

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-139440

(P2005-139440A)

(43) 公開日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C08J 11/16	C08J 11/16 ZAB	4C080
A61L 9/00	A61L 9/00 C	4D004
B01D 53/86	B01J 35/02 J	4D048
B01D 53/94	B01D 53/36 J	4F301
B01J 35/02	B01D 53/36 G	4G069
	審査請求 未請求 請求項の数 12 O L	(全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-300656 (P2004-300656)
 (22) 出願日 平成16年10月14日 (2004.10.14)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-357616 (P2003-357616)
 (32) 優先日 平成15年10月17日 (2003.10.17)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

特許法第30条第1項適用申請有り 2003年7月7日発行の「会報光触媒第11号」に発表

(71) 出願人 503382449
 水口 仁
 神奈川県横浜市中区本牧三之谷33-7
 (74) 代理人 100086896
 弁理士 鈴木 悦郎
 (72) 発明者 水口 仁
 横浜市中区本牧三之谷33-7
 (72) 発明者 新原 俊広
 横浜市港北区大豆戸町472-5リオナ新
 横浜205
 (72) 発明者 鈴木 茂
 東京都板橋区板橋1-53-12-290
 7

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化合物の分解方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】半導体を加熱すると多くの熱平衡キャリアーが生成することを利用し、化合物の分解廃棄方法を提供するものであり、しかも炭酸ガスと水とに完全分解されることから、環境を破壊することのない優れた方法である。又、ポリマーの分解ばかりでなく、医療廃棄物、ダイオキシン、PCB、土壌汚染等にも効果がある。

【解決手段】被分解化合物と半導体粉末を混合し、又は何らかの方法で接触させ、100~600にて、酸素の存在下に酸化分解する分解方法であり、好ましくは半導体が二酸化チタンである。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被分解化合物を酸素の存在下、半導体粉末に 100 以上にて接触させ、前記の被分解化合物を酸化分解することを特徴とする化合物の分解方法。

【請求項 2】

接触温度が 100 ~ 600 である請求項 1 記載の化合物の分解方法。

【請求項 3】

半導体の高温状態で生成する熱平衡キャリア - のうち、正孔酸化力を利用した請求項 1 又は 2 に記載の化合物の分解方法。

【請求項 4】

半導体が高温状態ならびに酸素雰囲気下でも安定に存在する半導体である請求項 1 乃至 3 いずれか 1 に記載の化合物の分解方法。

10

【請求項 5】

半導体が酸化物半導体である請求項 1 乃至 4 いずれか 1 に記載の化合物の分解方法。

【請求項 6】

半導体が二酸化チタンである請求項 5 記載の化合物の分解方法。

【請求項 7】

被分解化合物が熱可塑性樹脂である請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 に記載の化合物の分解方法。

【請求項 8】

被分解化合物が熱硬化性樹脂である請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 に記載の化合物の分解方法。

20

【請求項 9】

被分解化合物が有機溶剤である請求項 1 記載の化合物の分解方法。

【請求項 10】

被分解化合物がガス体である請求項 1 記載の化合物の分解方法。

【請求項 11】

被分解化合物としてのガス体が NO_x、SO_x、硫化水素、アンモニアである請求項 10 記載の化合物の分解方法。

【請求項 12】

被分解化合物が単独又は複数の混合物からなる医療廃棄物である請求項 1 記載の化合物の分解方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体を用いた化合物の分解方法に関するもので、主として高温領域で飛躍的に生成する正孔キャリアの酸化力を利用するものである。

【背景技術】

【0002】

以下、本発明を主としてポリマ - の分解方法を例にとって説明すると、使用済みのポリマー成形物を廃棄処理するために、ポリマーのリサイクルや分解が知られている。例えば、ポリマー成形物を加熱により分解しようとする場合、かなりの高温を必要とするため、そのエネルギーの損失が高いうえ、処理する炉を傷めたり、公害等の環境の低下をひき起こす恐れがある。そのため、常温で処理できる微生物を利用した分解が提案されている。しかし、微生物を利用して分解させる場合、その分解処理をするのにかなりの時間を要している。

40

【0003】

近年に至り、太陽光を利用し分解させる方法が検討されるようになり、二酸化チタン超微粒子等の半導体（以下、二酸化チタンにて代表する）をポリマーに混合し、太陽光により分解する、いわゆる光触媒（光による電子と正孔の生成）効果を利用した光分解性ポリ

50

マー組成物も注目されている（特許文献1、2）。

【0004】

【特許文献1】特開平8-001806号公報

【0005】

【特許文献2】特開平9-194692号公報

【0006】

ポリマー中に配合される二酸化チタンの混合の方法は、機械的な溶融混練、例えば押出機、バンパリーミキサー、ニーダー等を用いて直接混合して製品とするか、一旦ペレット化する等の方法により行われている。しかるに、二酸化チタン超微粒子の一つ一つは目に見えない大きさであるが、その表面エネルギーが大きいために粒子同士の凝集や、凝集した粒子同士が結合して大きな粒子となりやすく、かかる二酸化チタンを配合した分解性ポリマーにて成形物を作製する際、二酸化チタンの凝集は避けられない。

10

【0007】

かかる二酸化チタンの粒子同士の凝集を阻止するために特許文献3が提案され、二酸化チタンが凝集することなく配合することによって成形物と、そのポリマーの分解廃棄方法が提案されている。

【0008】

【特許文献3】特開平9-309959号公報

【0009】

かかる技術によれば、そのポリマーの分解廃棄時にあっては、紫外線を照射することによって分解することと共に、微生物による分解方法が併用されている。これは二酸化チタンを活性化させるために太陽光を用いたのでは、ポリマーに対する分解反応が遅くて実用化が難しく、このため、他の分解力、例えば微生物の力を併用して自然界にリサイクルしようとするものである。

20

【0010】

次に、別例をもって廃棄処理について述べると、例えば、工場からの排気に含まれる揮発性有機化合物（VOC）の除去には大別して燃焼法、吸着法、又は気化回収法等が行われているが、いずれも装置の価格が高く、ランニングコストも多大である等の欠点を有している。

【0011】

又、食品加工工場や各種厨房からの排気、更には、一般の工場にあっては悪臭を発生する工場からの排気、更には医療機関、老人ホーム等の室内環境における悪臭除去には、吸着法やオゾンによる酸化法、更には芳香剤による感覚的な方法もあるが、いずれも装置コストやランニングコスト又は効果の面で問題がある。

30

【0012】

前記段落0010及び同0011に代表例として記載したようないわゆる環境汚染物質の分解・除去に対し、二酸化チタンを光触媒として用い、紫外線を照射する方法が一部用いられているが、分解効率が低いため、極めて汚染が希薄な場合か、又は他の方法と併用する等して用いられている。

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は以上のような各種の分解廃棄する方法とは異なり、その分解を迅速かつ完全ならしめる方法を提供するもので、一般の有機化合物やポリマー等を半導体の高温状態で生成する熱平衡キャリアの酸化力を利用して酸化分解するものである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の要旨は、被分解化合物を酸素の存在下、二酸化チタンにて代表される半導体粉末に100以上、好ましくは100～600にて接触させ、前記の被分解化合物を酸化分解することを特徴とする化合物の分解方法に係るものである。

50

【発明の効果】

【0015】

本発明の方法によれば、被分解化合物を迅速にかつ完全に水と二酸化炭素に分解できるもので、熱可塑性のポリマーを例にとればこれを溶融する炉さえあれば良く、勿論、熱硬化性のポリマーであっても、ポリマー以外の化合物であっても分解可能であり、その実用性は極めて高いものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

さて、二酸化チタン粉末のポリカーボネート(PC)分散膜を作製すると、かかる膜は一瞬にして黄変し、更にこの膜を蛍光灯下に放置すると黄変していたPC膜は本来の白色に戻るといった現象をつかんだ。これを解明するために研究した結果、この分散膜に示差熱分析を行うと、図1に示すように250~350で極めて大きなエネルギー(1778 J/g)を放出し、一瞬にして灰化することを知見した。尚、前記の黄変はPC中に含まれる酸化防止剤が酸化され、キノイド系化合物になったものである。

10

【0017】

本発明者等は、この二酸化チタンの熱平衡キャリア(電子及び正孔)について検討を重ねた結果、二酸化チタンのバンドギャップは3.2 eV程度であるので、室温近傍での熱平衡キャリアはわずかしか存在しないが、250~350の高温域下においては熱平衡キャリアが極めて多く生成することを見出した。この熱平衡キャリアの数はフェルミ・ディラック統計分布と状態密度の積によって原理的には決まる量である(非特許文献1)。

20

【0018】

この様子を示したのが図2である。図2は不純物半導体の電気伝導度(電子と正孔)の対数を温度の逆数に対してプロットした所謂アレニウス・プロットである。温度が低い領域は不純物領域と呼ばれ、ここではドナーやアクセプターのイオン化に基づくキャリアが電気伝導を支配する。通常のトランジスターや半導体レーザー等はこの領域を利用している。更に温度を上げると、ドナーとアクセプターは完全にイオン化し、出払い領域(exhaustion region)と呼ばれる電気伝導度が一定の領域に入る。この温度領域を超えると、電子は価電子帯から伝導帯に熱的に励起され、キャリア(電子と正孔)の数はフェルミ・ディラック分布則で示されるように指数関数的に増加する(真性体領域)。この温度領域で生成するキャリアをプラスチックの分解に利用するのが本システムである。

30

【0019】

【非特許文献1】Charles Kittel著：固体物理学入門(第7版)第8章半導体：丸善

【0020】

又、更に詳しい本発明の技術的背景は次の非特許文献2、3に示されている。

【0021】

【非特許文献2】Jin Mizuguchi: Titanium dioxide as a combustion-assisting agent, J. Electrochem. Soc. 148, J55-58 (2001)

【0022】

【非特許文献3】Jin Mizuguchi and Toshihiro Shinbara: Disposal of used optical disks utilizing thermally-excited holes in titanium oxide at high temperatures: a complete decomposition of polycarbonate, J. Appl. Phys. 96, 3514-3519 (2004)

40

【0023】

本発明は上記の知見に基づいてこれをポリマーの分解廃棄に利用したものであり、特に言えば、極めて酸化力の強い正孔をポリマーの酸化分解に利用したもので、高温で二酸化チタン表面に熱励起された正孔が溶融状態にあるPCを連続的に酸化することに起因し、PCを溶融状態(約250~400)に置き、この温度で大量に形成される熱平衡キャリアを利用してPCの完全分解を達成せんとするものである。本発明の具体的利用法としては、使用済の光ディスク(PC)の廃棄処分が目的となるが、種々のポリマーやポリマー混合物も分解可能となる。又、ダイオキシン、PCB等の低分子化合物や臭気ガスの

50

分解除去にも有効である。

【0024】

(ポリマ - の種類)

本発明で分解される有機化合物のうち、ポリマ - としては、金属酸化物の表面に強く吸着するようなカルボニル基にて代表される極性基を有するものが好ましいが、無極性ポリマ - にあっても十分効果をもたらす。又、ポリマ - の融点は400以下のものであることが好ましい。こうしたポリマ - としては熱可塑性樹脂であり、例えばPC、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、PET樹脂、ABS樹脂、ポリアミド、ポリイミド、メタクリル樹脂、ポリビニルアルコール、ポリアセタール、石油樹脂、AS樹脂、変性ポリフェニレンエーテル、塩化ビニリデン樹脂、ポリブチレンテレフタレート、ポリブテン、フッ素樹脂、ポリアクリレート等を例示することができる。これら有機化合物は、溶融状態にて半導体と接触することになる。

10

【0025】

又、熱可塑性樹脂に比べ分解の温度は上がるが、熱硬化型の樹脂であるフェノール樹脂、ウレタンフォーム、ポリウレタン、ユリア樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、メラミン樹脂、アルキド樹脂等にも有効である。又、上述の種々のポリマ - の混合物でも本方法が適用できる。更に、本発明はポリ塩化ビニルを代表とするハロゲン分子含有ポリマ - の分解にも有効であり、その際発生する生成物は水、炭酸ガス及び塩素が主成分となるので、塩素は何らかの方法で捕集する必要がある。このようなハロゲン含有ポリマ - の分解においても、生成物中にはダイオキシン等何らの有害な有機ハロゲン化物を生成しないことは特記すべきことである。

20

【0026】

(熱可塑性ポリマ - の分解)

a) 押出機方式

本発明によりポリマ - を連続的に分解するには、一軸押出機、二軸押出機やKCM(神戸製鋼製)等のポリマ - 用混練機を利用することができる。例えば一軸押出機ではシリンダーに加熱及び冷却装置を備え、又、中間部及び後半部に気体の排出口を設ける。前半部分を分解に必要な温度まで昇温し、後半を水を通して冷却しつつホッパーにより二酸化チタンとポリマ - の混合物を投入する。ポリマ - は前半部から後半部にかけて分解され、生成した水及び炭酸ガスは排出口より排出される。二酸化チタンは押出機の先端より回収される。運転のコントロールは、シリンダー温度が一定に保たれるよう加熱・冷却の調整を行うこと及びホッパーよりの原料の供給スピードにより行われる。二軸押出機も同様の方法で行われるが、二軸であるためシリンダー内で物質移動やガス排出等がより効率良く行われ、更に二酸化チタンをサイドフィードで別個に添加することも可能であり、一軸に比べ容易に良好な運転状況が得られる。KCMにあっても、二酸化チタンとポリマ - の混合物をホッパーより供給し、運転開始時には加熱を必要とするが、以後は自己発熱による運転が可能で、冷却のみと原料供給量のコントロールのみで定常的な運転が行われる。

30

【0027】

b) ヒートローラー方式

熱可塑性ポリマ - は種類により高い粘性を示すものがあり、二酸化チタン表面と熱可塑性ポリマ - の接触が十分に行われ難いことがある。このような場合にはヒートローラー方式等が有効である。例えば300に加熱された一対のヒートローラーの上部より、酸化チタンとポリマ - の混合物を供給し、ヒートローラーの間に巻き込むようにする。酸化チタンとポリマ - の混合物はこの隘路を通過する際に接触頻度が飛躍的に向上し、ポリマ - は効率よく分解される。このヒートローラーを多段階に設置し、最終ローラーから排出された混合物は(必要があれば新たにポリマ - をチャージして)最初のローラーに戻し、逐次酸化分解を繰り返す。

40

【0028】

c) リアクター方式

上部に発生気体の排出口を持ち、ポリマ - 投入口、攪拌機、及び加熱・冷却装置を備え

50

た円筒型の反応器を用いることもできる。反応器に二酸化チタンを入れ、予めポリマーの分解温度に加熱しておく。ここに攪拌しながらポリマーが粘結して攪拌が不可能にならない程度の早さでポリマーを投入してゆく。ポリマーの投入に伴い、加熱は不要となり、冷却しても系全体の温度が保てるようになる。以後はポリマーの投入量により温度を定常に保ちながら運転を続けることができる。この方法では定期的な二酸化チタンの入れ換えは必要であるが、押出機法のように常に排出され、その保管処理等の手数が掛からない点が有利である。尚、ここに例示した装置は攪拌機を備える代りに流動床を備えた装置でも良いことは勿論である。

【0029】

d) 固定層型

二酸化チタンは粉体としてポリマーに混合するだけでなく、固定層としておき、これに接触させながらポリマーを通過させて分解することもできる。例えば八ニカム構造を備えた二酸化チタン焼結体とし、加熱装置で加熱できるようにする。この装置を押出機先端に設備して加熱し、溶融ポリマーを通過させて分解を行うことができる。その際、ポリマーの種類等により押出機では押出圧が不足する場合は、更にギヤポンプ等を介して分解層を通過させることもできる。

10

【0030】

(熱硬化性ポリマーの分解)

熱硬化性ポリマーの分解も上記のa)~d)の方法に準じて行われるが、通常はポリマーを微細に粉碎し、これに二酸化チタンを混合して加熱することとなる。尚、通常の熱硬化性ポリマーの燃焼処理は700~1000に加熱して行うが、燃焼炉の耐久性に問題が生ずるという点が指摘されている。しかるに、本発明にあっては、600以下の加熱で分解が可能であり、その効果は大きい。

20

【0031】

(気体の分解)

通常触媒と同様、二酸化チタンの粉末を充填した層又は上記の焼結体等を加熱し、有機物を含む気体を通過させることで、気体中の有機物を分解することができる。

【0032】

(液体の分解)

二酸化チタン粉末を充填した層又は上記の八ニカム焼結体、又はメンブレン焼結体等を加熱し液体を通過させる。但し、反応部の温度は液体の沸点以下にする必要がある。液体の沸点が低く、反応が難しい場合は先に液体を沸点以上に加温して気体として導き反応させることもできる。

30

【0033】

(半導体の種類)

以上、半導体として二酸化チタンをもって説明したが、使用できる半導体は、高温状態で酸素雰囲気下にあっても安定な物質であり、例えば、次の化学式で示される物質等が挙げられる。ただし、各半導体のバンドギャップが異なるため有機化合物の分解温度はそれに伴い変化する。

BeO, MgO, CaO, SrO, BaO, CeO₂, ThO₂, UO₃, U₃O₈, TiO₂, ZrO₂, V₂O₅, Y₂O₃, Y₂O₂S, Nb₂O₅, Ta₂O₅, MoO₃, WO₃, MnO₂, Fe₂O₃, MgFe₂O₄, NiFe₂O₄, ZnFe₂O₄, ZnCo₂O₄, ZnO, CdO, Al₂O₃, MgAl₂O₄, ZnAl₂O₄, Tl₂O₃, In₂O₃, SiO₂, SnO₂, PbO₂, UO₂, Cr₂O₃, MgCr₂O₄, FeCrO₄, CoCrO₄, ZnCr₂O₄, WO₂, MnO, Mn₃O₄, Mn₂O₃, FeO, NiO, CoO, Co₃O₄, PdO, CuO, Cu₂O, Ag₂O, CoAl₂O₄, NiAl₂O₄, Tl₂O, GeO, PbO, TiO, Ti₂O₃, VO, MoO₂, IrO₂, RuO₂, CdS, CdSe, CdTe。

40

【0034】

50

なかでも、酸化物半導体が好ましく、特に二酸化チタンや酸化亜鉛は活性が高く、無害であるため安全性が優れるので、好ましく、特に、二酸化チタンの結晶形がアナターゼ型のものは活性が高いが、ルチル型のもでも良い。又、上記の半導体の中でも光伝導を示すものは活性が高い。上記半導体は、熱が加えられると活性化し、樹脂成形品を酸化分解する機能を有する。粒径は特に限定されないが、表面反応であるので比表面積が大きく、かつ、結晶性の高いものが好ましい。

【0035】

本発明の骨子は上記半導体と被分解物との接触反応であるから、上記半導体の比率を上げると被分解物との接触頻度が増し処理時間が短くなる。又、攪拌することによっても接触頻度は格段に上昇するので、分解に要する時間は大幅に短縮される。バッチ方式で処理を行うときの二酸化チタンの混入量は全体の10重量%以上が適当であるが、分解反応は10重量%以下の混合比(例えば3%)でも(処理時間は長くなるが)可能であることは言うまでもない。又、上記のようなバッチ方式ではなく、溶融した被分解物を上記半導体層に導き、この層を通過させることにより分解反応を連続的に行わせることが出来る。この場合には混合比は問題とならず、被分解物の通過速度が律速となる。

10

【0036】

場合によっては、二酸化チタンに前処理を施すのが良く、好ましくは、PCをトルエンに溶解し、二酸化チタンを加えて攪拌し、二酸化チタン表面にトルエン溶媒にてPCを付着しておくのが良い。前処理としての良溶媒としては、トルエンが好ましいが、アセトンやクロロナフタレン等が挙げられる。

20

【0037】

二酸化チタンにポリマーを被覆する際のポリマー調製液の最適な濃度はポリマーにより異なり、特に限定されないが、一般的には0.1~30%程度の濃度が好適で、ポリマーにPCを使用する場合にはとくに3~5%が好適である。

【0038】

(分解過程のメカニズム)

PCの分解は3段階で進行するものと考えられ、これが順次繰り返されてPC全体が速やかに完全分解されるものと考えられる。

【0039】

第1段階: PC鎖は分子中の極性の高いカルボニル基と二酸化チタンの酸素欠陥サイトとの静電的な相互作用により二酸化チタン表面に吸着する。

30

【0040】

第2段階: ここでPCが熱励起により生成した正孔により酸化されPCの低分子化が起こる。

【0041】

第3段階: 次に、低分子化したフラグメントは、酸素下で完全に燃焼し、炭酸ガスと水とに分解される。

【0042】

二酸化チタン表面の電子の授受について言えば、熱励起された電子は、酸素を還元し、これが二酸化チタンの表面に吸着して上向きのバンドベンディング(バンドの湾曲)を誘起する。このバンドベンディングにより、熱励起された正孔は表面に集積し、PCを酸化する。電子による酸化還元のエネルギー準位は二酸化チタンの伝導帯の底よりも約0.13eV上方に位置しているから、この反応は活性化過程である。しかしこの反応は350の状態では十分に達成されていると考えられる。これに対して正孔の表面への移動はバリエフリー過程である。このように、二酸化チタン表面の酸化サイト(伝導帯)と還元サイト(価電子帯)で反応が起こり、PCが分解するものと考えられる。

40

【0043】

(二酸化チタンの再生)

熱励起或いは光励起で生じた正孔が二酸化チタンの表面に拡散することが酸化効果の前提である。繰り返し使用すると失活するが、酸素下で500で1時間焼成することによ

50

り容易に再生することができる。失活する理由は活性の高い二酸化チタンは表面に酸素が吸着し(02-)、バンドが上方にベンディングしている。従って、熱励起で生成した正孔が表面に拡散し、表面でポリマー等を酸化分解することができる。しかし、繰り返し使用により、表面が(無機或いは有機化合物の)分解生成物で覆われてしまうと正孔が表面に拡散することができず活性を失う。この状態は白色顔料として使用されている不活性の二酸化チタンの表面状態と類似している。従って、二酸化チタンを再生するには十分な温度と十分な酸素で表面に付着した分解生成物を除去する必要がある。

勿論、他の半導体も同様に処理可能である。

【実施例】

【0044】

10

(比較例)

通常の樹脂成形物に用いられているPC(帝人化成:AD-5503)は、分子量が1.5~2万程度であり、数10ppmの酸化防止剤や安定剤としての金属石けんが含まれている。そして、PCを試験管に入れ、空气中で加熱して分解過程を観察すると、約200あたりからPCが溶融し、その後温度の上昇と共に沸騰状態となり、約450で分解して黒色の炭化物となる。尚、この過程の示差熱分析を行うと、僅かな発熱を伴い、図1に示すような曲線となる。

【0045】

(実施例1)

二酸化チタン(石原産業:ST-01)を用いてPCの分解実験を行った。

20

【0046】

(二酸化チタンの前処理)

0.05gのPCをトルエンに溶解し、二酸化チタン0.95gを加えて攪拌した。これを減圧濾過し、常温時下で乾燥した。トルエンはPC及びPC中に配合されている酸化防止剤の良溶媒であり、PC鎖は二酸化チタンに吸着される。その結果、図1に示すような大きな発熱反応を示すことになる。

【0047】

(PCの分解)

このような前処理を施した二酸化チタンとPCを5:1で混合したものを測定試料とした。この試料をアルミナるつぼに入れ、空气中、マッフル炉で室温から昇温した。かかる白色の混合物は、200近傍から褐色となり、300を越えるあたりから赤褐色になり、ガスを放出して一気にPCの分解が進行した。反応後に白色の二酸化チタンのみが残存した。

30

【0048】

(ガス分析)

発生したガスを質量分析計にて測定した。その結果、二酸化チタンの製造過程で使用する窒素、PC中に含まれる滑剤としての金属石けんのCa、そして炭酸ガス及び水であった。即ち、この結果、酸素の存在下ではPCは完全に炭酸ガスと水とに分解されることが分かった。

【0049】

40

一方、真空下にて分解反応を行った場合には、種々のフラグメントが観測され、分解反応が不均一であることが判明した。

【0050】

(実施例2)

二酸化チタンと粉碎したPCを10:3で混合したものを測定試料とし、段落番号・0047に記載の実施例と同様の方法で分解を行った。試料は300を越えるあたりから赤褐色となりガスを放出して一気に分解した。反応後には二酸化チタンのみが残存した。生成したガスを質量分析計にて測定した結果、窒素及びポリマー添加物に由来すると思われる物質を除くと炭酸ガスと水であった。

【0051】

50

(実施例 3 ~ 1 7)

実施例 3 ~ 1 7 として、表 1 に被分解物と半導体の各種組み合わせで行った実施例を挙げる。

【 0 0 5 2 】

【表 1】

実施例	被分解物	半導体	混合比 (*)	設定温度 (**)	生成ガス
3	ポリカーボネート	ZnO	10/3	450	CO ₂ 、H ₂ O
4	ポリカーボネート	Y ₂ O ₃	10/1	450	CO ₂ 、H ₂ O
5	ポリエチレン	TiO ₂	10/10	300	CO ₂ 、H ₂ O
6	ポリエチレン	ZnO	10/10	300	CO ₂ 、H ₂ O
7	ポリプロピレン	TiO ₂	10/10	300	CO ₂ 、H ₂ O
8	ポリプロピレン	Y ₂ O ₃	10/10	300	CO ₂ 、H ₂ O
9	ポリスチレン	TiO ₂	10/10	300	CO ₂ 、H ₂ O
10	ABS樹脂	TiO ₂	10/3	350	CO ₂ 、H ₂ O、N ₂
11	PVC (可塑化)	TiO ₂	10/5	250	CO ₂ 、H ₂ O、Cl ₂
12	PET	TiO ₂	10/5	450	CO ₂ 、H ₂ O
13	ナイロン	TiO ₂	10/3	450	CO ₂ 、H ₂ O、N ₂
14	廃タイヤ	TiO ₂	10/1	450	CO ₂ 、H ₂ O
15	医療廃棄物 (***)	TiO ₂	10/2	350	CO ₂ 、H ₂ O、Cl ₂
16	ポリエチレン+PVC	TiO ₂	10/3	300	CO ₂ 、H ₂ O、Cl ₂
17	2, 4, 6-トリクロロフェノール	TiO ₂	10/1	280	CO ₂ 、H ₂ O、Cl ₂

* : 半導体/被分解物 (重量比)

** : 設定温度 (°C)

*** : 各種ポリマー混合物

【0053】

(実施例18~19)

熱硬化性ポリマーの分解を行った。実施例18においては、エポキシ樹脂を被分解物と

10

20

30

40

50

し、実施例 19 にあっては、FRP (ポリエステル樹脂) を被分解物とした。後者は不飽和ポリエステル樹脂 30 重量部中に充填剤として炭カル 30 重量部、ガラス短繊維 38 重量部を含み、硬化剤にて FRP としたものである。

上記の被分解物を粉状体とし、これに二酸化チタンを十分に混合した (混合比は 10 : 3 である)。その後、450 ~ 550 にて加熱したところポリマ - は完全に分解し、実施例 19 にあっては、充填剤がそのまま残った。

【0054】

(実施例 20)

アンモニアの分解を行った。先ず、二酸化チタンのハニカム焼結体を内部に充填した反応管を 150 に保ちつつ、空気中に 200 ppm のアンモニアを含む混合気体を通したところ、排出気体は官能試験の結果、アンモニア臭は検出されなかった。 10

【産業上の利用可能性】

【0055】

(ポリマー廃棄物への利用)

本発明は以上の通りであり、半導体を加熱すると極めて大きな熱エネルギーがもたらされることを利用し、各種ポリマーの分解廃棄が図られることになり、しかも炭酸ガスと水とに完全分解されることから、環境を破壊することのない優れた方法が提供できたものである。又、予め所定量を配合して分解性ポリマーとすることも可能であり、その応用範囲は極めて広い。

【0056】

(複合素材)

本発明によれば、各種ポリマーの混合物でも問題なく完全分解が可能である。又、ポリマーと金属との複合素材、例えば金属のポリマーコーティング物やアルミ фоль等を用いた層やフィルム等に含まれるポリマーも完全に分解できる。更に、特殊な例として医療用廃棄物への利用がある。例えば、注射針のついた献血用のポリマー容器や点滴用の器具等も同様に分解できる。そして、最後に注射針を回収すればよい。注射針等の回収には磁石による分別や、飾いを通して二酸化チタンのみを落とし、針を回収することが出来る。両者を併用することもできる。

【0057】

(ポリマー以外への利用)

a) 脱臭装置 (空気清浄装置)

厨房、食堂、工場、医療室、化学実験室等での臭気や各種エンジンからの臭気および有害物を除去し、空気の清浄化が望まれている。このような問題に対しても本発明により完全な脱臭・殺菌が可能である。ガスを捕集し、上記したようなハニカム構造に二酸化チタン粉末を配置し、かつバンドフィルター等で加熱可能な装置に捕集したガスを導く。臭気や有害物は二酸化チタンの高温で生成する正孔により直ちに完全分解され、炭酸ガスと水に分解する。NO_x や SO_x、並びにアンモニア、メルカプタン、硫化水素、ピリジン等が同様に分解される。 30

【0058】

b) 揮発性有機化合物 (VOC) 低減装置

化学系工場、塗装や印刷工場等からの排気は低濃度、大排気量という特徴があり、既存の方法では経済的な VOC 低減は難しいが、排気を上記の固定層型のような処理層に導くことにより容易に排気中の VOC の低減が達成され、経済的にも優れた方法となる。 40

【0059】

c) 汚染土壌の処理

トリクロールエタンやトリクロールエチレン等で土壌が汚染され、大きな社会問題となっている。このような汚染土壌も本発明によれば土壌の再生が可能となる。即ち、汚染土壌を加熱装置で 100 ~ 300 に加熱し、低分子のトリクロールエタン等をガス化して捕集する。次に、捕集されたガスを加熱機能をもつハニカム構造を備えた酸化チタンの焼結体 (例えば 300 ~ 600 に加熱) を通過させ、完全に炭酸ガス、水、塩素ガスに分解 50

する。塩素ガスに関しては別途ガスの捕獲を行う必要がある。汚染土壌を二酸化チタン等と混合し、加熱することも同様の効果があるが、多量の二酸化チタンを必要とすることや二酸化チタンの再生が困難なこと等の課題もある。

【0060】

尚、上記の半導体による超親水性を利用することが出来る。一例として、二酸化チタンを金属等にコーティングした工作機械等の表面は濡れ性が向上し、飛躍的に水冷効果が向上することが認められている。

【0061】

勿論、放出される熱エネルギーは別途エネルギー源（発電等）として利用することができることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】 図1は示差熱分析のグラフである。

【図2】 図2は不純物半導体の電気伝導度の対数と温度の逆数をプロットした模式図である。

【符号の説明】

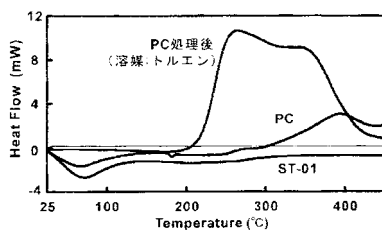
【0063】

- E_g 二酸化チタンのエネルギー・ギャップ、
- T 絶対温度、
- k ボルツマン定数。
- 電気伝導度、

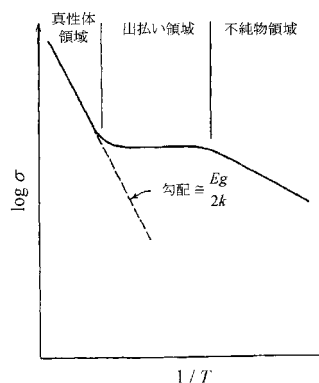
10

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
B 0 9 C 1/02	B 0 1 D 53/36	D
B 0 9 C 1/06	B 0 1 D 53/36	1 0 2 C
B 0 9 C 1/08	B 0 1 D 53/36	E
	B 0 9 B 3/00	3 0 3 P
	B 0 9 B 3/00	3 0 4 K

F ターム(参考)	4C080	AA07	BB02	BB05	CC03	CC04	CC05	CC07	CC08	HH05	JJ04
		KK08	LL02	MM02	QQ01	QQ12					
	4D004	AA41	AB06	CA22	CA34	CC09	DA03	DA06			
	4D048	AA01	AA02	AA03	AA05	AA06	AA08	AA23	AB03	BA07X	BA16Y
		BA18Y	BA41X	BB02	DA03	DA06	EA01				
	4F301	AA07	AA13	AA14	AA15	AA17	AA18	AA19	AA20	AA21	AA22
		AA23	AA24	AA25	AA26	AA27	AA28	AA29	AA30	AB02	AD02
		BC02	BC13	BC16	BC25	BC26	BC40	BC56	BC74	BF16	BG57
		CA09	CA23	CA25	CA41	CA52	CA62	CA63	CA65	CA72	CA74
	4G069	AA03	BA04A	BA04B	BA48A	BB04A	BB04B	BC35B	BC40B	CA01	CA04
		CA10	CA11	CA12	CA13	CA17	CA19	DA06	DA08	EA01Y	EA18