大し、900で最大となり、1273Kで減少する傾向が見られ、この傾向が二酸化炭素濃度が高くなるほど顕著になるという結果は、雰囲気中の二酸化炭素濃度そのものの影響ではなく、二酸化炭素と木炭との反応量による影響であることが分かる。言い換えると、同一の炭化温度では雰囲気中の二酸化炭素濃度が高いほど、二酸化炭素と木炭との反応速度が速く、保持時間内での反応量が増大（木炭の歩留まりが減少）し、比表面積が大きくなったとことが分かる。

30

【0028】

図3に示すように、木炭の歩留まりと比表面積は、負の相関関係を持ち、回帰直線の傾きの絶対値は、炭化温度700～900での炭化に比べ、1000では大幅に小さくなる。従って、スギ材を原料にして大きな比表面積を持つ木炭を製造するためには、700～900での炭化が有効であり、900以上の高い温度での炭化を避ける温度制御が必要であることが分かる。

40

【0029】

次に、木炭の比表面積に及ぼす炭化雰囲気の影響を考察すると次のとおりである。ここで、窒素と酸素雰囲気中で炭化を行った場合を参考にするため、図3に、窒素と酸素との雰囲気中で、900で炭化を行った場合の結果を示している。また、窒素と二酸化炭素との雰囲気中で700～900の温度範囲での炭化では、木炭の歩留まりと比表面積との相関関係は、炭化温度の影響を受けない。また、木炭の歩留まりと比表面積との相関関係を示す回帰直線の傾きの絶対値は、窒素と酸素との雰囲気での炭化の結果と比較すると、

50

窒素と二酸化炭素との雰囲気での炭化の場合の方が大きいことが分かる。従って、木炭の比表面積を増大させるためには、窒素と二酸化炭素との雰囲気中での炭化が有効であると言える。

【0030】

また、木炭の細孔分布と細孔容積に及ぼす炭化温度の影響を考察すると次のとおりである。木炭の細孔容積に及ぼす炭化温度の影響を図4に示す。図4に示すように、細孔容積は炭化温度の上昇と共に緩やかに増大し、700で最大となり、温度の上昇と共に緩やかに低下し、1000で急激に低下する傾向が見られる。また、窒素と5%二酸化炭素との雰囲気中で炭化した木炭の細孔径分布を図5に示す。全ての条件において0.5~3μmの細孔が発達していることがわかる。400~800の範囲での炭化では、細孔径分布に及ぼす炭化温度の明確な影響は見られない。900の炭化では1~2μmでのピークが低下し、10~20μmのピークが増大する傾向がある。また、1000での炭化では、両方のピークが低下し、10~20μmのピークが径の小さい方向に移行していることが分かる。1000の炭化では、細孔分布が径の小さい方向に移行し、細孔容積が急激に低下することから、木炭の熱収縮が生じていると考えられる。一方、400の炭化での細孔容積の低下の原因は、表1と表2に示すように、高温での炭化に比べ木炭の歩留まりが高く未炭化物が残留したためと考えられる。

【0031】

この吸着用木炭の製造方法について、上記の試験より次のことが分かった。

1. 400~600の温度範囲では、木炭の比表面積は小さく、また、炭化温度や雰囲気中の二酸化炭素濃度に依存しない傾向が見られる。

2. 木炭の比表面積は、700~900の温度範囲では温度の上昇と共に増大し、炭化温度が900から1000に上昇すると減少する。この傾向は、二酸化炭素濃度が高いほど顕著である。

3. 700~900の温度範囲で、及び、1000の温度での炭化の場合、それぞれ、木炭の歩留まりが低下するほど比表面積が増大するという負の相関関係がある。700~900の温度範囲で得られた回帰直線の傾きの絶対値は、窒素と酸素との雰囲気での炭化の結果と比較すると、窒素と二酸化炭素との雰囲気での炭化結果の方が大きい。即ち、木炭の比表面積の増大には、酸素よりも二酸化炭素が有効である。

4. 700~900の温度範囲での炭化では、木炭の比表面積は、炭化温度、二酸化炭素濃度、保持時間の影響を受けず、木炭の歩留まりのみで決定される。

5. 1000での炭化では、木炭の歩留まりと比表面積の相関関係において、回帰直線の傾きの絶対値が小さくなる傾向が見られる。これは、細孔容積や細孔径分布の結果から、炭化温度の上昇により木炭の熱収縮が生じ、比表面積が低下したことによると考えられる。

6. 炭化温度が700を境にして木炭の比表面積が増大する主な原因は、熱力学的な検討から、700より高い温度では $C + CO_2 = 2CO$ の反応が進行し細孔の生成に関与していることである。

【0032】

この発明による吸着用木炭の製造方法によって作製した木炭による吸着性能を試験するため、木炭によるブタンガスの吸着性能を試験したところ、図6に示す結果を得た。図6から分かるように、この吸着用木炭の製造方法で製造した木炭は、活性炭のブタンガスの吸着より優れていることが分かる。また、窒素ガスと二酸化炭素とから成る炭化雰囲気は、二酸化炭素が1~10%の含有で十分であることが分かる。

【0033】

【発明の効果】

この発明による吸着用木炭の製造方法は、上記のように構成されているので、木材の炭化処理において、炭化温度を700~900の温度範囲に制御すれば、二酸化炭素(CO_2)と木材(C)とによって一酸化炭素($2CO$)への反応が生じて比表面積の大きい木炭が製造される。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による吸着用木炭の製造方法の一実施例を達成する木炭利用排ガス浄化システムを説明するブロック図である。

【図2】木炭の比表面積と炭化温度との関係を示すグラフである。

【図3】木炭の比表面積と歩留りとの関係を示すグラフである。

【図4】炭化温度とポア容積との関係を示すグラフである。

【図5】木炭の細孔径分布図である。

【図6】炭化雰囲気における二酸化炭素の濃度と比表面積及び吸着量との関係を示すグラフである。

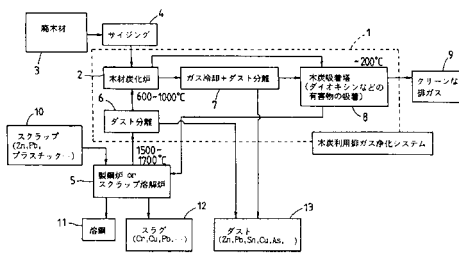
【符号の説明】

- 1 木炭利用排ガス浄化システム
- 2 木材炭化炉
- 3 廃木材
- 4 サイジング
- 5 製鋼炉，スクラップ溶解炉等の炉
- 6 ダスト分離機
- 7 ガス冷却・ダスト分離機
- 8 木炭吸着塔
- 9 クリーン排ガス放出手段
- 10 スクラップ原料
- 11 溶鋼
- 12 スラグ
- 13 ダスト

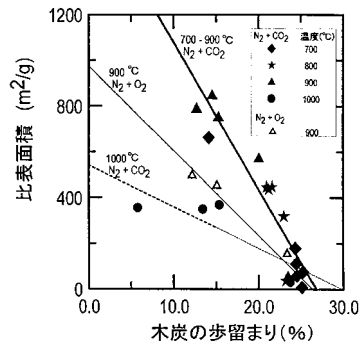
10

20

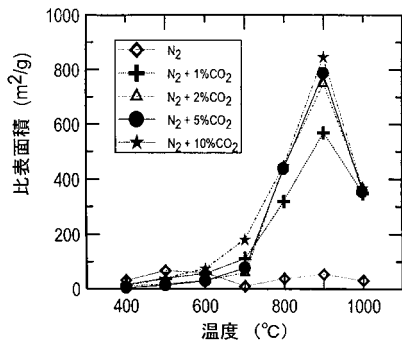
【図1】



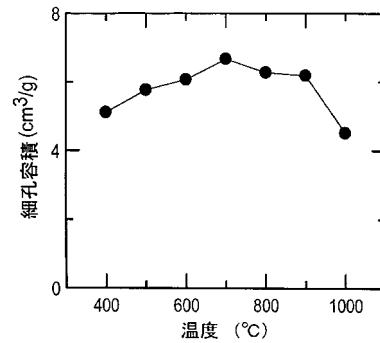
【図3】



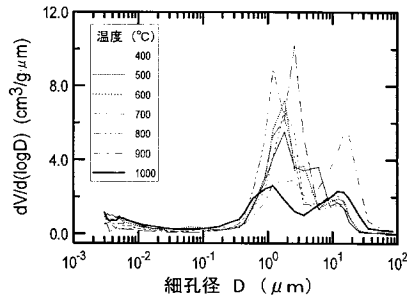
【図2】



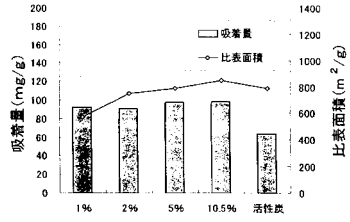
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平05-105414(JP,A)
特開平09-241014(JP,A)
国際公開第00/024671(WO,A1)
材料とプロセス,2000年,vol.13,No.4,p.1006

- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
C01B31/00-31/36