

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5019089号
(P5019089)

(45) 発行日 平成24年9月5日(2012.9.5)

(24) 登録日 平成24年6月22日(2012.6.22)

(51) Int.Cl.

F I

B O 1 J 20/20 (2006.01)

B O 1 J 20/20 B

B O 1 D 53/72 (2006.01)

B O 1 D 53/34 1 2 O D

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-255769 (P2004-255769)
 (22) 出願日 平成16年9月2日(2004.9.2)
 (65) 公開番号 特開2006-68643 (P2006-68643A)
 (43) 公開日 平成18年3月16日(2006.3.16)
 審査請求日 平成19年7月17日(2007.7.17)

(73) 特許権者 000104607
 株式会社キャタラー
 静岡県掛川市千浜 7 8 0 0
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男

最終頁に続く

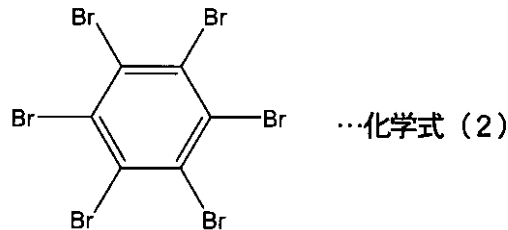
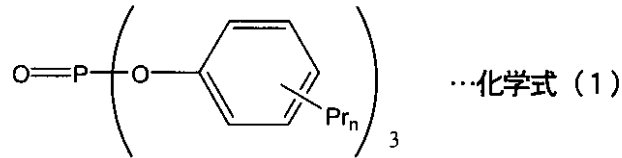
(54) 【発明の名称】 吸着剤、揮発性有機化合物回収装置及び揮発性有機化合物回収システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

揮発した揮発性有機化合物を吸着させるための粒状の吸着剤であって、下記化学式(1)又は(2)で表される有機系難燃剤を、平均粒径が1mmより大きく且つ9mm以下であり、B J H法に従って得られる細孔分布曲線は、細孔直径が2nm以上の範囲内に最大ピークを有している活性炭に、前記活性炭に対して2重量%乃至5重量%の割合で担持させてなることを特徴とする吸着剤。

【化 1】



10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の吸着剤を含んだ吸着剤層と、前記吸着剤層を収容した容器とを具備し、前記揮発した揮発性有機化合物を含んだガスを前記吸着剤層内に流通させることにより前記ガスが含む前記揮発性有機化合物を前記吸着剤に吸着させるように構成されたことを特徴とする揮発性有機化合物回収装置。

【請求項 3】

20

請求項 2 に記載の揮発性有機化合物回収装置と、前記ガスを発生するガス発生源とを具備したことを特徴とする揮発性有機化合物回収システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、吸着剤並びにこれを用いた揮発性有機化合物回収装置及び揮発性有機化合物回収システムに関する。

【背景技術】

【0002】

給油所や製油所などの設備では、多量の揮発性有機化合物（以下、VOC という）を取り扱っている。そのような設備では、VOC を高い濃度で含有したガスが発生する。

30

【0003】

近年、VOC の有害性や大気汚染への関与などが指摘されており、VOC の大気中への放出が大きな問題となっている。したがって、VOC を高濃度に含んだガスを発生する設備では、揮発したVOC が大気中に拡散するのを防止するために、VOC を何等かの方法で回収することが必要である。

【0004】

最も現実的なVOC回収方法の1つとして、VOCを活性炭からなる吸着剤に吸着させる方法がある。この方法には、複雑な装置を必要としないなどの様々な利点がある。

【0005】

40

しかしながら、活性炭は、VOCを吸着すると、その吸着量に応じて吸着力が低下する。したがって、VOCを活性炭に吸着させる方法では、活性炭が或る程度の量のVOCを吸着した時点で、活性炭からVOCを脱着させる必要がある。

【0006】

活性炭からVOCを脱着させる方法としては、例えば、吸着剤層に、空気、水蒸気、窒素などのガスを流通させる方法が考えられる。但し、窒素を使用する方法は、窒素の購入又は製造が必要であるため、大規模設備において非現実的であると共に、この技術の中小規模設備への適用を妨げる。また、吸着剤層に水蒸気を流通させた場合、排ガスはVOCと水とを含むため、吸着剤層から回収したVOCの再利用が難しくなる。

【0007】

50

これに対し、吸着剤層に空気を流通させる方法では、窒素や水蒸気の使用に伴う問題を生じない。したがって、将来、活性炭からのVOCの脱着にこの方法を採用することが十分に予想される。しかしながら、本発明者らは、空気を使用方法には以下の問題があることを見出している。

【0008】

活性炭は、VOCを吸着することにより発熱する。そのため、吸着剤層の温度は200℃近くにまで達する可能性がある。

【0009】

活性炭の着火温度は、本来、300℃以上である。但し、不純物などが存在している場合には、活性炭の着火温度は150℃以下にまで低下することがある。活性炭の着火温度が低いと、例えば、吸着剤層に空気を流通させたときなどに、活性炭が着火し、これがVOCに引火するおそれがある。

【0010】

なお、本発明の先行技術文献としては、以下の特許文献1及び2がある。

【0011】

特許文献1には、微粉末状活性炭及び結合剤を含有した懸濁液を高空隙率無機繊維製紙に吸収させることにより得られた紙と、この紙をコルゲート加工したものとを交互に重ねて接着することにより、活性炭担持ハニカム構造体を製造することが記載されている。また、特許文献1には、先の懸濁液に、有機含燐含窒素化合物、三酸化アンチモン等の難燃剤を、活性炭に対して1/50乃至1/15の重量比で添加すると、難燃性の製品が得られることが記載されている。

【0012】

但し、この方法で使用する微粉末状活性炭の平均粒径は、5μm乃至40μmである。また、先の活性炭担持ハニカム構造体は、オゾン分解用フィルタ、脱臭剤用フィルタ、触媒担持体に利用するためのものである。

【0013】

特許文献2には、細孔直径が30Å乃至300Åであり且つ細孔容積が0.15cc/g以上の活性炭素と、水溶性高分子化合物と、水溶性無機系化合物とを含有したガス吸着用活性炭素紙が記載されている。また、特許文献2には、水溶性無機系化合物として、燐原子又は窒素原子を含有した難燃性を付与し得るものを使用し、活性炭素紙の水溶性無機系化合物を0.1重量%乃至10重量%とすることが記載されている。

【0014】

但し、ここで使用する活性炭素は、繊維状又は100メッシュ以下の微粉末状である。また、先のガス吸着用活性炭素紙は、電子写真複写機で発生するオゾンを除去するために使用する。

【特許文献1】特公平5-34045号公報

【特許文献2】特公平5-43414号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

本発明の目的は、高温の吸着剤層内に空気を流通させて活性炭からVOCを脱着させた場合に活性炭が着火するのを防止することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の第1側面によると、揮発した揮発性有機化合物を吸着させるための粒状の吸着剤であって、下記化学式(1)又は(2)で表される有機系難燃剤を、平均粒径が1mmより大きく且つ9mm以下であり、BJH法に従って得られる細孔分布曲線は、細孔直径が2nm以上の範囲内に最大ピークを有している活性炭に、前記活性炭に対して2重量%乃至5重量%の割合で担持させてなることを特徴とする吸着剤が提供される。

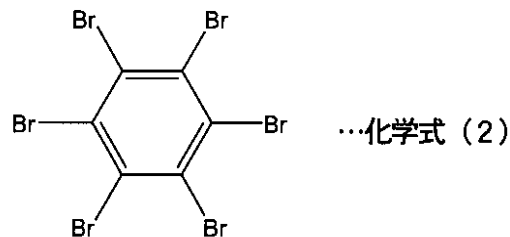
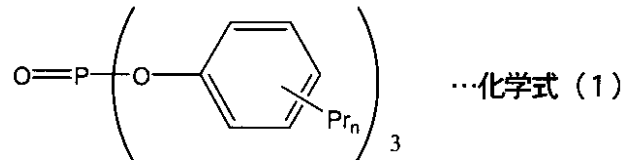
10

20

30

40

【化 2】



10

【0017】

本発明の第2側面によると、第1側面に係る吸着剤を含んだ吸着剤層と、前記吸着剤層を収容した容器とを具備し、前記揮発した揮発性有機化合物を含んだガスを前記吸着剤層内に流通させることにより前記ガスが含む前記揮発性有機化合物を前記吸着剤に吸着させるように構成されたことを特徴とする揮発性有機化合物回収装置が提供される。

20

【0018】

本発明の第3側面によると、第2側面に係る揮発性有機化合物回収装置と、前記ガスを発生するガス発生源とを具備したことを特徴とする揮発性有機化合物回収システムが提供される。

【発明の効果】

【0019】

本発明によると、高温の吸着剤層内に空気を流通させて活性炭からVOCを脱着させた場合に活性炭が着火するのを防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

30

以下、本発明の一態様について、詳細に説明する。

VOCの殆どは、発火温度が200℃以上である。したがって、例えば、VOCの吸着によって吸着剤層の温度が200℃近くにまで達したとしても、活性炭が着火しない限り、VOCの発火は生じない。

【0021】

活性炭の着火温度は、本来、300℃以上である。それゆえ、これまで、活性炭の着火に起因したVOCの発火は考慮されていなかった。

【0022】

しかしながら、活性炭が例えばアルカリ金属などの不純物を含んでいる場合などには、その着火温度が150℃以下にまで低下することがある。そのため、吸着剤として活性炭を使用した場合には、例えば、吸着剤層に空気を流通させたときなどに、活性炭が着火し、これがVOCに引火する可能性がある。

40

【0023】

本態様では、VOCを吸着するための吸着剤として、活性炭を使用する代わりに、活性炭に有機系難燃剤を担持させてなる粒状の吸着剤を使用する。本態様では、さらに、有機系難燃剤の活性炭に対する割合を0.1重量%以上とする。こうすると、活性炭が不純物を含有している場合であっても、着火温度を200℃以上とすることができる。すなわち、高温の吸着剤層内に空気を流通させて活性炭からVOCを脱着させた場合に活性炭が着火するのを防止可能となる。

【0024】

50

このように、活性炭に難燃剤を担持させると、その着火温度が上昇する。しかしながら、難燃剤の活性炭に対する割合が高いと、活性炭の細孔閉塞が顕著になる。その結果、VOCを吸着する能力が不十分になる。

【0025】

本態様では、有機系難燃剤の活性炭に対する割合を10重量%以下とする。こうすると、活性炭の細孔閉塞に起因してVOCを吸着する能力が不十分になるのを防止することができる。

【0026】

なお、一般に、無機系難燃剤は、有機系難燃剤と比較して、活性炭に担持させることが難しい。そのため、活性炭に無機系難燃剤を均一に担持させることは困難である。これに対し、有機系難燃剤は、例えば、これを適当な溶媒に溶かしてなる溶液を活性炭に含浸させる方法などにより、活性炭に均一に担持させることができる。

10

【0027】

それゆえ、有機系難燃剤で活性炭の着火温度を低下させる場合、より少ない難燃剤使用量で、無機系難燃剤で活性炭の着火温度を低下させる場合と同等の効果を得ることができる。すなわち、有機系難燃剤を使用した場合には、無機系難燃剤を使用した場合と比較して、活性炭の細孔閉塞に起因したVOC吸着能力低下が生じ難い。

【0028】

先に説明した通り、活性炭は、VOCを吸着すると、その吸着量に応じて吸着力が低下する。したがって、活性炭が或る程度の量のVOCを吸着した時点で、活性炭からVOCを脱着させる必要がある。

20

【0029】

活性炭の細孔直径が小さい場合、VOCの脱着が生じ難い。VOCの脱着が生じ難いと、活性炭の吸着力を十分に回復させることができなくなる。そのため、吸着と脱着とを繰り返すに従い、脱着直後における活性炭の吸着力が低下する。

【0030】

本態様では、典型的には、BJH (Barrett-Joyner-Halenda) 法に従って得られる細孔分布曲線が細孔直径2 nm以上の範囲内に最大ピークを有するように吸着剤を設計する。ここで、「最大ピーク」は、細孔分布曲線が極大値を1つのみ有している場合は、この極大値に対応した細孔分布曲線上の点を意味する。また、細孔分布曲線が極大値を複数有している場合は、「最大ピーク」は、最も大きな極大値に対応した細孔分布曲線上の点を意味する。

30

【0031】

図1は、細孔分布曲線の例を示すグラフである。図中、横軸は細孔直径R (nm)を示し、縦軸は細孔容積Vの細孔直径Rによる微分 dV/dR (任意単位)を示している。

【0032】

図1において、細孔分布曲線Aは、細孔直径Rが2 nm未満の範囲内に最大ピークを有している。このように、細孔分布曲線が細孔直径2 nm未満の範囲内に最大ピークを有している場合、VOCを活性炭から脱着させてその吸着力を十分に回復させるには、後述する揮発性有機化合物回収装置の容器から吸着剤を取り出して通気処理や減圧処理などの再生処理を施す必要がある。

40

【0033】

これに対し、図1において、細孔分布曲線B及びCは、細孔直径Rが2 nm以上の範囲内に最大ピークを有している。このように、細孔分布曲線が細孔直径2 nm以上の範囲内に最大ピークを有している場合には、VOCを活性炭から脱着させてその吸着力を十分に回復させるうえで、後述する揮発性有機化合物回収装置の容器から吸着剤を取り出す必要がない。すなわち、オンサイトで活性炭の吸着力を十分に回復させることができる。

【0034】

細孔分布曲線は、例えば、以下の方法により作成する。

まず、77.4 K (窒素の沸点) の窒素ガス中で、窒素ガスの圧力P (mmHg) を徐

50

々に高めながら、各圧力 P 毎に、吸着剤の窒素ガス吸着量 (cc/g) を測定する。次いで、圧力 P (mmHg) を窒素ガスの飽和蒸気圧 P_0 (mmHg) で除した値を相対圧力 P/P_0 として、各相対圧力 P/P_0 に対する窒素ガス吸着量をプロットすることにより吸着等温線を得る。その後、この吸着等温線から、BJH法に従って細孔分布を求める。このようにして、細孔分布曲線が得られる。なお、BJH法は、例えば、「J. Am. Chem. Soc. (1951), 73, 373-380」などに記載されている。

【0035】

本態様では、吸着剤の平均粒径を 1 mm より大きくする。吸着剤の平均粒径が 1 mm 以下である場合、吸着剤層にガスを流通させる際の圧力損失が大きく、実用には不向きである。

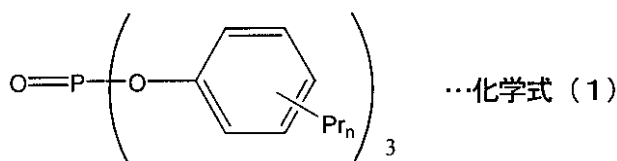
10

【0036】

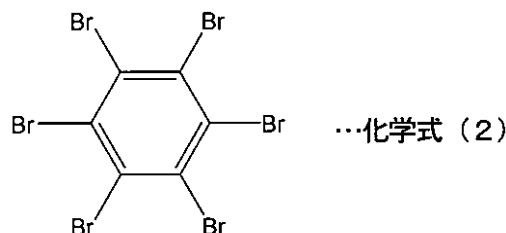
有機系難燃剤としては、例えば、燐酸エステルや含ハロゲン有機化合物などを使用することができる。燐酸エステルとしては、例えば、下記化学式 (1) に示す燐酸トリアリールのイソプロピル化物などを挙げることができる。含ハロゲン有機化合物としては、例えば、下記化学式 (2) に示すヘキサブロモベンゼンなどを挙げることができる。

【0037】

【化1】



20



30

【0038】

吸着剤の平均粒径は、 4 mm 以上であってもよい。また、吸着剤の平均粒径は 15 mm より小さくてもよく、 9 mm 以下であってもよい。吸着剤の平均粒径が大きい場合、ガスの吸着剤との接触が不十分となることがある。

【0039】

活性炭に対する有機系難燃剤の割合は、2重量%以上であってもよい。また、活性炭に対する有機系難燃剤の割合は、5重量%以下であってもよい。

【0040】

この吸着剤は、上記の通り、粒状に形成する。典型的には、この吸着剤はペレット状とする。

40

【0041】

次に、上記の吸着剤を用いた揮発性有機化合物回収装置及び揮発性有機化合物回収システムについて説明する。

【0042】

図2は、本発明の一態様に係る吸着剤を用いた揮発性有機化合物回収システムの一例を概略的に示す図である。この揮発性有機化合物回収システムは、ガス発生源1と、揮発性有機化合物回収装置2とを含んでいる。また、ここでは、一例として、揮発性有機化合物回収システムは、液化装置3をさらに含んでいる。

【0043】

50

ガス発生源 1 は、揮発した V O C を含んだガスを発生する設備又は装置である。ガス発生源 1 は、典型的には、V O C を 5 0 0 p p m 乃至 1 0 0 0 p p m 又はそれ以上の濃度で含有したガスを発生する。ガス発生源 1 としては、例えば、製油所や給油所などにおいて、V O C を液体として貯蔵するリザーバ（又はタンク）や、これから他のリザーバ（又はタンク）へと V O C を分配するためのノズルなどを挙げることができる。また、ガス発生源 1 としては、例えば、印刷機などのように、多量の V O C を溶剤として使用している装置を挙げることができる。

【0044】

揮発性有機化合物回収装置 2 は、ガス発生源 1 に接続されている。揮発性有機化合物回収装置 2 は、ガス発生源 1 が発生するガス、すなわち揮発した V O C を含んだガス、から

10

【0045】

揮発性有機化合物回収装置 2 は、容器 2 1 と、この中に収容された上記の吸着剤 2 2 とを含んでいる。

【0046】

容器 2 1 は、例えば、給気口と排気口とが設けられた密閉容器である。ここでは、一例として、容器 2 1 の上板部に、ガス発生源 1 と容器 2 1 の内部とを連絡する第 1 給気口と、例えばエアポンプなどの空気供給源（図示せず）から容器 2 1 の内部への空気の供給を可能とする第 2 給気口と、容器 2 1 内のガスを液化装置 3 へと排気するための排気口とを設けている。また、これら第 1 及び第 2 給気口並びに排気口をそれぞれガス発生源 1 及び

20

【0047】

容器 2 1 には、第 2 給気口と排気口との間に、上板部から底板部に向けて延びた仕切板を有している。この仕切板は、容器 2 1 内の上部空間を 2 つの部分へと仕切っている。

【0048】

吸着剤 2 2 は、容器 2 1 内に吸着剤層を形成している。吸着剤層は、容器 2 1 の仕切板の端部を埋め込んでいる。

【0049】

この揮発性有機化合物回収装置 2 でガス発生源 1 が発生するガス、すなわち揮発した V O C を含んだガス、から V O C を回収する場合、第 1 給気口とガス発生源 1 とを連絡する流路に設けたバルブを開き、第 2 給気口及び排気口と空気供給源及び液化装置 3 とをそれぞれ連絡する流路に設けたバルブを閉じる。これにより、ガス発生源 1 が発生するガスを容器 2 1 内へと導入し、このガスに含まれる V O C を吸着剤 2 2 に吸着させる。

30

【0050】

また、吸着剤 2 2 から V O C を脱離させてその吸着力を回復させる場合、第 1 給気口とガス発生源 1 とを連絡する流路に設けたバルブを閉じ、第 2 給気口及び排気口と空気供給源及び液化装置 3 とをそれぞれ連絡する流路に設けたバルブを開く。この状態で、空気供給源（図示せず）から容器 2 1 の内部へと空気を供給する。これにより、吸着剤 2 2 から V O C を脱離させ、脱離した V O C を空気と共に容器 2 1 から排気する。

【0051】

40

液化装置 3 は、例えば、揮発性有機化合物回収装置 2 から供給されるガスを冷却することにより、このガスが含む V O C を液化する。液化した V O C は、例えば、ガス発生源 1 或いはこれを含む設備又は装置で再利用する。

【0052】

なお、ここでは、揮発性有機化合物回収装置 2 が排出するガスを液化装置 3 に供給しているが、このガスは液化装置 3 に供給しなくてもよい。例えば、揮発性有機化合物回収装置 2 が排出するガスを気体燃料として使用する場合は、揮発性有機化合物回収装置 2 が排出するガスを内燃機関や炉などの燃焼装置に供給してもよい。また、揮発性有機化合物回収装置 2 が排出するガスは、密閉容器に供給してもよい。

【実施例】

50

【0053】

以下、本発明の実施例について説明する。

【0054】

(実施例1)

本例では、活性炭として、平均粒径が4mmのペレット状の石炭系活性炭を使用した。また、本例では、難燃剤として、有機燐酸エステルである上記化学式(1)に示す燐酸トリアリールのイソプロピル化物を使用した。これら活性炭及び難燃剤を用いて、以下の方法により吸着剤を調製した。すなわち、100mL(38g、充填密度0.38g/mL)の活性炭と、0.76gの難燃剤を40mLのメタノールに溶解してなる溶液とを均一に混合し、これを空气中で30分間放置後、80℃で30分間の乾燥を行った。以下、このようにして得られた吸着剤をサンプル(1)という。

10

【0055】

(実施例2)

本例では、活性炭として、平均粒径が9mmのペレット状の石炭系活性炭を使用した。また、本例では、難燃剤として、含ハロゲン有機化合物である上記化学式(2)に示すヘキサプロモベンゼンを使用した。これら活性炭及び難燃剤を用いて、以下の方法により吸着剤を調製した。すなわち、100mL(40g、充填密度0.40g/mL)の活性炭と、4.0gの難燃剤を40mLのメタノールに溶解してなる溶液とを均一に混合し、これを空气中で30分間放置後、80℃で30分間の乾燥を行った。以下、このようにして得られた吸着剤をサンプル(2)という。

20

【0056】

(比較例1)

本例では、実施例1で使用したのと同様の石炭系活性炭を吸着剤とした。すなわち、本例では、難燃剤は使用しなかった。以下、この吸着剤をサンプル(3)という。

【0057】

(比較例2)

本例では、活性炭として、実施例1で使用したのと同様の石炭系活性炭を使用した。また、本例では、難燃剤として、平均粒径が10μmの三酸化アンチモン粉末を使用した。これら活性炭及び難燃剤を用いて、以下の方法により吸着剤を調製した。すなわち、100mL(38g、充填密度0.38g/mL)の活性炭と1.9gの難燃剤とを、35mLの水に均一に分散させ、これを空气中で30分間放置後、120℃で30分間の乾燥を行った。以下、このようにして得られた吸着剤をサンプル(4)という。

30

【0058】

(比較例3)

本例では、活性炭として、実施例2で使用したのと同様の石炭系活性炭を使用した。また、本例では、難燃剤として、平均粒径が8μmの水酸化マグネシウム粉末を使用した。これら活性炭及び難燃剤を用いて、以下の方法により吸着剤を調製した。すなわち、100mL(40g、充填密度0.40g/mL)の活性炭と2.0gの難燃剤とを、35mLの水に均一に分散させ、これを空气中で30分間放置後、120℃で30分間の乾燥を行った。以下、このようにして得られた吸着剤をサンプル(5)という。

40

【0059】

(比較例4)

本例では、活性炭として、実施例1で使用したのと同様の石炭系活性炭を使用した。また、本例では、難燃剤として、実施例1で使用したのと同様の難燃剤を使用した。これら活性炭及び難燃剤を用いて、以下の方法により吸着剤を調製した。すなわち、100mL(38g、充填密度0.38g/mL)の活性炭と、5.7gの難燃剤を40mLのメタノールに溶解してなる溶液とを均一に混合し、これを空气中で30分間放置後、80℃で30分間の乾燥を行った。以下、このようにして得られた吸着剤をサンプル(6)という。

【0060】

50

(実施例 3)

本例では、活性炭として、平均粒径が4 mmのペレット状のヤシ系活性炭を使用した。また、本例では、難燃剤として、実施例1で使用したのと同様の難燃剤を使用した。これら活性炭及び難燃剤を用いて、以下の方法により吸着剤を調製した。すなわち、100 mL (45 g、充填密度0.45 g/mL)の活性炭と、0.23 gの難燃剤を40 mLのメタノールに溶解してなる溶液とを均一に混合し、これを空气中で30分間放置後、120℃で30分間の乾燥を行った。以下、このようにして得られた吸着剤をサンプル(7)という。

【0061】

(比較例 5)

本例では、活性炭として、平均粒径が1 mmのペレット状の石炭系活性炭を使用した。また、本例では、難燃剤として、実施例1で使用したのと同様の難燃剤を使用した。これら活性炭及び難燃剤を用いて、以下の方法により吸着剤を調製した。すなわち、100 mL (35 g、充填密度0.35 g/mL)の活性炭と、1.75 gの難燃剤を40 mLのメタノールに溶解してなる溶液とを均一に混合し、これを空气中で30分間放置後、120℃で30分間の乾燥を行った。以下、このようにして得られた吸着剤をサンプル(8)という。

【0062】

サンプル(1)乃至(8)のそれぞれについて、先に説明した方法により吸着等温線を作成し、この吸着等温線から、BJH法に従って細孔分布を求めた。以下の表1に、細孔分布曲線の最大ピークに対応した細孔直径を、各種物性値などと共に纏める。

【0063】

【表1】

表 1

サンプル	吸着剤		活性炭		難燃剤	
	平均粒径 (nm)	細孔直径@最大 ピーク (nm)	原料	充填密度 (g/mL)	種類	添加量 (重量%)
(1)	4	2.5	石炭	0.38	有機リン酸 エステル	2.0
(2)	9	2.1	石炭	0.40	ヘキサブロモ ベンゼン	5.0
(3)	4	2.5	石炭	0.40	—	0
(4)	4	2.5	石炭	0.38	三酸化 アンチモン	5.0
(5)	9	2.1	石炭	0.40	水酸化 マグネシウム	5.0
(6)	4	2.5	石炭	0.38	有機リン酸 エステル	12.0
(7)	4	1.2	ヤシ	0.45	有機リン酸 エステル	5.0
(8)	1	2.2	石炭	0.35	有機リン酸 エステル	5.0

【0064】

次に、サンプル(1)乃至(8)のそれぞれの着火温度を、以下の方法で調べた。まず、サンプル(1)乃至(8)のそれぞれを10 gだけ磁製平皿上に量り取った。これらを、空气中、100℃で5時間加熱し、冷却後、その重量変化を測定した。次いで、加熱温

度を50℃上昇させたこと以外は同様の加熱－測定サイクルを、加熱温度が400℃に達するまで繰り返した。データを収集後、これら結果をグラフに描き、重量が初期重量の90%以下にまで減少したときの加熱温度を着火温度として求めた。この結果を、以下の表2及び図3乃至図6に纏める。

【0065】

【表2】

サンプル	吸着剤の重量 (g)							着火温度 (°C)
	100°C	150°C	200°C	250°C	300°C	350°C	400°C	
(1)	9.81	9.70	9.51	9.20	8.66	6.40	2.66	260
(2)	9.87	9.57	9.30	9.11	8.89	8.62	8.45	260
(3)	9.72	9.55	5.04	1.87	0.80	0.55	0.54	165
(4)	9.91	9.91	8.43	6.17	3.79	2.66	1.75	185
(5)	9.85	9.31	8.40	6.76	4.68	2.31	1.75	170
(6)	9.56	9.42	9.21	9.11	9.11	8.83	6.57	315
(7)	9.72	9.67	9.52	9.25	8.80	7.60	5.78	270
(8)	9.91	9.91	9.72	9.45	9.03	7.85	6.00	300

【0066】

図3は、サンプル(1)、(3)、(4)及び(6)の加熱温度に対する重量変化を示すグラフである。図4は、サンプル(2)及び(5)の加熱温度に対する重量変化を示すグラフである。図5は、サンプル(1)、(7)及び(8)の加熱温度に対する重量変化を示すグラフである。図6は、難燃剤添加量と着火温度との関係を示すグラフである。

【0067】

図3乃至図5において、横軸は加熱温度を示し、縦軸は吸着剤の重量を示している。また、図3乃至図5において、参照符号S1乃至S8で示す曲線は、それぞれ、サンプル(1)乃至(8)について得られたデータを示している。

【0068】

図6において、横軸は難燃剤添加量を示し、縦軸は着火温度を示している。また、図6に示す曲線は、サンプル(1)、(3)、(6)及び(8)について得られたデータに基づいて描いている。

【0069】

表2及び図3に示すように、難燃剤を使用していないサンプル(3)の着火温度は165℃であった。また、表2並びに図3及び図4に示すように、無機系難燃剤を使用したサンプル(4)及び(5)の着火温度は、それぞれ、185℃及び170℃であった。すなわち、無機系難燃剤を使用した場合、吸着剤の着火温度を高める効果は非常に小さかった。

10

【0070】

これに対し、有機系難燃剤を使用したサンプル(1)、(2)及び(6)乃至(8)の着火温度は、表2及び図3乃至図5に示すように、何れも200℃以上、具体的には260℃以上、であった。また、図6の曲線から明らかなように、同種の活性炭を使用したサンプル(1)、(3)、(6)及び(8)では、有機系難燃剤である有機燐酸エステル添加量が多いほど、着火温度が高くなっている。具体的には、難燃剤添加量を約0.1重量%以上とした場合に着火温度を200℃以上とすることができ、難燃剤添加量を2重量%以上とした場合に着火温度を260℃以上とすることができた。

【0071】

次に、サンプル(1)乃至(8)のそれぞれを以下の繰返吸脱着試験に供し、それらの吸着力の変化を調べた。

20

【0072】

すなわち、まず、サンプル(1)乃至(8)のそれぞれを50mLだけ量り取り、これらを直径30mmのガラスカラムに充填した。これらガラスカラムに、25℃のVOC含有ガスを10L/minの流量で30分間流通させた。ここでは、VOC含有ガスとしてアセトンを含む空気を、アセトン分圧はその25℃における飽和蒸気圧とした。また、このとき、ガラスカラムを取り巻く雰囲気温度は25℃であり、空気の相対湿度は15%以下であった。VOC含有ガス流通後におけるガラスカラムの重量とVOC含有ガス流通前におけるガラスカラムの重量とを測定し、それらの差を初期吸着量とした。

【0073】

次に、これらガラスカラムに、25℃の空気を5L/minの流量で15分間流通させた。空気流通前におけるガラスカラムの重量と空気流通後におけるガラスカラムの重量とを測定し、それらの差を脱着量とした。

30

【0074】

これら吸着と脱着とのサイクルを5回繰返し、各サイクル毎に脱着量を測定した。各サイクルの脱着量を第1回目のサイクルにおける吸着量である初期吸着量で除することにより得られる値を吸脱着量(重量%)とした。この結果を以下の表3並びに図7及び図8に纏める。

【0075】

【表 3】

表 3

サンプル	吸脱着量（重量%）				
	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目
(1)	37.9	36.6	35.6	34.4	34.4
(2)	36.5	34.4	33.1	32.7	32.3
(3)	40.0	38.9	36.5	35.6	35.1
(4)	37.2	35.8	34.5	33.7	33.3
(5)	35.8	33.0	31.7	31.0	30.9
(6)	29.6	27.5	25.3	24.9	24.4
(7)	31.3	21.1	20.2	19.1	18.8
(8)	38.9	33.0	29.5	28.8	28.8

【0076】

図7は、難燃剤添加量と吸脱着量との関係を示すグラフである。図7において、横軸は難燃剤添加量を示し、縦軸は5回目の吸脱着サイクルにおける吸脱着量を示している。また、図7に示す曲線は、サンプル（1）乃至（3）、（6）及び（8）について得られたデータに基づいて描いている。

【0077】

図8は、細孔分布曲線の最大ピークに対応した細孔直径と吸脱着量との関係を示すグラフである。図8において、横軸は細孔分布曲線の最大ピークに対応した細孔直径を示し、縦軸は5回目の吸脱着サイクルにおける吸脱着量を示している。

【0078】

表3及び図8に示すように、細孔分布曲線の最大ピークに対応した細孔直径が小さなサンプル（7）は、サンプル（1）乃至（6）及び（8）と比較して、5回目の吸脱着サイクルにおける吸脱着量が小さい。この結果は、細孔分布曲線の最大ピークに対応した細孔直径が2nm未満の場合には、VOCの脱着が生じ難いことを示している。

【0079】

また、表3及び図7に示すように、細孔分布曲線の最大ピークに対応した細孔直径が十分に大きなサンプル（1）乃至（6）及び（8）では、難燃剤添加量の増加に応じて、吸脱着量が減少した。図7の曲線から明らかなように、特に、難燃剤添加量を10.0重量%以下とした場合に、吸脱着量が多くなった。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】細孔分布曲線の例を示すグラフ。

【図2】本発明の一態様に係る吸着剤を用いた揮発性有機化合物回収システムの一例を概略的に示す図。

【図3】吸着剤の加熱温度に対する重量変化を示すグラフ。

【図4】吸着剤の加熱温度に対する重量変化を示すグラフ。

【図5】吸着剤の加熱温度に対する重量変化を示すグラフ。

【図6】難燃剤添加量と着火温度との関係を示すグラフ。

10

20

30

40

50

【図 7】難燃剤添加量と吸脱着量との関係を示すグラフ。

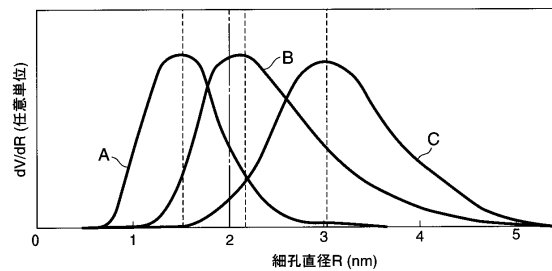
【図 8】細孔分布曲線の最大ピークに対応した細孔直径と吸脱着量との関係を示すグラフ。

【符号の説明】

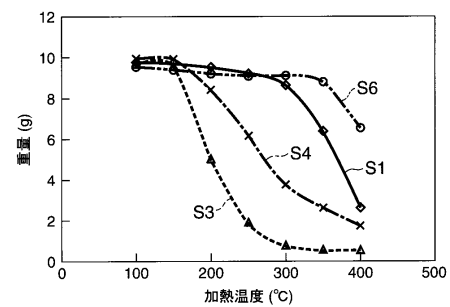
【0081】

1…ガス発生源、2…揮発性有機化合物回収装置、3…液化装置、21…容器、22…吸着剤、A…細孔分布曲線、B…細孔分布曲線、C…細孔分布曲線、S1…データ、S2…データ、S3…データ、S4…データ、S5…データ、S6…データ、S7…データ、S8…データ。

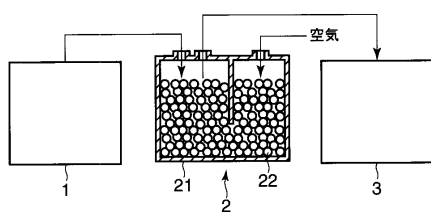
【図 1】



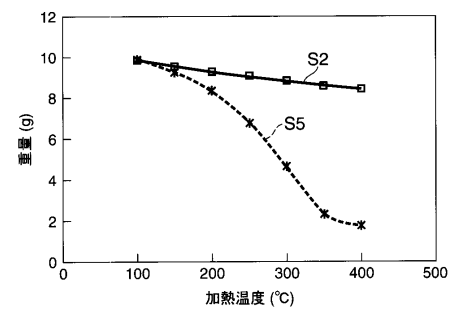
【図 3】



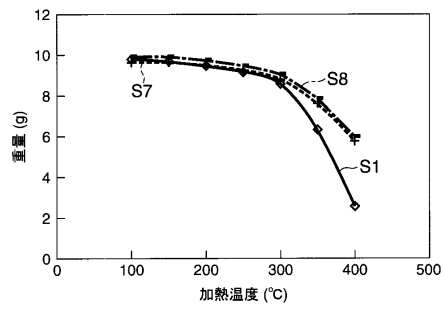
【図 2】



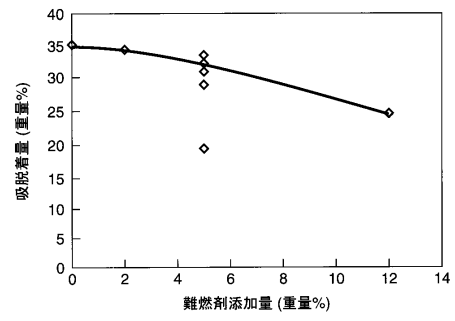
【図 4】



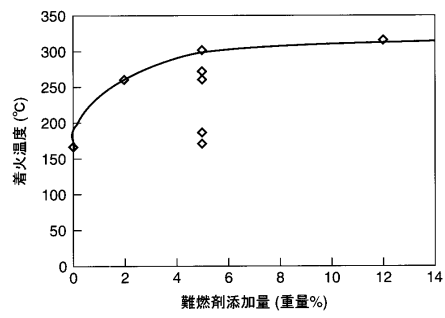
【図 5】



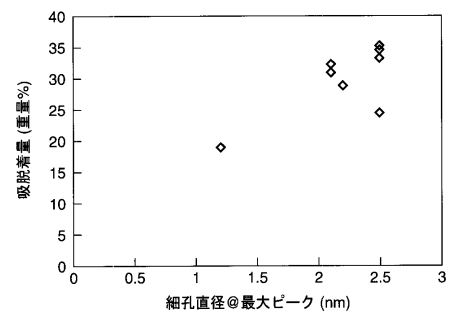
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 榊原 吉延
静岡県小笠郡大東町千浜7800番地 株式会社キャタラー内
- (72)発明者 青野 広和
静岡県小笠郡大東町千浜7800番地 株式会社キャタラー内

審査官 板谷 一弘

- (56)参考文献 特開昭58-177139 (JP, A)
特開2001-140368 (JP, A)
特開昭63-221846 (JP, A)
特開昭63-078739 (JP, A)
特開2003-314387 (JP, A)
特開平07-277716 (JP, A)
特開平05-068879 (JP, A)
特開平07-185249 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B01J 20/00-20/34,
B01D 53/34