



(10) **DE 10 2015 114 757 A1** 2016.03.10

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 114 757.2**

(22) Anmeldetag: **03.09.2015**

(43) Offenlegungstag: **10.03.2016**

(51) Int Cl.: **B01J 37/02 (2006.01)**

B01J 38/48 (2006.01)

B01J 38/02 (2006.01)

B01J 21/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

62/046,114 **04.09.2014** **US**
201510096993.1 **04.03.2015** **CN**

(71) Anmelder:

SEOUL VIOSYS CO., LTD, Ansan-si, Gyeonggi-do, KR

(74) Vertreter:

Patent- und Rechtsanwälte Loesenbeck, Specht, Dantz, 33602 Bielefeld, DE

(72) Erfinder:

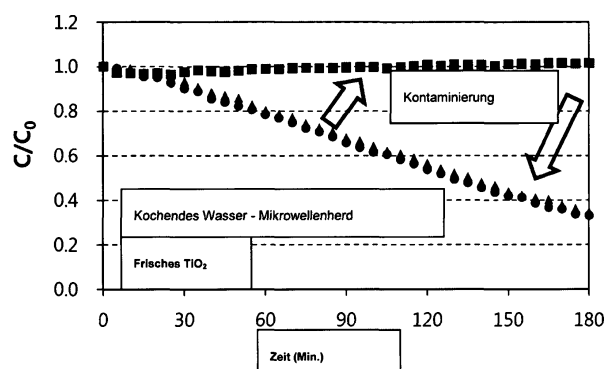
Suh, Daewoong, Seoul, KR; Yi, Jaeseon, Seoul, KR; Cho, Geundo, Ansan-si, Gyeonggi-do, KR; Lee, Doug Youn, Ansan-si, Gyeonggi-do, KR; Ku, Hye Kyung, Ansan-si, Gyeonggi-do, KR; Yoon, Kyung Sik, Ansan-si, Gyeonggi-do, KR

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **PHOTOKATALYTISCHER FILTER, VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG UND VERFAHREN ZU DESSEN REAKTIVIERUNG**

(57) Zusammenfassung: Die Vorrichtungen, Systeme und Techniken, die in dieser Patentschrift offengelegt werden, umfassen photokatalytische Filtervorrichtungen und können verwendet werden, um ein Verfahren zur Herstellung eines photokatalytischen Filters mit verbesserter Adhäsion anzubieten. Darüber hinaus umfasst die vorliegende Offenlegung dieser Patentschrift Technologie zur Bereitstellung eines Verfahrens zur Reaktivierung eines photokatalytischen Filters. Mithilfe der offengelegten Techniken kann selbst ein kontaminierter photokatalytischer Filter ganz einfach reaktiviert werden, während die verbesserte Adhäsion erhalten bleibt.



Beschreibung**HINTERGRUND****1. Technisches Feld**

[0001] Diese Patentschrift bezieht sich auf photokatalytische Filtervorrichtungen und Techniken zur Herstellung und Reaktivierung eines photokatalytischen Filters.

2. Verwandter Stand der Technik

[0002] Wie hierin verwendet bezieht sich der Ausdruck „photokatalytische Reaktion“ auf Reaktionen, bei denen photokatalytische Materialien wie Titandioxid (TiO_2) oder ähnliche eingesetzt werden. Bekannte photokatalytische Reaktionen umfassen den photokatalytischen Wasserabbau, die Elektroformung von Silber und Platin, den Abbau von organischen Materialien etc. Darüber hinaus gab es Versuche für die Anwendung von photokatalytischen Reaktionen für neue organische synthetische Reaktionen, die Herstellung von ultrareinem Wasser und ähnliches.

[0003] Toxische Gase oder Substanze mit abstoßendem Geruch, wie Ammoniak, Essigsäure und Acetaldehyd, die in der Luft vorhanden sind, werden anhand der oben beschriebenen photokatalytischen Reaktionen abgebaut, und Luftreinigungsverfahren basierend auf photokatalytischen Reaktionen können semipermanent verwendet werden, wenn sie über eine Lichtquelle (z. B. eine UV-Lichtquelle) und einen mit photokatalytischem Material beschichteten Filter verfügen. Wenn die photokatalytische Effizienz des photokatalytischen Filters sich verringert hat, kann der Filter reaktiviert werden, um seine photokatalytische Effizienz wieder herzustellen, und kann dann wiederverwendet werden. Daher kann man sagen, dass der photokatalytische Filter semipermanent ist.

[0004] Besonders wenn eine UV-LED-Lampe als UV-Lichtquelle verwendet wird, hat er Vorteile gegenüber einer herkömmlichen Quecksilberlampe oder ähnlichem in Bezug auf die Umweltfreundlichkeit, da der Filter kein toxisches Gas braucht, hinsichtlich des Energieverbrauchs sehr effizient ist und dank seiner kleinen Größe verschiedene Designs möglich macht.

[0005] Anders als herkömmliche Filter, wie der Vorfilter oder ein HEPA-Filter, die physisch große Staubpartikel auffangen, wenn Luft durch sie hindurch strömt, ist der photokatalytische Filter so konfiguriert, dass toxische Gase, die an der Oberfläche des Filters aufgenommen werden, während Luft durch den Filter strömt, durch Radikale wie $\text{OH}^\cdot$, die durch die photokatalytische Reaktion erzeugt werden, abgebaut werden. So werden toxische Gase in der Luft, die abgebaut werden, während Luft durch den katalytischen

Filter strömt, nicht vollständig abgebaut, sondern nur ein Teil davon. Anders gesagt: Die Menge der abgebauten toxischen Gase in der Luft wird stufenweise erhöht, während die Luft mehrmals durch den photokatalytischen Filter strömt.

[0006] Dadurch ist die photokatalytische Effizienz des photokatalytischen Filters direkt mit dessen Fähigkeit zur Luftreinigung verknüpft. Anders gesagt: Toxisches Gas in einem Raum mit einem Luftreiniger mit hoher photokatalytischer Effizienz wird schneller abgebaut als toxisches Gas in einem Raum mit einem Luftreiniger von derselben Größe und Struktur, der nur eine relativ geringe photokatalytische Effizienz hat.

[0007] Wenn jedoch ein photokatalytisches Material in einem photokatalytischen Filter kontaminiert ist, verringert sich die photokatalytische Effizienz und der Filter kann seine Funktion nicht ganz ausführen. In diesem Fall wird der photokatalytische Filter im Allgemeinen ausgetauscht. Es gab Studien dazu, ob ein photokatalytischer Filter gewaschen werden kann, doch die Ergebnisse der Studien haben im Wesentlichen gezeigt, dass das Waschen des photokatalytischen Filters nicht wünschenswert ist, weil das Waschverfahren komplex ist und der photokatalytische Filter nicht ohne Weiteres gewaschen werden kann.

ZUSAMMENFASSUNG

[0008] Zahlreiche Ausführungsformen sollen die oben beschriebenen Probleme lösen und einen leicht regenerierbaren photokatalytischen Filter, ein Verfahren zu dessen Herstellung und ein Verfahren zu dessen Reaktivierung bereitstellen.

[0009] In einer Ausführungsform umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines photokatalytischen Filters: Dispergieren eines photokatalytischen Materials; Beschichten eines Trägers mit dem dispergierten photokatalytischen Material; Trocknen des beschichteten Trägers; und Sintern des getrockneten Trägers.

[0010] Das photokatalytische Material kann TiO_2 sein.

[0011] Der Träger kann ein poröses Keramikmaterial umfassen.

[0012] Das Sintern kann bei einer Temperatur von 400 bis 500°C für 1–3 Stunden, bevorzugt 2–3 Stunden, erfolgen.

[0013] In einer anderen Ausführungsform umfasst ein photokatalytischer Filter einen porösen Keramikträger und dispergierte TiO_2 -Nanopartikel, mit denen der Träger beschichtet ist.

[0014] Der photokatalytische Filter kann mehrere aneinander grenzende Parallelzellen umfassen, die einen Luftstrompfad in eine Richtung zur UV-LED für die photokatalytische Aktivierung bilden.

[0015] Die dispergierten TiO_2 -Nanopartikel können bei einer Temperatur von 400 bis 500°C für 1–3 Stunden gesintert werden.

[0016] In einer noch anderen Ausführungsform umfasst ein Verfahren zur Reaktivierung eines photokatalytischen Filters mit dispergierten TiO_2 -Nanopartikeln, mit denen ein Träger beschichtet ist: Behandlung eines kontaminierten photokatalytischen Filters mit kochendem Wasser; oder Erhitzen eines kontaminierten photokatalytischen Filters im Mikrowellenherd; oder Behandlung eines kontaminierten photokatalytischen Filters mit kochendem Wasser und Erhitzen des behandelten photokatalytischen Filters im Mikrowellenherd.

[0017] Der Träger kann ein poröses Keramikmaterial umfassen und bei einer Temperatur von 400 bis 500°C für 1–3 Stunden gesintert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] Fig. 1 ist eine Perspektivansicht und zeigt die Anordnung eines photokatalytischen Filters und eines UV-LED-Substrats.

[0019] Fig. 2 ist eine Draufsicht eines photokatalytischen Filters.

[0020] Fig. 3 ist ein Diagramm, das die Veränderung der Entfernungsrates von Acetaldehyd mit einer Veränderung der Höhe eines photokatalytischen Filters zeigt.

[0021] Fig. 4 ist ein Diagramm, das die Veränderung der Entfernungsrates von Essigsäure mit einer Veränderung der Höhe eines photokatalytischen Filters zeigt.

[0022] Fig. 5 ist ein Foto, das den Zustand eines herkömmlichen photokatalytischen Filters und einen photokatalytischen Filter der vorliegenden Offenlegung zeigt, die beide durch Eintauchen in kochendes Wasser reaktiviert wurden.

[0023] Fig. 6 und Fig. 7 sind Diagramme, die den Durchlässigkeitsgrad von gekochtem Wasser mit den verschiedenen hinzugefügten Filtern darstellen.

[0024] Fig. 8 ist ein Diagramm, das die Ergebnisse von Luftreinigung mit Filtern, die mithilfe von kochendem Wasser reaktiviert wurden, zeigt.

[0025] Fig. 9 ist ein Diagramm, das die Ergebnisse von Luftreinigung mit einem photokatalytischen Filter vor und nach der Kontaminierung des Filters zeigt.

[0026] Fig. 10 ist ein Diagramm, das die Ergebnisse von Luftreinigung mit einem photokatalytischen Filter vor und nach der Kontaminierung des Filters und vor und nach der Reaktivierung des Filters durch Behandlung mit kochendem Wasser zeigt.

[0027] Fig. 11 ist ein Diagramm, das die Ergebnisse von Luftreinigung mit einem photokatalytischen Filter vor und nach der Kontaminierung des Filters und nach der Reaktivierung des Filters durch Behandlung mit kochendem Wasser und Erhitzen des behandelten Filters im Mikrowellenherd zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0028] Die Vorrichtungen, Systeme und Techniken, die in dieser Patentschrift offenlegt werden, umfassen photokatalytische Filtervorrichtungen und können verwendet werden, um ein Verfahren zur Herstellung eines photokatalytischen Filters mit verbesserter Adhäsion anzubieten.

[0029] Darüber hinaus umfasst die vorliegende Offenlegung dieser Patentschrift Technologie zur Bereitstellung eines Verfahrens zur Reaktivierung eines photokatalytischen Filters. Mithilfe der offengelegten Techniken kann selbst ein kontaminierter photokatalytischer Filter ganz einfach reaktiviert werden, während die verbesserte Adhäsion erhalten bleibt.

[0030] Die Vorrichtungen, Systeme und Techniken in dieser Patentschrift werden anhand von Beispielen in den folgenden Beschreibungen und Ansprüchen offengelegt.

[0031] Im Folgenden werden Ausführungsformen der offengelegten Technologie im Detail beschrieben, unter Bezugnahme auf Ausführungsbeispiele, einschließlich derjenigen, die in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt werden.

[0032] Die folgenden Ausführungsformen werden beispielhaft bereitgestellt, um Fachleuten die offengelegte Technologie nahe zu bringen. Dementsprechend ist die vorliegende Offenlegung nicht auf die hier offengelegten Ausführungsformen begrenzt und kann auch in anderen Formen umgesetzt werden. In den Zeichnungen können die Breiten, Längen, Dicken und ähnliche Eigenschaften von Elementen der Einfachheit halber und zur Beschreibung übertrieben dargestellt sein.

Photokatalytischer Filter – Vorrichtung

[0033] Im Folgenden wird ein Beispiel eines photokatalytischen Filters dargeboten. Der photokataly-

tische Filter umfasst einen Träger und dispergierte TiO_2 -Nanopartikel, mit denen der Träger beschichtet ist.

[0034] Der Träger kann ausgewählt werden aus Metall, Aktivkohle und Keramik. In einer Ausführung kann eine poröse Keramikhoneycomb-Wabe als Träger verwendet werden. In diesem Fall hilft der poröse Keramikhoneycomb-Träger den TiO_2 -Nanopartikeln, während des Beschichtungsverfahrens die Keramikporen zu durchdringen. Darüber hinaus werden die TiO_2 -Nanopartikel durch den Trocknungsprozess, der später noch im Detail beschrieben wird, verankert, wodurch die Adhäsion der TiO_2 -Nanopartikel am Träger verstärkt wird.

[0035] Wenn ein metallenes Material als Träger verwendet wird, haften die TiO_2 -Nanopartikel nicht so gut am photokatalytischen Träger wie an dem Keramikhoneycomb-Träger. Darüber hinaus kann Aktivkohle, obwohl sie Poren hat, während des Sinterverfahrens leicht beschädigt werden.

[0036] Wie später noch genauer besprochen wird, kann der Träger mit dispergierten TiO_2 -Nanopartikeln beschichtet werden, wodurch die Adhäsion eines photokatalytischen Filters verbessert wird.

[0037] Fig. 1 ist eine Perspektivansicht und zeigt die Anordnung eines photokatalytischen Filters **80** und des UV-LED-Substrats **55**, und Fig. 2 ist eine Draufsicht des photokatalytischen Filters **80**.

[0038] Bezugnehmend auf Fig. 1 ist die UV-LED **56** für die Sterilisation auf dem mittleren Teil des UV-LED-Substrats **55** angeordnet, und drei UV-LEDs **57** für die photokatalytische Aktivierung sind um die UV-LED **56** herum angeordnet. Insbesondere strahlen die UV-LEDs **57** für die photokatalytische Aktivierung UV-Licht zum photokatalytischen Filter **80**.

[0039] Wie in Fig. 2 dargestellt, umfasst der photokatalytische Filter **80** einen Katalysatorteil **81**, der durch Sintern von TiO_2 (Titandioxid), mit dem ein poröses Keramikmaterial in einem Gittermuster beschichtet ist, erhalten wird, und einen elastischen Stoßfänger **82**, der die Seite des Katalysatorteils abdeckt.

[0040] Fig. 3 ist ein Diagramm, das die Entfernungsraten von Acetaldehyd von zwei photokatalytischen Filtern mit unterschiedlicher Höhe (h) zeigt, und Fig. 4 ist ein Diagramm, das die Entfernungsraten von Essigsäure von zwei photokatalytischen Filtern mit unterschiedlicher Höhe (h) zeigt.

[0041] Die Ergebnisse des Versuchs zeigten, dass im Falle eines photokatalytischen Filters mit der in Fig. 2 dargestellten Form der Oberflächenbereich des Photokatalysators, der aufgrund der Dicke (t)

des Rahmens zwischen den Zellen des photokatalytischen Filters vergrößert wird, keinen wesentlichen Einfluss auf die Desodorierungseffizienz des photokatalytischen Filters hat, aber die Höhe (Tiefe) des photokatalytischen Filters den Innenwandbereich des internen Luftstrompfades beeinflusst und sich somit direkt auf den Bereich auswirkt, der mit Luft in Kontakt kommt.

[0042] Somit wurde deutlich, dass die Desodorierungseffizienz des photokatalytischen Filters am höchsten war, wenn die Höhe des photokatalytischen Filters 5–10 mm betrug. Darüber hinaus ist der photokatalytische Filter aufgrund seiner geringen Stärke schwierig zu verwenden, wenn die Höhe auf 2 mm oder weniger verringert wird, und wenn die Höhe 15 mm oder mehr beträgt, steigt der Luftwiderstand leicht, das UV-Licht erreicht nicht den rückseitigen Teil des photokatalytischen Filters oder seine Stärke wird sehr gering, und somit steigen nur die Kosten, ohne dass die Desodorierungseffizienz sich erhöht.

[0043] Darüber hinaus wurde deutlich, dass der Luftwiderstand nicht stieg, wenn die Breite (g) jeder Zelle **83** 2 mm betrug, und die Rate des schattierten Bereichs der Innenwand des photokatalytischen Filters, der dadurch entsteht, dass die Form des Filters selbst UV-Licht, das darauf gerichtet wird, blockiert, war nicht hoch, was darauf hindeutet, dass die Zellenbreite von 2 mm am besten geeignet ist, um die Rate des UV-Lichts, mit dem Innenwand des photokatalytischen Filters bestrahlt wird, zu maximieren. Wenn die Zellenbreite auf 1 mm oder weniger verringert wurde, stieg der Luftwiderstand jedoch, und die Menge an UV-Licht, die die Innenwand erreichte, sank, was nahelegt, dass die Effizienz der Desodorierung niedrig war. Darüber hinaus verringerte sich der Gesamtbereich der Innenwand bei einer Zellenbreite von 4 mm oder mehr aufgrund der geringen Zelldichte, was darauf hindeutet, dass die Effizienz der Desodorierung niedrig war.

[0044] Bezüglich der Zelldichte kann man angesichts der Breite (g) der einzelnen Zellen wie oben beschrieben gesagt werden: Wenn die Zelldichte weniger als 30 Zellen/ Inch^2 (4,6 Zellen/ cm^2) oder weniger betrug, also die Zellenbreite auf 4 mm oder mehr stieg, verringerte sich der Bereich der Innenwand, was darauf hindeutet, dass die Effizienz der Desodorierung niedrig war. Wenn die Zelldichte 260 Zellen/ Inch^2 (39,7 Zellen/ cm^2) oder mehr betrug, also die Zellenbreite auf 1 mm oder weniger zurückging, stieg der Luftwiderstand jedoch, und die Menge an UV-Licht, die die Innenwand erreichte, sank, was nahelegt, dass die Effizienz der Desodorierung niedrig war. Wenn die Zelldichte bei etwa 100 Zellen/ Inch^2 (15,3 Zellen/ cm^2) lag, stieg der Luftwiderstand nicht, und die Rate des beschatteten Bereichs der Innenwand des Filters, der dadurch entsteht, dass die Form des Filters selbst das darauf gerichtete UV-Licht blo-

ckiert, war nicht hoch, was darauf hinweist, dass die Effizienz der Desodorierung am höchsten war.

[0045] Die Ergebnisse eines Versuchs zur Dicke (t) des Zellrahmens zeigten, dass bei einer Rahmendicke von 0,3 mm oder weniger die TiO_2 -Schicht zu dünn wurde und dadurch die photokatalytische Effizienz abnahm und die Stärke nicht ausreichend war. Wenn die Rahmendicke 1,2 mm oder mehr betrug, stiegen die Materialkosten, ohne dass die photokatalytische Effizienz stieg. Darüber hinaus war die photokatalytische Effizienz am höchsten, wenn die Rahmendicke 0,6 mm betrug.

Photokatalytischer Filter – Herstellungsverfahren

[0046] Im Folgenden wird ein Beispiel für ein Verfahren zur Herstellung eines photokatalytischen Filters vorgestellt.

[0047] Der photokatalytische Filter kann bereitgestellt werden durch Dispergieren von Titandioxid- (TiO_2)-Nanopartikeln, Beschichten eines Trägers mit den dispergierten TiO_2 -Nanopartikeln, Trocknen des beschichteten Trägers und Sintern des getrockneten Trägers.

[0048] Zum Beispiel wird das Verfahren zum Dispergieren unter Verwendung von P25 TiO_2 -Nanopulvern durchgeführt, die erhältlich sind über Evonik Degussa. Zum Beispiel können P25 TiO_2 -Nanopulver Wasser hinzugefügt werden, in dem ein Silikon-Dispergiermittel mit einer Konzentration zwischen 0,1 und 10% aufgelöst werden kann. Nach dem Dispergieren der P25 TiO_2 -Nanopulver mithilfe einer Mühle kann man eine feste TiO_2 -Nanolösung mit einer Konzentration zwischen 20 und 40% erhalten. Dispergiermittel mit einer oder mehreren Arten von Komponenten können verwendet werden.

[0049] Während des Beschichtungsverfahrens wird, wenn der poröse Keramikhonigwabenträger ausgewählt wird, der poröse Keramikhonigwabenträger mit der zubereiteten TiO_2 -Dispersionsflüssigkeit veredelt. Bei der Veredeleung kann eine bis fünf Minuten lang eine Suspension aufgetragen werden, so dass die TiO_2 -Dispersionsflüssigkeit von den Poren des porösen Keramikhonigwabenträgers ausreichend absorbiert wird.

[0050] Das Trocknungsverfahren kann für eine vorbestimmte Zeit unter der Bedingung durchgeführt werden, dass der beschichtete Träger auf einer vorbestimmten Temperatur gehalten wird. In einer Ausführung kann bei Wahl des porösen Keramikhonigwabenträgers dieser poröse Keramikhonigwabenträger für drei bis fünf Minuten bei einer Temperatur zwischen 150°C und 200°C in einer Trocknungsvorrichtung bleiben.

[0051] Das Sinterverfahren kann durchgeführt werden, indem man den getrockneten Träger für eine vorbestimmte Zeit bei einer vorbestimmten Temperatur hält. In einer Ausführung kann bei Wahl des porösen Keramikhonigwabenträgers das Sinterverfahren zwei bis drei Stunden bei 400°C und 500°C durchgeführt werden. In unseren Versuchen wird bei einer Sintertemperatur von weniger als 300°C der beschichtete TiO_2 -Photokatalysator ganz leicht vom Träger getrennt. Wenn die Sintertemperatur höher ist als 500°C, verändert sich die Kristallstruktur des beschichteten TiO_2 -Photokatalysators und entsprechend verschlechtert sich die Aktivierung des Photokatalysators. Um also einen photokatalytischen Filter mit verbesserter Adhäsion und Aktivierung des Photokatalysators darzubieten, kann das Sinterverfahren bei 400°C bis 500°C durchgeführt werden.

Reaktivierter photokatalytischer Filter

[0052] Fig. 5 zeigt die Ergebnisse eines Versuchs, der durchgeführt wurde, um die Adhäsion eines katalytischen Materials an einem Träger in einem TiO_2 -photokatalytischen Filter zu untersuchen. Im Versuch wurde sowohl der gesinterte als auch der ungesinterte photokatalytische Filter in destilliertes Wasser getaucht und dann im Ultraschallbad behandelt.

[0053] Wie anhand von Fig. 5 deutlich wird, ist anders als im Falle des gesinterten photokatalytischen Filters das TiO_2 , das sich an den ungesinterten photokatalytischen Filter geheftet hat, durch die Behandlung im Ultraschallbad in Wasser eluiert.

[0054] Fig. 6 zeigt den Durchlässigkeitsgrad von destilliertem Wasser, gemessen bei verschiedenen Wellenlängen in jedem der folgenden Fälle: Behandlung im Ultraschallbad nur mit destilliertem Wasser; Hinzufügen eines porösen Keramikmaterials, das nicht mit einem TiO_2 -photokatalytischen Material beschichtet ist, zu destilliertem Wasser und dann Behandlung des destillierten Wassers im Ultraschallbad; Hinzufügen eines porösen Keramikmaterials, das mit einem TiO_2 -photokatalytischen Material beschichtet ist, zu destilliertem Wasser und dann Behandlung des destillierten Wassers im Ultraschallbad; und Hinzufügen eines porösen Keramikmaterials, das mit einem TiO_2 photokatalytischen Material beschichtet, aber nicht gesintert ist, zu destilliertem Wasser und dann Behandlung des destillierten Wassers im Ultraschallbad. Der Durchlässigkeitsgrad wurde gemessen mittels UV-Vis-Spektroskopie (Detektor: Analytik Jena).

[0055] Wie anhand von Fig. 6 deutlich wird, war der Durchlässigkeitsgrad des Wassers mit dem porösen Keramikmaterial, das mit TiO_2 -photokatalytischem Material beschichtet und gesintert war, fast gleich zum dem des destillierten Wassers, was nahe legt, dass die Adhäsion des photokatalytischen Mate-

rials am porösen Keramikmaterial exzellent war und entsprechend nicht wesentlich eluiert ist.

[0056] Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass der gemäß dem Verfahren der vorliegenden Offenlegung hergestellte photokatalytische Filter die Adhäsion des photokatalytischen Materials an seiner Oberfläche aufrecht erhält, selbst wenn er im Ultraschallbad behandelt wird.

[0057] Fig. 7 zeigt den Durchlässigkeitsgrad von Wasser, gemessen als eine Funktion der Zeit der Behandlung im Ultraschallbad in jedem der folgenden Fälle: Behandlung im Ultraschallbad nur von destilliertem Wasser; Hinzufügen eines porösen Keramikmaterials, das nicht mit einem TiO_2 -photokatalytischen Material beschichtet ist, zu destilliertem Wasser und dann Behandlung des destillierten Wassers im Ultraschallbad; und Hinzufügen eines porösen Keramikmaterials, das mit einem TiO_2 -photokatalytischen Material beschichtet und gesintert ist, zu destilliertem Wasser und dann Behandlung des destillierten Wassers im Ultraschallbad.

[0058] Wie anhand von Fig. 7 sichtbar ist, zeigte der Durchlässigkeitsgrad des destillierten Wassers in dem Fall, in dem das poröse Keramikmaterial, das mit dem TiO_2 -photokatalytischen Material beschichtet und gesintert ist, zu destilliertem Wasser hinzugefügt und im Ultraschallbad behandelt wurde, eine Tendenz zum Rückgang zeigte, während sich die Zeit der Behandlung im Ultraschallbad erhöhte, doch dieser Rückgang des Durchlässigkeitsgrades war nicht visuell von dem Vorgang nur mit destilliertem Wasser zu unterscheiden.

[0059] Fig. 8 zeigt die Ergebnisse der Messung der Acetaldehyd-Entfernungstätigkeiten der beiden Proben (siehe Pfeile in Fig. 7), wobei der größte Unterschied im Durchlässigkeitsgrad zwischen den Beiden Proben aus Fig. 7 auftrat, nachdem die beiden Proben für die Verwendung als photokatalytische Filter natürlich getrocknet worden waren. Wie anhand von Fig. 8 deutlich wird, gab es nur einen kleinen oder keinen Unterschied in der photokatalytischen Aktivität zwischen den beiden Proben, die unterschiedliche Durchlässigkeitsgrade hatten, wie in Fig. 7 dargestellt.

[0060] Die Reaktivierungseigenschaften des mit TiO_2 -Nanopartikeln beschichteten Photokatalysators sind in Fig. 9 bis Fig. 11 dargestellt. Die beiden Diagramme (gekennzeichnete Filter 1 und Filter 2) in Fig. 9 zeigen zwei Reihen von Versuchen zur Bestrahlung eines kontaminierten, mit TiO_2 -Nanopartikeln beschichteten Filters und eines frischen, nicht kontaminierten, mit TiO_2 -Nanopartikeln beschichteten Filters für einen Zeitraum von 3 Stunden mit einer UV-LED-Quelle, um Acetaldehyd zu entfernen. In beiden Abbildungen von Filter 1 und Filter 2 ist

der kontaminierte, mit TiO_2 -Nanopartikeln beschichtete Filter mit Chemikalien kontaminiert, einschließlich Formaldehyd, Essigsäure, NH_3 , Toluol, $\text{CH}_3\text{-SCH}_3$ und im Handel erhältlichem Lufterfrischer (aromatisch).

[0061] Wie anhand von Fig. 9 deutlich wird, hat der nicht kontaminierte Filter das Acetaldehyd normalerweise abgebaut (siehe die als „Frisches TiO_2 “ gekennzeichnete Markierung in Fig. 9). Wenn jedoch ein Versuch unter Verwendung eines photokatalytischen Filters durchgeführt wurde, der nach der Verwendung im oben beschriebenen Versuch zur Entfernung von Acetaldehyd kontaminiert war, wurde deutlich, dass die Menge an Acetaldehyd nicht weniger wurde (siehe die als Kontaminiertes TiO_2 gekennzeichnete Markierung in Fig. 9), was darauf hinweist, dass die photokatalytische Aktivität des Filters schlecht war.

[0062] Fig. 10 zeigt die Reaktivierung des kontaminierten, mit TiO_2 -Nanopartikeln beschichteten Filters nach der Behandlung mit kochendem Wasser, und Fig. 11 zeigt die Reaktivierung des kontaminierten, mit TiO_2 -Nanopartikeln beschichteten Filters nach der Behandlung mit einer Kombination aus kochendem Wasser und Erhitzen im Mikrowellenherd. Die Reaktivierungseigenschaften des kontaminierten, mit TiO_2 -Nanopartikeln beschichteten Filters wurden mit frischen, unkontaminierten, mit TiO_2 -Nanopartikeln beschichteten Filtern verglichen.

[0063] Wie anhand von Fig. 10 deutlich wird, wurde die Funktion des Filters signifikant wieder hergestellt, wenn der kontaminierte Filter mit kochendem Wasser behandelt wurde. Wie in Fig. 11 dargestellt wurde der Filter, wenn der kontaminierte Filter mit kochendem Wasser behandelt und dann im Mikrowellenherd erhitzt wurde, reaktiviert, so dass er nun eine Leistung zeigen würde, die fast der seines Originalzustandes entspricht.

[0064] Wie oben beschrieben bietet die vorliegende Offenlegung den photokatalytischen Filter mit dem photokatalytischen Material, das sicher am Träger befestigt ist. Daher kann das photokatalytische Material während der Reaktivierung nicht vom photokatalytischen Filter abgelöst werden, und entsprechend ist eine wiederholte Reaktivierung möglich, was darauf hindeutet, dass der photokatalytische Filter semi-permanent verwendet werden kann. Im Gegensatz dazu können herkömmliche photokatalytische Filter nicht durch Kochen reaktiviert werden, da das photokatalytische Material nicht so sicher am Träger befestigt ist, da es während der Behandlung mit kochendem Wasser nicht vom Träger in das Wasser eluiert wird.

[0065] Darüber hinaus kann der photokatalytische Filter gemäß der vorliegenden Offenlegung auf einfa-

che Art und Weise reaktiviert werden, ohne dass ein aufwändiger Waschprozess erforderlich ist.

[0066] Auch wenn nur einige wenige Ausführungsformen, Ausführungen und Beispiele beschrieben sind, können basierend auf dem, was in diesem Dokument beschrieben und illustriert wird, weitere Ausführungsformen und Ausführungen und verschiedene Erweiterungen und Varianten vorgenommen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines photokatalytischen Filters, wobei das Verfahren umfasst: Dispergieren eines photokatalytischen Materials; Beschichten eines Trägers mit dem dispergierten photokatalytischen Material; und Trocknen des beschichteten Trägers; und Sintern des getrockneten Trägers.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei das photokatalytische Material Titandioxid (TiO_2) umfasst.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei der Träger poröse Keramik umfasst.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Sintern für eine bis drei Stunden bei einer Temperatur zwischen 400°C und 500°C erfolgt.

5. Photokatalytischer Filter, einschließlich: eines porösen Keramikträgers; und dispergierte TiO_2 -Nanopartikel, mit denen der poröse Keramikträger beschichtet ist.

6. Photokatalytischer Filter gemäß Anspruch 5, wobei die TiO_2 -Nanopartikel, mit denen der poröse Keramikträger beschichtet ist, zwischen einer und drei Stunden bei einer Temperatur zwischen 400°C und 500°C gesintert sind.

7. Filter gemäß Anspruch 5 oder 6, wobei der photokatalytische Filter mehrere aneinander grenzende Parallelzellen umfasst, die einen Luftstrompfad in eine Richtung zu einer UV-LED für eine photokatalytische Aktivierung bilden.

8. Filter gemäß Anspruch 7, wobei der photokatalytische Filter eine Höhe von 2–15 mm hat.

9. Filter gemäß Anspruch 7 oder 8, wobei ein Rahmen zwischen den Zellen eine Dicke von 0,3–1,2 mm hat.

10. Filter gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei jede der Zellen eine Breite von 1–4 mm hat.

11. Filter gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei die Zellen eine Dichte von 30–260 Zellen/ Inch^2 (4,6–39,7 Zellen/ cm^2) haben.

12. Verfahren zur Reaktivierung eines photokatalytischen Filters, wobei das Verfahren umfasst: Behandeln eines kontaminierten photokatalytischen Filters mit kochendem Wasser und/oder Erhitzen des behandelten photokatalytischen Filters im Mikrowellenherd, wobei der photokatalytische Filter einen Träger umfasst, der mit dispergierten TiO_2 -Nanopartikeln beschichtet ist.

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei der Träger poröse Keramik umfasst und die TiO_2 -Nanopartikel, mit denen der Träger beschichtet ist, die eine bis drei Stunden bei einer Temperatur zwischen 400°C und 500°C gesintert sind.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

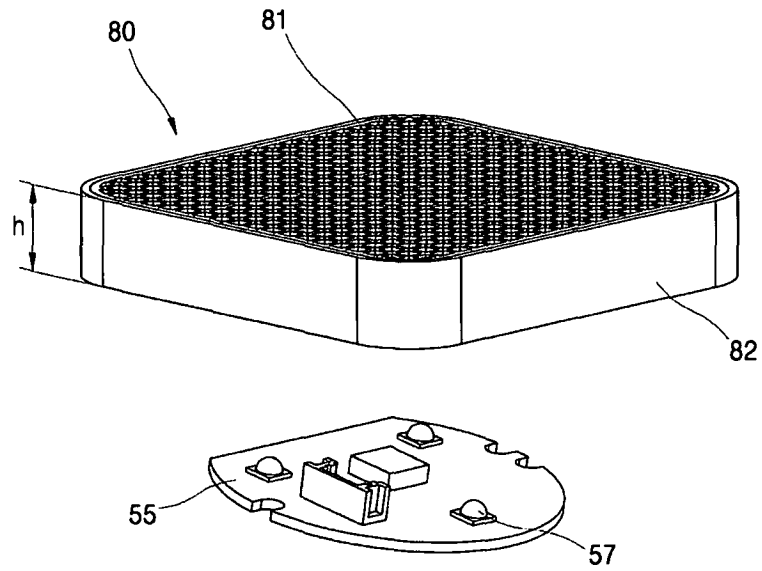


Fig. 2

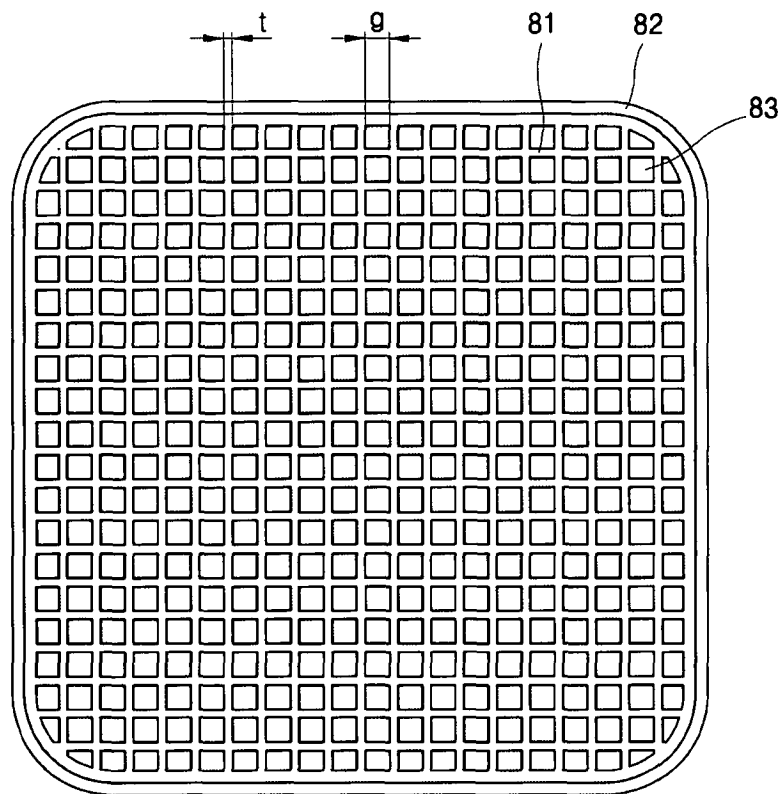


Fig. 3

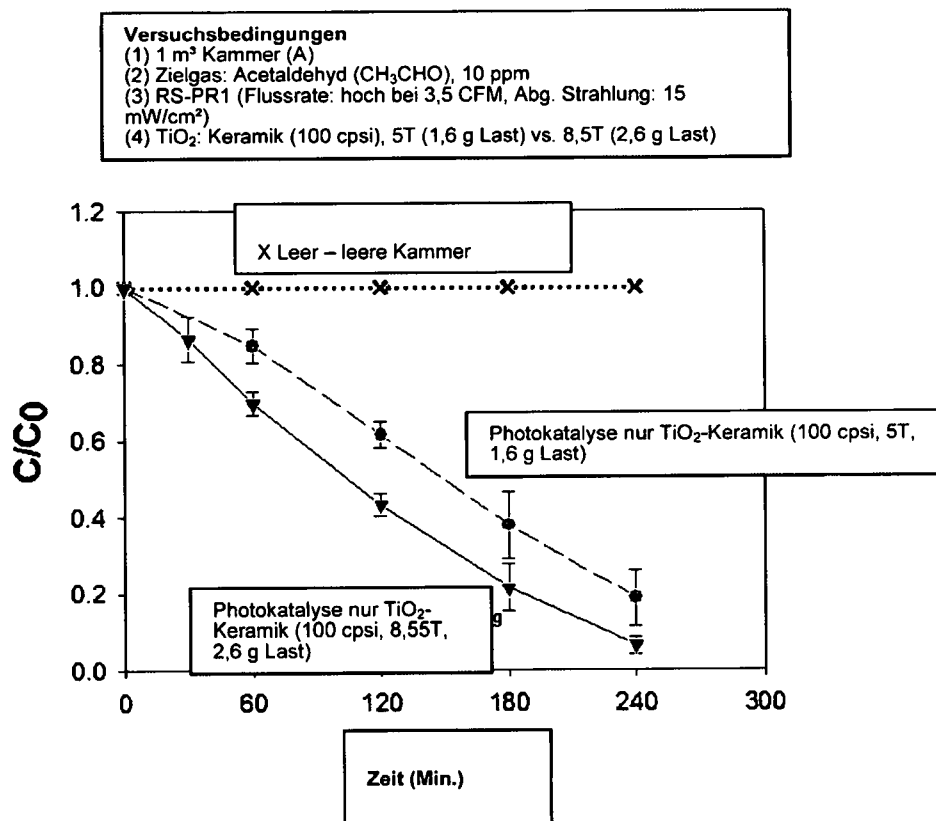


Fig. 4

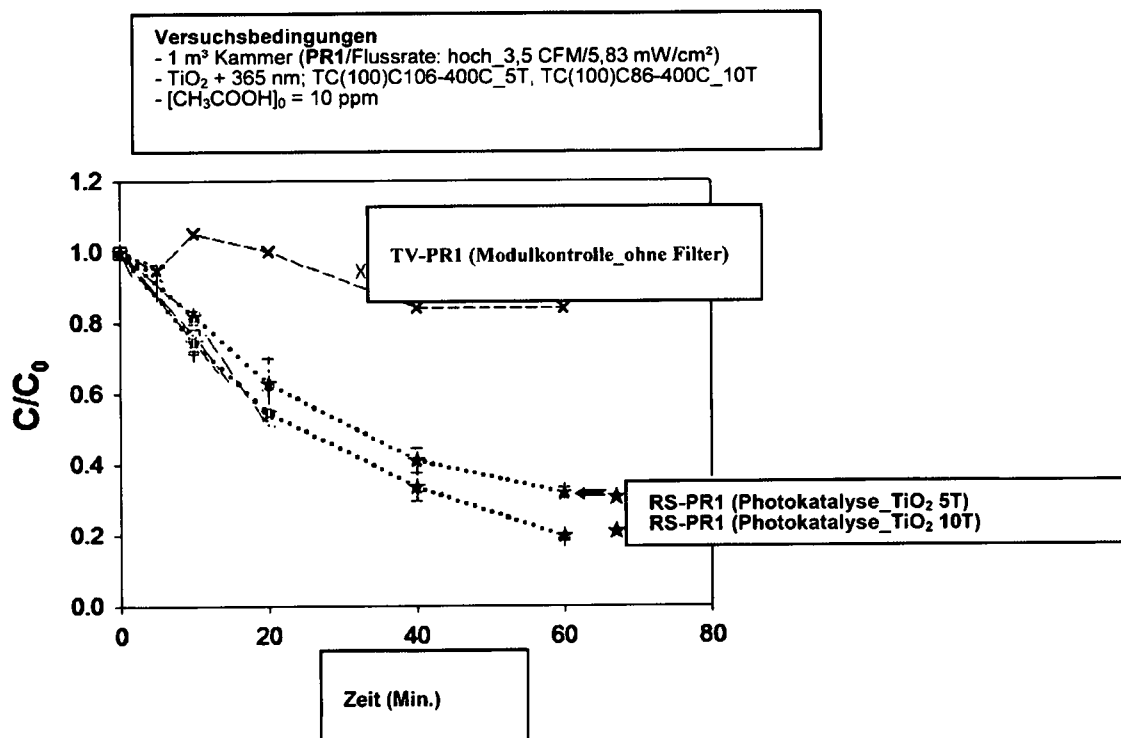
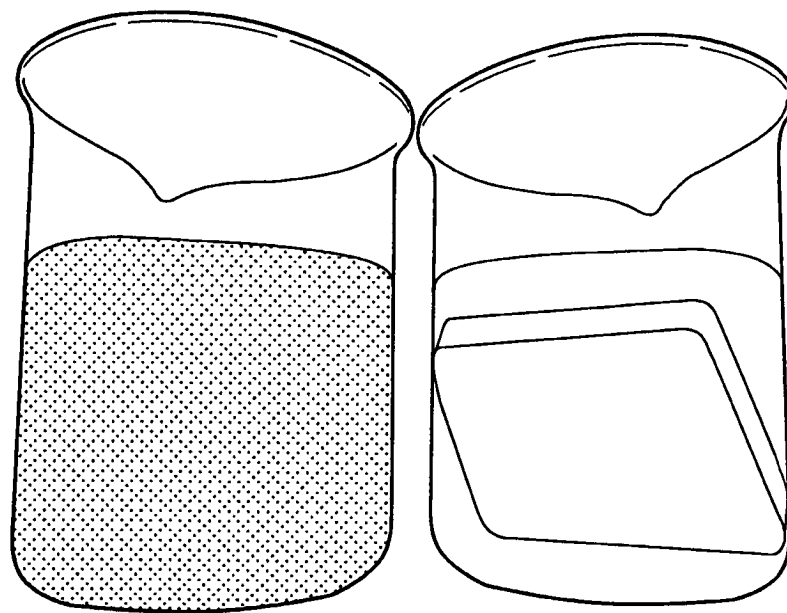


Fig. 5



ungesinterter
photokatalytischer
Filter

gesinterter
photokatalytischer
Filter

Fig. 6

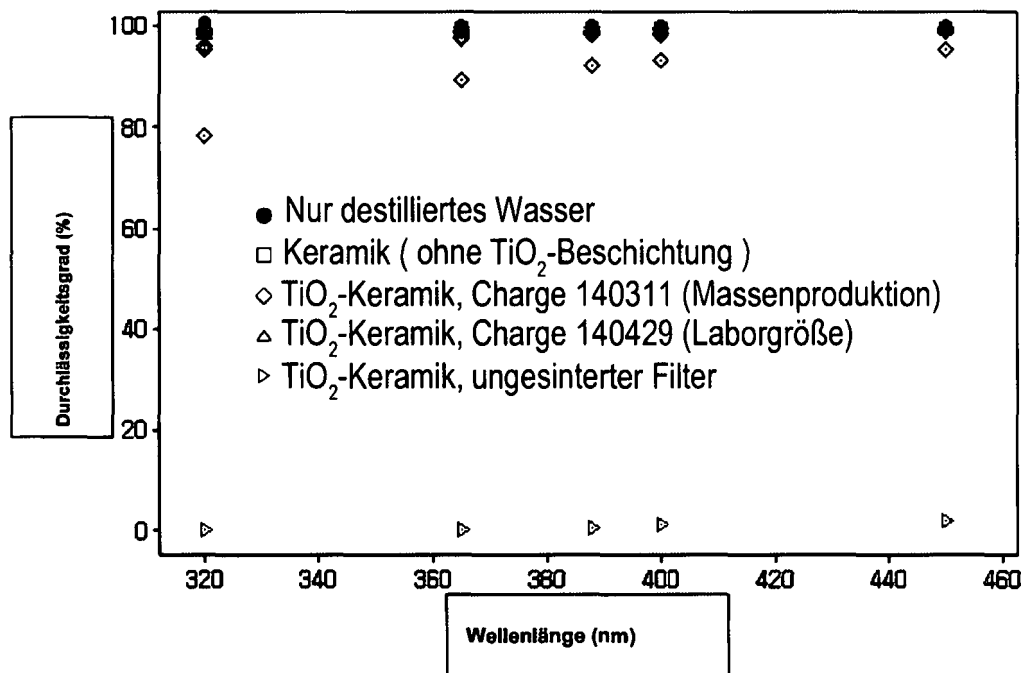


Fig. 7

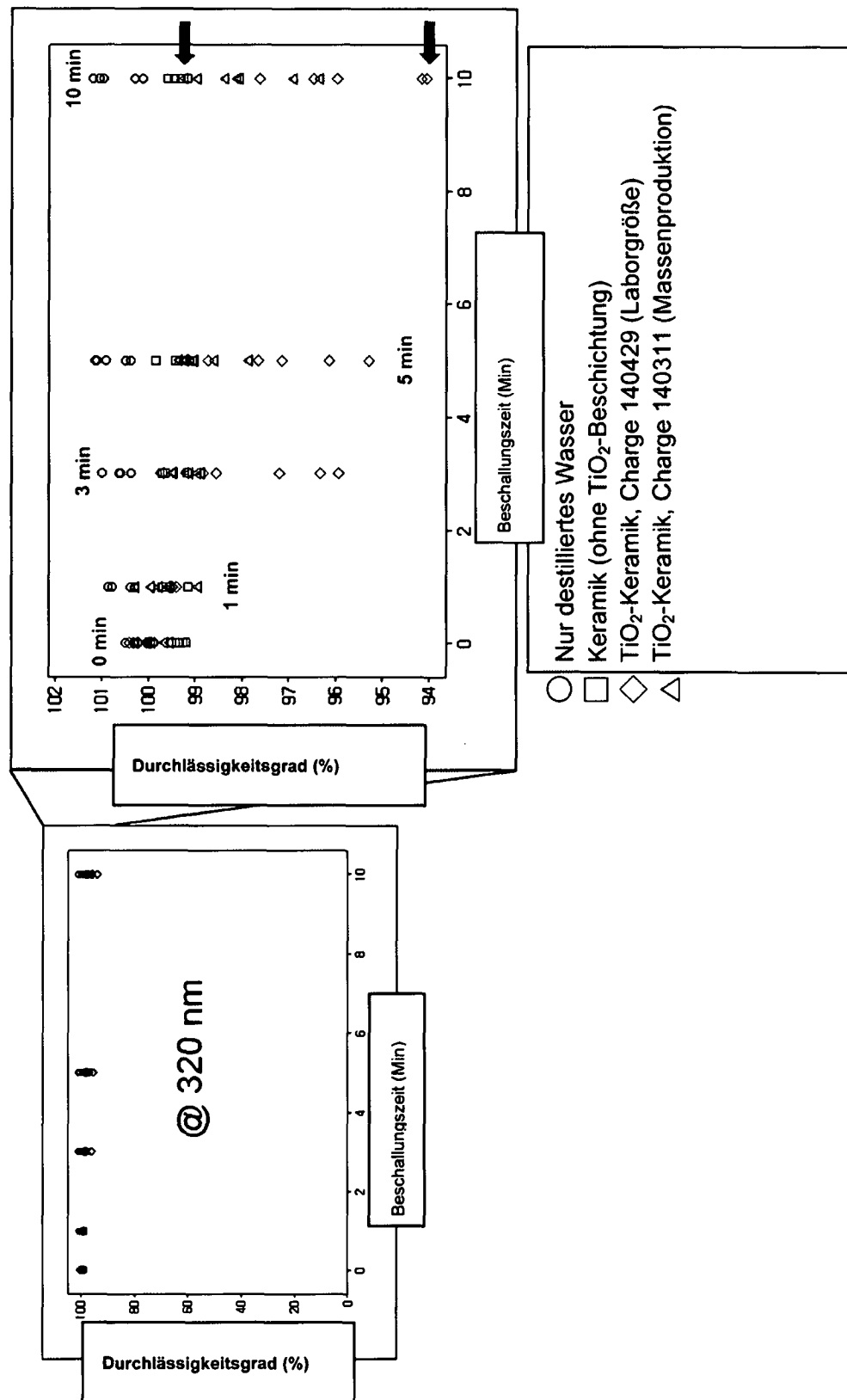


Fig. 8

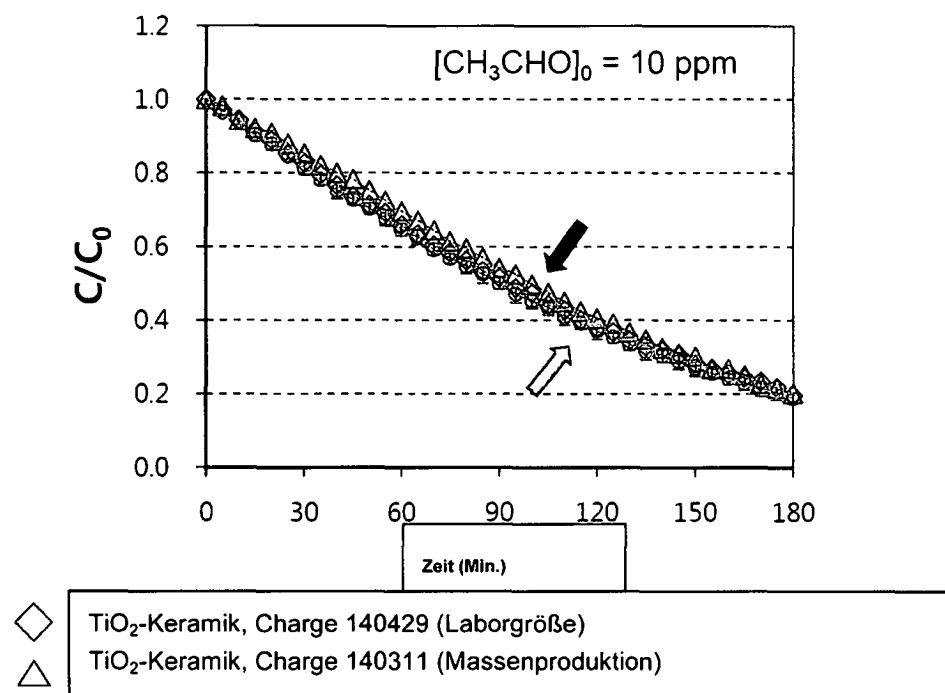


Fig. 9

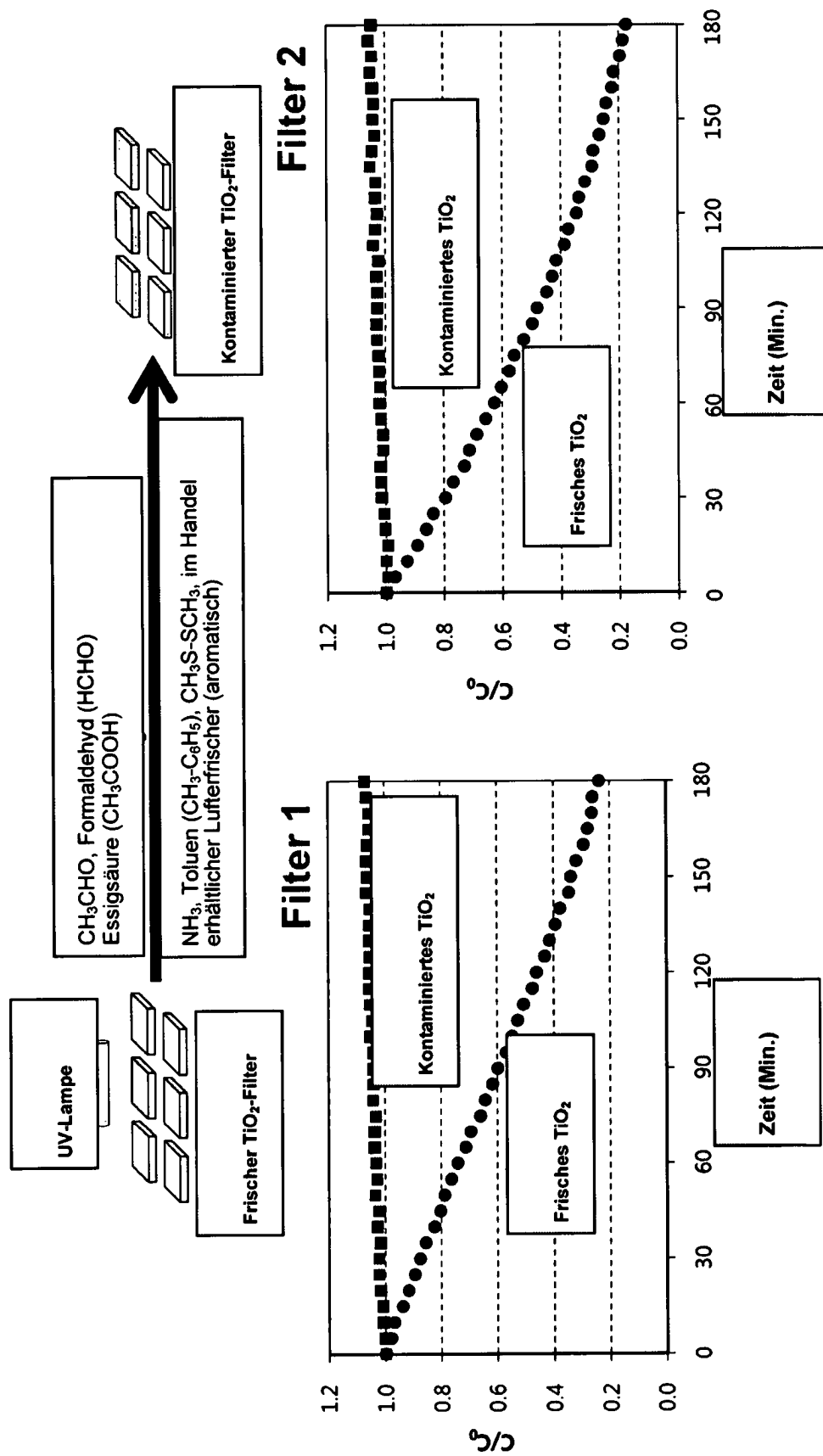


Fig. 10

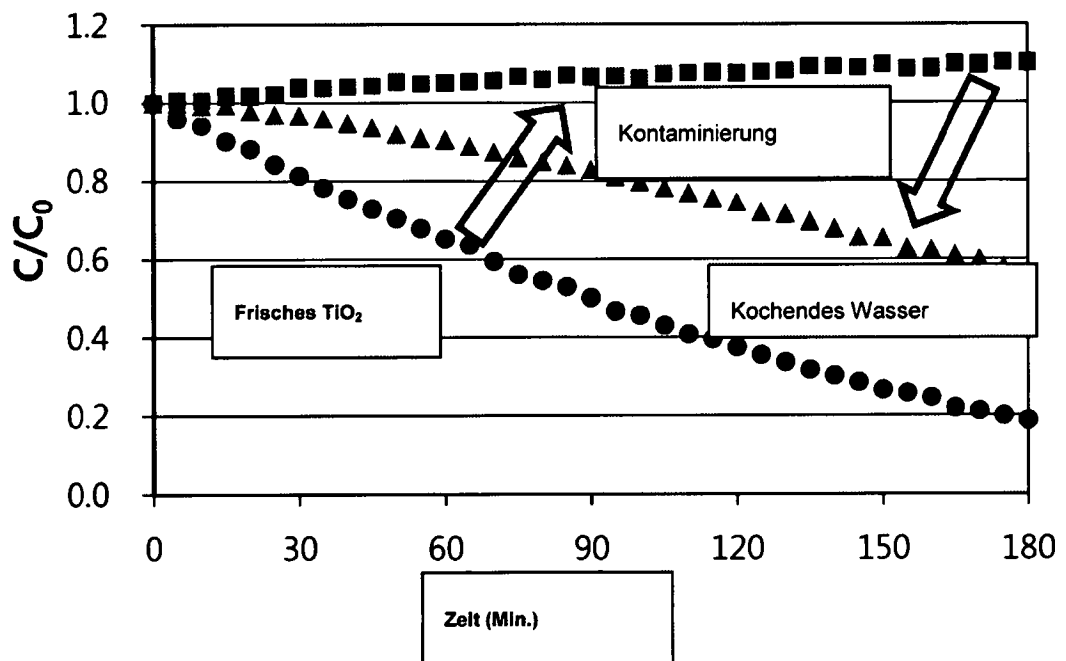


Fig. 11

