



⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
15.03.95 Patentblatt 95/11

⑤① Int. Cl.⁶ : **H01J 61/52, H01J 65/04**

②① Anmeldenummer : **91108988.6**

②② Anmeldetag : **01.06.91**

⑤④ **Bestrahlungseinrichtung mit einem Hochleistungsstrahler.**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
16.12.92 Patentblatt 92/51

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
15.03.95 Patentblatt 95/11

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
CH DE FR GB IT LI NL

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
EP-A- 0 254 111
EP-A- 0 385 205
DE-A- 3 842 993
NL-C- 48 671
US-A- 3 911 318
US-A- 4 503 360

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no.
305 (E-363)(2028) 3. Dezember 1985 & JP-A-60
143 554 (IWASAKI DENKI K. K.) 29. Juli 1985
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no.
219 (M-410)(1942) 6. September 1985 & JP-A-60
079 662 (IWASAKI DENKI K. K.) 7. Mai 1985

⑦③ Patentinhaber : **Heraeus Noblelight GmbH**
Reinhard-Heraeus Ring 7
D-63801 Kleinostheim (DE)

⑦② Erfinder : **von Arx, Christoph, Dr.**
Untere Hardegg 25
CH-4600 Olten (CH)

⑦④ Vertreter : **Kühn, Hans-Christian**
Heraeus Holding GmbH,
Stabsstelle Schutzrechte,
Heraeusstrasse 12-14
D-63450 Hanau (DE)

EP 0 517 929 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Technisches Gebiet

5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Bestrahlungseinrichtung mit einem Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, der einen, mit unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendendem Füllgas gefüllten Entladungsraum, dessen Wandungen durch ein erstes Dielektrikum gebildet sind, welches erstes Dielektrikum auf seiner dem Entladungsraum abgewandten Oberfläche mit ersten metallischen Elektroden versehen ist, und zweite Elektroden aufweist, und mit einer an die ersten und zweiten Elektroden
10 angeschlossenen Wechselstromquelle zur Speisung der Entladung, wobei der Hochleistungsstrahler in ein Kühlmittelbad eingetaucht ist, derart, daß zumindest teilweise das erste Dielektrikum und zumindest die ersten Elektroden vom Kühlmittel umspült sind, und daß zumindest eine Wandung des Kühlmittelbades und das Kühlmittel selbst für die erzeugte Strahlung durchlässig sind.

15 Technologischer Hintergrund und Stand der Technik

Aus der DE-A-38 42 993 ist eine Bestrahlungseinrichtung mit einem Hochleistungsstrahler bekannt, wobei ein mit unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendendem Füllgas gefüllter Entladungsraum vorgegeben ist, dessen Wandungen durch ein Dielektrikum gebildet sind, welches auf seinen dem Entladungsraum abgewandten Oberflächen mit ersten metallischen und zweiten Elektroden versehen ist; zur Speisung der Entladung ist eine an die ersten und zweiten Elektroden angeschlossene Wechselstromquelle vorgesehen, dabei ist der Strahler in ein Kühlmittelbad so eingetaucht, daß das Dielektrikum und zumindest die ersten Elektroden vom Kühlmittel umspült sind, und daß zumindest eine Wandung des Kühlmittelbades und das Kühlmittel selbst für die erzeugte Strahlung durchlässig sind.

25 Der industrielle Einsatz photochemischer Verfahren hängt stark von der Verfügbarkeit geeigneter UV-Quellen ab. Die klassischen UV-Strahler liefern niedrige bis mittlere UV-Intensitäten bei einigen diskreten Wellenlängen, wie z.B. die Quecksilber-Niederdrucklampen bei 185 nm und insbesondere bei 254 nm. Wirklich hohe UV-Leistungen erhält man nur aus Hochdrucklampen (Xe, Hg), die dann aber ihre Strahlung über einen größeren Wellenlängenbereich verteilen. Die neuen Excimer-Laser haben einige neue Wellenlängen für photochemische Grundlagenexperimente bereitgestellt, sind z.Zt. aus Kostengründen für einen industriellen Prozeß wohl nur in Ausnahmefällen geeignet.

30 In der EP-A-254 111 oder auch in dem Konferenzdruck "Neue UV- und VUV-Excimerstrahler" von U. Kogelschatz und B. Eliasson, verteilt an der 10. Vortragstagung der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Fachgruppe Photochemie, in Würzburg (BRD) 18.-20. November 1987, wird ein neuer Excimerstrahler beschrieben. Dieser neue Strahlertyp basiert auf der Grundlage, daß man Excimerstrahlung auch in stillen elektrischen Entladungen erzeugen kann, einem Entladungstyp, der in der Ozonerzeugung großtechnisch eingesetzt wird. In den nur kurzzeitig (< 1 Mikrosekunde) vorhandenen Stromfilamenten dieser Entladung werden durch Elektronenstoß Edelgasatome angeregt, die zu angeregten Molekülkomplexen (Excimeren) weiterreagieren. Diese Excimere leben nur einige 100 Nanosekunden und geben beim Zerfall ihre Bindungsenergie in Form von UV-Strahlung ab.

40 Der Aufbau eines derartigen Excimerstrahlers entspricht bis hin zur Stromversorgung weitgehend dem eines klassischen Ozonerzeugers, mit dem wesentlichen Unterschied, daß mindestens eine der den Entladungsraum begrenzenden Elektroden und/oder Dielektrikumsschichten für die erzeugte Strahlung durchlässig ist. Zumindest eine dieser Elektroden dürfen die erzeugte Strahlung nur wenig abschatten. Eine weitere Anforderung an den Strahler besteht darin, daß er auch bei hohen Leistungsdichten möglichst wenig Wärme abstrahlt. Dies ist insbesondere bei Anwendungen in der grafischen Industrie wichtig, wo häufig Druckfarben auf einen hitzeempfindlichen Untergrund ausgehärtet werden müssen.

Kurze Darstellung der Erfindung

50 Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Bestrahlungseinrichtung mit einem Strahler, insbesondere für UV- oder VUV-Strahlung, zu schaffen, dessen Elektroden die Strahlung möglichst wenig abschatten und der Strahler optimal gekühlt werden kann.

55 Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Wandungen des Entladungsraumes ferner durch ein zweites Dielektrikum gebildet sind, welches auf seiner dem Entladungsraum abgewandten Oberfläche mit den zweiten Elektroden versehen ist, daß die Wände des Kühlmittelbades mit Ausnahme der für die Strahlung durchlässigen Wandung mit einer UV-Strahlung reflektierenden Schicht versehen sind bzw. bei Wänden aus Aluminium oder einer Aluminium-Legierung diese poliert sind und daß die erste metallische

Elektrode gitter- oder netzförmig ausgebildet ist.

Eine derart aufgebaute Bestrahlungseinrichtung erfüllt alle Anforderungen der Praxis:

- Die Erfindung ermöglicht den Aufbau eines absolut kalten Strahlers, was insbesondere im Zusammenhang mit der Aushärtung von Druckfarben auf hitzeempfindlichen Untergrund wichtig ist.
- Die Außenelektroden können von einfacher Konstruktion sein - es genügen einige wenige in Strahlerlängsrichtung verlaufende Metallstreifen oder Metalldrähte, die nicht notwendig auf dem äußeren Dielektrikum aufliegen müssen. Auf diese Weise können die Dielektrika leicht ausgewechselt werden.
- Das Kühlmittel, bevorzugt Wasser, verhindert Außenentladungen zwischen Außenelektroden und Außenwand des Strahlers. Dies verhindert die Ozonbildung.
- Weil sich keine Außenentladungen mehr ausbilden können, wird auch Metallabscheidung durch Sputtern verhindert, d.h. die UV-Durchlässigkeit wird auch nach längerer Betriebszeit nicht beeinträchtigt.
- Falls die jeweilige Anwendung einen Betrieb nur mit einem allseitig abgeschlossenen Kühlmittelbad erlaubt und die UV-Strahlung dieses nur durch ein Fenster verlassen kann, ist dieses leicht zu reinigen oder auszuwechseln. Dies ist für die Verwendung des Strahlers in der grafischen Industrie bedeutsam, wo häufig Fabrrückstände entfernt werden müssen.
- Die Erfindung ermöglicht neben einem streng modularem Aufbau auch die Integration mehrerer Strahler im selben Bad.

Für eine optimale Kühlung sind die Wände des Kühlmittelbades mit einer die UV-Strahlung gut reflektierenden Schicht zu versehen, oder bei Wänden aus Aluminium oder einer Aluminium-Legierung diese zu polieren. Die Verwendung einer gitter- oder netzförmig ausgebildeten metallischen ersten Elektrode gewährleistet eine geringe Abschattung der Strahlung durch die Elektrode.

Eine andere Variante besteht darin, einen Teil der Außenfläche des äußeren Dielektrikumsrohres mit einer UV-reflektierenden Schicht zu versehen. Wieder eine andere Variante sieht vor, in das Kühlmittelbad einen separaten Reflektor einzubauen, der so gestaltet ist, daß ein beträchtlicher Teil der vom Strahler erzeugten UV-Strahlung das Bad verläßt, ohne daß diese den eigentlichen Strahler nochmals passieren muß.

Bei all diesen Varianten kann das Kühlmittelbad auch zur Kühlung der elektrischen und elektronischen Komponenten der Stromquelle für die Speisung des Strahlers herangezogen werden, z.B. dadurch, daß die zu kühlenden Teile direkt auf die Außenwände montiert sind.

Besondere Ausgestaltungen der Erfindung und die damit erzielbaren weiteren Vorteile werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

In der Zeichnung sind Ausführungsformen der Hochleistungs-Bestrahlungseinrichtung in stark vereinfachter Form dargestellt; dabei zeigt

- Fig.1 eine Bestrahlungseinrichtung mit einem UV-Zylinderstrahler, der in ein Kühlmittelbad eingetaucht ist, und bei dem die UV-Strahlung durch ein Fenster nach aussen dringen kann;
- Fig.2 Einen Längsschnitt durch die Einrichtung nach Fig.1 längs deren Linie AA;
- Fig.3 eine Abwandlung der Einrichtung gemäss Fig.1 mit einem separaten Reflektor im Kühlmittelbad.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Die in Fig. 1 und 2 schematisch dargestellte Bestrahlungseinrichtung umfasst einen UV-Hochleistungsstrahler mit einem äusseren Dielektrikumsrohr 1, z.B. aus Quarzglas, einem dazu konzentrisch angeordneten inneren Dielektrikumsrohr 2, dessen Innenwand mit einer Innenelektrode 3 versehen ist. Der Ringraum zwischen den beiden Rohren 1 und 2 bildet den Entladungsraum 4 des Strahlers. Das innere Rohr 2 ist gasdicht in das äussere Rohr 1 eingesetzt, das vorgängig mit einem Gas oder Gasgemisch gefüllt wurde, das unter Einfluss stiller elektrischer Entladungen UV oder VUV-Strahlung aussendet. Als äussere Elektrode 5 dient ein weitmaschiges Metallnetz oder es besteht aus einzelnen in Rohrlängsrichtung verlaufenden Metalldrähten oder Metallstreifen, das sich über etwa den oberen halben Umfang des äusseren Rohres 1 erstreckt. Bei einer streifenförmigen Elektrodenanordnung sind die einzelnen Streifen an mehreren axial verteilten Stellen untereinander verbunden. Sowohl die äussere Elektrode 5 als auch das äussere Dielektrikumsrohr 1 sind für die erzeugte UV-Strahlung durchlässig. Der untere Umfang des Rohres 1 ist mit einem Reflektor 6 versehen. Diese kann z.B. durch eine aufgedampfte Aluminiumschicht realisiert werden. Diese Reflektor liegt auf dem selben elektrischen Potential wie die äussere Elektrode 5.

Der soeben beschriebene Strahler ist in ein von metallischen Wänden 7, 8, 9, 17, 18 begrenztes Kühlmittelbad 10 eingetaucht, das via Kühlmittelzufluss 11 bzw. Kühlmittelabfluss 12 von Kühlmittel, vorzugsweise destilliertem Wasser, durchströmt wird. Im oberen Teil ist ein UV-durchlässiges Fenster 13, z.B. aus Quarzglas,

vorgesehen.

Eine andere Möglichkeit, die entstehende Strahlung bevorzugt durch das Fenster 13 in den Aussenraum zu leiten besteht darin, die Innenseite der Wände 7, 8 und 9 zu verspiegeln, was bei Aluminiumwänden durch Polieren der Oberflächen erfolgen kann. Eine bevorzugte Ausführungsform sieht optional zur Verspiegelung der Gefässwände vor, im Bodenabschnitt des Bades einen separaten Reflektor 14 einzusetzen, der eine Vielzahl von Durchbrüchen 15 aufweist und auf dem selben elektrischen Potential wie die Gefässwände liegt. Die Durchbrüche ermöglichen einen ausreichenden Kühlmittelfluss vom Einlauf 11 zum Abfluss 12. Der Reflektor 14 ist so geformt, dass er einen Grossteil des vom Strahler nach unten ausgesandten UV-Lichtes reflektiert, ohne dass die Strahlung nochmals das oder gar die beiden Dielektrikumsrohre 1 und 2 passieren muss. Der Querschnitt des Reflektors 14 kann man sich aus zwei Parabelabschnitten zusammengesetzt denken.

Die Elektroden 3 und 5 sind an die beiden Pole einer Wechselstromquelle 16 geführt. Die Wechselstromquelle 16 entspricht grundsätzlich jenen, wie sie zur Anspeisung von Ozonerzeugern verwendet werden. Typisch liefert sie eine einstellbare Wechselspannung in der Grössenordnung von mehreren 100 Volt bis 20000 Volt bei Frequenzen im Bereich des technischen Wechselstroms bis hin zu einigen 1000 kHz - abhängig von der Elektrodengeometrie, Druck im Entladungsraum 4 und Zusammensetzung des Füllgases.

Das Füllgas ist, z.B. Quecksilber, Edelgas, Edelgas-Metaldampf-Gemisch, Edelgas-Halogen-Gemisch, gegebenenfalls unter Verwendung eines zusätzlichen weiteren Edelgases, vorzugsweise Ar, He, Ne, als Puffergas.

Je nach gewünschter spektraler Zusammensetzung der Strahlung kann dabei eine Substanz/Substanzgemisch gemäß nachfolgender Tabelle Verwendung finden:

	<u>Füllgas</u>	<u>Strahlung</u>
25	Helium	60 - 100 nm
	Neon	80 - 90 nm
	Argon	107 - 165 nm
30	Argon + Fluor	180 - 200 nm
	Argon + Chlor	165 - 190 nm
	Argon + Krypton + Chlor	165 - 190, 200 - 240 nm
35	Xenon	160 - 190 nm
	Stickstoff	337 - 415 nm
	Krypton	124, 140 - 160 nm
40	Krypton + Fluor	240 - 255 nm
	Krypton + Chlor	200 - 240 nm
	Quecksilber	185, 254, 320 - 370, 390 - 420 nm
45	Selen	196, 204, 206 nm
	Deuterium	150 - 250 nm
	Xenon + Fluor	340 - 360 nm, 400 - 550 nm
50	Xenon + Chlor	300 - 320 nm

Daneben kommen eine ganze Reihe weiterer Füllgase in Frage:

- Ein Edelgas (Ar, He, Kr, Ne, Xe) oder Hg mit einem Gas bzw. Dampf aus F₂, I₂, Br₂, Cl₂ oder eine Verbindung die in der Entladung ein oder mehrere Atome F, I, Br oder Cl ab spaltet;
- ein Edelgas (Ar, He, Kr, Ne, Xe) oder Hg mit O₂ oder einer Verbindung, die in der Entladung ein oder mehrere O-Atome abspaltet;
- ein Edelgas (Ar, He, Kr, Ne, Xe) mit Hg.

In der sich bildenden stillen elektrischen Entladung (silent discharge) kann die Elektronenenergieverteilung durch Dicke der Dielektrika 1 und 2 und deren Eigenschaften Druck und/oder Temperatur im Entladungsraum 4 optimal eingestellt werden.

Bei Anliegen einer Wechselfspannung zwischen den Elektroden 3, 5 bildet sich eine Vielzahl von Entladungskanälen (Teilentladungen) im Entladungsraum 4 aus. Diese treten mit den Atomen/Molekülen des Füllgases in Wechselwirkung, was schlussendlich zur UV oder VUV-Strahlung führt.

Patentansprüche

1. Bestrahlungseinrichtung mit einem Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, der einen mit unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendendem Füllgas gefüllten Entladungsraum (4), dessen Wandungen durch ein erstes Dielektrikum (1) gebildet sind, welches erste Dielektrikum (1) auf seiner dem Entladungsraum abgewandten Oberfläche mit ersten metallischen Elektroden (5) versehen ist, und zweite Elektroden (3) aufweist, und mit einer an die ersten und zweiten Elektroden (5; 3) angeschlossenen Wechselstromquelle (16) zur Speisung der Entladung, wobei der Hochleistungsstrahler in ein Kühlmittelbad (10) eingetaucht ist, derart, daß zumindest teilweise das erste Dielektrikum (1) und zumindest die ersten Elektroden (5) vom Kühlmittel umspült sind, und daß zumindest eine Wandung (13) des Kühlmittelbades (10) und das Kühlmittel selbst für die erzeugte Strahlung durchlässig sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandungen des Entladungsraum (4) ferner durch ein zweites Dielektrikum (2) gebildet sind, welches auf seiner dem Entladungsraum abgewandten Oberfläche mit den zweiten Elektroden (3) versehen ist, daß die Wände (7, 8, 9) des Kühlmittelbades (10) mit Ausnahme der für die Strahlung durchlässigen Wandung (13) mit einer UV-Strahlung reflektierenden Schicht versehen sind bzw. bei Wänden (7, 8, 9) aus Aluminium oder einer Aluminium-Legierung diese poliert sind und daß die erste metallische Elektrode (5) gitter- oder netzförmig ausgebildet ist.
2. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Dielektrikum (1) als Rohr ausgebildet ist und ein Teil dessen Außenfläche mit einer UV-reflektierenden Schicht (6) versehen ist.
3. Bestrahlungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in das Kühlmittelbad (10) ein separater Reflektor (14) eingebaut ist, der so gestaltet ist, daß ein beträchtlicher Teil der vom Strahler erzeugten UV-Strahlung das Kühlmittelbad (10) verläßt, ohne daß diese den eigentlichen Strahler nochmals passieren muß.
4. Bestrahlungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlmittelbad (10) auch zur Kühlung der elektrischen und elektronischen Komponenten der Stromquelle für die Speisung des Strahlers heranziehbar ist.

Claims

1. An irradiation device with a high power emitter, in particular for ultraviolet light, which has a discharge chamber (4), filled with a filling gas emitting radiation under discharge conditions, the walls of which discharge chamber (4) are formed by a first dielectric (1), which first dielectric (1) is provided on its surface facing away from the discharge chamber with first metallic electrodes (5), and has second electrodes (3), and with an alternating current source (16) connected to the first and second electrodes (5;3) to supply the discharge, in which the high power emitter is immersed into a bath (10) of cooling medium, such that at least partially the first dielectric (1) and at least the first electrodes (5) have the cooling medium flowing around them, and that at least one wall (13) of the cooling medium bath (10) and the cooling medium itself are permeable by the generated radiation, characterised in that the walls of the discharge chamber (4) are additionally formed by a second dielectric (2), which is provided with the second electrodes (3) on its surface facing away from the discharge chamber, that the walls (7,8,9) of the cooling medium bath (10), with the exception of the wall (13) permeable to radiation, are provided with a layer reflecting UV radiation or in the case of walls (7,8,9) of aluminium or an aluminium alloy, the latter are polished and that the first metal electrode (5) is constructed in a grid- or network form.
2. An irradiation device according to Claim 1, characterised in that the first dielectric (1) is constructed as

a tube and a part of its outer surface is provided with a UV-reflecting layer (6).

- 5
3. An irradiation device according to Claim 1, characterised in that a separate reflector (14) is incorporated into the cooling medium bath (10), which reflector is designed such that a considerable portion of the UV radiation generated by the emitter leaves the cooling medium bath (10) without it having to pass through the actual emitter once again.
- 10
4. An irradiation device according to one of Claims 1 to 3, characterised in that the cooling medium bath (10) is also able to be used to cool the electric and electronic components of the current source for supplying the emitter.

Revendications

- 15
1. Appareil d'irradiation comportant un élément d'irradiation à haute puissance, en particulier pour de la lumière ultraviolette, qui comporte une chambre de décharge (4) remplie d'un gaz de remplissage qui émet un rayonnement sous des conditions de décharge, les parois de ladite chambre étant formées par un premier diélectrique (1), celui-ci étant pourvu de premières électrodes métalliques (5) sur sa surface détournée de la chambre de décharge, et comportant des secondes électrodes (3), et l'appareil comprenant une
- 20
- source de courant alternatif (16) raccordée aux premières et secondes électrodes (5 ; 3) pour alimenter la décharge, l'élément d'irradiation à haute puissance étant plongé dans un bain de réfrigérant (10), de telle sorte que le premier diélectrique (1) au moins en partie et les premières électrodes (5) au moins sont baignés de réfrigérant, et en ce qu'au moins une paroi (13) du bain de réfrigérant (10) et le réfrigérant lui-même sont transparents vis-à-vis du rayonnement produit, caractérisé en ce que les parois de la chambre de décharge (4) sont en outre formées par un second diélectrique (2) qui est pourvu des secondes
- 25
- électrodes (3) sur sa surface détournées de la chambre de décharge, en ce que les parois (7, 8, 9) du bain de réfrigérant (10) sont pourvues d'une couche qui réfléchit le rayonnement UV, à l'exception de la paroi (13) transparente vis-à-vis du rayonnement, ou bien en ce que dans le cas de parois (7, 8, 9) en aluminium ou en un alliage d'aluminium, celles-ci sont polies et en ce que la première électrode métallique
- 30
- (5) est réalisé sous la forme d'une grille ou d'un réseau.
2. Appareil d'irradiation selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier diélectrique (1) est réalisé sous la forme d'un tube, et en ce qu'une partie de sa surface extérieure est pourvue d'une couche (6) qui réfléchit le rayonnement UV.
- 35
3. Appareil d'irradiation selon la revendication 1, caractérisé en ce que dans le bain de réfrigérant (10) est intégré un réflecteur séparé (14) qui est conçu de telle manière qu'une partie importante du rayonnement UV produit par l'élément d'irradiation quitte le bain de réfrigérant (10) sans que ce rayonnement doive à nouveau passer par l'élément d'irradiation lui-même.
- 40
4. Appareil d'irradiation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le bain de réfrigérant (10) peut également être utilisé pour le refroidissement des composants électriques et électroniques de la source de courant pour alimenter l'élément d'irradiation.
- 45
- 50
- 55

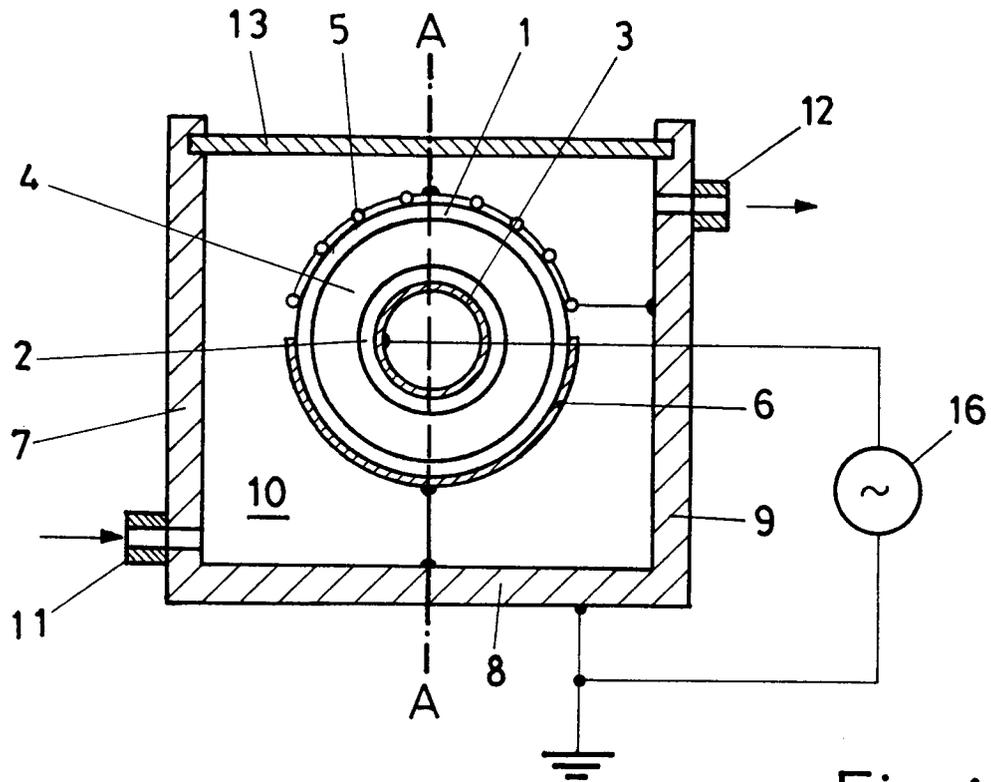


Fig. 1

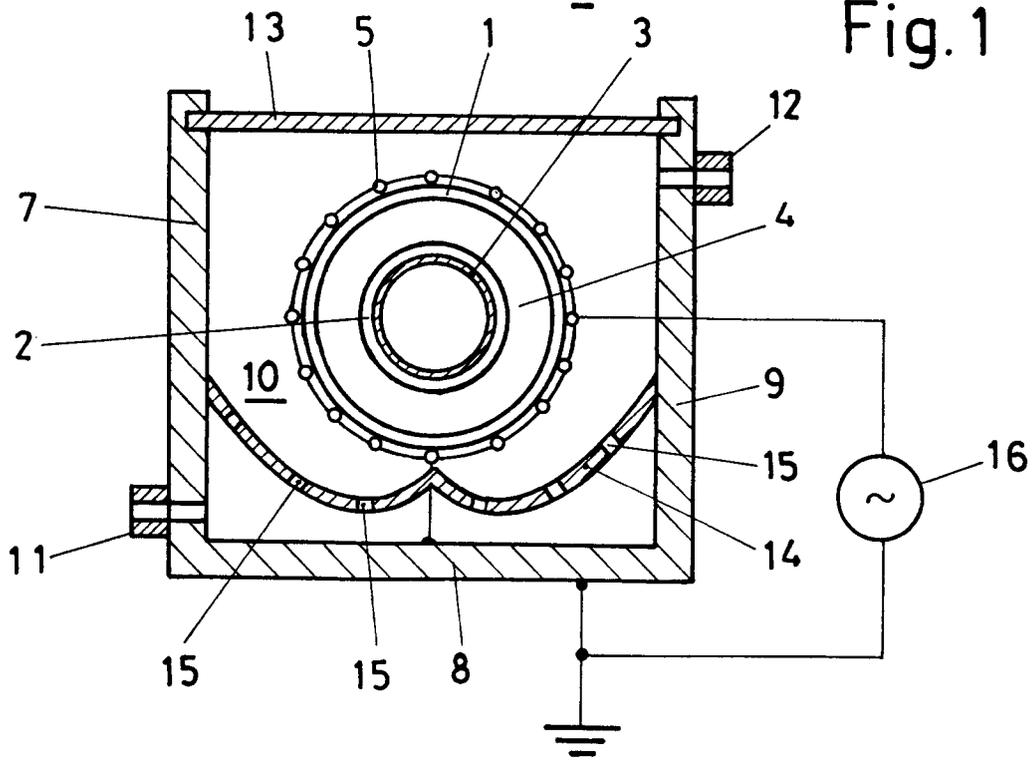


Fig. 3

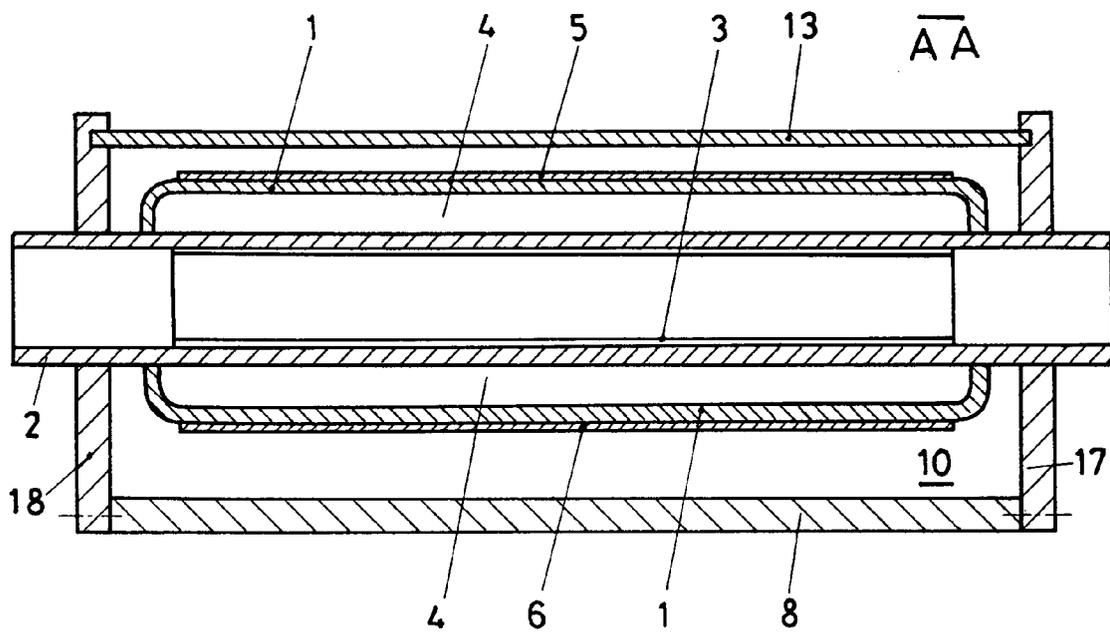


Fig.2