



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 196 05 226 C 2

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 05 H 1/48  
H 01 J 17/49  
B 01 D 53/86  
B 01 J 19/08  
G 09 F 9/313

21 Aktenzeichen: 196 05 226.2-52  
22 Anmeldetag: 13. 2. 1996  
43 Offenlegungstag: 14. 8. 1997  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 22. 2. 2001

DE 196 05 226 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Gericke, Karl-Heinz, Prof. Dr.phil.nat., 38102  
Braunschweig, DE; Schmidt-Böcking, Horst, Prof.  
Dr.rer.nat., 65779 Kelkheim, DE

74 Vertreter:

BOHMERT & BOHMERT, 28209 Bremen

72 Erfinder:

Gericke, Karl-Heinz, Prof. Dr., 38102 Braunschweig,  
DE; Haas, Anselm Tobias, Dipl.-Chem. Dr.phil.nat.,  
60431 Frankfurt, DE; Lock, Michael, Dipl.-Chem.  
Dr.phil.nat., 60327 Frankfurt, DE; Dangendorf,  
Volker, Dipl.-Phys. Dr.phil.nat., 38176  
Braunschweig, DE; Schmidt-Böcking, Horst, Prof.  
Dr.rer.nat., 65779 Kelkheim, DE; Demian, Angela,  
Dipl.-Phys., 65830 Kriftel, DE

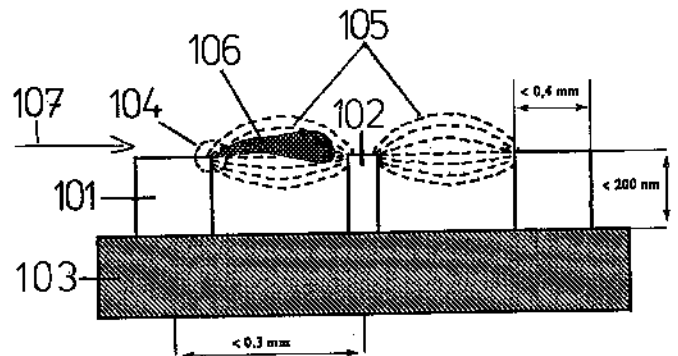
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 36 05 735 A1  
US 55 26 151

Patent Abstracts of Japan zu: JP 07142192A;  
CD-ROM PAJ: Pat. Abstr. of Japan, JP 07176267 A;  
Pat. Abstr. of Japan, 158, P 1579, JP 5-72520 (A);

64 Vorrichtung zur Erzeugung mehrerer Mikroplasmen bei Umgebungstemperatur und Verwendung einer  
derartigen Vorrichtung

67 Vorrichtung zur Erzeugung mehrerer Mikroplasmen bei  
Umgebungstemperatur, mit auf zumindest einer Fläche  
eines Trägers (103) aufgebracht, mechanisch miteinan-  
der verbundenen Elektrodenpaaren (101, 102), die auf ih-  
rer Oberseite jeweils eine scharfe Kante (104) aufweisen,  
zwischen denen ein Abstand in der Größenordnung von  
einigen nm bis mm vorliegt und an die eine elektrische  
Spannung anlegbar ist, so daß ein elektrisches Feld (105)  
zwischen den beiden Elektroden (101, 102) eines jeden  
Elektrodenpaares entsteht und aus der Kante (104) der ei-  
nen Elektrode (101) Elektronen (106) kalt emittiert und  
derart beschleunigt werden, daß sich durch Stoßionisati-  
on ein Mikroplasma zwischen den beiden Elektroden  
(101, 102) eines jeden Elektrodenpaares bildet, dadurch  
gekennzeichnet, daß  
der Träger (103) mehrere Flächen jeweils zum Aufbringen  
einer Vielzahl von Elektrodenpaaren (101, 102) aufweist,  
und  
der Träger (103) mit den Elektroden (101, 102) Löcher  
(202) begrenzt, in denen eine Vielzahl von Mikroplasmen  
zum Bilden eines zeitlich und/oder örtlich einstellbaren,  
dreidimensionalen Plasmas erzeugbar sind.



DE 196 05 226 C 2

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung mehrerer Mikroplasmen bei Umgebungstemperatur, mit auf zumindest einer Fläche eines Trägers aufgebracht, mechanisch miteinander verbundenen Elektrodenpaaren, die auf ihrer Oberseite jeweils eine scharfe Kante aufweisen, zwischen denen ein Abstand in der Größenordnung von einigen nm bis mm vorliegt und an die eine elektrische Spannung anlegbar ist, so daß ein elektrisches Feld zwischen den beiden Elektroden eines jeden Elektrodenpaares entsteht und aus der Kante der einen Elektrode Elektronen kalt emittiert und derart beschleunigt werden, daß sich durch Stoßionisation ein Mikroplasma zwischen den beiden Elektroden eines jeden Elektrodenpaares bildet, sowie die Verwendung einer derartigen Vorrichtung.

Im Stand der Technik ist bereits eine Vorrichtung bekannt, bei der freie Elektronen einer hinreichenden Energie mit anderen Teilchen, wie Molekülen, Atomen, Festkörpern, Ionen oder Radikalen, in Wechselwirkung treten und dabei ein Plasma erzeugen. So ist es aus der DE 36 45 735 A1 bekannt, Elektronen durch kalte Feldemission zur Erzeugung kurzer Elektronenpulse zu emittieren. Ein Plasma wird dabei durch Plazierung einer Metallspitze in einem elektrischen Feld, das in unmittelbarer Umgebung der Metallspitze Feldstärkenmaxima aufweist, erzeugt.

Aus der JP 07 142 192 A ist es bekannt, mehrere Plasma-Sprühgeräte parallel zueinander einem Film gegenüberstehend anzuordnen, so daß der Film breitflächig in kurzer Zeit besprüht werden kann.

Die JP 5-72520 A betrifft die Erzeugung eines zweidimensionalen Plasmas zur Steuerung einer elektrooptischen Vorrichtung.

Es ist aus der JP 7-176267 A eine gattungsgemäße Vorrichtung bekannt, bei der zwischen einem elektrooptischen Material und einem Substrat eine Vielzahl von Entladungskammern zum Einsatz kommen, in denen jeweils eine Elektrode und eine Kathode zum Erzeugen eines flächenhaften Plasmas angeordnet sind. Jedes auf eine Entladungskammer beschränkte Plasma dient dabei dem Schalten des elektrooptischen Materials zum Bereitstellen einer zweidimensionalen Anzeige.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die gattungsgemäße Vorrichtung derart weiterzuentwickeln, daß ein dreidimensionales Plasma entsteht, durch das insbesondere ein zu behandelndes Gas strömen kann und das zeitlich und/oder örtlich einstellbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Träger mehrere Flächen jeweils zum Aufbringen einer Vielzahl von Elektrodenpaaren aufweist, und der Träger mit den Elektroden Löcher begrenzt, in denen eine Vielzahl von Mikroplasmen zum Bilden eines zeitlich und/oder örtlich einstellbaren, dreidimensionalen Plasmas erzeugbar sind.

Somit ist in einfacher Weise ein Plasma herstellbar, bei dessen Herstellung keine besonderen Anforderungen an die Umgebungsbedingungen zu stellen sind. Durch die hinreichend große elektrische Feldstärke, die durch die elektrische Spannung erzeugt wird, kann das Plasma dabei insbesondere bei Umgebungsbedingungen, wie bei normalem Luftdruck und normaler Zimmertemperatur, hergestellt werden. Ein weiterer Vorteil gegenüber anderen bekannten Vorrichtungen besteht dabei darin, daß eine große Plasmafläche entsteht, ohne daß ein großvolumiges Plasma erzeugt werden muß.

Bei einem großvolumigen Plasma, mittels dem bisher üblicherweise ein Plasma mit einer vergleichsweise großen Oberfläche erzeugt wurde, kann meist nur der Randbereich

in der industriellen Anwendung benutzt werden.

Diese bekannten Anwendungsmethoden sind dabei zum Beispiel die Reinigung, das Ätzen und Bedampfen von Oberflächen, das Zerschneiden von Materialien, die Lichterzeugung in Lampen, Plasmabildschirmen, Anwendungen in der Chemie der Gasphase im allgemeineren Sinne und ähnliches.

Dabei ist eine große Plasmarandfläche wesentlich für diese Anwendungen. Dies führt bei dem bekannten Stand der Technik zu einem vergleichsweise großvolumigen Plasma bei dem im Inneren dann entsprechend hohe Temperaturen auftreten können, die dann wieder zu unerwünschten Reaktionen führen können.

Für die Erzeugung des Plasmas nach dem Stand der Technik sind ferner genau definierte Bedingungen hinsichtlich Druck und Temperatur notwendig. Ferner ist bei einem großvolumigen Plasma eine schnelle Einstellbarkeit beispielsweise hinsichtlich der Ionendichte des Ionentransportes in der Praxis ausgeschlossen. Jedenfalls ist dies nicht mit kurzen Zeitkonstanten und genauer örtlicher Auflösung möglich.

Dem gegenüber kann mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Plasma hergestellt werden, das genau definiert ist hinsichtlich seiner räumlichen Ausdehnung und hinsichtlich der in ihm enthaltenen Bestandteile sowie deren Temperaturverteilung. Diese Plasmafläche kann dabei gleichzeitig eine hinreichende Ausdehnung für eine Vielzahl von Anwendungen haben. Insbesondere ist bei einem derartigen Plasma das Verhältnis der Plasmaoberfläche zum Plasmavolumen beliebig wählbar, d. h. auch beliebig groß wählbar, und es lassen sich lokal begrenzte Plasmen zu einer großen Plasmafläche integrieren.

Durch die Möglichkeit der geringen und gleichzeitig kontrollierbaren Ausdehnung des Plasmas in einer Richtung kann das Plasma beliebig dicht an Objekte herangebracht werden, die mittels dieses Plasmas bearbeitet oder verändert werden sollen.

Bevorzugte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind in den Ansprüchen 2 bis 6 beschrieben.

Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß den Ansprüchen 7 bis 13.

In der nachfolgenden Beschreibung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Zeichnungen im einzelnen dargestellt. Dabei zeigt:

**Fig. 1:** eine Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasmas,

**Fig. 2:** eine weitere Vorrichtung zur Erzeugung eines Plasmas in einem Schnitt in Seitenansicht,

**Fig. 3:** die Vorrichtung nach **Fig. 2** in Draufsicht,

**Fig. 4:** eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung eines dreidimensionalen Plasmas und

**Fig. 5:** eine andere Darstellung der Vorrichtung nach **Fig. 4**.

**Fig. 1** zeigt dabei in Seitenansicht eine Vorrichtung mit der ein Plasma erzeugt werden kann. Dabei stehen sich auf einer Fläche **103** Elektroden **101** und **102** gegenüber.

Diese Elektroden sind dabei vorteilhaft in Mikrostrukturtechnik oder Nanostrukturtechnik hergestellt. Alternativ zu dieser Herstellung einer Vorrichtung ist es auch denkbar, eine Kunststoffolie, beispielsweise in Form einer Aluminiumfolie, entsprechend zu bedrucken. Dabei wird eine nur geringere Auflösung hinsichtlich der Elektrodenabstände erzielbar sein, ein solches Herstellungsverfahren eignet sich aber wegen seiner geringen Kosten insbesondere für Anwendungen in der Massenproduktion. Bei Herstellungsverfahren in Mikrostrukturtechnik oder Nanostrukturtechnik ergibt sich der Elektrodenabstand in Abhängigkeit der Wellenlänge der Strahlung, mit der diese Struktur erzeugt wird.

Wenn diese Struktur beispielsweise mit Licht im sichtbaren Bereich erzeugt wird, so ergibt sich daraus ein Abstand der Elektroden in der Größenordnung der Wellenlänge von sichtbarem Licht, d. h. von einigen 100 nm. Unter Verwendung von Strahlung geringerer Wellenlänge sind dabei entsprechend geringere Elektrodenabstände und damit entsprechend größere Feldstärken bei geringeren elektrischen Spannungen erzielbar.

Vorteilhaft weisen diese Elektroden **101** und **102** dabei an ihrer Oberseite eine scharfe Kante **104** auf. Bei Anlegen einer Spannung zwischen den Elektroden **101** und **102** entsteht dabei ein elektrisches Feld **105** zwischen diesen Elektroden. Durch die scharfe Kante **104** entsteht dar an der Oberseite der Elektroden **101**, **102** ein besonders großes elektrisches Feld **105** von nahezu atomaren Größenordnungen, was den Austritt von Elektronen **106** aus der Elektrode **101** erleichtert. Dabei wird an die Elektrode **101** eine gegenüber der Elektrode **102** negative Spannung angelegt.

Die Struktur dieser Elektroden **101**, **102** wird dabei auf Materialien wie z. B. Glas oder Kunststoffolie mittels bereits bekannter Technologie z. B. lithographische Verfahren aufgebracht. In Abhängigkeit des Herstellungsverfahrens ergibt sich daraus der Abstand der Elektroden **101** und **102**, der einen wesentlichen Einfluß auf die elektrische Feldstärke hat.

Durch die rechteckig ätzbaren Elektrodenstrukturen, d. h. die scharfen Kanten **104** der Elektroden **101** und **102** an deren Oberseite, werden dabei auch bei vergleichsweise geringen Spannungen Feldstärken einer solchen Größenordnung erzielt, daß es zur Emission von Elektronen **106** kommt. Es ist dabei auch möglich, eine kalte Emission von Elektronen **106** aus der kalten Elektrode **101** der als Festkörperelektrode ausgebildeten Elektrode **101** zu erhalten.

Zur Erzeugung der Feldstärken werden die Elektroden **101** und **102** dann wie aus der Mikroelektronik bekannt mit Gleich- oder Wechselspannungen der Größenordnung von einigen 100 V beschaltet. Durch Spannungen dieser Größenordnung kann das elektrische Feld **105** dann in der Größenordnung von ns variiert werden. Dadurch ist eine Steuerung oder Regelung des Plasmas mit einer schnell variierbaren Stellgröße möglich. Insgesamt ergibt sich also eine Steuerung bzw. Regelung mit einer sehr kurzen Zeitkonstanten.

Die Elektronen **106** werden dann als freie Elektronen in den starken elektrischen Feldern **105** beschleunigt und erzeugen durch Stoßionisation mit den umgebenden Atomen oder Molekülen der umgebenden Gasatmosphäre Ionen oder Radikale. Das entstehende Mikroplasma zwischen den Elektroden **101** und **102** kann durch entsprechende Beschaltung, d. h. Beaufschlagung der Elektroden **101** und **102** mit elektrischer Spannung schnell ein- und ausgeschaltet werden.

Unter diesen Bedingungen ist also ein Plasma herstellbar unter Standardumgebungsbedingungen, d. h. Normaldruck, Zimmertemperatur und ohne Vorionisation. Gleichzeitig weist dabei das Plasma eine geringe Ausdehnung senkrecht zu den elektrischen Feldlinien auf, so daß die Ionen leicht mit gepulsten elektrischen Feldern extrahiert und auf andere benachbarte Oberflächen aufgebracht werden können.

Bei der Anwendung eines mit der Vorrichtung erzeugten Plasmas kann beispielsweise ein Gas in Richtung des Pfeiles **107** über die Fläche strömen und dabei mit dem Plasma in Wechselwirkung treten, das sich insbesondere an der Oberseite der Elektroden **101** und **102** ausbildet. Ebenso ist es auch denkbar, diese Fläche entsprechend dicht an die Oberseite eines mittels des Plasmas zu bearbeitenden Festkörpers heranzuführen. Eine andere Strömungsrichtung eines Gases kann dabei im wesentlichen senkrecht zur Papierebene aus-

gebildet sein.

**Fig. 2** zeigt eine weitere Ausgestaltung einer Kathode **101** und einer zugehörigen Anode **102**, mittels denen ein Plasma erzeugt werden kann. Dabei können Anode **102** und Kathode **101** auf einer Kunststoffolie **103** angebracht sein. Das elektrische Feld **105** bildet sich bei Anlegen einer elektrischen Spannung wieder zwischen den Elektroden **101** und **102** aus. Durch ein entsprechendes Herstellungsverfahren weisen dabei die Elektroden **101** und **102** wieder eine scharf ausgeprägte Kante **104** an der Oberseite auf. Wenn die als Träger wirkende Kunststoffolie **103** Löcher **202** aufweist, kann bei einer hinreichend großen Zahl von Löchern **202** das Gas in der Richtung des Pfeiles **201** strömen. Das Gas strömt dann also senkrecht durch die Plasmafläche hindurch. **Fig. 2** zeigt dabei die Vorrichtung in einem Schnitt in Seitenansicht, bei der gerade die Löcher **202** zu sehen sind.

Die Darstellung nach **Fig. 3** zeigt die Vorrichtung nach **Fig. 2** in Draufsicht. Dabei ist die Kathode **101** wieder mit der Bezugsziffer **101** versehen. Die Kunststoffolie **103** ist dabei durch Löcher **202** durchsetzt. Diese Löcher **202** führen dabei zu einer wabenförmigen Struktur der Kunststoffolie **103**, so daß nach wie vor eine mechanische Verbindung der Elektroden gegeben ist und das Gas dennoch senkrecht durch die Plasmafläche strömen kann.

Bei den bisher beschriebenen Vorrichtungen konnte das Gas lediglich mit einer Plasmafläche in Wechselwirkung treten. Durch eine entsprechende Beschaltung der einzelnen Elektroden in der Fläche kann dabei das Plasma auch innerhalb der Fläche unterschiedlich ausgebildet sein.

Es ist aber auch möglich, das Gas senkrecht durch die Plasmafläche strömen zu lassen und dabei mehrere dieser Plasmaflächen in Strömungsrichtung des Gases hintereinander vorzusehen.

Eine Vorgehensweise zur Herstellung eines solchen Plasmas, das in drei Dimensionen regel- und/oder steuerbar ist, ist durch die sogenannte LIGA-Technik gegeben. Mittels dieser Technik ist es möglich, dreidimensional eine entsprechende Elektrodenstruktur herzustellen. (LIGA = Lithografie, GALvanoformung, Abformung, beschrieben beispielsweise in W. Ehrfeld, H. Lehr: Radiation, Physics ND Chemistry **45** (3), 349-365 1995). Wird bei diesem Verfahren also eine Elektrodenstruktur so hergestellt, daß immer Elektroden hinreichend dicht beieinander liegen und entsprechend scharfkantig ausgebildet sind, so können dreidimensional entsprechende Plasmfelder erzeugt werden.

Ein Beispiel dafür ist durch die Darstellung nach den **Fig. 4** und **5** gegeben.

**Fig. 4** zeigt dabei in Seitenansicht eine Anordnung von Elektroden **101** und **102**, die wiederum entsprechend scharfe Kanten **104** an den Ecken aufweisen. Diese Elektroden werden dabei durch Stützwände (beispielsweise aus Kunststoff) in einem definierten Abstand gehalten. Dabei entsteht dann wieder zwischen den Elektroden das elektrische Feld **105**. Durch entsprechende Löcher strömt dabei das Gas in Richtung des Pfeiles **401**. Dabei durchströmt das Gas dann mehrere Plasmaflächen.

**Fig. 5** zeigt in Draufsicht die Vorrichtung nach **Fig. 4**. Dabei werden die Elektroden **101** und **102** wieder von einem Träger aus Kunststoff **103** gehalten, der aber wieder Löcher **202** aufweisen muß, damit das Gas die Plasmaflächen durchströmen kann.

Die Herstellung erfolgt dabei beispielsweise derart, daß in einen massiven Kunststoffblock metallische Elektroden eingebracht sind. Mittels der LIGA-Technik wird dann die entsprechende Struktur mit den scharfen Kanten der Elektroden herausgearbeitet.

Eine Anwendungsmöglichkeit derartig erzeugter Plasmen ist zum Beispiel in der Chemie der Gasphase gegeben. Die

Elektronen in dem Plasma weisen eine hohe Energie auf und sind somit in der Lage, praktisch jede elektronische Bindung aufzubrechen. Die kinetische Energie der Elektronen ist vergleichsweise genau einstellbar, so daß die Energie auf die Anregung bestimmter Reaktionen eingestellt werden kann. Die Energie der Elektronen kann dabei in einem Energiebereich von einigen 10 eV variiert werden. Das primäre Elektron wirkt dabei wie ein dynamisch induzierter Katalysator, der selbst nach der Reaktion wieder unverbraucht für weitere Reaktionen zur Verfügung steht. Obwohl das Elektrogenas extrem heiß ist und somit praktisch jede chemische Bindung aufbrechen kann, bleiben die Gasatome oder Moleküle praktisch auf der Umgebungstemperatur des Reaktorgefäßes. Damit lassen sich mit dem Plasma chemische Reaktionszonen herstellen, die praktisch für die Reaktionsstufe 1 (z. B. Dissoziation der Ausgangsmoleküle) und für die Reaktionsstufe 2 (Synthese der Endprodukte) zwei getrennt wählbare Temperaturen haben.

Die Plasmen erlauben daher eine völlig neue Art von Gasphasenchemie. Im Umweltschutz könnten z. B. durch Elektronenstoß induzierte kalte Verbrennungen Dioxine und Stickoxide abgebaut werden. Es können auch höhere Stickoxide in Stickstoff und Sauerstoff getrennt werden.

Es können auch Materialien kalt synthetisiert werden, die bisher nur bei sehr hohen Temperaturen auf vergleichsweise umständliche Weise umgesetzt werden konnten. Dabei ist beispielsweise eine Umsetzung von Methan in Ethin, Ethen und Ethan möglich. Ebenso kann an eine Umsetzung von Ethan in Ethin gedacht werden.

Weitere denkbare Anwendungsmöglichkeiten sollen im folgenden kurz dargestellt werden. Beispielsweise können in einer Edelgasatmosphäre Edelgasionen oder angeregte Edelgasatome in einer sehr dünnen Schicht direkt an der zu behandelnden Oberfläche erzeugt werden. Die erzeugten Edelgasionen können aufgrund ihrer hohen Ionisationsenergie jeden Schmutz an der Oberfläche oder Teile der Oberfläche wegätzen und stehen nach der Ätzreaktion als neutrale Edelgasatome für Folgereaktionen wieder völlig umweltfreundlich zur Verfügung. Wegen der guten Steuer- und Regelbarkeit des Plasmas kann dabei die Oberflächenbehandlung lokal sehr gezielt erfolgen.

Ebenso können Oberflächen auch bedampft werden. Wegen der guten Steuerbarkeit des Plasmas ist dabei eine Anwendung bei Druck- und Schreibsystemen denkbar, da das Plasma gerade auch unter thermodynamischen Standardbedingungen erzeugt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung mehrerer Mikroplasma bei Umgebungstemperatur, mit auf zumindest einer Fläche eines Trägers (103) aufgebrachten, mechanisch miteinander verbundenen Elektrodenpaaren (101, 102), die auf ihrer Oberseite jeweils eine scharfe Kante (104) aufweisen, zwischen denen ein Abstand in der Größenordnung von einigen nm bis mm vorliegt und an die eine elektrische Spannung anlegbar ist, so daß ein elektrisches Feld (105) zwischen den beiden Elektroden (101, 102) eines jeden Elektrodenpaares entsteht und aus der Kante (104) der einen Elektrode (101) Elektronen (106) kalt emittiert und derart beschleunigt werden, daß sich durch Stoßionisation ein Mikroplasma zwischen den beiden Elektroden (101, 102) eines jeden Elektrodenpaares bildet, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Träger (103) mehrere Flächen jeweils zum Aufbringen einer Vielzahl von Elektrodenpaaren (101, 102) aufweist, und

der Träger (103) mit den Elektroden (101, 102) Löcher (202) begrenzt, in denen eine Vielzahl von Mikroplasma zum Bilden eines zeitlich und/oder örtlich einstellbaren, dreidimensionalen Plasmas erzeugbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (101, 102) mittels Mikro- oder Nanostrukturtechnik, vorzugsweise in Form der LIGA-Technik, hergestellt sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikroplasma, vorzugsweise individuell, durch Veränderung der Spannung mit im Bereich von Nanosekunden liegenden Zeitkonstanten zeitlich steuerbar und/oder regelbar sind.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das sich aus den Mikroplasma ergebende dreidimensionale Plasma in drei Dimensionen örtlich steuerbar und/oder regelbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich jeweils zwei Elektrodenpaare (101, 102) gegenüberliegen und dazwischen ein Mikroplasma erzeugbar ist, wobei das Mikroplasma individuell zeitlich variierbar ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens ein Loch (202) zumindest ein Gas injizierbar ist.

7. Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche als Reaktor mit einer chemischen Reaktionszone pro Mikroplasma.

8. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 in einem Katalysator zur Abgasreinigung.

9. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zur Synthese komplexer chemischer Verbindungen aus einfachen Grundbausteinen, wie beispielsweise zur Erzeugung höherer Kohlenwasserstoffe aus Methan.

10. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zur Reinigung und/oder Ätzung von Oberflächen.

11. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zur Bedampfung und/oder Bedruckung von Oberflächen.

12. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 als großflächige spektrale Lichtquelle und/oder Spektrallampe.

13. Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 6 als flachen Bildschirm.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

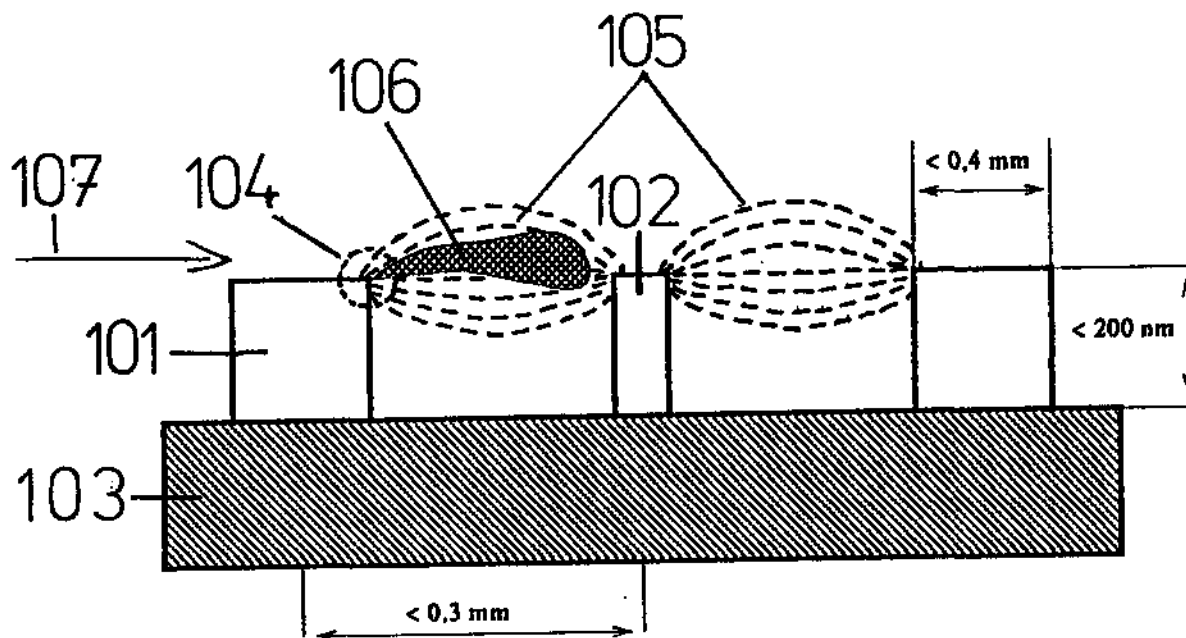


FIG. 1

