



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.03.2018 Patentblatt 2018/10

(51) Int Cl.:
H05H 1/28 (2006.01) H05H 1/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17001337.9**

(22) Anmeldetag: **04.08.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(30) Priorität: **05.09.2016 DE 102016010619**

(71) Anmelder: **bdtronic GmbH**
97990 Weikersheim (DE)

(72) Erfinder:
• **Kunz, Manuel**
97285 Röttingen (DE)
• **Hellinger, André**
97980 Bad Mergentheim (DE)
• **Vedantha, Sudarsan**
81737 München (DE)

(74) Vertreter: **Möller, Friedrich et al**
Meissner Bolte Patentanwälte
Rechtsanwälte Partnerschaft mbB
Hollerallee 73
28209 Bremen (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG EINES ATMOSPHERISCHEN PLASMAS**

(57) Zur Behandlung von Oberflächen aus Kunststoff, Metall, Keramik usw. zum Zwecke der Reinigung oder der Aktivierung ist es bekannt, diese mit einem atmosphärischen Plasma zu beaufschlagen. Es ist bekannt für die Plasmaerzeugung einen Transformator und eine Plasmadüse in einen gemeinsamen Plasmakopf zu integrieren. Als nachteilig dabei hat sich die Verlustleistung des Transformators erwiesen, welche sich als Wärme in dem Plasmakopf staut. Diese Wärmeentwicklung kann derart groß sein, dass die Plasmaerzeugung beeinflusst wird. Die Erfindung schafft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas, mit dem ein stabiler und zuverlässiger Betrieb gewährleistet wird. Dazu ist es vorgesehen, dass einem Plasmakopf (10) ein Transformator (12) und mindestens eine Plasmadüse (13) zugeordnet ist und der Plasmakopf (10) mindestens eine Zuleitung für ein durchströmendes Medium zur aktiven Temperierung des Plasmakopfes (10) aufweist.

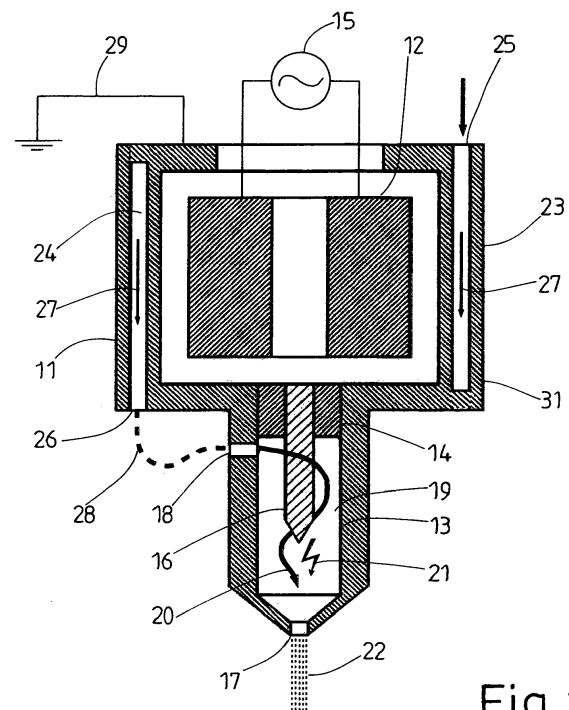


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas gemäß Anspruch 7.

[0002] Zur Behandlung von beispielsweise Oberflächen aus Kunststoff, Metall, Keramik usw. zum Zwecke der Reinigung, Oberflächenaktivierung, Polymerisation, Keimreduzierung und dergleichen ist es bekannt, diese mit einem atmosphärischen Plasma zu beaufschlagen. Durch die Reinigung und/oder Aktivierung der Oberfläche mittels eines atmosphärischen Plasmas kann diese beispielsweise mit einer Flüssigkeit oder einem Klebstoff besser benetzt werden.

[0003] Zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas wird ein Plasmakopf mit einem Transformator und einer Plasmadüse verwendet. Durch die von dem Transformator erzeugte Hochspannung wird ein Prozessgas in der Plasmadüse durch eine Entladung ionisiert. Das Prozessgas tritt sodann als gerichteter Plasmastahl oder Plasmaflamme aus der Düse aus.

[0004] Um Probleme wie beispielsweise Kabelbrüche, Durchschläge oder Verlustleistungen zu vermeiden, ist es bekannt, den Transformator und die Plasmadüse in einem gemeinsamen Plasmakopf zu integrieren. Durch diese kompakte Bauweise des Plasmakopfes kann auf lange Kabel sowie Elektronik verzichtet werden, was die Gefahr eines Kabelbruches oder von Durchschlägen reduziert.

[0005] Als besonders nachteilig bei dieser kompakten Bauweise hat sich die Verlustleistung des Transformators erwiesen, welche sich als Wärme in dem Gehäuse des Plasmakopfes staut. Diese Wärmeentwicklung kann derart groß sein, dass der Transformator ausfällt oder beschädigt wird. Durch diese Wärmeentwicklung wird somit die Plasmaerzeugung beeinflusst.

[0006] Bekannte Plasmasysteme weisen eine Kühlung auf, bei der die Wärme durch Konvektion vom Gehäuse des Plasmakopfes abgeführt wird. Diese Art der Kühlung reicht jedoch nur für bestimmte Bauformen bzw. Größen sowie Einbaulagen des Plasmakopfes aus. Beispielsweise erweist sich die Kühlung des Transformators durch reine Konvektion bei Dauereinsatz des Plasmakopfes als nicht ausreichend.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas zu schaffen, mit dem ein stabiler und zuverlässiger Betrieb gewährleistet wird.

[0008] Eine Vorrichtung zur Lösung dieser Aufgabe weist die Merkmale des Anspruchs 1 auf. Demnach ist es vorgesehen, dass einem Plasmakopf dem ein Transformator und mindestens eine Plasmadüse zugeordnet ist, wobei der Transformator und die Plasmadüse eine räumliche Einheit bilden, eine Zuleitung für ein durchströmendes Medium zur aktiven Temperierung des Plasmakopfes aufweist. Durch das strömende Medium lässt

sich der Plasmakopf aktiv temperieren. Demnach kann in Abhängigkeit von der Bauform bzw. der Größe und des Betriebes des Plasmakopfes dieser aktiv temperiert werden. Durch das strömende Medium wird permanent Wärme aus dem Plasmakopf abtransportiert. Durch das Nachströmen des Mediums kann der Plasmakopf während der gesamten Betriebszeit auf einer stabilen Temperatur gehalten werden. Somit lässt sich über das durchströmende Medium eine Temperatur in dem Plasmakopf erzeugen, bei der eine maximale Ausbeute an Plasma erzielt wird und zeitgleich der Plasmakopf besonders stabil und zuverlässig arbeitet.

[0009] Bevorzugt sieht es die Erfindung außerdem vor, dass als Medium zur Temperierung, insbesondere zur Kühlung, des Plasmakopfes, vorzugsweise des Transformators, eine Elektrode oder einer Plasmadüse, eine Flüssigkeit, ein Gas, Druckluft oder das Prozessgas selbst verwendbar ist, insbesondere dass das Medium eine Mischung aus der Flüssigkeit, des Gases, der Druckluft oder des Prozessgases ist. Je nach Bauform bzw. Größe kann ein anderes Medium für eine effektive Temperierung besonders vorteilhaft sein. Insbesondere die Verwendung des Prozessgases als Kühlmedium ist besonders vorteilhaft, da dieses sowieso dem Plasmakopf zugeführt werden muss. Erfindungsgemäß durchströmt daher das Prozessgas zunächst den Bereich um den Transformator, bevor es für die Plasmaerzeugung der Plasmadüse zugeführt wird. Die durch die Aufnahme der thermischen Energie erhöhte Temperatur des Prozessgases hat keinerlei Auswirkungen auf die Effizienz der Plasmabildung. Für eine besonders effiziente Arbeitsweise des Plasmakopfes kann es erfindungsgemäß außerdem vorteilhaft sein, wenn das Prozessgas mit einem weiteren Medium, welches sich besonders gut als Kühlmedium erwiesen hat, gemischt wird. Auf diese Weise lässt sich die Wärme aus dem Plasmakopf schnell abführen und gleichzeitig eine Plasmaflamme erzeugen, ohne dass eine zusätzliche Leitung für das Kühlmedium an dem Plasmakopf installiert werden muss.

[0010] Ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann es vorsehen, dass in einem Gehäuse, vorzugsweise in einer Wandung des Gehäuses, ein, insbesondere mäanderförmiger, Kanal zur Führung des Mediums angeordnet ist, der sich wenigstens bereichsweise über die Wandung des Gehäuses erstreckt und mit der mindestens einen Zuleitung verbunden ist. Durch die Führung des Kanals durch die Wandung des Plasmakopfes bleibt das Medium besonders lange mit der Wandung in Kontakt, was dazu führt, dass das Medium besonders viel Wärmeenergie des Transformators aufnehmen kann. Insbesondere eine mäanderförmige Ausgestaltung des Kanals hat sich als besonders effizient für den Transfer von Wärmeenergie auf das Medium erwiesen. Ein Ende des Kanals stellt eine Zuleitung für das Medium, beispielsweise für das Prozessgas, dar. Das zweite Ende des Kanals kann entweder frei sein, sodass das Gas in die Atmosphäre geleitet wird, oder mit der Zuleitung für die Plasmadüse

verbunden sein, sodass das Medium als Prozessgas direkt für die Plasmaerzeugung verwendet wird. Durch diese Bauart kann die kompakte Bauweise des Plasmakopfes beibehalten werden.

[0011] Der mäanderförmige Kanal für das Medium kann durch parallele, senkrechte, insbesondere parallel zu einer Längsachse des Gehäuses, Bohrungen in der Wandung des Gehäuses realisiert werden. Die Kanäle können zunächst zu den Stirnseiten des hohlzylindrischen Gehäuses offen sein. Diese Öffnungen können durch ein Boden- bzw. Deckelteil des Gehäuses verschließbar ausgebildet sein und zwar derart, dass abwechselnd zwei benachbarte Öffnungen miteinander verbunden bzw. voneinander isoliert sind, so dass sich der mäanderförmige Kanal in der Wandung ausbildet. Das Boden- bzw. Deckelteil des Gehäuses wird mit dem Gehäuse beispielsweise verschraubt oder verklebt. Ein weiteres Ausführungsbeispiel kann es vorsehen, dass der Kanal als Schraube in der Wandung des Gehäuses ausgebildet ist. Ein derartiges Gehäuse mit einem schraubenartigen Kanal in der Wandung lässt sich beispielsweise mit einem generativen Verfahren, wie etwa einem 3D-Drucker, herstellen.

[0012] Es kann außerdem weiter erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass der Kanal als Verdampfer für das flüssige Medium ausgebildet ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird zunächst ein flüssiges Medium in den Kanal geleitet, um sodann als Gas in die Plasmadüse geleitet zu werden. Da flüssige Medien in der Regel eine höhere Wärmekapazität haben als Gase kann dadurch der Wärmeübertrag zwischen dem Transformator bzw. der Wandung und dem Medium erhöht werden und gleichzeitig das Medium zumindest teilweise als Prozessgas verwendet werden. Dadurch wird zudem eine Schichtabscheidung ermöglicht.

[0013] Vorzugsweise kann es die vorliegende Erfindung weiter vorsehen, dass an einer Außenseite der Wandung bzw. des Gehäuses mindestens ein Kühlkörper, insbesondere Kühlrippen, angeordnet sind, entlang denen das Medium führbar ist. Alternativ zur Ausbildung von Kanälen in der Wandung kann diese auch Kühlkörper an der Außenseite aufweisen. Diese Kühlkörper lassen sich sodann wiederum aktiv durch die Beaufschlagung eines Kühlmediums kühlen, vorzugsweise durch einen Lüfter.

[0014] Ein Verfahren zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe weist die Maßnahmen des Anspruchs 7 auf. Demnach ist es vorgesehen, dass ein Plasmakopf, in dessen Gehäuse ein Transformator und mindestens eine Plasmadüse angeordnet ist, durch ein strömendes Medium aktiv temperiert wird. Durch diese aktive Temperierung des Plasmakopfes lässt sich Prozesswärme des Transformators aktiv und effizient abführen. Je nach Größe und Bauform des Plasmakopfes ist mit einer anderen Wärmeentwicklung des Transformators zu rechnen. Durch Regelung des Flusses des Mediums kann die Wärmeabfuhr aus dem Plasmakopf aktiv gesteuert werden, sodass der Plasmakopf bei einer optimalen Be-

triebstemperatur betrieben werden kann. Bei der optimalen Betriebstemperatur verhält sich der Plasmakopf besonders zuverlässig und stabil.

[0015] Insbesondere kann es außerdem vorgesehen sein, dass für die aktive Temperierung, vorzugsweise Kühlung, des Plasmakopfes als Medium eine Flüssigkeit, ein Gas, Druckluft, das Prozessgas oder eine Mischung aus diesen Stoffen verwendet wird. Je nach Temperatur und Anforderungen an das zu erzeugende Plasma können verschiedene Medien gewählt werden, um einen besonders effizienten Betrieb des Plasmakopfes zu gewährleisten.

[0016] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann es vorsehen, dass für die aktive Temperierung, vorzugsweise Kühlung, des Plasmakopfes das Medium durch das Gehäuse, vorzugsweise durch eine Wandung des Gehäuses, des Plasmakopfes, insbesondere durch einen Kanal in der Wandung, des Plasmakopfes geleitet wird. Dieses Durchleiten des Mediums kann durch ein Ventil geregelt werden, sodass der Durchfluss in Abhängigkeit von der Temperatur des Plasmakopfes erfolgt.

[0017] Bevorzugt kann es die vorliegende Erfindung weiter vorsehen, dass für die aktive Temperierung das durch die Wandung geführte Medium vortemperiert und/oder unter einem vorbestimmten Druck durch die Wandung geführt wird. Dazu kann es vorgesehen sein, dass in dem Plasmakopf ein Temperatursensor angeordnet ist, welcher die Temperatur misst und an eine Steuereinheit überträgt, welche das Medium dementsprechend vorkühlt oder erhitzt. Neben der Temperatur des Mediums lässt sich auch der Druck variieren. So kann beispielsweise bei einer großen Menge abzuführender thermischer Energie der Druck des Mediums zum Temperieren des Plasmakopfes erhöht werden. Durch Erhöhung des Druckes des Mediums wird der Durchfluss erhöht, sodass die aufzunehmende thermische Energie pro Zeiteinheit vergrößert wird. Gleichmaßen kann der Druck des Mediums, mit dem dieses durch den Kanal geführt wird, reduziert werden, wenn nur eine geringe Menge thermische Energie aus dem Plasmakopf abgeführt werden muss. Durch dieses Vortemperieren sowie Variieren des Druckes lässt sich ein besonders effizienter und somit zuverlässiger wie auch stabiler Betrieb des Plasmakopfes gewährleisten.

[0018] Außerdem kann es ein weiteres vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung vorsehen, dass eine Außenseite der Wandung mit dem Medium zum Temperieren des Plasmakopfes beaufschlagt wird. Durch diese Beaufschlagung der Außenseite des Gehäuses bzw. der Wandung mit dem Medium wird eine besonders einfache Art und Weise geschaffen, den Plasmakopf zu kühlen.

[0019] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen schematisch

dargestellten Plasmakopf,

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine schematische Darstellung einer Wandung des Plasmakopfes, und

Fig. 3 einen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Plasmakopfes.

[0020] Ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Plasmakopfes 10 ist in der Fig. 1 stark schematisiert im Querschnitt dargestellt. Im Wesentlichen besteht der Plasmakopf 10 aus einem Gehäuse 11, in dessen Inneren ein Transformator 12 und eine Plasmadüse 13 angeordnet sind. Der Transformator 12 ist von einem Isolator 14 umschlossen und an eine Spannungsquelle 15 angeschlossen. Durch den Transformator 12 und die Spannungsquelle 15 wird die für die Zündung des Plasmas erforderliche Hochspannung erzeugt. Eine Wandung 23 des Gehäuses 11 des Plasmakopfes 10 ist an eine Masse 29 angeschlossen.

[0021] Die Plasmadüse 13 weist eine Elektrode 16 auf, welche mit dem Transformator 12 gekoppelt ist. Diese nadelförmige Elektrode 16 weist mit ihrer Spitze in Richtung einer als Ausgang für das Plasma dienenden Ringelektrode 17. Durch einen Prozessgaseinlass 18 wird Prozessgas in das Düsenvolumen 19 geleitet. Das Prozessgas ist hier schematisch als Pfeil 20 dargestellt. In der Realität wird das Düsenvolumen 19 nahezu homogen von einem permanenten Fluss des Prozessgases 18 gefüllt.

[0022] Durch eine elektrische Entladung zwischen der Elektrode 16 und der Ringelektrode 17 kommt es zu einer hier symbolisch als Blitz 21 dargestellten Ionisierung des Prozessgases. Das ionisierte Gas verlässt die Plasmadüse 13 durch die Ringelektrode 17 als Plasmastrahl 22 bzw. als Plasmaflamme.

[0023] In der Wandung 23 des Plasmakopfes 10 ist mindestens ein Kanal 24 ausgebildet. Dieser Kanal 24 erstreckt sich bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel mäanderförmig durch die gesamte Wandung 23. In Fig. 2 ist schematisch eine aufgerollte Wandung 23 des Plasmakopfes 10 dargestellt, sodass der mäanderförmige Verlauf des Kanals 24 in der Wandung 23 deutlich wird. Der Kanal 24 weist einen Einlass 25 und einen Auslass 26 auf. Erfindungsgemäß wird über ein nicht dargestelltes Ventil bzw. von einem Vorratsvolumen ein Medium in den Einlass 25 eingelassen, sodass das Medium mit einem vorbestimmten Druck durch den Kanal 24 in Richtung Auslass 26 strömt (siehe Pfeile 27).

[0024] Das durchströmende Medium, bei dem es sich um ein Gas oder eine Flüssigkeit handeln kann, führt die durch den Transformator 12 entwickelte Wärme ab. Ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung sieht es vor, dass es sich bei dem Medium um das Prozessgas handelt. Dieses Prozessgas wird nachdem es den Kanal 24 durchströmt und Wärmeenergie des Transformators 12 aufgenommen hat, durch ein hier ge-

strichelt dargestelltes Verbindungsmittel 28 durch den Prozessgaseinlass 18 in das Düsenvolumen 19 geleitet. Bei dem Verbindungsmittel 18 kann es sich beispielsweise um einen Schlauch oder ein kurzes Rohrstück handeln. Dieses Verbindungsmittel 18 kann auch in dem Gehäuse 11 oder dem Plasmakopf 10 integriert sein. Der Kanal 24 ist in das Gehäuse 11 bzw. in die Wandung 23 integriert.

[0025] In Abhängigkeit von der Größe bzw. Bauform oder der von dem Transformator 12 entwickelten thermischen Energie können unterschiedliche Medien als Kühlmittel benutzt werden. Darüber hinaus, ist es denkbar, dass in Abhängigkeit von der entwickelten thermischen Energie das Prozessgas vorgekühlt wird oder mit einem erhöhten Druck in den Kanal 24 eingelassen wird. Dazu dient erfindungsgemäß eine nicht dargestellte Steuereinrichtung, die über einen ebenfalls nicht dargestellten Temperatursensor in dem Plasmakopf 10 die Temperatur im Plasmakopf 10 ermittelt und den Zufluss des Prozessgases im Kanal 24 entsprechend steuert.

[0026] Neben der in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausgestaltung eines Kanals 24 zeigt die Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel für einen Kanal 30. Bei dem in Fig. 3 dargestellten Kanal 30 wird das Medium, wie zuvor an dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel beschrieben, durch einen nicht dargestellten Einlass dem Kanal 30 zugeführt und über ein Verbindungsmittel 28 in der zuvor beschriebenen Art und Weise dem Düsenvolumen 19 zugeführt. Der Kanal 30 ist in dem zweiten Ausführungsbeispiel schraubenartig in der Wandung 23 des Plasmakopfes 10 angeordnet. Durch diese schraubenartige Anordnung des Kanals 30 kann eine besonders lange Kontaktfläche zwischen dem Medium und der Wandung 23 erzeugt werden, sodass ein Übertrag der Wärmeenergie an das Medium besonders effizient gestaltet wird.

[0027] Neben den hier dargestellten Ausführungsbeispielen ist es außerdem denkbar, dass die Wandung 23 auf seiner Außenseite 31 nicht dargestellte Kühlkörper wie beispielsweise Kühlrippen zugeordnet sind. Durch diese Kühlrippen, die beispielsweise ebenfalls mit einem Medium zum Kühlung umströmt werden können, wird ebenfalls die thermische Energie des Transformators 12 effektiv aus dem Plasmakopf 10 abgeleitet.

Bezugszeichenliste:

[0028]

- 10 Plasmakopf
- 11 Gehäuse
- 12 Transformator
- 13 Plasmadüse
- 14 Isolator
- 15 Spannungsquelle
- 16 Elektrode
- 17 Ringelektrode
- 18 Prozessgaseinlass

19 Düsenvolumen
 20 Pfeil
 21 Blitz
 22 Plasmastrahl
 23 Wandung
 24 Kanal
 25 Einlass
 26 Auslass
 27 Pfeil
 28 Verbindungsmittel
 29 Masse
 30 Kanal
 31 Außenseite

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas mit einem Plasmakopf (10), der einen Transformator (12) zur Erzeugung einer Hochspannung und mindestens eine Plasmadüse (13), der zur Plasmaerzeugung ein Prozessgas zuführbar ist, aufweist, wobei der Transformator (12) und mindestens eine Plasmadüse (13) eine räumliche Einheit bilden und wobei der Plasmakopf (10) mindestens eine Zuleitung für ein durchströmendes Medium zur aktiven Temperierung des Plasmakopfes (10) aufweist.
2. Vorrichtung zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Medium zur Temperierung, insbesondere zur Kühlung, des Plasmakopfes (10), vorzugsweise des Transformators (12), einer Elektrode (16) oder der Plasmadüse (13), eine Flüssigkeit, ein Gas, Druckluft oder das Prozessgas verwendbar ist, insbesondere dass das Medium eine Mischung aus der Flüssigkeit, des Gases, der Druckluft oder des Prozessgases ist.
3. Vorrichtung zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Gehäuse (11), vorzugsweise in einer Wandung (23), des Plasmakopfes (10) mindestens ein, insbesondere mäanderförmiger, Kanal (24, 30) zur Führung des Mediums angeordnet ist, der sich wenigstens bereichsweise über die Wandung (23) des Plasmakopfes (10) erstreckt und der mit mindestens einem Einlass (25) verbunden ist.
4. Vorrichtung zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kanal (24, 30) als parallele, insbesondere parallel zu einer Längsachse des Gehäuses (11) angeordnete, Bohrungen in der Wandung (23) des Gehäuses (11) ausgebildet ist, wobei die offenen Bohrungen an den Stirnseiten des, insbesondere hohlzylindrischen, Gehäuses (11) durch ein Boden- bzw. Deckelteil ver-

bindbar bzw. voneinander isolierbar sind, dass sich der mäanderförmige Kanal (24) in der Wandung (23) ausbildet.

5. Vorrichtung zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kanal (24, 30) als Verdampfer für ein flüssige Medium ausgebildet ist.
6. Vorrichtung zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einer Außenseite (31) des Gehäuses (11) mindestens ein Kühlkörper, insbesondere Kühlrippen, angeordnet sind, entlang denen das Medium führbar ist.
7. Verfahren zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas mit einem Transformator (12) zur Erzeugung einer Hochspannung und mit mindestens einer Plasmadüse (13), der zur Erzeugung des Plasmas ein Prozessgas zugeführt wird, wobei der Transformator (12) und die mindestens eine Plasmadüse (13) einen Plasmakopf (10) bilden und der Plasmakopf (10) durch ein strömendes Medium aktiv temperiert wird.
8. Verfahren zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die aktive Temperierung, vorzugsweise Kühlung, des Plasmakopfes (10) als Medium eine Flüssigkeit, ein Gas, Druckluft, das Prozessgas oder eine Mischung aus diesen Stoffen verwendet wird.
9. Verfahren zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die aktive Temperierung, vorzugsweise Kühlung, des Plasmakopfes (10) das Medium durch ein Gehäuse (11), vorzugsweise durch eine Wandung (23) des Gehäuses (11), des Plasmakopfes (10), insbesondere durch einen Kanal (24, 30) in der Wandung (23), geleitet wird.
10. Verfahren zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** für die aktive Temperierung das durch die Wandung (23) geführte Medium vortemperiert und/oder unter einem vorbestimmten Druck durch den Kanal (24, 30) geführt wird.
11. Verfahren zur Erzeugung eines atmosphärischen Plasmas nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Außenseite (31) des Gehäuses (11) mit dem Medium zum Temperieren des Plasmakopfes (10) beaufschlagt wird.

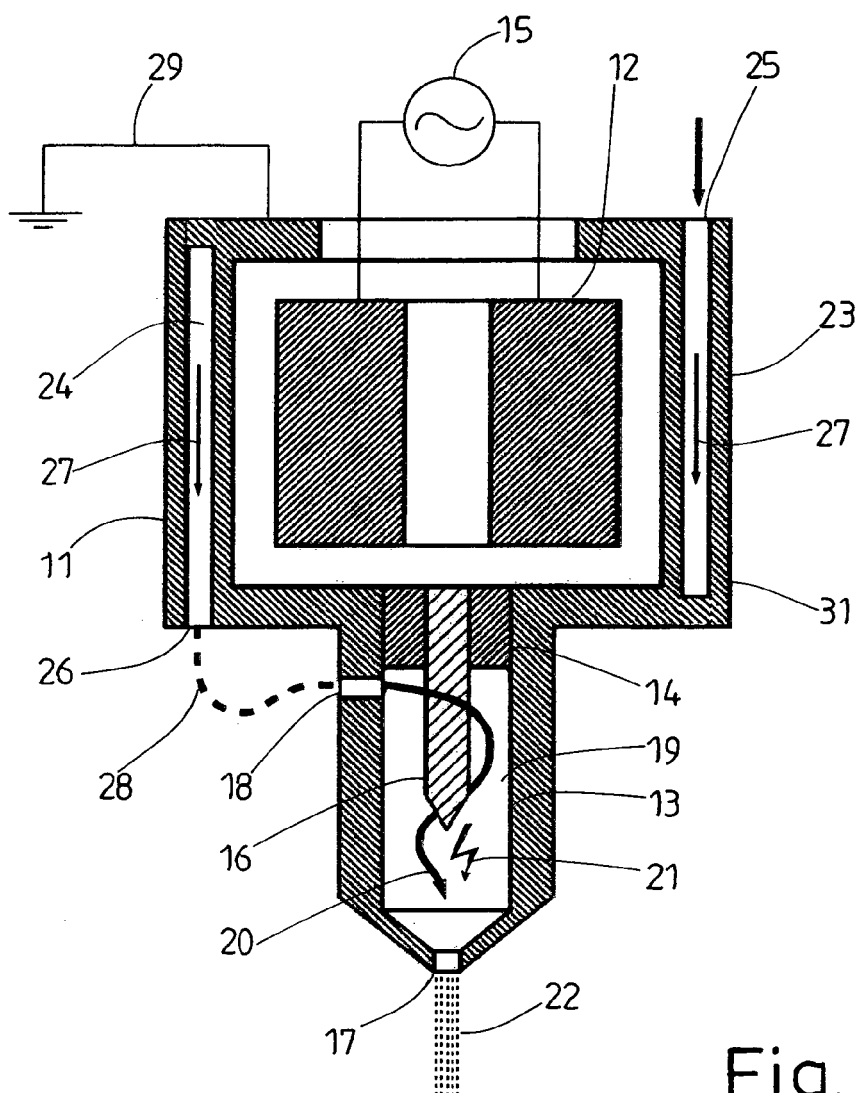


Fig. 1

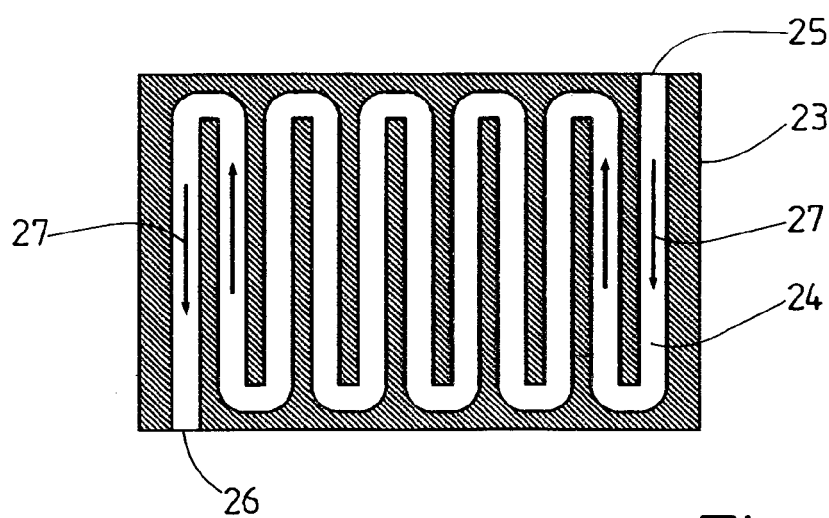


Fig. 2

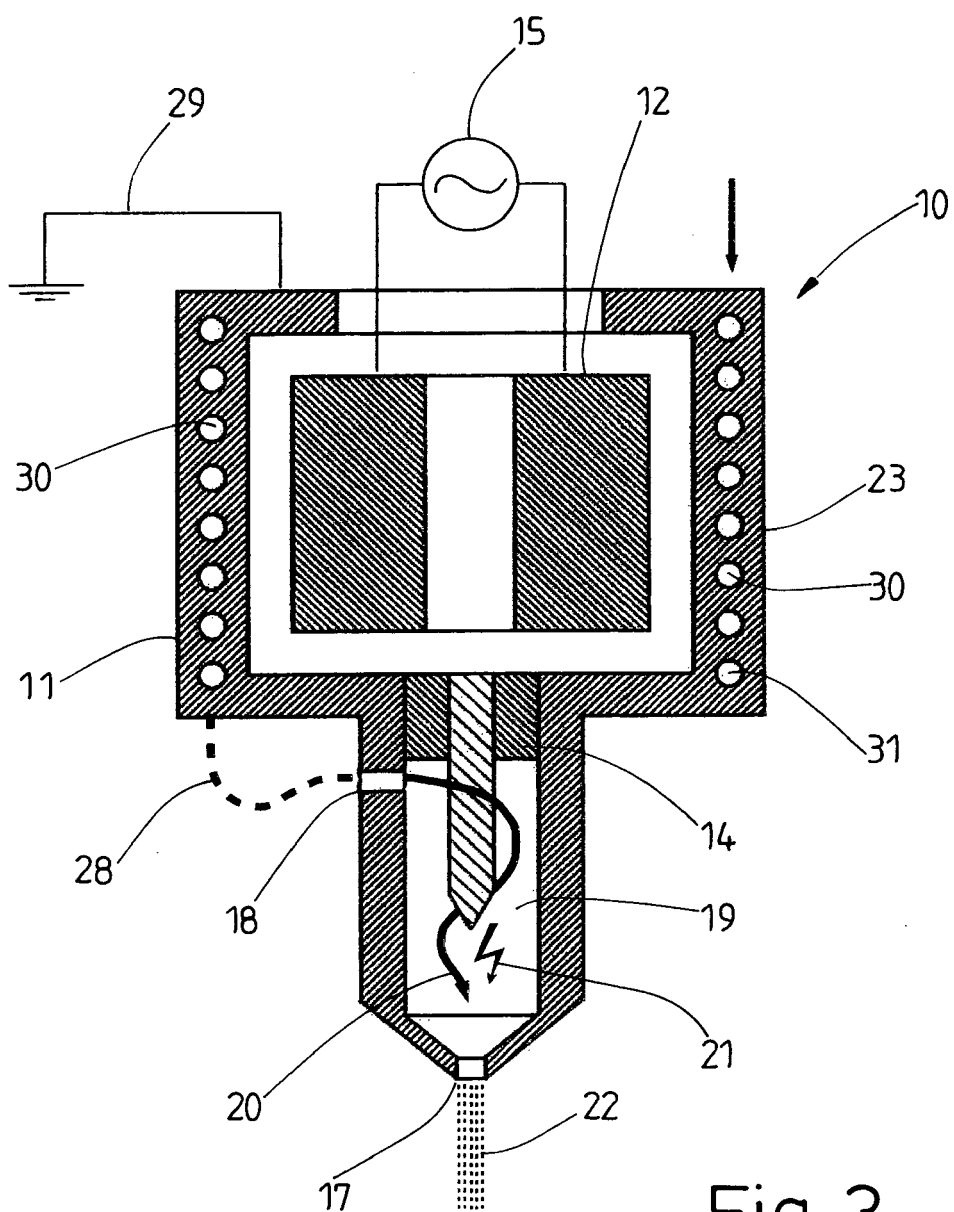


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 00 1337

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2015/054405 A1 (NETTESHEIM STEFAN [DE]) 26. Februar 2015 (2015-02-26) * Absätze [0003], [0021], [0026], [0048], [0049]; Abbildung 1 *	1-11	INV. H05H1/28 H05H1/34
A	DE 199 00 128 A1 (SULZER METCO AG WOHLLEN [CH]) 29. Juni 2000 (2000-06-29) * Abbildungen 4-6 *	1-11	
A	US 5 247 152 A (BLANKENSHIP GEORGE D [US]) 21. September 1993 (1993-09-21) * Spalte 6, Zeile 59 - Spalte 7, Zeile 40; Abbildung 1 *	1-11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Dezember 2017	Prüfer de Ruijter-Noordman
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 00 1337

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07-12-2017

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
10	US 2015054405 A1	26-02-2015	DE 102012103938 A1	07-11-2013
			EP 2845451 A1	11-03-2015
			JP 2015522901 A	06-08-2015
15			US 2015054405 A1	26-02-2015
			WO 2013164406 A1	07-11-2013

	DE 19900128 A1	29-06-2000	CA 2273382 A1	21-06-2000
			CH 693083 A5	14-02-2003
20			DE 19900128 A1	29-06-2000
			DE 29900067 U1	01-04-1999
			FR 2787675 A1	23-06-2000
			GB 2345234 A	28-06-2000
			IT T0990652 A1	21-06-2000
			JP 4620198 B2	26-01-2011
25			JP 2000188200 A	04-07-2000
			US 6137078 A	24-10-2000

	US 5247152 A	21-09-1993	DE 4205420 A1	03-09-1992
30			FR 2673352 A1	28-08-1992
			US 5247152 A	21-09-1993

35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82