

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. Januar 2010 (07.01.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/000804 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B01D 53/86 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/058331

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Juli 2009 (02.07.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 031 264.9 2. Juli 2008 (02.07.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **EADS DEUTSCHLAND GMBH** [DE/DE];
Willy-Messerschmitt-Straße, 85521 Ottobrunn (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHREIBER, Robert**
[DE/DE]; Kirchweg 7, 82166 Gräfelfing (DE).

(74) Anwalt: **LEWINSKY & PARTNER GBR**; Gotthardstr.
81, 80689 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: CATALYSER FOR AN AIRCRAFT

(54) Bezeichnung: KATALYSATOR FÜR EIN LUFTFAHRZEUG

(57) Abstract: The invention relates to an ozone catalyser (10) for an aircraft, which comprises a base layer (6) which is composed essentially of a material containing iron, to which a catalysation layer (8) composed essentially of Fe_2O_3 is applied, and to a method for its production, as well as a cabin air supply apparatus for an aircraft.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Ozon-Katalysator (10) für ein Luftfahrzeug, der eine Basisschicht (6) umfasst, die im wesentlichen aus einem eisenhaltigen Werkstoff besteht, auf der eine Katalysationschicht (8) im wesentlichen bestehend aus Fe_2O_3 aufgebracht ist, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung und eine Kabinenluftversorgungsvorrichtung für ein Luftfahrzeug.



WO 2010/000804 A2

Katalysator für ein Luftfahrzeug

Die Erfindung betrifft einen Ozon-Katalysator für ein Luftfahrzeug, ein Verfahren zu dessen Herstellung sowie eine Kabinenluftversorgungsvorrichtung für ein Luftfahrzeug.

Ozon-Katalysatoren zur Umwandlung von O_3 in O_2 sind aus der EP 0 388 094 A1 bekannt und enthalten als Bestandteil der Katalysationssschicht unter anderem auch Fe_2O_3 , meist jedoch in Verbindungen mit Edelmetallen. Aus der JP 60197223 A ist ein Ozon-Umwandler bekannt, der bei hohen Temperaturen arbeitet und damit viel Energie erfordert. Aus der DE 1133154 A ist eine Lichtbogenlampe mit einem Ozon-Katalysator bekannt, wobei als schlecht wirkender Katalysator Eisenoxid beschrieben ist.

Ozon-Katalysatoren für Luftfahrzeuge dienen dazu, den Fluggastraum mit möglichst Ozon-armer Atemluft zu versorgen. Diese arbeiten üblicherweise bei Temperaturen von mehreren hundert Grad C und bei erhöhtem Druck von ca. 2 - 3 bar und umfassen meist Katalysationssschichten, die Edelmetalle enthalten. Dabei wird die dem Katalysator zuzuführende Luft aus dem Verdichterbereich eines Flugtriebwerks entnommen, so dass sowohl die erforderliche Temperatur als auch der Druck zur Verfügung stehen. Diese entnommene Verdichterluft steht jedoch dem Triebwerksprozess nicht mehr zur Verfügung und verschlechtert damit dessen Wirkungsgrad bzw. erhöht den Treibstoffverbrauch des Luftfahrzeugs.

Darüber hinaus benötigen Ozon-Katalysatoren eine regelmäßige Regeneration, da der Wirkungsgrad der Ozonumsetzung mit der Zeit erheblich abnimmt, was die Wartungskosten des Luftfahrzeuges erhöht.

Schließlich sind herkömmliche Ozon-Katalysatoren für Luftfahrzeuge baulich aufwändig, was unter anderem an der komplizierten Zuluftführung vom Triebwerksverdichter herrührt.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Ozon-Katalysator für ein Luftfahrzeug bereitzustellen, der nicht mit Luft erhöhter Temperatur betrieben werden muss und der sich durch reduzierten Regenerationsaufwand auszeichnet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Der erfindungsgemäße Ozon-Katalysator zeichnet sich dadurch aus, dass dieser sehr einfach und kostengünstig in der Herstellung ist, denn die Katalysationsschicht ist sehr einfach dadurch herzustellen, dass ein eisenhaltiges Substrat korrodierenden Bedingungen ausgesetzt wird, wodurch Fe_2O_3 entsteht. Darüber hinaus funktioniert der erfindungsgemäße Ozon-Katalysator bei sehr niedrigen Temperaturen und einer geringen Luftfeuchte, wie sie typischerweise in den Reiseflughöhen moderner Passagierflugzeuge anzutreffen sind.

Der erfindungsgemäße Ozon-Katalysator kann mit Umgebungsluft beschickt werden, die nicht erst einen Triebwerksverdichter durchlaufen haben muss. Dadurch steigt der Triebwerkswirkungsgrad und es entfällt der erhebliche Aufwand einer Luftabzweigung aus dem Triebwerk für die Luftversorgung des Flugzeuginnenraumes, also der Piloten und Passagiere.

Ein weiterer bedeutender Vorteil besteht darin, dass eine Reaktivierung des Ozon-Katalysators automatisch beim Absinken aus der Reiseflughöhe erfolgt, weil dabei die Luftfeuchtigkeit ansteigt und damit eine Neubildung von Fe_2O_3 automatisch erfolgt. Zur Regeneration, also zur Bereitstellung des Eisens wird die unter der Katalysationsschicht liegende Basisschicht aus eisenhaltigem Material verwendet. Dadurch lässt sich der Wartungsaufwand für die Reaktivierung des Ozon-Katalysators erheblich reduzieren. Da der erfindungsgemäße Ozon-Katalysator im wesentlichen aus Eisen und Fe_2O_3 besteht, gestaltet sich auch die endgültige Entsorgung nach Verschleißeintritt unkompliziert.

Der erfindungsgemäße Ozon-Katalysator ist aufgrund der verwendeten Werkstoffe sehr gut umweltverträglich und benötigt keinerlei teure oder schwierig zu beschaffende Bestandteile oder Stoffe. Die Stoffe sind darüber hinaus ungiftig für Lebewesen.

Der erfindungsgemäße Ozon-Katalysator besteht vorzugsweise aus einer Anzahl von übereinander beabstandet angebrachten Platten, die beidseitig mit der Basisschicht und der darauf angebrachten Katalysationschicht versehen sind, und das Ozon-haltige Gas zwischen den Schichten entlangleitbar ist. Dies gewährleistet einen sehr einfachen Aufbau und damit geringen Bauaufwand sowie einen einfachen Austausch verbrauchter Platten.

Vorzugsweise besteht die Basisschicht des Ozon-Katalysators aus einem Werkstoff, der mindestens 80% Eisen (Fe) umfasst. Es kann ein Werkstoff mit nahezu 100% Eisen Verwendung finden oder auch ein typischer Kohlenstoffstahl, insbesondere der Zusammensetzung S235JR+AR (St37).

Zur Bildung der Basisschicht des erfindungsgemäßen Ozon-Katalysators wird diese korrodierenden Bedingungen ausgesetzt, vorzugsweise den in DIN EN ISO 9227 (ASTM B117) vorgegebenen Bedingungen für einen Salzsprühversuch.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in den beigefügten Zeichnungen weiter erläutert. Dabei zeigt:

- Fig.1: eine schematische Schnittansicht des wesentlichen Teils eines Ozon-Katalysators;
- Fig.2: eine schematische Seitenansicht eines Ozon-Katalysators;
- Fig.3: ein Diagramm, das die Wirkungsweise des Ozon-Katalysators zeigt;
- Fig.4: eine schematische Darstellung eines herkömmlichen Kabinenluftversorgungssystems;

Fig.5: eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kabinenluftversorgungssystems

In **Fig. 1** zeigt eine schematische Schnittansicht des wesentlichen Teils eines Ozon-Katalysators **10**, der im wesentlichen aus einer Basisschicht **6** aus einem eisenhaltigen Werkstoff und einer darüberliegenden Katalysationschicht **8** im wesentlichen bestehend aus Fe_2O_3 besteht. Dabei wird die Katalysationschicht **8** dadurch aus dem Material der Basisschicht **6** bei der Regeneration des Ozon-Katalysators **10** gebildet, dass im Bereich **9** oberhalb der Katalysationschicht **8** korrodierende Bedingungen, vorzugsweise eine erhöhte Luftfeuchtigkeit herrschen, bei denen die eisenhaltige Basisschicht **6** korrodiert und damit die Katalysationschicht **8** nachgebildet wird.

In **Fig. 2** ist schematisch eine Seitenansicht eines Ozon-Katalysators **10** dargestellt, der aus einer Anzahl Platten **12** in einem Gehäuse **14** besteht, wobei die Plattendicke nicht maßstabsgetreu dargestellt ist. Die Platten **12** sind beiderseits mit der Basisschicht **6** und der darüberliegenden Katalysationschicht **8** versehen, bzw. die Platte **12** besteht ganz aus dem eisenhaltigen Material der Basisschicht und stellt die Basisschicht **6** selber dar. Die Plattendicke liegt bei etwa 0,5 mm. Die Ozon-haltige Luft tritt bei **16** in die Zwischenräume **18** zwischen den Platten **12** ein und bei **20** wieder aus dem Ozon-Katalysators **10** aus.

Fig. 3 ist ein Diagramm für den Ozon-Umsetzungsgrad, in der die Abszisse die Zeit und die Ordinate den Ozon-Umwandlungsgrad bezeichnet. Bei Bedingungen (Temperatur 20 °C, relativer Luftfeuchte (relative humidity RH)) von 0%, einer Raumgeschwindigkeit (space velocity SV) von 25.000 /h und einer Ozon-Konzentration von 930 ppb im Zustrom ergibt sich bereits nach wenigen Minuten eine fast 100%ige Umwandlung des Ozons in O_2 .

Dieser Wert lässt im Laufe der Zeit (nach einigen Stunden) zunehmend nach. Nachdem aber ein ununterbrochener Langstreckenflug in einem Verkehrsflugzeug üblicherweise in der gleichen Größenordnung liegt, erfolgt beim Sinkflug des Flugzeugs, wenn einerseits der Ozongehalt in der durchflogenen Atmosphäre zurückgeht und andererseits die Luftfeuchtigkeit zunimmt, eine automatische Regenerierung des Ozon-Katalysators durch die bei erhöhter Luftfeuchte existierenden leicht korrodierenden Bedingungen. Mit anderen Worten erfolgt bei allen Flugbewegungen in niedriger Höhe und Rollbewegungen auf Flughäfen eine regelmäßige Katalysator-Regenerierung.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines herkömmlichen Kabinenluftversorgungssystems **20a**. Mindestens ein Gasturbinentriebwerk **22a** des Luftfahrzeugs mit einem Verdichter **24** hat eine Luftabzapfung **24a**, mittels der ein Teil der auf ca. 2 - 3 bar komprimierten und dabei erwärmten Luft abgezogen und einem herkömmlichen Edelmetall-Ozonkonverter **26a** zugeführt wird, in dem bei ca. 200°C das O₃ in O₂ umgewandelt wird. Die ozonreduzierte Luft wird einer Klimaanlage **28a** des Luftfahrzeugs zugeführt und gelangt von dort in die Kabine **30a**.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kabinenluftversorgungssystems **20b**. Zu erkennen ist zunächst, dass vom Gasturbinentriebwerk **22b** keine Luft abgezweigt wird. Bei dem Kabinenluftversorgungssystem **20b** erfolgt die Luftzufuhr **24b** direkt aus der Umgebung außerhalb des Luftfahrzeugs, die über mindestens einen Kompressor **25** einer Klimaanlage **28b** zugeführt wird. Aus dieser wird die ozonhaltige Luft dem erfindungsgemäßen Ozonkonverter **26b** zugeführt, wonach die ozonreduzierte Luft dann in die Kabine **30b** gelangt. Dies hat den Vorteil, dass die Luftversorgung nicht mehr an die Triebwerke gebunden ist sondern unabhängig mittels elektrischer Kompressoren erfolgt, so dass der Triebwerks-Wirkungsgrad verbessert ist, denn der „parasitäre Luftstrom“

wird vermieden, also die für die Verdichtung und Erwärmung der Kabinenluft bisher erforderliche Energie wird eingespart. Die Luft aus dem mindestens einen elektrischen Kompressor **25** hat eine Temperatur von ca. 70 - 90°C, bei dem die üblichen edelmetallbasierten Ozonkonverter nicht arbeiten, hingegen der auf einem eisenhaltigen Werkstoff basierende erfindungsgemäße Ozonkonverter schon.

Ansprüche

1. Ozon-Katalysator (10) für ein Luftfahrzeug, dadurch gekennzeichnet, dass dieser eine Basisschicht (6) umfasst, die im wesentlichen aus einem eisenhaltigen Werkstoff besteht, auf der eine Katalysationschicht (8) im wesentlichen bestehend aus Fe_2O_3 aufgebracht ist.
2. Ozon-Katalysator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dieser eine Anzahl von übereinander beabstandet angebrachten Platten (12) umfasst, die beidseitig mit der Basisschicht (6) und der darauf angebrachten Katalysationschicht (8) versehen sind, und das Ozon-haltige Gas zwischen den beschichteten Platten (12) entangleitbar ist.
3. Ozon-Katalysator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisschicht (6) als Platte (12) ausgebildet ist, deren beide Oberflächen als Katalysationschichten (8) ausgebildet sind, wobei eine Anzahl von Platten (12) übereinander beabstandet vorgesehen sind und das Ozon-haltige Gas zwischen den beschichteten Platten (12) entangleitbar ist.
4. Ozon-Katalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisschicht (6) aus einem Werkstoff besteht, der mindestens 80% Eisen (Fe) umfasst, vorzugsweise einem unlegierten Stahl.
5. Ozon-Katalysator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisschicht (6) aus Baustahl, unlegiertem Qualitätsstahl und unlegiertem Edelstahl, vorzugsweise aus einem Stahl der Zusammensetzung S235JR+AR (St37), besteht.
6. Kabinenluftversorgungsvorrichtung für ein Luftfahrzeug, umfassend
 - mindestens einen Umgebungslufteinlass (24b);

- mindestens einen Kompressor (25) zur Verdichtung der angesaugten Umgebungsluft;
 - mindestens einen stromab des Kompressors (25) angeordneten Ozon-Konverter (26b) mit einem Ozon-Katalysator (10) nach einem der vorherigen Ansprüche.
7. Kabinenluftversorgungsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Kompressor (25) und Ozon-Konverter (26b) eine Klimaanlage (28b) des Luftfahrzeug angeordnet ist.
 8. Verfahren zur Herstellung der Katalysationschicht (8) des Ozon-Katalysators (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisschicht (6) korrodierenden Bedingungen ausgesetzt wird.
 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die korrodierenden Bedingungen gemäß DIN EN ISO 9227 (ASTM B117) sind.
 10. Verfahren zur Regeneration eines Ozon-Katalysators (10) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisschicht (6) korrodierenden Bedingungen ausgesetzt wird.

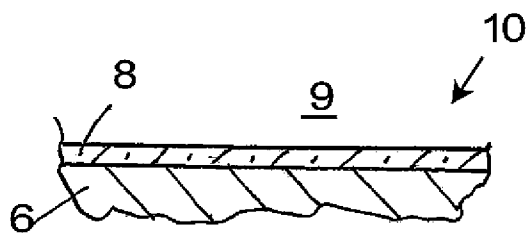


Fig. 1

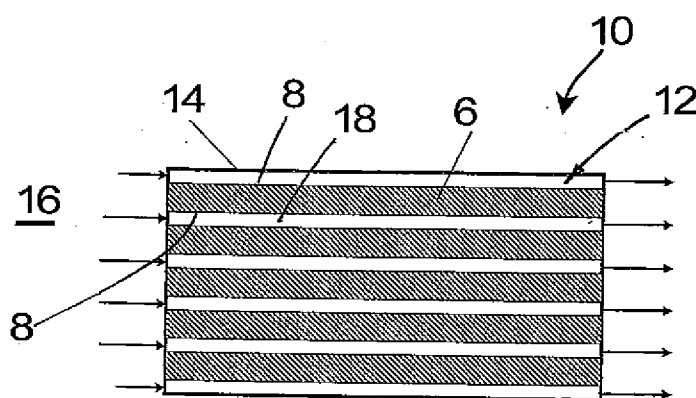


Fig. 2

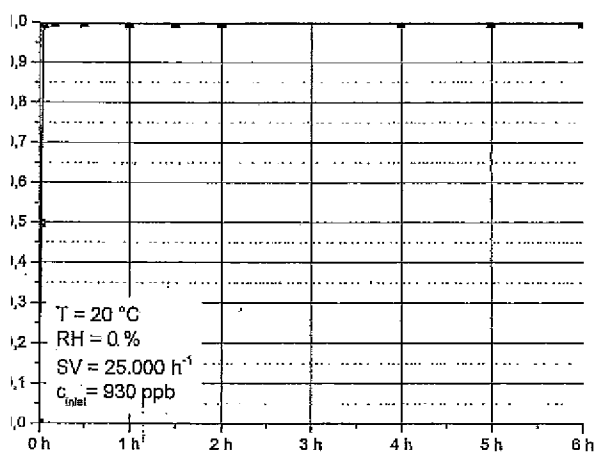
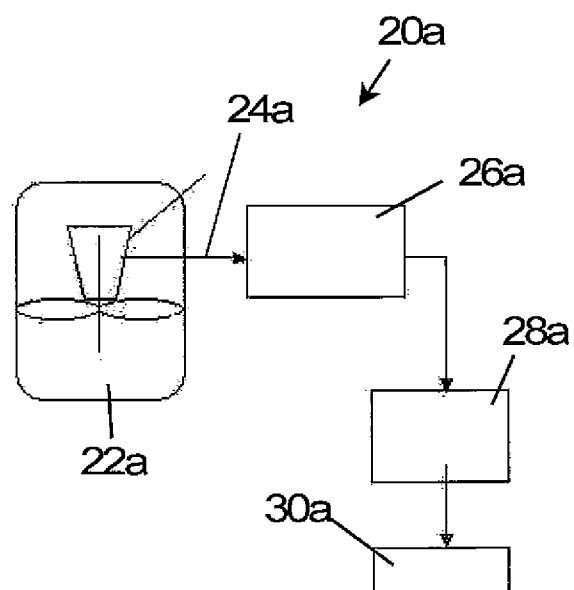
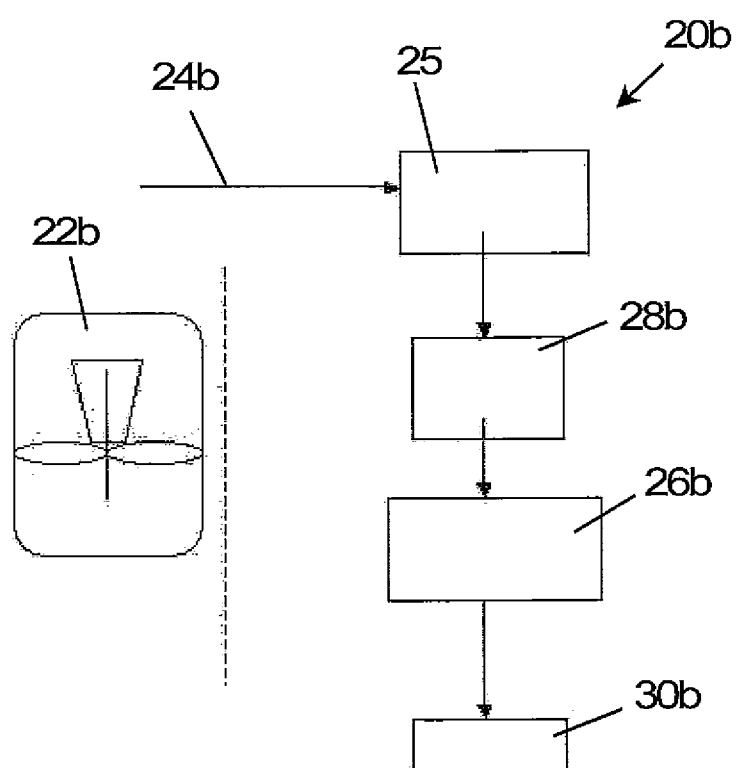


Fig. 3

**Fig. 4****Fig. 5**