

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 441 578 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

28.07.2004 Patentblatt 2004/31

(51) Int Cl.7: H05H 1/44

(21) Anmeldenummer: 04001326.0

(22) Anmeldetag: 22.01.2004

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK

(30) Priorität: 24.01.2003 DE 10303402

(71) Anmelder: PVA TePla AG

85622 Feldkirchen (DE)

(72) Erfinder:

- Konavko, Rudolph
1400 Yverdon-les-Bains (CH)

• Konavko, Arkady

85748 Garching (DE)

• Goloviatinskii, Serguei

85622 Feldkirchen (DE)

• Schmid, Hermann, Dr.

85591 Vaterstetten (DE)

(74) Vertreter: Freitag, Joachim, Dipl.-Phys. et al

Patentanwälte

Oehmke & Kollegen

Neugasse 13

07743 Jena (DE)

(54) **Vorrichtung zum Erzeugen eines breiten Aktivgasstrahls auf Basis eines Gasentladungsplasmas**

(57) Vorrichtung zum Erzeugen eines breiten Aktivgasstrahls auf Basis eines Gasentladungsplasmas mit einer Vielzahl von Gasentladungskammern, insbesondere zur Aktivierung und/oder Reinigung von Oberflächen verschiedenster Materialarten.

Die Aufgabe, eine neue Möglichkeit zur Erzeugung eines breiten Aktivgasstrahles zu finden, die eine gleichzeitige und möglichst gleichmäßige Behandlung großer Oberflächenbereiche gestattet, ohne dass Lebensdauer und Leistungsfähigkeit des Aktivgasgenerators gegenüber einer herkömmlichen Einzelvorrichtung vermindert sind, wird erfindungsgemäß gelöst, indem Entladungskammern (12) nebeneinander aufgereiht in einem kompakten linearen Block (1) aus elektrisch leitendem Material eingebracht werden und mit derart kleinem Kammerdurchmesser (D) ausgeführt sind, dass die Aktivgasstrahlen (21) in Richtung des linearen Blockes (1) beim Auftreffen auf der Materialoberfläche (2) einander überschneidende Strahldurchmesser (E) aufweisen, die Zentralelektroden (3) jeweils einen so geringen Elektrodendurchmesser aufweisen, dass innerhalb des ummantelnden Isolatorröhrchens (4) ein schmaler Zusatzgaskanal (52) zur Verfügung steht, der die Gasentladung wesentlich stärker in Richtung der Ausgangsdüse (13) der Entladungskammer (12) konzentriert, und ein Isolatorblock (5) zur Zuleitung der Hochspannungsanschlüsse (31), eines Erdungsanschlusses (11) für den linearen Block (1) sowie zur Prozessgaszuführung (51) vorhanden ist.

dem Material eingebracht werden und mit derart kleinem Kammerdurchmesser (D) ausgeführt sind, dass die Aktivgasstrahlen (21) in Richtung des linearen Blockes (1) beim Auftreffen auf der Materialoberfläche (2) einander überschneidende Strahldurchmesser (E) aufweisen, die Zentralelektroden (3) jeweils einen so geringen Elektrodendurchmesser aufweisen, dass innerhalb des ummantelnden Isolatorröhrchens (4) ein schmaler Zusatzgaskanal (52) zur Verfügung steht, der die Gasentladung wesentlich stärker in Richtung der Ausgangsdüse (13) der Entladungskammer (12) konzentriert, und ein Isolatorblock (5) zur Zuleitung der Hochspannungsanschlüsse (31), eines Erdungsanschlusses (11) für den linearen Block (1) sowie zur Prozessgaszuführung (51) vorhanden ist.

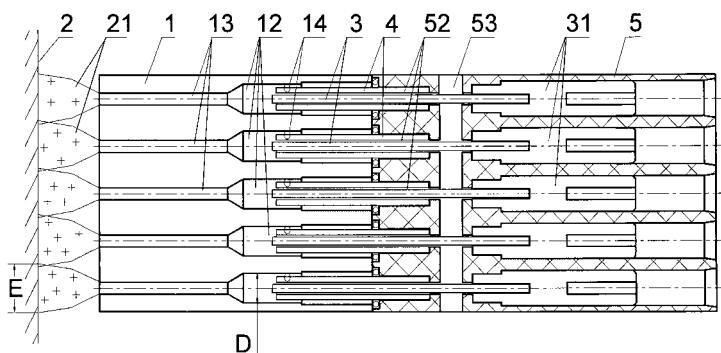


Fig. 1

EP 1 441 578 A2

Beschreibung

[0001] Vorrichtung zum Erzeugen eines breiten Aktivgasstrahls auf Basis eines Gasentladungsplasmas mit einer Vielzahl von Entladungskammern, wobei die Entladungskammern jeweils eine Zentralelektrode, die von einem Isolatorröhrchen ummantelt ist und an der elektrisch isoliert von der Entladungskammer ein Hochspannungsanschluss angebracht ist, einen Gaseinlass und eine Ausgangsdüse aufweisen, insbesondere zur Behandlung von Materialoberflächen, die eine Aktivierung und/oder Reinigung von Oberflächen verschiedenster Materialarten bewirkt und beispielsweise die Adhäsion von Klebstoffen oder Lacken auf so behandelten Materialoberfläche erhöht.

[0002] Aktivgasgeneratoren sind in vielfältigen Ausgestaltungen bekannt. Aus der DE 195 32 412 A1 ist eine Vorrichtung bekannt, bei denen ein Arbeitsgas durch eine elektrische Entladung hindurchgeleitet wird und am Ausgang der Vorrichtung ein Aktivgasstrahl (chemisch aktiver Gasstrom) austritt. Dieser Aktivgasstrahl ist zur Behandlung von Oberflächen bei linearer Fortbewegung des Materials lediglich auf einen schmalen Streifen der Oberfläche anwendbar. Die Breite des aktivierten Streifens entlang der Oberfläche liegt üblicherweise in der Größenordnung von bis zu 10 mm, nur in Ausnahmefällen darüber. Die zu behandelnde Materialoberfläche muss also mehrfach unter der Vorrichtung vorbeibewegt werden. Gleiches trifft für die beschriebenen Gestaltungsformen der nicht vorveröffentlichten Patentanmeldung DE 101 45 131.8, auf die hier ebenfalls gattungsgemäß Bezug genommen werden soll, zu.

[0003] Ein breiterer Abschnitt einer behandelten Oberfläche lässt sich gemäß Patent US 5,837,958 erzeugen, indem eine Reihenanzordnung von Aktivgasgeneratoren verwendet wird. Der Körper des vorgeschlagenen Aktivgasgenerators hat jedoch einen Durchmesser von 30-40 mm gegenüber einer Breite der Behandlungszone von lediglich 10-15 mm für einen einzelnen Aktivgasgenerator. Beim Einsatz einer Einzelreihe von Aktivgasgeneratoren, die orthogonal zur Ausrichtung der Reihe relativ zur Materialoberfläche bewegt wird, könnte daher nur eine parallele Schar von behandelten Streifen auf der zu bearbeitenden Oberfläche erzeugt werden.

[0004] Deshalb werden im Patent US 5,837,958 für eine durchgängig gleichmäßige Oberflächenbehandlung mindestens zwei versetzte Parallelreihen an Aktivgasgeneratoren eingesetzt. Bei Verwendung von nur einer Reihe von Aktivgasgeneratoren müsste ein spitzer Winkel (ca. 45°) zwischen den Richtungen von Aktivgasgeneratorreihe und relativer Oberflächenbewegung eingehalten werden. Daraus ergibt sich - neben einem erhöhten Kostenaufwand und einem relativ großen Volumen der Apparatur - der Hauptnachteil, dass Wiederablagerungen von abgetragenen Material auf der Oberfläche im Bereich des zuvor bearbeiteten, benachbarten

Streifens möglich sind.

[0005] Konstruiert man einen Aktivgasgenerator so, dass eine annähernde Gleichheit von Durchmesser der Gasentladungskammer und Breite des behandelten Oberflächenstreifens erreicht wird, stellen sich Probleme der Langzeitstabilität der Gasentladung ein, da sich Elektroden und Isolator bei geringen Abständen schneller verschleifen. So erreicht die in der DE 101 45 131.8 beschriebene Vorrichtung eine auf maximal 200 bis 300 Stunden begrenzte Betriebsdauer (Plasmazeit) auf Grund eines Isolatorverschleißes. Dies liegt hauptsächlich an einer Ablagerung von zerstäubtem Elektrodenmaterial, das im Plasmazündvorgang erodiert wird, auf der Isolatoroberfläche. Hierdurch wird die Isolatoroberfläche nach gewisser Zeit elektrisch leitend und die elektrische Entladung verlagert sich - zumindest teilweise - von der Zentralelektrode direkt über den Isolatorrand nach außen. Dadurch wird die Raumladung in der Entladungskammer nach einer bestimmten Betriebsdauer erheblich geschwächt.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine neue Möglichkeit zur Erzeugung eines breiten Aktivgasstrahles zu finden, die eine gleichzeitige und möglichst gleichmäßige Behandlung großer Oberflächenbereiche gestattet, ohne dass Lebensdauer und Leistungsfähigkeit des Aktivgasgenerators gegenüber einer herkömmlichen Einzelvorrichtung vermindert sind.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei einer Vorrichtung zum Erzeugen eines breiten Aktivgasstrahls auf Basis eines Gasentladungsplasmas mit einer Vielzahl von Entladungskammern, wobei die Entladungskammern jeweils eine Zentralelektrode, die von einem Isolatorröhrchen ummantelt ist und an der elektrisch isoliert von einem Gehäuse der Entladungskammer ein Hochspannungsanschluss angebracht ist, mindestens eine tangential einlaufende Einlassdüse zur Verwirbelung eines Prozessgases außerhalb des Isolatorröhrchens und eine koaxiale Ausgangsdüse aufweisen, dadurch gelöst, dass die Entladungskammern nebeneinander aufgereiht in einem kompakten linearen Block aus elektrisch leitendem Material eingebracht und mit derart kleinem Kammerdurchmesser ausgeführt sind, dass die Aktivgasstrahlen in definierter Entfernung von einigen Millimetern (vorzugsweise 15 mm) vor den Ausgangsdüsen der Entladungskammern einen Durchmesser haben, der größer ist als der Kammerdurchmesser der einzelnen Entladungskammern, so dass die Aktivgasstrahlen beim Auftreffen auf der Materialoberfläche in Richtung des linearen Blockes einander überschneidende Strahldurchmesser aufweisen, dass die Zentralelektroden jeweils einen solch geringen Elektrodendurchmesser aufweisen, dass innerhalb des ummantelnden Isolatorröhrchens ein schmaler Zusatzgaskanal zusätzlich zu dem außerhalb des Isolatorröhrchens befindlichen Prozessgaswirbelströmung zur Verfügung steht, der die Gasentladung wesentlich stärker in Richtung der Ausgangsdüse der Entladungskammer konzentriert, und dass ein Isolatorblock zur Zuleitung

der Hochspannungsanschlüsse für die Zentralelektroden und eines einheitlichen Erdungsanschlusses für den linearen Block sowie zur Zuführung von Prozessgas vorhanden ist, wobei der Isolatorblock an der den Ausgangsdüsen entgegengesetzten Seite des linearen Blockes angebracht ist.

[0008] Vorteilhaft ist im Isolatorblock ein Zusatzgasverteiler zur Versorgung der Zusatzgaskanäle aller Entladungskammern mit Zusatzgas (welches vorzugsweise ebenfalls das verwendete Prozessgas ist) vorhanden, wobei der Zusatzgasverteiler die Zusatzgaskanäle aller Entladungskammern kreuzt.

[0009] Zur Realisierung der kompakten Bauform der im linearen Block eingearbeiteten schlanken Entladungskammern weist die Zentralelektrode eine radiale Aussparung auf, die im Innern kurz vor dem Ende des Isolatorröhrchens beginnt und bis über das Ende des Isolatorröhrchens reicht. Dabei ist die Aussparung zweckmäßig zu einem größeren ersten Teil innerhalb des kegelförmigen Endes des Isolators und zu einem kleineren zweiten Teil außerhalb des Isolatorröhrchens angeordnet. Dadurch wird eine durch Elektrodenzerstäubung verursachte Metallisierung des Isolatorröhrchens erheblich verringert, die ansonsten zu einer verminderten Gasentladungseffektivität führen würde. Es weist sich von Vorteil, wenn der Durchmesser der Aussparung um ein bis drei Zehntel des Durchmessers der übrigen Zentralelektrode kleiner ist.

Die Zentralelektrode weist nach der Aussparung in Richtung der Ausgangsdüse der Entladungskammer vorzugsweise einen dritten Durchmesser auf, der größer ist als der übrige Durchmesser der Zentralelektrode.

[0010] Eine weitere Verbesserung des Gasentladungsverhaltens der schlank gehaltenen Entladungskammern wird erreicht, dass das Isolatorröhrchen ein konisches Ende vorzugsweise in Form eines Kegelstumpfes mit Zentralloch und einem Kegelwinkel im Bereich von 20°-40° aufweist. Dabei erweist es sich als zweckmäßig, dass das konische Ende des Isolatorröhrchens im Endbereich des Kegelstumpfes vom Zentralloch bis zur Mantelfläche des Kegelstumpfes abgerundet ist. Der abgerundete Rand des Kegelstumpfes sollte vorzugsweise einen Radius zwischen 0,15 und 0,4 mm aufweisen.

[0011] Um einen homogenen Aktivgasstrahl über die gesamte Breite des linearen Blockes der Entladungskammern zu erreichen, wird den Ausgangsdüsen der Entladungskammern vorteilhaft eine entlang des linearen Blockes ausgerichtete spaltförmige Sammeldüse vorgelagert, die eingangsseitig an die Durchmesser der Ausgangsdüsen angepasst und an den Stirnseiten des linearen Blockes jeweils durch eine abnehmbare Abschlussblende abgeschlossen, die einen druckausgleichenden Abschluss des Spaltes der Sammeldüse darstellt. Zweckmäßig ist die spaltförmige Sammeldüse in Ausströmungsrichtung verjüngt ist, wobei sie eingangsseitig eine Spaltbreite hat, die gleich dem Durchmesser der Ausgangsdüsen der Entladungskammern ist, und

ausgangsseitig eine Austrittsöffnung mit 1/6 bis 1/4 der eingangsseitigen Spaltbreite aufweist.

[0012] Mit der Erfindung ist es möglich, eine Vorrichtung zum Erzeugen eines breiten Aktivgasstrahls zu realisieren, die eine gleichmäßige Behandlung großer Oberflächenbereiche gestattet, ohne dass Abstriche an der Leistungsfähigkeit und/oder der Lebensdauer des Aktivgasgenerators gegenüber einer herkömmlichen Einzelvorrichtung hingenommen werden müssen.

[0013] Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Die Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1: einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Aktivgasgenerator mit einem linearen Block mit fünf Entladungskammern,
- Fig. 2: einen zu Fig. 1 orthogonalen Längsschnitt durch den Aktivgasgenerator,
- Fig. 3: einen Schnitt in einer zu Fig. 2 parallelen Ebene,
- Fig. 4: eine Darstellung des Axialschnittes durch die Zentralelektrode mit bevorzugten Gestaltungen von Zentralelektrode und Isolatorröhrchen,
- Fig. 5: einen Längsschnitt durch die Sammeldüse und die Ausgangsdüsen,
- Fig. 6: einen Querschnitt durch die spaltförmige Sammeldüse und die Ausgangsdüsen.

[0014] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Behandlung eines breiten Streifens einer Oberfläche 2 (nachfolgend Aktivgasgenerator genannt) hat - wie in Fig. 1 schematisch dargestellt - mehrere gleichzeitig und selbständig betriebene Aktivgaskanäle, die aus einzelnen Entladungskammern 12 gebildet werden. Jede der im Wesentlichen zylindrischen Entladungskammern 12 weist eine Zentralelektrode 3, ein die Zentralelektrode 3 umhüllendes Isolatorröhrchen 4, eine axialsymmetrische Ausgangsdüse 13 und einen Gaseinlass 14, der tangential zwischen Isolatorröhrchen 4 und Wand der Entladungskammer 12 ein erforderliches Prozessgas verwirbelt einleitet, auf. Die so aufgebauten einzelnen Aktivgaskanäle sind nebeneinander aufgereiht in einem linearen Block 1 untergebracht, der mechanisch aus einem Stück elektrisch leitenden Materials gefertigt ist. Fig. 1 zeigt dazu einen Längsschnitt durch den linearen Block 1.

Der Block 1 hat für die gewählte Anzahl der Entladungskammern 12 (in diesem Beispiel fünf) einen gemeinsamen Prozessgasverteiler 15 (nur in Fig. 2 erkennbar), der das Prozessgas über die als Wirbeldüse gestalteten Gaseinlässe 14 in die Entladungskammern 12 jedes einzelnen Aktivgaskanals einleitet.

Der lineare Block 1 ist - wie aus den zueinander orthogonalen Schnittdarstellungen von Fig. 1 und 2 zu entnehmen - über eine Steckverbindung mit einem Isolatorblock 5 verbunden, der zugleich den hinteren Abschluss der Entladungskammern 12 darstellt.

Der Isolatorblock 5, der aus elektrisch isolierendem Material besteht, enthält die Hochspannungsanschlüsse 31 für die einzelnen Zentralelektroden 3 sowie einen Erdschluss 11 für alle im Block 1 enthaltenen Entladungskammern 12 (als Gegenpotential). Weiterhin weist er eine einheitliche Prozessgaszuführung 51 (Fig. 2) auf, die über den Prozessgasverteiler 15 im linearen Block 1 die Versorgung der einzelnen Entladungskammern 12 über deren Gaseinlässe 14 realisiert.

Der Isolierblock 5 nimmt im hinteren Abschluss der Entladungskammern 12 das Isolatorröhrchen 4 sowie die Elektrode 3 auf. Zwischen Elektrode 3 und Isolatorröhrchen 4 sind im Isolierblock 5 für jede Entladungskammer 12 Zusatzgaskanäle 52 ausgeformt, die in Richtung der linearen Aneinanderreihung der Entladungskammern 12 von einem Zusatzgasverteiler 53 gekreuzt werden. Der Zusatzgasverteiler 53 für die Einbringung von Zusatzgas (vorzugsweise von zusätzlichem Prozessgas) in die Zusatzgaskanäle 52 wird über eine einheitliche Zusatzgaszuführung 54 realisiert, die ebenfalls im Isolatorblock 5 - jedoch in einer anderen Ebene (dargestellt in Fig. 3), die parallel zur Ebene der Schnittzeichnung von Fig. 2 verläuft, untergebracht ist. Somit wird an den Zentralelektroden 3 (über die engen Zusatzgaskanäle 52 in jeder Entladungskammer 12 ein schnelle ringförmig begrenzte Zusatzgasströmung erzeugt, die die Entstehung einer elektrischen Entladung im Bereich des Endes 41 des Isolatorröhrchens 4 behindert und eine beginnende Gasentladung zusätzlich in Richtung der Ausgangsdüse 13 verschiebt.

[0015] Die Gestaltung der gesamten Prozessgaseinleitung in jede der Entladungskammern 12 über Prozessgaszuführung 51, Prozessgasverteiler 15 und Gaseinlass 14 einerseits sowie Zusatzgaszuführung 54, Zusatzgasverteiler 53 und Zusatzgaskanal 52 andererseits ist am Deutlichsten in Fig. 3 zu erkennen. Lediglich die Prozessgaszuführung 51 ist hier nicht zu erkennen, da sie in einer anderen Ebene liegt, die in Fig. 2 dargestellt ist.

Des Weiteren ist in Fig. 3 eine Ausgestaltung gezeigt, die Konstanz der Strömungseigenschaften der Ausgangsdüsen 13 sichern soll. Dazu ist jede Ausgangsdüse 13 mindestens im Endbereich mit einem separaten, austauschbaren Metallröhrchen 18 ausgekleidet. Dadurch lässt sich der gesamte lineare Block 1 bei verschlissenen Ausgangsdüsen 13 weiter benutzen, indem einfach die eingesetzten Metallröhrchen 18 ausgetauscht werden.

[0016] Erreichung einer gleichbleibend guten Leistungsfähigkeit des linear ausgedehnten Aktivgasstrahles 21 ist weiterhin eine definierte Formgebung der Zentralelektroden 3 und der Isolatorröhrchen 4 wesentlich. Dazu zeigt Fig. 4 zwei Maßnahmen, die einzeln oder gemeinsam angewendet, eine durch die Elektrodenzerstäubung der Zentralelektrode 3 verursachte Verringerung der Qualität der Aktivgasstrahlen 21 bzw. eine verkürzte Lebensdauer der Gesamtvorrichtung verhindert oder zumindest stark reduzieren.

[0017] Zum einen hat das Isolatorröhrchen 4 ein konisches Ende 41, das die Form eines mit einem Zentralloch versehenen Kegelstumpfes mit einem Winkel α im Bereich zwischen 20° und 40° (bevorzugt 25°) aufweist. Das konische Ende 41 ist bezogen auf die Kegelstumpfform mit einem vom Zentralloch nach außen abgerundeten Rand 42 versehen, dessen Radius R im Bereich zwischen 0,15 und 0,4 mm (bevorzugt bei 0,2 mm) liegt.

[0018] Obwohl die Gasentladung vornehmlich in Richtung der Ausgangsdüse 13 jeder Entladungskammer 12 ausgerichtet ist, Entladungen in radialer Richtung der Entladungskammern 12 wegen des geringen Kammerdurchmessers D der Entladungskammern 12 aber nicht vermieden werden können, wird durch das konische Ende 41 und den oben beschriebenen "zurückfliehenden" Rand 42 eine Metallisierung des Isolatorröhrchens 4 (die praktisch eine Verbreiterung der Zentralelektrode 3 darstellt) weitgehend unterdrückt.

[0019] Als zweite Maßnahme wird die Zentralelektrode 3 im Bereich des Randes 42 des Isolatorröhrchens 4 mit einer radialen Aussparung 32 versehen, die gegenüber dem Elektrodendurchmesser d_1 der Zentralelektrode 3 einen um wenige Zehntelmillimeter verringerten Aussparungsdurchmesser d_2 hat.

Die Aussparung 32 weist zwei Teilbereiche mit den Längen L_1 und L_2 auf, von denen sich der größere Teilbereich der Länge L_1 innerhalb und der kürzere Teil der Länge L_2 außerhalb des Isolatorröhrchens 4 befindet. Die Zentralelektrode 3 wird zum Rand 42 des Isolatorröhrchens 4 so platziert, dass die Aussparung 32 (mit dem Durchmesser d_2) mit der Länge L_1 von nicht weniger als 2 mm vom Isolatorröhrchen 4 abgedeckt ist und auf der Länge L_2 von nicht weniger als 1 mm aus dem Isolatorröhrchen 4 herausragt.

[0020] Durch die so angeordnete Aussparung 32 der Zentralelektrode 3, die bei einem Elektrodendurchmesser $d_1 = 2$ mm eine Durchmesserreduzierung um 0,2 bis 0,6 mm (bevorzugt 0,4 mm) aufweist, ist die Austrittswahrscheinlichkeit eines Entladungsbogens aus dem Bereich der Aussparung 32 und somit eine radiale Gasentladung über den Rand 42 des Isolatorröhrchens 4 deutlich reduziert. Dadurch wird im Zusammenwirken mit der Strömung des Prozessgases außerhalb sowie die Zusatzgasströmung innerhalb des Isolatorröhrchens 4 die Metallisierung der Oberfläche des Randes 42 des Isolatorröhrchens 4 wirksam verhindert.

[0021] Zur Erhöhung der Lebensdauer der Zentralelektrode 3 kann außerdem noch der Endteildurchmesser d_3 des freien Endes 33 der Zentralelektrode 3 gegenüber dem sonstigen Elektrodendurchmesser d_1 vergrößert sein. Vorzugsweise wird der Endteildurchmesser d_3 in der Größenordnung des Innendurchmessers d_4 des Isolatorröhrchens 4 liegen (oder geringfügig größer sein) und die Länge des Endteiles 33 der Zentralelektrode 3 zwischen $1d_1$ und $5d_1$ betragen.

[0022] Mit dieser Konstruktion der Zentralelektrode 3 mit Aussparung 32 und verdicktem Ende 33 konnte im Dauertest eine Lebensdauer der Zentralelektrode 3 von

mehreren tausend Stunden erreicht werden und das Isolatorröhrchen 4 brauchte selbst nach mehreren Elektrodenwechseln nicht ersetzt zu werden und hat damit praktisch eine unbegrenzte Lebensdauer.

[0023] Der erfindungsgemäße multiple lineare Aktivgasgenerator kann - entsprechend der Ausführungsvariante gemäß den Figuren 5 und 6 - zusätzlich mit einer Sammeldüse 16 zur Verbesserung der Qualität der Oberflächenbehandlung ausgestattet werden. Die Aktivgasstrahlen 21 (nur in Fig. 1 dargestellt) aus den einzelnen Entladungskammern 12 werden dabei entlang des linearen Blockes 1 von einer durchgängigen spaltförmigen Sammeldüse 16 aufgenommen und zu einer im Wesentlichen eindimensional ausgedehnten, einheitlichen streifenförmigen Aktivgaszone geformt.

[0024] Die Sammeldüse 16 ist zum Ausgang hin nochmals verjüngt, wie in der Schnittdarstellung von Fig. 6 (mit vergrößertem Detailausschnitt unten) zu erkennen. Dabei ist die Breite B_g des Eingangspaltes im Bereich der Aufnahme der Aktivgasstrahlen 21 in die Sammeldüse 16 gleich dem Durchmesser d der Ausgangsdüsen 13 der Entladungskammern 12. Die Breite B_a der verjüngten spaltförmigen Düsenöffnung am Ausgang der Sammeldüse 16 ist zwischen $1/6$ bis $1/4$ der Breite B_g des Eingangspaltes bzw. des Durchmessers d der Ausgangsdüse 13 der Entladungskammern 12. Die Sammeldüse 16 ist - wie aus Fig. 5 ergänzend zu entnehmen - so gestaltet, dass sie die gesamte Breite des linearen Blockes 1 umfasst und an beiden Enden mit abnehmbaren Abschlussblenden 17 geschlossen ist, die als Außenbegrenzung des linearen, in voller Breite über die Materialoberfläche 2 geführten Aktivgasstrahles wirken.

Bezugszeichenliste

[0025]

- | | | |
|----|--------------------------------|--|
| 1 | lineare Blockanordnung | |
| 11 | Erdungsanschluss | |
| 12 | Entladungskammer | |
| 13 | Ausgangsdüse | |
| 14 | Gaseinlass | |
| 15 | Prozessgasverteiler | |
| 16 | Sammeldüse | |
| 17 | Abschlussblende | |
| 18 | Metallröhrchen | |
| 2 | Materialoberfläche | |
| 21 | Aktivgasstrahl | |
| 3 | Zentralelektrode | |
| 31 | Hochspannungsanschluss | |
| 32 | Aussparung | |
| 33 | Endteil (der Zentralelektrode) | |
| 4 | Isolatorröhrchen | |
| 41 | konisches Ende | |

- | | | |
|------------|--|--|
| 42 | abgerundeter Rand | |
| 5 | Isolatorblock | |
| 51 | Prozessgaszuführung | |
| 52 | Zusatzgaskanal | |
| 53 | Zusatzgasverteiler | |
| 54 | Zusatzgaszuführung | |
| α | Kegelwinkel | |
| B_a | Breite der Düsenöffnung | |
| B_g | Breite des Eingangspaltes | |
| D | Kammerdurchmesser | |
| d | Durchmesser (der Ausgangsdüsen) | |
| d_1 | Elektrodenenddurchmesser | |
| d_2 | Aussparungsdurchmesser | |
| d_3 | Endteildurchmesser | |
| d_4 | Innendurchmesser (des Isolatorröhrchens) | |
| E | Strahldurchmesser (des Aktivgasstrahls) | |
| L_1, L_2 | Länge (der Aussparung) | |
| R | Radius | |

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen eines breiten Aktivgasstrahls auf Basis eines Gasentladungsplasmas mit einer Vielzahl von Entladungskammern, wobei die Entladungskammern jeweils eine Zentralelektrode, die von einem Isolatorröhrchen ummantelt ist und an der elektrisch isoliert von einem Gehäuse der Entladungskammer ein Hochspannungsanschluss angebracht ist, mindestens eine tangential einlaufende Einlassdüse zur Verwirbelung des Prozessgases außerhalb des Isolatorröhrchens und eine koaxiale Ausgangsdüse aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die Entladungskammern (12) nebeneinander aufgereiht in einem kompakten linearen Block (1) aus elektrisch leitendem Material eingebracht und mit derart kleinem Kammerdurchmesser (D) ausgeführt sind, dass die Aktivgasstrahlen (21) in definierter Entfernung von weniger als 20 Millimetern vor den Ausgangsdüsen (13) der Entladungskammern (12) einen Durchmesser (E) haben, der größer ist als der Kammerdurchmesser (D) der einzelnen Entladungskammern (12), so dass die Aktivgasstrahlen (21) beim Auftreffen auf der Materialoberfläche (2) in Richtung des linearen Blockes (1) einander überschneidende Strahldurchmesser (E) aufweisen,
 - die Zentralelektroden (3) jeweils einen solchen geringen Elektrodenenddurchmesser (d_1) aufwei-

- sen, dass innerhalb des ummantelnden Isolatorröhrchens (4) ein schmaler Zusatzgaskanal (52) zusätzlich zu dem außerhalb des Isolatorröhrchens (4) befindlichen Prozessgaswirbelströmung zur Verfügung steht, der die Gasentladung wesentlich stärker in Richtung der Ausgangsdüse (13) der Entladungskammer (12) konzentriert, und
- ein Isolatorblock (5) zur einheitlichen Zuleitung der Hochspannungsanschlüsse (31) für die Zentralelektroden (3) und eines Erdungsanschlusses (11) für den linearen Block (1) sowie zur Zuführung von Prozessgas vorhanden ist, wobei der Isolatorblock (5) an der den Ausgangsdüsen (13) entgegengesetzten Seite des linearen Blockes (1) angebracht ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Zusatzgasverteiler (53) zur Versorgung der Zusatzgaskanäle (52) aller Entladungskammern (12) mit Zusatzgas im Isolatorblock (5) vorhanden ist, wobei der Zusatzgasverteiler (53) die Zusatzgaskanäle (52) aller Entladungskammern (12) kreuzt.
 3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zentralelektrode (3) eine radiale Aussparung (32) aufweist, die im Innern kurz vor dem Ende des Isolatorröhrchens (4) beginnt und bis über das Ende des Isolatorröhrchens (4) reicht.
 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Aussparung (32) im Bereich des Endes (41) des Isolatorröhrchens (4) befindet, wobei die Aussparung (32) zu einem größeren ersten Teil (L_1) innerhalb des kegelförmigen Endes (41) des Isolators (4) und zu einem kleineren zweiten Teil (L_2) außerhalb des Isolatorröhrchens (4) liegt.
 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser (d_2) der Aussparung (32) um 1/10 bis 3/10 des Durchmessers (d_1) der übrigen Zentralelektrode (3) geringer ist.
 6. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zentralelektrode (3) nach der Aussparung (32) in Richtung der Ausgangsdüse (13) der Entladungskammer (12) einen dritten Durchmesser (d_3) aufweist, der größer ist als der übrige Durchmesser (d_1) der Zentralelektrode (3).
 7. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Isolatorröhrchen (4) ein konisches Ende (41) in Form eines Kegelstumpfes mit Zentralloch und einem Kegelwinkel (α) im Bereich von 20° - 40° aufweist.
 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das konische Ende (41) des Isolatorröhrchens (4) im Endbereich des Kegelstumpfes vom Zentralloch bis zur Mantelfläche des Kegelstumpfes abgerundet ist.
 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der abgerundete Rand (42) des Kegelstumpfes einen Radius (R) zwischen 0,15 mm und 0,4 mm aufweist.
 10. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgangsdüse (13) mit einem separat in den linearen Block (1) eingesetzten, austauschbaren Metallröhrchen (18) ausgekleidet ist.
 11. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** den Ausgangsdüsen (13) der Entladungskammern (12) eine entlang des linearen Blockes (1) ausgerichtete spaltförmige Sammeldüse (16) vorgesetzt ist, die eingangsseitig an die Durchmesser der Ausgangsdüsen (13) angepasst und an den Stirnseiten der linearen Blockanordnung (1) jeweils durch eine abnehmbare Abschlussblende (17) abgeschlossen ist.
 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spaltförmige Sammeldüse (16) in Ausströmungsrichtung verjüngt ist, wobei sie eingangsseitig eine Spaltbreite (B_g) hat, die gleich dem Durchmesser der Ausgangsdüsen (13) der Entladungskammern (12) ist, und ausgangsseitig eine Austrittsöffnung (B_a) mit 1/6 bis 1/4 der eingangsseitigen Spaltbreite (B_g) aufweist.

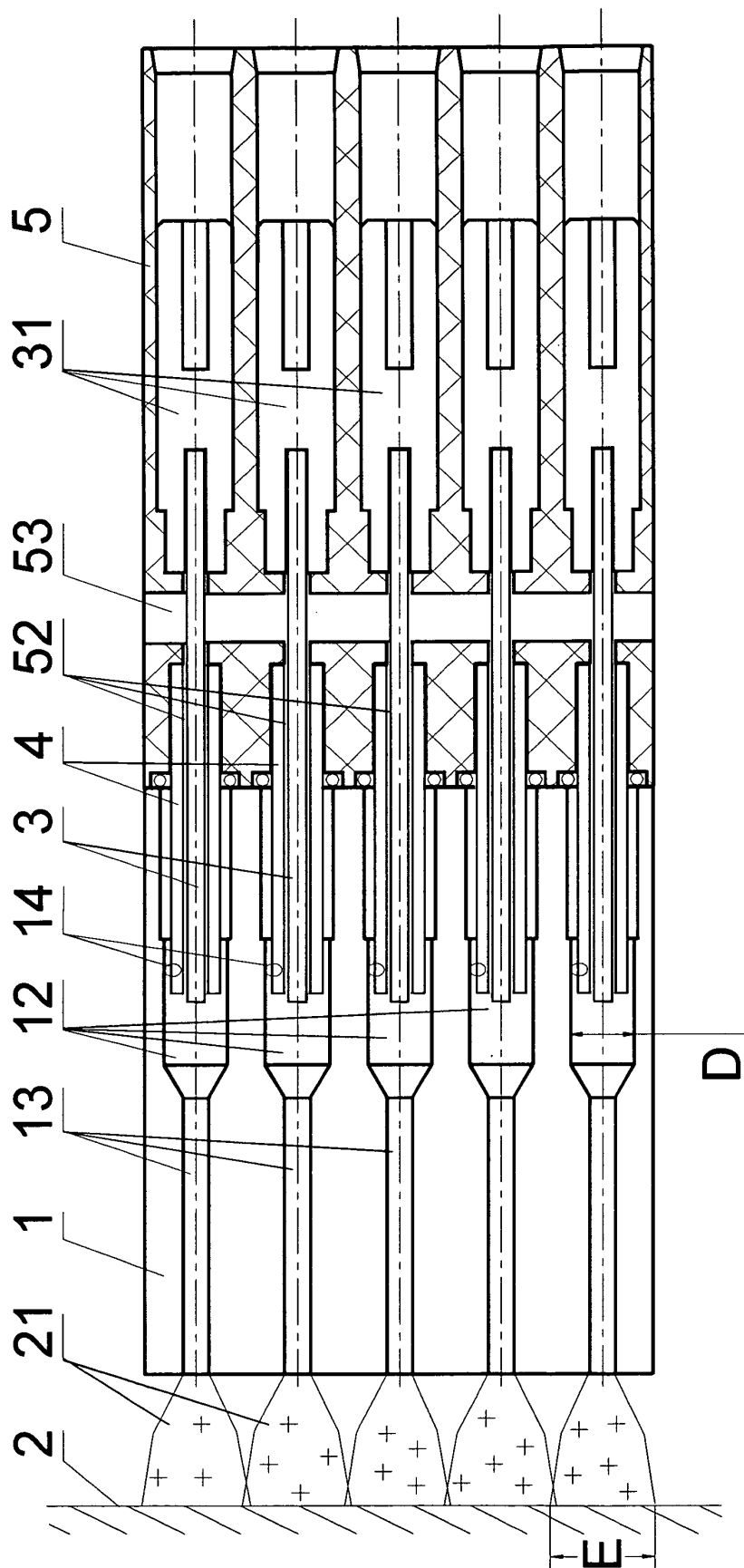


Fig. 1

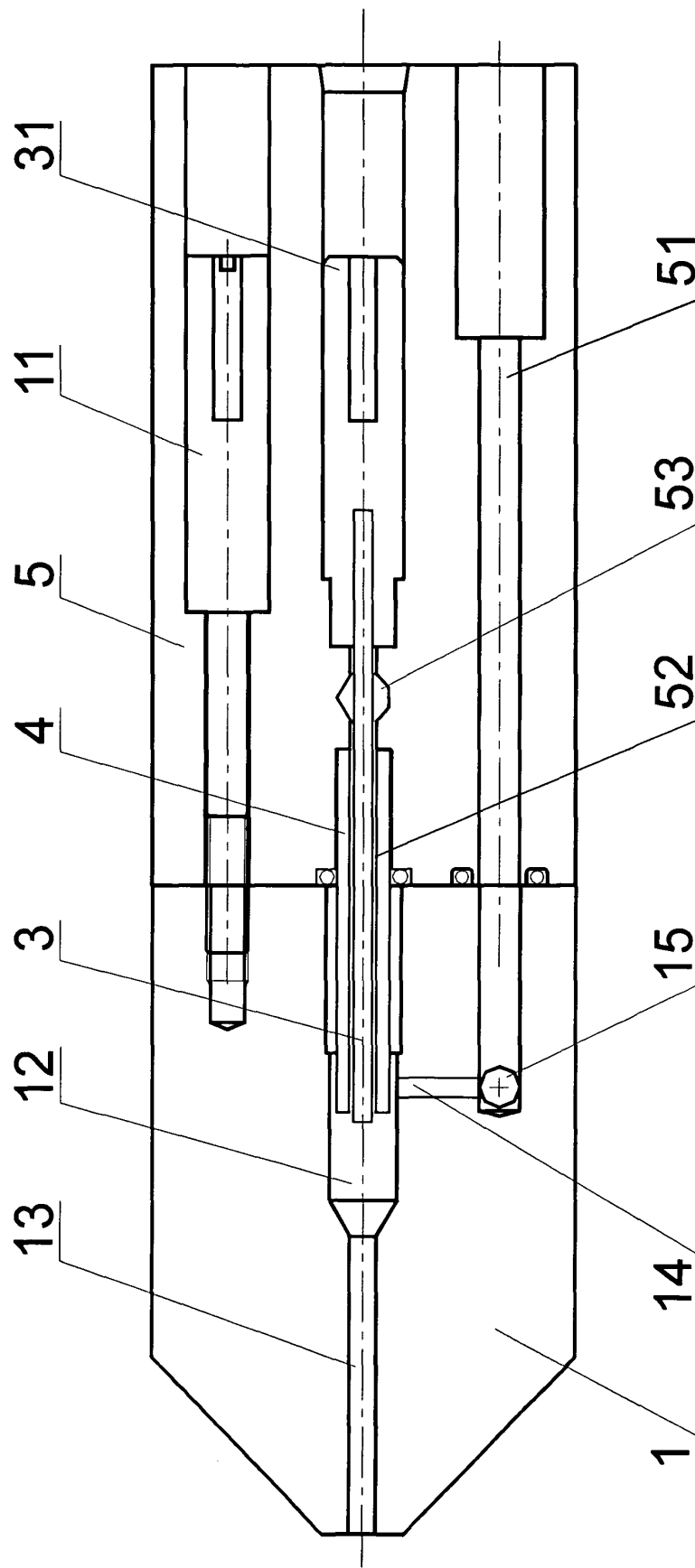


Fig. 2

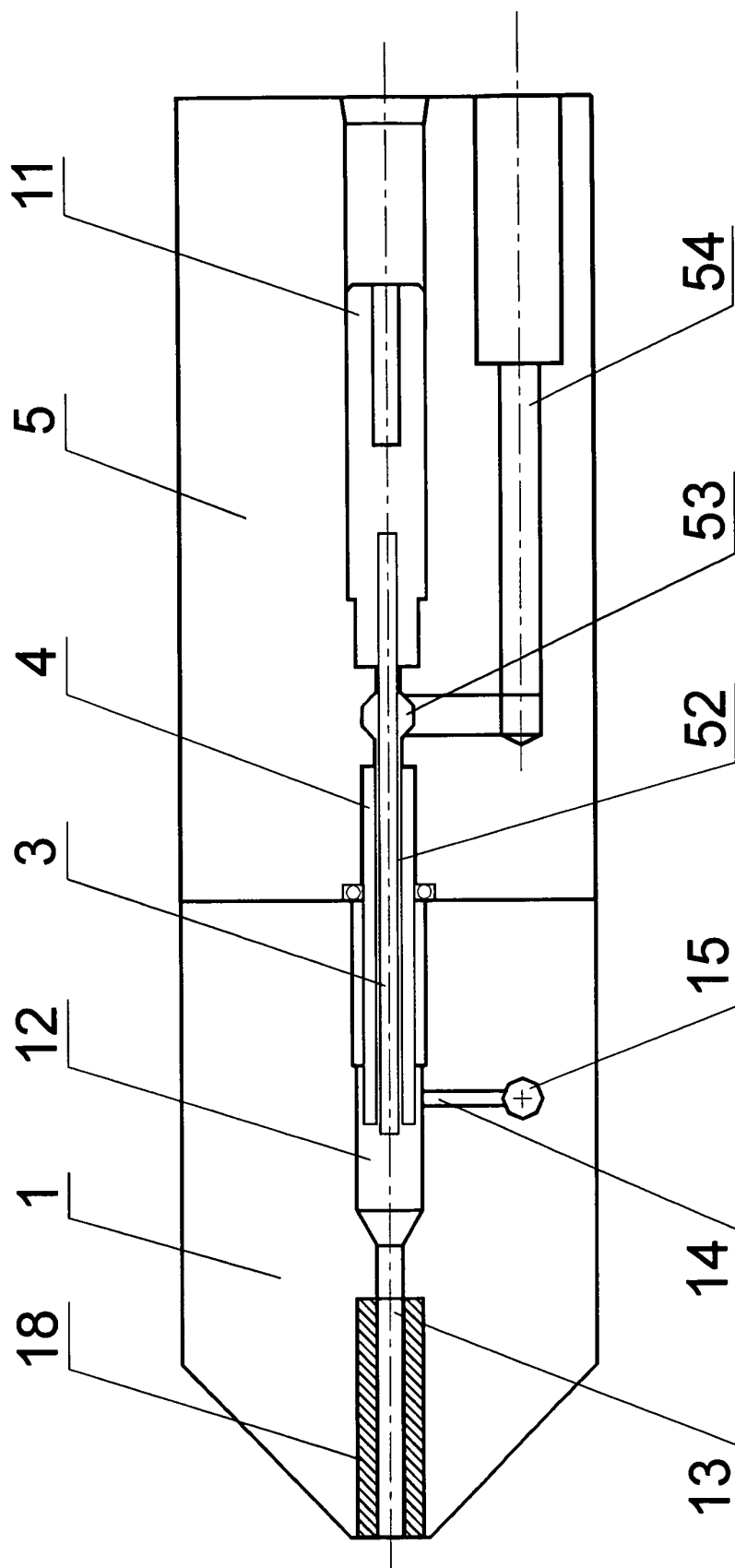


Fig. 3

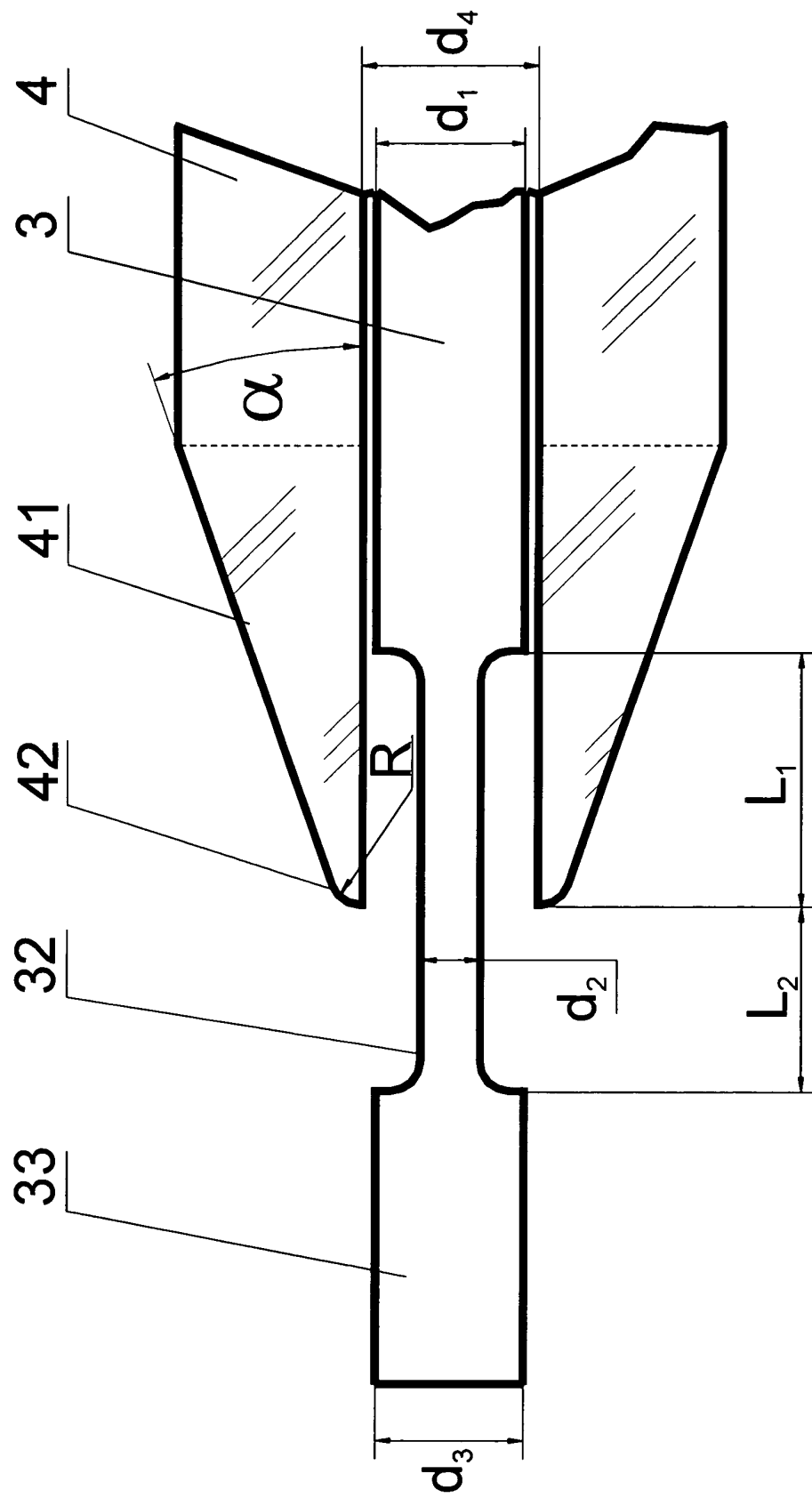
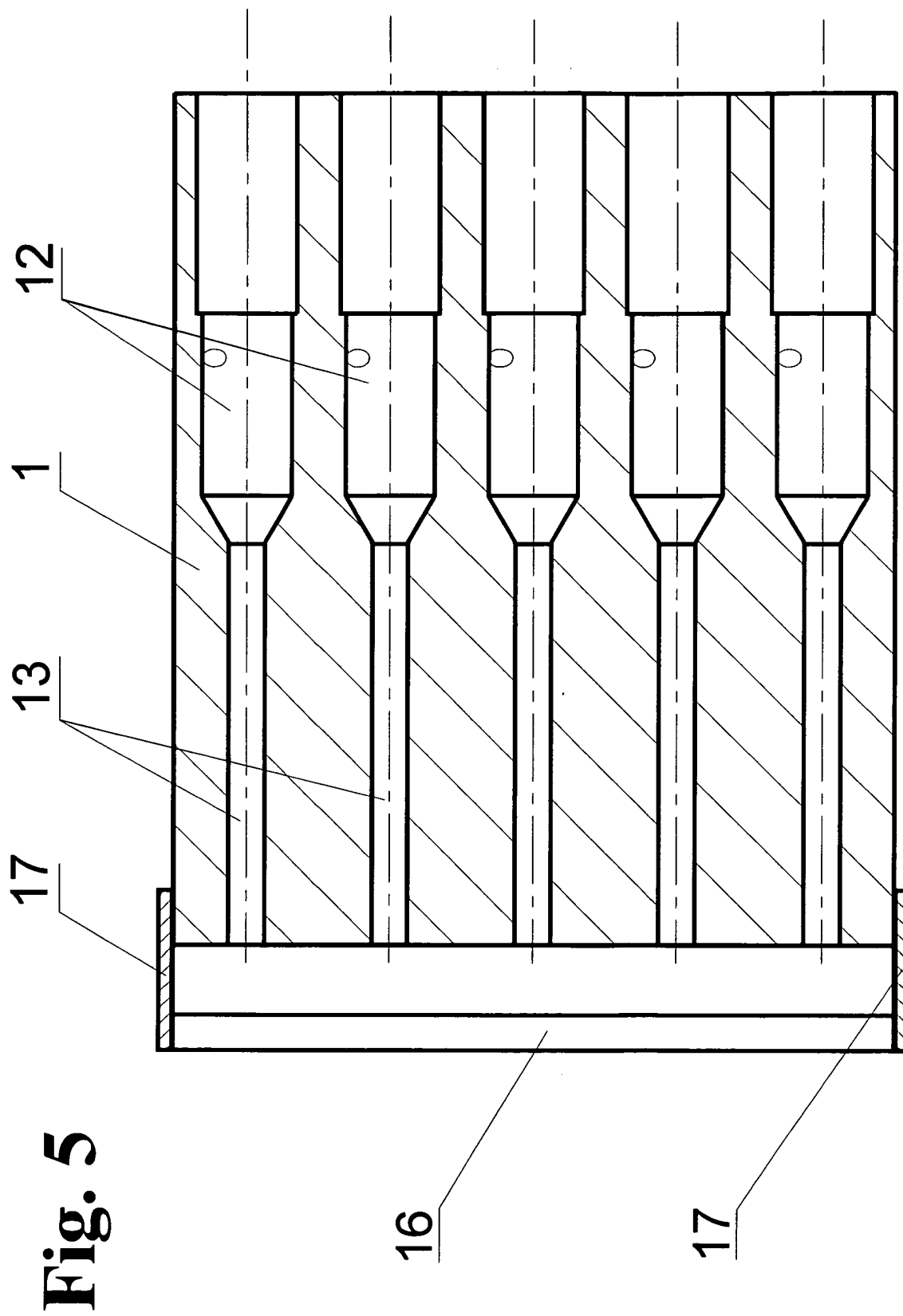


Fig. 4



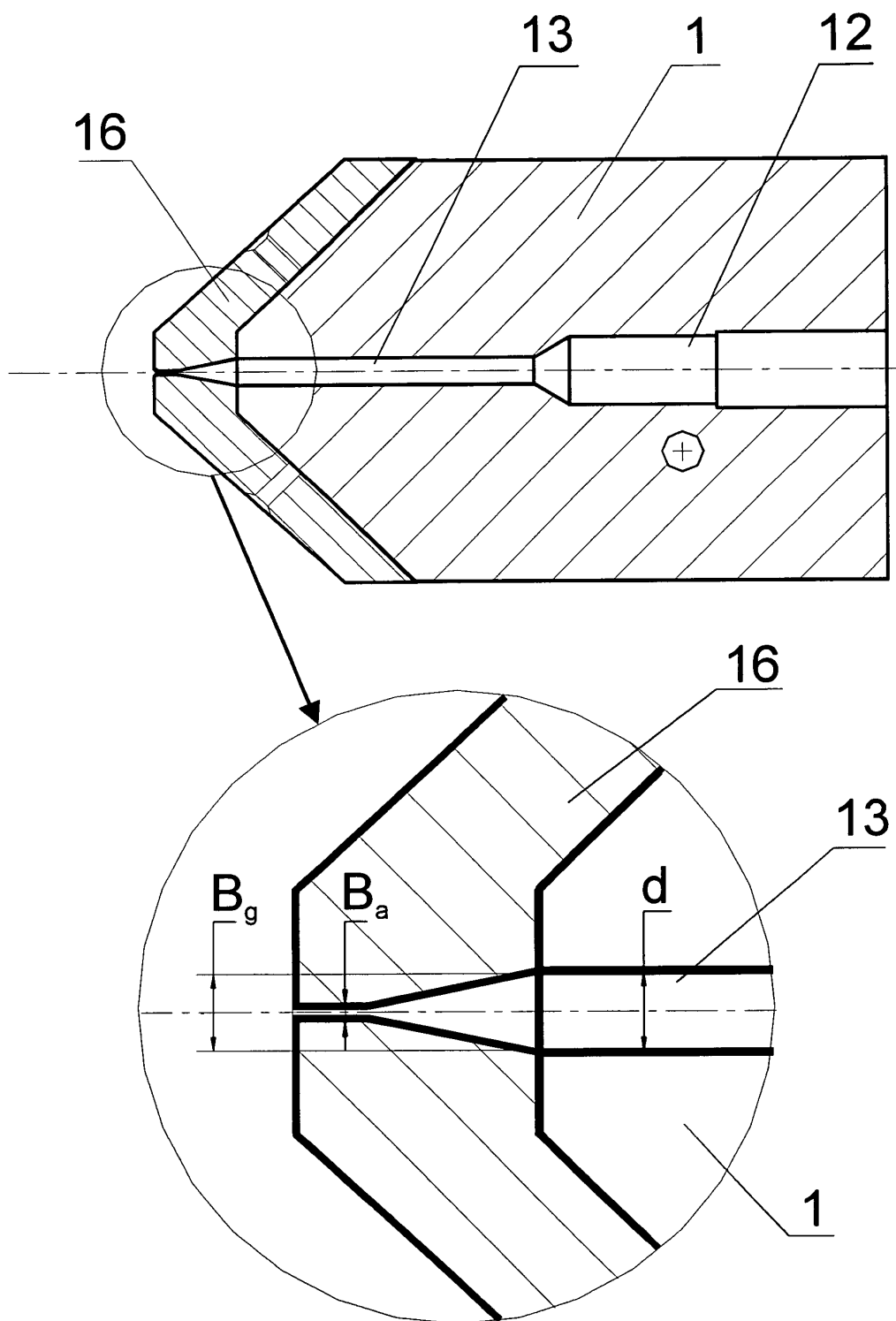


Fig. 6