

(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
10. Februar 2011 (10.02.2011)

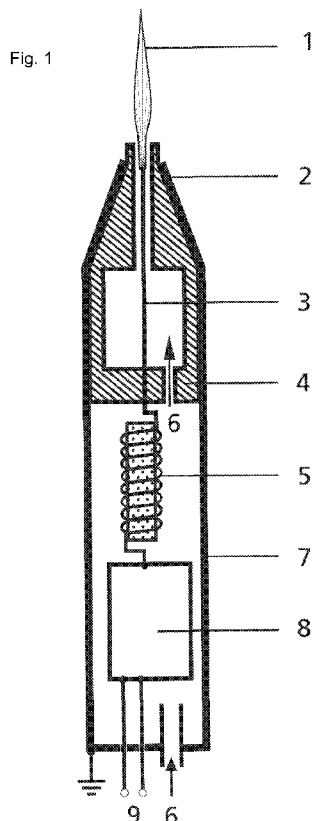
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/015538 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H05H 1/24 (2006.01) *H05H 1/36* (2006.01)
A61B 18/00 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/061166
- (22) Internationales Anmeldedatum:
31. Juli 2010 (31.07.2010)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2009 028 190.8
3. August 2009 (03.08.2009) DE
10 2010 030 294.5
21. Juni 2010 (21.06.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PLASMAFORSCHUNG UND TECHNOLOGIE E. V.** [DE/DE]; Felix-Hausdorff-Strasse 2, 17489 Greifswald (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KINDEL, Eckhard** [DE/DE]; Friedrich-Krueger-Strasse 20, 17489 Greifswald (DE). **LEMBKE, Norbert** [DE/DE]; Wolfgang-Koepen-Strasse 22, 17489 Greifswald (DE). **STIEBER, Manfred** [DE/DE]; Guetzkower Landstrasse 46, 17489 Greifswald (DE). **TITZE, Ruediger** [DE/DE]; Fritz-Reuter-Str. 11, 17489 Greifswald (DE). **WELTMANN, Klaus-Dieter** [DE/DE]; Dollahner Strasse 5, 18609 Binz (DE). **HELLWIG, Lutz** [DE/DE]; Quastenberg 6, 17094 Burg Stargard (DE).
- (74) Anwälte: **WEHLAN, Helmut** et al.; Wehlan & Wehlan, Moellendorffstrasse 49, 10367 Berlin (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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR GENERATING A NON-THERMAL ATMOSPHERIC PRESSURE PLASMA

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR ERZEUGUNG EINES NICHTTHERMISCHEN ATMOSPÄRENDRUCK-PLASMAS



(57) Abstract: The invention relates to a device for generating a cold, HF-excited plasma under atmospheric pressure conditions, comprising a metal housing functioning as a grounded electrode in the region of the emergent plasma, wherein an HF generator, an HF resonance coil having a closed ferrite core suitable for the high frequency, an insulating body acting as a gas nozzle, and a high-voltage electrode mounted in the insulating body are disposed in such a manner that they are permeated or circulated around by process gas. In a preferred embodiment, the device comprises an electrically conductive removable cap comprising a slit or hole in the front region. The invention can be used advantageously for plasma treatment of materials for cosmetic and medical purposes. By integrating the plasma nozzle and required control electronics in a miniaturized handheld device, or by using a short high-voltage cable, the invention allows compliance with the electromagnetic compatibility directives and allows the power loss to be minimized and thus a mobile application to be implemented.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines kalten, HF-angeregten Plasmas unter Atmosphärendruckbedingungen, umfassend ein im Bereich des austretenden Plasmas als geerdete Elektrode fungierendes Metallgehäuse, in dem ein HF-Generator, eine HF-Resonanzspule mit einem, für die Hochfrequenz geeigneten geschlossenen Ferritkern, ein als Gasdüse fungierender Isolierkörper sowie eine in dem Isolierkörper gehaltene Hochspannung-Elektrode in der Weise angeordnet sind, dass sie vom Prozessgas um- bzw. durchströmt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung eine elektrisch leitende abnehmbare Kappe, die im vorderen Bereich

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/015538 A1



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, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, 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,

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

einen Schlitz oder ein Loch aufweist. Die Erfindung kann vorteilhaft für die Plasmabehandlung von Materialien für kosmetische und medizinische Zwecke eingesetzt werden. Die Erfindung ermöglicht es, durch die Integration von Plasmadüse und erforderlicher Ansteuerelektronik in einem miniaturisierten Handgerät oder durch eine Verwendung eines kurzen Hochspannungskabels, eine Einhaltung der Richtlinien der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) zu gewährleisten und die Verlustleistung zu minimieren und damit einen mobilen Einsatz zu realisieren.

Vorrichtung zur Erzeugung eines nichtthermischen Atmosphärendruck-Plasmas

Beschreibung

5 [0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines kalten, HF-angeregten Plasmas unter Atmosphärendruckbedingungen, umfassend ein im Bereich des austretenden Plasmas als geerdete Elektrode fungierendes Metallgehäuse, in dem ein HF-Generator, eine HF-Resonanzspule mit einem, für die Hochfrequenz geeigneten geschlossenen Ferritkern, ein als Gasdüse fungierender Isolierkörper
10 sowie eine in dem Isolierkörper gehaltene Hochspannungs-Elektrode in der Weise angeordnet sind, dass sie vom Prozessgas um- bzw. durchströmt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Vorrichtung eine elektrisch leitende abnehmbare Kappe, die im vorderen Bereich einen Schlitz oder ein Loch aufweist. Die Erfindung kann vorteilhaft für die Plasmabehandlung von Materialien für kosmetische
15 und medizinische Zwecke eingesetzt werden. Die Erfindung ermöglicht es, durch die Integration von Plasmadüse und erforderlicher Ansteuerelektronik in einem miniaturisierten Handgerät oder durch eine Verwendung eines kurzen Hochspannungskabels, eine Einhaltung der Richtlinien der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) zu gewährleisten und die Verlustleistung zu minimieren und damit einen mobilen Einsatz zu realisieren.
20

Stand der Technik

[0002] Niedertemperatur-Plasmen werden bereits seit geraumer Zeit zur Behandlung von Oberflächen zum Zweck der Oberflächenaktivierung, des Ätzens, der Polymerisation, zur Schichtabscheidung, zur Reinigung sowie zur Keimreduzierung eingesetzt.
25 Zunächst wurden dafür vorrangig Niederdruckplasmen genutzt, in denen die für die Prozesse erforderlichen reaktiven Spezies durch die Wahl geeigneter Prozessparameter in definiertem Maße erzeugt werden können. Da Niederdruckplasma-Verfahren sowohl aus Kostengründen als auch aus verfahrenstechnischen Gründen
30 für zahlreiche industrielle Prozesse ungeeignet sind, wurden alternative Plasmaverfahren entwickelt, die bei Atmosphärendruck arbeiten, somit wesentlich kostengüns-

tiger sind und sich in entsprechende Fertigungsstrecken einfacher integrieren lassen. Eine Möglichkeit, die für die Anwendbarkeit von Atmosphärendruck-Plasmenverfahren erforderliche Homogenität der Plasmen zu erreichen, besteht darin, durch eine gerichtete Strömung des Arbeitsgases (Prozessgases) einen Plasmastrahl außerhalb des Entladungsraumes zu erzeugen.

[0003] Anwendungen von derartigen Strahlplasmen werden in zahlreichen Patentschriften beschrieben. In der Offenlegungsschrift DE 37 33 492 A1 wird beispielsweise eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Strahlplasmas beschrieben, bei der ein Gasstrom durch eine Koronaentladungsstrecke zwischen einer stabförmigen Innen- und einer rohrförmigen Außenelektrode durchgeleitet wird. Das in der Patentschrift DE 195 32 412 C2 beschriebene Verfahren zur Plasmabehandlung von Oberflächen basiert auf der Erzeugung eines Plasmastrahls durch einen starken Gasstrom, der durch eine Bogenentladungsstrecke geführt wird. Zur Erzeugung der Atmosphärendruck-Entladungen können dabei verschiedene Arten der Einspeisung der elektrischen Energie genutzt werden. So werden in den Patentschriften US 6,194,036 B1 und US 6,262,523 B1 sowie in der Patentanmeldung US 2002/122896 A1 beispielsweise Anordnungen beschrieben, die auf der HF-Anregung von Atmosphärendruck-Plasmen basieren. Im Bereich der Medizin werden spezielle, HF-angeregte Plasmen bereits seit vielen Jahren zur Koagulation (Argon-Plasma-Koagulation: US 4,781,175 A, US 4,060,088 A, DE 195 13 338 A1) bzw. zur HF-Chirurgie eingesetzt. Es gibt aber auf diesem Gebiet inzwischen auch zahlreiche neuere Entwicklungen, die das Ziel verfolgen, Plasmen dieser Art zum Beispiel auch für die Beschichtung von Implantaten zur Erhöhung ihrer Biokompatibilität sowie zur Steuerung der Zelladhäsion auf Oberflächen (Ohl A., Schröder K.: Plasma assisted surface modification of biointerfaces. In: Hippler R., Kersten H., Schmidt M., Schoenbach K. H. (ed.). Low Temperature Plasmas, Vol. 2. 803–820. Wiley-VCH, Weinheim 2008), zur antimikrobiellen Dekontamination von Oberflächen (R. Brandenburg et al.: Contrib. Plasma Phys. 2007, 47, (1-2), 72-79) sowie zur Behandlung biologischer Zellen und Gewebe (I. E. Kieft et al.: IEEE Transactions on Plasma Science 2005, 33, (2), 771-775) zu nutzen.

[0004] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung der in der Patentschrift des Anmelders "DE 10 2006 019 664 A1" beschriebenen Art. Dort wird eine handliche

HF-Plasmadüse beschrieben, bei der aufgrund der speziellen Bauweise auf ein HF-Anpassungsnetzwerk in Form einer separaten Matchbox verzichtet werden kann. Dadurch ist es möglich, eine handliche Bauform der HF-Plasmadüse zu realisieren, die sowohl manuell, als auch durch Roboter geführt werden kann.

5 [0005] Die Verbindung von Plasmadüse und HF-Generator durch ein längeres Kabel führt dazu, dass die Werte der beim Betrieb einer Vorrichtung entsprechend des Standes der Technik auftretenden elektromagnetischen Störstrahlung in der Regel das durch die europäischen Richtlinien zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) festgelegte Limit überschreiten. Vorrichtungen dieser Art können nicht ohne
10 einen größeren technischen Aufwand zur Sicherung der Einhaltung dieser Richtlinien eingesetzt werden. Das bedeutet, dass ihr Einsatz auf Anwendungen in Industrieanlagen beschränkt ist, die durch spezielle Maßnahmen hinsichtlich der elektromagnetischen Störstrahlung nach außen abgeschirmt sind. Für den mobilen Einsatz in öffentlichen Bereichen, beispielsweise für medizinische, zahnmedizinische oder kosmetische Zwecke, ist eine Nutzung dieser Vorrichtung nur möglich, wenn sie den
15 EMV-Anforderungen entspricht. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Plasmawerkzeug auf der Grundlage eines kalten, HF-angeregten Plasmastrahls zu realisieren, das diesen EMV-Anforderungen genügt und somit für den mobilen Einsatz in Bereichen der Medizin, Zahnmedizin und Kosmetik geeignet ist. Eine weitere Aufgabe besteht darin, in sensibleren Bereichen des Körpers besonders schonend zu arbeiten. bei
20 einer Plasmabehandlung werden insbesondere reaktive Spezies (Radikale) und Strahlung (VUV/UV) erzeugt, die wichtig für den Behandlungseffekt sind. Zum anderen wird das Plasma durch Verlustprozesse aufgeheizt und die Temperatur in der Spitze beträgt etwa 50°C, was unter Plasmabedingungen als „kalt“ zu betrachten ist. Bei Anwendungen auf der menschlichen Haut führt jedoch die permanente lokale
25 Behandlung der Haut mit einem Plasma dieser Temperatur zu einer lokalen Verbrennung. Zur Vermeidung derartiger Verbrennungen wird derzeit das Plasma mit einer gewissen Geschwindigkeit über die zu behandelnde Stelle bewegt.

[0006] Eine weitere Reizung (Irritation) der Haut, die sich in einem unangenehmen
30 "Kribbeln" äußert, wird durch den elektrischen Strom hervorgerufen, der von der Hochspannungselektrode (3) über das leitende Plasma zur Hautoberfläche fließt. Normalerweise ist dies unbedenklich und mehr oder weniger erträglich. In sensible-

ren Bereichen des Körpers, wie beispielsweise in der Mundhöhle (im Fall einer Behandlung des Zahnfleisches), ist dies schmerzhaft und nicht mehr zu vertreten

Aufgabe der Erfindung

- 5 [0007] Die Aufgabe der Erfindung bestand darin, die Nachteile der im Stand der Technik genannten Lösungen zu beseitigen.

Lösung der Aufgabe

[0008] Die Aufgabe wurde gemäß den Merkmalen der Patentansprüche gelöst.

- 10 [0009] Erfindungsgemäß wurden alle für den Betrieb des Plasmawerkzeuges erforderlichen Baugruppen, einschließlich HF-Generator, derart miniaturisiert, dass sie in einem miniaturisierten Handgerät integriert werden können. Damit wurde ein Gerät bereitgestellt, das für den mobilen Einsatz in den Bereichen Medizin, Zahnmedizin und Kosmetik geeignet ist. Die erforderliche Gleichspannungsversorgung kann dabei
15 entweder von einem externen Gerät oder intern erfolgen.

- [0010] Die Hauptursache für eine erhöhte elektromagnetische Störabstrahlung ist die lange Kabelverbindung zwischen der Plasmadüse und einem externen HF-Generator. Der Vorteil der Erfindung besteht vor allem darin, dass durch die Integration von Plasmadüse, Hochspannungsspule und HF-Generator in einem handlichen
20 Plasmawerkzeug diese Kabelverbindung entfällt und damit das Problem der elektromagnetischen Verträglichkeit gelöst wird, so dass die technischen Voraussetzungen für eine Zulassung für den mobilen Einsatz, beispielsweise für medizinische, zahnmedizinische und kosmetische Zwecke, erfüllt ist. Als ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der Miniaturisierung eine bessere Handhabbarkeit des Plasmawerkzeuges, das
25 damit vor allem für punktgenaue, lokale Mikroplasmabehandlungen geeignet ist. Darüber hinaus wird durch die Erfindung eine weitgehende Reduzierung der Verlustleistung erreicht. Das hat zur Folge, dass die Erwärmung des Plasmawerkzeuges auf ein Minimum reduziert wird und die im Plasma umgesetzte Leistung, und damit die Länge des Plasmastrahls, allein durch Regelung der dem integrierten HF-Generator
30 extern zugeführten Gleichspannung deutlich variiert werden kann.

[0011] Die Alternative zur Integration von Plasmadüse, Hochspannungsspule und HF-Generator besteht darin, dass man, wie in Fig. 6 dargestellt, die Plasmadüse von der Hochspannungsquelle abkoppelt und über ein geeignetes, vorzugsweise kurzes, Hochspannungskabel sowie über einen entsprechenden Prozessgas-Schlauch extern speist. Diese Anordnung ermöglicht es, die Plasmadüse weiter zu miniaturisieren und damit auch an schwer zugänglichen Stellen eine lokale Plasmabehandlung vornehmen zu können. In diesem Fall werden zusätzliche Maßnahmen zur Vermeidung einer erhöhten elektromagnetischen Störabstrahlung ergriffen.

[0012] Diese Anordnung bietet darüber hinaus die Möglichkeit, die Plasmadüse durch eine andere, an das zu behandelnde Objekt angepasste, externe Plasmaquelle zu ersetzen.

[0013] Die Erzeugung der für eine Zündung des Plasmas notwendigen Hochfrequenzspannung erfolgt in den, in der Patentschrift des Anmelders "DE 10 2006 019 664 A1" beschriebenen, Plasma-Jet-Anordnungen über eine Luftspule. Zur Abschirmung der Hochfrequenz (Einhaltung der EMV) sowie zur Halterung der Anordnung besteht die Umhüllende in der Regel aus einem metallischen Gehäuse. Das in der Luftspule erzeugte elektromagnetische Feld erzeugt in dem metallischen Gehäuse Wirbelströme, die zum einen zu einer unerwünschten induktiven Erwärmung des Metalls führen und zum anderen als Verlustleistung vom HF-Generator aufzubringen sind (Effizienzniedrigung).

[0014] Zur Vermeidung dieses Effektes wird in dem erfindungsgemäßen Plasma-Werkzeug eine Spule mit einem für die Hochfrequenz geeigneten, geschlossenen Ferritkern verwendet, der ein Heraustreten des von der Spule erzeugten Magnetfeldes verhindert.

[0015] Gegenstand der Patentanmeldung ist eine Vorrichtung zur Erzeugung eines kalten, HF-angeregten Plasmas unter Atmosphärendruckbedingungen, umfassend einen Hohlkörper für die Zuführung eines Prozessgases, einen Reihenresonanzkreis zur Erzeugung der benötigten Hochspannung und einen HF-Generator, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Miniaturisierung und Integration der dafür erforderli-

chen elektronischen Baugruppen (HF-Generator mit Leistungstreiber, Leistungsschalter, HF-Resonanzspule und HF-Filter) und einer, gegebenenfalls auch als Wechseldüse mit verschiedenen Elektrodenanordnungen gestalteten, Plasmadüse in einem handlichen, metallischen Gehäuse die Einhaltung der Richtlinien der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) gewährleistet werden kann sowie ein mobiler Einsatz des Gerätes ermöglicht wird.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorrichtung eine elektrisch leitende Kappe (12) die im vorderen Bereich einen Schlitz oder ein Loch (11) aufweist. Der Schlitz oder das Loch sollte höchstens 0,7 mm breit, der Schlitz kann vorzugsweise 8 mm lang sein. Diese Kappe ist elektrisch mit dem Gehäuse (7) verbunden und damit auch geerdet. Das Plasma endet im Bereich des Schlitzes und kann, bedingt durch die Geometrie des Schlitzes, nicht heraustreten, nach dem Prinzip eines Faradayschen Käfigs. Diese Kappe wirkt wie eine dritte Elektrode und leitet den elektrischen Strom zur Erde ab. Damit ist eine Feldfreiheit in unmittelbarer Umgebung des Schlitzes gegeben.

[0017] Die zur Behandlung notwendigen Spezies und die Strahlung stehen jedoch, wenn auch etwas gemindert, hinter dem Spalt zur Verfügung. Die antimikrobielle Wirkung konnte nachgewiesen werden.

[0018] Gleichzeitig wird durch diese Kappe die thermische Energie aufgenommen und die Temperaturen sind so gering, dass eine permanente Behandlung auf der Haut, auch in sensiblen Bereichen, erfolgen kann.

[0019] Der entscheidende Vorteil ist, dass eine solche annehmbare Kappe eine Option für den Anwender darstellt. Benötigt er ein „kräftigeres“ Plasma, dann arbeitet er ohne Kappe. Die Kappe wird – je nach Anwendungsgebiet – einfach aufgeschoben oder abgezogen.

[0020] Die Erfindung soll nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 7 näher erläutert werden, ohne die Erfindung auf diese Beispiele zu beschränken.

Ausführungsbeispiele:

5

[0021] Mit den nachfolgend in Fig. 1 bis Fig. 7 dargestellten Zeichnungen wird die Erfindung detailliert erläutert. Für die Kennzeichnung der einzelnen Elemente des Aufbaus der Vorrichtungen werden folgende Bezugszeichen verwendet:

10 Bezugszeichenliste:

1 Plasma	8 HF-Generator / Leiterplatte
2 Elektrode (geerdetes Gehäuse)	9 dc-Spannungsanschluss
3 Hochspannungs-Elektrode	10 Steckkontakt
4 Isolierkörper / Gasdüse	11 Schlitz
5 HF-Resonanzspule	12 Kappe
6 Prozessgas	13 Hochspannungsleitung
7 Gehäuse (Metall)	14 zu behandelndes, leitfähiges Material (z.B. Draht: mit oder ohne Isolation)

[0022] Fig.1 zeigt beispielhaft den prinzipiellen Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung eines Plasma-Handgerätes mit integriertem HF-Generator und Reihenresonanzkreis. In einem Metallgehäuse (7), das im Bereich des austretenden Plasmas (1) als geerdete Elektrode (2) wirkt, sind eine Leiterplatte (8) mit EMV-gerechtem Platinenlayout, eine HF-Resonanzspule (5) mit einem, für die Hochfrequenz geeigneten, geschlossenen Ferritkern, ein als Gasdüse fungierender Isolierkörper (4) sowie eine in dem Isolierkörper (4) gehaltene Hochspannungs-Elektrode (3) in der Weise angeordnet, dass sie vom Prozessgas (6) um- bzw. durchströmt werden. Damit wird erreicht, dass das strömende Prozessgas (6) eine Kühlung der Elektronik (8) und der Spule (5) bewirkt. Die Leiterplatte (8) ist dabei im Interesse einer Miniaturisierung sowie eines EMV-gerechten Layouts vorzugsweise mit SMD-Bauteilen bestückt. Das Blockschaltbild der elektronischen Schaltung ist in Fig. 2 dargestellt. Die mit der Lei-

15

20

terplatte (8) realisierte elektronische Schaltung besteht im Wesentlichen aus einem HF-Generator mit einem Leistungstreiber zur Erzeugung einer geeigneten HF-Spannung mit einer Frequenz von circa 1 MHz und einem Leistungsschalter. Zusätzlich werden zwei HF-Filter verwendet, um elektromagnetische Störabstrahlungen nach außen über die Zuleitungen zur außerhalb des Plasma-Handgerätes angeordneten DC-Spannungsversorgung zu vermeiden.

[0023] Das in Fig.1 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist in erster Linie zur Erzeugung eines einzelnen Plasmastrahls mit relativ geringem Durchmesser vorgesehen und ist in dieser Ausführungsform mit einer aus Isoliermaterial aufgebauten Gasdüse (4) vor allem für den Betrieb mit Edelgasen als Prozessgas geeignet. Wie in Fig. 3 dargestellt, kann dabei die mit isolierter geerdeter Elektrode arbeitende Plasmadüse mit verschiedenen Hochspannungs-Elektroden ausgerüstet werden. Neben dem originalen Aufbau mit einer einzelnen nadelförmigen Elektrode (Fig. 3a) ist es zur Verbreiterung des wirksamen Plasmas möglich, entweder eine Anordnung mit mehreren nadelförmigen Elektroden (Fig. 3b: Frontansicht, Fig. 3c: Seitenansicht) oder eine messerförmige Elektrode (Fig. 3d: Frontansicht, Fig. 3e: Seitenansicht) zu verwenden.

[0024] Im Fall des Betriebes mit Molekülgasen (z.B. Luft bzw. N_2) als Prozessgas werden Plasmadüsen verwendet, bei denen die geerdete Elektrode nicht gegenüber dem Gasraum isoliert ist. Beispiele für Ausführungsformen dieser Art von Plasmadüsen sind in Fig. 4 dargestellt (Fig. 4 a: Düse mit einer einzelnen nadelförmigen Elektrode, Fig. 4 b: Frontansicht einer Düse mit mehreren nadelförmigen Elektroden, Fig. 4 c: Seitenansicht einer Düse mit mehreren nadelförmigen Elektroden, Fig. 4 d: Frontansicht einer Düse mit einer messerförmigen Elektrode, Fig. 4 e: Seitenansicht einer Düse mit einer messerförmigen Elektrode). Die verschiedenen Düsen sind dabei derart gestaltet, dass sie auswechselbar sind und die Hochspannungs-Elektroden jeweils über einen Steckkontakt (10) mit der HF-Resonanzspule (5) verbunden werden.

[0025] In Fig. 5 ist nochmals der Kopf aus Fig.1 dargestellt. Die besondere Ausführungsform gegenüber dem Kopf aus Fig.1 besteht aus einer elektrisch leitenden Kappe (12) die im vorderen Bereich einen Schlitz oder ein Loch (11) aufweist. Der Schlitz

oder das Loch ist höchstens 0,7 mm breit, der Schlitz kann vorzugsweise 8 mm lang sein.

[0026] In Fig. 6 ist dargestellt, dass die Plasmadüse von der Hochspannungsquelle abgekoppelt ist und über ein geeignetes, vorzugsweise kurzes Hochspannungskabel
5 sowie über einen entsprechenden Prozessgas-Schlauch extern gespeist wird.

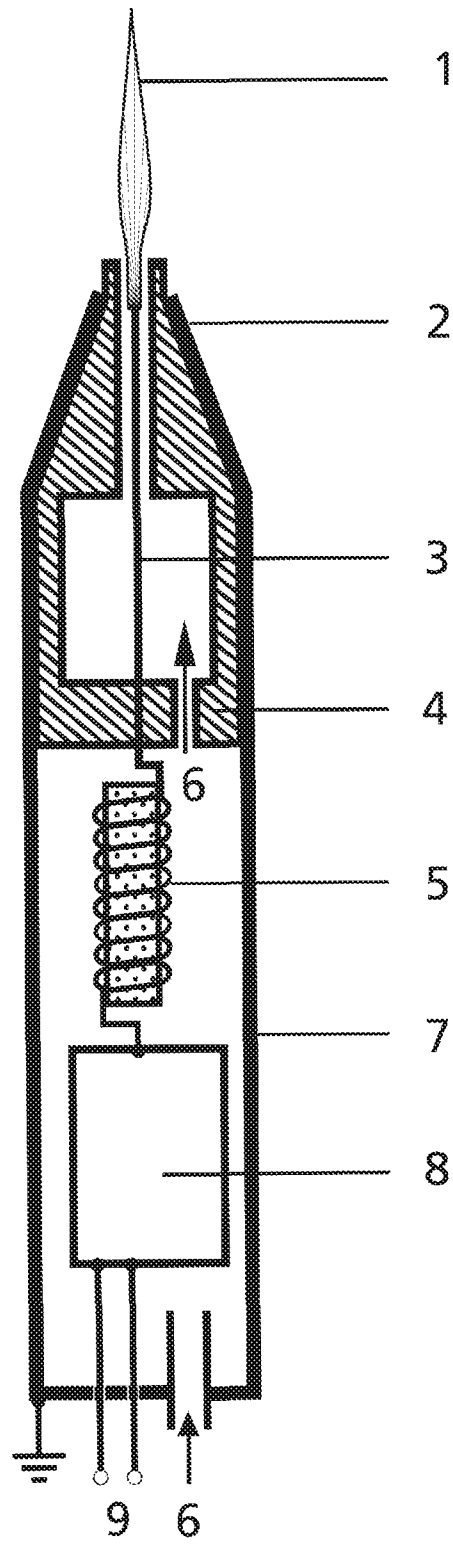
[0027] Fig. 7 zeigt als Beispiel eine Anordnung mit einer, speziell für die Plasmabehandlung von isolierten oder nicht isolierten Drähten geeigneten, Plasmaquelle.

Patentansprüche

1. Vorrichtung für die Erzeugung eines kalten Plasmastrahls, umfassend ein im Bereich des austretenden Plasmas (1) als geerdete Elektrode (2) fungierendes Metallgehäuse (7), in dem ein HF-Generator (8), eine HF-Resonanzspule (5) mit einem, für die Hochfrequenz geeigneten geschlossenen Ferritkern, ein als Gasdüse fungierender Isolierkörper (4) sowie eine in dem Isolierkörper (4) gehaltene Hochspannungs-Elektrode (3) in der Weise angeordnet, dass sie vom Prozessgas (6) um- bzw. durchströmt werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine elektrisch leitende abnehmbare Kappe (12) umfasst, die im vorderen Bereich einen Schlitz oder ein Loch (11) aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schlitz oder das Loch höchstens 0,7 mm breit ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kappe elektrisch mit dem Gehäuse (7) verbunden ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der HF-Generator (8) in eine Leiterplatte (8) mit EMV-gerechtem Platinenlayout integriert ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (8) mit SMD-Bauteilen oder anderen Miniaturlösungen wie MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) bestückt ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (8) einen Leistungstreiber zur Erzeugung einer geeigneten HF-Spannung mit einer Frequenz von circa 1 MHz und einen Leistungsschalter umfasst.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sie HF-Filter besitzt, um elektromagnetische Störabstrahlungen nach außen über die Zuleitungen zur außerhalb des Plasma-Handgerätes angeordneten DC-Spannungsversorgung (9) zu vermeiden.
- 5
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass als Prozessgas Edelgase, Luft, Sauerstoff oder Stickstoff oder beliebige Gemische aus Kombinationen der genannten Gase dienen.
- 10
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Hochspannungs-Elektrode (3) eine einzelne nadelförmigen Elektrode oder eine messerförmige Elektrode ist oder mehrere nadelförmigen Elektroden als Hochspannungs-Elektrode (3) dienen.
- 15
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasdüsen auswechselbar sind und die Hochspannungs-Elektroden (3) jeweils über einen Steckkontakt (10) mit der HF-Resonanzspule (5) verbunden sind.
- 20
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass im Fall des Betriebes mit Molekülgasen (z.B. Luft bzw. Stickstoff) als Prozessgas die geerdete Elektrode (2) nicht gegenüber dem Gasraum isoliert ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um ein Handgerät mit zusätzlichem Batteriebetrieb handelt.
- 25
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasdüse von der Hochspannungsquelle abgekoppelt ist und über ein Hochspannungskabel sowie über einen Prozessgas-Schlauch extern gespeist wird.
- 30

Fig. 1



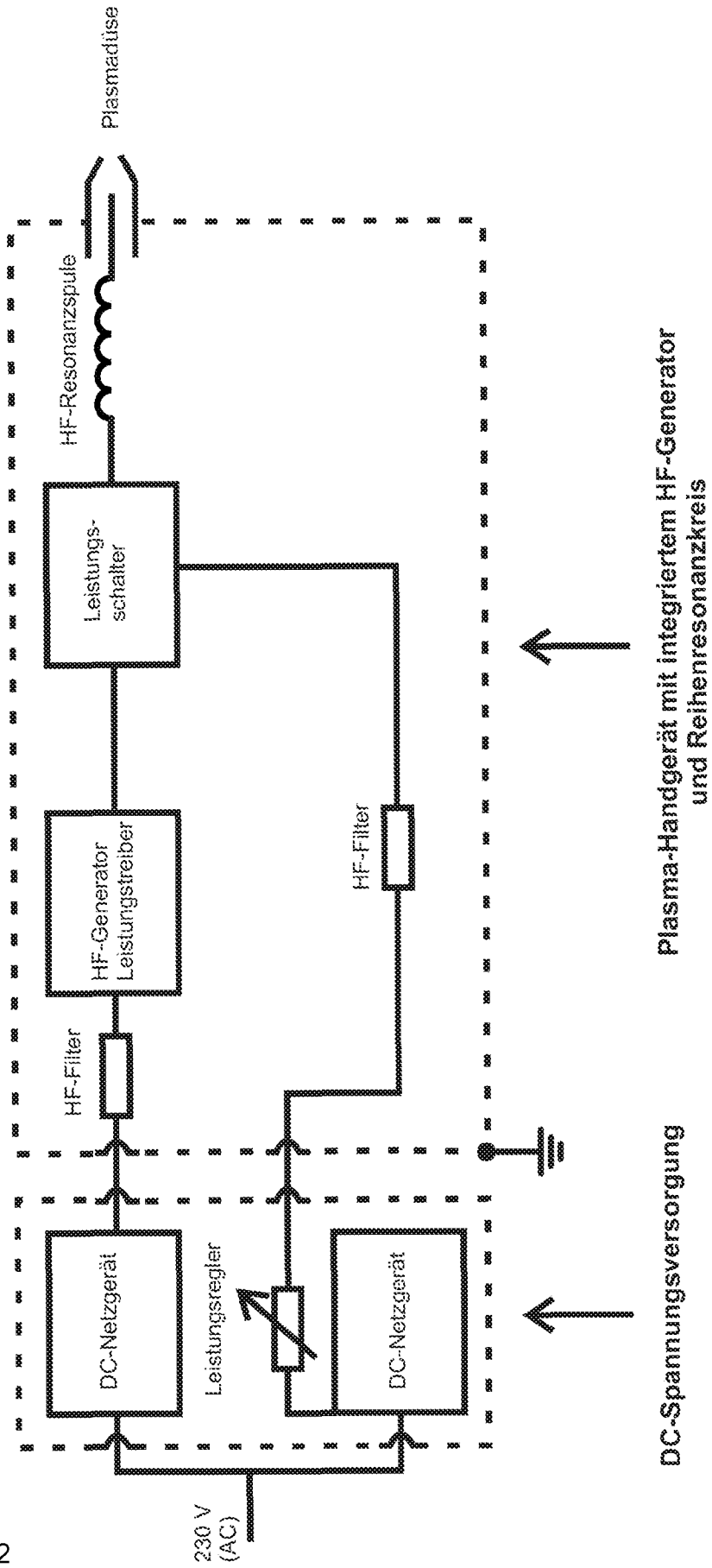


Fig. 2

Fig. 3

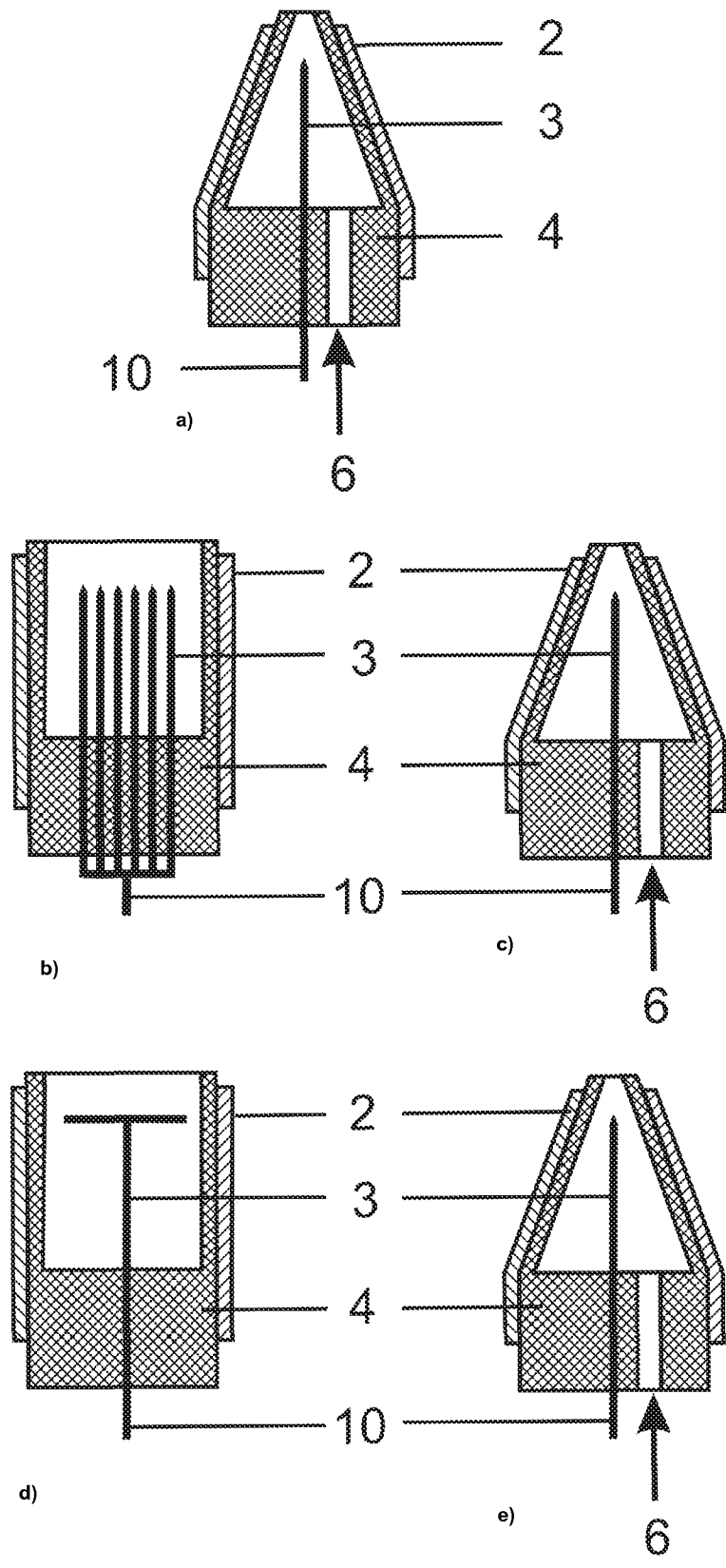
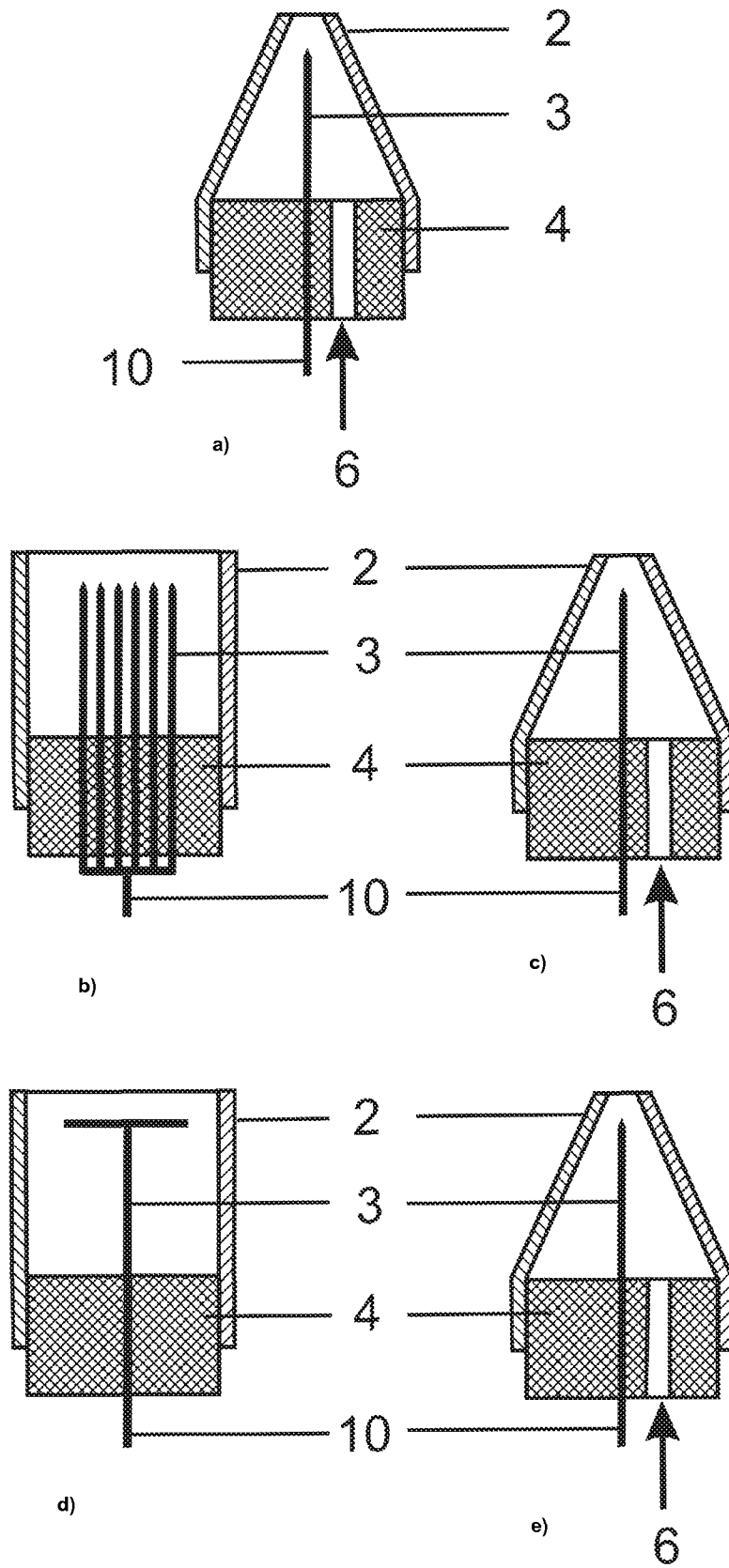
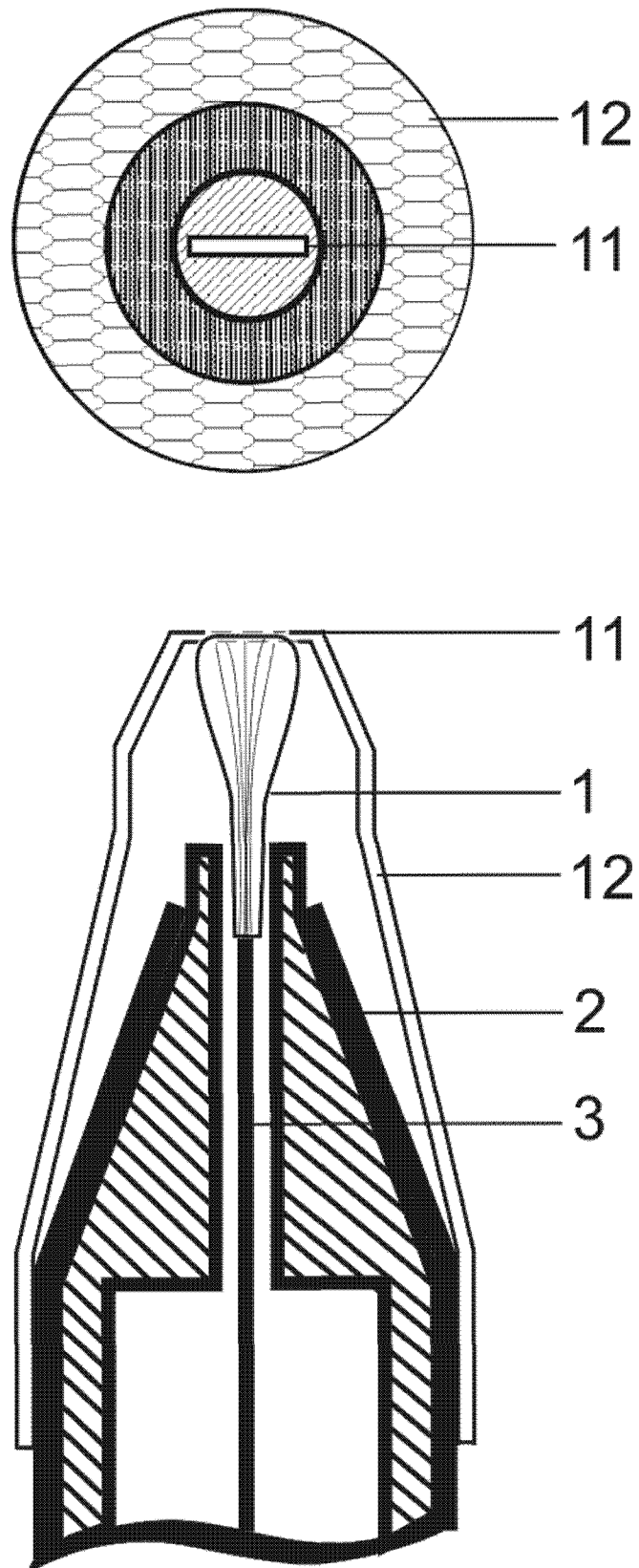


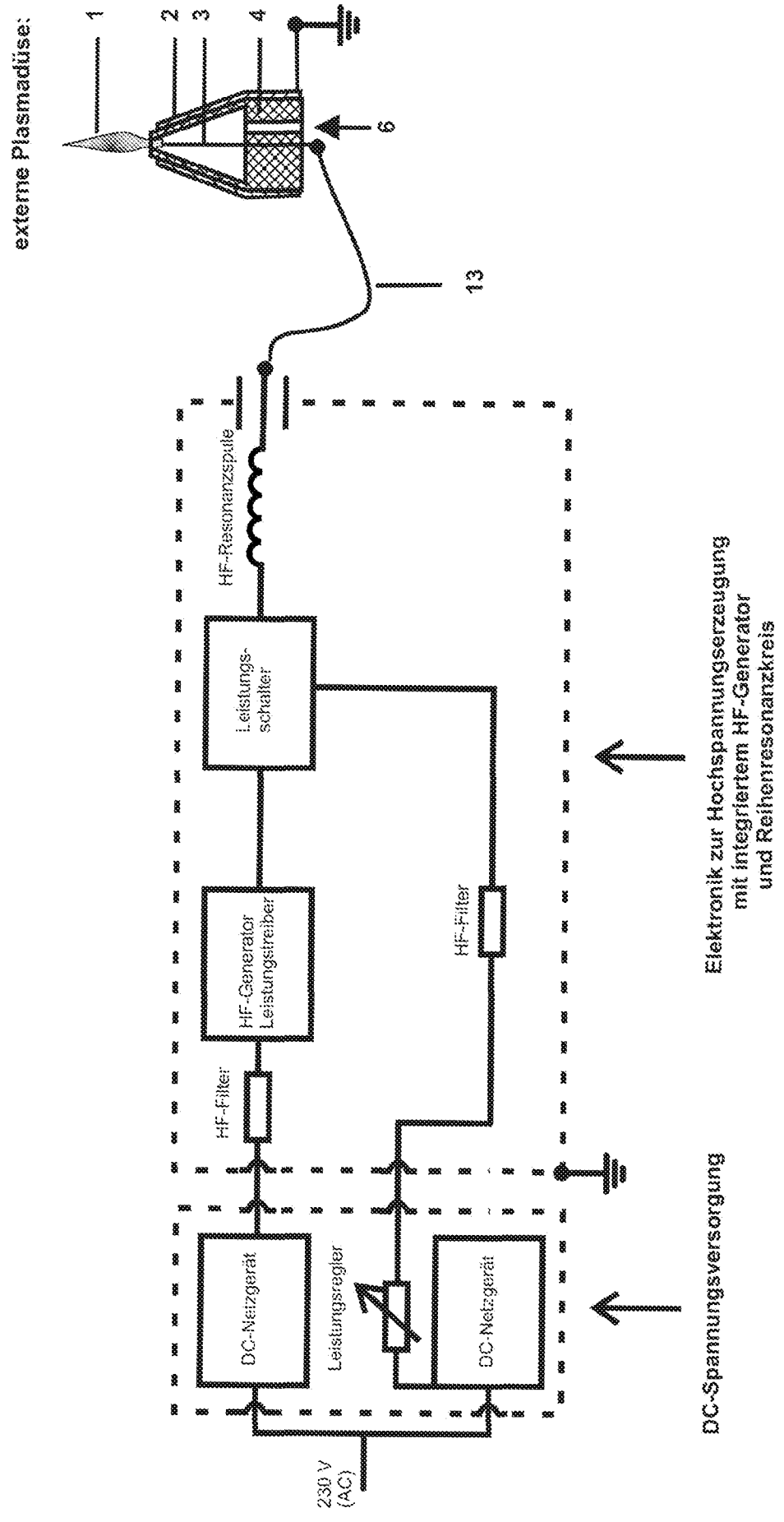
Fig. 4



Figur 5

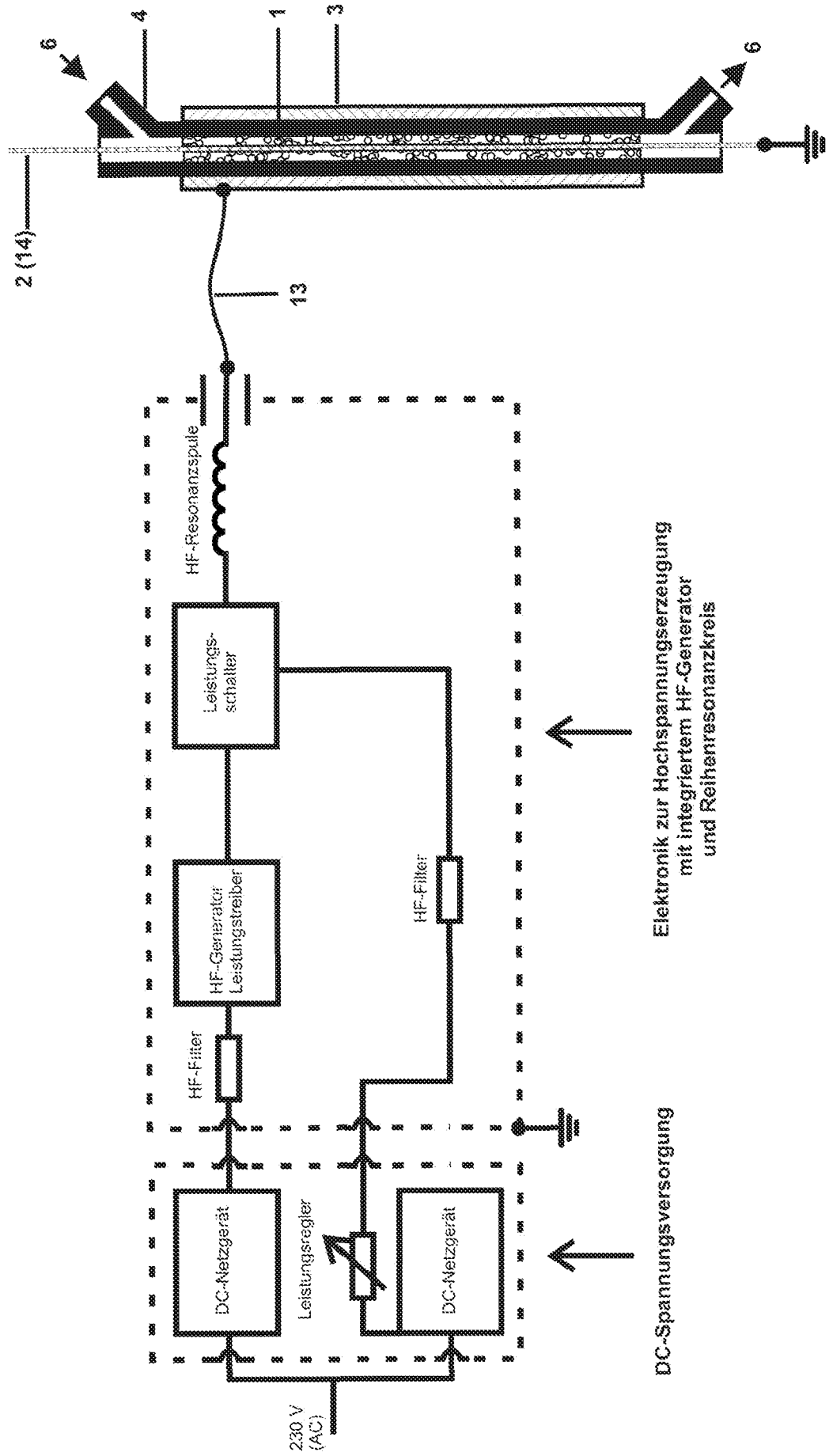


Figur 6



Fi-
gur
7

externe Plasmaquelle:



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/061166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H05H1/24 A61B18/00 H05H1/36
ADD:

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)
H05H A61B

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

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

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2006 019664 A1 (INST NIEDERTEMPERATUR PLASMAPH [DE]) 31 October 2007 (2007-10-31) cited in the application paragraph [0029] - paragraph [0034] figures 2,5	1,9,10, 13
Y	US 6 325 799 B1 (GOBLE COLIN C O [GB]) 4 December 2001 (2001-12-04) column 2, line 41 - column 4, line 11 column 4, line 54 - line 58 column 5, line 16 - line 17 figure 2	1,9,10, 13
	----- -/-- -----	

 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 document 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

2 December 2010

Date of mailing of the international search report

09/12/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Capostagno, Eros

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/061166

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 434 476 A (SHAW ROBERT F ET AL) 25 March 1969 (1969-03-25) column 6, line 26 - column 7, line 28 column 7, line 64 - column 8, line 75; figures 1,2 -----	1,2,9, 10,13,14
A	WO 2005/084569 A1 (RHYTEC LTD [GB]; GOBLE COLIN CHARLES OWEN [GB]; PENNY KEITH [GB]) 15 September 2005 (2005-09-15) page 19, line 16 - line 28 figure 14 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2010/061166

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006019664 A1	31-10-2007	EP 2016809 A2 WO 2007124910 A2	21-01-2009 08-11-2007
US 6325799	B1 04-12-2001	AU 7069098 A CA 2286835 A1 CN 1253485 A EP 0967925 A1 WO 9847436 A1 JP 2001521431 T	13-11-1998 29-10-1998 17-05-2000 05-01-2000 29-10-1998 06-11-2001
US 3434476	A 25-03-1969	NONE	
WO 2005084569	A1 15-09-2005	AU 2005220056 A1 EP 1720475 A1 JP 2007526063 T KR 20060134099 A	15-09-2005 15-11-2006 13-09-2007 27-12-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/061166

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H05H1/24 A61B18/00 H05H1/36 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H05H A61B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, INSPEC		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2006 019664 A1 (INST NIEDERTEMPERATUR PLASMAPH [DE]) 31. Oktober 2007 (2007-10-31) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0029] - Absatz [0034] Abbildungen 2,5	1,9,10, 13
Y	US 6 325 799 B1 (GOBLE COLIN C O [GB]) 4. Dezember 2001 (2001-12-04) Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 4, Zeile 11 Spalte 4, Zeile 54 - Zeile 58 Spalte 5, Zeile 16 - Zeile 17 Abbildung 2	1,9,10, 13
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 2. Dezember 2010		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 09/12/2010
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Capostagno, Eros

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/061166

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>US 3 434 476 A (SHAW ROBERT F ET AL) 25. März 1969 (1969-03-25) Spalte 6, Zeile 26 - Spalte 7, Zeile 28 Spalte 7, Zeile 64 - Spalte 8, Zeile 75; Abbildungen 1,2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>1,2,9, 10,13,14</p>
A	<p>WO 2005/084569 A1 (RHYTEC LTD [GB]; GOBLE COLIN CHARLES OWEN [GB]; PENNY KEITH [GB]) 15. September 2005 (2005-09-15) Seite 19, Zeile 16 - Zeile 28 Abbildung 14</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>1</p>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/061166

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006019664 A1	31-10-2007	EP 2016809 A2 WO 2007124910 A2	21-01-2009 08-11-2007
US 6325799 B1	04-12-2001	AU 7069098 A CA 2286835 A1 CN 1253485 A EP 0967925 A1 WO 9847436 A1 JP 2001521431 T	13-11-1998 29-10-1998 17-05-2000 05-01-2000 29-10-1998 06-11-2001
US 3434476 A	25-03-1969	KEINE	
WO 2005084569 A1	15-09-2005	AU 2005220056 A1 EP 1720475 A1 JP 2007526063 T KR 20060134099 A	15-09-2005 15-11-2006 13-09-2007 27-12-2006