

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年2月4日(04.02.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/017169 A1

- (51) 国際特許分類:
C01B 31/20 (2006.01) B01J 23/30 (2006.01)
B01J 21/06 (2006.01) B01J 35/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/003819
- (22) 国際出願日: 2015年7月29日(29.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-154955 2014年7月30日(30.07.2014) JP
特願 2015-031898 2015年2月20日(20.02.2015) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人東京工業大学(TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1528550 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号 Tokyo (JP). 株式会社光触媒研究所(PHOTO-CATALYTIC MATERIALS INCORPORATED) [JP/JP]; 〒4660044 愛知県名古屋市昭和区桜山町1-10 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
- (71) 出願人: 駒木 秀明(KOMAKI, Hideaki) [JP/JP]; 〒1460095 東京都大田区多摩川1-33-5 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 宮内 雅浩(MIYAUCHI, Masahiro); 〒1528550 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号

国立大学法人東京工業大学内 Tokyo (JP). 加藤 薫一(KATO, Shigekazu); 〒4660044 愛知県名古屋市昭和区桜山町1-10 株式会社光触媒研究所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 家入 健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目33番8 アサヒビルディング5階 響国際特許事務所 Kanagawa (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

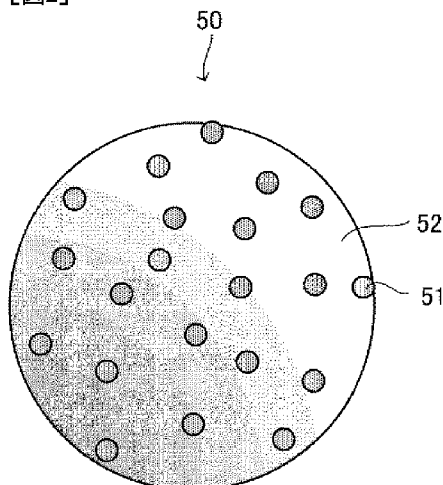
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: SELF-DISINTEGRATING CARBON DIOXIDE GENERATING BODY AND CARBON DIOXIDE GENERATING SYSTEM

(54) 発明の名称: 自壊性二酸化炭素発生体および二酸化炭素発生システム

[図2]



(57) Abstract: The present invention has the purpose of providing a self-disintegrating carbon dioxide generating body capable of generating carbon dioxide with high efficiency using a convenient system, and a carbon dioxide generating system loaded with same. The self-disintegrating carbon dioxide generating body of the present invention comprises a photocatalyst (51), and a solid kneaded body (50) having an organic binder (52) into which the photocatalyst (51) is kneaded as the main component, and satisfies the following conditions (i) and (ii). (i) The organic binder (52) self-disintegrates due to photocatalytic action of the photocatalyst (51) and generates carbon dioxide. (ii) When the kneaded body (50) is irradiated with light beams that are active for the photocatalyst (51) at an intensity of 0.8 mJ/cm²·sec, at least 0.1 nL/cm²·sec of carbon dioxide is generated at standard temperature and standard pressure.

(57) 要約: 本発明は、簡便なシステムで高効率に二酸化炭素を発生できる自壊性二酸化炭素発生体、及びこれを搭載する二酸化炭素発生システムの提供を目的・課題とする。本発明に係る自壊性二酸化炭素発生体は、光触媒(51)と、光触媒(51)が混練された有機物バインダ(52)を主成分とする固体状の混練物(50)を備え、以下の(i)、(ii)を満たす。(i)有機物バインダ(52)は、光触媒(51)の光触媒作用によって自壊して二酸化炭素を発生する。(ii)混練物(50)に、光触媒(51)に対する活性光線を0.8mJ/cm²・secの強度で照射した場合に、常温・常圧で二酸化炭素が0.1nL/cm²・sec以上発生する。



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：

自壊性二酸化炭素発生体および二酸化炭素発生システム

技術分野

[0001] 本発明は、光触媒を用いた自壊性二酸化炭素発生体および二酸化炭素発生システムに関する。

背景技術

[0002] 紫外光・可視光等の活性光線照射により触媒作用を示す光触媒は、有害物質を除去する大気浄化材料、悪臭を分解する脱臭材料、水中に溶け込んだ有機化合物を分解・除去する浄水材料として利用されている。また、光触媒の酸化作用を利用した抗菌材料、窓ガラスや外壁などの汚れを防ぐ防汚材料として応用されている。更に、蚊を誘引する用途への応用や花粉等のアレルゲンの不活性化する用途、植物への成長促進用途への利用が提案されている。

[0003] 特許文献1には、紫外線を発する誘虫ランプと、誘引された飛翔虫を捕獲するための粘着シートが取り付けられ且つ光触媒を保持させた取り付け枠体とを有する吸血蚊捕獲装置が提案されている。光触媒の酸化作用により空气中に漂う有機化合物を二酸化炭素に分解し、二酸化炭素によって吸血蚊が誘引され、粘着シートで捕獲される。また、特許文献2には、蚊を誘引する方法として以下の構成を備える多機能蚊捕集器が提案されている。即ち、1) 近紫外線の波長で蚊を誘引し電撃する、2) 本体内部に酸性液体の誘引剤を充填し、紫外線LEDランプの照射によって本体内部の温度を上昇させ、人の体臭を模した匂いの発生を促して蚊を引き付ける、3) 本体内部に酸化チタンを設け、蚊を電撃することで発生する異臭を除去すると共に、空气中的有機物を二酸化炭素と水に分解する装置が提案されている。

[0004] また、特許文献3には、土壌から隔離した状態で少なくとも養液を用いて植物や微生物等を培養するための培養装置が提案されている。詳細には、浄化フィルターを構成する布の繊維の外面に光触媒をコーティングし、溶液中

に含まれる有害な微生物等の汚染物質を光触媒の浄化作用により分解・除去し、養液を良好な状態に保つとともに、浄化作用により発生する二酸化炭素により植物の生長を促進できることが記載されている。特許文献4には、カーペット表面に付着した花粉等のアレルゲンを効率的に不活性化し、水と二酸化炭素にまで分解することを課題として、可視光応答型光触媒をバインダ樹脂によってカーペット表面に固着する方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2006-87371号公報
特許文献2：特開2013-39080号公報
特許文献3：特開2011-24462号公報
特許文献4：特開2008-237793号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 蚊捕集器としては、二酸化炭素ポンベによる二酸化炭素の供給および／または紫外線蛍光ランプによる照射によって蚊を誘引し、高電圧によって電撃する方法等が提案されているが、ポンベや高電圧設備等を設ける必要があり、高価であるという課題があった。一方、上記特許文献1、2の方法によれば、空气中に漂う有機物を光触媒で分解して二酸化炭素を発生させているので、装置を小型化できるというメリットがあるが、二酸化炭素の発生量が蚊を誘引するために十分な量では無く、蚊を誘引する効果が低いという問題を抱えていた。また、植物の生長促進を目的として、ポンベ設備や特許文献3の方法により二酸化炭素を供給する手段は、交換作業にコストが掛かるという課題や、汎用性において課題があった。
- [0007] 本発明は、上記背景に鑑みて成されたものであり、その目的とするところは、簡便なシステムで高効率に二酸化炭素を発生できる自壊性二酸化炭素発生体、およびこれを搭載する二酸化炭素発生システムを提供することである

。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らが鋭意検討を重ねたところ、以下の態様において、本発明の課題を解決し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

[1] 光触媒と、前記光触媒が混練された有機物バイндаを主成分とする固体状の混練物を備え、以下の(i)、(ii)を満たす自壊性二酸化炭素発生体。

(i) 前記有機物バイндаは、前記光触媒の光触媒作用によって自壊して二酸化炭素を発生する。

(ii) 前記混練物に、前記光触媒に対する活性光線を $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の強度で照射した場合に、常温・常圧で二酸化炭素が、活性光線が照射される単位面積あたり $0.1 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上発生する。

[2] [1]に記載の自壊性二酸化炭素において、

前記(ii)が、以下の(ii a)を満たす自壊性二酸化炭素発生体。

(ii a) 前記混練物に、前記光触媒に対する活性光線を $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の強度で照射した場合に、常温・常圧で二酸化炭素が、活性光線が照射される単位面積あたり $1 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上発生する。

[3] 前記混練物は、ビーズ、フィルム、シートおよびゲルのいずれかである[1]または[2]に記載の自壊性二酸化炭素発生体。

[4] 担持体に、前記混練物が担持されている[1]～[3]のいずれかに記載の自壊性二酸化炭素発生体。

[5] 前記有機物バイндаは、飽和炭化水素樹脂または／および水酸基、アミノ基、カルボキシル基、エポキシ基、イソシアネート基、エーテル結合、グリコシド結合、エステル結合、アミド結合、ウレア結合、ウレタン結合、グアニジノ基、イミダゾリル基、インドリル基、メルカプト基、カーボネート結合、アセタール結合およびイミド結合の少なくともいずれかを含む樹脂を主成分とする[1]～[4]のいずれかに記載の自壊性二酸化炭素発生体。

〔６〕 前記光触媒は、助触媒を有していてもよい TiO_2 、 ZnO 、 SrTiO_3 、 SnO_2 および WO_3 から選ばれる少なくとも一つを含む金属酸化物半導体であり、

前記助触媒が、 Pt 、 Pd 、 Cu(II) 、 Fe(III) 、 Au 、 Ag 、 Ru および Ni の少なくとも一つが含まれる物質である〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の自壊性二酸化炭素発生体。

〔７〕 蚊の捕獲に用いる〔１〕～〔６〕のいずれかに記載の自壊性二酸化炭素発生体。

〔８〕 植物生長促進に用いる〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の自壊性二酸化炭素発生体。

[0009] 〔９〕 〔１〕～〔８〕のいずれかに記載の自壊性二酸化炭素発生体を用いた二酸化炭素発生システム。

〔１０〕 更に、前記光触媒を励起し得る光源を備える〔９〕に記載の二酸化炭素発生システム。

〔１１〕 前記自壊性二酸化炭素発生体から発生した二酸化炭素を滞留させる滞留空間を設け、前記滞留空間から外部に 600 ppm 以上の前記二酸化炭素を放出する〔９〕または〔１０〕に記載の二酸化炭素発生システム。

〔１２〕 光触媒と、前記光触媒が混練された有機物バイндаを主成分とする固体状の混練物を備えた自壊性二酸化炭素発生体が搭載された二酸化炭素発生システムであって、

前記有機物バイндаは、前記光触媒の光触媒作用によって自壊して二酸化炭素を発生するものであり、前記自壊性二酸化炭素発生体から発生した前記二酸化炭素を滞留させる滞留空間を設け、前記滞留空間から外部に 600 ppm 以上の前記二酸化炭素を放出する二酸化炭素発生システム。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、簡便なシステムで高効率に二酸化炭素を発生できる二酸化炭素発生体、およびこれを搭載する二酸化炭素発生システムを提供することができるという優れた効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1実施形態に係る二酸化炭素発生体の一例を示す断面図である。

[図2]変形例に係る混練物たるビーズの模式図である。

[図3]第2実施形態に係る二酸化炭素発生システムの一例を示す模式図である。

[図4]図3のIV-IV切断部断面図である。

[図5]別の変形例に係る二酸化炭素発生システムの一例を示す模式的斜視図である。

[図6]別の変形例に係る二酸化炭素発生システムの一例を示す模式的上面図である。

[図7]第3実施形態に係る二酸化炭素発生システムの一例を示す模式的側面図である。

[図8]図7のVIII-VIII切断部断面図である。

[図9] TiO_2 と WO_3 の吸収スペクトル、および波長に対して反応に使用できるフォトン数をプロットしたグラフである。

[図10]実施例1のサンプルに活性光線照射時間に対して二酸化炭素発生濃度をプロットしたグラフである。

[図11]実施例1、2のサンプルに活性光線照射時間に対して二酸化炭素発生濃度をプロットしたグラフである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態の一例について説明する。

[第1実施形態]

第1実施形態に係る自壊性二酸化炭素発生体（以下、「二酸化炭素発生体」ともいう）は、光触媒と、光触媒が混練された有機物バインダとを主成分とする固体状の混練物を備え、以下の（i）、（ii）を満たすものである。

（i）有機物バインダは、光触媒の光触媒作用（酸化作用）によって自壊して二酸化炭素を発生する。

(i i) 混練物に、光触媒に対する活性光線を $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の強度で照射した場合に、常温・常圧で二酸化炭素が、活性光線が照射される単位面積あたり $0.1 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上発生する。

[0013] 上記混練物は、固体状であれば特に限定されないが、好ましい例として、ビーズ、フィルム、シート、ゲル、所望の形状の成形物等が例示できる。これらは、単体で形成されていても、基板等の支持体上に形成されていてもよい。また、担持体に、混練物が担持されていてもよい。担持体としては、不織布、紙、布、金属、ガラス、繊維、合金、セラミック、樹脂、金属酸化物、金属炭化物、金属ホウ化物、金属窒化物、グラファイトおよびこれらの混合物等が例示できる。

[0014] なお、活性光線とは、光触媒に対して活性を示す光線の帯域全てを含むものであり、この帯域内であればいかなる波長も本発明の自壊性二酸化炭素発生体に対して利用できる。但し、前述の二酸化炭素発生量は、最大の触媒効率を示す波長によって実現できればよい。なお、上記 (i i) に特定する照射強度は、二酸化炭素量を定量化するために定義したものであって、本発明の自壊性二酸化炭素発生体を使用する際の照射強度を特定したものではない。即ち、本発明においては、混練物に対する照射強度は任意に設定可能である。

[0015] 第 1 実施形態に係る二酸化炭素発生システムは、前述の自壊性二酸化炭素発生体が搭載され、二酸化炭素を発生させるものである。第 1 実施形態に係る二酸化炭素発生システムは、活性光線照射によって二酸化炭素を発生させたい用途全般、例えば、蚊捕集、植物成長促進、微生物培養等に適用できる。なお、以降の図における各部材のサイズや比率は、説明の便宜上のものであり、これに限定されるものではない。

[0016] 第 1 実施形態に係る自壊性二酸化炭素発生体は、光触媒を有機物バイндаに分散させた混練物を具備する。図 1 に、二酸化炭素発生体の模式的断面図を示す。二酸化炭素発生体 1 は、支持体 3 3 上にフィルム 5 5 が形成されたものであり、フィルム 5 5 は、前述の光触媒 5 1 が有機物バイнда 5 2 に混

練された上述の条件 (i) (ii) を満たす混練物より構成される。二酸化炭素の発生量は、光触媒の種類・光触媒の平均粒子径、有機物バイндаに対する光触媒の混練量・光触媒の分散度、活性光線強度、有機物バイндаの種類等により調整することができる。

[0017] 光触媒 51 は、光源の照射または／および太陽光や室内光等の外部光の活性光線により励起される。励起された光触媒 51 は、有機物バイнда 52 を自壊せしめて二酸化炭素を発生させる。光触媒 51 の種類は前記条件を満たすものであればよく、特に限定されない。好適な例としては、二酸化チタン (TiO_2)、二酸化亜鉛 (ZnO)、チタン酸ストロンチウム (SrTiO_3)、二酸化スズ (SnO_2) および酸化タングステン (WO_3) 等からなる金属酸化物半導体やこれらの半導体にドーピングを施したものをを用いることができる。これらの半導体の光触媒活性を更に高めるため、これらの半導体表面に、白金 (Pt)、パラジウム (Pd)、銀 (Ag)、金 (Au)、ロジウム (Ru)、ニッケル (Ni)、鉄 (Fe)、銅系化合物等の助触媒を担持した材料を用いることもできる。特に、 $\text{Cu}(\text{I})$ や $\text{Fe}(\text{I})$ のクラスター状の粒子を担持した酸化チタン、酸化亜鉛、酸化タングステン、チタン酸ストロンチウムは、可視光で光触媒活性を示すことが知られており、これらの光触媒を好適に使用することもできる。また、安価で生体安全性が確立されている点からは二酸化チタンが好ましく、安価で且つ可視光応答性を示す観点から、鉄系ないし銅系化合物酸化チタン材料が好ましい。光触媒は、単一若しくは2種以上を併用して用いられる。

[0018] 光触媒 51 の形状・粒径は特に限定されないが、粒子状であることが好ましく、例えば、5～5000 nm 程度のものをを用いることができる。粒子の形状は、球状・フレーク状・針状等の種々の形態を取り得る。二酸化炭素の生成速度を高める観点からは、平均粒子径が10 nm以上、1000 nm以下とすることが好ましい。光触媒 51 の活性光線の帯域は、通常、可視光または／および紫外光が好ましく用いられる。太陽光、特に室内光を効率的に利用する観点からは、可視光応答型の光触媒を用いることが好ましく、紫外

光による蚊の誘引効果も目的としてUV光源等を使用する場合には、紫外光応答型の光触媒が好ましい。

[0019] 本発明の自壊性二酸化炭素発生体の発生二酸化炭素量の最適値は、用いる用途により変動し得るものであり、適宜、設計することができるものであるが、簡便なシステムで高効率に二酸化炭素を発生できる二酸化炭素発生システムを提供する観点から、第1実施形態においては、前記(i)および(ii)を満たす自壊性二酸化炭素発生体を用いる。二酸化炭素発生をより高効率に行う観点からは、光触媒に対する活性光線を $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の強度で照射した場合に、常温・常圧で二酸化炭素が、活性光線が照射される単位面積当たり $0.4 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上発生することがより好ましく、 $0.7 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上発生することがより好ましい。また、品質を向上させる観点からは、光触媒51が有機物バイнда52に対して均一に混ざっていることが好ましい。光触媒に対する活性光線を $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の強度で照射した場合に、常温・常圧で、有機物バイндаが光触媒の酸化作用によって自壊され、二酸化炭素を $1 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上発生する混練物を用いることで、高効率に二酸化炭素を発生させることができる。蚊の誘引あるいは植物や微生物の光合成を促進するため、好ましくは、前記光触媒に対する活性光線を $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の強度を照射した場合に、常温・常圧で二酸化炭素が $2 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上、より好ましくは、 $3 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上発生させることが好ましい。二酸化炭素を効率的に発生させる観点からは、有機物バイндаが光触媒の活性光線の帯域に対して高い透過率を示すことが好ましい。

[0020] 有機物バイндаの種類は、上記(i)(ii)の条件を満たすものであればよく特に限定されないが、光触媒により自壊を進行させて二酸化炭素を発生させる観点から、飽和炭化水素樹脂または／および水酸基、アミノ基、カルボキシル基、エポキシ基、イソシアネート基、エーテル結合、グリコシド結合、エステル結合、アミド結合、ウレア結合、ウレタン結合、グアニジノ基、イミダゾリル基、インドリル基、メルカプト基、カーボネート結合、ア

セタール結合およびイミド結合の少なくともいずれかを含む樹脂を主成分とするものが好ましい。活性光線の光触媒作用に支障をきたさなければ、不飽和炭化水素等も好適に用いられる。また、窒素酸化物や、硫黄酸化物、ハロゲンの酸化物等を発生させない観点からは、樹脂は、C原子、O原子、H原子のみから構成されていることが好ましい。また、分解しやすいの観点からは、分子構造が単純で、酸化分解により炭素結合鎖が離脱されやすい樹脂が好ましい。このような樹脂として、長鎖の炭化水素構造を有する樹脂を挙げることができる。具体例を挙げれば、セルロース等の多糖類、流動パラフィン等の炭化水素化合物、酢酸ビニル等のカルボキシル基含有樹脂、ポリビニルアルコール等の水酸基含有樹脂が例示できる。これらのうちでも、炭素原子を多く包括しながら分子構造が単純で、酸化分解により炭素結合鎖が離脱されやすいセルロースが特に好ましい。有機物バインダは単独または2種類以上を混合して用いることができる。

[0021] フィルム55の形成方法は、混練物を溶媒に分散または溶解させたものを支持体33上に塗工・乾燥する方法の他、接着層を介して接合する方法やラミネートによる方法が例示できる。混練物の形成方法は、有機物バインダと光触媒を溶媒中で分散させる方法等、公知の方法を制限なく利用できる。支持体としては特に限定されないが、ポリエチレンテレフタレート等のプラスチックやガラスを好適に利用できる。フィルム55の両面から二酸化炭素を発生させるためには、支持体33として二酸化炭素が透過する素材を用いるか、支持体33に多数の微細孔を設けておけばよい。また、フィルム55の額縁領域のみをフィルム55の上下方向から支持体によって挟持する構成としてもよい。また、混練物が溶解または分散した塗工液を、直接、各種部材に塗工してもよい。

[0022] フィルム等の混練物は、光触媒作用によって二酸化炭素を発生することにより、有機物バインダ自身が自壊して二酸化炭素を発生する。このため、光照射部位、特に表面近くの光触媒（例えば、粒子）は、有機物バインダが消滅して粉状になる。これらは、水洗または空気中で振動させることにより、

粉状になった光触媒を除去して、二酸化炭素発生機能の低下を防ぐことが好ましい。

[0023] 特許文献 1 や 2 に係る蚊捕集器においては、装置内部にコーティング加工された二酸化チタンの光触媒反応により、空気中の有機物を分解した二酸化炭素を蚊の誘引に利用しているが、装置内面の薄膜コーティングされた二酸化チタンの物質質量では、薄膜上の二酸化チタンの量が少ない上、空気中の有機物を分解して二酸化炭素を発生させるため、二酸化炭素の濃度が低すぎて、蚊を誘引するに足る二酸化炭素量（約 600 ppm）からはかけ離れていた。一方、第 1 実施形態に係る二酸化炭素発生体 1 によれば、光触媒を有機物バイнда中に混練させているので、活性光線照射により光触媒の酸化作用を高効率に行うことができ、結果として効率的に二酸化炭素を発生させることができる。なお、用途によって発生させたい二酸化炭素発生量は異なるものであるが、二酸化炭素発生量を所望の量にする方法として、所望の量を発生する自壊性二酸化炭素発生体を用いる方法の他、例えば、後述する第 2 実施形態のように、装置に工夫を施して、装置から放出される二酸化炭素発生量が所望の量となるように調整する方法も好適に適用できる。後者の方法は、自壊性二酸化炭素発生体から発生する二酸化炭素が経時的に減少していった場合にも適用できる。

[0024] （変形例） 本発明に係る二酸化炭素発生体は、種々の変形が可能である。例えば、支持体を用いずに、混練物からなるフィルムまたはシート単体を二酸化炭素発生体として用いることができる。また、カートリッジ内に混練物を充填させたり、担持体に混練物を担持させたりしてもよい。なお、以降の図において同一の要素部材は同一の符号を付し、適宜その説明を省略する。

[0025] 図 2 に、ビーズ状の混練物の一例を示す。ビーズ 50 は、有機物バイнда 52 中に粒子状の光触媒 51 が分散されて成る。ビーズ 50 の粒径（直径）は用途により変動し得るが、例えば、1 mm～1 cm 位とすることができる。粒径が小さすぎると使用に必要な二酸化炭素の量を発生できる期間が短くなり、粒径が大きすぎると光触媒の光吸収によって光が粒子全体に行きわた

り難くなる。ビーズの粒径の下限は、0.1 mm以上が好ましく、0.5 mm以上がより好ましく、1.0 mm以上とすることが好ましい。また、ビーズの粒径の上限は12 mm以下が好ましく、8 mm以下が更に好ましく、4 mm以下が特に好ましい。ビーズの粒径により、二酸化炭素発生量が異なり、更に経時的な二酸化炭素発生量の挙動も異なるので、異なる粒径のビーズを組み合わせ、所望の二酸化炭素発生量が得られるように調整してもよい。

[0026] ビーズ50の粒子形状は特に限定されず、例えば、球状、棒状、フレーク状等の粒子を用いることができる。ビーズ50の製造方法は特に限定されず、公知の方法を制限なく利用できる。例えば、光触媒51と有機物バイнда52の混練物をペレット化したり、混練物を粉碎したり、造粒したりすることにより得られる。

[0027] 有機物バイндаと酸化チタンの割合は、二酸化炭素を発生できる時間と発生量に関係する。有機バイндаの割合（有機バイндаの容積/（有機バイнда+酸化チタンの容積））は、発生させたい二酸化炭素量および寿命を考慮してニーズに応じて適宜設定できるが、1～60%とすることが好ましい。酸化チタンを多く含ませることにより、発生できる二酸化炭素量を多くすることができる一方、寿命が短くなる。有機バイндаの下限は、2%以上がより好ましく、5%以上が更に好ましく、10%以上とすることが特に好ましい。また、有機バイндаの上限は、50%以下とすることよりが好ましく、40%以下が更に好ましく、30%以下とすることが特に好ましい。

[0028] 造粒方法としては混合造粒、強製造粒、熱利用造粒などの方法がありうるが、本粒状体の製造にはバイндаを用いるため混合造粒が最も望ましい。混合造粒としては転動造粒、流動層造粒、攪拌造粒などの方法が考えられるが、このなかでも転動造粒はバイндаとして乾式、湿式のいずれも選択することができ、粒度分布の広い造粒物が期待できて好ましい。傾斜した浅い円形容器を40～50°傾斜させ、10～30 rpmで回転させておき、粉体を供給するとともに、液体バイндаを適量添加する方法、または傾斜したドラ

ムを回転させ、ドラムの片側から粉体を供給し、片側から粒状体として排出する方法が挙げられる。

[0029] [第2実施形態]

次に、二酸化炭素発生体および二酸化炭素発生システムの適用例について説明する。

図3は、第2実施形態に係る二酸化炭素発生システムを蚊捕集用途に用いた一例を示す模式的斜視図である。二酸化炭素発生システムたる蚊捕集器2は、内部に空間が形成された箱型の構成を成し、底部に蚊捕集ユニット11、頂部に光源ユニット13が設けられ、これらの間に二酸化炭素発生ユニット12が設置されている。蚊捕集ユニット11および光源ユニット13は、二酸化炭素発生ユニット12に対して着脱自在に構成されている。光源ユニット13の側方下部には、蚊を誘引するための開口部である蚊侵入口14が設けられている。二酸化炭素発生ユニット12の側面には、二酸化炭素を高濃度で排出する排気口15が複数設けられている。

[0030] 図4に、図3のⅠⅤ－ⅠⅤ切断部断面図を示す。二酸化炭素発生ユニット12は、平面視上の形状が円形状の2重筒型構造を有する。2重筒型構造は、外郭を構成する外筒27、外筒27と所定の間隙を持って対向配置される内筒26を有する。内筒26の外側主面には、円筒に添うように平面視上の形状がドーナツ状でY軸方向に延在された形状の二酸化炭素発生体22が配置されている。内筒26より内側にある内部空間20は、内筒26内面、光源ユニット13の内部上面および蚊捕集ユニット11の内部側面により画定される。内筒26および外筒27は、用いる光触媒の活性光線を透過可能な材料により構成する。即ち、可視光応答型光触媒に用いる用途には可視光透過性の材料を、紫外光応答型の光触媒を用いる場合には紫外光透過性の材料（例えば、プラスチック材料、ガラス）から構成する。

[0031] 二酸化炭素発生ユニット12の外側主面を構成する外筒27には、排気口15が複数設けられている。また、外筒27と内筒26からなる筒型構造の上面には、空気の出入りを規制する低通気性網25が配置されている。二酸

化炭素発生体 22 で発生した二酸化炭素は、滞留空間 21 に滞留しながら、低通気性網 25 と排気口 15 との圧力損失の差および二酸化炭素と空気の比重差により主として排気口 15 から外部に放出されるようになっている。低通気性網 25 と排気口 15 の網目の圧力損失差は、例えば、網目サイズ、口径、厚み、材質等により調節できる。上記構成により、蚊捕集器 2 の側面にある排気口 15 から高濃度に二酸化炭素が放出するようになっている。

[0032] 二酸化炭素発生体 22 の二酸化炭素発生能力、排気口 15 の放出量、低通気性網 25 と排気口 15 の圧力損失差、および滞留空間 21 のサイズ等を設計することにより、排気口 15 から外部に放出される二酸化炭素濃度を所望の濃度に調整することができる。排気口 15 から排出される二酸化炭素排出濃度は用途により変動し得るが、大気中の二酸化炭素濃度よりも十分に高い濃度とする観点から、600 ppm 以上であることが好ましく、800 ppm 以上であることがより好ましく、1000 ppm 以上であることが更に好ましい。600 ppm 以上とすることにより、高効率に蚊を誘引することができる。なお、所望の二酸化炭素発生量が維持できるように、排気口 15 や低通気性網 25 の開口サイズを変更可能な設計としたり、滞留空間 21 の容積を切り替え可能な装置としてもよい。また、排気口 15 や低通気性網 25 が開口する回数、即ち、換気する回数を制限して、排出量を所望値になるようにしてもよい。このようにすることにより、二酸化炭素発生体から発生する二酸化炭素の量を用途に応じて変更したり、経時的に二酸化炭素発生量が減少した場合において、所望の二酸化炭素発生量に調整することができる。

[0033] 内筒 26 には、二酸化炭素発生体 22 から発生した二酸化炭素を通過させるための微細孔 28 が複数設けられている。これにより、二酸化炭素発生体 22 から発生した二酸化炭素を内部空間 20 内にも送り込み、内部空間 20 の二酸化炭素濃度を大気中の二酸化炭素濃度よりも高い状態とすることができる。但し、微細孔 28 は必須ではなく、排気口 15 の二酸化炭素濃度を所望の値、例えば 600 ppm 以上に設計することが難しい場合には、内部空間 20 に二酸化炭素を送り込む機構を設けずに、二酸化炭素発生体 22 から

発生した二酸化炭素を専ら滞留空間 2 1 に排出する構成とすることが有効である。即ち、二酸化炭素発生体 2 2 で発生した二酸化炭素を滞留空間 2 1 に滞留・濃縮させながら、低通気性網 2 5 と排気口 1 5 の圧力損失の差と、二酸化炭素と空気の比重差とにより排気口 1 5 から外部に二酸化炭素を放出させる設計が有効である。

[0034] 内部空間 2 0 内には、二酸化炭素発生ユニット 1 2 の側面を構成する内筒 2 6 に固設された空気循環ファン 2 3 が設置されている。空気循環ファン 2 3 によって蚊侵入口 1 4 から装置内部に向かう空気の流れが作り出され、蚊 9 が蚊侵入口 1 4 から蚊捕集器 2 内部に誘導される。空気循環ファン 2 3 は、蚊捕集器 2 の稼働に合わせて自動的に作動させてもよいし、任意にオン・オフ可能なようにしてもよい。二酸化炭素発生ユニット 1 2 の内部下方には、平面視上の面積が小さくなるテーパ部 2 4 が設けられ、開口面積が下方に行くにつれて小さくなるように構成され、その下面の開口部は、蚊捕集ユニット 1 1 と連通している。

[0035] 蚊捕集ユニット 1 1 は、蚊 9 を最終的に捕獲する領域である。蚊捕集ユニット 1 1 の側面には、内部の空気を外部に放出するための排気口 1 6 が複数設けられている。蚊捕集ユニット 1 1 の上面の入り口部 3 1 には、二酸化炭素発生ユニット 1 2 と隔離する開閉機構（不図示）が設けられており、捕集された蚊を除去するときには蚊捕集ユニット 1 1 を閉鎖し、除去できるようになっている。

[0036] 光源ユニット 1 3 は、光触媒の活性光線を照射する役割を担う。また、光源 3 0 の使用により発生する熱は、蚊を誘引する熱源としての役割も担っている。また、光源 3 0 に紫外光を含む場合、蚊を誘引する効果も有している。蚊は、赤外のセンシング機能や紫外光に誘引される特性を有するので、熱や紫外光を併用してもよい。第 2 実施形態においては、活性光線として、光源 3 0 の他に、太陽光ないし室内光を併用する構成を採用している。太陽光ないし室内光で十分に光触媒を励起できる場合には光源 3 0 をオフし、太陽光ないし室内光が弱いまたは利用できない場合には光源 3 0 をオンする。こ

れにより、省エネを実現できる。なお、太陽光等により光量が十分な場合であっても、光源を熱源或いは紫外光による蚊の誘引のために利用してもよい。また、光源30とは別の赤外光発生部を設けて熱を発生させてもよい。光源30の出射光強度は、太陽光等の強度に応じて調整可能に構成してもよい。

光源30のオン・オフの判定は、太陽光・室内光強度測定部18の結果に基づいて行われる。光源ユニット13内には、光源30や太陽光・室内光強度測定部18を作動させるための電気回路等が内蔵されている。なお、光強度測定に代えて、二酸化炭素濃度を検知して、光源30の照射条件を決定してもよい。

[0037] 二酸化炭素発生体22は、図2に示すピース50がカートリッジ内に充填され、カートリッジが内筒26の外側側面に着脱自在に取り付けられている。使用に必要な量の二酸化炭素が放出されなくなった二酸化炭素発生体22は、新品に交換できる構成となっている。

[0038] 第2実施形態に係る二酸化炭素発生システムによれば、有機物バインダに光触媒を混練させているので、光触媒のまわりに分解させる対象が大量に存在する。このため、上記特許文献1、2に比して二酸化炭素発生量を大幅に増やすことができる。また、光源30の発熱効果および紫外光を用いれば、蚊の誘引効果を更に高めることができる。更に、活性光線として太陽光ないし室内光を併用しているので、省エネを図ることができる。また、殺虫剤や電撃法によらずに蚊を捕集できるので、人体に害が無く安全であるというメリットを有している。

[0039] (変形例) 第2実施形態に係る蚊捕集器は一例であり、種々の変形が可能である。例えば、図3および図4の蚊捕集器は、光源ユニット13に光源を配置せず、内筒26の内側側面に光源を配置することができる。内側側面に光源を設置することにより、走光性の昆虫等の捕集を効果的に防止することができる。また、高効率に光触媒を活性化することができる。また、二酸化炭素発生ユニット12の側面の太陽光の受光率を高めるために、下方に行く

に従って面積が広くなるようなテーパーを設けもよい。別の変形例として、図3の蚊捕集ユニット11と光源ユニット13を上下逆に設置することも可能である。また、光源は必ずしも一体的に蚊捕集器に備えられている必要は無く、必要時に別体の光源を取り付けてもよく、或いは取り付けずに照射するものでもよい。

[0040] また、第2実施形態においては、二酸化炭素発生体としてビーズ50をパッキングしたものを用いたが、シート状のものや第1実施形態の二酸化炭素発生体1を用いてもよい。また、内筒26の両壁面に塗工により二酸化炭素発生体の層を形成してもよい。また、炭素繊維等の担持体に混練物を担持させたものを用いてもよい。

[0041] 図5に、別の変形例に係る二酸化炭素発生システムである蚊捕集器3の一例の模式的斜視図を示す。蚊捕集器3は、吊り下げタイプであり、図中の左端に光源30bを具備し、その隣接する領域に自壊性二酸化炭素発生体であるフィルム55bが配設されている。蚊捕集器3の図中の右端には、粘着テープ巻取り部62があり、その隣接する領域に粘着テープが引き出され、粘着面が表面に露出するようになっている。粘着テープの先端面は、裏面側に誘導され固定されている。蚊捕集器3に活性光線を照射することにより二酸化炭素が発生し、光源30bの稼働による熱により温度が上昇して蚊を誘引する。そして、誘引された蚊は粘着テープによって捕獲される。使用に必要な粘着力がなくなった粘着テープは、蚊捕集器3の裏面側から引出し、裏面に取り付けられたカッターにより不要部分を切断するようになっている。また、使用に必要な量の二酸化炭素が放出されなくなったフィルム55bは、新品のフィルムに交換可能になっている。また、図5の蚊捕集器3において、光源を設けずに太陽光ないし室内光を用いたり、別体の光源で照射してもよい。その場合は、必要に応じて熱源を用いてもよい。図5に示す構成によれば、装置構成が簡便であるというメリットがある。

[0042] 図6に、更に別の変形例に係る二酸化炭素発生システムである蚊捕集器4の模式的上面図を示す。蚊捕集器4は、上面がない矩形状の箱型構造からな

る。そして、側面の一つには、LEDシート30dが取り付けられ、LEDシート30d上にシート状の二酸化炭素発生体22dが設置されている。そして、LEDシート30dの設置面以外の底面を含む内壁には、粘着シート61dが取り付けられている。

[0043] 蚊は、二酸化炭素により誘引され、上面の蚊侵入口14dから蚊捕集器3内に誘導される。そして、粘着シート61dに捕獲される。就寝中等に利用したい場合には、蚊捕集器3の筐体部を遮光材料により構成し、LEDシート30dの光が外部に漏れないように設計すればよい。LEDシートと二酸化炭素発生体とを直接または近接位置に配置することにより、省エネルギーを図りながら高効率に二酸化炭素を発生させることができる。

[0044] [第3実施形態]

次に、二酸化炭素発生体または二酸化炭素発生システムを、植物生長促進用途に用いる例について説明する。図7に第3実施形態に係る二酸化炭素発生システム5の一例を示す模式的側面図を、図8に図7のVIII-VIII切断部断面図を示す。二酸化炭素発生システム5は、ボンベ状の円筒筐体70から配管71を介して所望の濃度の二酸化炭素が、植物栽培容器73に供給されるようになっている。植物栽培容器73内には、二酸化炭素の濃度を測定する濃度センサ74が設けられ、配管71には調節弁72が設けられ、濃度センサ74の測定結果に基づいて植物栽培容器73内の二酸化炭素濃度が一定に保たれるようになっている。円筒筐体70の側面の下方には、円筒筐体70内で発生した高濃度二酸化炭素を含む空気をスムーズに植物栽培容器73に送れるように吸気口76が複数設けられている。

[0045] 円筒筐体70の内部中央には、円柱状の光源30eが設けられ、底部近傍には二酸化炭素を植物栽培容器73に送るファン23eが設けられている。そして、光源30eと所定の間隙を持って円筒のカートリッジ状の二酸化炭素発生体22eが配設されている。二酸化炭素発生体22eは、二酸化炭素発生システム5の外郭を構成する側壁面内部と所定の間隙を持って対向配置されている。光源30eと二酸化炭素発生体22eにより囲まれた空間およ

び二酸化炭素発生体 22 e と円筒筐体 70 により囲まれた領域は、二酸化炭素発生体 22 e から発生した高濃度の二酸化炭素を収容する滞留空間 21 e となっている。滞留空間 21 e に充填された二酸化炭素は、ファン 23 e による流れおよび調節弁 72 により、配管 71 を介して箱型の植物栽培容器 73 内に供給されるようになっている。

[0046] 二酸化炭素発生システム 5 によれば、植物栽培容器 73 に対して、外付け装置で容易に二酸化炭素を供給することができる。また、二酸化炭素発生体 22 e は、円筒筐体 70 に対して着脱自在に構成されており、寿命を全うした後は、新しいものに簡便に変更できる。第 3 実施形態によれば、二酸化炭素を簡便なシステムで高効率に供給することができる。また、所定濃度で二酸化炭素を植物栽培容器 73 に供給することが可能である。

[0047] (変形例)

第 3 実施形態において、円柱状の光源 30 e と二酸化炭素発生体 22 e に代えて、LED シート等とシート状の二酸化炭素発生体とを積層させ、捲回させた構造を円筒筐体 70 内に内蔵させてもよい。また、図 4 に示したようなカートリッジ状の二酸化炭素発生体や、シート状の二酸化炭素発生体を、箱型の植物工場内の壁面等に直接設置してもよい。例えば、図 1 のような形態において、支持体 33 として粘着シートを用い、植物工場内の壁面に貼り付ける方法が例示できる。また、箱型の植物工場内の壁面に直接、本発明の混練物を塗工してもよい。また、図 2 で説明した様なビーズ状の混練物からなる二酸化炭素発生体あるいはカートリッジに充填した二酸化炭素発生体を、植物の近接位置であって且つ活性光線が照射可能な位置に任意に設置してもよい。また、植物工場用途に限定されず、野菜や花等の植物栽培キット内に、小型の二酸化炭素発生体を設置してもよい。また、屋外の畑において使用することもできる。例えば、植物を支える支柱棒を太陽光の透過材料で構成し、且つ空気の出入り孔を設け、内部に混練物たるビーズを詰めて二酸化炭素が発生するようにしてもよい。

[0048] 本発明は、上記実施形態および変形例に限定されるものではなく、本発明

の趣旨に合致する限り、他の実施形態も本発明の範疇に属し得ることは言うまでもない。また、上記実施形態および変形例は、互いに好適に組み合わせられる。

[0049] 《実施例》

以下、本発明を実施例により更に詳しく説明する。但し、本発明は、以下の実施例により何ら限定されるものではない。

[0050] 光触媒として、二酸化チタン (TiO_2) と酸化タングステン (WO_3) を用いた。図9に、 TiO_2 と WO_3 において、紫外・可視光帯域の吸収スペクトルと光触媒反応に使用できるフォトン数をプロットした図を示す。反応に使用できるフォトン数は其々極大値を有している。例えば、 $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の活性光線を照射する場合、光のエネルギーは、短波長側にいくにつれて大きくなるため、フォトン数は短波長の活性光線の方が少なくなる。一方、光触媒はバンドギャップ以上のエネルギーの光を照射しなければ光触媒反応を起こすことができず、また、光触媒における光の吸収効率は光のエネルギーが高いため短波長側の光をよく吸収する。従って、フォトン数の波長依存性と、光触媒におけるフォトンの吸収の波長依存性から、活性光線として好適に使用できる波長の最適値が求められる。図9に示すように、 TiO_2 の最適な活性光線の波長は 340 nm 、 WO_3 の最適な活性光線の波長は 380 nm であり、更に、 WO_3 は 460 nm 付近まで可視光を吸収することがわかる。

[0051] そこで、 TiO_2 の活性光線として、 360 nm を中心波長とし、 $300 \sim 400 \text{ nm}$ の帯域の光が照射できるブラックライト（東芝社製、 20 W ）を用いた。また、 WO_3 の活性光線として、（１）前述のブラックライト、または（２）紫外線をカットしたキセノンランプ（林時計工業社製、 150 W ）を用いた。キセノンランプを用いる際の紫外線のカットには、旭テクノグラス社製の Y-43 フィルターを使用し、 460 nm 以下の波長域が照射されるようにした。ブラックライトの強度はトプコン社製の紫外線照度計（本体：UVR-2，プローブ：UD-36）で計測した値で $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2$

・secとなるようにした。また、紫外光カットしたキセノンランプの強度は、ウシオ電機社製のスペクトル照度計（USR-40D）で計測した値で $0.6 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ とした。

[0052] （実施例1）混練物として、セルロースに二酸化チタンを混練させた3～5 mm径のビーズを用いた。二酸化チタンの含有量は、セルロース100質量部に対して、85～120質量部とした。

[0053] 上記ビーズを半径3.2 cmのシャーレに載置し、これを容積0.5 Lのガラス製の密閉空間に入れた装置において、活性光線に対する経時的な二酸化炭素（ CO_2 ）濃度を追跡した。光照射前の密閉空間には相対湿度50%の合成空気を満たした。照射光源として、東芝社製の20 J/秒のブラックライトを用いた。光の照度は、トプコン社製の紫外線照度計（UVR-2, UD-36）を用いて、 $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の紫外光を照射した。 CO_2 発生量は、INNOVA社製のマルチガスモニタを用いて測定した。測定後、密閉容器を開放して再び相対湿度50%の合成空気で満たし、2度目の測定を同様の手順で行った。2度目の測定後、密閉容器を開放して、ビーズの表面にある白色の粉を振り落とし、再び相対湿度50%の合成空気で満たし、3度目の測定を同様の手順で行った。

[0054] （実施例2）

紫外光の照射強度を $0.4 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ に変更した以外は、実施例1のサンプルを用いて同様の実験を行った。

[0055] 図10に、実施例1における照射時間と CO_2 発生量（濃度）の関係をプロットした図を示す。紫外光を照射してから5分後には、密閉空間内の CO_2 濃度が600 ppmを超える（初期 CO_2 生成速度 $2.58 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ ）ことを確認した。2回目の測定では CO_2 の生成速度が1回目のそれよりも遅くなっていた。これは、有機物バインダが自壊によって減少しているためと考えられるが、100時間の光照射で10,000 ppm以上、つまり、5時間の光照射で蚊の誘因に効果がある600 ppm以上（初期 CO_2 生成速度 $0.818 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ ）の高濃度の CO_2 を生成することを確認

した。3回目の実験における CO_2 の生成速度が2回目のそれよりも大きくなったのは、有機物バインダの自壊によって表面に偏析した光触媒が振り落としの工程により除去され、表面から深い位置まで紫外線が透過した結果、 CO_2 生成能力が回復したためである。

[0056] 図11に、実施例1と実施例2との CO_2 の変化を示す。同図より、光強度を2倍にすると、 CO_2 の生成速度も約2倍となり、光触媒活性が光量に依存することがわかる。即ち、光強度、照射面積によって任意に CO_2 生成量を制御し得ることが明らかになった。

[0057] 図11の結果より、 $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ とした実施例1のサンプルを、第2実施形態の図3に示す蚊捕集器に適用した場合の CO_2 濃度を算出した。算出に当たり、以下の条件を適用した。

滞留部寸法： CO_2 滞留部外径＝19 cm、

CO_2 滞留部内径＝触媒外径＝17 cm、

滞留部幅＝1 cm、触媒層厚さ＝1 cm、

CO_2 滞留部高さ＝15 cm

換気回数 N ＝1時間あたりの滞留部の空気の流量／滞留部体積

滞留部から放出される CO_2 濃度

＝1時間で触媒から発生する CO_2 の量／（滞留部体積×換気回数）

[0058] その結果、以下の知見が得られた。

(1) 紫外線の強度 $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の場合、紫外線を照射してから5分で、滞留部から放出される CO_2 濃度は、蚊を誘引可能な600 ppmを超える。

(2) 二酸化炭素滞留部の換気回数を1時間で5回とし、二酸化炭素発生体22から内筒側には CO_2 が流れない構造とした場合には、紫外線を照射してから1時間後の滞留部から放出される CO_2 濃度は、2200 ppm、放出量は $4240 \text{ cm}^3 / \text{h}$ となる。また、紫外線照射から100時間後の滞留部から放出される CO_2 濃度は、1140 ppm、紫外線照射から450時間後の滞留部から放出される CO_2 濃度は、800 ppmとなる。

- [0059] なお、睡眠時に人間が発生する CO_2 は、呼吸量： $0.37 \text{ m}^3/\text{h} = 6.2 \text{ L}/\text{min}$ 、 CO_2 濃度：4%に対し、 CO_2 発生量： $6.2 \times 0.04 = 0.248 \text{ L}/\text{min} = 248 \text{ cm}^3/\text{min} = 14480 \text{ cm}^3/\text{h}$ であるので、発生する CO_2 は睡眠時に人間が発生する CO_2 よりは少なく、人間に害を及ぼす恐れはない。
- [0060] また、図11の実施例において、島津製作所社製ガスクロマトグラフ質量分析計（GCMS-QP2010）を用い、 CO_2 以外の気相の反応生成物の存在を測定した。24時間照射した後、ガスクロマトグラフ質量分析計のピークを観測した結果、 CO_2 以外の気相物質として一酸化炭素（CO）の存在が認められたが、その濃度は CO_2 のそれよりも、3桁低かった。また、ごく微量のカルボン酸からなる分子が観測できたがその量は装置の定量可能な下限よりも少量であった。つまり、本実施例で観測された反応生成物はほぼ CO_2 であって、ごく微量のCOとカルボン酸を含む化合物が生成するものの、それらは人間の健康を害する程の濃度で存在しないことを確認した。
- [0061] 本発明者らが実験を重ねたところ、 CO_2 発生量は、光触媒の種類、粒径、バイндаの割合、活性光源のいずれかが異なると変動することがわかった。以下、これらの値を変更して検討した結果を示す。
- [0062] （実施例3） 光触媒として、二酸化チタン（NP400、P&E Corp.Ltd.社製）を用いたこと、二酸化チタン100質量部に対し有機バイнда（セオラス（登録商標））を30質量部用いたこと、およびビーズの粒径2mmとしたこと以外は、実施例1と同様にしてビーズを作製し、同様の評価を行った。
- [0063] （実施例4） 二酸化チタン100質量部に対して有機バイндаを20質量部とした以外は、実施例3と同様にして、ビーズを作製し、同様の評価を行った。
- [0064] （実施例5） ビーズの粒径が5mmとなるようにしたこと以外は、実施例5と同様にビーズを作製し、同様の評価を行った。
- [0065] （実施例6） 光触媒として二酸化チタンの代わりに酸化タングステン（ルミレッシュ CW-1）を用いたこと、ビーズの粒径を4mmとしたこと以

外は、実施例 3 と同様にビーズを作製して同様の評価を行った。

[0066] (実施例 7) 活性光線としてブラックライトに代えて上述したキセノンランプを用いて可視光を照射した以外は、実施例 6 と同様の評価を行った。可視光照度は 26000 Lx であり、活性光線の照射強度は $0.6 \text{ mJ/cm}^2 \cdot \text{sec}$ とした。

[0067] (実施例 8) 二酸化チタンとして、ルチルを含む二酸化チタン (P-25、Degussa 社製) を用いたこと、およびビーズの粒径 (直径) を 2.6 mm とした以外は、実施例 3 と同様の方法でビーズを作製し、同様の評価を行った。

[0068] 実施例 3～6、8 において、 $0.8 \text{ mJ/cm}^2 \cdot \text{sec}$ の強度で紫外光照射して 1 時間後の CO_2 濃度を測定し、 CO_2 生成速度を算出した。また、実施例 7 においては、 $0.6 \text{ mJ/cm}^2 \cdot \text{sec}$ の強度で可視光を照射して 1 時間後の CO_2 濃度を測定し、 CO_2 生成速度を算出した。これらの結果を表 1 に示す。

[表1]

実施例	光触媒の種類	ビーズの粒径 mm	バインダー		活性光線	CO_2 生成速度 nL/cm ² sec
			種類	割合 %		
3	TiO_2	2	セルロース	30	BLB	1.61
4	TiO_2	2	セルロース	20	BLB	3.14
5	TiO_2	5	セルロース	20	BLB	2.43
6	WO_3	4	セルロース	20	BLB	0.189
7	WO_3	4	セルロース	20	Xe	0.190
8	TiO_2	2.6	セルロース	30	BLB	4.55

* BLB: $0.8 \text{ mJ/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 、Xe: $0.6 \text{ mJ/cm}^2 \cdot \text{sec}$

[0069] 実施例 7 においては、活性光線強度 (0.6 mJ/cm^2) が他の実施例より低い、 CO_2 生成速度は、 $0.1 \text{ nL/cm}^2 \cdot \text{sec}$ よりも高いことを確認した。また、実施例 6 の CO_2 生成速度は、表 1 に示したように、実施例 6 と同程度であることがわかった。また、 CO_2 生成速度は、ビーズの粒径、バインダーの混合割合、光触媒粒子の粒径により比較的大きく変動することを確認した。例えば、実施例 4、5 より、活性光線照射 1 時間後の CO_2 生成速度は、ビーズの粒径が 5 mm 径より 2 mm 径の方が有利であり、実施例 3 と実

施例 8 より、助触媒の存在や光触媒粒子の粒径・性状によって CO_2 生成速度が大きく変わることがわかった。

[0070] この出願は、2014 年 7 月 30 日に提出された日本出願特願 2014-154955 を基礎とする優先権および 2015 年 2 月 20 日に提出された日本出願特許 2015-031898 を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明に係る自壊性二酸化炭素発生体および二酸化炭素発生システムは、二酸化炭素を高効率に発生させることができるので、例えば、蚊捕集、植物成長促進、微生物培養等の用途に好適に利用できる。

符号の説明

[0072] 1、22 自壊性二酸化炭素発生体

3～4 蚊捕集器

5 二酸化炭素発生システム

9 蚊

11 蚊捕集ユニット

12 二酸化炭素発生ユニット

13 光源ユニット

14 蚊侵入口

15、16 排気口

18 太陽光・室内光強度測定部

20 内部空間

21 滞留空間

23 空気循環ファン

24 テーパー部

25 低通気性網

26 内筒

27 外筒

- 2 8 微細孔
- 3 0 光源
- 3 1 入り口部
- 3 3 支持体
- 5 0 ビーズ
- 5 1 光触媒
- 5 2 有機物バインダ
- 5 5 フィルム
- 6 2 粘着テープ巻取り部
- 7 0 円筒筐体
- 7 1 配管
- 7 2 調節弁
- 7 3 植物栽培容器
- 7 4 濃度センサ
- 7 5 排出口
- 7 6 吸気口

請求の範囲

- [請求項1] 光触媒と、
前記光触媒が混練された有機物バインダを主成分とする固体状の混練物とを備え、
以下の (i)、(ii) を満たす自壊性二酸化炭素発生体。
(i) 前記有機物バインダは、前記光触媒の光触媒作用によって自壊して二酸化炭素を発生する。
(ii) 前記混練物に、前記光触媒に対する活性光線を $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の強度で照射した場合に、常温・常圧で二酸化炭素が、活性光線が照射される単位面積あたり $0.1 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上発生する。
- [請求項2] 請求項1に記載の自壊性二酸化炭素発生体において、
前記 (ii) が、以下の (ii a) を満たす自壊性二酸化炭素発生体。
(ii a) 前記混練物に、前記光触媒に対する活性光線を $0.8 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ の強度で照射した場合に、常温・常圧で二酸化炭素が、活性光線が照射される単位面積あたり $1 \text{ nL} / \text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 以上発生する。
- [請求項3] 前記混練物は、ビーズ、フィルム、シートおよびゲルのいずれかである請求項1又は2に記載の自壊性二酸化炭素発生体。
- [請求項4] 担持体に、前記混練物が担持されている請求項1～3のいずれか1項に記載の自壊性二酸化炭素発生体。
- [請求項5] 前記有機物バインダは、
飽和炭化水素樹脂または／および
水酸基、アミノ基、カルボキシル基、エポキシ基、イソシアネート基、エーテル結合、グリコシド結合、エステル結合、アミド結合、ウレア結合、ウレタン結合、グアニジノ基、イミダゾリル基、インドリル基、メルカプト基、カーボネート結合、アセタール結合およびイミ

ド結合の少なくともいずれかを含む樹脂を主成分とする請求項1～4のいずれか1項に記載の自壊性二酸化炭素発生体。

[請求項6] 前記光触媒は、助触媒を有していてもよい TiO_2 、 ZnO 、 SrTiO_3 、 SnO_2 および WO_3 から選ばれる少なくとも一つを含む金属酸化物半導体であり、

前記助触媒が、 Pt 、 Pd 、 Cu(II) 、 Fe(III) 、 Au 、 Ag 、 Ru および Ni の少なくとも一つが含まれる物質である請求項1～5のいずれか1項に記載の自壊性二酸化炭素発生体。

[請求項7] 蚊の捕獲に用いる請求項1～6のいずれか1項に記載の自壊性二酸化炭素発生体。

[請求項8] 植物生長促進に用いる請求項1～6のいずれか1項に記載の自壊性二酸化炭素発生体。

[請求項9] 請求項1～8のいずれか1項に記載の自壊性二酸化炭素発生体を用いた二酸化炭素発生システム。

[請求項10] 更に、前記光触媒を励起し得る光源を備える請求項9に記載の二酸化炭素発生システム。

[請求項11] 前記自壊性二酸化炭素発生体から発生した二酸化炭素を滞留させる滞留空間を設け、

前記滞留空間から外部に600ppm以上の前記二酸化炭素を放出する請求項10に記載の二酸化炭素発生システム。

[請求項12] 光触媒と、前記光触媒が混練された有機物バイндаを主成分とする固体状の混練物とを備えた自壊性二酸化炭素発生体が搭載された二酸化炭素発生システムであって、

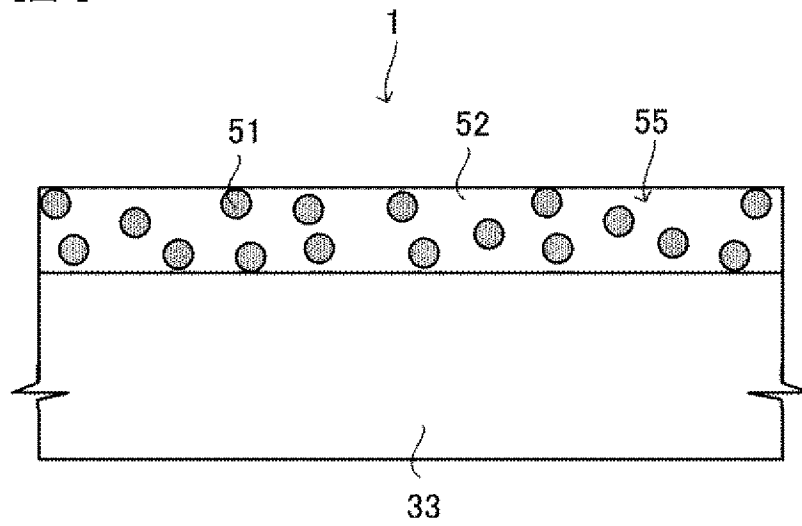
前記有機物バイндаは、前記光触媒の光触媒作用によって自壊して二酸化炭素を発生するものであり、

前記自壊性二酸化炭素発生体から発生した前記二酸化炭素を滞留させる滞留空間を設け、

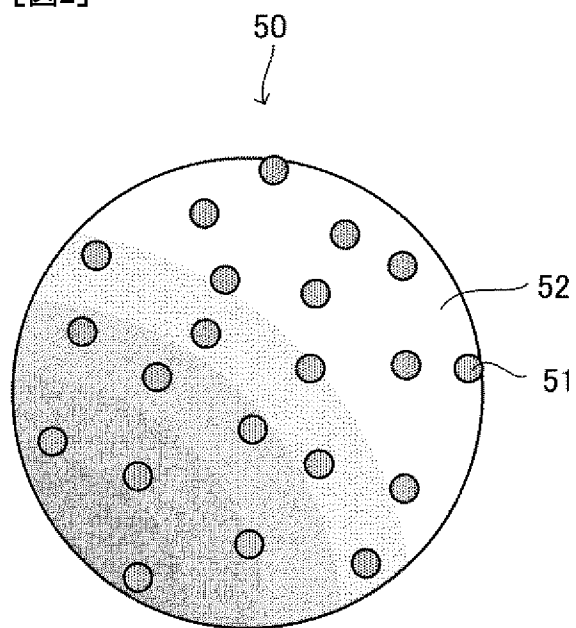
前記滞留空間から外部に600ppm以上の前記二酸化炭素を放出

する二酸化炭素発生システム。

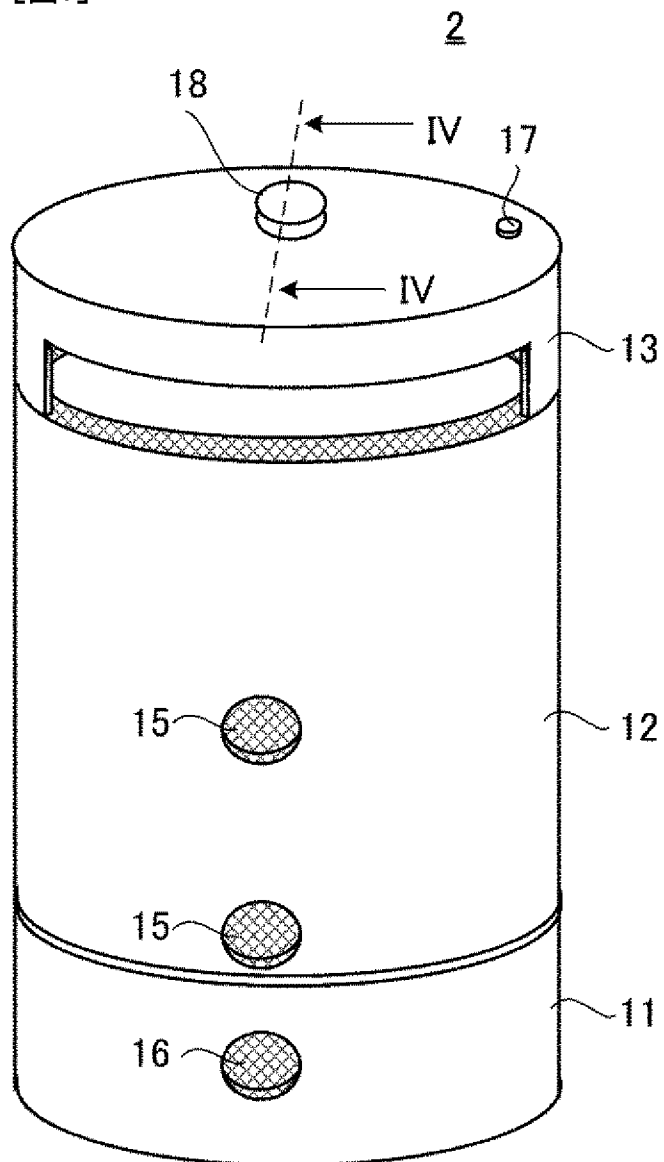
[図1]



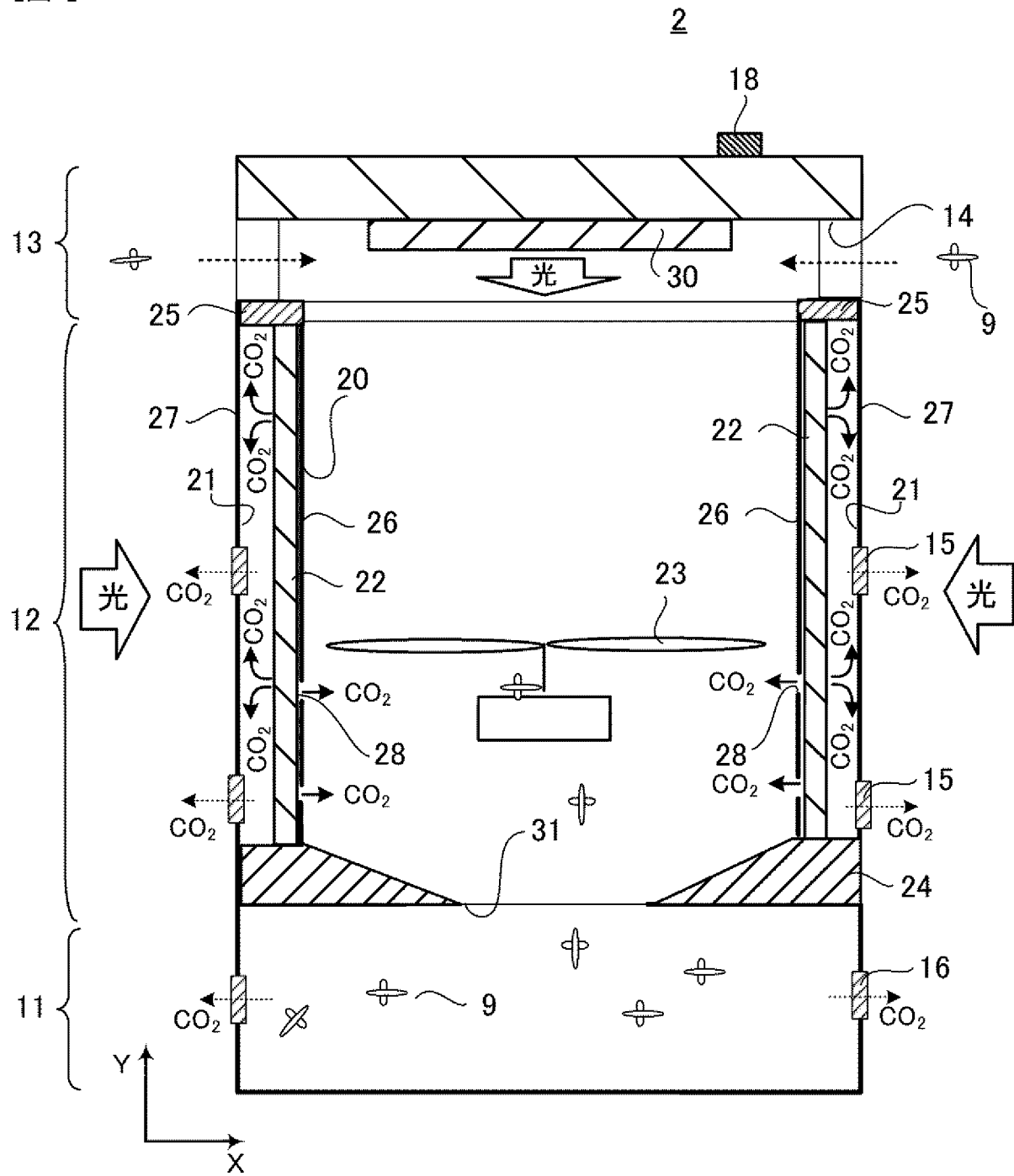
[図2]



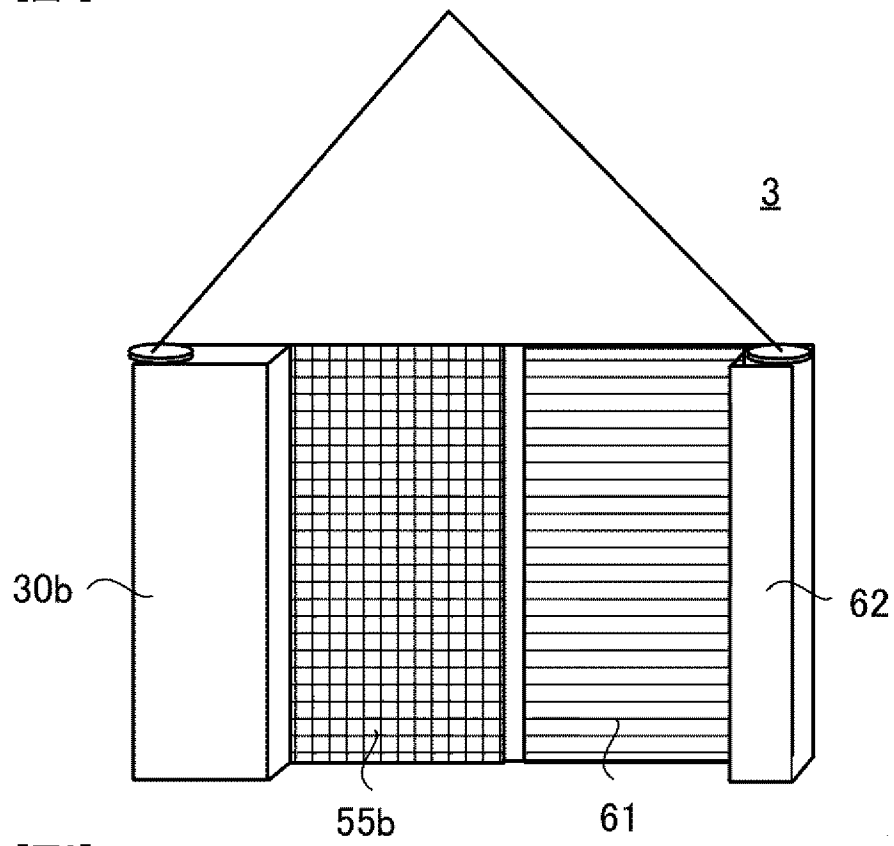
[図3]



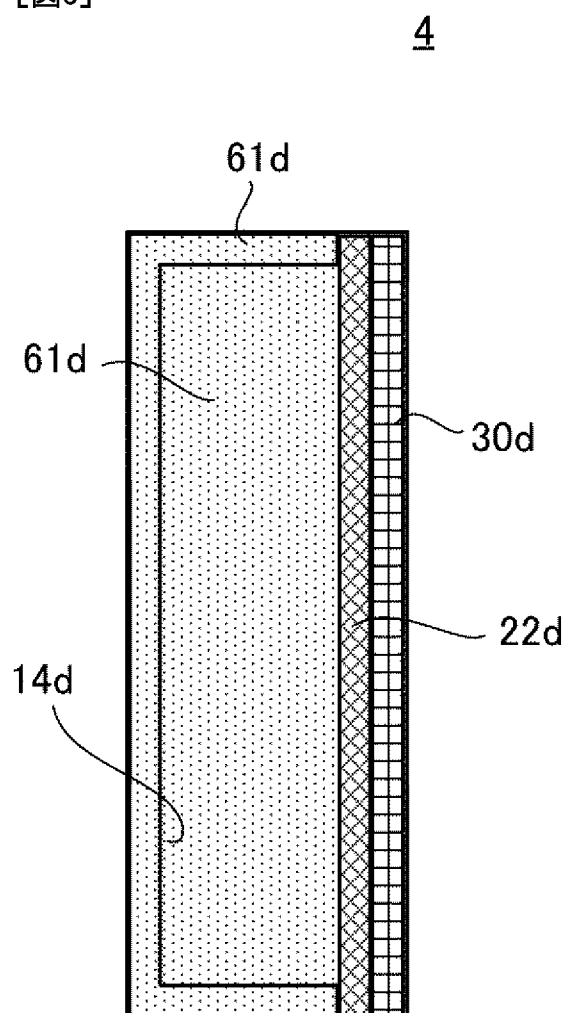
[図4]



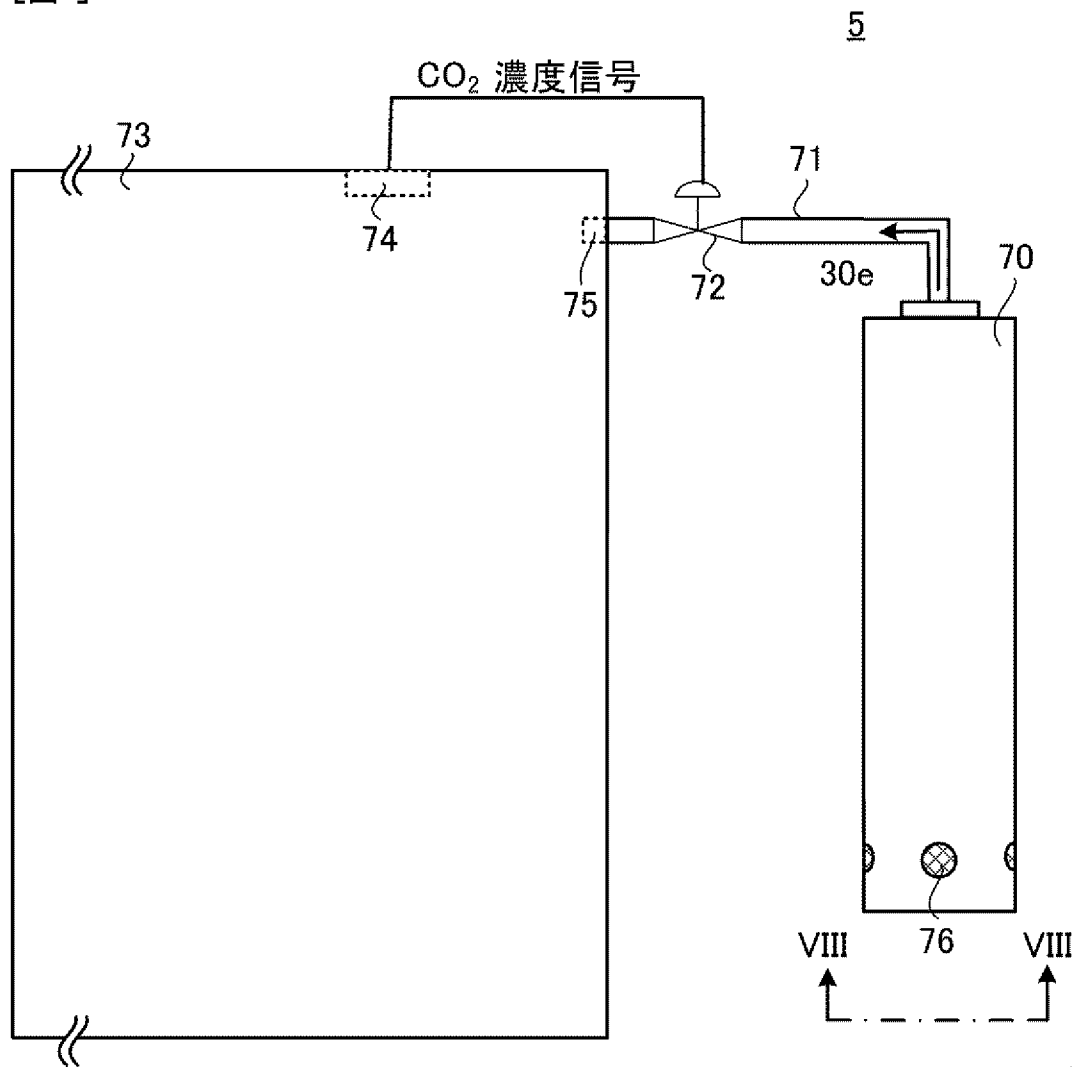
[図5]



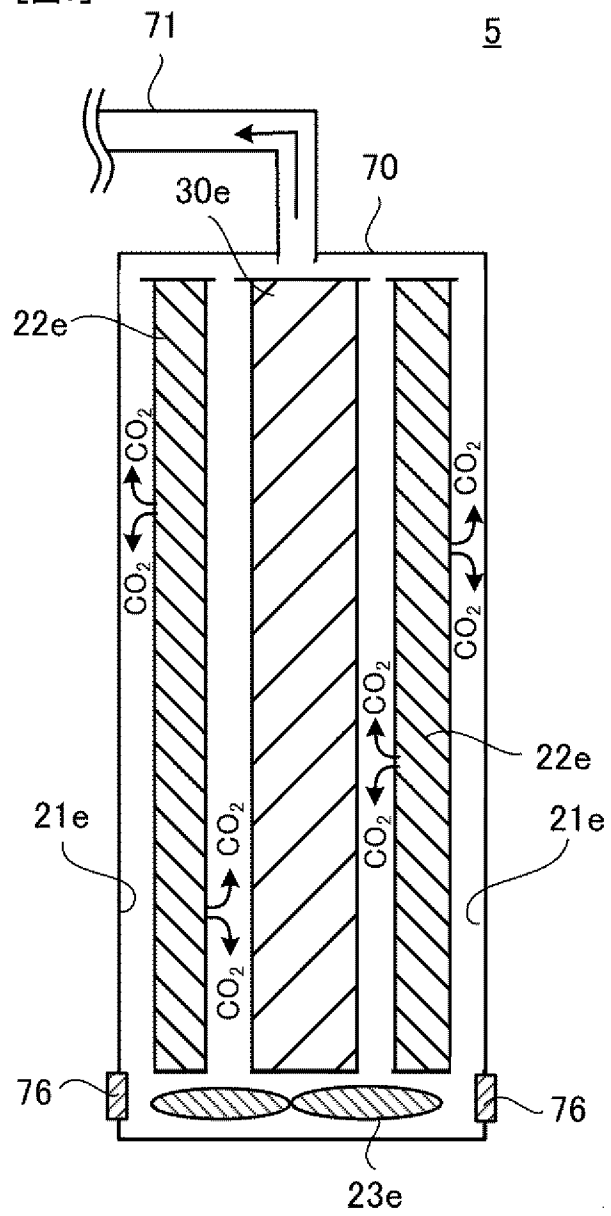
[図6]



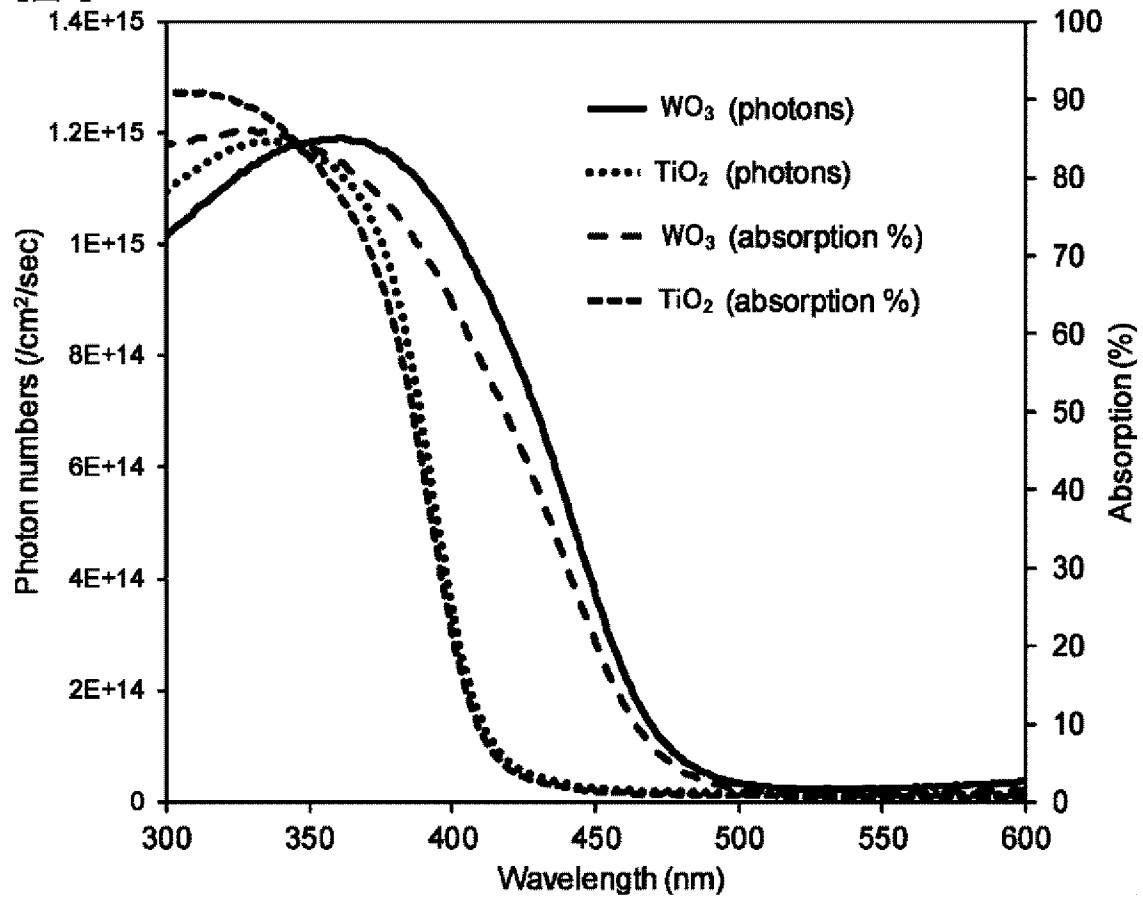
[図7]



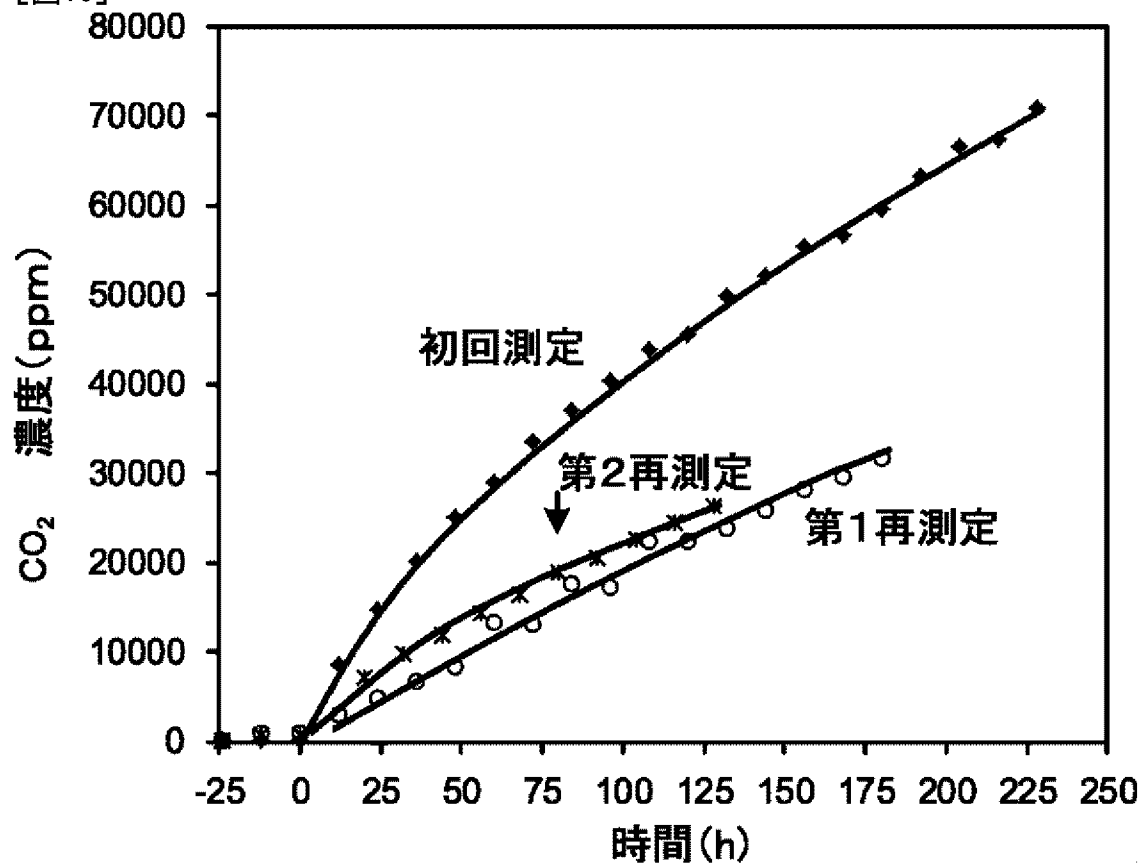
[図8]



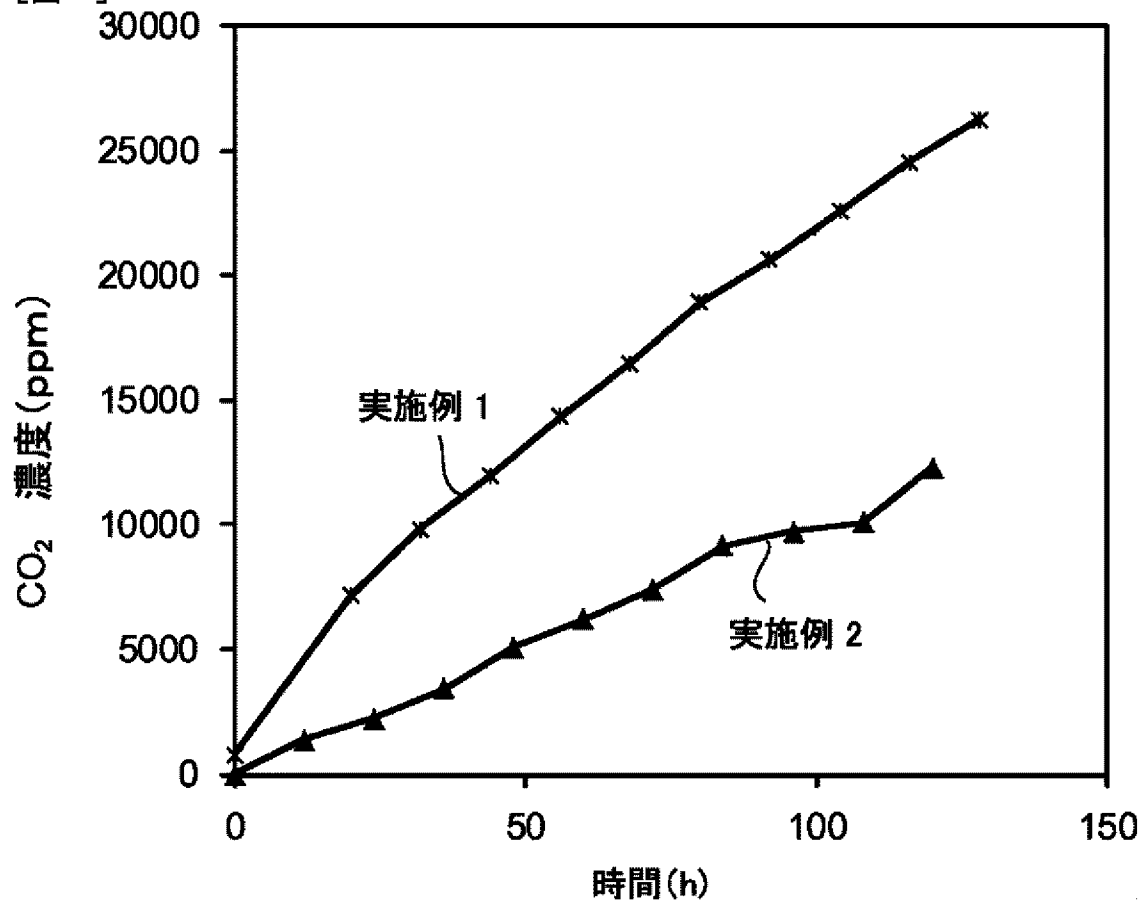
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/003819

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C01B31/20(2006.01)i, B01J21/06(2006.01)i, B01J23/30(2006.01)i, B01J35/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C01B31/00-31/36, B01J21/00-38/74, A01M1/00-1/24, A01G7/00-7/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus(JDreamIII), JST7580(JDreamIII), JSTChina(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-306953 A (Honda Electronics Co., Ltd.), 25 December 2008 (25.12.2008), claims; paragraphs [0001], [0005] to [0007] (Family: none)	1-12
A	JP 2006-087371 A (Asahi Industry Co., Ltd.), 06 April 2006 (06.04.2006), claims; paragraphs [0011], [0017], [0030] to [0032] (Family: none)	1-12
A	JP 2004-052423 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 19 February 2004 (19.02.2004), claims; paragraphs [0001], [0011], [0013] to [0017]; examples (Family: none)	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 August 2015 (26.08.15)

Date of mailing of the international search report
08 September 2015 (08.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/003819

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-072753 A (Chemwelltech Co., Ltd.), 09 April 2009 (09.04.2009), claims; examples 1 to 4; experimental example 5 & US 2010/0130348 A1 & WO 2009/038250 A1 & KR 10-0870213 B1 & CN 101715365 A	1-12
A	US 2004/0181997 A1 (Kyeong-Won LEE et al.), 23 September 2004 (23.09.2004), claims; paragraphs [0018] to [0021], [0023] & US 2005/0060926 A1 & WO 2003/007709 A1 & KR 10-2003-0008848 A & CA 2452770 A1 & CN 1523957 A	1-12
A	JP 2007-000011 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 11 January 2007 (11.01.2007), claims; paragraphs [0026] to [0031], [0033], [0034]; examples (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C01B31/20(2006.01)i, B01J21/06(2006.01)i, B01J23/30(2006.01)i, B01J35/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C01B31/00-31/36, B01J21/00-38/74, A01M1/00-1/24, A01G7/00-7/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus (JDreamIII), JST7580 (JDreamIII), JSTChina (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-306953 A（本多電子株式会社）2008. 12. 25, 特許請求の範囲, 段落[0001], [0005]-[0007] (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2006-087371 A（朝日産業株式会社）2006. 04. 06, 特許請求の範囲, 段落[0011], [0017], [0030]-[0032] (ファミリーなし)	1-12

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 6 . 0 8 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田澤 俊樹

4 G

3 8 3 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-052423 A (松下電工株式会社) 2004. 02. 19, 特許請求の範囲, 段落[0001], [0011], [0013]-[0017], 実施例 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2009-072753 A (チェムウェル テック カンパニー リミティ ッド) 2009. 04. 09, 特許請求の範囲, 実施例 1-4, 実験例 5 & US 2010/0130348 A1 & WO 2009/038250 A1 & KR 10-0870213 B1 & CN 101715365 A	1-12
A	US 2004/0181997 A1 (Kyeong-Won LEE et al.) 2004. 09. 23, 特許請求の範囲, 段落[0018]-[0021], [0023] & US 2005/0060926 A1 & WO 2003/007709 A1 & KR 10-2003-0008848 A & CA 2452770 A1 & CN 1523957 A	1-12
A	JP 2007-000011 A (株式会社豊田中央研究所) 2007. 01. 11, 特許請求の範囲, 段落[0026]-[0031], [0033], [0034], 実施例 (ファミリーなし)	1-12